

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ БАНК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



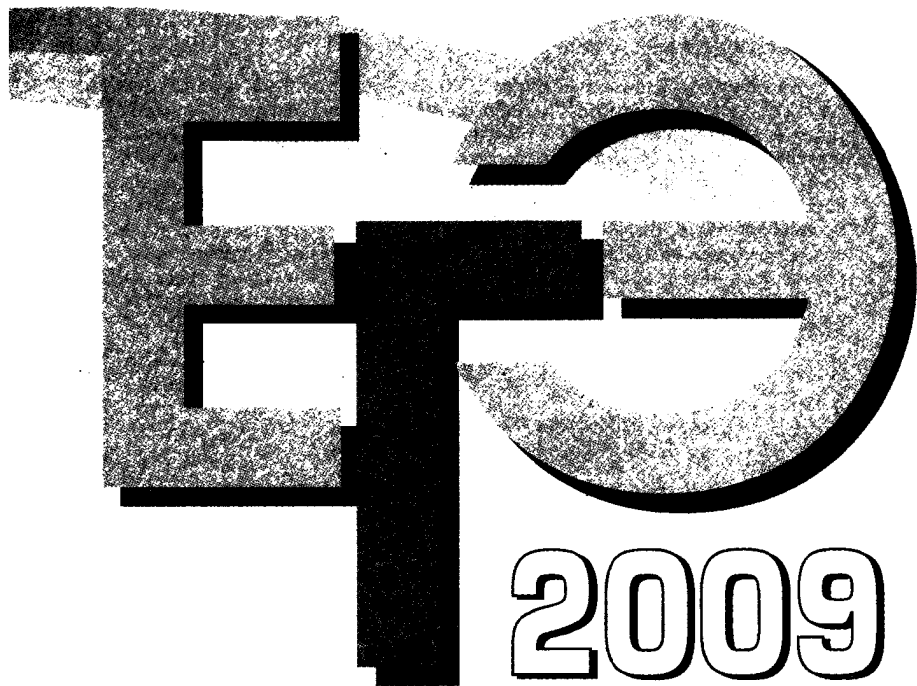
ФИЗИКА

СБОРНИК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ



**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ БАНК
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**
(ОТКРЫТЫЙ СЕГМЕНТ)



ФИЗИКА

СБОРНИК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ



МОСКВА ЭКСМО 2009



Авторы-составители:

М. Ю. Демидова, И. И. Нурминский

Е 33 ЕГЭ 2009. Физика. Федеральный банк экзаменационных материалов / Авт.-сост. М. Ю. Демидова, И. И. Нурминский. — М. : Эксмо, 2009. — 368 с.

В издании представлено более 1000 экзаменационных заданий частей А, В и С. Задания подготовлены официальным разработчиком контрольных измерительных материалов — Федеральным институтом педагогических измерений — и сгруппированы по экзаменационным темам, соответствующим кодификатору ЕГЭ по физике. По каждой теме предложены рекомендации и комментарии разработчиков заданий ЕГЭ, ко всем заданиям приведены ответы и критерии оценивания.

Книга адресована *выпускникам* средней школы и *абитуриентам* для подготовки к единому государственному экзамену по физике. Издание поможет *учителям* и *репетиторам* организовать эффективную подготовку учащихся к ЕГЭ.

УДК 373.167.1 : 53

ББК 22.3я721

Директор редакции *И. Федосова*
Ответственный редактор *А. Жилинская*
Редактор *Д. Сторублевцева*
Художественный редактор *Е. Брынчик*
Технический редактор *Н. Тростянская*
Компьютерная верстка *А. Григорьев*

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.000828.02.08 от 05.02.2008 г.

ООО «Издательство «Эксмо»
127299, Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18/5. Тел. 411-68-86, 956-39-21.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Подписано в печать 10.02.2009.
Формат 60x90^{1/8}. Гарнитура «Школьная». Печать офсетная.
Бумага тип. Усл. печ. л. 23,0.
Доп. тираж 3000 экз. Заказ № 111.

Отпечатано в ГП ПО «Псковская областная типография».
180004, г. Псков, ул. Ротная, 34.

© ФГНУ «Федеральный институт педагогических измерений», 2009
© ООО «Издательство «Эксмо», 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2008 году заканчивается эксперимент по введению единого государственного экзамена (ЕГЭ), а с 2009 года для всех выпускников и желающих поступить в вузы ЕГЭ станет обязательным. В ходе эксперимента на федеральном и региональном уровнях решались различные вопросы, связанные с процедурой проведения экзамена, поиском оптимальных экзаменационных моделей по общеобразовательным предметам, повышением качества контрольных измерительных материалов (КИМ).

В Российской Федерации созданием вариантов КИМ для ЕГЭ по 13 общеобразовательным предметам занимается только Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ). Ежегодная процедура разработки КИМ состоит из нескольких этапов, в том числе многократного проведения внешней экспертизы отдельных тестовых заданий и целых вариантов. Все тестовые задания ЕГЭ хранятся в Федеральном банке экзаменационных материалов (ФБЭМ). Для пополнения банка тестовыми заданиями ежегодно организуется конкурс «Контрольные измерительные материалы и тестовые задания для единого государственного экзамена». Пополнение банка необходимыми тестовыми материалами осуществляется также на основе целевого заказа. В настоящее время в ФБЭМ находится более 100 000 заданий.

По решению Коллегии Министерства образования и науки Российской Федерации каждый год ФИПИ после проведения экзамена открывает несколько вариантов по всем общеобразовательным предметам. Задания из этих вариантов, по поручению Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки, размещаются на сайте ФИПИ (www.fipi.ru) в открытом сегменте ФБЭМ.

В данном пособии открытый сегмент ФБЭМ представлен в соответствии с содержательными линиями школьного курса и отражает особенности структуры КИМ по всем предметам. Каждый блок заданий сопровождается методическим комментарием, необходимым для эффективной подготовки к ЕГЭ.

Издания серии «Федеральный банк экзаменационных материалов» будут полезны как выпускникам и абитуриентам, желающим получить полное представление о содержании экзамена и всех типах заданий, входящих в состав ЕГЭ, так и учителям, которые с помощью опубликованных контрольных измерительных материалов по всем экзаменационным темам смогут организовать различные формы текущего и обобщающего контроля.

Директор Федерального института
педагогических измерений
А.Г. Ершов

ВВЕДЕНИЕ

Экзаменационный вариант ЕГЭ по физике состоит из трех частей и включает 30 заданий: 25 заданий с выбором одного верного ответа (часть 1, задания А1—А25), 5 заданий с кратким ответом (часть 2, задания В1—В5) и 6 заданий с развернутым ответом (часть 3, С1—С6). Во второй и третьей частях экзаменационной работы предлагаются задачи различного уровня сложности по всем темам школьного курса физики. При этом каждая работа включает в себя задания по всем четырем разделам школьного курса физики: механика, молекулярная физика, электродинамика и квантовая физика.

При подготовке к экзамену кроме повторения содержания курса физики следует обратить внимание на форму представления заданий в каждой из частей работы, а также на формат записи ответов.

Задания с выбором ответа

По форме представления в данной части экзаменационной работы используются однотипные задания с выбором одного правильного ответа из четырех предложенных. При этом ответы могут быть представлены в словесной форме, в виде численных значений физических величин, в виде формул, графиков или схематичных рисунков.

Пример 1. Маятниковые часы отстают. Чтобы часы шли точно, необходимо

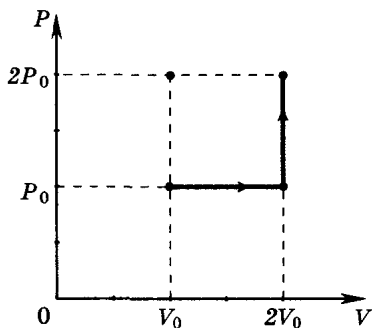
- 1) увеличить массу маятника
- 2) уменьшить массу маятника
- 3) увеличить длину маятника
- 4) уменьшить длину маятника

Пример 2. Деревянный шарик массой 100 г плавает на поверхности воды. При этом над поверхностью воды находится половина объема шарика. Выталкивающая сила, действующая на шарик, равна

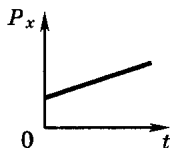
- 1) 0,5 Н 2) 1 Н 3) 50 Н 4) 100 Н

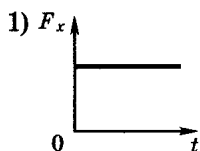
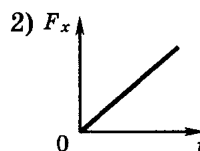
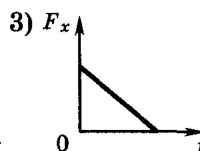
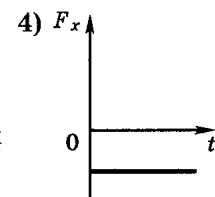
Пример 3. Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объема. Работа, совершенная газом, равна

- 1) $\frac{1}{2}p_0V_0$ 3) $2p_0V_0$
 2) p_0V_0 4) $4p_0V_0$

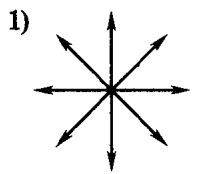
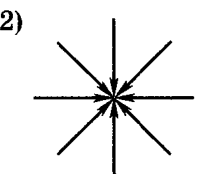
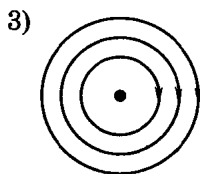
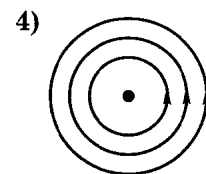


Пример 4. На графике показана зависимость проекции импульса P_x тележки от времени. Какой вид имеет график изменения проекции силы F_x , действующей на тележку, от времени?



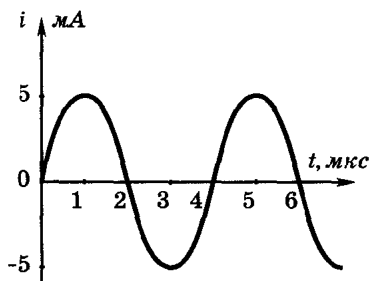
- 1)  2)  3)  4) 

Пример 5. На каком рисунке правильно изображена картина линий напряженности электростатического поля точечного положительного заряда?

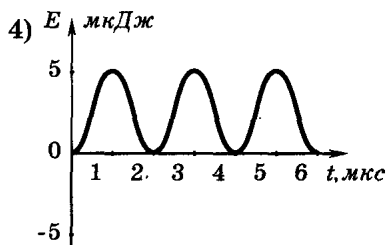
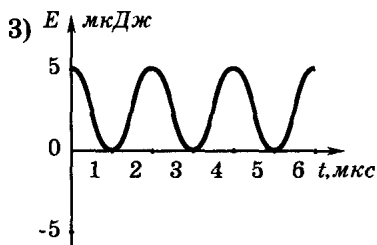
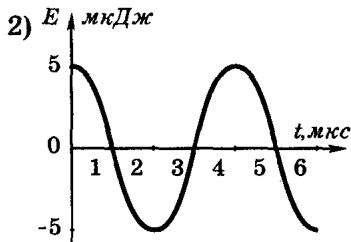
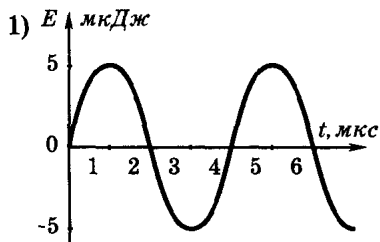
- 1)  2)  3)  4) 

Исключение составляют задания, в которых необходимо выбрать одно или несколько правильных утверждений или условий. Они формулируются в следующем виде:

Пример 9. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре.



На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии магнитного поля катушки?



Пример 10. В таблице приведены температуры плавления и кипения некоторых веществ:

Вещество	Температура кипения	Вещество	Температура кипения и плавления
Эфир	308 К	Ртуть	-39°C
Спирт	351 К	Нафталин	80°C

Выберите верное утверждение.

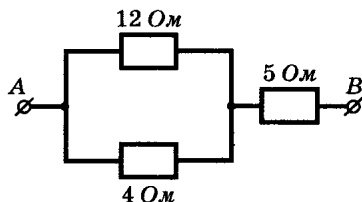
- 1) Температура плавления ртути больше температуры кипения эфира.
- 2) Температура кипения спирта меньше температуры плавления ртути.
- 3) Температура кипения спирта меньше температуры плавления нафталина.
- 4) Температура кипения эфира больше температуры плавления нафталина.

Экзаменационные варианты по физике включают много иллюстративного материала. Различные задания с «картинками», например, проверяют:

- умение читать схемы электрических цепей;
- понимание стробоскопических изображений различных видов движения;
- знание правила левой руки, правила буравчика, правила Ленца и т.п.;
- умение находить равнодействующую силу или использовать принцип суперпозиции полей;
- умение строить изображения в зеркалах, линзах, оптических приборах и т.п.

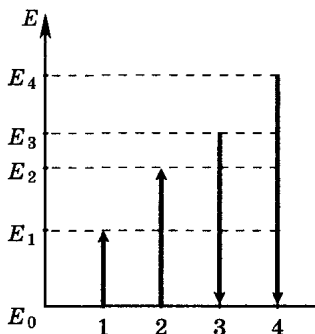
Пример 11. Сопротивление между точками А и В электрической цепи, представленной на рисунке, равно

- 1) 3 Ом
- 2) 5 Ом
- 3) 8 Ом
- 4) 21 Ом



Пример 12. На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход атома из одного состояния в другое, который соответствует поглощению света максимальной частоты?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



Кроме того, в различных частях работы встречаются задания с использованием фотографий реальных экспериментов. При этом нужно уметь снимать показания приборов (динамометр, манометр, барометр, термометр, психрометр, амперметр, вольтметр) и использовать полученные данные для выполнения необходимых при выполнении задания расчетов.

Пример 13. Для измерения жесткости пружины ученик собрал установку (см. рис. А) и повесил к пружине груз массой 0,1 кг (см. рис. Б). Какова жесткость пружины?

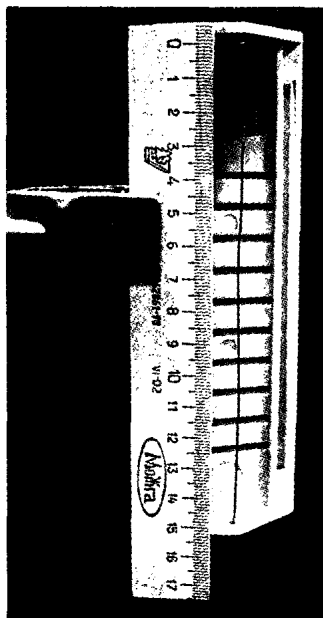


Рис. А

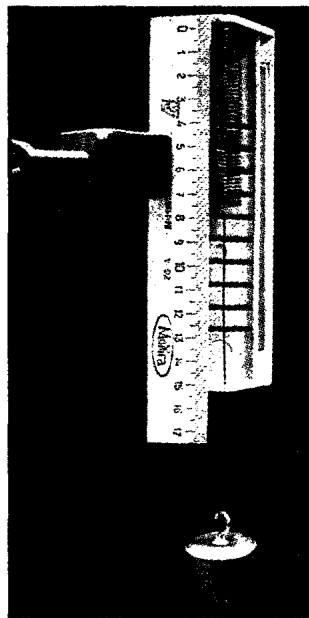


Рис. Б

- 1) 40 Н/м 2) 20 Н/м 3) 13 Н/м 4) 0,05 Н/м

В первой части экзаменационной работы содержатся задания базового уровня, т.е. это наиболее простая часть варианта. Кроме того, она обеспечивает почти 60% успеха в общем объеме первичного тестового балла. Поэтому подготовке к выполнению заданий с выбором ответа следует уделять достаточно много внимания, а на экзамене переходить к следующему этапу можно лишь после выполнения максимально большого количества этих заданий.

Сначала следует выполнять тестовые задания в том порядке, в котором они даны. Однако не стоит тратить очень много времени на задание, формулировка или решение которого вызывает затруднение. Его нужно пропустить, отметив каким-либо образом его текст в варианте (чтобы потом быстро найти пропущенные задания). К нему можно будет вернуться потом, если останется время.

В настоящее время в правилах проверки варианта ЕГЭ отсутствует система штрафов за неверно выполненное тестовое задание. Кроме того, наличие лишь четырех ответов в тестовых заданиях закладывает и определенный процент угадывания верного ответа. Если пропущенные задания части А решить не удастся, не оставляйте их без ответа к моменту сдачи экзаменационной работы. Используйте альтернативные стратегии поиска верного ответа и попытайтесь дать ответ ко всем заданиям.

Задания с кратким ответом

При подготовке к выполнению данной части следует обратить внимание на оформление ответа, так как здесь в экзаменационный бланк требуется записать число. Это может быть целое число или десятичная дробь. Запись привычных для физики ответов в стандартном виде ($x \cdot 10^n$) не допускается. Задание с кратким ответом считается выполненным, если численный ответ совпадает с указанным авторами.

В связи с этими ограничениями во многих задачах В1—В4 есть требования к записи ответа. Например:

- Ответ выразите в сантиметрах (см).
- Ответ выразите в микросекундах, округлив его до целых.
- Полученный результат умножьте на 10^{20} и округлите его до двух значащих цифр.

Следовательно, необходимо повторить:

- А) использование кратных и дольных единиц, а также умножение и деление на 10^n ;
- Б) правила округления чисел;
- В) понятие значащей и незначащей цифры.

Наименование, обозначение и соответствующие множители всех используемых десятичных приставок указаны в специальной таблице в начале экзаменационного варианта. Если в задании нет специальных указаний на единицы измерения величин, то все значения физических величин следует записывать в Международной системе единиц (СИ).

Поскольку на экзамене разрешается пользоваться непрограммируемым калькулятором, нет необходимости тратить время на арифметические расчеты «вручную», и, следовательно, проводить приближенные вычисления с промежуточными округлениями. При вычислениях в заданиях части А и, главное, в части В оптимальным является следующая цепочка действий:

- подстановка в окончательную формулу всех указанных числовых значений;
- вычисление на калькуляторе;
- перевод численного ответа в стандартный вид;
- проведение указанных в требованиях задачи преобразований ответа.

При подготовке к оформлению заданий части В необходимо повторить основные правила округления, приведенные в таблице.

Таблица

Определения и правила округления	Примеры
<p>Правило округления. Если первая отбрасываемая цифра равна 5 или более 5, то последнюю из сохраняемых цифр увеличивают на единицу; если же первая отбрасываемая цифра меньше 5, то последнюю из сохраняемых цифр оставляют без изменения</p>	<p>Приближенное число 9,0475. Его округление до тысячных долей — 9,048, до сотых — 9,05, до десятых — 9,0, до целых — 9</p>
<p>Значащими цифрами числа называют все его цифры, кроме нулей, стоящих левее первой отличной от нуля цифры, и нулей, стоящих в конце числа, если они стоят взамен неизвестных или отброшенных цифр. Нули, следующие из множителя 10^n, не учитываются</p>	<p>Число 0,08032 \approx 0,080(00) имеет две значащие цифры — 8 и 0. Два нуля перед цифрой 8 незначащие. Число 0,0124 имеет три значащие цифры, как и числа 12,0 и $0,526 \cdot 10^6$</p>

Во всех заданиях теста, в которых для решения необходимо знать значение каких-либо физических постоянных, используются значения, указанные в начале варианта. В тексте заданий эти значения не указываются. Предполагается, что экзаменуемый умеет пользоваться справочными таблицами.

Следует обратить внимание, что размещенные в третьем разделе пособия ответы к заданиям с выбором ответа или с кратким ответом вычислены с учетом этих округлений. Поэтому во избежание лишних арифметических трудностей и ошибок лучше при подготовке также использовать справочные материалы из вариантов ЕГЭ.

Особенности содержания, оформления и системы оценивания заданий с развернутым ответом

Задачи высокого уровня сложности предполагают, что их полное решение необходимо записать на бланке ответов. Поэтому в последнем разделе пособия приводятся развернутые ответы.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3
<p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу</p>	2
<p>— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.)</p>	0

Обратите внимание на следующие моменты:

— нельзя ограничиться только записью системы уравнений и ответом в общем виде, пренебрегая математическими выкладками;

— можно выбрать любой путь решения задачи; подчас решение «по действиям» оказывается более рациональным, чем вывод общей формулы;

— если в задаче есть указание на необходимость геометрических построений или вы вводите физические величины, пользуйтесь собственным рисунком, то эти рисунки обязательно должны быть приведены.

Постарайтесь пользоваться при выполнении заданий с развернутым ответом приведенным ниже алгоритмом:

- запись графы «Дано» (хотя при проверке ее наличие не требуется),
- выполнение рисунков с указанием необходимых величин,
- запись всех необходимых уравнений,
- решение полученной системы уравнений в общем виде (если только для задачи решение «по действиям» не является оптимальным),
- подстановка численных значений,
- получение ответа и запись его в виде числа с наименованием.

Выполнение «проверки размерностей» и запись каких-либо поясняющих комментариев не требуются.

За выполнение задач с развернутым ответом можно получить в зависимости от полноты и правильности решения от 1 до 3 баллов. Поэтому в случае, если решение задачи не выполняется до конца в силу недостатка времени или возникших трудностей, его все равно необходимо записать в бланк ответа, поскольку есть вероятность получения части баллов.

Справочные таблицы

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
элементарный заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,009 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	меди	8900 кг/м ³
парафина	900 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная

теплоемкость воды	4,2 · 10 ³ Дж/(кг · К)
теплоемкость алюминия	900 Дж/(кг · К)
теплоемкость железа	640 Дж/(кг · К)
теплоемкость меди	380 Дж/(кг · К)
теплоемкость свинца	130 Дж/(кг · К)
теплота парообразования воды	2,3 · 10 ⁶ Дж/кг
теплота плавления свинца	2,5 · 10 ⁴ Дж/кг
теплота плавления льда	3,3 · 10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия — давление 10⁵ Па, температура 0°C

Молярная масса

азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль	лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96 · 10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль	неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ЗАДАНИЯ

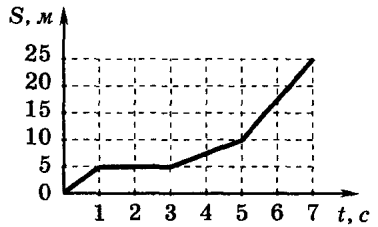
МЕХАНИКА

Кинематика¹

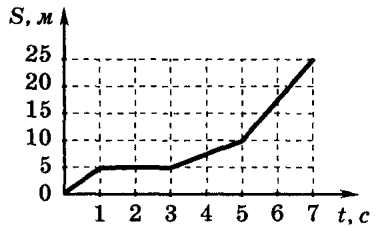
1. /1.1.1/ Эскалатор метро поднимается со скоростью 1 м/с. Может ли человек, находящийся на нем, быть в покое в системе отсчета, связанной с Землей?
- 1) может, если движется в противоположную сторону со скоростью 1 м/с
 - 2) может, если движется в ту же сторону со скоростью 1 м/с
 - 3) может, если стоит на эскалаторе
 - 4) не может ни при каких условиях
2. /1.1.1/ Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 50 км/ч, а другой — со скоростью 70 км/ч. При этом они
- 1) сближаются
 - 2) удаляются
 - 3) не изменяют расстояние друг от друга
 - 4) могут сближаться, а могут и удаляться
3. /1.1.1/ Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый — со скоростью \vec{v} , второй — со скоростью $(-3\vec{v})$. Модуль скорости второго автомобиля относительно первого равен
- 1) v
 - 2) $2v$
 - 3) $3v$
 - 4) $4v$
4. /1.1.1/ Лодка должна попасть на противоположный берег реки по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения реки u , а скорость лодки относительно воды v . Модуль скорости лодки относительно берега должен быть равен
- 1) $v + u$
 - 2) $v - u$
 - 3) $\sqrt{v^2 + u^2}$
 - 4) $\sqrt{v^2 - u^2}$

¹ После порядкового номера в скобках указан номер данной проверяемой позиции по кодификатору элементов содержания по физике для составления контрольных измерительных материалов 2008 года.

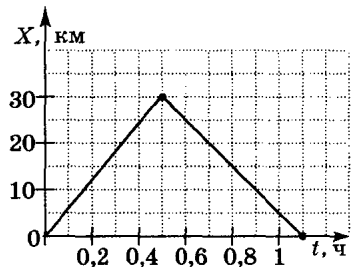
5. /1.1.2/ На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите интервал времени, когда велосипедист двигался со скоростью 5 м/с.



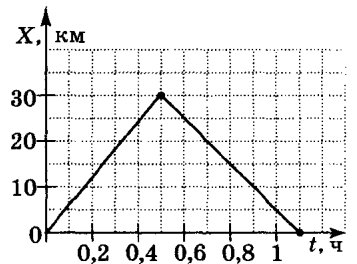
- 1) от 5 с до 7 с
 2) от 3 с до 5 с
 3) от 1 с до 3 с
 4) от 0 до 1 с
6. /1.1.2/ На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . В каком интервале времени велосипедист не двигался?



- 1) от 0 до 1 с
 2) от 1 до 3 с
 3) от 3 до 5 с
 4) от 5 с и далее
7. /1.1.2/ На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из А в Б?

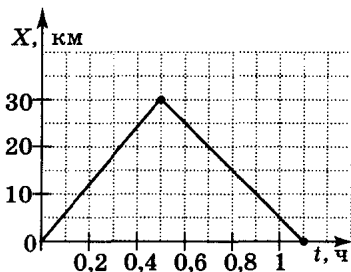


- 1) 40 км/ч 3) 60 км/ч
 2) 50 км/ч 4) 75 км/ч
8. /1.1.2/ На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из Б в А?



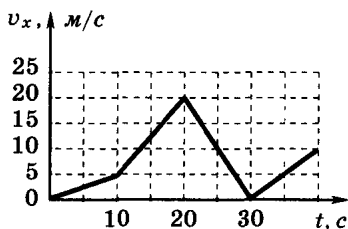
- 1) 40 км/ч 3) 60 км/ч
 2) 50 км/ч 4) 75 км/ч

9. /1.1.2/ На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна максимальная скорость автобуса на всем пути следования туда и обратно?



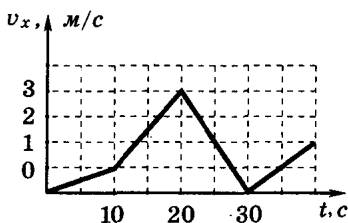
- 1) 40 км/ч 3) 60 км/ч
2) 50 км/ч 4) 75 км/ч

10. /1.1.3/ Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Модуль ускорения максимален в интервале времени



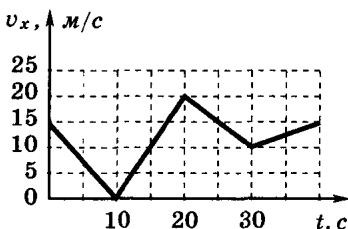
- 1) от 0 с до 10 с
2) от 10 с до 20 с
3) от 20 с до 30 с
4) от 30 с до 40 с

11. /1.1.3/ Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Модуль ускорения минимален на интервале времени



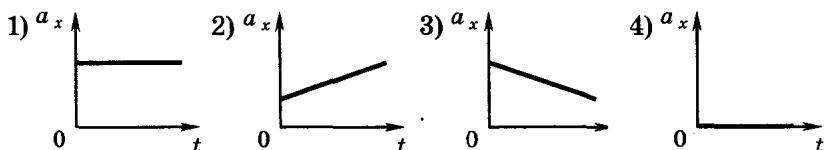
- 1) от 0 до 10 с
2) от 10 с до 20 с
3) от 20 с до 30 с
4) от 30 до 40 с

12. /1.1.3/ Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Модуль ускорения максимален на интервале времени

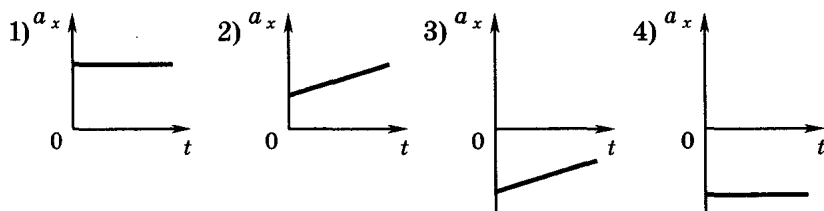


- 1) от 0 с до 10 с
2) от 10 с до 20 с
3) от 20 с до 30 с
4) от 30 с до 40 с

13. /1.1.4/ На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени для разных видов движения. Какой график соответствует равномерному движению?



14. /1.1.4/ Тело, двигаясь вдоль оси ОХ прямолинейно и равноускоренно, за некоторое время уменьшило свою скорость в 2 раза. Какой из графиков зависимости проекции ускорения от времени соответствует такому движению?



15. /1.1.4/ Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением 3 м/с^2 . Через 4 с скорость автомобиля будет

1) 12 м/с 2) 0,75 м/с 3) 48 м/с 4) 6 м/с

16. /1.1.4/ Скорость пули при вылете из ствола пистолета равна 250 м/с. Длина ствола 0,1 м. Определите примерно ускорение пули внутри ствола, если считать ее движение равноускоренным.

1) 312 км/с^2 2) 114 км/с^2 3) 1248 м/с^2 4) 100 м/с^2

17. /1.1.4/ Одной из характеристик автомобиля является время t его разгона с места до скорости 100 км/ч. Два автомобиля имеют такие времена разгона, что $t_1 = 2t_2$. Ускорение первого автомобиля по отношению к ускорению второго автомобиля

1) меньше в 2 раза 3) больше в 2 раза
 2) больше в $\sqrt{2}$ раз 4) больше в 4 раза

18. /1.1.4/ Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают равноускоренное движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем ускорение велосипедиста.

Во сколько раз больше времени понадобится велосипедисту, чтобы достичь скорости 50 км/ч?

- 1) в $\frac{1}{3}$ раза 2) в $\sqrt{3}$ раза 3) в 3 раза 4) в 9 раз

19. /1.1.4/ К.Э. Циолковский в книге «Вне Земли», описывая полет ракеты, отмечал, что через 10 с после старта ракета находилась на расстоянии 5 км от поверхности Земли. С каким ускорением двигалась ракета?

- 1) 1000 м/с² 2) 500 м/с² 3) 100 м/с² 4) 50 м/с²

20. /1.1.4/ Ускорение велосипедиста на одном из спусков трассы равно 1,2 м/с². На этом спуске его скорость увеличивается на 18 м/с. Велосипедист заканчивает свой спуск после его начала через

- 1) 0,07 с 2) 7,5 с 3) 15 с 4) 21,6 с

21. /1.1.4/ Координата тела меняется с течением времени согласно формуле $x = 5 - 3t$, где все величины выражены в СИ. Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?

- 1) -15 м 2) -10 м 3) 10 м 4) 15 м

22. /1.1.4/ Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением $x = 8t - t^2$, где все величины выражены в СИ. В какой момент времени скорость тела равна нулю?

- 1) 8 с 2) 4 с 3) 3 с 4) 0 с

23. /1.1.4/ Зависимость пути от времени для прямолинейно движущегося тела имеет вид: $s(t) = 2t + 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Ускорение тела равно

- 1) 1 м/с² 2) 2 м/с² 3) 3 м/с² 4) 6 м/с²

24. /1.1.4/ При прямолинейном равноускоренном движении с нулевой начальной скоростью путь, пройденный телом за две секунды с начала движения, больше пути, пройденного за первую секунду, в

- 1) 2 раза 2) 3 раза 3) 4 раза 4) 5 раз

25. /1.1.4/ Тело упало с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью и при ударе о землю имело скорость 40 м/с. Чему равно время падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0,25 с 2) 4 с 3) 40 с 4) 400 с

26. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

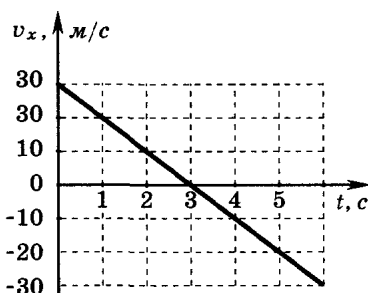
- 1) 10 м/с 2) 15 м/с 3) 17,5 м/с 4) 20 м/с

27. /1.1.5/ От высокой скалы откололся и стал свободно падать камень. Какую скорость он будет иметь через 3 с после начала падения?

- 1) 30 м/с 2) 10 м/с 3) 3 м/с 4) 2 м/с

28. /1.1.5/ Стрела пущена вертикально вверх. Проекция ее скорости на вертикальное направление меняется со временем согласно графику на рисунке. В какой момент времени стрела достигла максимальной высоты?

- 1) 1,5 с 3) 4,5 с
2) 3 с 4) 6 с



29. /1.1.5/ Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 5 м/с 2) 10 м/с 3) 15 м/с 4) 20 м/с

30. /1.1.5/ Тело свободно падает с некоторой высоты с начальной скоростью, равной нулю. Время, за которое тело пройдет путь L , прямо пропорционально

- 1) L^2 2) $\frac{1}{L}$ 3) L 4) \sqrt{L}

31. /1.1.5/ Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью 20 м/с, упал обратно на Землю. Сопротивление воздуха мало. Камень находился в полете примерно

- 1) 1 с 2) 2 с 3) 4 с 4) 8 с

32. /1.1.5/ На рисунках А и Б приведены фотографии установки для изучения свободного падения тел. При нажатии кнопки на секундомере шарик отрывается от электромагнита (рис. А), секундомер включается; при ударе шарика о датчик, совмещенный с началом линейки с сантиметровыми делениями, секундомер выключается (рис. Б).

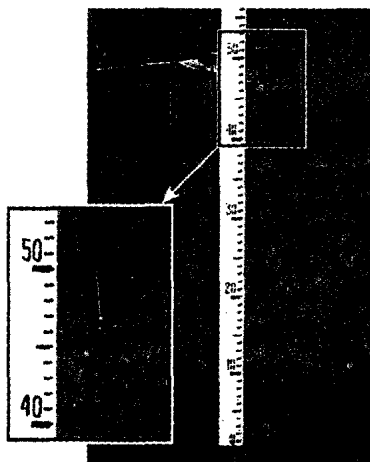


Рис. А

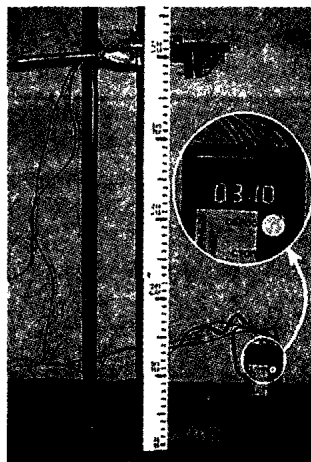


Рис. Б

Ускорение свободного падения, по результатам эксперимента, равно

- 1) $9,57 \text{ м/с}^2$ 2) $9,81 \text{ м/с}^2$ 3) 10 м/с^2 4) 11 м/с^2

33. /1.1.5/ Представим себе, что закон всемирного тяготения имеет вид $F = G \cdot \frac{m^2 \cdot M^2}{r^2}$, а основной закон динамики имеет вид $a = \frac{F}{m^2}$. В таком фантастическом мире ускорение свободного падения

- 1) не зависит от массы тел
 2) пропорционально массе тела
 3) обратно пропорционально массе тела
 4) обратно пропорционально квадрату массы тела

34. /1.1.6/ Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и $R_2 = 2R_1$ с одинаковыми по модулю скоростями. Их периоды обращения по окружностям связаны соотношением

- 1) $T_1 = \frac{1}{2} T_2$ 2) $T_1 = T_2$ 3) $T_1 = 2T_2$ 4) $T_1 = 4T_2$

35. /1.1.7/ Точка движется по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменится центростремительное ускорение точки, если скорость уменьшить в 2 раза, а радиус окружности в 2 раза увеличить?

- 1) уменьшится в 2 раза 3) уменьшится в 8 раз
2) увеличится в 2 раза 4) не изменится

36. /1.1.7/ Точка движется с постоянной по модулю скоростью v по окружности радиуса R . Как изменится центростремительное ускорение точки, если ее скорость увеличить вдвое, а радиус окружности вдвое уменьшить?

- 1) уменьшится в 2 раза 3) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) увеличится в 8 раз

37. /1.1.7/ Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и R_2 , причем $R_2 = 2R_1$. При условии равенства линейных скоростей точек их центростремительные ускорения связаны соотношением

- 1) $a_1 = 2a_2$ 3) $a_1 = \frac{1}{2}a_2$
2) $a_1 = a_2$ 4) $a_1 = 4a_2$

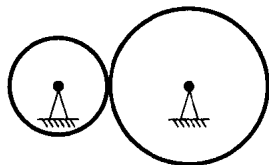
38. /1.1.6/ Диск радиусом 20 см равномерно вращается вокруг своей оси. Скорость точки, находящейся на расстоянии 15 см от центра диска, равна 1,5 м/с. Скорость крайних точек диска равна

- 1) 4 м/с 3) 2 м/с
2) 0,2 м/с 4) 1,5 м/с

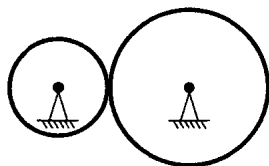
39. /1.1.7/ Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением 5 м/с². Скорость автомобиля равна

- 1) 12,5 м/с 3) 5 м/с
2) 10 м/с 4) 4 м/с

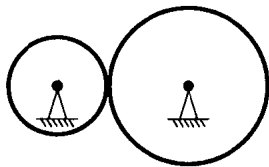
40. /1.1.6/ Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Большая шестерня радиусом 20 см совершает 20 оборотов за 10 с. Сколько оборотов в секунду совершает шестерня радиусом 10 см?



41. /1.1.6/ Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Большая шестерня радиусом 10 см делает 20 оборотов за 10 с, а частота обращения меньшей шестерни равна 5 с^{-1} . Каков радиус меньшей шестерни? Ответ укажите в сантиметрах.

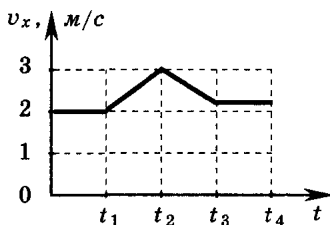


42. /1.1.6/ Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Отношение периодов вращения шестерен равно 3. Радиус меньшей шестерни равен 6 см. Каков радиус большей шестерни? Ответ укажите в сантиметрах.



Динамика

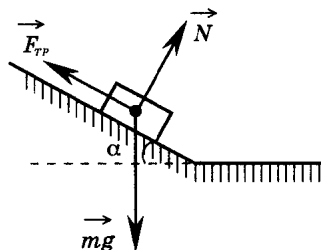
1. /1.2.1/ На рисунке изображен график зависимости модуля скорости вагона от времени в инерциальной системе отсчета. В течение каких промежутков времени суммарная сила, действующая на вагон со стороны других тел, равнялась нулю, если вагон двигался прямолинейно?



- 1) $0 - t_1, t_3 - t_4$
 - 2) $0 - t_4$
 - 3) $t_1 - t_2, t_2 - t_3$
 - 4) таких промежутков времени нет
2. /1.2.1/ Какая из характеристик движения тела не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой?
- 1) ускорение
 - 2) траектория
 - 3) перемещение
 - 4) кинетическая энергия

- 1) на парашютиста не действуют никакие силы
- 2) сила тяжести, действующая на парашютиста, равна нулю
- 3) сумма всех сил, приложенных к парашютисту, равна нулю
- 4) сумма всех сил, действующих на парашютиста, постоянна и не равна нулю

8. /1.2.1/ Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют 3 силы: сила тяжести \vec{mg} , сила упругости опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{тр}$. Если брусок покоится, то модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{тр}$ и \vec{N} равен



- 1) mg
- 2) $F_{тр} + N$
- 3) $N \cos \alpha$
- 4) $F_{тр} \sin \alpha$

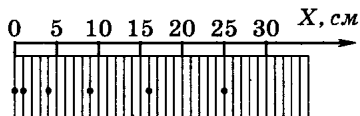
9. /1.2.2/ Для каких физических явлений был сформулирован принцип относительности Галилея?

- 1) только для механических явлений
- 2) для механических и тепловых явлений
- 3) для механических, тепловых и электромагнитных явлений
- 4) для любых физических явлений

10. /1.2.7/ Автомобиль массой 500 кг, разгоняясь с места равноускоренно, достиг скорости 20 м/с за 10 с. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна

- 1) 0,5 кН
- 2) 1 кН
- 3) 2 кН
- 4) 4 кН

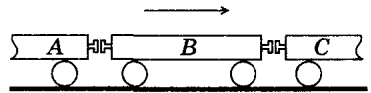
11. /1.2.7/ С использованием специального фотоаппарата зафиксировали положение движущегося тела через равные промежутки времени (см. рисунок).



- В начальный момент времени тело покоилось. Сила, действующая на тело,

- 1) увеличивалась со временем
- 2) была равна нулю
- 3) была постоянна и не равна нулю
- 4) уменьшалась со временем

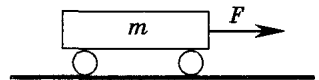
12. /1.2.7/ Ускорение движения железнодорожного вагона B (см. рисунок) определяется его взаимодействием с



- 1) рельсами
2) рельсами и вагонами A и C
3) Землей
4) тепловозом
13. /1.2.7/ Молоток массой $0,8$ кг ударяет по небольшому гвоздю и забивает его в доску. Скорость молотка перед ударом, равная 5 м/с, после удара равна 0 , продолжительность удара $0,02$ с. Чему равна средняя сила удара молотка?

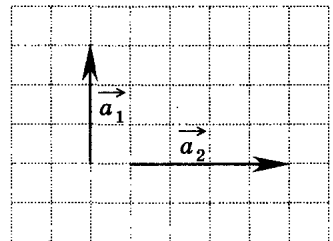
- 1) 400 Н
2) 200 Н
3) 800 Н
4) 80 Н

14. /1.2.7/ Легкоподвижную тележку массой $m = 3$ кг толкают с силой $F = 6$ Н (см. рисунок). Ускорение тележки в инерциальной системе отсчета равно



- 1) 18 м/с² 2) 2 м/с² 3) $1,67$ м/с² 4) $0,5$ м/с²

15. /1.2.7/ Под действием силы $F_1 = 3$ Н тело движется с ускорением $a_1 = 0,3$ м/с². Под действием силы $F_2 = 4$ Н тело движется с ускорением $a_2 = 0,4$ м/с² (см. рисунок). Чему равна сила, F_0 , под действием которой тело движется с ускорением $\vec{a}_0 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2$?

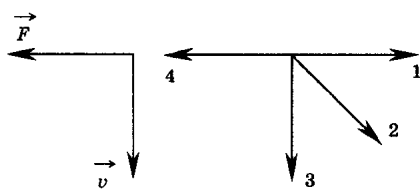


- 1) 3 Н 2) 4 Н 3) 5 Н 4) 7 Н

16. /1.2.7/ Какая из приведенных ниже пар величин всегда совпадает по направлению?

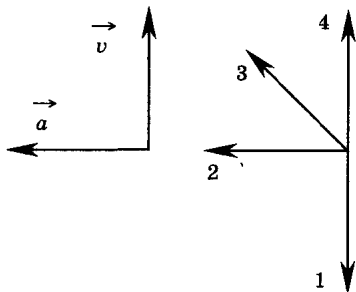
- 1) сила и ускорение
2) сила и скорость
3) сила и перемещение
4) ускорение и перемещение

17. /1.2.7/ На левом рисунке представлены вектор скорости и вектор равнодействующей всех сил, действующих на тело. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения этого тела в инерциальных системах отсчета?



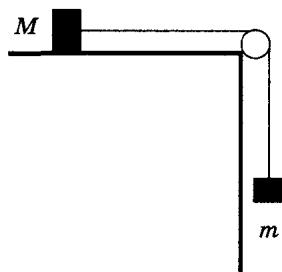
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

18. /1.2.7/ На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?



- 1) 1 3) 3
2) 2 4) 4

19. /1.2.7/ Брусок массой $M = 300$ г соединен с грузом массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Брусок скользит без трения по горизонтальной поверхности. Чему равна сила натяжения нити?



- 1) 4 Н 3) 1,2 Н
2) 1,5 Н 4) 1 Н

20. /1.2.7/ Брусок массой $M = 300$ г соединен с бруском массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Чему равен модуль ускорения бруска массой 200 г?



- 1) 2 м/с^2 3) 4 м/с^2
2) 3 м/с^2 4) 6 м/с^2

21. /1.2.7/ Брусок массой $M = 300$ г соединен с грузом массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Брусок скользит без трения по закрепленной наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Чему равно ускорение бруска?



- 1) 1 м/с^2
 - 2) $2,5 \text{ м/с}^2$
 - 3) 7 м/с^2
 - 4) 17 м/с^2
22. /1.2.7/ В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как изменится ускорение тела, если массу тела и действующую на него силу уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) не изменится
- 3) уменьшится в 8 раз
- 4) уменьшится в 4 раза

23. /1.2.7/ Ученик исследовал движение бруска массой $0,1$ кг по столу после разгона его по наклонной плоскости (рис. А). Перед пуском тела он измерил силу трения между бруском и столом в разных местах (рис. Б). На каком расстоянии от точки O окажется брусок через $0,2$ с, если его начальная скорость $v_0 = 2 \text{ м/с}$?

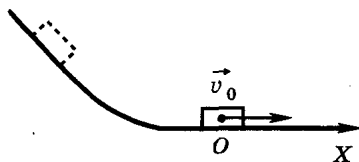


Рис. А

- 1) 20 см
- 2) 30 см
- 3) 10 см
- 4) 5 см

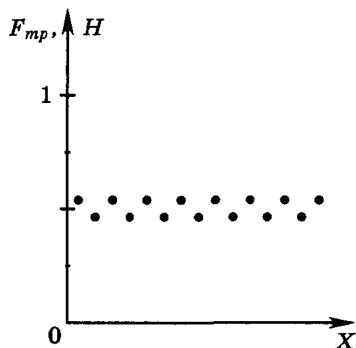
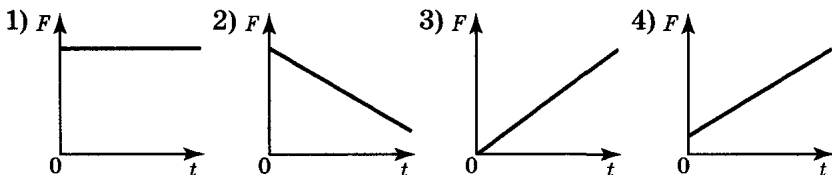
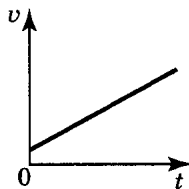
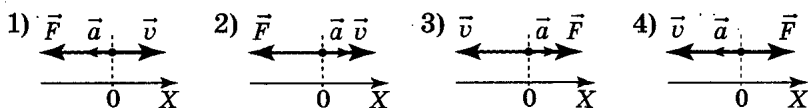
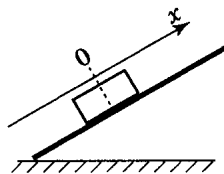


Рис. Б

24. /1.2.7/ На рисунке справа приведен график зависимости скорости тела от времени при прямолинейном движении. Какой из графиков выражает зависимость модуля равнодействующей всех сил, действующих на тело, от времени движения? Систему отсчета считать инерциальной.



25. /1.2.7/ После толчка брусок скользит вверх по наклонной плоскости. В системе отсчета, связанной с плоскостью, направление оси Ox показано на левом рисунке. Направления векторов скорости \vec{v} бруска, его ускорения \vec{a} и равнодействующей силы \vec{F} правильно показаны на рисунке



26. /1.2.9/ Расстояние между центрами двух шаров равно 1 м, масса каждого шара 1 кг. Сила тяготения между ними примерно равна

1) 1 Н 2) 0,001 Н 3) $7 \cdot 10^{-5}$ Н 4) $7 \cdot 10^{-11}$ Н

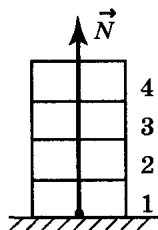
27. /1.2.9/ Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли.

1) 70 Н 2) 140 Н 3) 210 Н 4) 280 Н

28. /1.2.9/ Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом $2 \cdot 10^7$ м. Его скорость равна

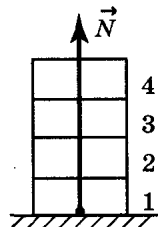
1) 4,5 км/с 2) 6,3 км/с 3) 8 км/с 4) 11 км/с

34. /1.2.9/ Четыре одинаковых кирпича массой m каждый сложены в стопку (см. рисунок). Если убрать верхний кирпич, то сила N , действующая со стороны горизонтальной опоры на 1-й кирпич, уменьшится на



- 1) $\frac{mg}{4}$ 3) mg
 2) $\frac{mg}{2}$ 4) $\frac{mg}{3}$

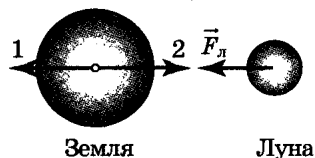
35. /1.2.9/ Четыре одинаковых кирпича массой m каждый сложены в стопку (см. рисунок). Если сверху положить еще один такой же кирпич, то сила N , действующая со стороны горизонтальной опоры на 1-й кирпич, увеличится на



- 1) $\frac{mg}{5}$ 3) $\frac{mg}{4}$
 2) mg 4) $\frac{4mg}{5}$

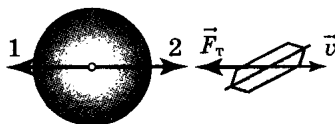
36. /1.2.9/ На рисунке приведены условные изображения Земли и Луны, а также вектор \vec{F}_L силы притяжения Луны Землей. Известно, что масса Земли примерно в 81 раз больше массы Луны. Вдоль какой стрелки (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны Луны?

- 1) вдоль 1, равна F_L
 2) вдоль 2, равна F_L
 3) вдоль 1, равна $81F_L$
 4) вдоль 3, равна $\frac{F_L}{81}$



37. /1.2.9/ На рисунке приведены условные изображения Земли, летающей тарелки и вектора \vec{F}_T силы притяжения тарелки Землей. Масса летающей тарелки примерно в 10^{18} раз меньше массы Земли, и она удаляется от Земли. Вдоль какой стрелки (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны летающей тарелки?

- 1) вдоль 1, равна F_T
 2) вдоль 2, равна F_T
 3) вдоль 1, в 10^{18} раз меньше F_T
 4) вдоль 2, в 10^{18} раз больше F_T



43. /1.2.12/ В процессе экспериментального исследования жесткости трех пружин получены данные, которые приведены в таблице.

Сила (F , Н)	0	10	20	30
Деформация пружины 1 (Δl , см)	0	1	2	3
Деформация пружины 2 (Δl , см)	0	2	4	6
Деформация пружины 3 (Δl , см)	0	1,5	3	4,5

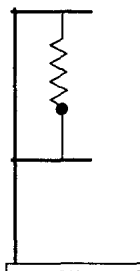
Жесткость пружин возрастает в такой последовательности:

- 1) 1, 2, 3 2) 1, 3, 2 3) 2, 3, 1 4) 3, 1, 2
44. /1.2.12/ При исследовании упругих свойств пружины ученик получил следующую таблицу результатов измерений силы упругости пружины и ее удлинения:

F , Н	0	0,5	1	1,5	2,0	2,5
Δx , см	0	1	2	3	4	5

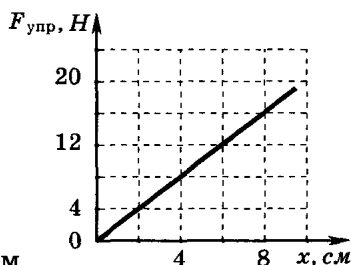
Жесткость пружины равна

- 1) 0,5 Н/м 2) 5 Н/м 3) 50 Н/м 4) 500 Н/м
45. /1.2.12/ Ученик собрал установку, используя нить, пружину и штатив (см. рисунок). Деформация пружины 0,05 м, ее жесткость 40 Н/м. Сила натяжения нити равна



- 1) 800 Н 3) 2 Н
2) 0,05 Н 4) 0 Н

46. /1.2.12/ По результатам исследования построен график зависимости модуля силы упругости пружины от ее деформации (см. рисунок). Каким будет удлинение пружины при подвешивании груза массой 2 кг?



- 1) 8 см 3) 12 см
2) 10 см 4) 16 см

47. /1.2.12/ К пружине школьного динамометра подвешен груз массой 0,1 кг. При этом пружина удлинилась на 2,5 см. Каким будет удлинение пружины при добавлении еще двух грузов по 0,1 кг?

- 1) 5 см 2) 7,5 см 3) 10 см 4) 12,5 см

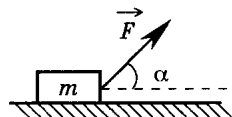
48. /1.2.12/ Под действием груза пружина удлинилась на 1 см. Этот же груз подвесили к пружине с вдвое большей жесткостью. Удлинение пружины стало равным

- 1) 0,25 см 2) 0,5 см 3) 1 см 4) 2 см

49. /1.2.13/ После удара клюшкой шайба массой 0,15 кг скользит по ледяной площадке. Ее скорость при этом меняется в соответствии с уравнением $v = 20 - 3t$, где все величины выражены в СИ. Коэффициент трения шайбы о лед равен

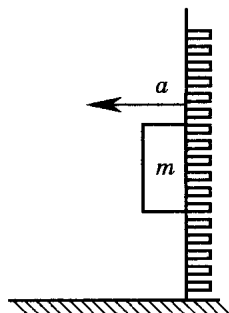
- 1) 0,15 2) 0,2 3) 3 4) 0,3

50. /1.2.13/ Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения \bar{F} равен μ . Модуль силы трения равен



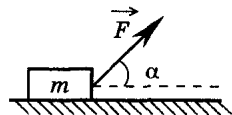
- 1) $mg \cos \alpha$
 2) $F \cos \alpha$
 3) $\mu(mg - F \sin \alpha)$
 4) $\mu(mg + F \sin \alpha)$

51. /1.2.13/ К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг. Коэффициент трения между грузом и стенкой равен 0,4. С каким минимальным ускорением надо передвигать стенку влево, чтобы груз не соскользнул вниз?



- 1) $4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$
 2) 4 м/с^2
 3) 25 м/с^2
 4) 250 м/с^2

52. /1.2.13/ Брусок массой 1 кг движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 10$ Н, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен 0,4, а угол $\alpha = 30^\circ$. Модуль силы трения равен

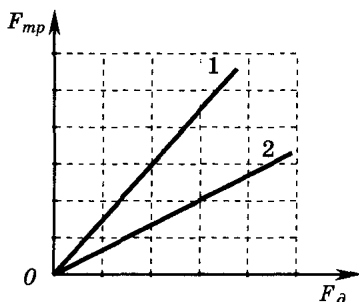


- 1) 8,5 Н 2) 2 Н 3) 3,4 Н 4) 6 Н

53. /1.2.13/ На горизонтальной дороге автомобиль делает разворот радиусом 9 м. Коэффициент трения шин об асфальт 0,4. Чтобы автомобиль не занесло, его скорость при развороте не должна превышать

- 1) 36 м/с 2) 3,6 м/с 3) 6 м/с 4) 22,5 м/с

54. /1.2.13/ На рисунке представлены графики зависимости силы трения от силы нормального давления для двух тел. Отношение $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ коэффициентов трения скольжения равно

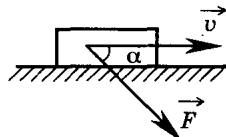


- 1) 1 3) $\frac{1}{2}$
2) 2 4) $\sqrt{2}$

55. /1.2.13/ Брусок массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене силой 10 Н, направленной горизонтально и перпендикулярно стене. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какую минимальную силу надо приложить к бруску по вертикали, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?

- 1) 9 Н 2) 7 Н 3) 5 Н 4) 4 Н

56. /1.2.13/ Тело массой 1 кг движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила $F = 10$ Н под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между телом и плоскостью равен 0,4. Каков модуль силы трения, действующей на тело?



- 1) 3,4 Н 2) 0,6 Н 3) 0 Н 4) 6 Н

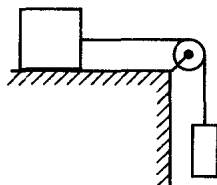
57. /1.2.14/ Книга лежит на столе. Масса книги 0,6 кг. Площадь ее соприкосновения со столом 0,08 м². Давление книги на стол равно
 1) 75 Па 2) 7,5 Па 3) 0,13 Па 4) 0,048 Па
58. /1.2.13/ Под действием силы 3Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?
 1) 3,5Н 2) 4Н 3) 4,5Н 4) 5Н
59. /1.2.13/ Пружина жесткостью $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000Н растянется на
 1) 1 м 2) 1 см 3) 10 см 4) 1 мм
60. /1.2.14/ С какой силой давит воздух на поверхность письменного стола, длина которого 120 см, а ширина — 60 см, если атмосферное давление равно 10^5 Па?
 1) $72 \cdot 10^{-3}$ Н 2) 10^5 Н 3) $72 \cdot 10^3$ Н 4) $72 \cdot 10^7$ Н
61. /1.2.14/ Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 20Н, сила трения 5Н. Коэффициент трения скольжения равен
 1) 0,8 2) 0,25 3) 0,75 4) 0,2
62. /1.2.14/ Конькобежец массой 70 кг скользит по льду. Какова сила трения, действующая на конькобежца, если коэффициент трения скольжения коньков по льду равен 0,02?
 1) 0,35Н 2) 1,4Н 3) 3,5Н 4) 14Н
63. /1.2.14/ При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ от силы нормального давления $F_{\text{д}}$ были получены следующие данные:

$F_{\text{тр}}, \text{ Н}$	0,2	0,4	0,6	0,8
$F_{\text{д}}, \text{ Н}$	1,0	2,0	3,0	4,0

Из результатов исследования можно заключить, что коэффициент трения скольжения равен

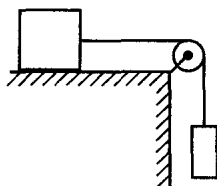
- 1) 0,2 2) 2 3) 0,5 4) 5

64. /1.2.14/ По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 0,8 кг, соединенный с грузом массой 0,2 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Груз движется с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$. Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен



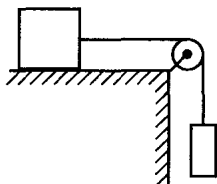
- 1) 0,10 2) 0,13 3) 0,22 4) 0,88

65. /1.2.14/ По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 0,7 кг, соединенный с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Ускорение бруска равно



- 1) $1,0 \text{ м/с}^2$ 2) $1,6 \text{ м/с}^2$ 3) $2,3 \text{ м/с}^2$ 4) $3,0 \text{ м/с}^2$

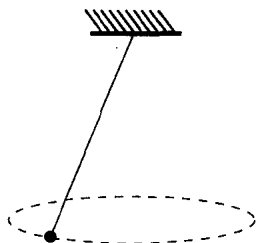
66. /1.2.14/ По горизонтальному столу из состояния покоя движется массивный брусок, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Ускорение груза равно 2 м/с^2 . Масса бруска равна



- 1) 0,8 кг 2) 1,0 кг 3) 1,6 кг 4) 2,0 кг

Элементы статики

1. /1.3.1/ Грузик массой 0,1 кг, привязанный к нити длиной 1 м, вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,2 м (см. рисунок). Момент силы тяжести грузика относительно точки подвеса равен



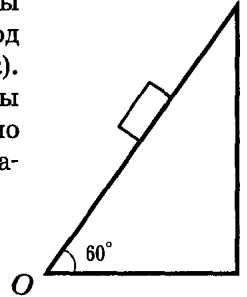
- 1) $0,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$ 3) $0,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$
2) $0,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ 4) $1,0 \text{ Н} \cdot \text{м}$

2. /1.3.1/ Груз массой 0,1 кг, привязанный к нити длиной 1 м, совершает колебания в вертикальной плоскости. Чему равен момент силы тяжести груза относительно точки подвеса при отклонении нити от вертикали на угол 30° ?

- 1) 0,25 Н·м 3) 0,75 Н·м
2) 0,50 Н·м 4) 1,00 Н·м

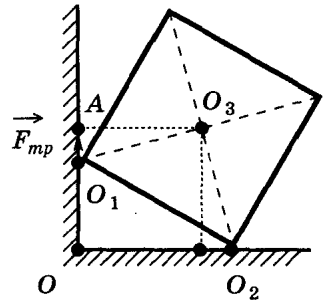
3. /1.3.1/ При выполнении лабораторной работы ученик установил наклонную плоскость под углом 60° к поверхности стола (см рисунок). Длина плоскости равна 0,6 м. Момент силы тяжести бруска массой 0,1 кг относительно точки O при прохождении им середины наклонной плоскости равен

- 1) 0,15 Н·м 3) 0,30 Н·м
2) 0,45 Н·м 4) 0,60 Н·м



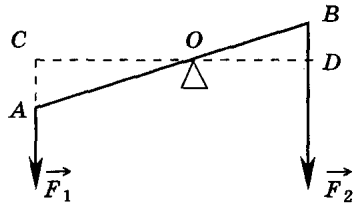
4. /1.3.1/ Однородный куб опирается одним ребром о пол, другим — о вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы трения $\vec{F}_{тр}$ относительно точки O равно

- 1) 0 3) O_1O
2) OA 4) O_1A



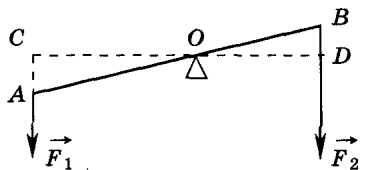
5. /1.3.1/ На рисунке изображен рычаг. Каков момент силы F_1 ?

- 1) $F_1 \cdot OC$ 3) $F_1 \cdot AO$
2) $\frac{F_1}{OC}$ 4) $\frac{F_1}{AO}$



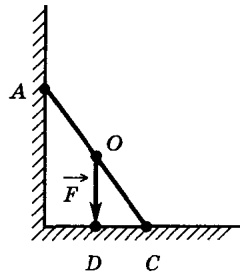
6. /1.3.1/ На рисунке изображен рычаг. Какой отрезок является плечом силы F_2 ?

- 1) OB 3) OD
2) BD 4) AB



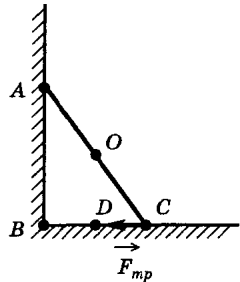
7. /1.3.1/ На рисунке схематически изображена лестница AC , опирающаяся о стену. Каков момент силы тяжести \vec{F} , действующей на лестницу, относительно точки C ?

- 1) $F \cdot OC$ 3) $F \cdot AC$
 2) $F \cdot OD$ 4) $F \cdot DC$



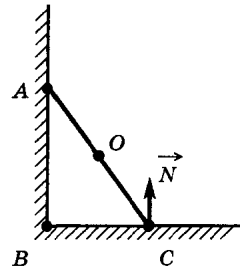
8. /1.3.1/ На рисунке схематически изображена лестница AC , опирающаяся о стену. Каков момент силы трения $\vec{F}_{тр}$, действующей на лестницу, относительно точки C ?

- 1) 0 3) $F_{тр} \cdot AB$
 2) $F_{тр} \cdot BC$ 4) $F_{тр} \cdot CD$



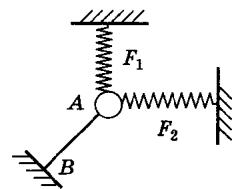
9. /1.3.1/ На рисунке схематически изображена лестница AC , опирающаяся о стену. Каков момент силы реакции опоры \vec{N} , действующей на лестницу, относительно точки C ?

- 1) $N \cdot OC$ 3) $N \cdot AC$
 2) 0 4) $N \cdot BC$



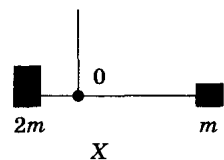
10. /1.3.2/ Тело A (см. рис.) под действием трех сил находится в равновесии. Чему равна сила упругости нити AB , если силы $F_1 = 3\text{Н}$ и $F_2 = 4\text{Н}$ перпендикулярны друг другу?

- 1) 3 Н 3) 5 Н
 2) 4 Н 4) 7 Н

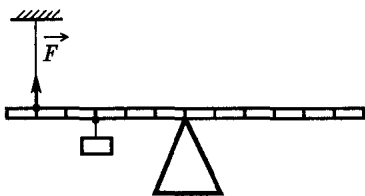


11. /1.3.2./ Два груза массами $2m$ и m закреплены на невесомом стержне длиной L . Чтобы стержень оставался в равновесии, его следует подвесить в точке O , находящейся на расстоянии X от массы $2m$. X равно

- 1) $\frac{L}{3}$ 2) $\frac{L}{4}$ 3) $\frac{L}{4}$ 4) $\frac{2L}{5}$

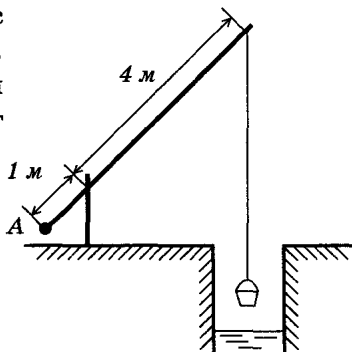


12. /1.3.2/ С помощью нити ученик зафиксировал рычаг (см. рисунок). Масса подвешенного к рычагу груза равна 0,1 кг. Сила F натяжения нити равна



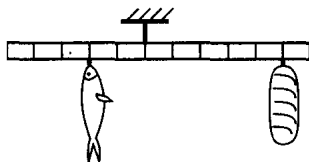
- 1) $\frac{1}{5}H$ 3) $\frac{3}{5}H$
 2) $\frac{2}{5}H$ 4) $\frac{4}{5}H$

13. /1.3.2/ Каким должен быть вес груза A колодезного журавля (см. рисунок), чтобы он уравновешивал вес ведра, равный 100 Н? (Рычаг считайте невесомым.)



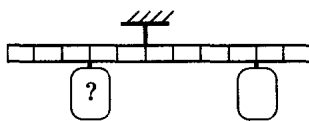
- 1) 20 Н
 2) 25 Н
 3) 400 Н
 4) 500 Н

14. /1.3.2/ Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах с коромыслом из легкой рейки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 1 кг. Масса рыбы равна



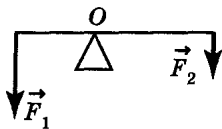
- 1) 5 кг 3) 0,4 кг
 2) 3 кг 4) 1 кг

15. /1.3.2/ Тело массой 0,2 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



- 1) 0,1 кг 3) 0,3 кг
 2) 0,2 кг 4) 0,4 кг

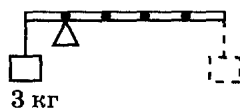
16. /1.3.2/ На рычаг, находящийся в равновесии, действуют силы $F_1 = 10\text{Н}$ и $F_2 = 4\text{Н}$ (см. рисунок). С какой силой рычаг давит на опору? Массой рычага пренебречь.



- 1) 14Н 2) 10Н 3) 6Н 4) 4Н
17. /1.3.2/ Где следует поставить опору под линейку длиной 1,5 м, чтобы подвешенные к ее концам грузы массами 1 кг и 2 кг (см. рисунок) находились в равновесии? Массой линейки пренебречь.
- 1) на расстоянии 1 м от груза массой 1 кг
 2) на расстоянии 1 м от груза массой 2 кг
 3) на середине линейки
 4) на расстоянии 0,5 м от груза массой 1 кг

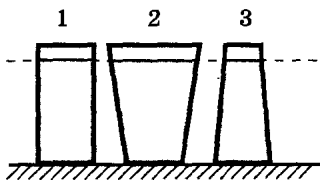


18. /1.3.2/ К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок). Стержень расположили на опоре, отстоящей от груза на 0,2 длины. Груз какой массы надо подвесить к правому концу, чтобы стержень находился в равновесии?



- 1) 0,6 кг 2) 0,75 кг 3) 6 кг 4) 7,5 кг
19. /1.3.2/ Рычаг находится в равновесии под действием двух сил. Сила $F_1 = 4\text{Н}$ чему равна сила F_2 , если плечо силы F_1 равно 15 см, а плечо силы F_2 равно 10 см?

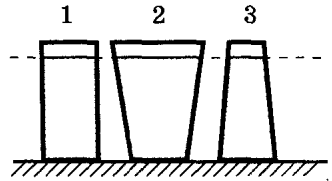
- 1) 4 Н 2) 0,16 Н 3) 6 Н 4) 2,7 Н
20. /1.3.3/ На рисунке изображены три сосуда с водой. Площади дна сосудов равны. Сравните давления p_1 , p_2 и p_3 на дно сосуда.



- 1) $p_1 = p_2 = p_3$ 3) $p_1 = p_3 < p_2$
 2) $p_1 < p_2 < p_3$ 4) $p_1 = p_3 > p_2$
21. /1.3.3/ Чему примерно равно давление, созданное водой, на глубине 2 м?
- 1) 200 Па 2) 2000 Па 3) 5000 Па 4) 20 000 Па

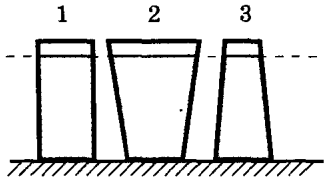
22. /1.3.3/ На рисунке изображены три сосуда с водой. Площади дна сосудов равны. Сравните силы давления F_1 , F_2 и F_3 жидкости на дно сосуда.

- 1) $F_1 = F_2 = F_3$ 3) $F_1 = F_2 < F_3$
 2) $F_1 < F_2 < F_3$ 4) $F_1 = F_2 > F_3$



23. /1.3.3/ На рисунке изображены три сосуда с водой. Площади дна сосудов равны. В первом сосуде находится вода ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$), во втором — керосин ($\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$), в третьем — спирт ($\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$). Сравните давления p_1 , p_2 и p_3 жидкостей на дно сосуда.

- 1) $p_1 = p_2 = p_3$ 2) $p_2 = p_3 > p_1$ 3) $p_2 = p_3 > p_1$ 4) $p_1 > p_2 = p_3$

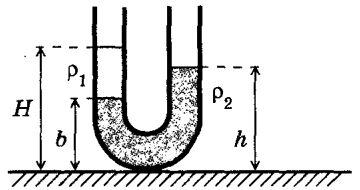


24. /1.3.3/ На какую максимальную высоту может поднимать воду насос, если создаваемый им перепад давления равен 200 кПа?

- 1) 0,02 м 2) 20 м 3) $2 \cdot 10^5$ м 4) 200 м

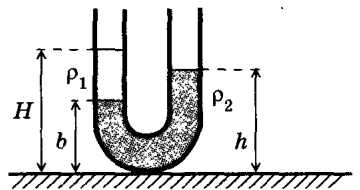
25. /1.3.3/ В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин плотностью $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ и вода плотностью $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ (см. рисунок). На рисунке $b = 10 \text{ см}$, $H = 30 \text{ см}$. Расстояние h равно

- 1) 16 см 2) 20 см 3) 24 см 4) 26 см



26. /1.3.3/ В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты неизвестная жидкость плотностью 1 и вода плотностью $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ (см. рисунок). На рисунке $b = 10 \text{ см}$, $h = 24 \text{ см}$, $H = 30 \text{ см}$. Плотность жидкости ρ_1 равна

- 1) $0,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ 3) $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
 2) $0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ 4) $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$



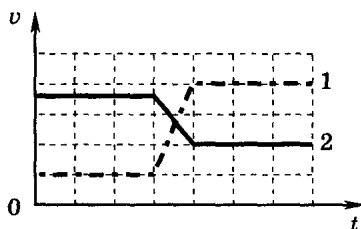
32. /1.3.6/ В сосуде находятся три жидкости, не смешивающиеся между собой (см. рисунок). Кусочек льда, брошенный в сосуд, будет плавать на уровне



- 1) 1 – 1 3) 3 – 3
2) 2 – 2 4) 4 – 4

Законы сохранения механической энергии и импульса

1. /1.4.1/ На рисунке изображены графики изменения скорости для двух взаимодействующих тележек разной массы (одна тележка догоняет и толкает другую). Какую информацию о тележках содержат эти графики?

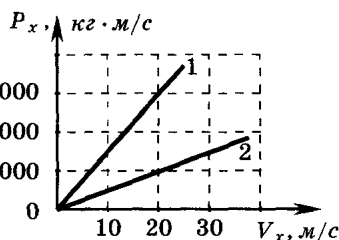


- 1) тележка 1 едет сзади и имеет большую массу
2) тележка 1 едет сзади и имеет меньшую массу
3) тележка 2 едет сзади и имеет большую массу
4) тележка 2 едет сзади и имеет меньшую массу
2. /1.4.1/ Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов равны соответственно $5 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с и $3 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с. Столкнувшись, шарики слипаются. Импульс слипшихся шариков равен
- 1) $8 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с 3) $2 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с
2) $4 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с 4) $\sqrt{34} \cdot 10^{-2}$ кг·м/с
3. /1.4.1/ Санки после толчка движутся по горизонтальной дорожке. Как изменится модуль импульса санок, если на них в течение 5 с действует сила трения о снег, равная 20 Н?
- 1) ответить невозможно, так как неизвестна масса санок
2) увеличится на 4 Н/с
3) увеличится на 100 кг·м/с
4) уменьшится на 100 кг·м/с
4. /1.4.1/ Мяч массой m брошен вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} . Каково изменение импульса мяча за время от начала движения до возвращения в исходную точку, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?
- 1) $m\vec{v}$ 2) $-m\vec{v}$ 3) $-2m\vec{v}$ 4) 0

5. /1.4.1/ Два автомобиля с одинаковой массой m движутся со скоростями v и $2v$ относительно Земли по одной прямой в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

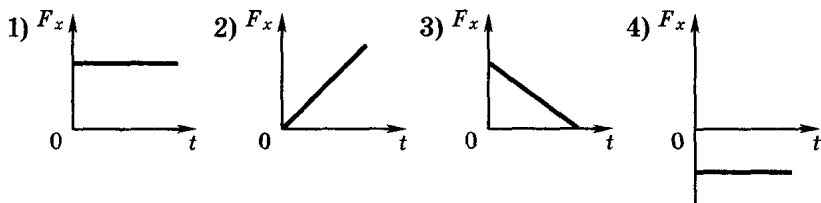
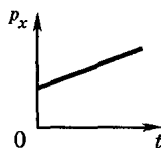
1) $3mv$ 2) $2mv$ 3) mv 4) 0

6. /1.4.1/ Два автомобиля движутся по прямолинейному участку шоссе. На рисунке приведены графики изменения импульсов этих автомобилей при изменении их скоростей относительно Земли. Чему равен импульс первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем, когда их скорости относительно Земли равны 20 м/с ?



1) 0 кг·м/с 2) 20 кг·м/с 3) 40 кг·м/с 4) 60 кг·м/с

7. /1.4.1/ На графике показана зависимость проекции импульса p_x тележки от времени. Какой вид имеет график изменения проекции равнодействующей всех сил F_x , действующих на тележку, от времени?



8. /1.4.1/ Тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . Его координата меняется в соответствии с уравнением $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 2 \text{ м}$, $B = 3 \text{ м/с}$, $C = 5 \text{ м/с}^2$. Чему равен импульс тела в момент времени $t = 2 \text{ с}$?

1) 86 кг·м/с 2) 48 кг·м/с 3) 46 кг·м/с 4) 26 кг·м/с

9. /1.4.1/ Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы 5 Н импульс тела уменьшился от 25 кг·м/с до 15 кг·м/с . Для этого потребовалось

1) 1 с 2) 2 с 3) 3 с 4) 4 с

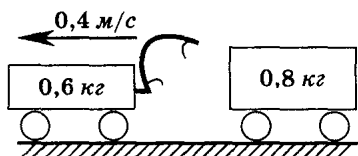
10. /1.4.1/ Тело движется по прямой. Начальный импульс тела равен $50 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Под действием постоянной силы 10 Н за 2 с импульс тела уменьшился и стал равен

1) $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 2) $20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $30 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $45 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

11. /1.4.1/ Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы 4 Н за 2 с импульс тела увеличился и стал равен $20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Первоначальный импульс тела был равен

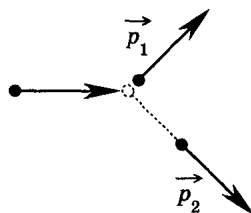
1) $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 2) $8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $12 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $28 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

12. /1.4.3/ После пережигания нити пружина разжалась, толкнув обе тележки. Первая тележка, масса которой равна $0,6 \text{ кг}$, стала двигаться со скоростью $0,4 \text{ м/с}$ (см. рисунок). С какой по модулю скоростью начала двигаться вторая тележка, масса которой равна $0,8 \text{ кг}$?



1) $0,2 \text{ м/с}$ 2) $0,3 \text{ м/с}$ 3) $0,4 \text{ м/с}$ 4) $0,6 \text{ м/с}$

13. /1.4.3/ На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс одного $p_1 = 0,3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а другого $p_2 = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ (см. рисунок). Налетевший шар имел до удара импульс, равный



1) $0,1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $0,7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
 2) $0,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $0,25 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

14. /1.4.3/ Ракета, состоящая из двух ступеней, двигалась со скоростью $v_0 = 6 \text{ км/с}$ (рис. А). Масса первой ступени $m_1 = 1 \cdot 10^3 \text{ кг}$, масса второй $m_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$. Первая ступень после отделения движется со скоростью $v_1 = 2 \text{ км/с}$ (рис. Б). Вторая ступень после отделения первой имеет скорость

1) 2 км/с
 2) 4 км/с
 3) 6 км/с
 4) 8 км/с

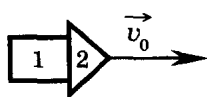


Рис. А



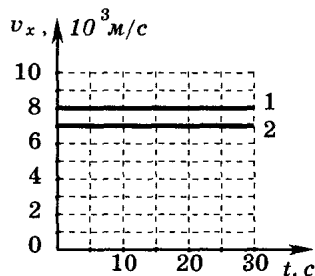
Рис. Б

15. /1.4.3/ Если на вагонетку массой m , движущуюся по горизонтальным рельсам со скоростью v , сверху вертикально опу-

стить груз, масса которого равна половине массы вагонетки, то скорость вагонетки с грузом станет равной

- 1) $\frac{2}{3}v$ 2) $\frac{3}{2}v$ 3) $\frac{1}{2}v$ 4) $\frac{1}{4}v$

16. /1.4.3/ На экране монитора в Центре управления полетами отображены графики скоростей двух космических аппаратов после их расстыковки (см. рис.). Масса первого из них равна 10 т, масса второго равна 15 т. С какой скоростью двигались аппараты перед их расстыковкой?



- 1) $2 \cdot 10^3$ м/с
 2) $7,4 \cdot 10^3$ м/с
 3) $1 \cdot 10^3$ м/с
 4) $7,6 \cdot 10^3$ м/с

17. /1.4.3/ Две тележки движутся навстречу друг другу со скоростями v_1 и v_2 . Массы тележек соответственно равны m_1 и m_2 . По какой из формул вычисляется модуль скорости v совместного движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения, если импульс первой тележки больше импульса второй?

- 1) $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ 3) $v = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
 2) $v = \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{m_1 + m_2}$ 4) $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 - m_2}$

18. /1.4.3/ Два шара массами m и $2m$ движутся со скоростями, равными соответственно $2v$ и v . Первый шар движется за вторым и, догнав, прилипает к нему. Каков суммарный импульс шаров после удара?

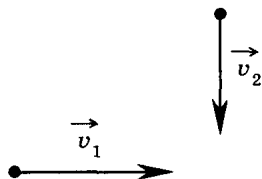
- 1) mv 2) $2mv$ 3) $3mv$ 4) $4mv$

19. /1.4.3/ Тело свободно падает на Землю. Изменяются ли при падении тела импульс тела, импульс Земли и суммарный импульс системы «тело + Земля», если считать эту систему замкнутой?

- 1) импульс тела, импульс Земли и импульс системы «тело + Земля» не изменяются

- 2) импульс тела изменяется, а импульс Земли и импульс системы «тело + Земля» не изменяются
 3) импульс тела и импульс Земли изменяются, а импульс системы «тело + Земля» не изменяется
 4) импульс тела, импульс Земли и импульс системы «тело + Земля» изменяются

20. /1.4.3/ Шары одинаковой массы движутся так, как показано на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после соударения?



- 1) 2) 3) 4)

21. /1.4.3/ С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с, направленной горизонтально. Какую скорость приобрела лодка относительно берега?

- 1) 1 м/с 2) 0,8 м/с 3) 1,25 м/с 4) 0

22. /1.4.3/ Две тележки движутся вдоль одной прямой в одном направлении. Массы тележек m и $2m$, скорости — соответственно $2v$ и v . Какой будет их скорость после абсолютно неупругого столкновения?

- 1) $\frac{4}{3}v$ 2) $\frac{2}{3}v$ 3) $3v$ 4) $\frac{1}{3}v$

23. /1.4.3/ Мальчик массой 50 кг, стоя на очень гладком льду, бросает груз массой 8 кг под углом 60° к горизонту со скоростью 5 м/с. Какую скорость приобретет мальчик?

- 1) 5,8 м/с 2) 1,36 м/с 3) 0,8 м/с 4) 0,4 м/с

24. /1.4.3/ На сани, стоящие на гладком льду, с некоторой высоты прыгает человек массой 50 кг. Проекция скорости человека на горизонтальное направление в момент соприкосновения с санями 4 м/с. Скорость саней с человеком после прыжка составила 0,8 м/с. Определите массу саней.

- 1) 150 кг 2) 200 кг 3) 250 кг 4) 400 кг

25. /1.4.3/ На стоящие на льду сани массой 200 кг с некоторой высоты прыгает человек со скоростью, проекция которой на горизонтальное направление в момент касания саней равна 4 м/с. Скорость саней после прыжка составила 0,8 м/с. Определите массу человека.
- 1) 40 кг 2) 50 кг 3) 60 кг 4) 80 кг
26. /1.4.3/ На стоявшие на горизонтальном льду сани массой 200 кг с разбега запрыгнул человек массой 50 кг. Скорость саней после прыжка составила 0,8 м/с. Какой была проекция скорости человека на горизонтальное направление в момент касания саней?
- 1) 1 м/с 2) 8 м/с 3) 6 м/с 4) 4 м/с
27. /1.4.3/ Пластилиновый шарик массой m , движущийся со скоростью v , налетает на покоящийся пластилиновый шарик массой $2m$. После удара шарики, слипшись, движутся вместе. Какова скорость их движения?
- 1) $\frac{1}{3}v$ 2) $\frac{2}{3}v$ 3) $\frac{1}{2}v$ 4) $2v$
28. /1.4.3/ Сани с охотником покоятся на очень гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость саней после выстрела 0,15 м/с. Общая масса охотника, ружья и саней равна 120 кг. Определите скорость заряда при его вылете из ружья?
- 1) 1200 м/с 2) 4 м/с 3) 240 м/с 4) 600 м/с
29. /1.4.3/ Шар массой 200 г падает со скоростью 10 м/с на неподвижную платформу под углом 45° к ней. Какой импульс будут иметь шар и платформа в результате абсолютно неупругого удара шара о платформу, если платформа может скользить по горизонтальной поверхности без трения?
- 1) 0 кг·м/с 2) 2 кг·м/с 3) $\sqrt{2}$ кг·м/с 4) $2\sqrt{2}$ кг·м/с
30. /1.4.3/ С тележки, движущейся без трения по горизонтальной поверхности, сброшен груз с нулевой начальной скоростью (в системе отсчета, связанной с тележкой). В результате скорость тележки
- 1) уменьшилась
2) возросла

3) не изменилась

4) уменьшилась или возросла в зависимости от того, что больше — масса тележки или масса груза

31. /1.4.3/ При произвольном делении покоившегося ядра химического элемента образовалось три осколка массами: $3m$; $4,5m$; $5m$. Скорости первых двух взаимно перпендикулярны, а их модули равны соответственно $4v$ и $2v$. Определите модуль скорости третьего осколка.

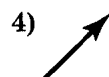
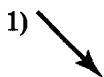
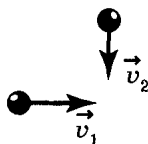
1) v

2) $2v$

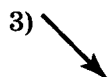
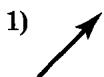
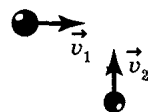
3) $3v$

4) $6v$

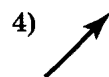
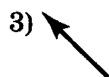
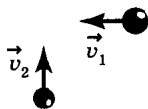
32. /1.4.3/ Шары одинаковой массы движутся так, как показано на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после соударения?



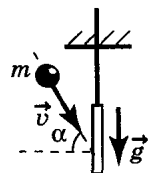
33. /1.4.3/ Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?



34. /1.4.3/ Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?



35. /1.4.3/ Доска массой $0,5$ кг шарнирно подвешена к потолку на легком стержне. На доску со скоростью 10 м/с налетает пластилиновый шарик массой $0,2$ кг и прилипает к ней (см. рисунок). Скорость шарика перед ударом направлена под углом 60° к нормали к доске. Кинетическая энергия системы тел после соударения равна



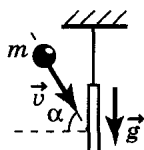
1) $0,7$ Дж

2) $1,0$ Дж

3) $2,9$ Дж

4) $10,0$ Дж

36. /1.4.3/ Доска массой 0,5 кг шарнирно подвешена к потолку на легком стержне. На доску со скоростью 10 м/с налетает пластилиновый шарик массой 0,2 кг и прилипает к ней. Скорость шарика перед ударом направлена под углом 60° к нормали к доске (см. рисунок). Высота подъема доски относительно положения равновесия после соударения равна

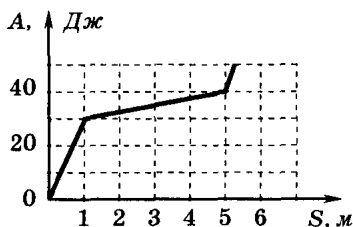


- 1) 0,1 м 2) 0,14 м 3) 0,4 м 4) 1,4 м

37. /1.4.4/ Человек, равномерно поднимая веревку, достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра 1,5 кг, масса воды в ведре 10 кг. Чему равна работа силы упругости веревки?

- 1) 1150 Дж 2) 1300 Дж 3) 1000 Дж 4) 850 Дж

38. /1.4.4/ Ящик скользит по горизонтальной поверхности. На рисунке приведен график зависимости работы силы трения от пройденного пути. Какой участок был наиболее скользким?



- 1) только от 0 до 1 м
2) только от 1 до 5 м
3) только от 5 до 5,5 м
4) от 0 до 1 м и от 5 до 5,5 м

39. /1.4.4/ Тело скользит последовательно по трем горизонтальным шероховатым участкам поверхности. На рисунке приведен график зависимости работы силы трения от пройденного пути. На участках I, II и III коэффициенты трения скольжения удовлетворяют условию



- 1) $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3$ 3) $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$
2) $\mu_1 > \mu_3 > \mu_2$ 4) $\mu_1 < \mu_2 > \mu_3$

40. /1.4.4/ Мальчик везет своего друга на санках по горизонтальной дороге, прикладывая силу 60 Н. Скорость санок постоянна. Веревка санок составляет с горизонталью угол 30° .

На некотором участке пути мальчик совершил механическую работу, равную 6000 Дж. Какова длина этого участка пути?

- 1) $180\,000\sqrt{3}$ м 2) $\frac{200}{\sqrt{3}}$ м 3) $50\sqrt{3}$ м 4) $\frac{\sqrt{3}}{200}$ м

41. /1.4.4/ Мальчик тянет санки за веревку с силой 50 Н. Протащив санки на расстояние 1 м, он совершил механическую работу 50 Дж. Каков угол между веревкой и дорогой?

- 1) 0° 2) 30° 3) 45° 4) 90°

42. /1.4.5/ Лебедка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Чему равна мощность лебедки?

- 1) 3000 Вт 2) 333 Вт 3) 1200 Вт 4) 120 Вт

43. /1.4.5/ Тело массой 1 кг скользит по горизонтальной шероховатой поверхности. Коэффициент трения между телом и поверхностью $\mu = 0,1$. Начальная скорость движения тела 10 м/с. Какую мощность развивала сила трения в начале движения тела?

- 1) - 20 Вт 2) - 10 Вт 3) 0 Вт 4) 10 Вт

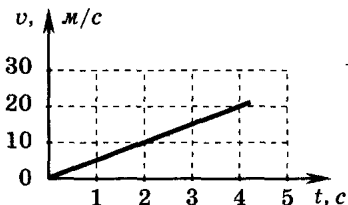
44. /1.4.5/ Человек тянет брусок массой 1 кг по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью, действуя на него в горизонтальном направлении. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,1$. Скорость движения бруска 10 м/с. Какую мощность развивает человек, перемещая груз?

- 1) 0,1 Вт 2) 100 Вт 3) 0 Вт 4) 10 Вт

45. /1.4.5/ Под действием силы тяги двигателя, равной 1000 Н, автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Мощность двигателя равна

- 1) $1 \cdot 10^4$ Вт 2) $2 \cdot 10^4$ Вт 3) $3 \cdot 10^4$ Вт 4) $4 \cdot 10^4$ Вт

46. /1.4.6/ На рисунке представлен график зависимости скорости грузовика массой 10^3 кг от времени. Импульс p и кинетическая энергия E грузовика относительно земли в момент $t = 2$ с равны



- 1) $p = 10^4$ кг·м/с; $E = 5 \cdot 10^4$ Дж
 2) $p = 10^4$ кг·м/с; $E = 6 \cdot 10^4$ Дж
 3) $p = 5 \cdot 10^4$ кг·м/с; $E = 5 \cdot 10^4$ Дж
 4) $p = 10^4$ кг·м/с; $E = 10^4$ Дж

47. /1.4.6/ Для того чтобы уменьшить кинетическую энергию тела в 2 раза, надо скорость тела уменьшить в

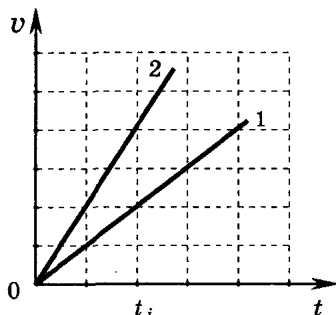
- 1) 2 раза 2) $\sqrt{2}$ раз 3) 4 раза 4) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ раз

48. /1.4.6/ Автомобиль массой 10^3 кг движется равномерно по мосту. Скорость автомобиля равна 10 м/с. Кинетическая энергия автомобиля равна

- 1) 10^5 Дж 2) 10^4 Дж 3) $5 \cdot 10^4$ Дж 4) $5 \cdot 10^3$ Дж

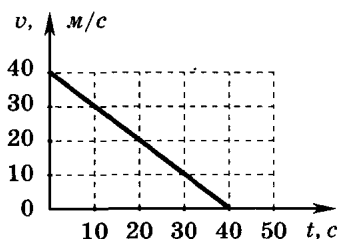
49. /1.4.6/ Первый автомобиль имеет массу 1000 кг, второй — 500 кг. Скорости их движения изменяются с течением времени в соответствии с графиками, представленными на рисунке. Отношение $\frac{E_{K2}}{E_{K1}}$ кинетических энергий автомобилей в момент времени t_1 равно

- 1) $\frac{1}{4}$ 2) 4 3) $\frac{1}{2}$ 4) 2



50. /1.4.6/ Скорость автомобиля при торможении изменяется с течением времени в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Как изменилась кинетическая энергия автомобиля за первые 20 секунд торможения?

- 1) уменьшилась в 2 раза
2) увеличилась в 4 раза
3) уменьшилась в 4 раза
4) не изменилась



51. /1.4.7/ Недеформированную пружину жесткостью 30 Н/м растянули на 0,04 м. Потенциальная энергия растянутой пружины равна

- 1) 750 Дж 2) 1,2 Дж 3) 0,6 Дж 4) 0,024 Дж

52. /1.4.7/ Спортсмен поднял штангу массой 75 кг на высоту 2 м. Потенциальная энергия штанги при этом изменилась на

- 1) 150 Дж 2) 300 Дж 3) 1500 Дж 4) 37,5 Дж

58. /1.4.8/ Шарик массой m движется со скоростью v . После упругого соударения со стенкой он стал двигаться в противоположном направлении, но с такой же по модулю скоростью. Чему равна работа силы упругости, которая подействовала на шарик со стороны стенки?

- 1) $\frac{mv^2}{2}$ 2) mv^2 3) $\frac{mv^2}{4}$ 4) 0

59. /1.4.8/ Шар массой 200 г падает с начальной скоростью 10 м/с на неподвижную, горизонтально расположенную платформу, под углом 45° к ней. Модуль изменения импульса шара в результате абсолютно упругого удара шара о платформу равен

- 1) 0 кг·м/с 2) 2 кг·м/с 3) 4 кг·м/с 4) $2\sqrt{2}$ кг·м/с

60. /1.4.8/ Шарик массой 100 г, движущийся со скоростью 1 м/с, абсолютно упруго ударяется о горизонтальную плоскость. Направление скорости шарика составляет с плоскостью угол 30° . Определите модуль изменения импульса шарика в результате удара.

- 1) 0,3 кг·м/с 2) 0,2 кг·м/с 3) 0,17 кг·м/с 4) 0,1 кг·м/с

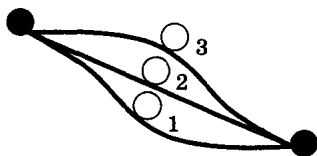
61. /1.4.8/ Работа A равнодействующей всех сил, действующих на материальную точку, при изменении модуля ее скорости от v_1 до v_2 равна

- 1) $A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$ 3) $A = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$
 2) $A = mv_2 - mv_1$ 4) $A = mv_2 + mv_1$

62. /1.4.8/ Скорость автомобиля массой $m = 10^3$ кг увеличилась от $v_1 = 10$ м/с до $v_2 = 20$ м/с. Работа равнодействующих всех сил равна

- 1) $1,5 \cdot 10^5$ Дж 3) $2,5 \cdot 10^5$ Дж
 2) $2,0 \cdot 10^5$ Дж 4) $3 \cdot 10^5$ Дж

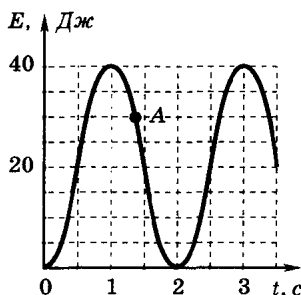
63. /1.4.8/ Шарик скатывали с горки по трем разным желобам. В начале пути скорости шарика одинаковы. В каком случае скорость шарика в конце пути наибольшая? Трением пренебречь.



- 1) в первом
- 2) во втором
- 3) в третьем
- 4) во всех случаях скорость одинакова

64. /1.4.8/ На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребенка на качелях. В момент, соответствующий точке А на графике, его потенциальная энергия равна

- 1) 10 Дж
- 2) 20 Дж
- 3) 25 Дж
- 4) 30 Дж



65. /1.4.8/ Шарик брошен вертикально вверх. В момент броска он имел кинетическую энергию 30 Дж. На сколько изменится потенциальная энергия шарика в поле тяготения Земли, когда он окажется в верхней точке траектории полета? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0 Дж
- 2) 15 Дж
- 3) 30 Дж
- 4) 60 Дж

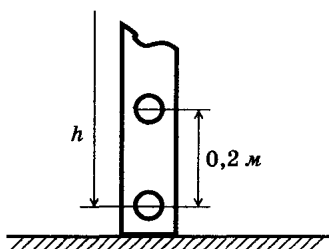
66. /1.4.8/ Тело массой 1 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх, упало обратно. Перед ударом о землю оно имело кинетическую энергию 200 Дж. С какой скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 10 м/с
- 2) 20 м/с
- 3) 30 м/с
- 4) 40 м/с

67. /1.4.8/ Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх от поверхности земли, достигло максимальной высоты 20 м. С какой по модулю скоростью двигалось тело на высоте 10 м? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 7 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 14,1 м/с
- 4) 20 м/с

68. /1.4.8/ На рисунке показаны положения свободно падающего шарика через интервал времени, равный $\frac{1}{30}$ с. Масса шарика 0,1 кг. Оцените, пользуясь законом сохранения энергии, высоту, с которой упал шарик.

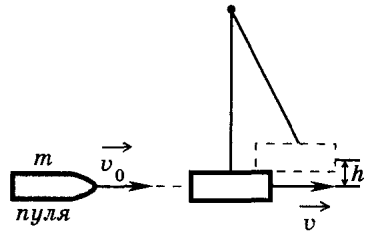


- 1) 1,0 м
- 2) 1,4 м
- 3) 1,6 м
- 4) 1,8 м

69. /1.4.8/ Закон сохранения механической энергии применим для

- 1) любой системы тел в любой системе отсчета
- 2) любой системы тел при взаимодействиях любыми силами в инерциальных системах отсчета
- 3) замкнутой системы тел, взаимодействующих только силами упругости и силами всемирного тяготения, в инерциальных системах отсчета
- 4) замкнутой системы тел, взаимодействующих любыми силами, в инерциальных системах отсчета

70. /1.4.8/ На рисунке представлена установка, собранная для измерения скорости пули. Если пуля массой m попадает в брусок массой M и застревает в нем, то брусок поднимается на высоту h . Как определить скорость пули v_0 ?

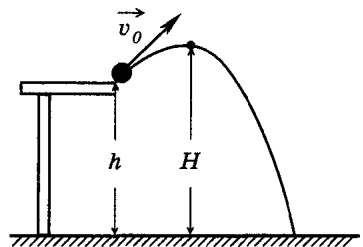


1) по формуле $\frac{mv_0^2}{2} = (m + M)gh$

2) решив систему уравнений
$$\begin{cases} mv_0 = (m + M)v, \\ (m + M)\frac{v^2}{2} = (m + M)gh \end{cases}$$

- 3) данная установка не позволяет найти v_0 , т.к. не выполняется закон сохранения импульса при взаимодействии пули и бруска
- 4) данная установка не позволяет найти v_0 , т.к. при взаимодействии пули и бруска не выполняется закон сохранения механической энергии

71. /1.4.8/ По какой из формул можно определить кинетическую энергию E_K , которую имеет тело в верхней точке траектории (см. рис.)?



1) $E_K = mgH$

2) $E_K = \frac{mv_0^2}{2} + mgh - mgH$

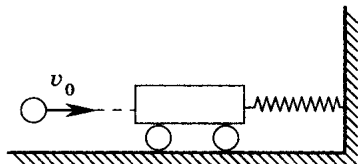
3) $E_K = mgH - mgh$

4) $E_K = \frac{mv_0^2}{2} + mgH$

72. /1.4.8/ С балкона, находящегося на высоте 20 м, упал на землю мяч массой 0,2 кг. Из-за сопротивления воздуха скорость мяча у земли оказалась на 20% меньше скорости тела, свободно падающего с высоты 20 м. Импульс мяча в момент падения равен

- 1) 4,0 кг·м/с 2) 4,2 кг·м/с 3) 3,2 кг·м/с 4) 6,4 кг·м/с

73. /1.4.8/ Пластилиновый шар массой 0,1 кг имеет скорость 1 м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой 0,1 кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке (см. рисунок). Чему равна полная механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением пренебречь.



- 1) 0,025 Дж 2) 0,05 Дж 3) 0,5 Дж 4) 0,1 Дж

74. /1.4.8/ Грузик, подвешенный к пружине, растягивает ее на 2 см. Ученик приподнял грузик вверх так, что растяжение пружины исчезло, и выпустил его из рук. Максимальное растяжение пружины при дальнейших колебаниях груза составило

- 1) 1 см 2) 2 см 3) 3 см 4) 4 см

75. /1.4.8/ Всегда ли в инерциальных системах отсчета выполняются законы сохранения механической энергии и импульса для системы тел, на которые не действуют внешние силы?

- 1) всегда выполняются оба закона
 2) закон сохранения механической энергии выполняется всегда, закон сохранения импульса может не выполняться
 3) закон сохранения импульса выполняется всегда, закон сохранения механической энергии может не выполняться
 4) оба закона могут не выполняться

76. /1.4.8/ Снаряд массой 200 г, выпущенный под углом 30° к горизонту, поднялся на высоту 4 м. Какой будет кинетическая энергия снаряда непосредственно перед его падением на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 4 Дж
 2) 8 Дж

3) 32 Дж

4) нельзя ответить на вопрос задачи, так как неизвестна начальная скорость снаряда

77. /1.4.8/ Товарный вагон, движущийся по горизонтальному пути с небольшой скоростью, сталкивается с другим вагоном и останавливается. При этом пружина буфера сжимается. Какое из перечисленных ниже преобразований энергии происходит в этом процессе?

1) кинетическая энергия вагона преобразуется в потенциальную энергию пружины;

2) кинетическая энергия вагона преобразуется в его потенциальную энергию;

3) потенциальная энергия пружины преобразуется в ее кинетическую энергию;

4) внутренняя энергия пружины преобразуется в кинетическую энергию вагона.

78. /1.4.8/ Закрепленный пружинный пистолет стреляет вертикально вверх. Как рассчитать массу пули m , если высота ее подъема в результате выстрела равна h , жесткость пружины равна k , а деформация пружины перед выстрелом равна Δl ? Трением и массой пружины пренебречь; считать $\Delta l \ll h$.

1) $\frac{k(\Delta l)^2}{4gh}$ 2) $\frac{k(\Delta l)^2}{gh}$ 3) $\frac{2k(\Delta l)^2}{gh}$ 4) $\frac{k(\Delta l)^2}{2gh}$

79. /1.4.8/ Груз массой m тянут за нить по горизонтальной шероховатой поверхности. На какое расстояние S переместится груз после обрыва нити, если его скорость в момент обрыва равна v , а коэффициент трения груза о поверхность равен μ ? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

1) $\frac{2v^2}{\mu g}$ 2) $\frac{v^2}{\mu g}$ 3) $\frac{v^2}{2\mu g}$ 4) $\frac{4v^2}{\mu g}$

80. /1.4.8/ Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Какое количество теплоты выделилось при ударе, если перед ударом кинетическая энергия мяча была равна 20 Дж?

1) 5 Дж

2) 10 Дж

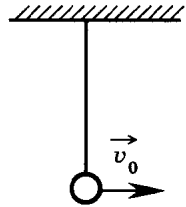
3) 15 Дж

4) 17,5 Дж

81. /1.4.8/ Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Найдите кинетическую энергию мяча перед ударом, если при ударе выделилось количество теплоты, равное 15 Дж.

- 1) 15 Дж 2) 20 Дж 3) 30 Дж 4) 45 Дж

82. /1.4.8/ Маятнику (шарику на нити), находящемуся в положении равновесия, сообщили небольшую горизонтальную скорость \vec{v}_0 (см. рисунок). На какую высоту поднимется шарик?



- 1) $\frac{v_0^2}{2g}$ 2) $\frac{2v_0^2}{g}$ 3) $\frac{v_0^2}{4g}$ 4) $\frac{2g}{v_0^2}$

83. /1.4.8/ Сани с сидоками общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они достигли скорости 10 м/с, а начальная скорость была равна нулю?

84. /1.4.8/ Тело массой 1 кг бросили с поверхности Земли со скоростью 20 м/с под углом 45° к горизонту. Какую работу совершила сила тяжести за время полета тела (от броска до падения на землю)? Сопротивлением воздуха пренебречь.

85. /1.4.8/ Груз массой 0,1 кг привязали к нити длиной 1 м. Нить с грузом отвели от вертикали на угол 90° и отпустили. Каково центростремительное ускорение груза в момент, когда нить образует с вертикалью угол 60° ? Сопротивлением воздуха пренебречь.

86. /1.4.8/ При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх шарик массой 100 г поднимается на высоту 2 м. Какова жесткость пружины, если до выстрела она была сжата на 5 см? Сопротивлением воздуха пренебречь.

87. /1.4.8/ Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом 30° к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъема? Считать, что потенциальная энергия тела равна нулю на поверхности Земли.

88. /1.4.8/ Мальчик на санках общей массой 60 кг спускается с ледяной горы и останавливается, проехав 40 м по горизонтальной поверхности после спуска. Вычислите высоту горы, если сила сопротивления движению на горизонтальном участке равна 60 Н. Считать, что по склону горы санки скользили без трения.
89. /1.4.8/ Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Чему равна сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы он скользил без трения.
90. /1.4.8/ Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите потенциальную энергию груза в тот момент времени, когда его скорость равна 8 м/с. Принять, что потенциальная энергия груза равна нулю на поверхности Земли.
91. /1.4.8/ Тело массой 0,1 кг брошено горизонтально со скоростью 4 м/с с высоты 2 м относительно поверхности Земли. Чему равна кинетическая энергия тела в момент его приземления? Сопротивление воздуха не учитывать.
92. /1.4.8/ Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите кинетическую энергию груза на высоте 6 м.
93. /1.4.8/ Автомобиль массой 1000 кг подъезжает со скоростью 20 м/с к подъему высотой 5 м. В конце подъема его скорость уменьшается до 6 м/с. Чему равно по модулю изменение механической энергии автомобиля? Ответ выразите в килоджоулях (кДж).
94. /1.4.8/ Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R . Рассчитайте силу давления шарика на желоб в верхней точке петли, если масса шарика 100 г, а высота, с которой его отпускают, равна $4R$.
95. /1.4.8/ Мальчик на санках спустился с ледяной горы высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

96. /1.4.8/ Мальчик на санках общей массой 50 кг спустился с ледяной горы. Коэффициент трения при его движении по горизонтальной поверхности равен 0,2. Расстояние, которое мальчик проехал по горизонтали до остановки, равно 30 м. Чему равна высота горы? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

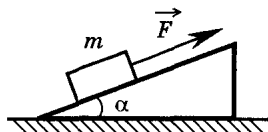
97. /1.4.8/ Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Как изменится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое больше?

- 1) увеличится в 2 раза 3) уменьшится в 2 раза
2) увеличится в 4 раза 4) уменьшится в 4 раза

98. /1.4.8/ Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Как изменится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое меньше?

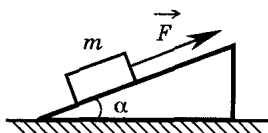
- 1) увеличится в 2 раза 3) уменьшится в 2 раза
2) увеличится в 4 раза 4) уменьшится в 4 раза

99. /1.4.9/ Коэффициент полезного действия наклонной плоскости равен 80%. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . Чтобы тащить вверх по этой плоскости ящик массой 120 кг, к нему надо приложить силу, направленную параллельно плоскости и равную



- 1) 480 Н 3) 750 Н
2) 600 Н 4) 1040 Н

100. /1.4.9/ Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . Вверх по этой плоскости тащат ящик массой 90 кг, прикладывая к нему силу, направленную параллельно плоскости и равную 600 Н. Коэффициент полезного действия наклонной плоскости равен

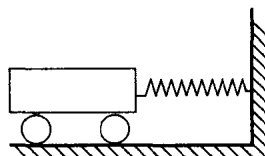


- 1) 67% 3) 80%
2) 75% 4) 100%

101. /1.4.9/ Автомобиль, двигаясь с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с. Какое расстояние он проедет до полной остановки вверх по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.
- 1) 10 м 2) 20 м 3) 80 м 4) 40 м
102. /1.4.9/ Автомобиль, двигаясь с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с. На какую высоту он поднимется до полной остановки вверх по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.
- 1) 10 м 2) 20 м 3) 80 м 4) 40 м
103. /1.4.9/ Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 30 м/с. Затем автомобиль стал перемещаться вверх по склону горы под углом 30° к горизонту. Какой путь он должен пройти по склону, чтобы его скорость уменьшилась до 20 м/с? Трением пренебречь.
- 1) 12,5 м 2) 25 м 3) 50 м 4) 100 м
104. /1.4.9/ Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Какой была сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы он скользил без трения.
105. /1.4.9/ Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Какова кинетическая энергия груза на высоте 6 м?
106. /1.4.9/ Автомобиль массой 1000 кг подъезжает со скоростью 20 м/с с выключенным двигателем к подъему высотой 5 м. В конце подъема его скорость уменьшается до 6 м/с. Каково по модулю изменение механической энергии автомобиля? Ответ выразите в килоджоулях (кДж).

Механические колебания и волны

1. /1.5.1/ Скорость колеблющейся на пружине тележки массой 1 кг изменяется со временем по закону $v_x = 4\cos 10t$. Какое выражение описывает изменение кинетической энергии тележки?



- 1) $4\sin 10t$ 2) $8\cos^2 10t$ 3) $20\cos^2 10t$ 4) $80\sin^2 10t$

2. /1.5.1/ На рисунке А представлен график зависимости некоторой величины x от времени t . Какой график на рис. Б соответствует колебаниям, происходящим в противофазе с колебанием, изображенным на рис. А?

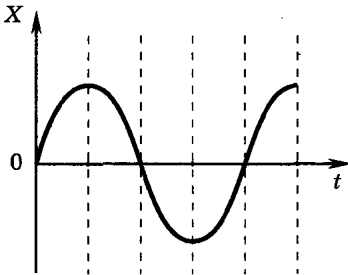


рис. А

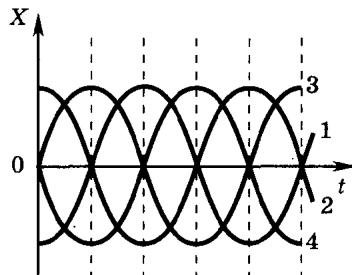


рис. Б

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

3. /1.5.1/ Зависимости некоторых величин от времени имеют вид:

$$x_1 = 10^{-2} \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right);$$

$$x_3 = 0,01 \sin(3\sqrt{t});$$

$$x_2 = 0,1 \sin(2t^2);$$

$$x_4 = 0,05t \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right).$$

Какая из этих величин совершает гармоническое колебание?

- 1) x_1 2) x_2 3) x_3 4) x_4

4. /1.5.1/ В уравнении гармонического колебания $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ величина, стоящая под знаком косинуса, называется

- 1) фазой 3) смещением от положения равновесия
2) начальной фазой 4) циклической частотой

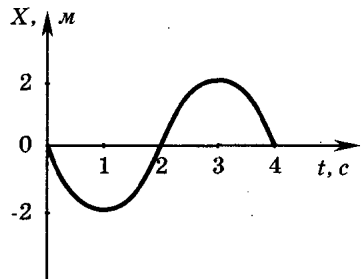
5. /1.5.1/ График зависимости смещения материальной точки от времени при гармонических колебаниях представлен на рисунке. Закон движения точки имеет вид (в СИ)

1) $x = -2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$

2) $x = -2 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

3) $x = 2 \sin\left(\pi \frac{t}{2} + \frac{\pi}{2}\right)$

4) $x = -2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$



6. /1.5.1/ Скорость тела массой $m = 0,1$ кг изменяется в соответствии с уравнением $v_x = 0,05\sin 10\pi t$, где все величины выражены в СИ. Его импульс в момент времени $0,2$ с приблизительно равен

- 1) 0 кг·м/с
- 2) $0,005$ кг·м/с
- 3) $0,16$ кг·м/с
- 4) $1,6$ кг·м/с

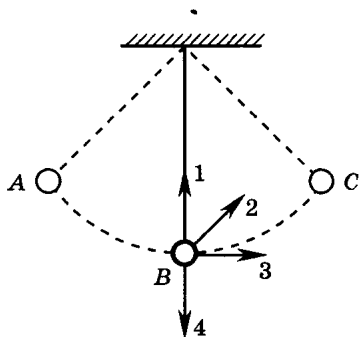
7. /1.5.1/ Тело, подвешенное на пружине, совершает гармонические колебания с частотой ν . С какой частотой изменяется кинетическая энергия тела?

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) 2ν
- 3) ν
- 4) ν^2

8. /1.5.1/ Тело, подвешенное на пружине, совершает гармонические колебания с частотой ν . Потенциальная энергия упругой деформации пружины

- 1) изменяется с частотой $\frac{\nu}{2}$
- 2) изменяется с частотой ν
- 3) изменяется с частотой 2ν
- 4) не изменяется

9. /1.5.1/ Грузик, подвешенный на нити, совершает свободные колебания между точками A и C (см. рисунок). Как направлен вектор ускорения грузика в точке B ?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

10. /1.5.1/ За какую часть периода T шарик математического маятника проходит путь от левого крайнего положения до правого крайнего положения?

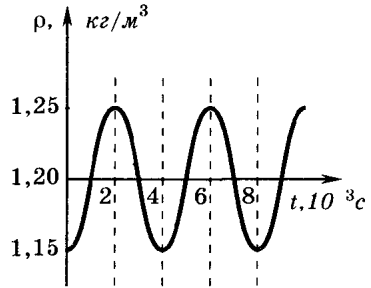
- 1) T
- 2) $\frac{1}{2}T$
- 3) $\frac{1}{4}T$
- 4) $\frac{1}{8}T$

11. /1.5.1/ Сколько раз за один период свободных колебаний груза на пружине потенциальная энергия пружины и кинетическая энергия груза принимают равные значения?

- 1) 1 2) 2 3) 8 4) 4

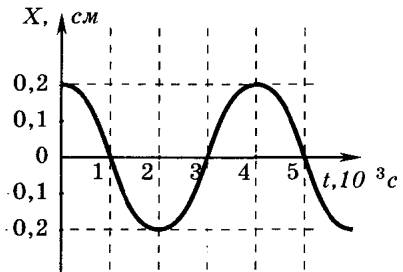
12. /1.5.2/ На рисунке показан график зависимости плотности воздуха в звуковой волне от времени. Согласно графику амплитуда колебаний плотности воздуха равна

- 1) 1,25 кг/м³
 2) 1,2 кг/м³
 3) 0,1 кг/м³
 4) 0,05 кг/м³



13. /1.5.2/ На рисунке показан график зависимости смещения определенной точки колеблющейся струны от времени. Согласно графику амплитуда колебаний этой точки равна

- 1) 0,1 см 3) 0,4 см
 2) 0,2 см 4) 4 см

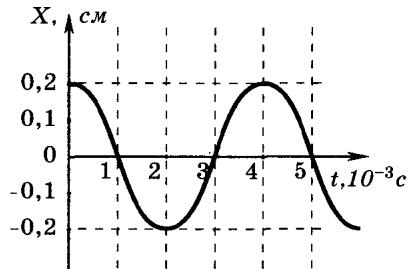


14. /1.5.2/ Полная механическая энергия пружинного маятника увеличилась в 2 раза. Как изменилась амплитуда колебаний?

- 1) увеличилась в $\sqrt{2}$ раз 3) уменьшилась в 2 раза
 2) увеличилась в 2 раза 4) уменьшилась в $\sqrt{2}$ раз

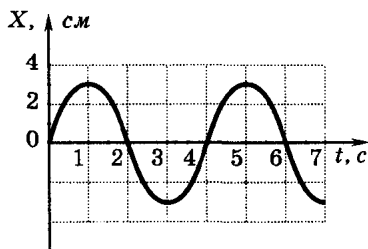
15. /1.5.3/ На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику период этих колебаний равен

- 1) $1 \cdot 10^{-3}$ с 3) $3 \cdot 10^{-3}$ с
 2) $2 \cdot 10^{-3}$ с 4) $4 \cdot 10^{-3}$ с



16. /1.5.4/ На рисунке дан график зависимости координаты тела от времени. Частота колебаний тела равна

- 1) $\approx 0,12$ Гц 3) 0,5 Гц
 2) 0,25 Гц 4) 4 Гц



17. /1.5.5/ Маятниковые часы спешат. Чтобы часы шли точно, необходимо увеличить период колебаний маятника. Для этого надо

- 1) увеличить массу маятника
 2) уменьшить массу маятника
 3) увеличить длину маятника
 4) уменьшить длину маятника

18. /1.5.5/ Массу математического маятника увеличили, оставив неизменной его длину. Как изменился при этом период его свободных колебаний?

- 1) не изменился
 2) увеличился
 3) уменьшился
 4) ответ зависит от длины нити маятника

19. /1.5.5/ Если на некоторой планете период свободных колебаний секундного земного математического маятника оказывается равным 2 с, то ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $2,45 \text{ м/с}^2$ 2) $4,9 \text{ м/с}^2$ 3) $19,6 \text{ м/с}^2$ 4) $39,2 \text{ м/с}^2$

20. /1.5.5/ При свободных колебаниях за одно и то же время первый математический маятник совершает одно колебание, а второй — три. Нить первого маятника в

- 1) 9 раз длиннее 3) $\sqrt{3}$ раз длиннее
 2) 3 раза длиннее 4) $\sqrt{3}$ раз короче

21. /1.5.5/ Груз массой 0,16 кг, подвешенный на легкой пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы груз надо подвесить к той же пружине, чтобы частота колебаний увеличилась в 2 раза?

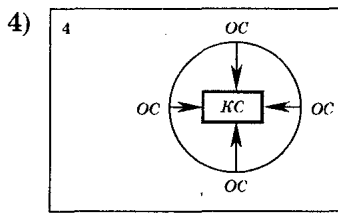
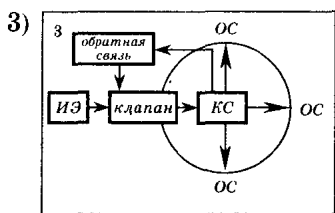
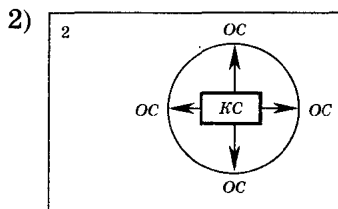
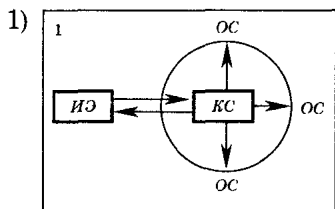
- 1) 0,04 кг 2) 0,08 кг 3) 0,32 кг 4) 0,64 кг

22. /1.5.5/ Груз, подвешенный на пружине жесткостью 400 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жесткость пружины, чтобы частота колебаний этого же груза увеличилась в 2 раза?
- 1) 1600 Н/м 2) 800 Н/м 3) 200 Н/м 4) 100 Н/м
23. /1.5.5/ Если груз, подвешенный на пружине жесткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой 50 с^{-1} , то его масса равна
- 1) 0,1 кг 2) 0,3 кг 3) 0,4 кг 4) 0,5 кг
24. /1.5.5/ Если массу груза математического маятника увеличить в 4 раза, то период его свободных малых колебаний
- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) не изменится
25. /1.5.5/ Верно утверждение(я):
Свободным является колебание
- А. груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от положения равновесия;
Б. мембраны громкоговорителя во время работы приемника.
- 1) только А 3) А и Б
2) только Б 4) ни А, ни Б
26. /1.5.5/ С какой скоростью проходит положение равновесия груз пружинного маятника, имеющий массу 0,1 кг, если жесткость пружины 10 Н/м, а амплитуда свободных гармонических колебаний 5 см?
- 1) 0,1 м/с 2) 0,5 м/с 3) 5 м/с 4) 10 м/с
27. /1.5.5/ Если длину математического маятника уменьшить в 4 раза, то период его свободных гармонических колебаний
- 1) увеличится в 2 раза 3) уменьшится в 2 раза
2) увеличится в 4 раза 4) уменьшится в 4 раза
28. /1.5.5/ Амплитуда малых свободных колебаний пружинного маятника 4 см, масса груза 400 г, жесткость пружины 40 Н/м. Максимальная скорость колеблющегося груза равна
- 1) 0,4 м/с 2) 0,8 м/с 3) 4 м/с 4) 16 м/с

29. /1.5.5/ К пружине жесткостью 40 Н/м подвешен груз массой 0,1 кг. Период свободных гармонических колебаний этого пружинного маятника примерно равен

- 1) 31 с 2) 6,3 с 3) 3,1 с 4) 0,3 с

30. /1.5.5/ На рисунке приведены схемы, стрелки на которых обозначают направление передачи энергии между колебательной системой (КС), источником энергии (ИЭ) и окружающей средой (ОС). Какая из схем относится к свободным затухающим колебаниям?



31. /1.5.5/ Если и длину математического маятника, и массу его груза увеличить в 4 раза, то период свободных гармонических колебаний маятника

- 1) увеличится в 2 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) увеличится в 4 раза 4) уменьшится в 2 раза

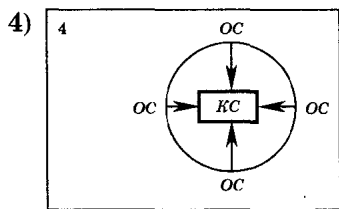
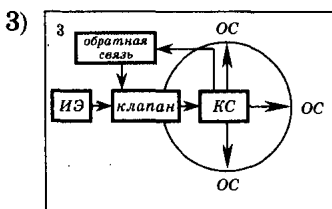
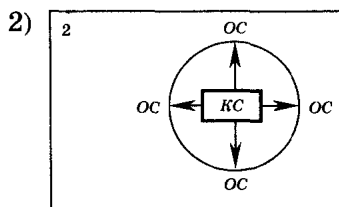
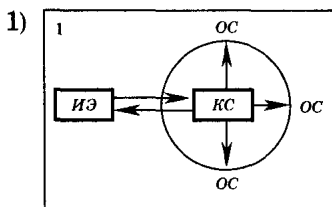
32. /1.5.5/ Если и длину математического маятника, и массу его груза уменьшить в 4 раза, то частота свободных гармонических колебаний маятника

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 2 раза

33. /1.5.5/ Если и длину математического маятника, и массу его груза уменьшить в 9 раз, то частота свободных гармонических колебаний маятника

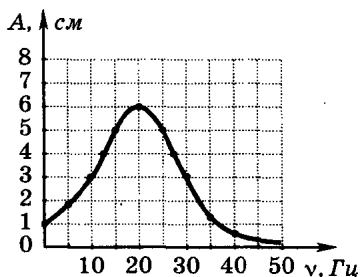
- 1) увеличится в 9 раз 3) уменьшится в 9 раз
2) увеличится в 3 раза 4) уменьшится в 3 раза

34. /1.5.5/ Груз массой 2 кг, закрепленный на пружине жесткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Какова максимальная скорость груза?
35. /1.5.5/ Груз массой 2 кг, закрепленный на пружине жесткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускорение груза при этом равно 10 м/с^2 . Какова максимальная скорость груза?
36. /1.5.6/ На рисунке приведены схемы, стрелки на которых обозначают направление обмена энергией между колебательной системой (КС), источником энергии (ИЭ) и окружающей средой (ОС). Какая из схем относится к вынужденным колебаниям?



37. /1.5.7/ На рисунке представлен график зависимости амплитуды A вынужденных колебаний от частоты ν внешней силы. При резонансе амплитуда колебаний равна

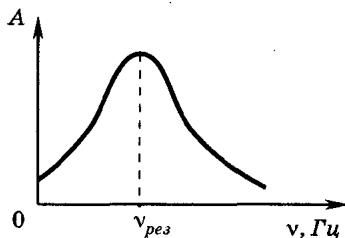
- 1) 1 см 3) 4 см
2) 2 см 4) 6 см



38. /1.5.7/ При совершении установившихся вынужденных колебаний маятник за период получает от источника энергию W_1 и отдает в окружающую среду энергию W_2 . Зависимость амплитуды колебаний от частоты внешней силы представлена

на графике. При изменении частоты в интервале $0 < \nu < \nu_{рез}$ между W_1 и W_2 выполняется соотношение

- 1) $W_1 < W_2$
- 2) $W_1 > W_2$
- 3) $W_1 = W_2$
- 4) $W_1 < W_2$ или $W_1 > W_2$
в зависимости от частоты

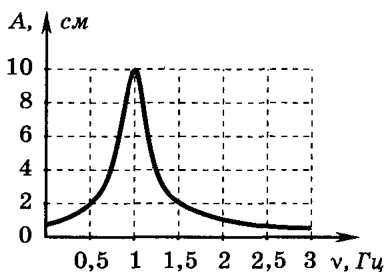


39. /1.5.7/ Верно утверждение(-я):

Резонансная частота колебательной системы зависит от
А — амплитуды вынуждающей силы;
Б — частоты вынуждающей силы.

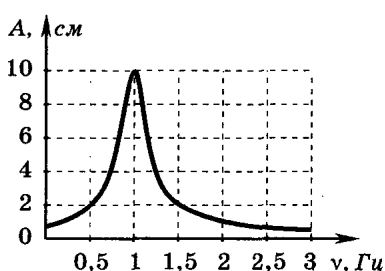
- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

40. /1.5.7/ На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Резонансная частота колебаний этого маятника равна



- 1) 0,5 Гц 3) 1,5 Гц
 2) 1 Гц 4) 10 Гц

41. /1.5.7/ На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц равно



- 1) 10 2) 2 3) 5 4) 4

42. /1.5.8/ Мимо неподвижного наблюдателя за 20 с прошло 8 гребней волны. Каков период колебаний частиц волны?

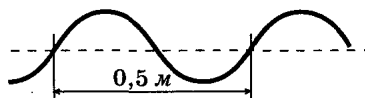
- 1) 2,5 с 2) 0,4 с 3) 160 с 4) 5 с

43. /1.5.8/ Волна частотой 3 Гц распространяется в среде со скоростью 6 м/с. Определите длину волны.

- 1) 1 м 2) 2 м 3) 0,5 м 4) 18 м

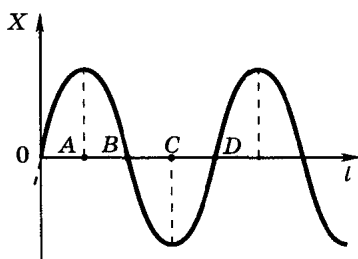
44. /1.5.8/ Учитель продемонстрировал опыт по распространению волны по длинному шнуру. В один из моментов времени форма шнура оказалась такой, как показано на рисунке. Скорость распространения колебаний по шнуру равна 2 м/с. Частота колебаний равна

- 1) 50 Гц 3) 1 Гц
2) 0,25 Гц 4) 4 Гц



45. /1.5.8/ На рисунке изображена поперечная волна, распространяющаяся по шнуру, в некоторый момент времени. Расстояние между какими точками равно длине волны?

- 1) OB 3) OD
2) AB 4) AD



46. /1.5.9/ Обязательными условиями возбуждения звуковой волны являются:

- А** — наличие источника колебаний,
Б — наличие упругой среды,
В — наличие газовой среды.

Правильным является выбор условий

- 1) А и Б 2) Б и В 3) А и В 4) А, Б, В

47. /1.5.8/ Мимо рыбака, сидящего на пристани, прошло 5 гребней волны за 10 с. Каков период колебаний поплавок на волнах?

- 1) 5 с 2) 50 с 3) 2 с 4) 0,5 с

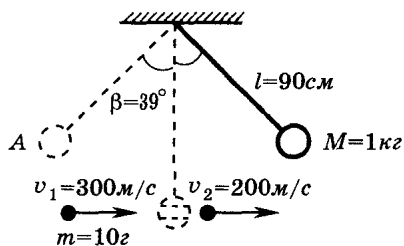
48. /1.5.8/ Частота колебаний струны равна 500 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны равна

- 1) 68 м 2) 340 м 3) 170 м 4) 0,68 м

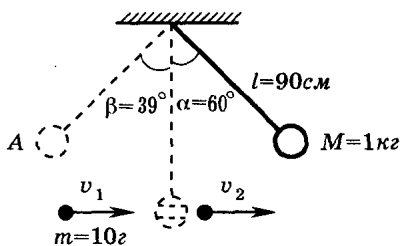
Задания с развернутым ответом по механике

1. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
2. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого бруска в результате столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

3. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару со скоростью 300 м/с. Она пробивает его и вылетает горизонтально со скоростью 200 м/с, после чего шар продолжает движение в прежнем направлении. На какой максимальный угол отклонится шар после попадания в него пули? (Массу шара считать неизменной, диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити.)

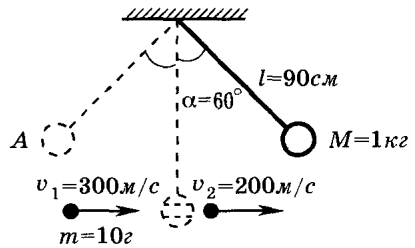


4. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару со скоростью v_1 .

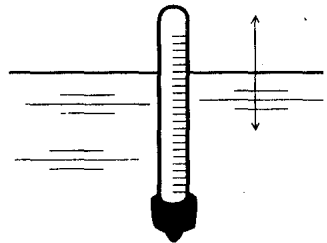


ростью 300 м/с. Она пробивает его и вылетает горизонтально со скоростью 200 м/с, после чего шар, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39° . Определите начальный угол отклонения шара. (Массу шара считать неизменной, диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $\cos 39^\circ = \frac{7}{9}$.)

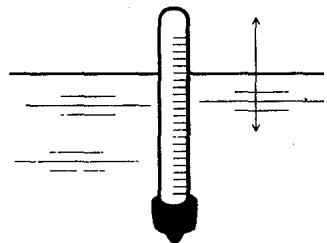
5. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение скорости пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39° . (Массу шара считать неизменной, диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $\cos 39^\circ = \frac{7}{9}$.)



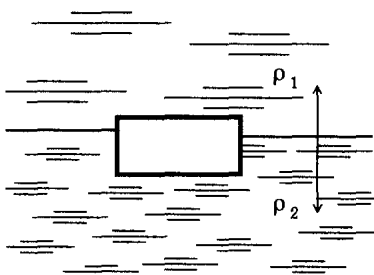
6. Ареометр, погруженный в жидкость, совершает вертикальные гармонические колебания с малой амплитудой (см. рисунок). Определите период этих колебаний. Масса ареометра равна 40 г, радиус его трубки 2 мм, плотность жидкости $0,8 \text{ г/см}^3$. Сопротивлением жидкости пренебречь.



7. Ареометр, погруженный в жидкость, совершает малые вертикальные гармонические колебания с частотой 0,2 Гц (см. рисунок). Площадь сечения трубки ареометра 10 мм^2 , его масса 50 г. Пренебрегая сопротивлением жидкости, найдите ее плотность.



8. Однородный брусок с площадью поперечного сечения 10^{-2} м^2 плавает на границе несмешивающихся жидкостей с плотностью 800 кг/м^3 и 1000 кг/м^3 (см. рисунок). Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу бруска, если период его малых вертикальных колебаний $\frac{\pi}{5} \text{ с}$.

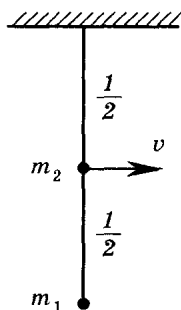


9. На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты каждую секунду выбрасывается 2 кг газа ($\frac{\Delta m}{\Delta t} = 2 \text{ кг/с}$) со скоростью $v = 500 \text{ м/с}$. Исходная масса аппарата $M = 500 \text{ кг}$. Какой будет скорость v_1 аппарата через $t = 6 \text{ с}$ после старта? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Изменением массы аппарата за время движения пренебречь.
10. На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты каждую секунду выбрасывается 2 кг газа ($\frac{\Delta m}{\Delta t} = 2 \text{ кг/с}$) со скоростью $v = 500 \text{ м/с}$. Исходная масса аппарата $M = 500 \text{ кг}$. Какую скорость приобретет аппарат, пройдя расстояние $s = 36 \text{ м}$? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Изменением массы аппарата за время движения пренебречь.
11. На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты каждую секунду выбрасывается 2 кг газа ($\frac{\Delta m}{\Delta t} = 2 \text{ кг/с}$) со скоростью $v = 500 \text{ м/с}$. Какова масса аппарата, если через $t = 8 \text{ с}$ после старта пройденное им расстояние составило 64 м ? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Изменением массы аппарата за время движения пренебречь.
12. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 200 м/с . В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза боль-

ше начальной скорости снаряда. На какую максимальную высоту поднялся второй осколок? Соппротивлением воздуха пренебречь.

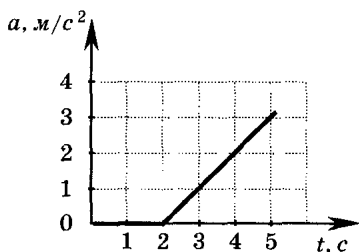
13. Начальная скорость снаряда, выпущенного вертикально вверх, равна 300 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый осколок массой m_1 упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, второй осколок массой m_2 имеет у поверхности земли скорость 600 м/с. Чему равно отношение масс $\frac{m_2}{m_1}$ этих осколков? Соппротивлением воздуха пренебречь.
14. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 10 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка, массы которых относятся как 1 : 2. Осколок меньшей массы упал на Землю со скоростью 20 м/с. Определите скорость большего осколка при падении на Землю? Считать поверхность Земли плоской и горизонтальной.
15. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 10 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка, массы которых относятся как 2 : 1. Осколок большей массы упал на Землю первым со скоростью 20 м/с. На какую максимальную высоту может подняться осколок меньшей массы? Считать поверхность Земли плоской и горизонтальной.
16. Масса Марса составляет 0,1 от массы Земли, диаметр Марса вдвое меньше диаметра Земли. Чему равно отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли $\frac{T_M}{T_Z}$, движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?
17. По горизонтальной дороге мальчик тянет сани массой 30 кг за веревку, направленную под углом 60° к плоскости дороги, с силой $F = 100$ Н. Коэффициент трения $\mu = 0,12$. Определите ускорение саней. Каков путь, пройденный санями за 5 с, если в начальный момент их скорость была равна нулю?

18. Грузики с точечными массами $m_1 = 0,25$ кг и $m_2 = 0,5$ кг прикреплены к невесомому стержню длиной $l = 1$ м (см. рисунок). Стержень может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O . Грузик m_2 в нижней точке траектории имеет скорость $v = 2$ м/с. Определите силу, с которой стержень действует на грузик m_1 в этот момент времени.



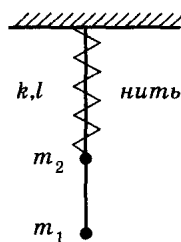
19. Грузовой автомобиль массой $M = 4$ т с двумя ведущими осями тянет за нерастяжимый трос вверх по склону легковой автомобиль массой $m = 1$ т, у которого выключен двигатель. С каким максимальным ускорением могут двигаться автомобили, если угол уклона составляет $\alpha = \arcsin 0,1$, а коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой $\mu = 0,2$? Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебречь. Массой колес пренебречь.

20. К покоящемуся на шероховатой горизонтальной поверхности телу приложена нарастающая с течением времени горизонтальная сила тяги $F = bt$, где b — постоянная величина. На рисунке представлен график зависимости ускорения тела от времени действия силы. Определите коэффициент трения скольжения.

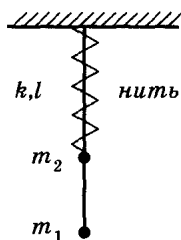


21. Определите массу груза, который нужно сбросить с аэростата массой 1100 кг, движущегося равномерно вниз, чтобы аэростат стал двигаться с такой же по модулю скоростью вверх. Архимедова сила, действующая на аэростат, равна 10^4 Н. Силу сопротивления воздуха при подъеме и спуске считайте одинаковой.
22. Брусок массой $m_1 = 600$ г, движущийся со скоростью 2 м/с, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 200$ г. Какой будет скорость первого бруска после столкновения? Удар считать центральным и абсолютно упругим.

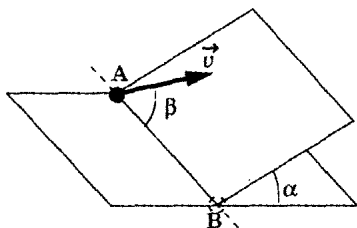
23. Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R . С какой силой шарик давит на желоб в нижней точке петли, если масса шарика равна 100 г , а высота, с которой его отпускают, равна $4R$?
24. Брусок массой $m_1 = 600\text{ г}$, движущийся со скоростью 2 м/с , сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 200\text{ г}$. Какова скорость второго бруска после столкновения? Удар считать центральным и абсолютно упругим.
25. Два шарика, массы которых 200 г и 600 г , висят, соприкасаясь, на одинаковых нитях длиной 80 см . Первый шар отклонили на угол 90° и отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после удара, если этот удар абсолютно неупругий?
26. От удара копра массой 450 кг , падающего свободно с высоты 5 м , свая массой 150 кг погружается в грунт на 10 см . Определите силу сопротивления грунта, считая ее постоянной, а удар — абсолютно неупругим. Изменением потенциальной энергии сваи пренебречь.
27. На одном конце тележки длиной $l = 5\text{ м}$ стоит человек массой $m = 40\text{ кг}$. Масса тележки $M = 60\text{ кг}$. На какое расстояние относительно пола передвинется тележка, если человек перейдет с постоянной скоростью на другой ее конец? (Массой колес и трением пренебречь.)
28. Тяжелый мячик отпустили без начальной скорости с высоты $H = 20\text{ м}$, при ударе о землю он потерял часть своей кинетической энергии и долетел до верхней точки через $t = 3\text{ с}$ после начала движения. Какая часть кинетической энергии перешла в тепло при ударе? Сопротивлением воздуха при расчетах пренебречь.
29. Материальные точки массами $m_1 = 100\text{ г}$ и $m_2 = 200\text{ г}$ соединены невесомым стержнем, как показано на рисунке. К точке m_2 прикреплена невесомая пружина жесткостью $k = 30\text{ Н/м}$, верхний конец которой закреплен. Длина пружины в недеформированном состоянии $l_0 = 20\text{ см}$. В начальный момент концы пружины связаны нитью длиной $l = 10\text{ см}$. Определите силу реакции стержня, действующую на массу m_1 сразу после пережигания нити.



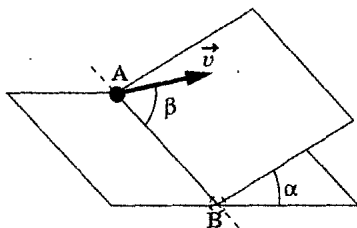
30. Материальные точки массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 200$ г соединены невесомым стержнем, как показано на рисунке. К точке m_2 прикреплена невесомая пружина жесткостью $k = 30$ Н/м, верхний конец которой закреплен. Длина пружины в недеформированном состоянии $l_0 = 20$ см. В начальный момент концы пружины связаны нитью длиной $l = 10$ см. Определите силу реакции стержня, действующую на точку массой m_2 сразу после пережигания нити.



31. Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой AB . Угол между плоскостями $\alpha = 30^\circ$. Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки A с начальной скоростью $v_0 = 2$ м/с под углом $\beta = 60^\circ$ к прямой AB . В ходе движения шайба съезжает на прямую AB в точке B . Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние AB .



32. Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой AB . Угол между плоскостями $\alpha = 30^\circ$. Маленькая шайба скользит вверх по наклонной плоскости из точки A с начальной скоростью $v_0 = 2$ м/с, направленной под углом $\beta = 60^\circ$ к прямой AB . Найдите максимальное расстояние, на которое шайба удалится от прямой AB в ходе подъема по наклонной плоскости. Трением между шайбой и наклонной плоскостью пренебречь.



33. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{3}$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули. Коэффициент

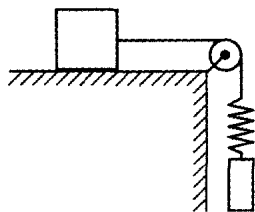
трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние S сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 10%?

34. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 160$ м/с, пробивает стоящую на горизонтальной шероховатой поверхности коробку и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{1}{4}v_0$. Масса коробки в 12 раз больше массы пули.

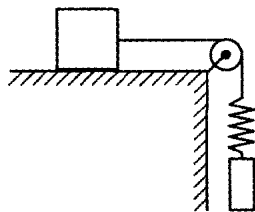
Коэффициент трения скольжения между коробкой и поверхностью $\mu = 0,3$. На какое расстояние S переместится коробка к моменту, когда ее скорость уменьшится на 20%?

35. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

36. Брусок, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из грузика и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием бруска и поверхностью стола равен 0,2. Отношение массы бруска к массе грузика равно 8. Грузик маятника совершает колебания с периодом 0,5 с вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Какова максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими?

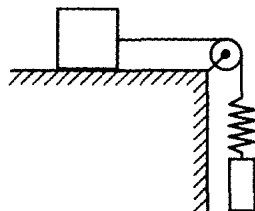


37. Брусок, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из грузика и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием бруска



и поверхностью стола равен $0,3$. Отношение массы бруска к массе грузика равно 8 . Грузик маятника совершает колебания с частотой 2 Гц вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Какова максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими?

38. Брусок, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из грузика и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием бруска и поверхностью стола равен $0,2$.



Отношение массы бруска к массе грузика равно 8 . Грузик маятника совершает колебания вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими, равна $1,5$ см. Чему равен период этих гармонических колебаний?

МКТ И ТЕРМОДИНАМИКА

Молекулярная физика

1. /2.1.1/ Расстояния между молекулами сравнимы с размерами молекул (при нормальных условиях) для
 - 1) жидкостей, аморфных и кристаллических тел
 - 2) газов
 - 3) газов и жидкостей
 - 4) газов, жидкостей и кристаллических тел

2. /2.1.1/ В газах при нормальных условиях среднее расстояние между молекулами
 - 1) примерно равно диаметру молекулы
 - 2) меньше диаметра молекулы
 - 3) примерно в 10 раз больше диаметра молекулы
 - 4) зависит от температуры газа

3. /2.1.1/ Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для
- 1) газов
 - 2) жидкостей
 - 3) кристаллических тел
 - 4) аморфных тел
4. /2.1.1/ Расстояние между соседними частицами вещества в среднем во много раз превышает размеры самих частиц. Это утверждение соответствует
- 1) только модели строения газов
 - 2) только модели строения аморфных тел
 - 3) моделям строения газов и жидкостей
 - 4) моделям строения газов, жидкостей и твердых тел
5. /2.1.1/ Расстояние между соседними частицами вещества мало (они практически соприкасаются). Это утверждение соответствует модели
- 1) только твердых тел
 - 2) только жидкостей
 - 3) твердых тел и жидкостей
 - 4) газов, жидкостей и твердых тел
6. /2.1.1/ Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели строения
- 1) только газа
 - 2) только жидкости
 - 3) только твердого тела
 - 4) газа, жидкости и твердого тела
7. /2.1.1/ В процессе перехода воды из жидкого состояния в кристаллическое
- 1) увеличивается расстояние между молекулами
 - 2) молекулы начинают притягиваться друг к другу
 - 3) увеличивается упорядоченность в расположении молекул
 - 4) уменьшается расстояние между молекулами
8. /2.1.1/ В процессе перехода вещества из кристаллического состояния в жидкое
- 1) уменьшается упорядоченность в расположении его молекул

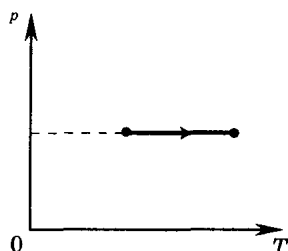
- 2) молекулы перестают притягиваться друг к другу
 - 3) существенно увеличивается расстояние между его молекулами
 - 4) существенно увеличиваются силы отталкивания между молекулами
9. /2.1.1/ Иногда аморфное тело превращается в кристаллическое. При этом
- 1) существенно уменьшается расстояние между частицами вещества
 - 2) частицы вещества перестают хаотично двигаться
 - 3) увеличивается упорядоченность в расположении частиц вещества
 - 4) существенно увеличивается расстояние между частицами вещества
10. /2.1.2/ В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Какое свойство жидкостей можно объяснить таким характером движения частиц?
- 1) малую сжимаемость
 - 2) текучесть
 - 3) давление на дно сосуда
 - 4) изменение объема при нагревании
11. /2.1.2/ Частицы вещества участвуют в непрерывном тепловом хаотическом движении. Это положение молекулярно-кинетической теории строения вещества относится к
- 1) газам и твердым телам
 - 2) твердым телам и жидкостям
 - 3) газам и жидкостям
 - 4) газам, жидкостям и твердым телам
12. /2.1.2/ Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что
- 1) плотность газа одинакова во всех местах занимаемого им сосуда
 - 2) плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого вещества в жидком состоянии

17. /2.1.6/ Внутренняя энергия идеального газа при повышении его температуры

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

18. /2.1.6/ Внутренняя энергия идеального газа в процессе, изображенном на рисунке,

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) равна нулю



19. /2.1.6/ В герметично закрытом сосуде находится одноатомный идеальный газ. Как изменится внутренняя энергия газа при понижении его температуры?

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) увеличится или уменьшится в зависимости от давления газа в сосуде
- 4) не изменится

20. /2.1.6/ Внутренняя энергия идеального газа в запаянном сосуде постоянного объема определяется

- 1) хаотическим движением молекул газа
- 2) движением всего сосуда с газом
- 3) взаимодействием сосуда с газом и Земли
- 4) действием на сосуд с газом внешних сил

21. /2.1.6/ Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом $0,6 \text{ м}^3$ под давлением $2 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определите внутреннюю энергию этого газа в килоджоулях (кДж).

22. /2.1.7/ При неизменной концентрации частиц абсолютная температура идеального газа была увеличена в 4 раза. Давление газа при этом

- 1) увеличилось в 4 раза 3) уменьшилось в 4 раза
2) увеличилось в 2 раза 4) не изменилось

23. /2.1.7/ При неизменной абсолютной температуре концентрация молекул идеального газа была увеличена в 4 раза. При этом давление газа

- 1) увеличилось в 4 раза 3) уменьшилось в 4 раза
2) увеличилось в 2 раза 4) не изменилось

24. /2.1.7/ При постоянном давлении концентрация молекул газа увеличилась в 5 раз, а его масса не изменилась. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа

- 1) не изменилась 3) увеличилась в 5 раз
2) уменьшилась в 5 раз 4) увеличилась в $\sqrt{5}$ раз

25. /2.1.7/ В закрытом сосуде абсолютная температура идеального газа уменьшилась в 3 раза. При этом давление газа на стенки сосуда

- 1) увеличилось в 9 раз 3) уменьшилось в 3 раза
2) уменьшилось в $\sqrt{3}$ раз 4) не изменилось

26. /2.1.7/ При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. При этом давление газа

- 1) уменьшилось в 16 раз 3) уменьшилось в 4 раза
2) уменьшилось в 2 раза 4) не изменилось

27. /2.1.7/ При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул изменилась в 4 раза. При этом давление газа

- 1) изменилось в 16 раз 3) изменилось в 4 раза
2) изменилось в 2 раза 4) не изменилось

28. /2.1.7/ В результате охлаждения одноатомного идеального газа его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация молекул газа не изменилась. При этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа

- 1) уменьшилась в 16 раз 3) уменьшилась в 4 раза
2) уменьшилась в 2 раза 4) не изменилась

29. /2.1.8/ В таблице приведены температуры плавления и кипения некоторых веществ:

Вещество	Температура кипения	Вещество	Температура плавления
Эфир	35°C	Ртуть	234 К
Спирт	78°C	Нафталин	353 К

Выберите верное утверждение.

- 1) Температура плавления ртути больше температуры кипения эфира.
 - 2) Температуры кипения спирта меньше температуры плавления ртути.
 - 3) Температура кипения спирта больше температуры плавления нафталина.
 - 4) Температура кипения эфира меньше температуры плавления нафталина.
30. /2.1.8/ Абсолютная температура тела равна 300 К. По шкале Цельсия она равна
- 1) -27°C
 - 2) 27°C
 - 3) 300°C
 - 4) 573°C
31. /2.1.8/ Температура твердого тела понизилась на 17°C. По абсолютной шкале температур это изменение составило
- 1) 290 К
 - 2) 256 К
 - 3) 17 К
 - 4) 0 К
32. /2.1.9/ При нагревании идеального газа его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. Как изменилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа?
- 1) увеличилась в 16 раз
 - 2) увеличилась в 4 раза
 - 3) увеличилась в 2 раза
 - 4) не изменилась
33. /2.1.9/ В результате нагревания газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?
- 1) увеличилась в 4 раза
 - 2) увеличилась в 2 раза
 - 3) уменьшилась в 4 раза
 - 4) не изменилась
34. /2.1.9/ Как изменится давление идеального одноатомного газа при увеличении средней кинетической энергии теплового

движения его молекул в 2 раза и уменьшении концентрации молекул в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) не изменится

35. /2.1.9/ Как изменится давление идеального одноатомного газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул и их концентрацию уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза 4) увеличится в 2 раза

36. /2.1.9/ В результате охлаждения одноатомного идеального газа его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация молекул газа не изменилась. При этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа

- 1) уменьшилась в 16 раз 3) уменьшилась в 4 раза
2) уменьшилась в 2 раза 4) не изменилась

37. /2.1.10/ В сосуде неизменного объема находится идеальный газ в количестве 2 моль. Как надо изменить абсолютную температуру сосуда с газом при добавлении в сосуд еще одного моля газа, чтобы давление газа на стенки сосуда увеличилось в 3 раза?

- 1) уменьшить в 3 раза 3) увеличить в 3 раза
2) уменьшить в 2 раза 4) увеличить в 2 раза

38. /2.1.10/ В сосуде неизменного объема находится идеальный газ в количестве 2 моль. Как надо изменить абсолютную температуру сосуда с газом при выпуске из сосуда 1 моль газа, чтобы давление газа на стенки сосуда увеличилось в 2 раза?

- 1) увеличить в 2 раза 3) увеличить в 4 раза
2) уменьшить в 2 раза 4) уменьшить в 4 раза

39. /2.1.10/ В сосуде неизменного объема находится идеальный газ в количестве 1 моль. Как надо изменить абсолютную температуру сосуда с газом, чтобы при добавлении в сосуд еще 1 моль газа давление газа на стенки сосуда уменьшилось в 2 раза?

- 1) увеличить в 2 раза 3) увеличить в 4 раза
2) уменьшить в 2 раза 4) уменьшить в 4 раза

40. /2.1.10/ В резервуаре находится 20 кг азота при температуре 300 К и давлении 10^5 Па. Чему равен объем резервуара?
- 1) $17,8 \text{ м}^3$ 2) $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ 3) $35,6 \text{ м}^3$ 4) $3,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$
41. /2.1.10/ В баллоне объемом $1,66 \text{ м}^3$ находится 2 кг азота при давлении 10^5 Па. Чему равна температура этого газа?
- 1) 280°C 2) 140°C 3) 7°C 4) -13°C
42. /2.1.10/ При сжатии идеального газа объем уменьшился в 2 раза и температура газа увеличилась в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?
- 1) увеличилось в 2 раза
2) уменьшилось в 2 раза
3) увеличилось в 4 раза
4) не изменилось
43. /2.1.10/ Давление неизменного количества идеального газа уменьшилось в 2 раза, температура уменьшилась в 4 раза. Как изменился при этом объем газа?
- 1) увеличился в 2 раза 3) увеличился в 8 раз
2) уменьшился в 2 раза 4) уменьшился в 8 раз
44. /2.1.10/ При температуре T_0 и давлении p_0 один моль идеального газа занимает объем V_0 . Каков объем этого же газа, взятого в количестве 2 моль, при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?
- 1) $4V_0$ 2) $2V_0$ 3) V_0 4) $8V_0$
45. /2.1.10/ При температуре T_0 и давлении p_0 один моль идеального газа занимает объем V_0 . Каков объем этого же газа, взятого в количестве 2 моль, при давлении $2p_0$ и температуре $2T_0$?
- 1) $4V_0$ 2) $2V_0$ 3) V_0 4) $8V_0$
46. /2.1.10/ Водород в количестве 3 моль находится в сосуде при комнатной температуре и давлении p . Каким будет давление кислорода, взятого также в количестве 3 моль, в том же сосуде и при той же температуре?
- 1) p 2) $8p$ 3) $16p$ 4) $4p$

47. /2.1.10/ Температура водорода, взятого в количестве 3 моль, в сосуде равна T_1 . Какова температура кислорода, взятого в количестве 3 моль, в сосуде того же объема и при том же давлении?

- 1) T_1
- 2) $8T_1$
- 3) $24T_1$
- 4) $\frac{1}{8}T_1$

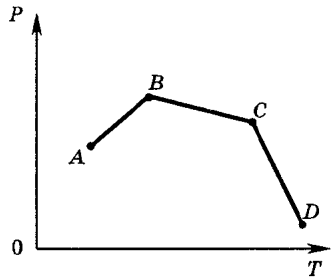
48. /2.1.10/ Давление водорода, взятого в количестве 1 моль, в сосуде при температуре T равно p . Каково давление водорода, взятого в количестве 1 моль, в том же сосуде при температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

- 1) $\frac{2}{3}p$
- 2) $\frac{3}{2}p$
- 3) $\frac{1}{6}p$
- 4) $6p$

49. /2.1.10/ Водород в количестве 3 моль находится в сосуде объемом V при комнатной температуре и давлении p . Каким должен быть объем кислорода, взятого в количестве 3 моль, при той же температуре и том же давлении? (Газы считать идеальными.)

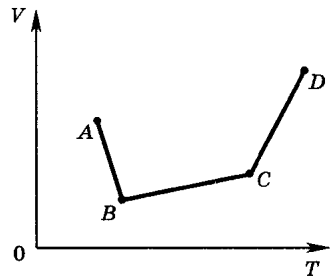
- 1) $16V$
- 2) $8V$
- 3) $4V$
- 4) V

50. /2.1.10/ В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости давления газа от температуры при изменениях его состояния представлен на рисунке. Какому состоянию газа соответствует наименьшее значение объема?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

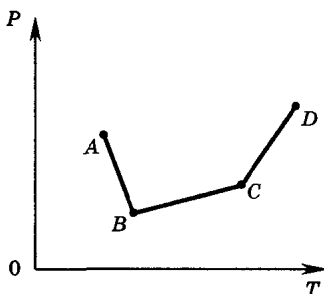
51. /2.1.10/ В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. На рисунке изображена зависимость объема газа от температуры. В каком состоянии давление газа наибольшее?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

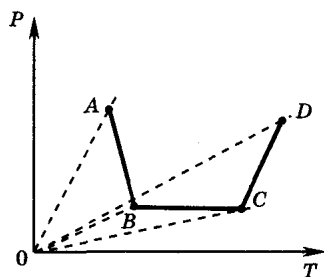
52. /2.1.10/ В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана зависимость давления газа от температуры при изменении его состояния. Какому состоянию газа соответствует наибольший его объем?

- 1) A 3) C
2) B 4) D



53. /2.1.10/ В сосуде постоянного объема находится идеальный газ, массу которого изменяют. На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния газа. В какой из точек диаграммы масса газа наибольшая?

- 1) A 3) C
2) B 4) D



54. /2.1.10/ В одном из опытов стали закачивать воздух в стеклянный сосуд, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а его давление возросло в 3 раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

- 1) в 2 раза 3) в 6 раз
2) в 3 раза 4) в 1,5 раза

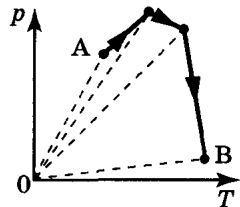
55. /2.1.10/ В одном из опытов стали нагревать воздух в сосуде постоянного объема. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 3 раза, а его давление возросло в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз изменилась масса воздуха в сосуде?

- 1) увеличилась в 6 раз
2) уменьшилась в 6 раз
3) увеличилась в 1,5 раза
4) уменьшилась в 1,5 раза

56. /2.1.10/ При проведении опыта по исследованию уравнения состояния газа учитель опустил сосуд с воздухом в горячую воду. При этом температура воздуха в сосуде увеличилась в 1,21 раза, а давление выросло в 1,10 раза. При объяснении этого результата ученики пришли к выводу, что масса воздуха в сосуде уменьшилась из-за утечки в

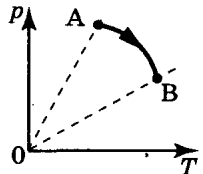
- | | |
|--------------|--------------|
| 1) 1,10 раза | 3) 1,31 раза |
| 2) 1,21 раза | 4) 1,33 раза |

57. /2.1.10/ В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Процесс изменения состояния газа показан на диаграмме (см. рисунок). Как менялся объем газа при его переходе из состояния A в состояние B ?



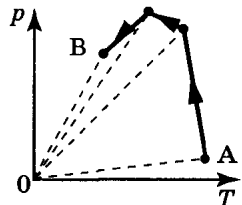
- 1) все время увеличивался
- 2) все время уменьшался
- 3) сначала увеличивался, затем уменьшался
- 4) сначала уменьшался, затем увеличивался

58. /2.1.10/ В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Процесс изменения состояния газа показан на диаграмме (см. рисунок). Как менялся объем газа при его переходе из состояния A в состояние B ?



- 1) все время увеличивался
- 2) все время уменьшался
- 3) сначала увеличивался, затем уменьшался
- 4) сначала уменьшался, затем увеличивался

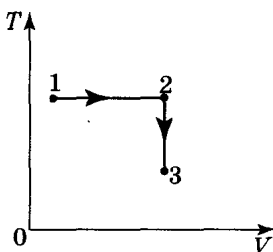
59. /2.1.10/ В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Процесс изменения состояния газа показан на диаграмме (см. рисунок). Как менялся объем газа при его переходе из состояния A в состояние B ?



- 1) сначала увеличивался, затем уменьшался
- 2) сначала уменьшался, затем увеличивался
- 3) все время увеличивался
- 4) все время уменьшался

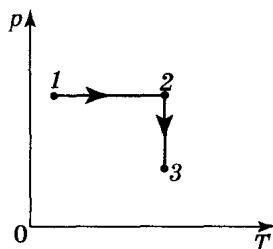
60. /2.1.10/ Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на рисунке. Наименьшее давление газа в процессе достигается

- 1) в точке 1
- 2) на всем отрезке 1—2
- 3) в точке 3
- 4) на всем отрезке 2—3



61. /2.1.10/ Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на рисунке. Наименьший объем газа в процессе достигается

- 1) в точке 1
- 2) на всем отрезке 1—2
- 3) в точке 3
- 4) на всем отрезке 2—3

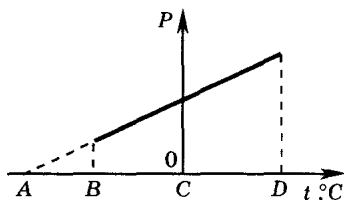


62. /2.1.10/ В баллоне находятся 20 кг азота при температуре 300 К и давлении 10^5 Па. Каков объем баллона? Ответ округлите до целых.

63. /2.1.10/ В баллоне объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа? Ответ выразите в килопаскалях и округлите до целых.

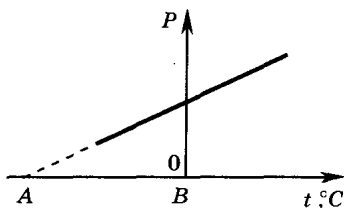
64. /2.1.11/ На рисунке приведен график зависимости давления некоторой массы идеального газа от температуры при постоянном объеме. Какая точка на горизонтальной оси соответствует абсолютному нулю температуры?

- 1) А
- 2) В
- 3) С
- 4) на графике нет соответствующей точки

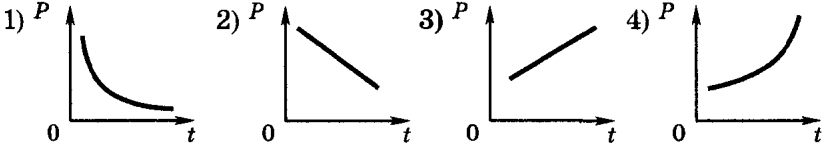
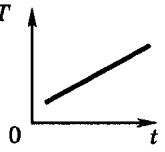


65. /2.1.11/ На рисунке приведен график зависимости давления идеального газа от температуры при постоянном объеме. Какой температуре соответствует точка А?

- 1) -273 К
- 2) 0 К
- 3) 0°C
- 4) 273°C

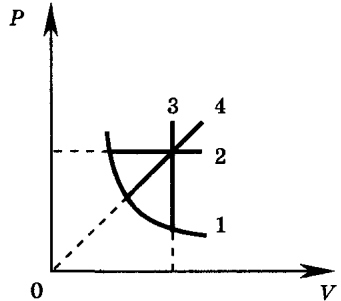


66. /2.1.11/ Герметично закрытый сосуд с газом нагревают. Температура газа T в сосуде растет со временем t так, как показано на рисунке справа. Какой график правильно показывает зависимость давления газа в сосуде от времени? Объем сосуда считать постоянным, а газ идеальным.



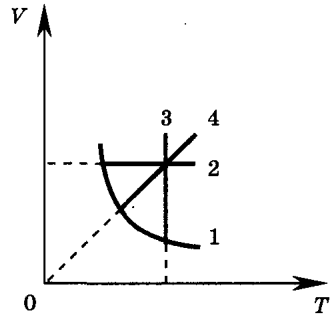
67. /2.1.11/ На PV -диаграмме приведены графики изменения состояния идеального газа. Изохорному процессу соответствует линия графика

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



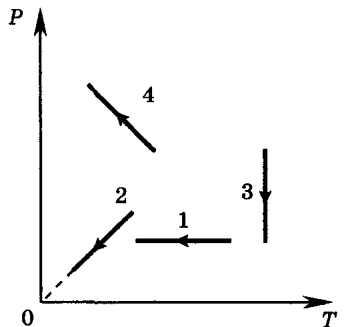
68. /2.1.11/ На VT -диаграмме приведены графики изменения состояния идеального газа. Изохорному процессу соответствует линия графика

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



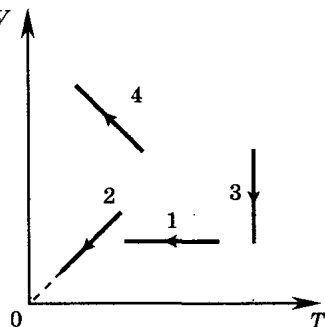
69. /2.1.11/ На рисунке показаны графики четырех процессов изменения состояния идеального газа. Изотермическим расширением является процесс

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



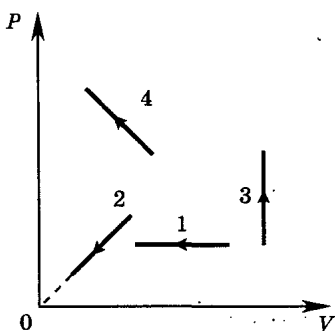
70. /2.1.11/ На рисунке показаны графики четырех процессов изменения состояния идеального газа. Изохорным охлаждением является процесс

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

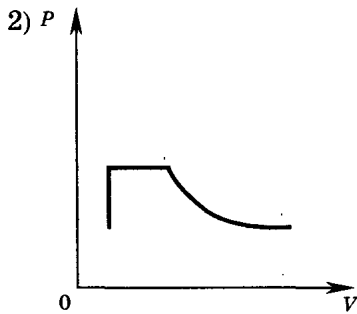
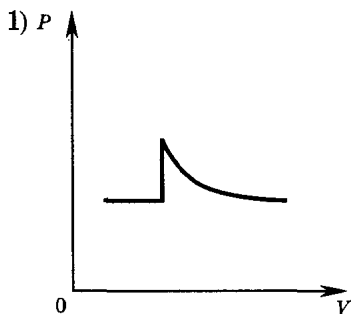


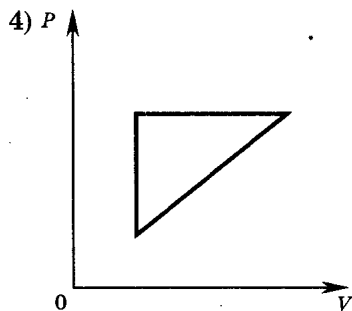
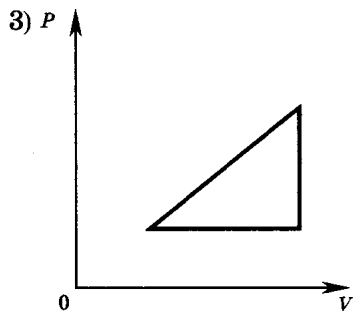
71. /2.1.11/ На рисунке показаны графики четырех процессов изменения состояния идеального газа. Изохорным нагреванием является процесс

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

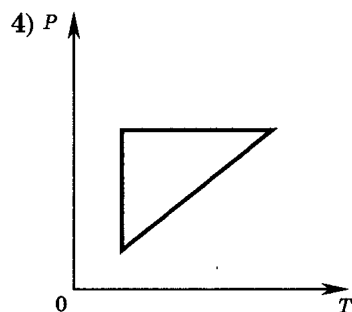
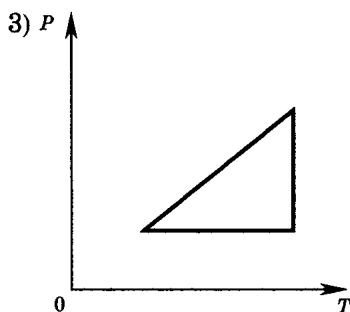
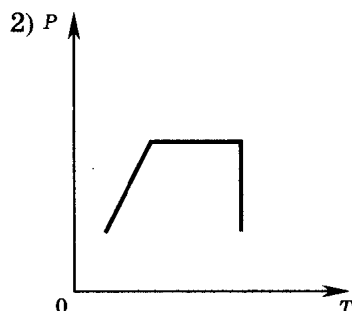
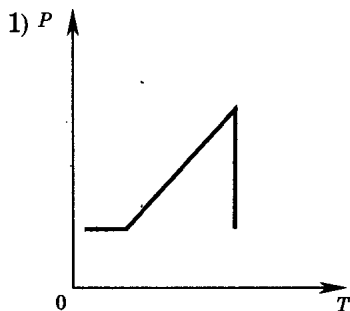


72. /2.1.11/ Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях $P-V$ соответствует этим изменениям состояния газа?



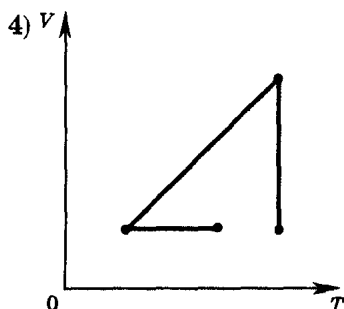
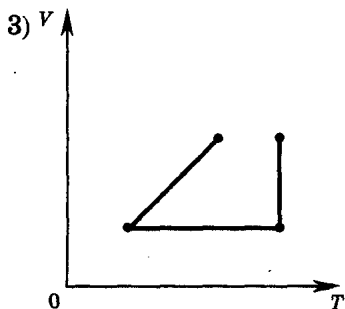
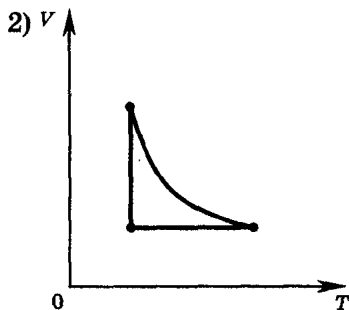
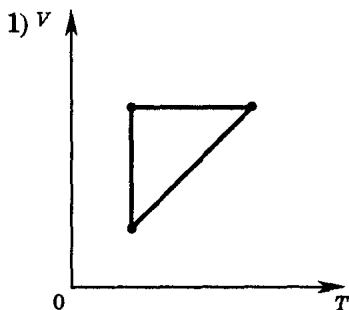


73. /2.1.11/ Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях P - T соответствует этим изменениям состояния газа?



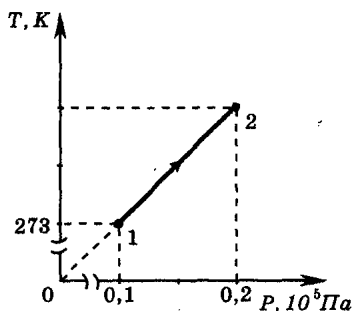
74. /2.1.11/ Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков в

координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



75. /2.1.11/ На рисунке показано изменение состояния неона в количестве 3 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?

- 1) 0,002 К
- 2) 27,3 К
- 3) 546 К
- 4) 1638 К



76. /2.1.11/ При постоянной температуре объем данной массы идеального газа возрос в 9 раз. Давление при этом

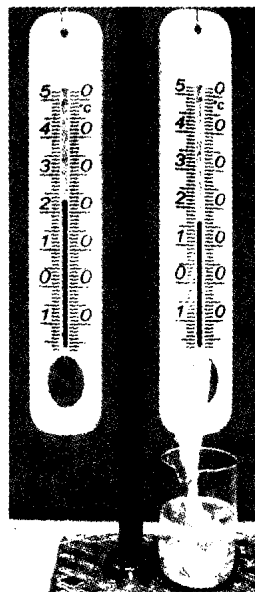
- 1) увеличилось в 3 раза
- 2) увеличилось в 9 раз
- 3) уменьшилось в 3 раза
- 4) уменьшилось в 9 раз

77. /2.1.11/ При постоянной температуре объем данной массы идеального газа возрос в 4 раза. Давление газа при этом
- 1) увеличилось в 2 раза
 - 2) увеличилось в 4 раза
 - 3) уменьшилось в 2 раза
 - 4) уменьшилось в 4 раза
78. /2.1.11/ Газ, объем которого 8,31 л, находится в баллоне при температуре 127°C и давлении 100 кПа. Какое количество вещества содержится в газе?
- 1) 0,5 моль
 - 2) 0,25 моль
 - 3) 1 моль
 - 4) 2 моль
79. /2.1.12/ При увеличении плотности водяных паров в воздухе при неизменной температуре их парциальное давление
- 1) не изменяется
 - 2) увеличивается
 - 3) уменьшается
 - 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться
80. /2.1.12/ При одной и той же температуре насыщенный пар в закрытом сосуде отличается от ненасыщенного пара в таком же сосуде
- 1) давлением
 - 2) скоростью движения молекул
 - 3) средней энергией хаотичного движения молекул
 - 4) отсутствием примеси посторонних газов
81. /2.1.12/ В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно сделать насыщенным,
- 1) повышая температуру
 - 2) уменьшая объем сосуда
 - 3) увеличивая внутреннюю энергию
 - 4) добавляя в сосуд другой газ
82. /2.1.12/ В сосуде, содержащем только пар и воду, поршень двигают так, что давление остается постоянным. Температура при этом
- 1) не изменяется
 - 2) увеличивается
 - 3) уменьшается
 - 4) может как уменьшаться, так и увеличиваться

- 83.** /2.1.13/ Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20°C равно $0,466$ кПа, давление насыщенного водяного пара при этой температуре $2,33$ кПа. Относительная влажность воздуха равна
- 1) 10%
 - 2) 20%
 - 3) 30%
 - 4) 40%
- 84.** /2.1.13/ Парциальное давление водяного пара в комнате равно $2 \cdot 10^3$ Па при относительной влажности воздуха 60%. Следовательно, давление насыщенного водяного пара при данной температуре приблизительно равно
- 1) $1,2 \cdot 10^3$ Па
 - 2) $3,3 \cdot 10^3$ Па
 - 3) $1,2 \cdot 10^5$ Па
 - 4) $6 \cdot 10^3$ Па
- 85.** /2.1.13/ При какой влажности воздуха человек легче переносит высокую температуру воздуха и почему?
- 1) при низкой, т. к. при этом легче идет испарение пота
 - 2) при низкой, т. к. при этом труднее идет испарение пота
 - 3) при высокой, т. к. при этом легче идет испарение пота
 - 4) при высокой, т. к. при этом труднее идет испарение пота
- 86.** /2.1.13/ В субботу температура воздуха была выше, чем в воскресенье. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в эти дни оставалось постоянным. В какой из дней относительная влажность воздуха была больше? Учтите, что давление насыщенного пара увеличивается с ростом температуры.
- 1) в субботу
 - 2) в воскресенье
 - 3) влажность воздуха в эти дни была одинаковой
 - 4) недостаточно данных для ответа на вопрос
- 87.** /2.1.13/ На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

t сух. терм.	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	°C	0	1	2	3	4	5	6	7
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44



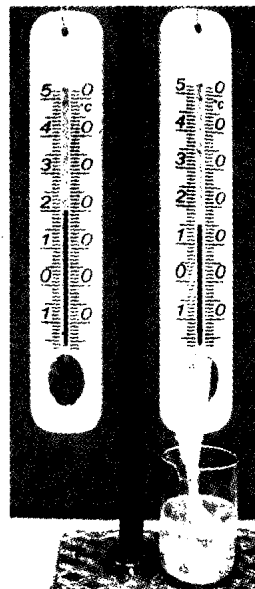
Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

- 1) 37% 2) 45% 3) 48% 4) 59%

88. /2.1.13/ На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность воздуха указана в процентах.

Психрометрическая таблица

t сух. терм.	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	°C	0	1	2	3	4	5	6	7
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27



t сух. терм.	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

- 1) 59% 2) 66% 3) 63% 4) 44%

89. /2.1.14/ При какой температуре молекулы могут покидать поверхность воды?

- 1) только при температуре кипения
 2) только при температуре выше 100°C
 3) только при температуре выше 20°C
 4) при любой температуре

90. /2.1.14/ На стол поставили две одинаковые бутылки, наполненные равным количеством воды комнатной температуры. Одна из них завернута в мокрое полотенце, другая — в сухое. Измерив через некоторое время температуру воды в обеих бутылках, обнаружили, что температура воды

- 1) в обеих бутылках осталась прежней
 2) в бутылке, обернутой мокрым полотенцем, оказалась выше комнатной
 3) в бутылке, обернутой мокрым полотенцем, оказалась ниже комнатной
 4) в бутылке, обернутой сухим полотенцем, оказалась ниже, чем в другой

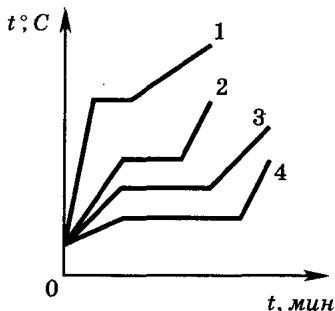
91. /2.1.14/ В сосуде находятся жидкость и ее пар. В процессе конденсации пара выделяется некоторое количество теплоты. При этом внутренняя энергия вещества
- 1) увеличивается
 - 2) уменьшается
 - 3) не изменяется
 - 4) превращается в механическую энергию
92. /2.1.14/ Укажите правильное утверждение.
- При переходе вещества из жидкого состояния в газообразное
- А** — увеличивается среднее расстояние между его молекулами.
- Б** — молекулы почти перестают притягиваться друг к другу.
- В** — полностью теряется упорядоченность в расположении его молекул.
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) только В
 - 4) А, Б и В
93. /2.1.14/ Укажите правильные утверждения.
- При переходе вещества из газообразного состояния в жидкое при неизменной температуре
- А** — уменьшается среднее расстояние между его молекулами
- Б** — обязательно уменьшается средняя энергия теплового движения молекул
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) А и Б
 - 4) ни А, ни Б
94. /2.1.14/ На столе под лучами солнца стоят три одинаковых кувшина, наполненных водой. Кувшин 1 закрыт пробкой; кувшин 2 открыт, а стенки кувшина 3 пронизаны множеством пор, по которым вода медленно просачивается наружу. Сравните установившуюся температуру воды в этих кувшинах.
- 1) в кувшине 1 будет самая низкая температура
 - 2) в кувшине 2 будет самая низкая температура
 - 3) в кувшине 3 будет самая низкая температура
 - 4) во всех трех кувшинах будет одинаковая температура

95. /2.1.14/ Жидкости могут испаряться

- 1) только при низком давлении
- 2) только при нормальном атмосферном давлении
- 3) только при температуре, близкой к температуре ее кипения
- 4) при любых внешних условиях

96. /2.1.15/ На рисунке приведены графики изменения со временем температуры четырех веществ. В начале нагревания все эти вещества находились в жидком состоянии. Какое из веществ имеет наибольшую температуру кипения?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



97. /2.1.15/ При повышении давления на жидкость температура ее кипения

- 1) повышается
- 2) понижается
- 3) не изменяется
- 4) для одних жидкостей повышается, а для других понижается

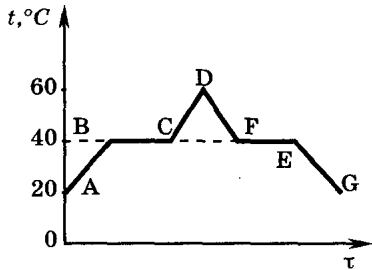
98. /2.1.15/ Температура кипения воды зависит от

- 1) мощности нагревателя
- 2) вещества сосуда, в котором нагревается вода
- 3) атмосферного давления
- 4) начальной температуры воды

99. /2.1.15/ Кипение жидкости происходит при постоянной температуре. Для кипения необходим постоянный приток энергии. Подводимая к жидкости энергия расходуется на

- 1) увеличение средней кинетической энергии молекул жидкости
- 2) уменьшение средней кинетической энергии молекул жидкости
- 3) установление динамического равновесия между жидкостью и паром
- 4) совершение работы выхода молекул с поверхности жидкости

100. /2.1.15/ На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени его нагревания и охлаждения. В начальный момент времени эфир жидкий. Какой участок графика соответствует процессу кипения эфира?



- 1) ABCD 2) BC 3) CD 4) DE

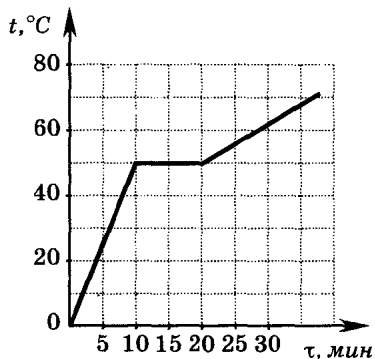
101. /2.1.15/ При одинаковой температуре 100°C давление насыщенных паров воды равно 10^5 Па, аммиака — $59 \cdot 10^5$ Па и ртути — 37 Па. В каком из вариантов ответа эти вещества расположены в порядке убывания температуры их кипения в открытом сосуде?

- 1) вода → аммиак ртуть 3) ртуть → вода аммиак
2) аммиак → ртуть вода 4) вода → ртуть аммиак

102. /2.1.15/ В электрочайнике неисправный нагреватель заменили на нагреватель вдвое меньшей мощности. Температура кипения воды при этом

- 1) уменьшилась в 2 раза
2) уменьшилась более чем в 2 раза
3) уменьшилась менее чем в 2 раза
4) практически не изменилась

103. /2.1.16/ На рисунке показан график зависимости температуры кристаллического вещества от времени его нагревания. Какова температура плавления вещества?



- 1) 80°C
2) 60°C
3) 50°C
4) 45°C

104. /2.1.16/ При замерзании воды энергия

- 1) выделяется
2) поглощается

- 3) не выделяется и не поглощается
- 4) в одних условиях может выделяться, а в других — поглощаться

105. /2.1.16/ Лед при температуре 0°C внесли в теплое помещение. Температура льда до того, как он растает,

- 1) не изменится, так как вся энергия, получаемая льдом в это время, расходуется на разрушение кристаллической решетки
- 2) не изменится, так как при плавлении лед получает тепло от окружающей среды, а затем отдает его обратно
- 3) повысится, так как лед получает тепло от окружающей среды, значит, его внутренняя энергия растет, и температура льда повышается
- 4) понизится, так как при плавлении лед отдает окружающей среде некоторое количество теплоты

106. /2.1.16/ В процессе плавления кристаллического тела происходит

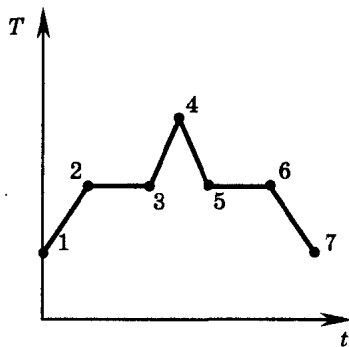
- 1) уменьшение размеров частиц
- 2) изменение химического состава
- 3) разрушение кристаллической решетки
- 4) уменьшение кинетической энергии частиц

107. /2.1.16/ Как изменяется внутренняя энергия кристаллического вещества в процессе его плавления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) для одних кристаллических веществ увеличивается, для других — уменьшается

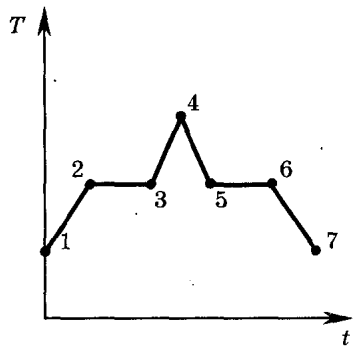
108. /2.1.16/ На рисунке показан график зависимости температуры T вещества от времени t . В начальный момент времени вещество находилось в кристаллическом состоянии. Какая из точек соответствует началу процесса плавления вещества?

- 1) 5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 6



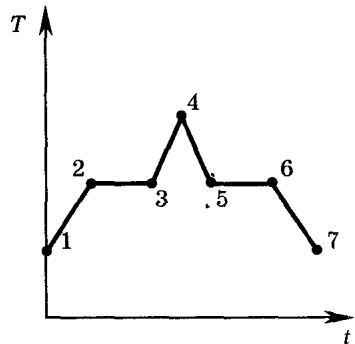
109. /2.1.16/ На рисунке показан график зависимости температуры T вещества от времени t . В начальный момент времени вещество находилось в кристаллическом состоянии. Какая из точек соответствует окончанию процесса плавления вещества?

- 1) 5 3) 3
2) 2 4) 6



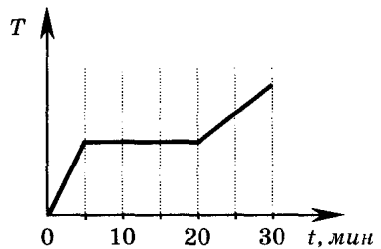
110. /2.1.16/ На графике представлена зависимость температуры T вещества от времени t . В начальный момент времени вещество находилось в кристаллическом состоянии. Какая из точек соответствует окончанию процесса отвердевания?

- 1) 5 3) 3
2) 6 4) 7



111. /2.1.16/ В печь поместили некоторое количество алюминия. Диаграмма изменения температуры алюминия с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передает алюминию 1 кДж энергии в минуту. Какое количество теплоты потребовалось для плавления алюминия, уже нагретого до температуры его плавления?

- 1) 5 кДж 2) 15 кДж 3) 20 кДж 4) 30 кДж



112. /2.1.16/ В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в сосуде 330 г, а в конце процесса таяния масса воды увеличилась на 84 г. Какой была начальная температура воды в калориметре? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

113. /2.1.16/ В калориметр с водой бросают кусочки льда при температуре 0°C . В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в калориметре 330 г, а в конце процесса таяния масса воды увеличилась. Насколько увеличилась масса воды, если первоначальная температура воды 20°C ? Ответ выразите в граммах (г).
114. /2.1.16/ В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. К концу процесса масса воды увеличилась на 84 г. Какова начальная масса воды, если ее первоначальная температура 20°C ? Ответ выразите в граммах (г).
115. /2.1.16/ Для определения удельной теплоты плавления льда в сосуд с водой массой 300 г и температурой 20°C стали бросать кусочки тающего льда при непрерывном помешивании. К моменту времени, когда лед перестал таять, масса воды увеличилась на 84 г. Определите по данным опыта удельную теплоту плавления льда. Ответ выразите в кДж/кг.
116. /2.1.16/ Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.
117. /2.1.16/ Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г. Какова первоначальная температура (по Цельсию) лимонада, если установилась температура 15°C после того, как в него бросили 4 кубика? Удельная теплоемкость лимонада равна удельной теплоемкости воды. Тепловыми потерями пренебречь. Ответ округлите до целых.

Термодинамика

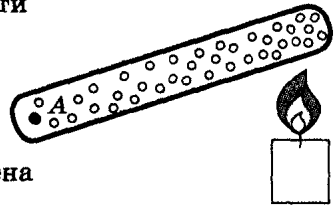
1. /2.2.1/ Как изменяется внутренняя энергия тела при его охлаждении?
- 1) увеличивается
 - 2) уменьшается

- 3) у газообразных тел увеличивается, у жидких и твердых тел не изменяется
- 4) у газообразных тел не изменяется, у жидких и твердых тел уменьшается
2. /2.2.1/ С поверхности воды в сосуде происходит испарение при отсутствии теплообмена с внешними телами. Как в результате этого процесса изменяется внутренняя энергия испарившейся и оставшейся воды?
- 1) испарившейся — увеличивается, оставшейся — уменьшается
- 2) испарившейся — уменьшается, оставшейся — увеличивается
- 3) испарившейся — увеличивается, оставшейся — не изменяется
- 4) испарившейся — уменьшается, оставшейся — не изменяется
3. /2.2.1/ Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее
- 1) нагреть
- 2) заставить двигаться с большей скоростью
- 3) поднять над поверхностью Земли
- 4) опустить в воду той же температуры
4. /2.2.1/ При изотермическом увеличении давления одного моля идеального газа его внутренняя энергия
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется
5. /2.2.1/ Внутренняя энергия одноатомного идеального газа при изохорном увеличении его давления
- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

6. /2.2.2/ Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяного пара, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у этих газов обязательно одинаковы
- 1) температуры
 - 2) парциальные давления
 - 3) концентрации молекул
 - 4) плотности
7. /2.2.2/ Тело А находится в тепловом равновесии с телом С, а тело В **не** находится в тепловом равновесии с телом С. Найдите верное утверждение.
- 1) температуры тел А и В одинаковы
 - 2) температуры тел А, С и В одинаковы
 - 3) тела А и В находятся в тепловом равновесии
 - 4) температуры тел А и В не одинаковы
8. /2.2.3/ Температура тела А равна 300 К, температура тела В равна 100°C. Температура какого из тел повысится при тепловом контакте тел?
- 1) тела А
 - 2) тела В
 - 3) температуры тел А и В не изменятся
 - 4) температуры тел А и В могут только понижаться
9. /2.2.3/ Чтобы человек мог существовать при разной температуре окружающей среды, внутренние регуляторные механизмы жизнедеятельности организма человека действуют так, что
- 1) между человеческим организмом и окружающей средой при любой температуре поддерживается тепловое равновесие
 - 2) при более высокой температуре окружающей среды увеличивается теплоотдача организма человека, а при более низкой — уменьшается
 - 3) при более высокой температуре окружающей среды уменьшается теплоотдача организма человека, а при более низкой — увеличивается
 - 4) уровень теплоотдачи от организма поддерживается постоянным независимо от температуры окружающей среды

10. /2.2.3/ Металлическую трубку очень малого диаметра, запаянную с двух сторон и заполненную газом, нагревают (см. рисунок). Через некоторое время температура газа в точке А повышается. Это можно объяснить передачей энергии от места нагревания в точку А

- 1) в основном путем теплопроводности
- 2) в основном путем конвекции
- 3) в основном путем лучистого теплообмена
- 4) путем теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена в равной мере



11. /2.2.3/ Металлический стержень нагревают, поместив один его конец в пламя (см. рисунок). Через некоторое время температура металла в точке А повышается. Это можно объяснить передачей энергии от места нагревания в точку А

- 1) в основном путем теплопроводности
- 2) путем конвекции и теплопроводности
- 3) в основном путем лучистого теплообмена
- 4) путем теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена примерно в равной мере



12. /2.2.3/ На Земле в огромных масштабах осуществляется круговорот воздушных масс. Движение воздушных масс связано преимущественно с

- 1) теплопроводностью и излучением
- 2) теплопроводностью
- 3) излучением
- 4) конвекцией

13. /2.2.3/ Какой вид теплообмена определяет передачу энергии от Солнца к Земле?

- 1) в основном конвекция
- 2) в основном теплопроводность
- 3) в основном излучение
- 4) как теплопроводность, так и излучение

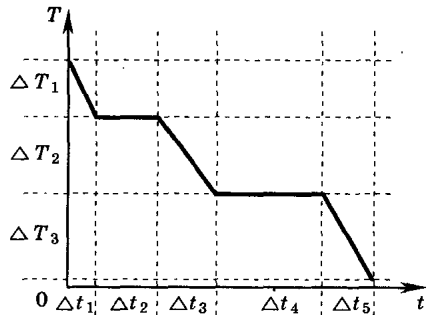
14. /2.2.3/ В кастрюле с водой, поставленной на электроплиту, теплообмен между конфоркой и водой осуществляется путем

- 1) излучения
- 2) конвекции и теплопроводности
- 3) теплопроводности
- 4) излучения и теплопроводности

15. /2.2.4/ На нагревание текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от 30°C до 90°C потребовалось затратить 18 кДж энергии. Какова удельная теплоемкость текстолита?

- 1) 0,75 кДж/(кг · К)
- 2) 1 кДж/(кг · К)
- 3) 1,5 кДж/(кг · К)
- 4) 3 кДж/(кг · К)

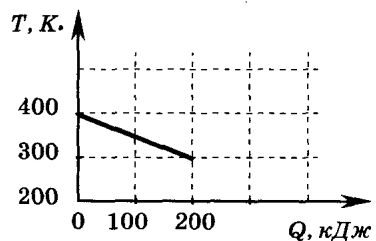
16. /2.2.4/ На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии.



Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость жидкой воды по результатам этого опыта?

- 1) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$
- 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$
- 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m}$
- 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

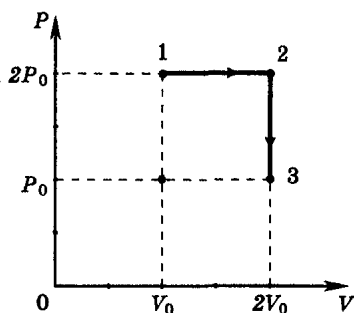
17. /2.2.4/ На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



- 1) 0,002 Дж/(кг · К)
- 2) 0,5 Дж/(кг · К)
- 3) 500 Дж/(кг · К)
- 4) 40 000 Дж/(кг · К)

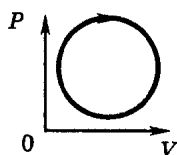
18. /2.2.4/ При передаче твердому телу массой m количества теплоты Q температура тела повысилась на T . Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость вещества этого тела?
- 1) $\frac{m\Delta T}{Q}$ 2) $\frac{Q}{m\Delta T}$ 3) $\frac{Q}{\Delta T}$ 4) $Q \cdot m \cdot \Delta T$
19. /2.2.4/ Для нагревания кирпича массой 2 кг от 20°C до 85°C затрачено такое же количество теплоты, как для нагревания той же массы воды на 13°C. Теплоемкость кирпича равна
- 1) 840 Дж/кг·°C 3) 2100 Дж/кг·°C
2) 21000 Дж/кг·°C 4) 1680 Дж/кг·°C
20. /2.2.4/ Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?
- 1) 390 Дж 2) 26 кДж 3) 260 Дж 4) 390 кДж
21. /2.2.4/ Чугунная деталь массой 10 кг при понижении ее температуры на 200 К отдает количество теплоты, равное
- 1) 25 МДж 2) 100 кДж 3) 25 кДж 4) 1000 кДж
22. /2.2.4/ Если для нагревания 5 кг вещества на 20 К необходимо 13 кДж теплоты, то удельная теплоемкость этого вещества
- 1) $130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 2) $0,13 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 3) $3,25 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 4) $52 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
23. /2.2.4/ При охлаждении твердого тела массой m температура тела понизилась на ΔT . Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость вещества этого тела, если при этом охлаждении тело передало окружающим телам количество теплоты Q ?
- 1) $\frac{Q \cdot \Delta T}{m}$ 2) $\frac{Q}{\Delta T}$ 3) $\frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ 4) $Q \cdot m \cdot \Delta T$
24. /2.2.4/ При нагревании твердого тела массой m его температура повысилась на ΔT . Какое из приведенных ниже выражений определяет количество переданной телу теплоты Q , если удельная теплоемкость вещества этого тела c ?
- 1) $c \cdot m \cdot \Delta T$ 2) $\frac{m \cdot \Delta T}{c}$ 3) $\frac{c \cdot m}{\Delta T}$ 4) $\frac{c \cdot \Delta T}{m}$

25. /2.2.5/ Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объема. Работа, совершенная газом, равна



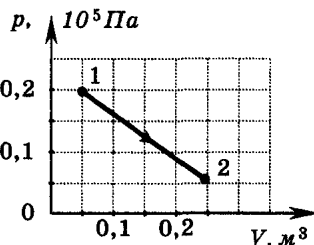
- 1) $\frac{1}{2}p_0V_0$ 3) $2p_0V_0$
 2) p_0V_0 4) $4p_0V_0$

26. /2.2.5/ График зависимости давления от объема для циклического процесса изображен на рисунке. В этом процессе газ



- 1) совершает положительную работу
 2) совершает отрицательную работу
 3) не получает энергию от внешних источников
 4) не отдает энергию внешним телам

27. /2.2.5/ Какую работу совершил одноатомный газ в процессе, изображенном на pV -диаграмме (см. рисунок)?



- 1) 2,5 кДж 3) 3 кДж
 2) 1,5 кДж 4) 4 кДж

28. /2.2.5/ В цилиндре при 20°C находится 2 кг воздуха под давлением $9,8 \cdot 10^5$ Па. Какова работа воздуха при его изобарном нагревании на 100°C ? Ответ выразите в килоджоулях (кДж) и округлите до целых.

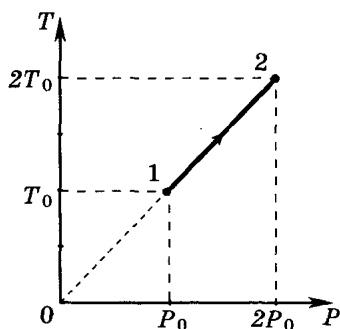
29. /2.2.6/ Газ в сосуде сжали, совершив работу 30 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 25 Дж. Следовательно, газ

- 1) получил извне количество теплоты, равное 5 Дж
 2) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 5 Дж
 3) получил извне количество теплоты, равное 55 Дж
 4) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 55 Дж

30. /2.2.6/ Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Внутренняя энергия газа при этом
- 1) увеличилась на 400 Дж
 - 2) увеличилась на 200 Дж
 - 3) уменьшилась на 400 Дж
 - 4) уменьшилась на 200 Дж
31. /2.2.6/ Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. При этом
- 1) газ совершил работу 400 Дж
 - 2) газ совершил работу 200 Дж
 - 3) над газом совершили работу 400 Дж
 - 4) над газом совершили работу 100 Дж

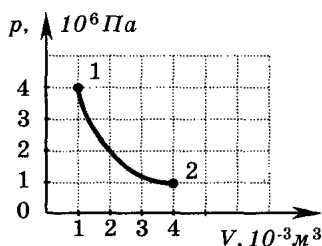
32. /2.2.6/ Идеальный газ переходит изотермически из одного состояния в другое. При увеличении объема газа
- 1) ему сообщают некоторое количество теплоты
 - 2) его внутренняя энергия возрастает
 - 3) работа, совершаемая внешними телами, положительна
 - 4) давление увеличивается

33. /2.2.6/ На графике показана зависимость температуры от давления идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



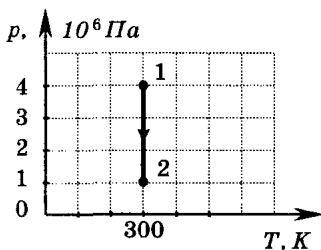
- 1) 0 кДж
- 2) 10 кДж
- 3) 20 кДж
- 4) 40 кДж

34. /2.2.6/ На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от объема. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом при переходе из состояния 1 в состояние 2, равно



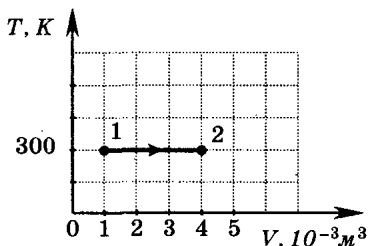
- | | |
|----------|----------|
| 1) 1 кДж | 3) 4 кДж |
| 2) 3 кДж | 4) 7 кДж |

35. /2.2.6/ На графике показана зависимость давления идеального одноатомного газа от температуры. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Начальный объем газа равен 10^{-3} м^3 . Количество теплоты, полученное газом, равно



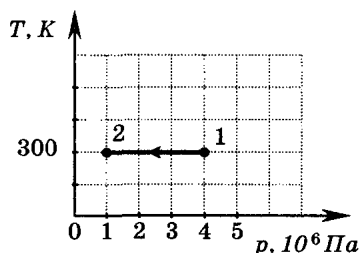
- 1) 1 кДж 2) 3 кДж 3) 4 кДж 4) 7 кДж

36. /2.2.6/ На рисунке показан график изотермического расширения идеального одноатомного газа. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



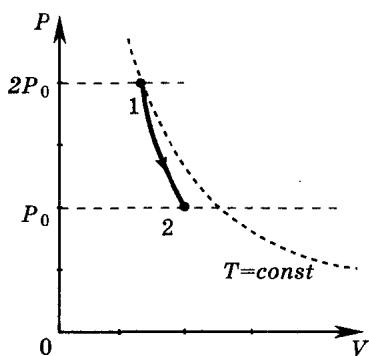
- 1) 1 кДж 3) 4 кДж
2) 3 кДж 4) 7 кДж

37. /2.2.6/ На Tp -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ совершил работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



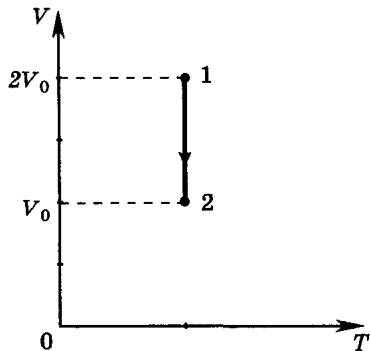
- 1) 0 кДж
2) 1 кДж
3) 3 кДж
4) 4 кДж

38. /2.2.6/ На рисунке представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объема при его адиабатном расширении. Газ совершил работу, равную 20 кДж. Внутренняя энергия газа при этом



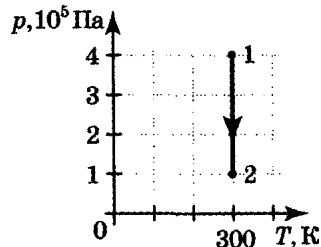
- 1) не изменилась
2) увеличилась на 20 кДж
3) уменьшилась на 20 кДж
4) уменьшилась на 40 кДж

39. /2.2.6/ На V T -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдает 50 кДж теплоты. Работа внешних сил равна



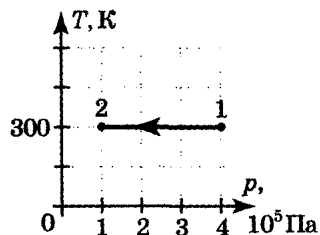
- 1) 0 кДж
- 2) 25 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 100 кДж

40. /2.2.7/ На p T -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа неизменной массы. Газ совершает работу, равную 5 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



- 1) 1 кДж
- 2) 3 кДж
- 3) 3,5 кДж
- 4) 5 кДж

41. /2.2.7/ На T p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа неизменной массы. Газ совершил работу, равную 5 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



- 1) 0 кДж
- 2) 3 кДж
- 3) 3,5 кДж
- 4) 5 кДж

42. /2.2.7/ Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна

- 1) 0,5 кДж
- 2) 1,0 кДж
- 3) 1,5 кДж
- 4) 2,0 кДж

43. /2.2.7/ Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты Q . При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Поглощенное количество теплоты равно

- 1) 0,5 кДж
- 2) 1,0 кДж
- 3) 1,5 кДж
- 4) 2,0 кДж

44. /2.2.7/ Одноатомный идеальный газ в количестве ν молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Число молей газа равно
- 1) 1 2) 2 3) 6 4) 4
45. /2.2.7/ Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на $5 \cdot 10^4$ Па. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объеме $0,3 \text{ м}^3$. Какое количество теплоты было отдано газом? Ответ выразите в килоджоулях (кДж) и округлите до десятых.
46. /2.2.7/ Объем постоянной массы идеального одноатомного газа увеличился при постоянном давлении $5 \cdot 10^5$ Па на $0,03 \text{ м}^3$. Насколько увеличилась внутренняя энергия газа? Ответ выразите в кДж.
47. /2.2.8/ У идеальной тепловой машины Карно температура холодильника равна 300 К. Какой должна быть температура ее нагревателя, чтобы КПД машины был равен 40%?
- 1) 1200 К 3) 600 К
2) 800 К 4) 500 К
48. /2.2.8/ Тепловая машина с КПД 50% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?
- 1) 200 Дж 3) 100 Дж
2) 150 Дж 4) 50 Дж
49. /2.2.8/ Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?
- 1) 40% 3) 29%
2) 60% 4) 43%
50. /2.2.8/ Тепловая машина за цикл получает от нагревателя 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?
- 1) 200% 3) 50%
2) 20% 4) такая машина невозможна

51. /2.2.8/ Температура нагревателя идеальной тепловой машины 425 К, а температура холодильника 300 К. Двигатель получил от нагревателя количество теплоты 40 кДж. Какую работу совершило рабочее тело?
- 1) 16,7 кДж 2) 3 кДж 3) 12 кДж 4) 97 Дж
52. /2.2.8/ Максимальный КПД тепловой машины с температурой нагревателя 227°C и температурой холодильника 27°C равен
- 1) 100% 2) 88% 3) 60 4) 40%
53. /2.2.8/ Горячий пар поступает в турбину при температуре 500°C, а выходит из нее при температуре 30°C. Каков КПД турбины? Паровую турбину считать идеальной тепловой машиной.
- 1) 1% 2) 61% 3) 94% 4) 100%
54. /2.2.9/ Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе ее работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с?
- 1) 0,4 Дж 2) 40 Дж 3) 400 Дж 4) 40 кДж

***Задания с развернутым ответом
по молекулярной физике и термодинамике***

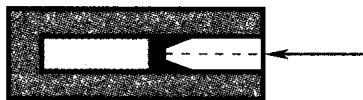
1. Воздушный шар объемом 2500 м³ с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой 200 кг? Температура окружающего воздуха 7°C, его плотность 1,2 кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.
2. Воздушный шар объемом 2500 м³ с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Рассчитайте максимальную массу груза, который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры 77°C. Температура окружающего воздуха 7°C, его плотность 1,2 кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.

3. Воздушный шар объемом 2500 м^3 имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Если температура окружающего воздуха 7°C , а его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$, то при нагревании воздуха в шаре до температуры 77°C шар поднимает груз с максимальной массой 200 кг . Какова масса оболочки шара? Оболочку шара считать нерастяжимой.
4. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
5. Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой 400 кг заполнен гелием. Он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па , груз массой 225 кг . Какова масса гелия в оболочке шара? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
6. В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится гелий в количестве $0,1$ моль, запертый поршнем. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г , летящая горизонтально со скоростью 400 м/с , и застревает в нем. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К . Какова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.

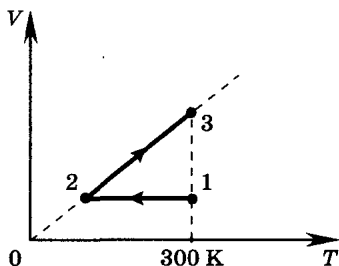


7. В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится гелий в количестве $0,1$ моль, запертый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г , летящая горизонтально со скоростью 400 м/с , и застревает в нем. Как изменится температура гелия

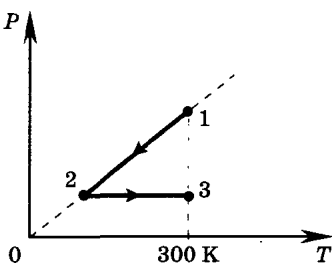
в момент остановки поршня в крайнем левом положении? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обмениваться теплом с сосудом и поршнем.



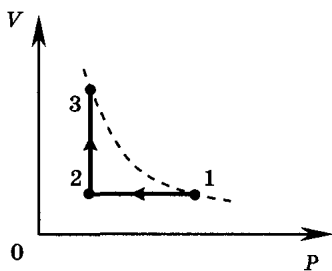
8. Одноатомный идеальный газ в количестве 10 моль сначала охладили, уменьшив давление в 3 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2—3?



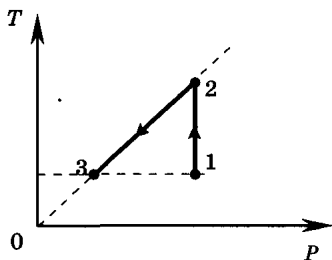
9. Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1—2?



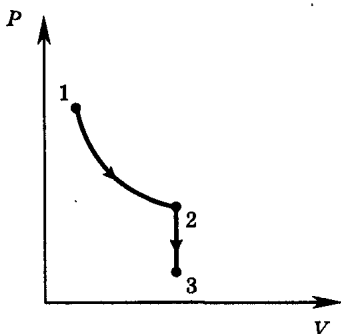
10. Идеальный одноатомный газ в количестве 10 моль охладили, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2—3?



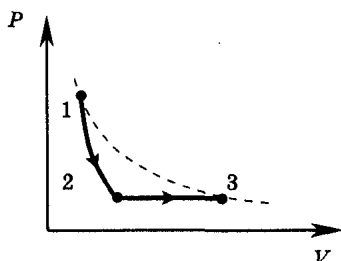
11. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладили до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1—2?



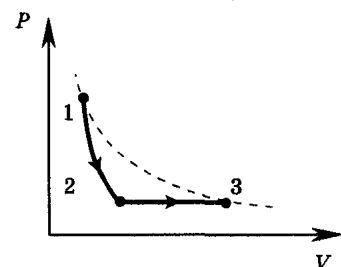
12. Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300 \text{ К}$). Затем газ охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2—3?



13. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс 1—2—3 газом совершена работа, равная 5 кДж. Какую работу совершил газ при изобарном расширении?



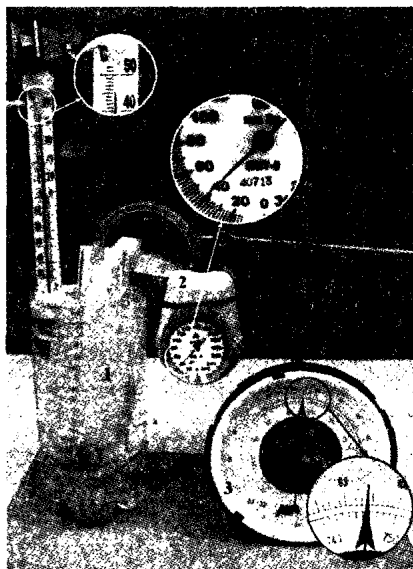
14. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 3 кДж. Какова работа газа за весь процесс 1—2—3?



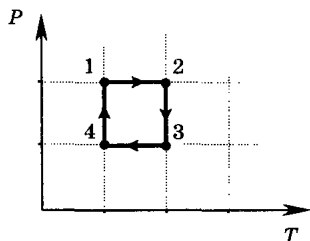
15. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится воздух. Во время опыта и объем воздуха в цилиндре, и его абсолютную температуру увеличили в 2 раза. Оказалось, однако, что воздух мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта его давление в цилиндре не изменилось. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? (Воздух считать идеальным газом.)
16. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде возросло в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объеме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

17. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по изотермическому сжатию газа его объем уменьшился вдвое, а давление газа упало в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать идеальным.)

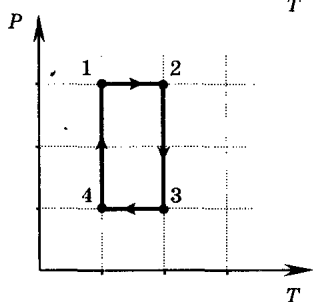
18. При исследовании уравнения состояния газа ученик соединил сосуд (1) объемом 150 мл с манометром (2) тонкой трубкой и опустил сосуд в горячую воду (см. рисунок). Чему равна плотность воздуха в сосуде? Начальные показания манометра равны 0 мм рт. ст. Шкала манометра и нижняя шкала барометра (3) проградуированы в мм рт. ст. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа. Объем измерительного механизма манометра и соединительной трубки значительно меньше 150 мл.



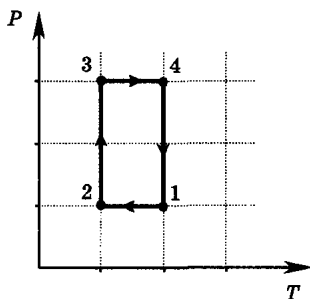
19. На P T -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком участке цикла работа газа наибольшая по абсолютной величине?



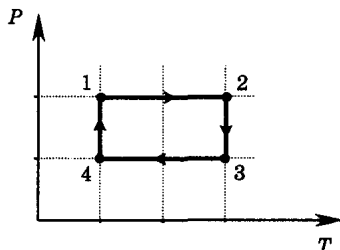
20. На P T -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком из участков цикла 1—2, 2—3, 3—4, 4—1 работа газа наибольшая по модулю?



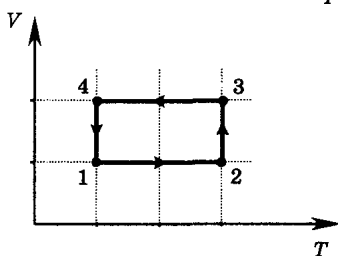
21. На PT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). Найдите модуль отношения работ газа $\frac{\Delta A_{34}}{\Delta A_{12}}$ на участках 3—4 и 1—2.



22. На PT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком участке цикла работа газа наименьшая по модулю?

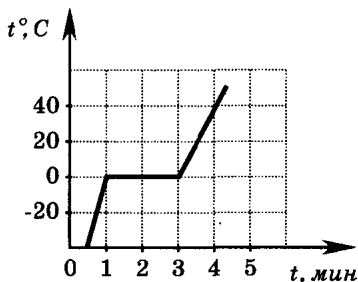


23. На VT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком из четырех участков цикла 1—2, 2—3, 3—4, 4—1 работа газа наибольшая по абсолютной величине?



24. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой неподвижной перегородкой на две равные части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона — нет. В начальный момент в одной части сосуда находится $\nu_{\text{He}} = 2$ моль гелия, а в другой — $\nu_{\text{Ar}} = 1$ моль аргона. Температура гелия $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$. Определите температуру гелия после установления равновесия в системе.

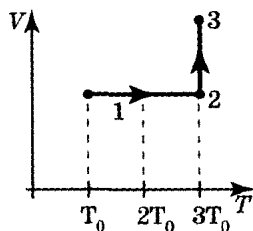
25. На рисунке представлен график изменения температуры вещества в калориметре с течением времени. Теплоемкостью калориметра и тепловыми потерями можно пренебречь и считать, что подводимая к сосуду мощ-



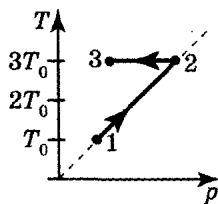
ность постоянна. Рассчитайте удельную теплоемкость вещества в жидком состоянии. Удельная теплота плавления вещества равна 100 кДж/кг . В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.

26. Теплоизолированный сосуд разделен теплопроводной неподвижной перегородкой на две части одинакового объема. В одной части сосуда находится гелий в количестве 2 моль , а в другой — аргон в количестве 2 моль . В начальный момент средняя квадратичная скорость атомов аргона в 2 раза больше скорости атомов гелия. Определите отношение давления гелия к давлению аргона после установления теплового равновесия.
27. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 1 кг гелия, а в другой — 1 кг аргона. Средняя квадратичная скорость атомов аргона равна средней квадратичной скорости атомов гелия и составляет 500 м/с . Определите парциальное давление гелия после удаления перегородки.
28. Сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится гелий массой $m = 1 \text{ кг}$, а в другой — аргон массой $m = 1 \text{ кг}$. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона — нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию гелий-аргоновой смеси после установления равновесия в системе.
29. Сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится гелий массой $m = 1 \text{ кг}$, а в другой — аргон массой $m = 1 \text{ кг}$. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона — нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию газа, оставшегося в той части сосуда, где первоначально находился гелий, после установления равновесия в системе.

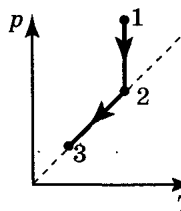
30. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2—3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полной работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



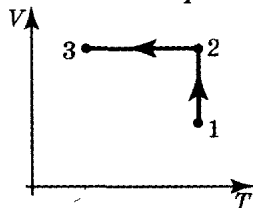
31. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1—2—3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2—3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



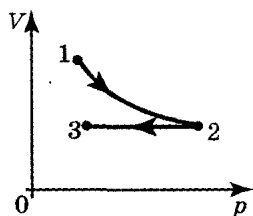
32. Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2—3?



33. Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2—3?



34. Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2—3?



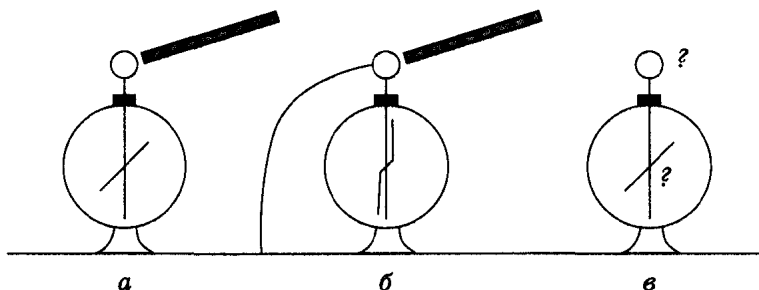
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электростатика

1. /3.1.2/ К стержню положительно заряженного электроскопа поднесли, не касаясь его, стеклянную палочку. Листочки электроскопа опали, образуя гораздо меньший угол. Такой эффект может наблюдаться, если палочка

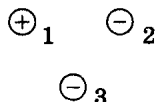
- 1) заряжена положительно
- 2) заряжена отрицательно
- 3) имеет заряд любого знака
- 4) не заряжена

2. /3.1.2/ Учитель поднес отрицательно заряженную палочку к шару электromетра (рис. а), затем другой рукой коснулся шара электromетра, заземлив его (рис. б). Далее он снял руку с шара (убрал заземление), после чего убрал и палочку (рис. в). Каков по знаку заряд шара и стрелки?



- 1) Заряд шара положительный, стрелки — отрицательный
- 2) Заряд и шара, и стрелки положительный
- 3) Заряд и шара, и стрелки отрицательный
- 4) Заряд шара отрицательный, стрелки — положительный

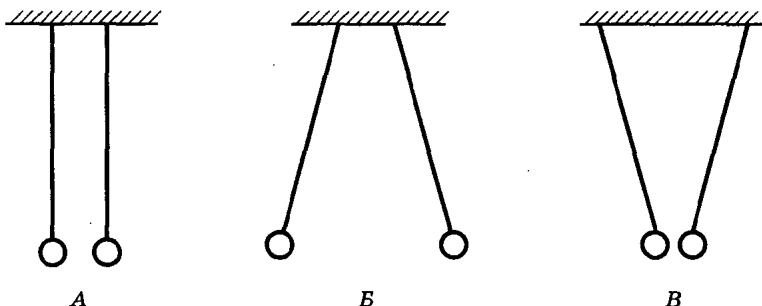
3. /3.1.2/ Какое утверждение о взаимодействии трех изображенных на рисунке заряженных частиц является правильным?



- 1) 1 и 2 отталкиваются, 2 и 3 притягиваются, 1 и 3 отталкиваются
- 2) 1 и 2 притягиваются, 2 и 3 отталкиваются, 1 и 3 отталкиваются

- 3) 1 и 2 отталкиваются, 2 и 3 притягиваются, 1 и 3 притягиваются
 4) 1 и 2 притягиваются, 2 и 3 отталкиваются, 1 и 3 притягиваются

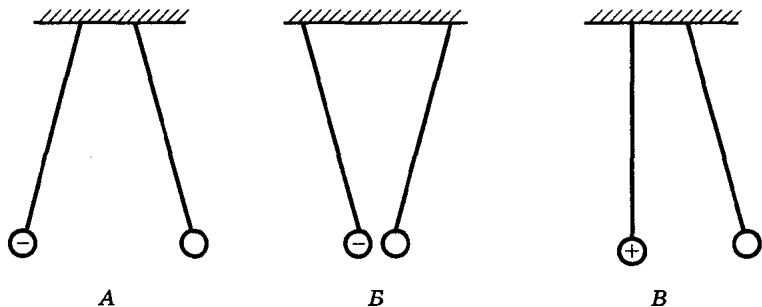
4. /3.1.2/ Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Шарик зарядили разноименными зарядами.



На каком из рисунков изображены эти шарики?

- 1) А 2) Б 3) В 4) Б и В

5. /3.1.2/ Пара легких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю, подвешена на шелковых нитях. Заряд одного из шариков указан на рисунках.



Какой из рисунков соответствует ситуации, когда заряд 2-го шарика отрицателен?

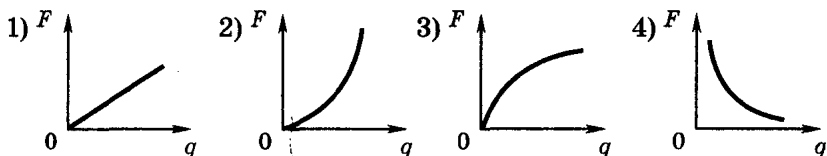
- 1) А 2) Б 3) В 4) А и В

6. /3.1.2/ Два точечных заряда будут отталкиваться друг от друга только в том случае, если заряды

- 1) одинаковы по знаку и любые по модулю
 2) одинаковы по знаку и обязательно одинаковы по модулю

- 3) различны по знаку и по модулю
4) различны по знаку, но обязательно одинаковы по модулю
7. /3.1.2/ Два точечных заряда притягиваются друг к другу только в том случае, если заряды
- 1) одинаковы по знаку и по модулю
 - 2) одинаковы по знаку, но обязательно различны по модулю
 - 3) различны по знаку и любые по модулю
 - 4) различны по знаку, но обязательно одинаковы по модулю
8. /3.1.3/ Цинковая пластина, имеющая отрицательный заряд $-10e$, при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины?
- 1) $+6e$
 - 2) $-6e$
 - 3) $+14e$
 - 4) $-14e$
9. /3.1.4/ Сила взаимодействия двух точечных зарядов равна F . Какой будет сила взаимодействия, если величину каждого из зарядов увеличить в 3 раза и расстояние между ними также увеличить в 3 раза?
- 1) $9F$
 - 2) $3F$
 - 3) F
 - 4) $\frac{1}{3}F$
10. /3.1.4/ Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 3 раза?
- 1) увеличится в 3 раза
 - 2) уменьшится в 9 раз
 - 3) уменьшится в 3 раза
 - 4) увеличится в 9 раз
11. /3.1.4/ Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними уменьшить в 3 раза?
- 1) увеличится в 3 раза
 - 2) уменьшится в 3 раза
 - 3) увеличится в 9 раз
 - 4) уменьшится в 9 раз
12. /3.1.4/ Как необходимо изменить расстояние между двумя точечными электрическими зарядами, если заряд одного из них увеличился в 2 раза, чтобы сила их кулоновского взаимодействия осталась неизменной?
- 1) увеличить в 2 раза
 - 2) уменьшить в 2 раза
 - 3) увеличить в $\sqrt{2}$ раз
 - 4) уменьшить в $\sqrt{2}$ раз

13. /3.1.4/ Какой график соответствует зависимости силы взаимодействия F двух одинаковых точечных зарядов от модуля одного из зарядов q при неизменном расстоянии между ними?



14. /3.1.4/ Сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов

- 1) прямо пропорциональна расстоянию между ними
- 2) обратно пропорциональна расстоянию между ними
- 3) прямо пропорциональна квадрату расстояния между ними
- 4) обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними

15. /3.1.4/ Два точечных заряда действуют друг на друга с силой 12 Н. Какой будет сила взаимодействия между ними, если уменьшить значение каждого заряда в 2 раза, не меняя расстояния между ними?

- 1) 3 Н
- 2) 6 Н
- 3) 24 Н
- 4) 48 Н

16. /3.1.4/ Какая из приведенных ниже формул выражает в системе СИ модуль силы взаимодействия точечных зарядов $-q_1$ и $+q_2$, расположенных на расстоянии r друг от друга в вакууме? Притягиваются они или отталкиваются?

- 1) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r}$; притягиваются
- 2) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r}$; отталкиваются
- 3) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$; притягиваются
- 4) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$; отталкиваются

17. /3.1.4/ Модуль силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными заряженными телами равен F . Чему станет равен модуль силы, если заряд каждого тела увеличить в n раз?

- 1) nF
- 2) n^2F
- 3) $\frac{F}{n}$
- 4) $\frac{F}{n^2}$

18. /3.1.4/ Как направлена кулоновская сила, действующая на отрицательный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?

1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

19. /3.1.5/ Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?

1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

20. /3.1.5/ Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на точечный заряд $2q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды (см. рисунок): $+q, +q, -q, -q$?

1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

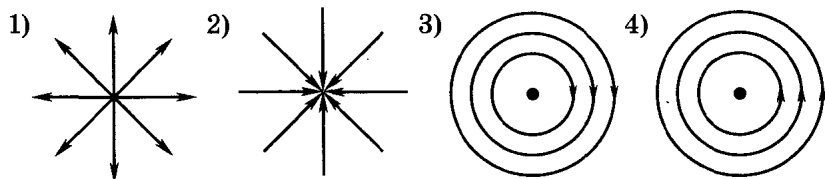
21. /3.1.6/ Напряженность электрического поля измеряют с помощью пробного заряда q_n . Если величину пробного заряда уменьшить в n раз, то модуль напряженности измеряемого поля

1) не изменится 3) уменьшится в n раз
2) увеличится в n раз 4) увеличится в n^2 раз

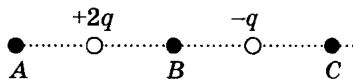
22. /3.1.6/ Как изменится модуль напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом, при увеличении расстояния от этого заряда до точки наблюдения в N раз?

1) увеличится в N раз 3) увеличится в N^2 раз
2) уменьшится в N раз 4) уменьшится в N^2 раз

23. /3.1.6/ На каком рисунке правильно изображена картина линий напряженности электростатического поля точечного положительного заряда?



24. /3.1.6/ Пылинка, имеющая положительный заряд 10^{-11} Кл и массу 10^{-6} кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какой стала скорость пылинки, если напряженность поля 10^5 В/м?
25. /3.1.6/ Пылинка, имеющая заряд 10^{-11} Кл, влетела в горизонтальное однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Чему равна масса пылинки, если ее скорость увеличилась на 0,2 м/с при напряженности поля 10^5 В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг). Действием силы тяжести пренебречь.
26. /3.1.6/ Пылинка, имеющая массу 10^{-6} кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Чему равен заряд пылинки, если ее скорость увеличилась на 0,2 м/с при напряженности поля $E = 10^5$ В/м? Ответ выразите в пикокулонах (пКл).
27. /3.1.6/ На какое расстояние по горизонтали переместится частица, имеющая массу 1 мг и заряд 2 нКл, за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 50 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю? Ответ выразите в сантиметрах (см).
28. /3.1.6/ Чему равна масса частицы, имеющей заряд 2 нКл, которая переместится на расстояние 0,45 м по горизонтали за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 50 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю? Ответ выразите в миллиграммах (мг).
29. /3.1.6/ На рисунке показано расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+2q$ и $-q$. В какой из трех точек — A , B или C — модуль вектора напряженности электрического поля этих зарядов максимален?

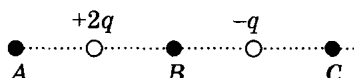


- 1) в точке A
- 2) в точке B

3) в точке C

4) во всех трех точках модуль напряженности имеет одинаковые значения

30. /3.1.6/ На рисунке показано расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+2q$ и $-q$. В какой из трех точек — A , B или C — модуль напряженности суммарного электрического поля этих зарядов минимален?



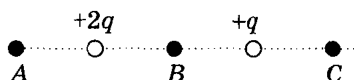
1) в точке A

2) в точке B

3) в точке C

4) во всех трех точках модуль напряженности имеет одинаковые значения

31. /3.1.6/ На рисунке изображено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+2q$ и $+q$. В какой из трех точек — A , B или C — модуль вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов имеет наибольшее значение?



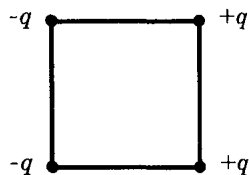
1) в точке A

2) в точке B

3) в точке C

4) во всех трех точках модуль напряженности имеет одинаковые значения

32. /3.1.7/ Как направлен вектор напряженности электрического поля в центре квадрата, созданного зарядами, которые расположены в его вершинах так, как это представлено на рисунке?



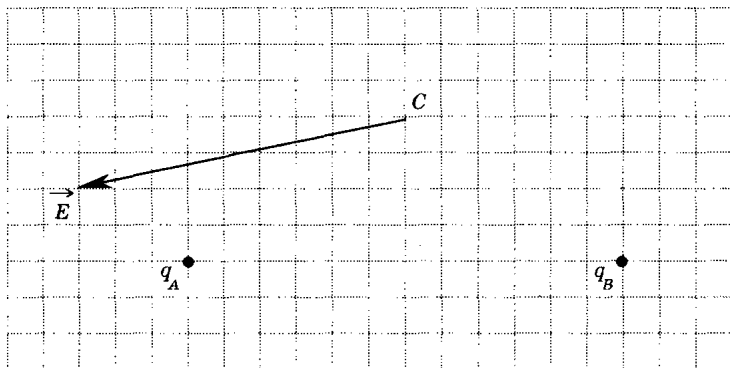
1) влево

3) вниз

2) вправо

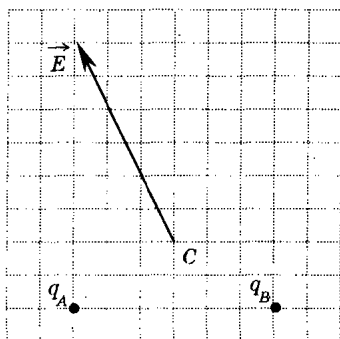
4) вверх

33. /3.1.7/ На рисунке изображен вектор напряженности \vec{E} электрического поля в точке C , поле создано двумя точечными зарядами q_A и q_B . Чему равен заряд q_B , если заряд q_A равен -2 мкКл?



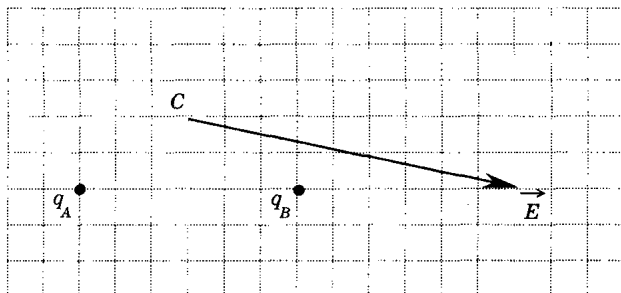
- 1) + 1 мкКл 2) + 2 мкКл 3) - 1 мкКл 4) - 2 мкКл

34. /3.1.7/ На рисунке изображен вектор напряженности \vec{E} электрического поля в точке C ; поле создано двумя точечными зарядами q_A и q_B . Чему примерно равен заряд q_B , если заряд q_A равен +1 мкКл?



- 1) + 1 мкКл
2) + 2 мкКл
3) - 1 мкКл
4) - 2 мкКл

35. /3.1.7/ На рисунке изображен вектор напряженности электрического поля в точке C ; поле создано двумя точечными зарядами q_A и q_B . Чему равен заряд q_B , если заряд q_A равен +1 мкКл?

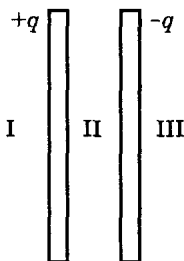


- 1) + 1 мкКл 2) + 2 мкКл 3) - 1 мкКл 4) - 2 мкКл

36. /3.1.7/ Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля \vec{E} , созданного двумя равными положительными зарядами в точке O ?

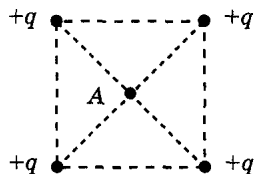
1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow $+q$ ●

37. /3.1.7/ Две очень большие квадратные металлические пластины несут заряды $+q$ и $-q$ (см. рис.). В каких областях пространства напряженность электрического поля, созданного пластинами, равна нулю?



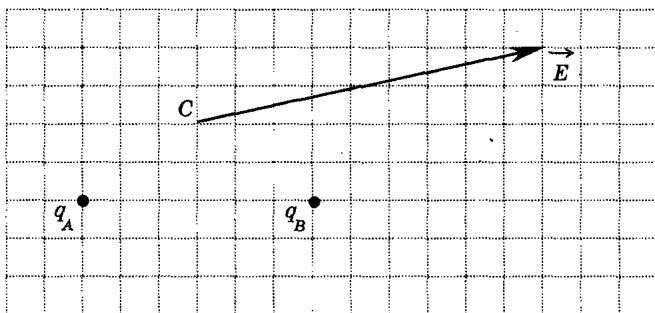
1) только в I 3) только в III
2) только в II 4) в I и III

38. /3.1.7/ Каждый из четырех одинаковых по величине и знаку зарядов, расположенных в вершинах квадрата, создают в точке A электрическое поле, напряженность которого равна E (см. рис.). Напряженность поля, созданного одновременно этими четырьмя зарядами, в точке A равна

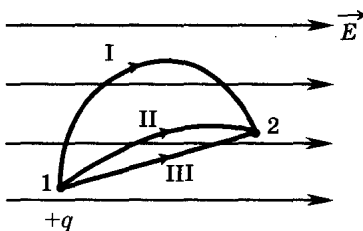


1) 0 2) $4E$ 3) $2\sqrt{2}E$ 4) $4\sqrt{2}E$

39. /3.1.7/ На рисунке изображен вектор напряженности электрического поля в точке C ; поле создано двумя точечными зарядами q_A и q_B . Чему примерно равен заряд q_B , если заряд q_A равен $+2$ мкКл? Ответ выразите в микрокулонах (мкКл).



40. /3.1.8/ Положительный заряд может перемещаться в однородном электростатическом поле из точки 1 в точку 2 по разным траекториям. При перемещении по какой траектории электрическое поле совершает меньшую работу?

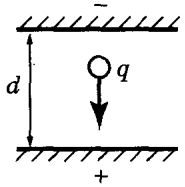


- 1) I
 - 2) II
 - 3) III
 - 4) работа одинакова при движении по всем траекториям
41. /3.1.10/ В точке A потенциал электрического поля равен 200 В, потенциал в точке B равен 100 В. Какую работу совершают силы электрического поля при перемещении положительного заряда 5 мКл из точки A в точку B?
- 1) 0,5 Дж 2) -0,5 Дж 3) 1,5 Дж 4) -1,5 Дж
42. /3.1.10/ В однородном электрическом поле модуль разности потенциалов между двумя точками, расположенными на одной линии напряженности на расстоянии L друг от друга, равен 10 В. Модуль разности потенциалов между точками, расположенными на одной линии напряженности на расстоянии $2L$ друг от друга, равен
- 1) 5 В 2) 10 В 3) 20 В 4) 40 В
43. /3.1.10/ Разность потенциалов между точками, находящимися на расстоянии 5 см друг от друга на одной линии напряженности однородного электростатического поля, равна 5 В. Напряженность поля равна
- 1) 1 В/м 2) 100 В/м 3) 25 В/м 4) 0,25 В/м
44. /3.1.10/ При лечении электростатическим душем к электродам электрической машины прикладывается разность потенциалов 10 кВ. Какой заряд проходит между электродами за время процедуры, если известно, что электрическое поле совершает при этом работу, равную 3,6 кДж?
- 1) 36 мКл 2) 0,36 Кл 3) 36 МКл 4) $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

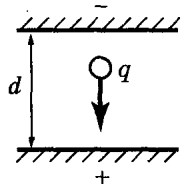
45. /3.1.10/ Вылетающие при фотоэффекте электроны задерживаются напряжением U_3 . Максимальная скорость электронов (e — элементарный электрический заряд, m — масса электрона) равна

$$\begin{array}{ll}
 1) \frac{mU_3}{e} & 3) \sqrt{\frac{eU_3}{m}} \\
 2) \frac{eU_3}{m} & 4) \sqrt{\frac{2eU_3}{m}}
 \end{array}$$

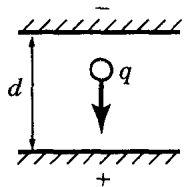
46. /3.1.10/ Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии $d = 1$ см друг от друга. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли $4 \cdot 10^{-6}$ кг, ее заряд $q = 8 \cdot 10^{-11}$ Кл. При каком напряжении на пластинах скорость капли будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь.



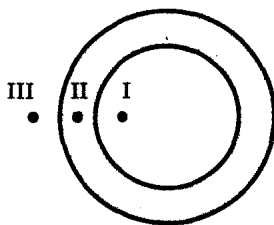
47. /3.1.10/ Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии d друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли $4 \cdot 10^{-6}$ кг, ее заряд $q = 8 \cdot 10^{-11}$ Кл. При каком расстоянии между пластинами скорость капли будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь. Ответ выразите в сантиметрах (см).



48. /3.1.10/ Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии $d = 1$ см друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли $4 \cdot 10^{-6}$ кг. При каком значении заряда q капли ее скорость будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь. Ответ выразите в пикокулонах (10^{-12} Кл).

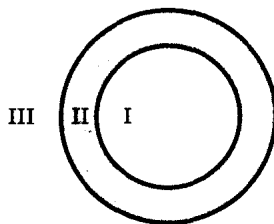


49. /3.1.11/ Проводящему полому шару с толстыми стенками сообщили положительный заряд. На рисунке показано сечение шара. Потенциал бесконечно удаленных от шара точек считать равным нулю. В каких точках потенциал электрического поля шара равен нулю?



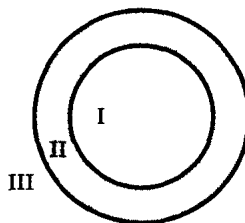
- 1) только в I
- 2) только в II
- 3) только в III
- 4) таких точек нет на рисунке

50. /3.1.11/ На рисунке изображено сечение уединенного заряженного проводящего полого шара. I — область полости, II — область проводника, III — область вне проводника. Напряженность электрического поля, созданного этим шаром, равна нулю



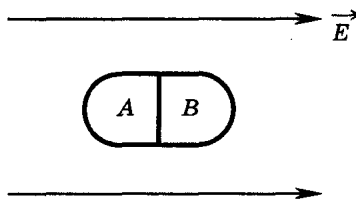
- 1) только в области I
- 2) только в области II
- 3) в областях I и II
- 4) в областях II и III

51. /3.1.11/ На рисунке изображено сечение уединенного проводящего полого шара. I — область полости, II — область проводника, III — область вне проводника. Шару сообщили отрицательный заряд. В каких областях пространства напряженность электрического поля, создаваемого шаром, отлична от нуля?



- 1) только в I
- 2) только в II
- 3) только в III
- 4) в I и II

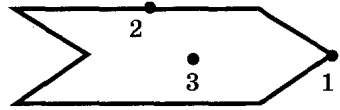
52. /3.1.11/ Незаряженное металлическое тело внесено в однородное электростатическое поле, а затем разделено на части A и B.



Какими электрическими зарядами будут обладать эти части после разделения?

- 1) A — положительным, B — отрицательным
- 2) A — отрицательным, B — положительным
- 3) обе части останутся нейтральными
- 4) обе части приобретут одинаковый заряд

53. /3.1.11/ Металлическому полому телу, сечение которого представлено на рисунке, сообщен отрицательный заряд. Каково соотношение между потенциалами точек 1, 2 и 3, если тело помещено в однородное электростатическое поле?

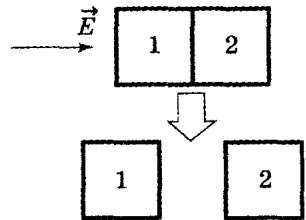


- 1) $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$
- 2) $\varphi_3 < \varphi_2 < \varphi_1$
- 3) $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$
- 4) $\varphi_2 > \varphi_1, \varphi_2 > \varphi_3$

54. /3.1.12/ Как изменится сила электростатического взаимодействия двух электрических зарядов при перенесении их из вакуума в среду с диэлектрической проницаемостью 81, если расстояние между ними останется прежним?

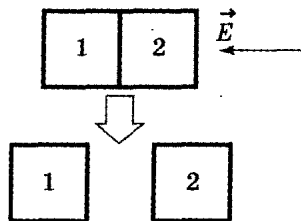
- 1) уменьшится в 81 раз
- 2) увеличится в 81 раз
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) увеличится в 9 раз

55. /3.1.12/ Два стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?

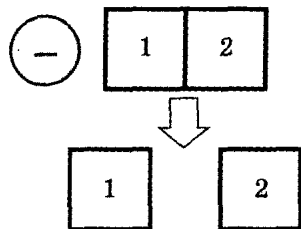


- 1) заряды первого и второго кубиков положительны
- 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
- 3) заряды первого и второго кубиков равны нулю
- 4) заряд первого кубика отрицателен, заряд второго — положителен

56. /3.1.12/ Два стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?



- 1) заряды первого и второго кубиков отрицательны
 - 2) заряды первого и второго кубиков равны нулю
 - 3) заряды первого и второго кубиков положительны
 - 4) заряд первого кубика положителен, заряд второго — отрицателен
57. /3.1.12/ Два стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле отрицательно заряженного шара, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали заряженный шар (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?



- 1) заряды первого и второго кубиков положительны
 - 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
 - 3) заряд первого кубика положителен, заряд второго — отрицателен
 - 4) заряды первого и второго кубиков равны нулю
58. /3.1.13/ Если заряд каждой из обкладок конденсатора увеличить в n раз, то его емкость

- 1) увеличится в n раз
- 2) уменьшится в n раз
- 3) не изменится
- 4) увеличится в n^2 раз

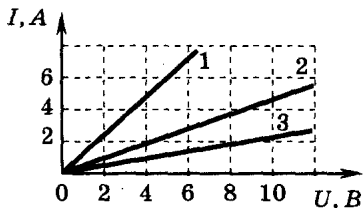
59. /3.1.13/ Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если площадь обкладок увеличить в 2 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
- 1) уменьшится в 2 раза
 - 2) не изменится
 - 3) уменьшится в 4 раза
 - 4) увеличится в 4 раза

60. /3.1.13/ Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если площадь обкладок уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними увеличить в 2 раза?
- 1) увеличится в 2 раза 3) не изменится
2) уменьшится в 2 раза 4) уменьшится в 4 раза
61. /3.1.13/ Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если площадь обкладок и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
- 1) не изменится 3) уменьшится в 2 раза
2) увеличится в 4 раза 4) уменьшится в 4 раза
62. /3.1.13/ Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если расстояние между его обкладками увеличить в 2 раза?
- 1) увеличится в 2 раза 3) увеличится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза 4) уменьшится в 4 раза
63. /3.1.13/ Как изменится электроемкость плоского воздушного конденсатора, если расстояние между его пластинами уменьшить в 2 раза?
- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 2 раза
2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 4 раза
64. /3.1.14/ Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если напряжение на его обкладках увеличить в 2 раза?
- 1) не изменится 3) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 2 раза
65. /3.1.14/ Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если заряд на его обкладках уменьшить в 2 раза?
- 1) не изменится 3) уменьшится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза 4) увеличится в 2 раза

Постоянный электрический ток

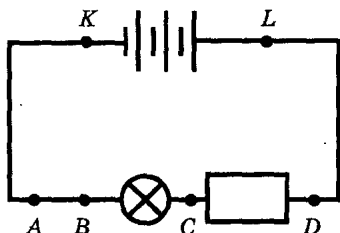
1. /3.2.1/ Сила тока, идущего по проводнику, равна 2 А. Какой заряд пройдет по проводнику за 10 с?
- 1) 0,2 Кл 2) 5 Кл 3) 20 Кл 4) 2 Кл

7. /3.2.3/ На рисунке изображены графики зависимости силы тока в трех проводниках от напряжения на их концах. Сопротивление какого проводника равно 4 Ом?



- 1) проводника 1
 - 2) проводника 2
 - 3) проводника 3
 - 4) для такого проводника нет графика
8. /3.2.3/ Медная проволока имеет электрическое сопротивление 6 Ом. Какое электрическое сопротивление имеет медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?
- 1) 36 Ом
 - 2) 9 Ом
 - 3) 4 Ом
 - 4) 1 Ом
9. /3.2.3/ Как изменится сила тока, протекающего через медный провод, если увеличить в 2 раза напряжение на его концах, а длину этого провода уменьшить в 2 раза?
- 1) не изменится
 - 2) уменьшится в 2 раза
 - 3) увеличится в 2 раза
 - 4) увеличится в 4 раза
10. /3.2.3/ Если длину медного провода и напряжение между его концами увеличить в 2 раза, то сила тока, протекающего через провод
- 1) не изменится
 - 2) уменьшится в 2 раза
 - 3) увеличится в 2 раза
 - 4) увеличится в 4 раза

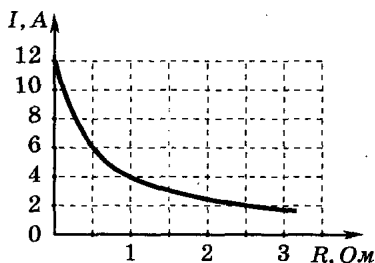
11. /3.2.6/ Для измерения напряжения на лампе (см. рисунок) вольтметр следует подключить к точкам



- 1) A и B
- 2) B и C
- 3) C и D
- 4) K и L

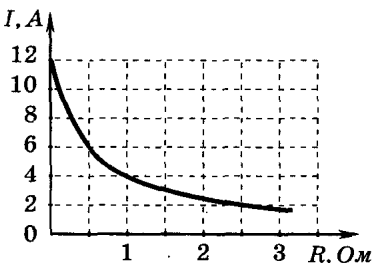
12. /3.2.6/ К источнику тока с внутренним сопротивлением $0,5 \text{ Ом}$ подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Чему равна ЭДС источника тока?

- 1) 12 В 3) 4 В
 2) 6 В 4) 2 В



13. /3.2.6/ К источнику тока с ЭДС = 6 В подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

- 1) 0 Ом 3) $0,5 \text{ Ом}$
 2) 1 Ом 4) 2 Ом



14. /3.2.6/ Электрическая цепь состоит из источника тока с внутренним сопротивлением 1 Ом с ЭДС, равной 10 В , резистора сопротивлением 4 Ом . Сила тока в цепи равна

- 1) 2 А 2) $2,5 \text{ А}$ 3) 10 А 4) 50 А

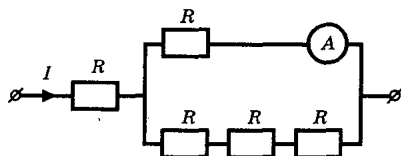
15. /3.2.6/ Резистор подключен к источнику тока с ЭДС = 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом . Сила тока в электрической цепи равна 2 А . Чему равно сопротивление резистора?

- 1) 10 Ом 2) 6 Ом 3) 4 Ом 4) 1 Ом

16. /3.2.6/ Каково внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС, равной 10 В , если при подключении к нему резистора с сопротивлением 4 Ом в электрической цепи идет ток 2 А ?

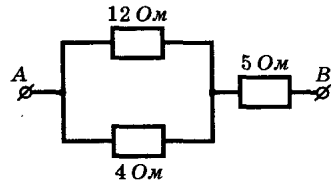
- 1) 9 Ом 2) 5 Ом 3) 4 Ом 4) 1 Ом

17. /3.2.7/ Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 4 \text{ А}$. Что показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



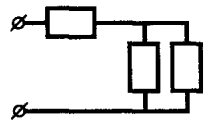
- 1) 1 А 2) 2 А 3) 3 А 4) $1,5 \text{ А}$

18. /3.2.7/ Сопротивление между точками А и В электрической цепи, представленной на рисунке, равно



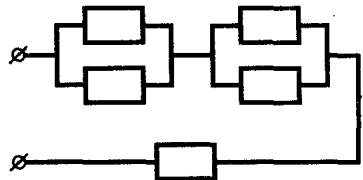
- 1) 3 Ом
- 2) 5 Ом
- 3) 8 Ом
- 4) 21 Ом

19. /3.2.7/ В участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого резистора 3 Ом. Чему равно общее сопротивление участка?



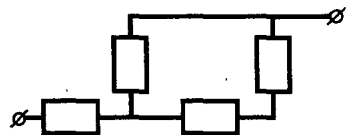
- 1) 6 Ом
- 2) 3 Ом
- 3) 4,5 Ом
- 4) 0 Ом

20. /3.2.7/ В участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого резистора равно 8 Ом. Найдите общее сопротивление участка.



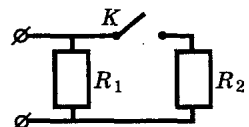
- 1) 32 Ом
- 2) 16 Ом
- 3) 8 Ом
- 4) 4 Ом

21. /3.2.7/ В цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивление каждого резистора равно 3 Ом. Полное сопротивление цепи равно



- 1) 12 Ом
- 2) 7,5 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 4 Ом

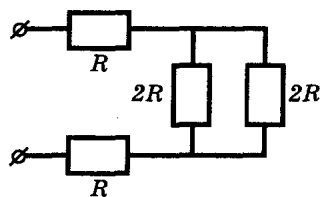
22. /3.2.7/ Как изменится сопротивление цепи, изображенной на рисунке, при замыкании ключа К?



- 1) уменьшится
- 2) увеличится
- 3) не изменится
- 4) уменьшится или увеличится в зависимости от соотношения между сопротивлениями R_1 и R_2

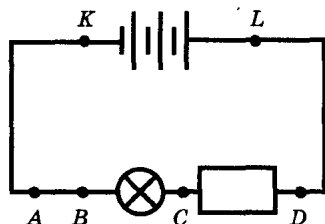
23. /3.2.7/ Общее сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, равно

- 1) $2,5 R$ 3) $3,5 R$
 2) $3 R$ 4) $4 R$

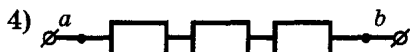
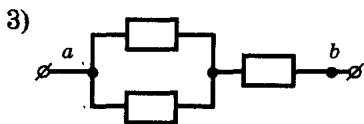
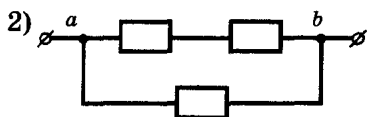
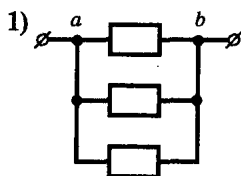


24. /3.2.7/ Для увеличения накала лампы (см. рисунок) следует подключить дополнительное сопротивление к точкам

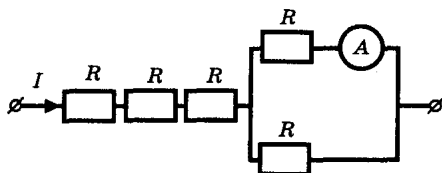
- 1) A и B 3) C и D
 2) B и C 4) K и L



25. /3.2.7/ Три одинаковых резистора сопротивлением R соединены четырьмя способами. В каком случае сопротивление участка $a-b$ равно $\frac{2}{3} R$?



26. /3.2.7/ Через участок цепи (см. рисунок) идет постоянный ток $I = 10 A$.



Какое значение силы тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

- 1) $1 A$ 2) $2 A$ 3) $3 A$ 4) $5 A$

27. /3.2.8/ Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны r , $2r$ и $3r$. Каким должно быть сопротивление четвертого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

- 1) $12r$ 2) $2r$ 3) $3r$ 4) $6r$

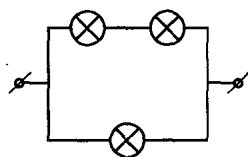
28. /3.2.8/ Участок цепи состоит из четырех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны r , $2r$, $3r$ и $4r$. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

- 1) $10r$ 2) $20r$ 3) $30r$ 4) $40r$

29. /3.2.8/ Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны r , $2r$ и $3r$. Сопротивление участка уменьшится в 1,5 раза, если убрать из него

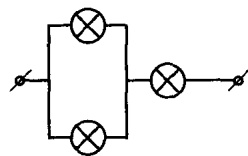
- 1) первый резистор 3) третий резистор
2) второй резистор 4) первый и второй резисторы

30. /3.2.8/ На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 3 лампочки накаливания. Если сопротивление каждой лампочки 21 Ом , то сопротивление всего участка цепи



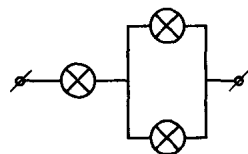
- 1) 63 Ом 2) 42 Ом 3) 14 Ом 4) 7 Ом

31. /3.2.8/ На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 3 лампочки накаливания. Если сопротивление каждой лампочки 24 Ом , то сопротивление всего участка цепи



- 1) 72 Ом 2) 48 Ом 3) 36 Ом 4) 8 Ом

32. /3.2.8/ На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 3 лампочки накаливания. Если сопротивление каждой лампочки 12 Ом , то сопротивление всего участка цепи

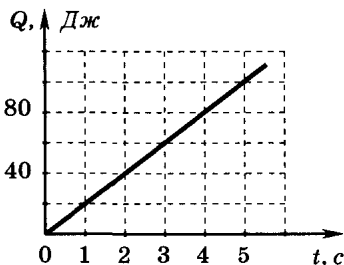


- 1) 4 Ом 2) 18 Ом 3) 24 Ом 4) 36 Ом

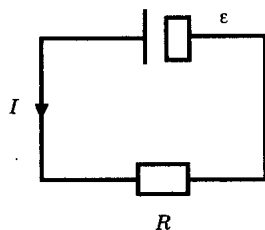
39. /3.2.9/ Две проволоки одинаковой длины из одного и того же материала включены последовательно в электрическую цепь. Сечение первой проволоки в 3 раза больше сечения второй. Количество теплоты, выделяемое в единицу времени в первой проволоке,

- 1) в 3 раза больше, чем во второй
- 2) в 3 раза меньше, чем во второй
- 3) в 9 раз больше, чем во второй
- 4) в $\sqrt{3}$ раз меньше, чем во второй

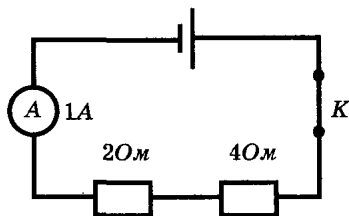
40. /3.2.9/ Через резистор идет постоянный ток. На рисунке приведен график зависимости количества теплоты, выделяемого в резисторе, от времени. Сопротивление резистора 5 Ом. Чему равна сила тока в резисторе?



41. /3.2.9/ В схеме известны ЭДС источника $\mathcal{E} = 1$ В, ток в цепи $I = 0,8$ А, сопротивление внешнего участка цепи $R = 1$ Ом. Определите работу сторонних сил за 20 секунд.



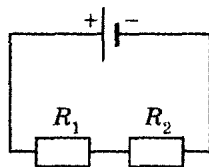
42. /3.2.9/ Изучая закономерности соединения резисторов, ученик собрал электрическую цепь, изображенную на рисунке. Какая энергия выделится во внешней части цепи при протекании тока в течение 10 минут? Необходимые данные указаны на схеме. Амперметр считать идеальным.



43. /3.2.10/ Два резистора, имеющие сопротивления $R_1 = 3$ Ом и $R_2 = 6$ Ом, включены параллельно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение мощностей $\frac{P_1}{P_2}$ электрического тока, выделяющихся на этих резисторах?

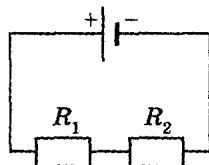
- 1) 1 : 1
- 2) 1 : 2
- 3) 2 : 1
- 4) 4 : 1

44. /3.2.10/ В электрической цепи, представленной на рисунке, тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1 = 20$ Ом, равна 2 кВт. Мощность, выделяющаяся на резисторе $R_2 = 30$ Ом, равна



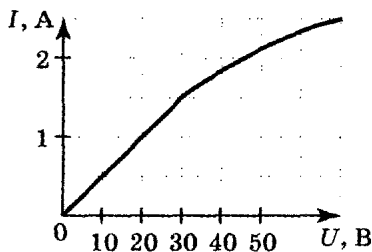
- 1) 1 кВт 2) 2 кВт 3) 3 кВт 4) 4 кВт

45. /3.2.10/ В электрической цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = 20$ Ом и $R_2 = 30$ Ом. Отношение выделяющихся на резисторах мощностей $\frac{N_2}{N_1}$ равно



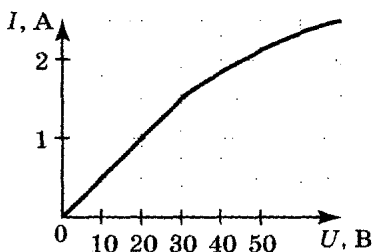
- 1) 1 2) 2 3) 1,75 4) 1,5

46. /3.2.10/ На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 30 В мощность тока в лампе равна



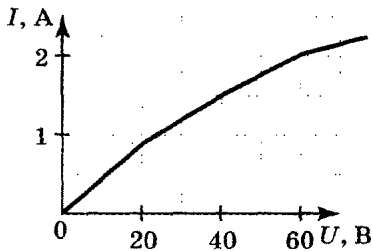
- 1) 135 Вт 3) 45 Вт
2) 67,5 Вт 4) 20 Вт

47. /3.2.10/ На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 1,5 А мощность тока в лампе равна



- 1) 135 Вт 3) 45 Вт
2) 67,5 Вт 4) 20 Вт

48. /3.2.10/ На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 2 А ток в лампе за 3 с совершает работу



- 1) 90 Дж 3) 270 Дж
2) 10,8 кДж 4) 360 Дж

49. /3.2.11/ Какими носителями заряда создается электрический ток в растворах и расплавах электролитов?
- 1) только электронами
 - 2) электронами и дырками
 - 3) только ионами
 - 4) электронами и ионами
50. /3.2.11/ Электрический ток в газах обусловлен упорядоченным движением
- 1) только электронов
 - 2) только отрицательных ионов
 - 3) только положительных ионов
 - 4) отрицательных и положительных ионов, электронов
51. /3.2.11/ Ток в металлах создается движением
- 1) только электронов
 - 2) только положительных ионов
 - 3) отрицательных и положительных ионов
 - 4) только отрицательных ионов
52. /3.2.11/ Перенос вещества происходит в случае прохождения электрического тока через
- 1) металлы и полупроводники
 - 2) полупроводники и электролиты
 - 3) газы и полупроводники
 - 4) электролиты и газы
53. /3.2.11/ Какими носителями электрического заряда создается ток в металлах и беспримесных полупроводниках?
- 1) и в металлах, и в полупроводниках только электронами
 - 2) в металлах только электронами, в полупроводниках только «дырками»
 - 3) в металлах и в полупроводниках ионами
 - 4) в металлах только электронами, в полупроводниках электронами и «дырками»
54. /3.2.11/ Какими носителями электрического заряда создается ток в газах и в электролитах?
- 1) и в газах, и в электролитах — только ионами
 - 2) в газах — только ионами, в электролитах — ионами и электронами

- 3) в газах — электронами и ионами, в электролитах — только ионами
 4) и в газах, и в электролитах — только электронами

55. /3.2.11/ Какими носителями электрического заряда создается ток в водном растворе поваренной соли?

- 1) только ионами
 2) электронами и «дырками»
 3) электронами и ионами
 4) только электронами

56. /3.2.12/ Какими носителями электрического заряда может создаваться ток в полупроводниках, не содержащих примесей?

- 1) только электронами
 2) только ионами
 3) электронами и ионами
 4) электронами и «дырками»

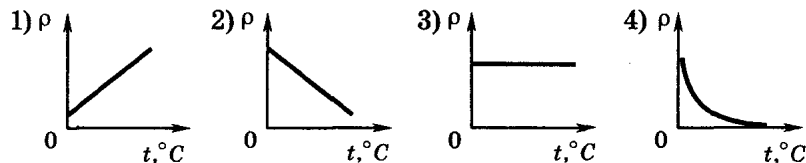
57. /3.2.12/ Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы с акцепторными примесями?

- 1) в основном электронной
 2) в основном дырочной
 3) в равной степени электронной и дырочной
 4) ионной

58. /3.2.12/ Какой тип проводимости преобладает в полупроводниковых материалах с донорными примесями?

- 1) электронный
 2) дырочный
 3) в равной степени электронный и дырочный
 4) ионный

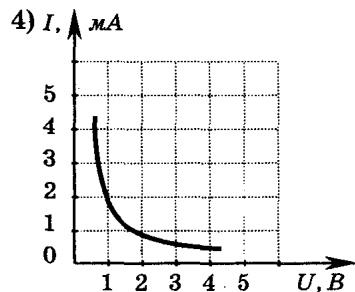
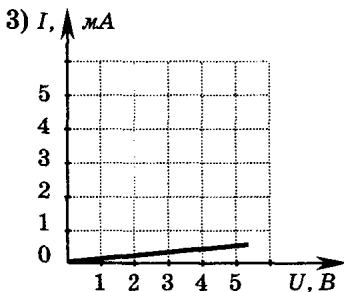
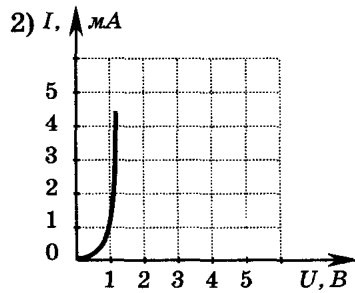
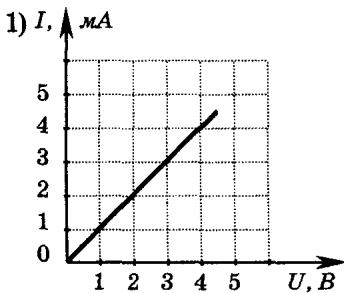
59. /3.2.12/ Какой график соответствует зависимости удельного сопротивления полупроводников ρ -типа от температуры?



60. /3.2.12/ В первом случае в четырехвалентный кремний добавили трехвалентный индий, а во втором — пятивалентный фосфор. Каким типом проводимости в основном будет обладать полупроводник в каждом случае?

- 1) в первом случае — дырочной, во втором случае — электронной
- 2) в первом случае — электронной, во втором случае — дырочной
- 3) в обоих случаях электронной
- 4) в обоих случаях дырочной

61. /3.2.12/ Какой график соответствует вольт-амперной характеристике полупроводникового диода, включенного в прямом направлении?



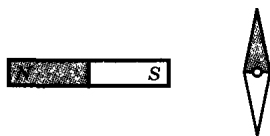
Магнитное поле

1. /3.3.1/ К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. При этом стрелка



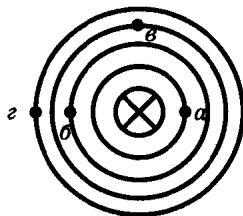
- 1) повернется на 180°
- 2) повернется на 90° по часовой стрелке
- 3) повернется на 90° против часовой стрелки
- 4) останется в прежнем положении

2. /3.3.1/ К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. При этом стрелка



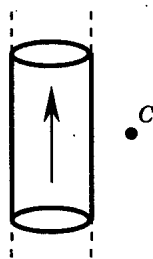
- 1) повернется на 180°
- 2) повернется на 90° по часовой стрелке
- 3) повернется на 90° против часовой стрелки
- 4) останется в прежнем положении

3. /3.3.2/ На рисунке (вид сверху) показана картина линий индукции магнитного поля прямого проводника с током. В какой из четырех точек индукция магнитного поля наименьшая?



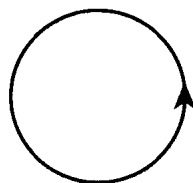
- 1) в точке *a*
- 2) в точке *b*
- 3) в точке *c*
- 4) в точке *g*

4. /3.3.2/ На рисунке изображен цилиндрический проводник, по которому идет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции в точке *C*?



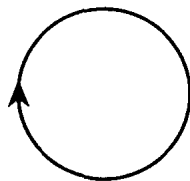
- 1) в плоскости чертежа вверх
- 2) в плоскости чертежа вниз
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа

5. /3.3.2/ На рисунке изображен проволочный виток, по которому идет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



- 1) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 2) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 3) вправо \rightarrow
- 4) влево \leftarrow

6. /3.3.2/ На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 3) влево \leftarrow
- 4) вправо \rightarrow

7. /3.3.2/ На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

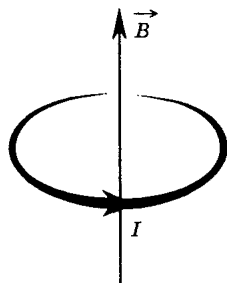


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) горизонтально влево \leftarrow
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) вертикально вниз \downarrow

8. /3.3.3/ С какой силой действует однородное магнитное поле индукцией 2,5 Тл на проводник длиной 50 см, расположенный под углом 30° к вектору индукции, при силе тока в проводнике 0,5 А?

- 1) 31,25 Н
- 2) 54,38 Н
- 3) 0,55 Н
- 4) 0,3125 Н

9. /3.3.3/ Круговой виток с током, расположенный горизонтально, помещен в магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витка (см. рисунок). Под действием сил Ампера виток

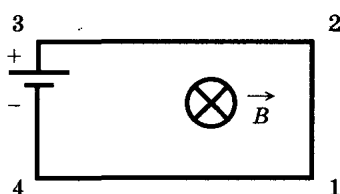


- 1) растягивается
- 2) сжимается
- 3) перемещается вниз
- 4) перемещается вверх

10. /3.3.3/ Как взаимодействуют два параллельных друг другу проводника, если электрический ток в них протекает в противоположных направлениях?

- 1) сила взаимодействия равна нулю
- 2) проводники притягиваются
- 3) проводники отталкиваются
- 4) проводники поворачиваются в одинаковом направлении

11. /3.3.3/ Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1—2, 2—3, 3—4, 4—1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена сила Ампера, действующая на проводник 1—2?

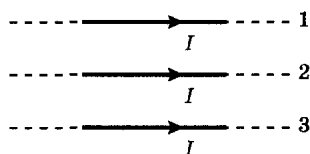


- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) горизонтально вправо
- 4) горизонтально влево

12. /3.3.3/ Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 10 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

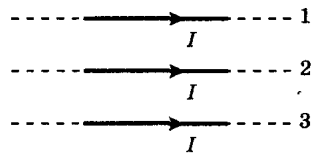
- 1) 0,004 Дж
- 2) 0,4 Дж
- 3) 0,5 Дж
- 4) 0,625 Дж

13. /3.3.3/ Как направлена сила Ампера, действующая на проводник №1 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока.)



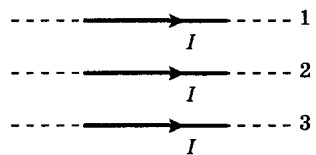
- 1) к нам \odot
- 2) от нас \otimes
- 3) вверх \uparrow
- 4) вниз \downarrow

14. /3.3.3/ На проводник №2 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы, I — сила тока. Сила Ампера в этом случае



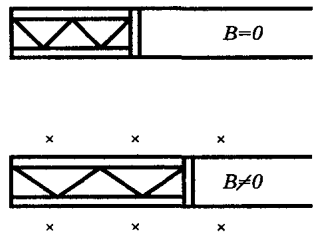
- 1) направлена вверх ↑ 3) направлена от нас ⊗
 2) направлена вниз ↓ 4) равна нулю

15. /3.3.3/ На проводник №3 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы, I — сила тока. Сила Ампера в этом случае

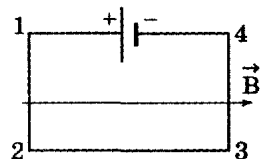


- 1) направлена вверх ↑ 3) направлена к нам ⊙
 2) направлена вниз ↓ 4) равна нулю

16. /3.3.3/ Свободно перемещающийся по рамке проводник с током через изолятор прикреплен к пружине жесткостью 5 Н/м (см. рис.). Длина проводника 0,5 м, по нему идет ток силой 2 А. При включении магнитного поля, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки, пружина растянулась на 10 см. Определите значение индукции магнитного поля (в мТл).

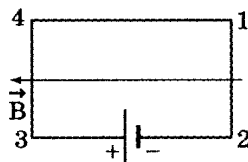


17. /3.3.3/ Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1—2, 2—3, 3—4, 4—1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1—2?



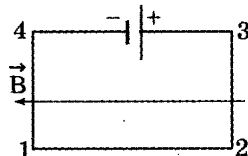
- 1) горизонтально влево ←
- 2) горизонтально вправо →
- 3) вертикально вниз ⊗
- 4) вертикально вверх ⊙

18. /3.3.3/ Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1—2, 2—3, 3—4, 4—1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен горизонтально влево (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3—4?



- 1) вертикально вверх ⊙
- 2) вертикально вниз ⊗
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

19. /3.3.3/ Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1—2, 2—3, 3—4, 4—1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен горизонтально влево (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4—1?

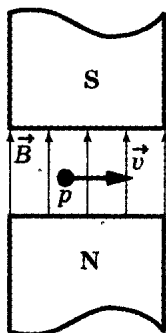


- 1) горизонтально влево ←
- 2) горизонтально вправо →
- 3) вертикально вниз ⊗
- 4) вертикально вверх ⊙

20. /3.3.3/ Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток $I = 2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл и расположен параллельно вектору \vec{B} . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

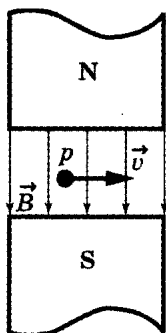
21. /3.3.3/ Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1$ м, по которому течет ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл и расположен под углом 90° к вектору \vec{B} . Какова сила тока, если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,2$ Н?

22. /3.3.4/ Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленного вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) горизонтально к нам \odot
- 2) горизонтально от нас \otimes
- 3) вертикально вверх \uparrow
- 4) вертикально вниз \downarrow

23. /3.3.4/ Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленного вниз (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) вертикально вниз \downarrow
- 2) вертикально вверх \uparrow
- 3) горизонтально на нас \odot
- 4) горизонтально от нас \otimes

24. /3.3.4/ Нейтрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на нейтрон, к модулю силы, действующей на протон, в этот момент времени равно

- 1) 1
- 2) 0
- 3) 2000
- 4) 1/2000

25. /3.3.4/ Как изменится период обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле при увеличении ее скорости в n раз? Рассмотрите нерелятивистский случай ($v \ll c$).

- 1) увеличится в n раз
- 2) увеличится в n^3 раз
- 3) увеличится в n^2 раз
- 4) не изменится

26. /3.3.4/ Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени:

- 1) = 0
- 2) = 1
- 3) ≈ 2000
- 4) $\approx 1/2000$

27. /3.3.4/ Нейтрон и электрон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени:

- 1) равно 0
- 2) равно 1
- 3) много больше 1
- 4) много меньше 1, но не равно нулю

28. /3.3.4/ Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями v и $2v$ соответственно. Отношение модуля силы, действующей на электрон со стороны магнитного поля, к модулю силы, действующей на протон, равно

- 1) 4 : 1
- 2) 2 : 1
- 3) 1 : 1
- 4) 1 : 2

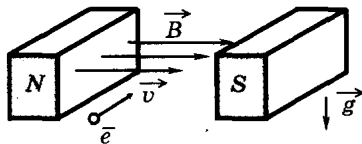
29. /3.3.4/ Электрон и альфа-частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на электрон, к модулю силы, действующей на альфа-частицу, в этот момент времени равно

- 1) 4 : 1
- 2) 2 : 1
- 3) 1 : 1
- 4) 1 : 2

30. /3.3.4/ Два первоначально покоившихся электрона ускоряются в электрическом поле: первый проходит разность потенциалов U , второй — $2U$. Ускорившиеся электроны попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны скорости движения электронов. Отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле равно

- 1) $\frac{1}{4}$
- 2) $\frac{1}{2}$
- 3) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- 4) $\sqrt{2}$

31. /3.3.4/ Электрон \bar{e} , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость \bar{v} , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \bar{F} ?



- 1) вертикально вниз 3) вертикально вверх
 2) горизонтально влево 4) горизонтально вправо

32. /3.3.4/ Радиусы окружностей R_α и R_p , по которым движутся α -частица и протон ($m_\alpha = 4m_p$; $q_\alpha = 2q_p$), влетевшие в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одинаковыми скоростями, соотносятся как

- 1) $R_\alpha = 2R_p$ 3) $R_\alpha = \frac{R_p}{2}$
 2) $R_\alpha = 4R_p$ 4) $R_\alpha = \frac{R_p}{4}$

33. /3.3.4/ Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 2$ влетели в однородные магнитные поля, векторы индукции которых перпендикулярны их скорости: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Определите отношение кинетических энергий частиц $\frac{W_2}{W_1}$, если радиусы их траекторий одинаковы, а отношение модулей индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

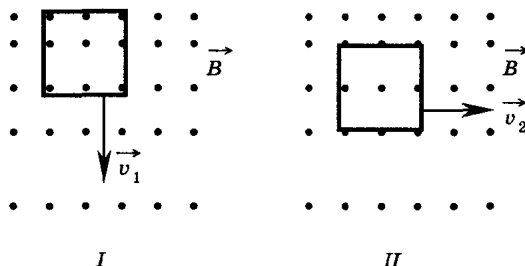
- 1) 1 2) 2 3) $\frac{1}{4}$ 4) 4

34. /3.3.4/ Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение промежутков времени $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один оборот, если радиус их траекторий одинаков, а отношение модулей индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

- 1) 1 3) 8
 2) 2 4) 4

Электромагнитная индукция

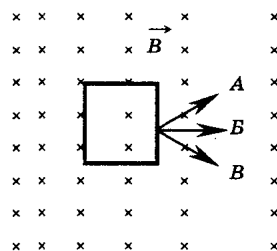
1. /3.4.1/ Проволочная рамка движется в неоднородном магнитном поле с силовыми линиями, выходящими из плоскости листа, в случае I со скоростью \vec{v}_1 , в случае II со скоростью \vec{v}_2 (см. рисунок). Плоскость рамки остается перпендикулярной линиям магнитной индукции \vec{B} .



В каком случае возникает ток в рамке?

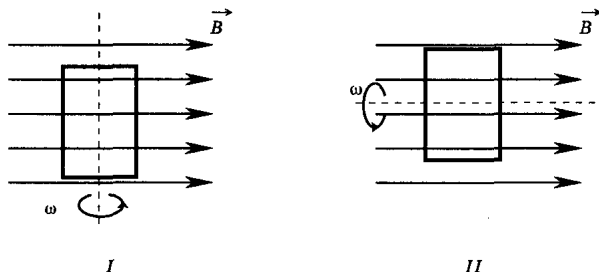
- 1) только в случае I 3) в обоих случаях
2) только в случае II 4) ни в одном из случаев

2. /3.4.1/ Проволочная рамка движется в неоднородном магнитном поле, силовые линии которого входят в плоскость листа. Плоскость ее остается перпендикулярной линиям вектора магнитной индукции (см. рисунок). При движении рамки в ней возникает электрический ток. С каким из указанных на рисунке направлений может совпадать направление вектора скорости и рамки?



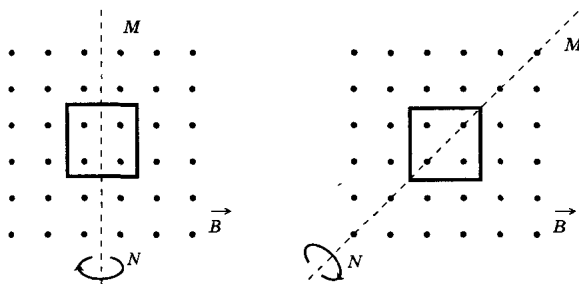
- 1) только с А 3) только с В
2) только с Б 4) с любым из указанных направлений

3. /3.4.1/ На рисунке показаны два способа вращения рамки в однородном магнитном поле.



Ток в рамке

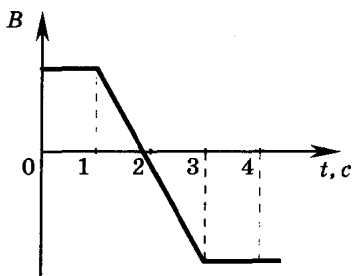
- 1) возникает в обоих случаях
 - 2) не возникает ни в одном из случаев
 - 3) возникает только в первом случае
 - 4) возникает только во втором случае
4. /3.4.1/ На рисунке показаны два способа вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого идут из плоскости чертежа. Вращение происходит вокруг оси MN . Ток в рамке



- 1) существует в обоих случаях
 - 2) не существует ни в одном из случаев
 - 3) существует только в первом случае
 - 4) существует только во втором случае
5. /3.4.1/ Один раз полосовой магнит падает сквозь неподвижное металлическое кольцо южным полюсом вниз, а второй раз — северным полюсом вниз. Ток в кольце
- 1) возникает в обоих случаях
 - 2) не возникает ни в одном из случаев
 - 3) возникает только в первом случае
 - 4) возникает только во втором случае
6. /3.4.1/ Один раз металлическое кольцо падает на стоящий вертикально полосовой магнит так, что надевается на него, второй раз так, что пролетает мимо него. Плоскость кольца в обоих случаях горизонтальна. Ток в кольце
- 1) возникает в обоих случаях
 - 2) не возникает ни в одном из случаев
 - 3) возникает только в первом случае
 - 4) возникает только во втором случае

7. /3.4.1/ Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?
- 1) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
 - 2) взаимодействие двух проводов с током
 - 3) появление тока в замкнутой катушке при опускании в нее постоянного магнита
 - 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

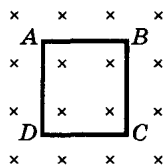
8. /3.4.1/ Виток провода находится в магнитном поле, перпендикулярном плоскости витка, и своими концами замкнут на амперметр. Магнитная индукция поля меняется с течением времени согласно графику на рисунке. В какой промежуток времени амперметр покажет наличие электрического тока в витке?



- 1) от 0 с до 1 с
 - 2) от 1 с до 3 с
 - 3) от 3 с до 4 с
 - 4) от 0 с до 4 с
9. /3.4.1/ Укажите устройство, в котором используется явление возникновения тока при движении проводника в магнитном поле.
- 1) электромагнит
 - 2) электродвигатель
 - 3) электрогенератор
 - 4) амперметр

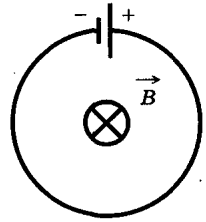
10. /3.4.2/ Контур $ABCD$ находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости чертежа от наблюдателя (см. рисунок, вид сверху). Магнитный поток через контур будет меняться, если контур

- 1) движется в направлении от наблюдателя
- 2) движется в направлении к наблюдателю
- 3) поворачивается вокруг стороны AB
- 4) движется в плоскости рисунка

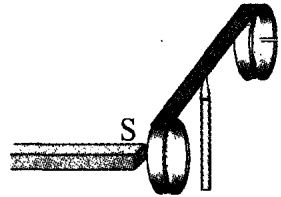


11. /3.4.3/ В опыте по наблюдению ЭДС электромагнитной индукции квадратная рамка из тонкого провода со стороной квадрата b находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция поля изменяется за время t по линейному закону от 0 до максимального значения

21. /3.4.3/ Плоский контур с источником постоянного тока находится во внешнем однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} перпендикулярен плоскости контура (см. рисунок). На сколько процентов изменится мощность тока в контуре после того, как поле начнет уменьшаться со скоростью $0,01 \text{ Тл/с}$? Площадь контура равна $0,1 \text{ м}^2$, ЭДС источника тока 10 мВ .

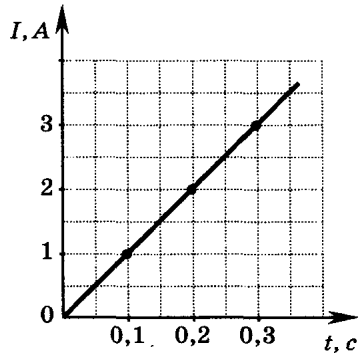


22. /3.4.4/ На рисунке изображен тот момент демонстрации по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится вблизи сплошного алюминиевого кольца. Коромысло с алюминиевыми кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. Если теперь передвинуть магнит вправо, то ближайшее к нему кольцо будет



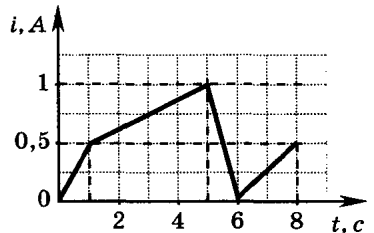
- 1) оставаться неподвижным
- 2) удаляться от магнита
- 3) совершать колебания
- 4) перемещаться навстречу магниту

23. /3.4.5/ Если сила тока в катушке индуктивностью $0,1 \text{ Гн}$ изменяется с течением времени, как показано на графике, то в катушке возникает ЭДС самоиндукции, равная



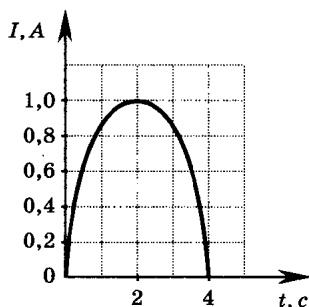
- 1) 1 В
- 2) 2 В
- 3) 10 В
- 4) 0,5 В

24. /3.4.5/ На рисунке приведен график зависимости силы тока i в катушке индуктивности от времени t . Модуль ЭДС самоиндукции принимает **наименьшее** значение в промежутке времени



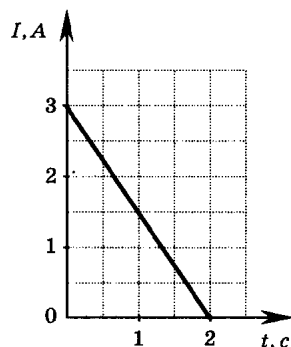
- 1) (0 — 1) с
- 2) (1 — 5) с
- 3) (5 — 6) с
- 4) (6 — 8) с

25. /3.4.5/ На рисунке показан график изменения силы тока I в катушке индуктивности с течением времени t . Модуль ЭДС самоиндукции принимает наименьшие значения в промежутках времени



- 1) 0—1 с и 2—3 с
- 2) 1—2 с и 2—3 с
- 3) 0—1 с и 3—4 с
- 4) 2—3 с и 3—4 с

26. /3.4.5/ На рисунке представлен график изменения силы тока с течением времени в катушке индуктивностью $L = 6$ мГн. ЭДС самоиндукции равна



- 1) 36 мВ
- 2) 9 мВ
- 3) 6 мВ
- 4) 4 мВ

27. /3.4.5/ В проводнике индуктивностью 5 мГн сила тока в течение 0,2 с равномерно возрастает с 2 А до какого-то конечного значения. При этом в проводнике возникает ЭДС самоиндукции 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.

- 1) 10 А
- 2) 6 А
- 3) 4 А
- 4) 20 А

28. /3.4.7/ Индуктивность катушки увеличили в 2 раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Энергия магнитного поля катушки при этом

- 1) увеличилась в 8 раз
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 8 раз
- 4) уменьшилась в 4 раза

29. /3.4.7/ Во сколько раз надо уменьшить индуктивность катушки, чтобы при неизменном значении силы тока в ней энергия магнитного поля катушки уменьшилась в 4 раза?

- 1) в 2 раза
- 2) в 4 раза
- 3) в 8 раз
- 4) в 16 раз

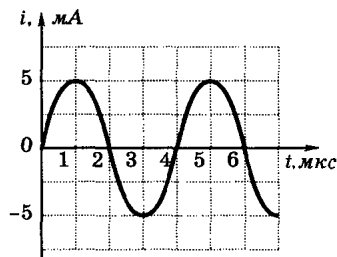
30. /3.4.7/ Сравните индуктивности L_1 и L_2 двух катушек, если при одинаковой силе тока энергия магнитного поля, создаваемого током в первой катушке, в 9 раз больше, чем энергия магнитного поля, создаваемого током во второй катушке.

- 1) L_1 в 9 раз больше, чем L_2
- 2) L_1 в 9 раз меньше, чем L_2
- 3) L_1 в 3 раза больше, чем L_2
- 4) L_1 в 3 раза меньше, чем L_2

Электромагнитные колебания и волны

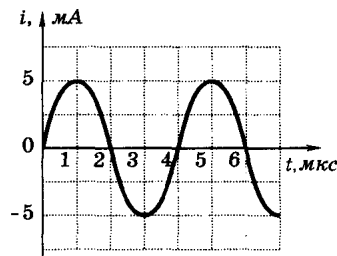
1. /3.5.1/ На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен

- 1) 1 мкс
- 2) 2 мкс
- 3) 4 мкс
- 4) 8 мкс

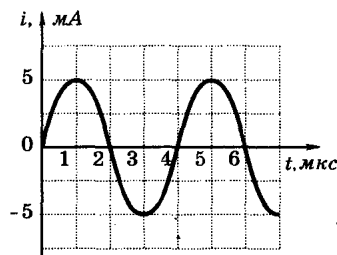


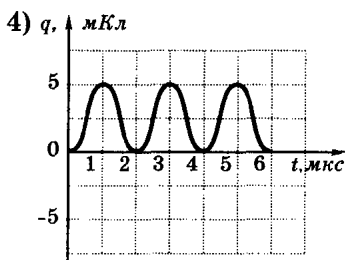
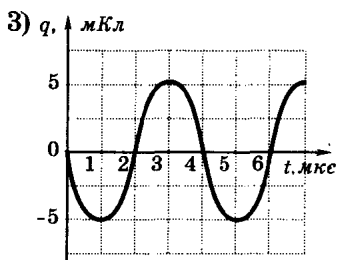
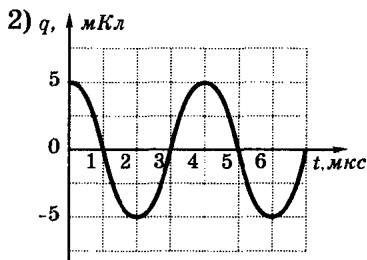
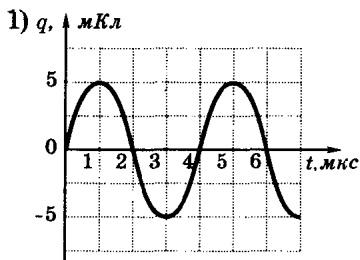
2. /3.5.1/ На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. Сколько раз энергия магнитного поля катушки достигает максимального значения в течение первых 6 мкс после начала отсчета?

- 1) 1 раз
- 2) 2 раза
- 3) 3 раза
- 4) 4 раза

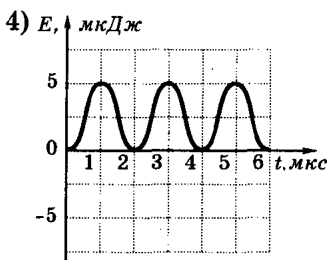
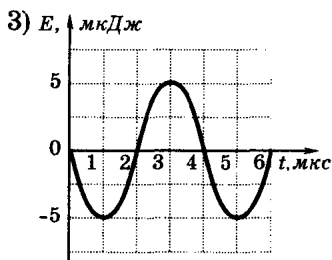
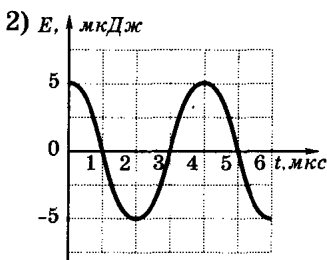
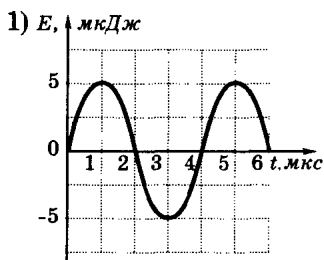
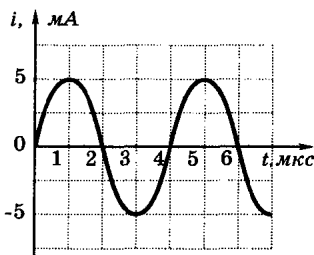


3. /3.5.1/ На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения заряда конденсатора?

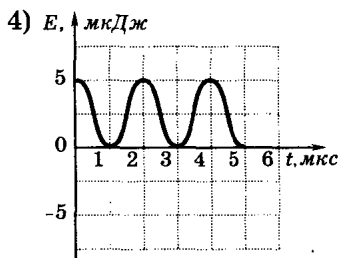
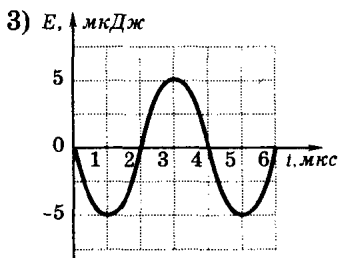
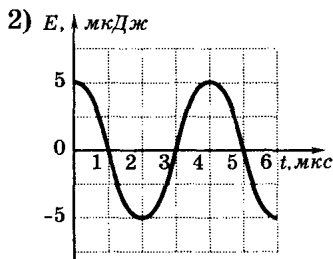
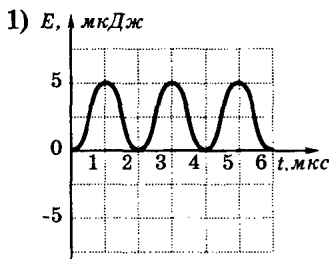
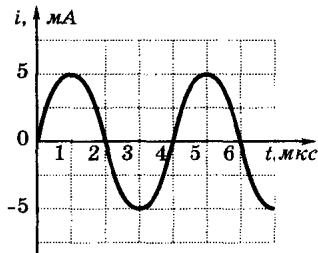




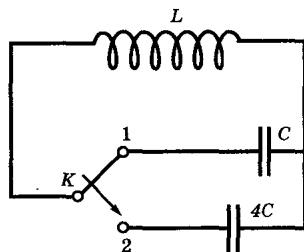
4. /3.5.1/ На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии магнитного поля катушки?



5. /3.5.1/ На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии электрического поля конденсатора?

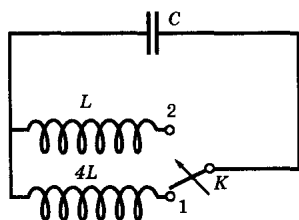


6. /3.5.1/ Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?



- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

7. /3.5.1/ Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?

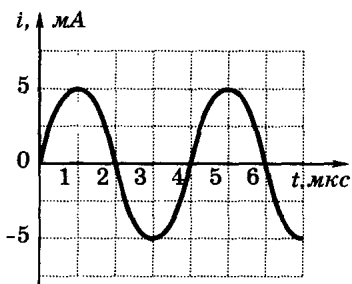


- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 4 раза

8. /3.5.1/ Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 3 раза?

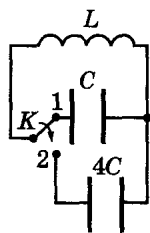
- 1) увеличится в 3 раза
- 2) не изменится
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 9 раз

9. /3.5.1/ На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре при свободных колебаниях. Если емкость конденсатора увеличить в 4 раза, то период собственных колебаний контура станет равным



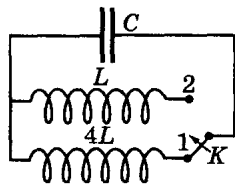
- 1) 2 мкс
- 2) 4 мкс
- 3) 8 мкс
- 4) 16 мкс

10. /3.5.1/ Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?



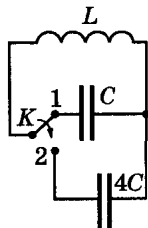
- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

11. /3.5.1/ Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?



- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 4 раза

12. /3.5.1/ Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?



- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

13. /3.5.2/ В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора с течением времени в колебательном контуре, подключенном к источнику переменного тока.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

При какой индуктивности катушки в контуре наступит резонанс, если емкость конденсатора равна 50 пФ?

- 1) $47,6 \cdot 10^3 \text{ Гн}$
- 2) 31 Гн
- 3) $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}$
- 4) $8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$

14. /3.5.2/ Последовательно соединены конденсатор, катушка индуктивности и резистор. Если при неизменной частоте и амплитуде колебания напряжения на концах цепи увеличивать емкость конденсатора от 0 до ∞ , то амплитуда колебаний силы тока в цепи будет

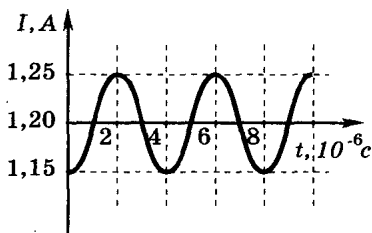
- 1) монотонно убывать
- 2) монотонно возрастать
- 3) сначала возрастать, затем убывать
- 4) сначала убывать, затем возрастать

15. /3.5.2/ Последовательно соединены конденсатор, катушка индуктивности и резистор. Если при неизменной частоте и амплитуде вынужденных колебаний напряжения на концах цепи уменьшать индуктивность катушки от ∞ до 0, то амплитуда колебаний силы тока в цепи будет

- 1) монотонно убывать
- 2) монотонно возрастать
- 3) сначала возрастать, затем убывать
- 4) сначала убывать, затем возрастать

22. /3.5.4/ Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 127 В, сила тока в ней 1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 12,7 В, сила тока в ней 8 А. Каков КПД трансформатора?
- 1) 100% 2) 90% 3) 80% 4) 70%
23. /3.5.4/ Напряжения на концах первичной и вторичной обмоток ненагруженного трансформатора $U_1 = 220$ В и $U_2 = 11$ В. Каково отношение числа витков в первичной обмотке к числу витков во вторичной $\frac{N_1}{N_2}$?
- 1) 10 2) 20 3) 30 4) 40
24. /3.5.4/ Основное назначение электрогенератора заключается в преобразовании
- 1) механической энергии в электрическую энергию
2) электрической энергии в механическую энергию
3) различных видов энергии в механическую энергию
4) механической энергии в различные виды энергии
25. /3.5.4/ Основное назначение электродвигателя заключается в преобразовании
- 1) механической энергии в электрическую энергию
2) электрической энергии в механическую энергию
3) внутренней энергии в механическую энергию
4) механической энергии в различные виды энергии
26. /3.5.4/ В основе работы электрогенератора на ГЭС лежит
- 1) действие магнитного поля на проводник с электрическим током
2) явление электромагнитной индукции
3) явление самоиндукции
4) действие электрического поля на электрический заряд
27. /3.5.4/ В основе работы электродвигателя лежит
- 1) действие магнитного поля на проводник с электрическим током
2) электростатическое взаимодействие зарядов
3) явление самоиндукции
4) действие электрического поля на электрический заряд

28. /3.5.5/ На рисунке показан график колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной. Определите длину электромагнитной волны, излучаемой антенной.



- 1) $1,2 \cdot 10^3$ м
- 2) $0,83 \cdot 10^{-3}$ м
- 3) $7,5 \cdot 10^2$ м
- 4) $6 \cdot 10^2$ м

29. /3.5.5/ При распространении электромагнитной волны в вакууме

- 1) происходит только перенос энергии
- 2) происходит только перенос импульса
- 3) происходит перенос и энергии, и импульса
- 4) не происходит переноса ни энергии, ни импульса

30. /3.5.5/ Заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме

- 1) только при движении с ускорением
- 2) только при движении с постоянной скоростью
- 3) только в состоянии покоя
- 4) в состоянии покоя или при движении с постоянной скоростью

31. /3.5.5/ Заряженная частица **не** излучает электромагнитные волны в вакууме при

- 1) равномерном прямолинейном движении
- 2) равномерном движении по окружности
- 3) колебательном движении
- 4) любом движении с ускорением

32. /3.5.5/ Какое утверждение верно?

В теории электромагнитного поля Максвелла

А — переменное электрическое поле порождает вихревое магнитное поле

Б — переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

33. /3.5.5/ Согласно теории Максвелла электромагнитные волны излучаются зарядом
- 1) только при равномерном движении заряда по прямой
 - 2) только при гармонических колебаниях заряда
 - 3) только при равномерном движении заряда по окружности
 - 4) при любом ускоренном движении заряда в инерциальной системе отсчета
34. /3.5.5/ При прохождении электромагнитных волн в воздухе происходят колебания
- 1) молекул воздуха
 - 2) плотности воздуха
 - 3) напряженности электрического и индукции магнитного полей
 - 4) концентрации кислорода
35. /3.5.5/ В электромагнитной волне, распространяющейся в вакууме со скоростью \vec{v} , происходят колебания векторов напряженности электрического поля \vec{E} и индукции магнитного поля \vec{B} . При этих колебаниях векторы \vec{E} , \vec{B} , \vec{v} имеют взаимную ориентацию:
- | | |
|--|--|
| 1) $\vec{E} \perp \vec{B}$, $\vec{E} \parallel \vec{v}$, $\vec{B} \parallel \vec{v}$ | 3) $\vec{E} \parallel \vec{B}$, $\vec{E} \perp \vec{v}$, $\vec{v} \perp \vec{B}$ |
| 2) $\vec{E} \perp \vec{B}$, $\vec{E} \perp \vec{v}$, $\vec{B} \perp \vec{v}$ | 4) $\vec{E} \parallel \vec{B}$, $\vec{E} \parallel \vec{v}$, $\vec{v} \parallel \vec{B}$ |
36. /3.5.5/ Явлением, доказывающим, что в электромагнитной волне вектор напряженности электрического поля колеблется в направлении, перпендикулярном направлению распространения электромагнитной волны, является
- | | |
|------------------|----------------|
| 1) интерференция | 3) поляризация |
| 2) отражение | 4) дифракция |
37. /3.5.5/ Радиостанция работает на частоте 60 МГц. Определите длину электромагнитных волн, излучаемых антенной радиостанции.
- | | | | |
|----------|--------|--------|---------|
| 1) 0,5 м | 2) 5 м | 3) 6 м | 4) 10 м |
|----------|--------|--------|---------|
38. /3.5.5/ Укажите сочетание тех параметров электромагнитной волны, которые изменяются при переходе волны из воздуха в стекло.
- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1) скорость и длина волны | 3) длина волны и частота |
| 2) частота и скорость | 4) амплитуда и частота |

46. /3.5.6/ Среди приведенных примеров электромагнитных волн максимальной длиной волны обладает
- 1) инфракрасное излучение Солнца
 - 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
 - 3) излучение γ -радиоактивного препарата
 - 4) излучение антенны радиопередатчика
47. /3.5.6/ Выберите среди приведенных примеров электромагнитные волны с минимальной длиной волны.
- 1) инфракрасное излучение Солнца
 - 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
 - 3) излучение γ -радиоактивного препарата
 - 4) излучение антенны радиопередатчика
48. /3.5.6/ Выберите среди приведенных примеров электромагнитные волны с минимальной частотой.
- 1) инфракрасное излучение Солнца
 - 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
 - 3) излучение γ -радиоактивного препарата
 - 4) излучение антенны радиопередатчика
49. /3.5.6/ Как инфракрасное излучение воздействует на живой организм?
- 1) вызывает фотоэффект
 - 2) охлаждает облучаемую поверхность
 - 3) нагревает облучаемую поверхность
 - 4) способствует загару
50. /3.5.6/ Скорость распространения рентгеновского излучения в вакууме
- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) $3 \cdot 10^8$ м/с | 3) зависит от частоты |
| 2) $3 \cdot 10^2$ м/с | 4) зависит от энергии |
51. /3.5.6/ Электромагнитное излучение оптического диапазона испускают
- 1) возбужденные атомы и молекулы вещества
 - 2) атомы и молекулы в стационарном состоянии
 - 3) электроны, движущиеся в проводнике, по которому течет переменный ток
 - 4) возбужденные ядра атомов

Оптика

1. /3.6.1/ Непрозрачный круг освещается точечным источником света и отбрасывает круглую тень на экран. Определите диаметр тени, если диаметр круга 0,1 м. Расстояние от источника света до круга в 3 раза меньше, чем расстояние до экрана.
 1) 0,03 м 2) 0,1 м 3) 0,3 м 4) 3 м

2. /3.6.1/ Предмет, освещенный маленькой лампочкой, отбрасывает тень на стену. Высота предмета 0,07 м, высота его тени 0,7 м. Расстояние от лампочки до предмета меньше, чем от лампочки до стены в
 1) 7 раз 2) 9 раз 3) 10 раз 4) 11 раз

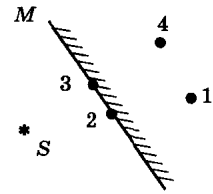
3. /3.6.1/ Солнце находится над горизонтом на высоте 45° . Определите длину тени, которую отбрасывает вертикально стоящий шест высотой 1 м.
 1) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ м 2) 1 м 3) $\sqrt{2}$ м 4) $2\sqrt{2}$ м

4. /3.6.1/ Маленькая лампочка в непрозрачном конусообразном абажуре освещает стол. Лампочка расположена в вершине конуса на высоте 1 м над поверхностью стола; угол при вершине конуса равен 60° . Каков радиус освещенного круга на столе?
 1) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ м 2) 0,5 м 3) $\sqrt{3}$ м 4) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ м

5. /3.6.1/ К потолку комнаты высотой 4 м прикреплена люминесцентная лампа длиной 2 м. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2 м. Центр лампы и центр диска лежат на одной вертикали. Найдите минимальный линейный размер тени.

6. /3.6.2/ Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 30° . Угол между отраженным лучом и зеркалом равен
 1) 75° 2) 115° 3) 30° 4) 15°

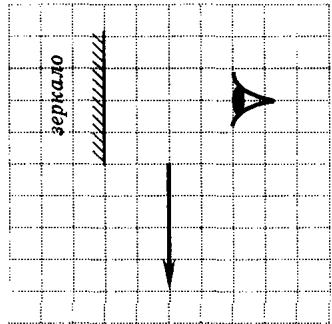
12. /3.6.3/ Изображением источника света S в зеркале M (см. рисунок) является точка



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

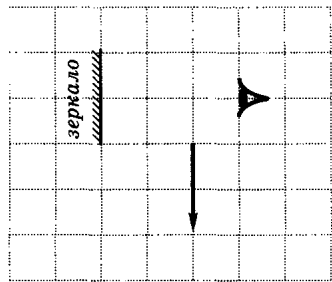
13. /3.6.3/ Какая часть изображения стрелки в зеркале видна глазу?

- 1) вся стрелка
- 2) $\frac{1}{2}$
- 3) $\frac{1}{4}$
- 4) стрелка не видна вообще

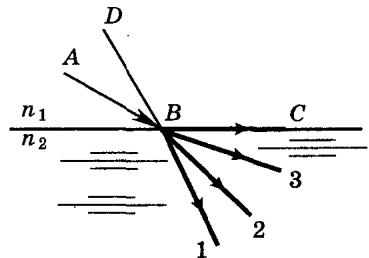


14. /3.6.3/ При каком из перечисленных ниже перемещений зеркала наблюдатель увидит стрелку в зеркале целиком?

- 1) стрелка уже видна глазу полностью
- 2) на 1 клетку влево
- 3) на 1 клетку вверх
- 4) на 1 клетку вниз



15. /3.6.4/ Луч AB преломляется в точке B на границе раздела двух сред с показателями преломления $n_1 > n_2$ и идет по пути BC (см. рисунок). Если изменить угол падения луча и направить падающий луч по пути DB , то преломленный луч



- 1) пойдет по пути 1
- 2) пойдет по пути 2
- 3) пойдет по пути 3
- 4) исчезнет

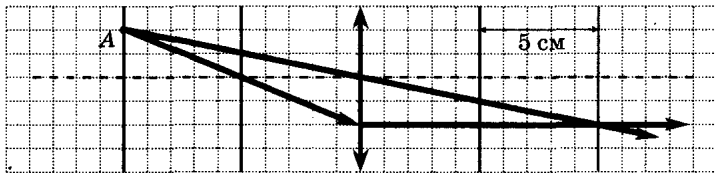
16. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло-воздух равен $\frac{8}{13}$. Какова скорость света в стекле?

- 1) $4,88 \cdot 10^8$ м/с
- 2) $2,35 \cdot 10^8$ м/с
- 3) $1,85 \cdot 10^8$ м/с
- 4) $3,82 \cdot 10^8$ м/с

17. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло-воздух равен $\frac{8}{13}$. Абсолютный показатель преломления стекла приблизительно равен

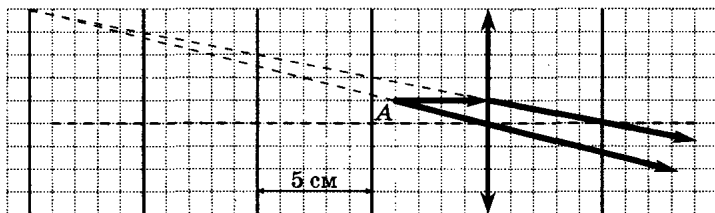
- | | |
|---------|---------|
| 1) 1,63 | 3) 1,25 |
| 2) 1,5 | 4) 0,62 |

18. /3.6.7/ На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



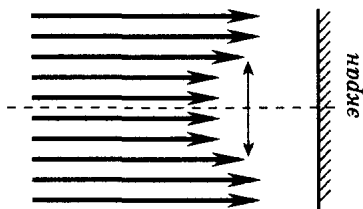
- | | |
|-------------|------------|
| 1) -10 дптр | 3) 20 дптр |
| 2) -20 дптр | 4) 10 дптр |

19. /3.6.7/ На рисунке изображен ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?

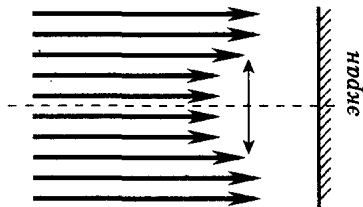


- | | |
|---------------|--------------|
| 1) -20,0 дптр | 3) 0,2 дптр |
| 2) -5,0 дптр | 4) 20,0 дптр |

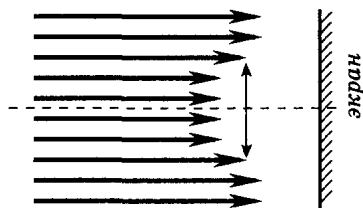
20. /3.6.7/ Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте (в см) диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.



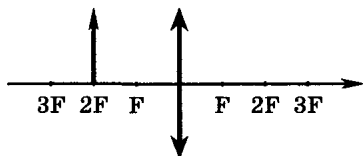
21. /3.6.7/ Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран освещен неравномерно. Выделяется более освещенная часть экрана (в форме кольца). Рассчитайте (в см) внутренний диаметр светлого кольца, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 50 см от линзы.



22. /3.6.7/ Пучок параллельных световых лучей падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу оптической силой 5 дптр. Диаметр линзы 6 см (см. рисунок). Каков внешний диаметр светлого кольца на экране, стоящем на расстоянии 60 см от линзы? Ответ выразите в сантиметрах.

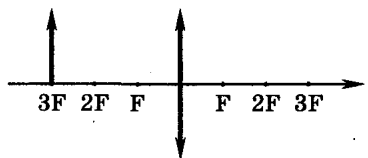
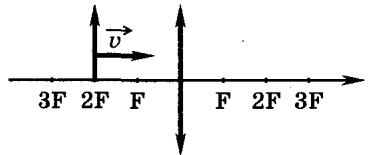


23. /3.6.8/ Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от тонкой линзы. Его изображение будет



- 1) перевернутым и увеличенным
- 2) прямым и увеличенным
- 3) прямым и равным по размерам предмету
- 4) перевернутым и равным по размеру предмету

24. /3.6.8/ На каком расстоянии от собирающей линзы нужно поместить предмет, чтобы его изображение было действительным?
- 1) больше, чем фокусное расстояние
 - 2) меньше, чем фокусное расстояние
 - 3) при любом расстоянии изображение будет действительным
 - 4) при любом расстоянии изображение будет мнимым
25. /3.6.8/ Предмет расположен между собирающей линзой и ее фокусом. Изображение предмета —
- 1) мнимое, перевернутое
 - 2) действительное, перевернутое
 - 3) действительное, прямое
 - 4) мнимое, прямое
26. /3.6.8/ Предмет находится от собирающей линзы на расстоянии, большем фокусного, но меньшем двойного фокусного. Изображение предмета —
- 1) мнимое и находится между линзой и фокусом
 - 2) действительное и находится между линзой и фокусом
 - 3) действительное и находится между фокусом и двойным фокусом
 - 4) действительное и находится за двойным фокусом
27. /3.6.8/ Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к фокусу линзы. Его изображение при этом
- 1) приближается к линзе
 - 2) удаляется от фокуса линзы
 - 3) приближается к фокусу линзы
 - 4) приближается к $2F$
28. /3.6.8/ Предмет расположен на тройном фокусном расстоянии от тонкой линзы (см. рис.). Его изображение будет
- 1) перевернутым и увеличенным
 - 2) прямым и уменьшенным
 - 3) прямым и увеличенным
 - 4) перевернутым и уменьшенным

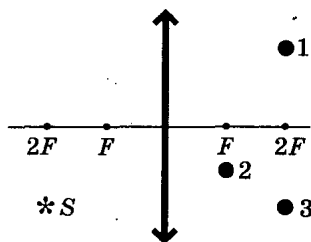


29. /3.6.8/ Человек с нормальным зрением рассматривает предмет невооруженным глазом. На сетчатке глаза изображение предметов получается

- 1) увеличенным прямым
- 2) увеличенным перевернутым
- 3) уменьшенным прямым
- 4) уменьшенным перевернутым

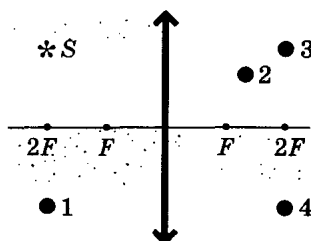
30. /3.6.8/ Где находится изображение светящейся точки S (см. рисунок), создаваемое собирающей линзой?

- 1) в точке 1
- 2) в точке 2
- 3) в точке 3
- 4) на бесконечно большом расстоянии от линзы



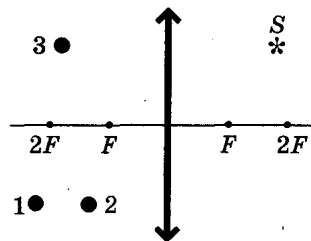
31. /3.6.8/ Изображением точки S (см. рисунок) в собирающей линзе является точка

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



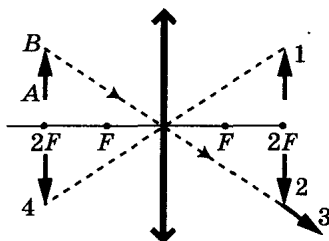
32. /3.6.8/ Где находится изображение точки S (см. рисунок), даваемое тонкой собирающей линзой?

- 1) в точке 1
- 2) в точке 2
- 3) в точке 3
- 4) на бесконечном расстоянии от линзы

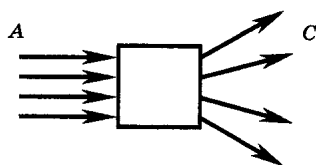


33. /3.6.8/ Какой из образов 1—4 служит изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



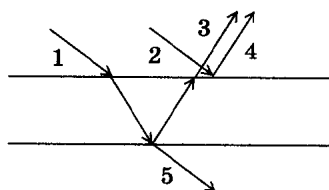
39. /3.6.9/ Оптический прибор, преобразующий параллельный световой пучок A в расходящийся пучок C , обозначен на рисунке квадратом. Этот прибор действует как



- 1) линза
- 2) прямоугольная призма
- 3) зеркало
- 4) плоско-параллельная пластина

40. /3.6.10/ При отражении от тонкой пленки интерферируют световые пучки

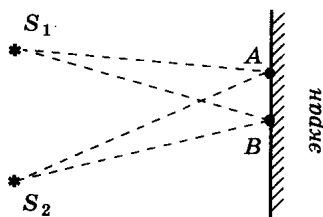
- 1) 1 и 2
- 2) 2 и 3
- 3) 3 и 4
- 4) 4 и 5



41. /3.6.10/ Просветление оптических стекол основано на явлении

- 1) интерференции света
- 2) дисперсии света
- 3) преломления света
- 4) полного внутреннего отражения света

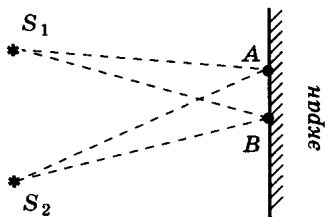
42. /3.6.10/ Свет от двух синфазных когерентных источников S_1 и S_2 с длиной волны λ достигает экрана (см. рис.). На нем наблюдается интерференционная картина.



Темные области в точках A и B наблюдаются потому, что

- 1) $S_2B = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2A = (2m + 1)\lambda/2$ (k, m — целые числа)
- 2) $S_2B - S_1B = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2A - S_1A = (2m + 1)\lambda/2$ (k, m — целые числа)
- 3) $S_2B = 2k\lambda/2$; $S_1A = 2m\lambda/2$ (k, m — целые числа)
- 4) $S_2B - S_1B = 2k\lambda/2$; $S_2A - S_1A = 2m\lambda/2$ (k, m — целые числа)

43. /3.6.10/ Свет от двух синфазных когерентных источников S_1 и S_2 с длиной волны λ достигает экрана (см. рис.). На нем наблюдается интерференционная картина.



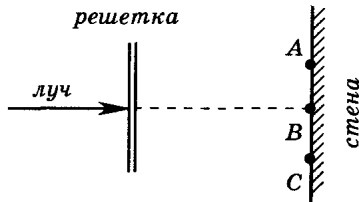
Светлые области в точках A и B наблюдаются потому, что

- 1) $S_2A - S_1A = S_2B - S_1B$
 - 2) $S_2A - S_1A = k$; $S_2B - S_1B = k \cdot \lambda/2$ (k — нечетное число)
 - 3) $S_2A - S_1A = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2B - S_1B = k\lambda$ (k — целое число)
 - 4) $S_2A - S_1A = k\lambda$; $S_2B - S_1B = m\lambda$ (k, m — целые числа)
44. /3.6.10/ Два источника испускают электромагнитные волны частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц с одинаковыми начальными фазами. Максимум интерференции будет наблюдаться в точке пространства, для которой минимальная разность хода волн от источников равна
- 1) 0,9 мкм
 - 2) 0,5 мкм
 - 3) 0,3 мкм
 - 4) 0 мкм
45. /3.6.10/ Два источника испускают электромагнитные волны частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц с одинаковыми начальными фазами. Минимум интерференции будет наблюдаться, если минимальная разность хода волн равна
- 1) 0
 - 2) 0,3 мкм
 - 3) 0,6 мкм
 - 4) 1 мкм
46. /3.6.10/ Два когерентных источника излучают волны с одинаковыми начальными фазами. Периоды колебаний 0,2 с, скорость распространения волн 300 м/с. В точке, для которой разность хода волн от источников равна 60 м, будет наблюдаться
- 1) максимум интерференции, т.к. разность хода равна нечетному числу полуволн
 - 2) минимум интерференции, т.к. разность хода равна четному числу полуволн

- 3) максимум интерференции, т.к. разность хода равна четному числу полуволен
- 4) минимум интерференции, т.к. разность хода равна нечетному числу полуволен
47. /3.6.10/ На плоскую непрозрачную пластину с двумя узкими параллельными щелями падает по нормали плоская монохроматическая волна из зеленой части видимого спектра. За пластиной на параллельном ей экране наблюдается интерференционная картина. Если использовать монохроматический свет из красной части видимого спектра, то
- 1) расстояние между интерференционными полосами увеличится
 - 2) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
 - 3) расстояние между интерференционными полосами не изменится
 - 4) интерференционная картина повернется на 90°
48. /3.6.10/ На плоскую непрозрачную пластину с узкими параллельными щелями падает по нормали плоская монохроматическая волна из зеленой части видимого спектра. За пластиной на параллельном ей экране наблюдается интерференционная картина, содержащая большое число полос. При переходе на монохроматический свет из фиолетовой части видимого спектра
- 1) расстояние между интерференционными полосами увеличится
 - 2) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
 - 3) расстояние между интерференционными полосами не изменится
 - 4) интерференционная картина станет невидимой для глаза
49. /3.6.12/ Плоская монохроматическая световая волна с длиной волны 400 нм падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Найдите расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков. Ответ запишите в миллиметрах (мм), округлив до целых. Считать для малых углов ($\varphi \ll 1$ в радианах) $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$.

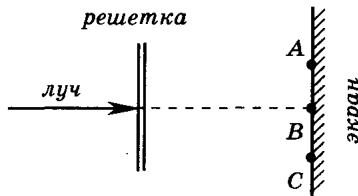
50. /3.6.12/ Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите длину падающей волны. Ответ выразите в нанометрах (нм), округлив до целых. Считать для малых углов ($\varphi \ll 1$ в радианах) $\text{tg } \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$.

51. /3.6.12/ Луч красного света от лазера падает перпендикулярно на дифракционную решетку (см. рисунок, вид сверху).



На линии ABC стены будет наблюдаться

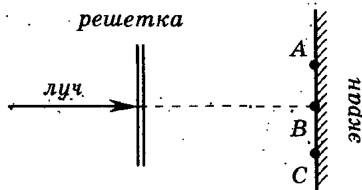
- 1) только красное пятно в точке B
 - 2) красное пятно в точке B и серия красных пятен на отрезке AB
 - 3) красное пятно в точке B и серия симметрично расположенных относительно точки B красных пятен на отрезке AC
 - 4) красное пятно в точке B и симметрично от нее серия пятен всех цветов радуги
52. /3.6.12/ Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решетку (50 штрихов на 1 мм). На линии ABC экрана (см. рисунок) наблюдается серия красных пятен.



Какие изменения произойдут на экране при замене этой решетки на решетку со 100 штрихами на 1 мм?

- 1) картина не изменится
- 2) пятно в точке B не сместится, остальные раздвинутся от него
- 3) пятно в точке B не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 4) пятно в точке B исчезнет, остальные раздвинутся от точки B

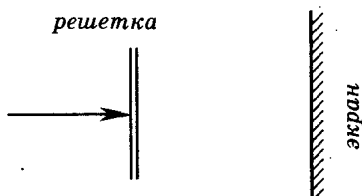
53. /3.6.12/ Лазерный луч зеленого цвета падает перпендикулярно на дифракционную решетку. На линии ABC экрана (см. рисунок) наблюдается серия ярких зеленых пятен.



Какие изменения произойдут в расположении пятен на экране при замене лазерного луча зеленого цвета на лазерный луч красного цвета?

- 1) расположение пятен не изменится
- 2) пятно в точке B не сместится, остальные раздвинутся от него
- 3) пятно в точке B не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 4) пятно в точке B исчезнет, остальные раздвинутся от точки B

54. /3.6.12/ Лучи от двух лазеров, свет которых соответствует длинам волн λ и $1,5\lambda$, поочередно направляются перпендикулярно плоскости дифракционной решетки (см. рисунок).



Расстояние между первыми дифракционными максимумами на удаленном экране

- 1) в обоих случаях одинаково
- 2) во втором случае в 1,5 раза больше
- 3) во втором случае в 1,5 раза меньше
- 4) во втором случае в 3 раза больше

55. /3.6.12/ Луч лазера направляется перпендикулярно плоскости дифракционной решетки. Расстояние между нулевым и первым дифракционными максимумами на удаленном (расстояние до экрана $L \gg 10$ см) экране равно 10 см. Расстояние

между нулевым и вторым дифракционными максимумами примерно равно

- 1) 5 см 2) 10 см 3) 20 см 4) 40 см

56. /3.6.12/ Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. При нормальном падении на решетку светового пучка с длиной волны 0,43 мкм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки. Считать $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$. Ответ округлите до целых.
57. /3.6.12/ Дифракционная решетка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Между решеткой и экраном вплотную к решетке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решетку, на экране. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 20,88 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим пучком света длиной волны 580 нм? Угол отклонения лучей решеткой считать малым, так что $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.
58. /3.6.12/ Дифракционная решетка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 10,44 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим пучком света длиной волны 580 нм? Считать $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$.
59. /3.6.12/ На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на мм, перпендикулярно ей падает плоская монохроматическая волна. Какова длина падающей волны, если спектр 4-го порядка наблюдается в направлении, перпендикулярном падающим лучам? Ответ дайте в нанометрах.
60. /3.6.12/ На дифракционную решетку, имеющую период $2 \cdot 10^{-5}$ м, падает нормально параллельный пучок белого света. Спектр наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 2 м от решетки. Каково расстояние между красным и фиолетовым участками спектра первого порядка (первой цветной полосы на экране), если длины волн красного и фиолетового света соответственно равны $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м? Считать $\sin \gamma = \operatorname{tg} \gamma$. Ответ выразите в см.

61. /3.6.12/ Определите постоянную дифракционной решетки, если при ее освещении светом длиной 656 нм второй спектральный максимум виден под углом 15° . Примите, что $\sin \varphi = 0,25$. Ответ выразите в миллиметрах, умножьте на 10^3 .
62. /3.6.12/ Какое число штрихов на единицу длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ($\lambda = 550$ нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом 19° ? Считать, что $\sin \varphi = 0,33$. Ответ выразите в (мм^{-1}) .
63. /3.6.13/ Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено
- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1) интерференцией света | 3) дисперсией света |
| 2) отражением света | 4) дифракцией света |
64. /3.6.13/ После прохождения белого света через красное стекло свет становится красным. Это происходит из-за того, что световые волны других цветов в основном
- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) отражаются | 3) поглощаются |
| 2) рассеиваются | 4) преломляются |
65. /3.6.13/ Верно утверждение(-я):
 Дисперсией света объясняется физическое явление:
 А — фиолетовый цвет мыльной пленки, освещаемой белым светом.
 Б — фиолетовый цвет абажура настольной лампы, светящейся белым светом.
- | | |
|-------------|---------------|
| 1) только А | 3) и А, и Б |
| 2) только Б | 4) ни А, ни Б |
66. /3.6.13/ Разложение пучка солнечного света в спектр при прохождении через призму объясняется тем, что свет состоит из набора электромагнитных волн разной длины, которые, попадая в призму,
- | |
|---------------------------------|
| 1) движутся с разной скоростью |
| 2) имеют одинаковую частоту |
| 3) поглощаются в разной степени |
| 4) имеют одинаковую длину волны |
67. /3.6.13/ При попадании солнечного света на капли дождя образуется радуга. Это объясняется тем, что белый свет состоит

из электромагнитных волн с разной длиной волны, которые каплями воды по-разному

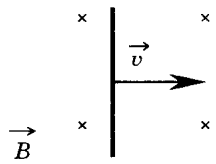
- 1) поглощаются
- 2) отражаются
- 3) поляризуются
- 4) преломляются

68. /3.6.13/ Узкий пучок белого света в результате прохождения через стеклянную призму расширяется, и на экране наблюдается разноцветный спектр. Это явление объясняется тем, что призма

- 1) поглощает свет с некоторыми длинами волн
- 2) окрашивает белый свет в различные цвета
- 3) преломляет свет с разной длиной волн по-разному, разлагая его на составляющие
- 4) изменяет частоту волн

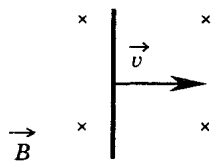
Задания с развернутым ответом по электродинамике

1. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. Каким будет изменение температуры проводника ΔT через 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)
2. К однородному медному цилиндрическому проводнику на 15 с приложили разность потенциалов 1 В. Какова длина проводника, если его температура при этом повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)
3. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 10 м приложили разность потенциалов 1 В. Определите промежуток времени, в течение которого температура проводника повысится на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)
4. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его

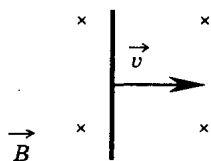


движения (см. рисунок). Начальная скорость проводника равна нулю, а его ускорение 8 м/с^2 . Вычислите ЭДС индукции на концах проводника в тот момент, когда он переместился на 1 м ?

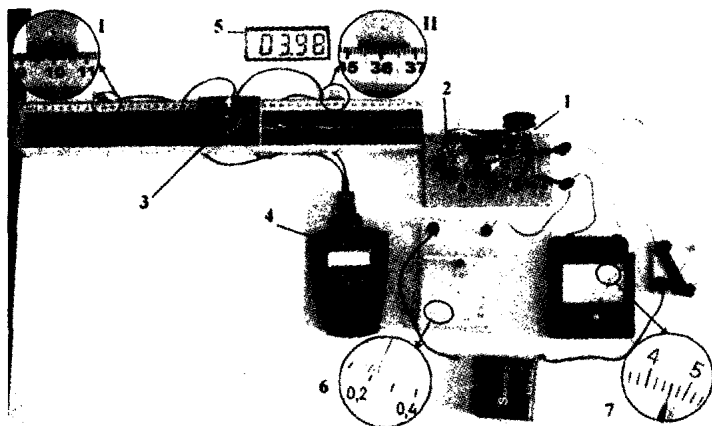
5. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с^2 он переместился на 1 м . Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В ?



6. Горизонтально расположенный проводник движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна $0,5 \text{ Тл}$ и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с^2 проводник переместился на 1 м . ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В . Какова длина проводника?



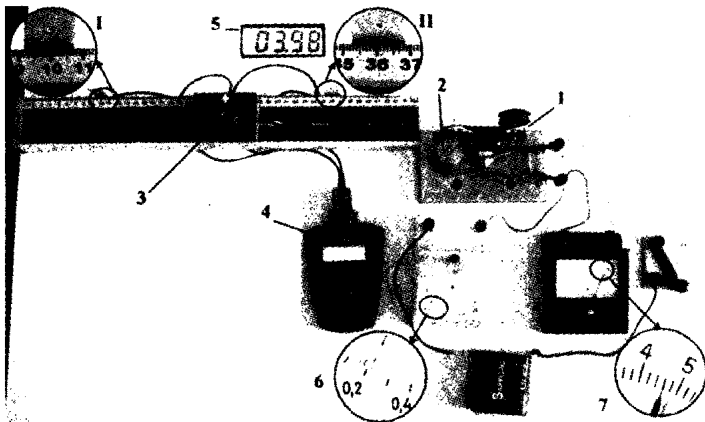
7. На фотографии представлена установка, в которой электродвигатель (1) с помощью нити (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей горизонтальной линейки.



При прохождении каретки мимо датчика *A* секундомер (4) включается, а при прохождении каретки мимо датчика *B* секундомер выключается.

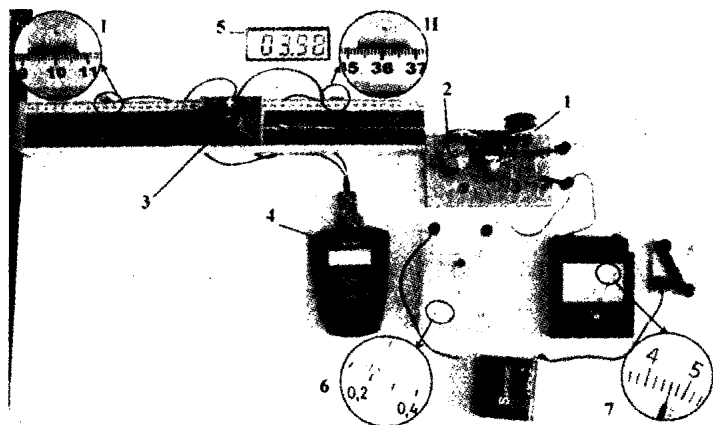
После измерения силы тока амперметром (6), напряжения вольтметром (7) и времени движения каретки (дисплей 5) ученик с помощью динамометра измерил силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равной 0,4 Н. Рассчитайте отношение работы силы упругости нити к работе электрического тока во внешней цепи.

8. На фотографии представлена установка для преобразования электрической энергии в механическую с помощью электродвигателя (1). Нить (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки мимо датчика *A* секундомер (4) включается, а при прохождении каретки мимо датчика *B* секундомер выключается. Дисплей (5) секундомера в этот момент показан слева от датчика. Какова сила трения скольжения между кареткой и направляющей, если при силе тока, зафиксированной амперметром (6), и напряжении, которое показывает вольтметр (7), модуль работы силы трения, возникающей при движении каретки, составляет 0,05 от работы электрического тока?



9. Для выполнения исследования преобразования электрической энергии в механическую используются электродвигатель (1) с сопротивлением якоря 3 Ом и редуктор (2), увеличивающий силу тяги. При сборке измерительной установки

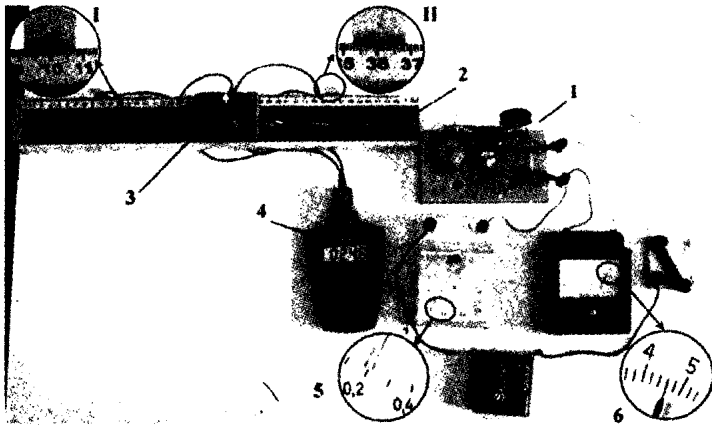
нить от каретки (3) с грузом прикрепляется к валу редуктора, и при вращении вала каретка перемещается по направляющей. При прохождении каретки мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем равномерном движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. Показания секундомера в этот момент фиксируются на дисплее (5).



После измерения силы тока амперметром (6), напряжения вольтметром (7) и времени движения каретки между датчиками ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равной 0,4 Н.

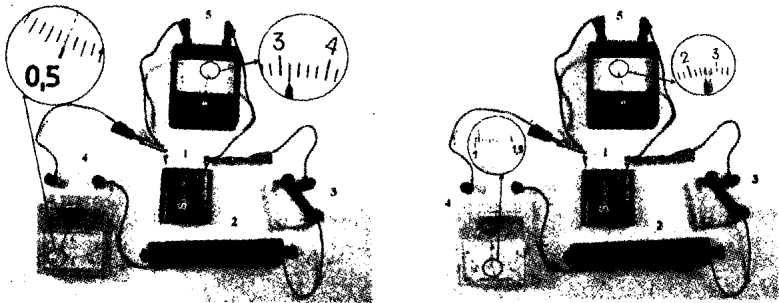
В данной установке за счет энергии, потребляемой от батарейки, совершается работа силой упругости нити, нагреваются якорь электродвигателя и детали редуктора. Рассчитайте количество теплоты, выделившейся в редукторе. Измерительные приборы считать идеальными.

10. На фотографии представлена установка, в которой электродвигатель (1) с помощью нити (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей. При прохождении каретки (3) мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается.



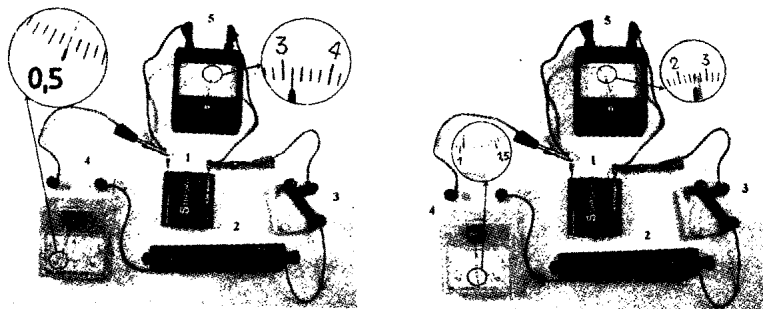
После измерения силы тока амперметром (5) и напряжения вольтметром (6) ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равной 0,4 Н. Какими будут показания секундомера при его выключении, если работа силы упругости нити составляет 0,03 от работы источника тока во внешней цепи?

11. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он провел измерения напряжения и силы тока в цепи при двух различных значениях сопротивлений внешней цепи (см. фотографии). Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки.

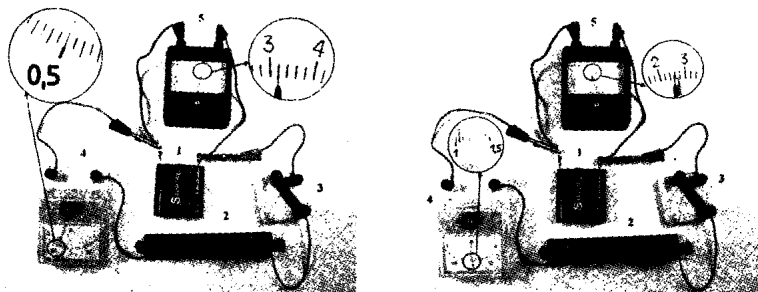


12. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он измерил напряжение на полюсах источника

тока и силу тока в цепи при различных положениях ползунка реостата (см. фотографии). Определите КПД источника тока в первом опыте.

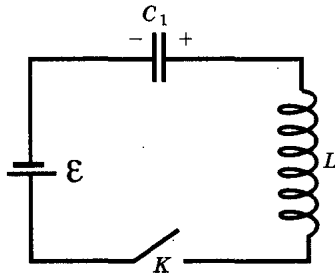


13. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он измерил напряжение на полюсах источника тока и силу тока в цепи при различных положениях ползунка реостата (см. фотографии). Определите количество теплоты, выделяющееся внутри батарейки за 1 мин во втором опыте.



14. В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью L и воздушного конденсатора емкостью C , происходят гармонические колебания силы тока с амплитудой I_0 . В тот момент, когда сила тока в катушке равна нулю, быстро (по сравнению с периодом колебаний) пространство между пластинами заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 1,5$. На сколько изменится полная энергия контура?
15. В изображенной на рисунке схеме ЭДС батареи $\epsilon = 10$ В, емкость конденсатора $C = 2$ мкФ, индуктивность катушки L неизвестна. При разомкнутом ключе K конденсатор заряжен до

напряжения $U_0 = 0,5 \text{ Э}$. Пренебрегая омическим сопротивлением цепи, определите максимальный заряд на конденсаторе после замыкания ключа.



16. На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получилось изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось передвинуть предмет относительно его первоначального положения?
17. Линза, фокусное расстояние которой 15 см, дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось сдвинуть предмет относительно его первоначального положения?
18. На оси OX в точке $x_1 = 0$ находится оптический центр тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = -20$ см, а в точке $x_2 = 20$ см — тонкой собирающей линзы. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси OX . На рассеивающую линзу вдоль оси OX падает параллельный пучок света из области $x < 0$. Пройдя данную оптическую систему, лучи собираются в точке с координатой $x_3 = 60$ см. Найдите фокусное расстояние собирающей линзы F_2 .
19. На оси OX в точке $x_1 = 0$ находится оптический центр тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = 30$ см, а в точке $x_2 = 15$ см — тонкой рассеивающей линзы. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси OX . На собираю-

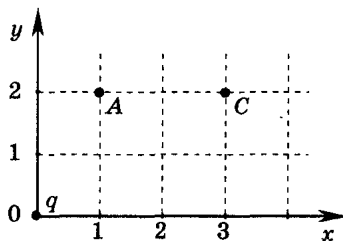
щую линзу по оси OX падает параллельный пучок света из области $x < 0$. Пройдя оптическую систему, пучок остается параллельным. Найдите фокусное расстояние F_2 рассеивающей линзы.

20. На оси OX в точке $x_1 = 0$ находится оптический центр тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = -20$ см, а в точке $x_2 = 20$ см — тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_2 = 30$ см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси x . Свет от точечного источника S , расположенного в точке $x < 0$, пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите координату x точечного источника.

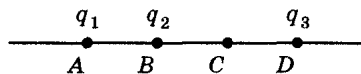
21. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

22. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Свая отбрасывает на дне водоема тень длиной 0,75 м. Определите угол падения солнечных лучей на поверхность воды. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

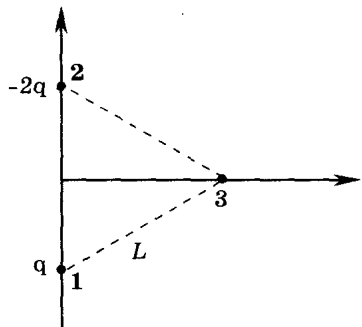
23. Точечный заряд q , помещенный в начало координат, создает в точке A (см. рисунок) электростатическое поле напряженностью $E_1 = 65$ В/м. Определите значение модуля напряженности поля E_2 в точке C



24. Точки A, B, C и D расположены на прямой и разделены равными промежутками L (см. рисунок). В точке A помещен заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке B — заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D , чтобы напряженность поля в точке C была равна нулю?



25. В двух вершинах (точках 1 и 2) равностороннего треугольника со стороной L (см. рисунок) помещены заряды q и $-2q$. Каковы направление и модуль вектора напряженности электрического поля в точке 3, являющейся третьей вершиной этого треугольника? Известно, что точечный заряд q создает на расстоянии L электрическое поле напряженностью $E = 10$ мВ/м.



26. Электрон влетает в область однородного магнитного поля индукцией $B = 0,01$ Тл со скоростью $v = 1000$ км/с перпендикулярно линиям индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° ?
27. Заряженный шарик влетает в область магнитного поля с индукцией $B = 0,2$ Тл, имея скорость $v = 1000$ м/с, перпендикулярную вектору индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° ? Масса шарика $m = 0,01$ г, заряд $q = 500$ мкКл.
28. Шарик массой $m = 20$ г подвешен на шелковой нити и помещен над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное вертикальное электрическое поле напряженностью $E = 10^4$ В/м. Шарик имеет положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл. Период малых колебаний шарика $T = 1$ с. Какова длина нити?
29. Шарик массой $m = 20$ г подвешен на шелковой нити длиной $l = 10$ см. Шарик имеет положительный заряд $q = +10^{-5}$ Кл и находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 10^4$ В/м, направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика?
30. Конденсатор состоит из двух неподвижных, вертикально расположенных, длинных ($L \gg d$), параллельных, разноименно заряженных пластин. Пластины расположены на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Напряженность поля внутри конденсатора равна $E = 10^4$ В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом $q = 10^{-5}$ Кл и массой

$m = 20$ г. После того как шарик отпустили, он начинает падать и ударяется об одну из пластин. Насколько уменьшится высота шарика Δh к моменту его удара?

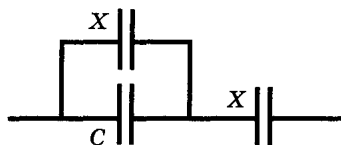
31. Конденсатор состоит из двух неподвижных, вертикально расположенных, длинных, параллельных, разноименно заряженных пластин. Пластины расположены на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Напряженность поля внутри конденсатора равна $E = 10^4$ В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом $q = 10^{-5}$ Кл и массой $m = 20$ г. После того как шарик отпустили, он начинает падать и через некоторое время ударяется об одну из пластин. Оцените время падения Δt шарика.

32. Отрицательно заряженная пластина, создающая вертикально направленное однородное электрическое поле напряженностью $E = 10^4$ В/м, укреплена на горизонтальной плоскости. На нее с высоты $h = 10$ см падает шарик массой $m = 20$ г, имеющий положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл. Какой импульс шарик передаст пластине при абсолютно упругом ударе с ней?

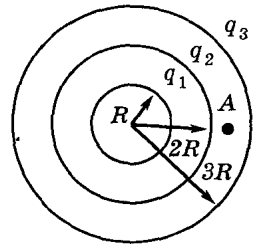
33. Два тонких медных проводника одинаковой l длины соединены последовательно. Диаметр первого равен d_1 , второго — d_2 . Определите отношение напряженности электростатического поля первого проводника к напряженности поля второго проводника $\frac{E_1}{E_2}$ при протекании по ним тока.

34. Конденсаторы, электрическая емкость которых $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 10$ мкФ, заряжают до напряжения $U = 5$ В каждый, а затем «плюс» одного из них подключают к «минусу» другого и соединяют свободные выводы резистором 1000 Ом. Какое количество теплоты выделится в резисторе?

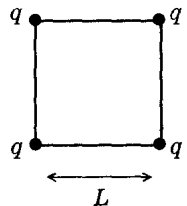
35. К конденсатору, электрическая емкость которого $C = 16$ пФ, подключают два одинаковых конденсатора емкостью X : один — параллельно, а второй — последовательно (см. рисунок). Емкость образовавшейся батареи конденсаторов равна емкости C . Какова емкость X ?



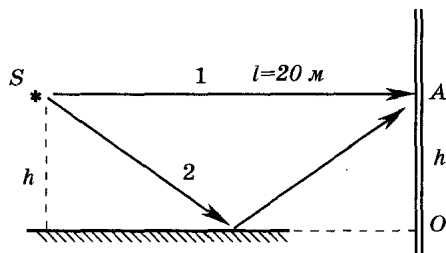
36. Конденсатор, электрическая емкость которого $C_1 = 5$ мкФ, заряжен так, что разность потенциалов между его пластинами $U_1 = 120$ В. Второй конденсатор, электрическая емкость которого $C_2 = 7$ мкФ, имеет разность потенциалов между пластинами $U_2 = 240$ В. Одноименно заряженные пластины конденсаторов попарно соединили проводниками. Вычислите модуль разности потенциалов U между пластинами каждого конденсатора после соединения.
37. Чему равен период электромагнитных колебаний в колебательном контуре, если амплитуда силы тока равна I_m , а амплитуда электрического заряда на пластинах конденсатора равна q_m ?
38. В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени t заряд конденсатора $q = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл, а сила тока в катушке $I = 3$ мА. Период колебаний $T = 6,3 \cdot 10^{-6}$ с. Определите амплитуду колебаний заряда.
39. В идеальном колебательном контуре амплитуда силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0$ В. В момент времени t сила тока в катушке $I = 3$ мА. Определите напряжение на конденсаторе в этот момент.
40. Точечный заряд q создает на расстоянии R электрическое поле с напряженностью $E_0 = 63$ В/м. Три концентрические сферы радиусами R , $2R$ и $3R$ несут равномерно распределенные по их поверхностям заряды $q_1 = +2q$, $q_2 = -q$ и $q_3 = +q$ соответственно (см. рис.). Чему равно значение напряженности поля в точке A , отстоящей от центра сфер на расстояние $2,5R$?



41. Четыре одинаковых заряда q расположены в одной плоскости в вершинах квадрата со стороной L и удерживаются в равновесии связывающими их не проводящими ток нитями (см. рисунок). Сила отталкивания соседних зарядов $F_0 = 20 \cdot 10^{-3}$ Н. Чему равно натяжение каждой из нитей T ?



42. Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром, сопротивление которого $R = 5 \text{ Ом}$, находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечет по контуру за большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 2 \text{ Тл}$ до $B_{2z} = -2 \text{ Тл}$?
43. Плоская горизонтальная фигура, ограниченная проводящим контуром, сопротивление которого $R = 5 \text{ Ом}$, находится в однородном магнитном поле. За большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль z равномерно меняется от $B_{1z} = 2 \text{ Тл}$ до $B_{2z} = -2 \text{ Тл}$, по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}$. Найдите площадь фигуры.
44. Для «просветления» оптики на поверхность линзы наносят тонкую пленку с показателем преломления $1,25$. Какой должна быть минимальная толщина пленки, чтобы свет длиной волны 600 нм из воздуха полностью проходил через пленку? (Показатель преломления пленки меньше показателя преломления стекла линзы.)
45. На рисунке представлена схема получения интерференции света с помощью плоского зеркала. Центральный интерференционный максимум наблюдается в точке O экрана. Расстояние от источника S до зеркала равно h , длина волны источника $\lambda = 600 \text{ нм}$. Луч 1 идет параллельно зеркалу и попадает в точку A экрана, где наблюдается второй интерференционный минимум. Чему равно расстояние h в этом опыте?

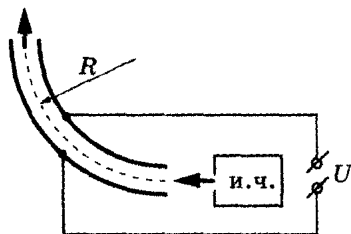


46. Полый металлический шарик массой 2 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см . Шарик имеет положительный заряд 10^{-8} Кл и находится в однородном электрическом поле напряженностью 10^6 В/м , направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика?

47. Полый металлический шарик массой 2 г подвешен на шелковой нити и помещен над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное вертикальное электрическое поле напряженностью 10^6 В/м. Шарик имеет положительный заряд 10^{-8} Кл. Период малых колебаний шарика 1 с. Какова длина нити?

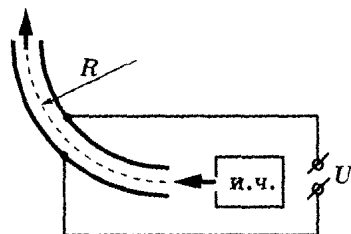
48. Полый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженности $2 \cdot 10^6$ В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен $6 \cdot 10^{-8}$ Кл. Определите циклическую частоту свободных гармонических колебаний данного маятника.

49. На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежутке



между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетает электрон, как показано на рисунке. Напряженность электрического поля в конденсаторе по модулю равна 500 В/м. При каком значении скорости электрон пролетит сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряженность электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

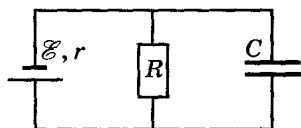
50. На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Пред-



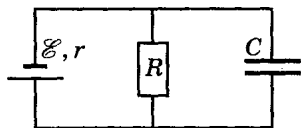
положим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы с

зарядом $-e$, как показано на рисунке. Напряженность электрического поля в конденсаторе по модулю равна 50 кВ/м . Скорость ионов $2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$. Ионы с каким значением массы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряженность электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

51. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8 \text{ Ом}$ и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002 \text{ м}$. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



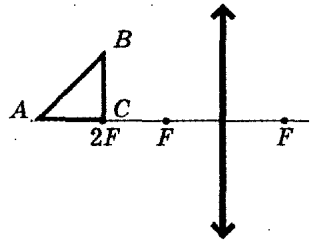
52. Какой должна быть ЭДС источника тока, чтобы напряженность E электрического поля в плоском конденсаторе была равна 2 кВ/м , если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2 \text{ Ом}$, сопротивление резистора $R = 10 \text{ Ом}$, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2 \text{ мм}$ (см. рисунок)?



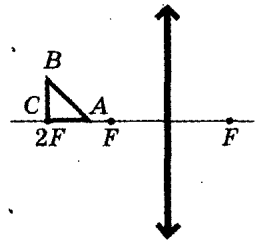
53. На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м . Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под плотом. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $\frac{4}{3}$.
54. На поверхности воды плавает прямоугольный надувной плот длиной 6 м . Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Глубина тени под плотом равна $2,3 \text{ м}$. Определите ширину плота. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $\frac{4}{3}$.

55. Под водой находится понтон прямоугольной формы шириной 4 м, длиной 6 м и высотой 1 м. Расстояние от поверхности воды до нижней поверхности понтона 2,5 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под понтоном (отсчитывая ее от нижней поверхности понтона). Рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $\frac{4}{3}$.

56. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла C лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



57. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ЭЛЕМЕНТЫ СТО

Корпускулярно-волновой дуализм

1. /5.1.2/ Фототок насыщения при фотоэффекте с уменьшением падающего светового потока

1) увеличивается

- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от работы выхода

2. /5.1.2/ Внешний фотоэффект — это явление

- 1) почернения фотоэмульсии под действием света
- 2) вырывания электронов с поверхности вещества под действием света
- 3) свечения некоторых веществ в темноте
- 4) излучения нагретого твердого тела

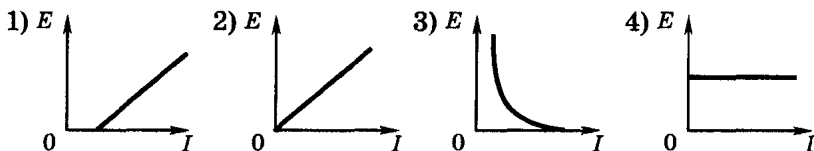
3. /5.1.2/ Если скорость фотоэлектронов, выбиваемых светом с поверхности катода, при увеличении частоты света увеличивается в 3 раза, то задерживающая разность потенциалов (запирающий потенциал) в установке по изучению фотоэффекта должна

- 1) увеличиться в 9 раз
- 2) уменьшиться в 9 раз
- 3) увеличиться в 3 раза
- 4) уменьшиться в 3 раза

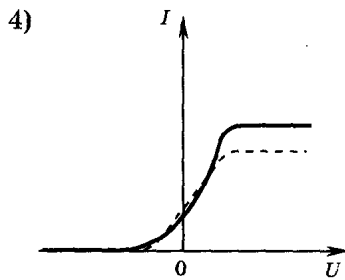
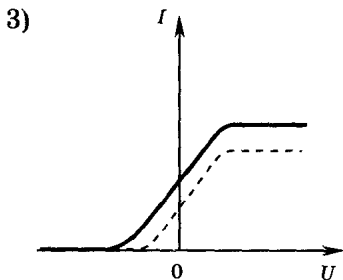
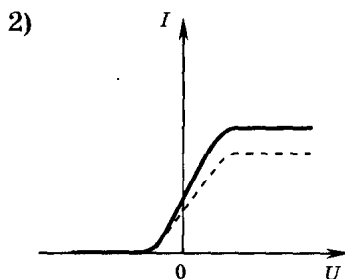
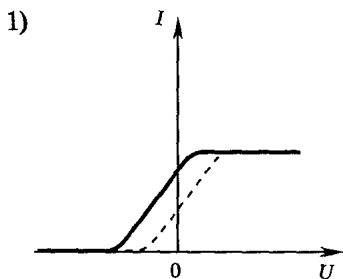
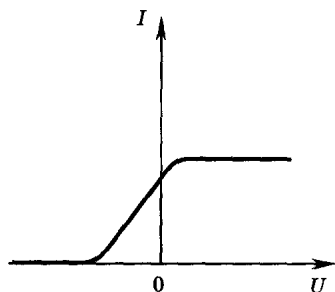
4. /5.1.3/ При исследовании фотоэффекта А.Г. Столетов выяснил, что

- 1) энергия фотона прямо пропорциональна частоте света
- 2) вещество поглощает свет квантами
- 3) сила фототока прямо пропорциональна частоте падающего света
- 4) фототок возникает при частотах падающего света, превышающих некоторое значение

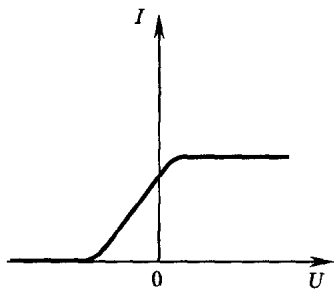
5. /5.1.3/ Четырех учеников попросили нарисовать общий вид графика зависимости максимальной кинетической энергии электронов, вылетевших из пластины в результате фотоэффекта, от интенсивности I падающего света. Какой рисунок выполнен правильно?

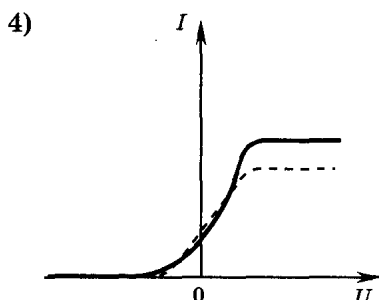
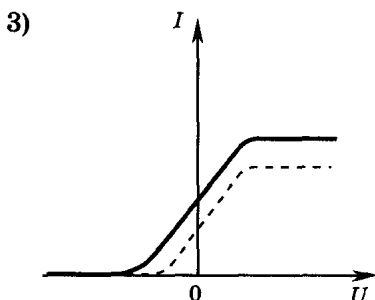
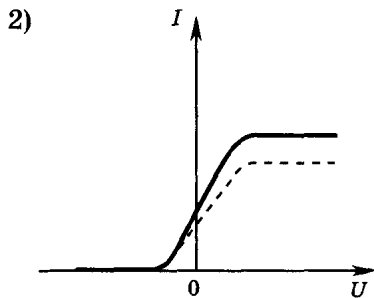
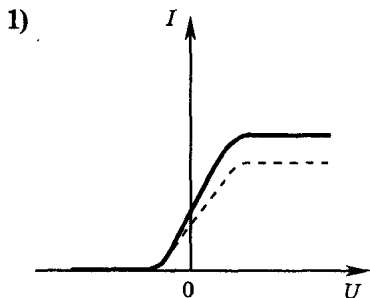


6. /5.1.3/ Фотоэлемент освещают светом с определенными частотой и интенсивностью. На рисунке справа представлен график зависимости силы фототока в этом фотоэлементе от приложенного к нему напряжения. В случае увеличения частоты без изменения интенсивности падающего света график изменится. На каком из приведенных рисунков правильно показано изменение графика?

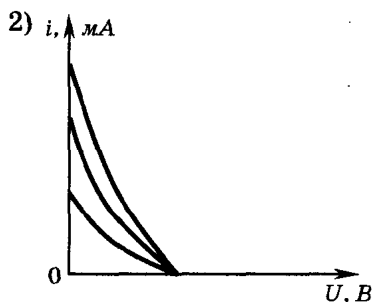
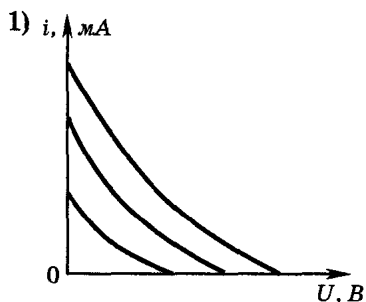
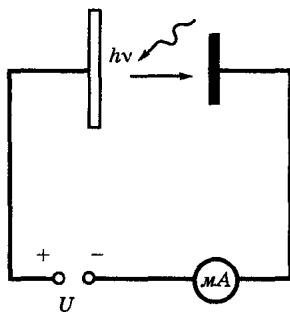


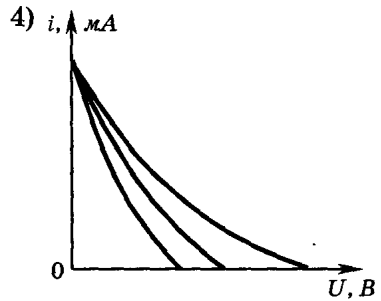
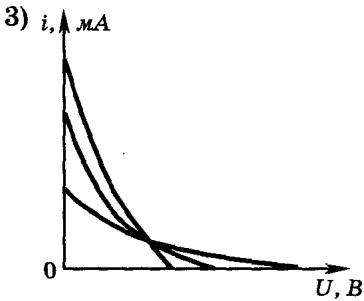
7. /5.1.3/ Фотоэлемент освещают светом с определенными частотой и интенсивностью. На рисунке справа представлен график зависимости силы фототока в этом фотоэлементе от приложенного к нему напряжения. В случае увеличения интенсивности падающего света той же частоты график изменится. На каком из приведенных ниже рисунков правильно показано изменение графика?





8. /5.1.3/ Было проведено три эксперимента по измерению зависимости фототока от приложенного напряжения между фотокатодом и анодом. В этих экспериментах металлическая пластинка фотокатода освещалась монохроматическим светом одной и той же частоты, но разной интенсивности (см. рисунок). На каком из рисунков правильно отражены результаты этих экспериментов?





9. /5.1.3/ Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зеленым, затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?
- 1) при освещении красным светом
 - 2) при освещении зеленым светом
 - 3) при освещении синим светом
 - 4) во всех случаях одинаковой
10. /5.1.3/ Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света
- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
 - 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
 - 3) будет увеличиваться энергия фотоэлектронов
 - 4) будет увеличиваться как энергия, так и количество фотоэлектронов
11. /5.1.3/ В своих опытах Столетов измерял максимальную силу тока (ток насыщения) при освещении электрода ультрафиолетовым светом. Сила тока насыщения при увеличении интенсивности падающего света и неизменной его частоте будет
- 1) увеличиваться
 - 2) уменьшаться
 - 3) оставаться неизменной
 - 4) сначала увеличиваться, затем уменьшаться

12. /5.1.3/ Интенсивность света, падающего на фотокатод, уменьшилась в 10 раз. При этом уменьшилась(-ось)
- 1) максимальная скорость фотоэлектронов
 - 2) максимальная энергия фотоэлектронов
 - 3) число фотоэлектронов
 - 4) максимальный импульс фотоэлектронов
13. /5.1.3/ От чего зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте?
- А. От частоты падающего света.
 Б. От интенсивности падающего света.
 В. От работы выхода электронов из металла.
- Правильными являются ответы:
- 1) только Б 2) А и Б 3) А и В 4) А, Б и В
14. /5.1.3/ При фотоэффекте работа выхода электрона из металла зависит от
- 1) частоты падающего света
 - 2) интенсивности падающего света
 - 3) химической природы металла
 - 4) кинетической энергии вырываемых электронов
15. /5.1.3/ Кинетическая энергия электронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте, не зависит от
- А — частоты падающего света.
 Б — интенсивности падающего света.
 В — площади освещаемой поверхности.
- Какие утверждения правильны?
- 1) Б и В 2) А и Б 3) А и В 4) Б и В
16. /5.1.3/ При фотоэффекте работа выхода электрона из металла (красная граница фотоэффекта) не зависит от
- А — частоты падающего света.
 Б — интенсивности падающего света.
 В — химического состава металла.
- Какие утверждения правильны?
- 1) А, Б, В 2) Б и В 3) А и Б 4) А и В

17. /5.1.3/ При фотоэффекте задерживающая разность потенциалов не зависит от
- А — частоты падающего света.
 - Б — интенсивности падающего света.
 - В — угла падения света.
- Какие утверждения правильны?
- 1) А и Б 2) Б и В 3) А и В 4) А, Б и В
18. /5.1.3/ При фотоэффекте число электронов, выбиваемых монохроматическим светом из металла за единицу времени, не зависит от
- А — частоты падающего света.
 - Б — интенсивности падающего света.
 - В — работы выхода электронов из металла.
- Какие утверждения правильные?
- 1) А и В 2) А, Б, В 3) Б и В 4) А и Б
19. /5.1.3/ При увеличении угла падения α на плоский фотокатод монохроматического излучения с неизменной длиной волны λ максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
- 1) возрастает
 - 2) уменьшается
 - 3) не изменяется
 - 4) возрастает при $\lambda > 500$ нм и уменьшается при $\lambda < 500$ нм
20. /5.1.3/ В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с
- 1) увеличилось в 1,5 раза
 - 2) стало равным нулю
 - 3) уменьшилось в 2 раза
 - 4) уменьшилось более чем в 2 раза
21. /5.1.3/ В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту увеличили в 2 раза, оста-

вив неизменным число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) не изменилось
- 2) стало не равным нулю
- 3) увеличилось в 2 раза
- 4) увеличилось менее чем в 2 раза

22. /5.1.3/ В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) увеличилась в 1,5 раза
- 2) стала равной нулю
- 3) уменьшилась в 2 раза
- 4) уменьшилась более чем в 2 раза

23. /5.1.4/ Работа выхода для материала катода вакуумного фотоэлемента равна 1,5 эВ. Катод освещается монохроматическим светом, у которого энергия фотонов равна 3,5 эВ. Каково запирающее напряжение, при котором фототок прекратится?

- 1) 1,5 В
- 2) 2,0 В
- 3) 3,5 В
- 4) 5,0 В

24. /5.1.4/ Работа выхода для материала пластины равна 2 эВ. Пластина освещается монохроматическим светом. Какова энергия фотонов падающего света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 2 эВ
- 4) 3,5 эВ

25. /5.1.4/ Энергия фотона, поглощенного при фотоэффекте, равна E . Кинетическая энергия электрона, вылетевшего с поверхности металла под действием этого фотона,

- 1) больше E
- 2) меньше E
- 3) равна E
- 4) может быть больше или меньше E при разных условиях

26. /5.1.4/ Как изменится минимальная частота света, при которой возникает внешний фотоэффект, если пластинке сообщить отрицательный заряд?

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится
- 4) увеличится или уменьшится в зависимости от рода вещества

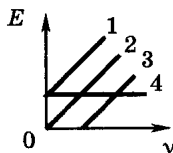
27. /5.1.4/ Как изменится минимальная частота, при которой возникает фотоэффект, если пластинке сообщить положительный заряд?

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится
- 4) увеличится или уменьшится в зависимости от рода вещества

28. /5.1.4/ При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит освобождение фотоэлектронов. Как изменится максимальная энергия вылетевших фотоэлектронов при уменьшении частоты падающего света в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится более чем в 2 раза
- 4) уменьшится менее чем в 2 раза

29. /5.1.4/ Какой график соответствует зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов E от частоты ν падающих на вещество фотонов при фотоэффекте (см. рисунок)?

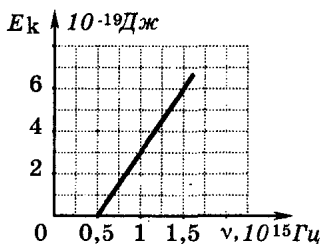


- | | |
|------|------|
| 1) 1 | 3) 3 |
| 2) 2 | 4) 4 |

30. /5.1.4/ На неподвижную пластину из никеля падает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна 8 эВ. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с максимальной кинетической энергией 3 эВ. Чему равна работа выхода электронов из никеля?

- | | |
|----------|---------|
| 1) 11 эВ | 3) 3 эВ |
| 2) 5 эВ | 4) 8 эВ |

31. /5.1.4/ Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график изменения максимальной кинетической энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Чему равна работа выхода фотоэлектронов из оксида кальция?



- 1) 0,7 эВ 2) 1,4 эВ 3) 2,1 эВ 4) 2,8 эВ

32. /5.1.4/ Энергия фотона, соответствующая красной границе фотоэффекта для калия, равна $7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если на металл падает свет, энергия фотонов которого равна 10^{-18} Дж.

- 1) $2,8 \cdot 10^{-19}$ Дж 3) $1,72 \cdot 10^{-18}$ Дж
2) 0 Дж 4) $7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж

33. /5.1.4/ Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

- 1) 300 нм 2) 400 нм 3) 900 нм 4) 1200 нм

34. /5.1.4/ Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. При освещении этого металла светом длиной волны λ максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 3 раза меньше энергии падающего света. Чему равна длина волны λ падающего света?

- 1) 133 нм 2) 300 нм 3) 400 нм 4) 1200 нм

35. /5.1.4/ Работа выхода электронов для исследуемого металла равна 3 эВ. Чему равна максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из металлической пластинки под действием света, длина волны которого составляет $\frac{2}{3}$ длины волны, соответствующей красной границе фотоэффекта для этого металла?

- 1) $\frac{2}{3}$ эВ 2) 1 эВ 3) $\frac{3}{2}$ эВ 4) 2 эВ

36. /5.1.4/ В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором электрическое поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим напряжением.

В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины.

Задерживающее напряжение U , В	0,4	0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

- 1) $4,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 3) $7,0 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
 2) $5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 4) $6,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

37. /5.1.4/ В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим напряжением.

В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины, в ходе которого было получено значение $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Задерживающее напряжение U , В		0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

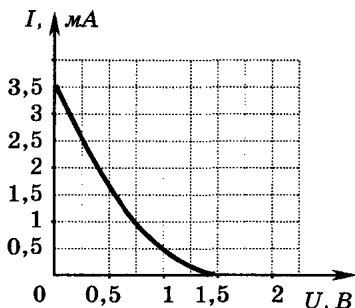
Определите опущенное в таблице первое значение задерживающего потенциала?

- 1) 0,4 В 3) 0,7 В
 2) 0,5 В 4) 0,8 В

38. /5.1.4/ Если A — работа выхода, h — постоянная Планка, то длина волны света $\lambda_{кр}$, соответствующая красной границе фотоэффекта, определяется соотношением

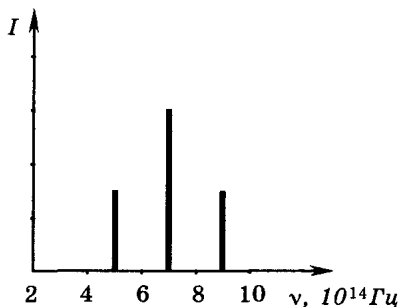
- 1) $\frac{A}{h}$ 3) $\frac{h \cdot c}{A}$
 2) $\frac{h}{A}$ 4) $\frac{h \cdot A}{c}$

39. /5.1.4/ На графике приведена зависимость фототока от приложенного обратного напряжения при освещении металлической пластины (фотокаатода) излучением с энергией 4 эВ. Чему равна работа выхода для этого металла?



- 1) 1,5 эВ 3) 3,5 эВ
2) 2,5 эВ 4) 5,5 эВ

40. /5.1.4/ На металлическую пластинку с работой выхода $A = 2,0$ эВ падает излучение, имеющее три частоты различной интенсивности (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов.



- 1) 0,06 эВ 3) 1,7 эВ
2) 0,9 эВ 4) 6,7 эВ

41. /5.1.4/ Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. Чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза, нужно увеличить энергию фотонов на

- 1) 0,1 эВ 3) 0,3 эВ
2) 0,2 эВ 4) 0,4 эВ

42. /5.1.4/ Работа выхода из материала 1 больше, чем работа выхода из материала 2. Максимальная длина волны, при которой может наблюдаться фотоэффект в материале 1, равна λ_1 ; максимальная длина волны, при которой может наблюдаться фотоэффект на материале 2, равна λ_2 . На основании законов фотоэффекта можно утверждать, что

- 1) $\lambda_1 < \lambda_2$
2) $\lambda_1 = \lambda_2$
3) $\lambda_1 > \lambda_2$
4) λ_1 может быть как больше, так и меньше λ_2

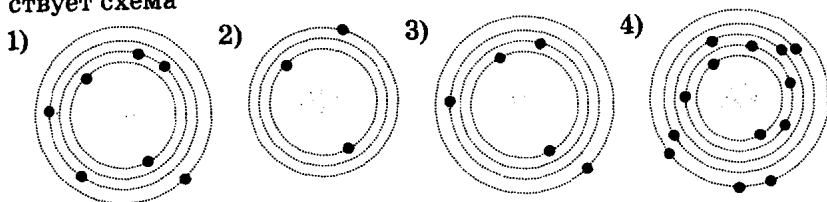
43. /5.1.4/ Работа выхода для материала пластины равна 2 эВ. Пластина освещается монохроматическим светом. Какова энергия фотонов падающего света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?
- 1) 0,5 эВ 2) 1,5 эВ 3) 2 эВ 4) 3,5 эВ
44. /5.1.4/ Энергия фотонов, падающих на фотокатод, в 4 раза больше работы выхода из материала фотокатода. Каково отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов к работе выхода?
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
45. /5.1.4/ Оцените максимальную скорость электронов, выбиваемых из металла светом длиной волны 300 нм, если работа выхода $A_{\text{вых}} = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж.
- 1) 889 м/с 2) 8 км/с 3) $3 \cdot 10^8$ м/с 4) 889 км/с
46. /5.1.4/ Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?
47. /5.1.4/ Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается, когда напряжение между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Определите длину волны λ .
48. /5.1.4/ При облучении катода светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм фототок прекращается, когда напряжение между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Определите красную границу фотоэффекта λ_0 для вещества фотокатода.
49. /5.1.5/ При испускании фотона с энергией 6 эВ заряд атома
- 1) не изменяется
2) увеличивается на $9,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
3) увеличивается на $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
4) уменьшается на $9,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
50. /5.1.5/ Свет с частотой $4 \cdot 10^{15}$ Гц состоит из фотонов с электрическим зарядом, равным
- 1) $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл 3) 0 Кл
2) $6,4 \cdot 10^{-19}$ Кл 4) $6,4 \cdot 10^{-4}$ Кл

51. /5.1.5/ Атом испустил фотон с энергией $6 \cdot 10^{-18}$ Дж. Каково изменение импульса атома?
- 1) 0 кг·м/с
 - 2) $1,8 \cdot 10^{-9}$ кг·м/с
 - 3) $5 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с
 - 4) $2 \cdot 10^{-26}$ кг·м/с
52. /5.1.6/ Энергия фотона, соответствующая электромагнитной волне длиной λ , пропорциональна
- 1) $\frac{1}{\lambda^2}$
 - 2) λ^2
 - 3) λ
 - 4) $\frac{1}{\lambda}$
53. /5.1.6/ Какова энергия фотона, соответствующего длине световой волны $\lambda = 6$ мкм?
- 1) $3,3 \cdot 10^{-40}$ Дж
 - 2) $4,0 \cdot 10^{-39}$ Дж
 - 3) $3,3 \cdot 10^{-20}$ Дж
 - 4) $4,0 \cdot 10^{-19}$ Дж
54. /5.1.6/ Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света
- 1) больше в 4 раза
 - 2) больше в 2 раза
 - 3) меньше в 4 раза
 - 4) меньше в 2 раза
55. /5.1.6/ В каком из перечисленных ниже излучений энергия фотонов имеет наименьшее значение?
- 1) в рентгеновском
 - 2) в ультрафиолетовом
 - 3) в видимом
 - 4) в инфракрасном
56. /5.1.7/ Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Отношение частоты света первого пучка к частоте второго равно
- 1) 1
 - 2) 2
 - 3) $\sqrt{2}$
 - 4) $\frac{1}{2}$
57. /5.1.7/ Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Отношение периода колебаний напряженности электрического поля в первом пучке света к периоду колебаний этого поля во втором пучке равно
- 1) 1
 - 2) 2
 - 3) $\sqrt{2}$
 - 4) $\frac{1}{2}$

58. /5.1.7/ Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше модуля импульса фотона во втором пучке. Отношение длины волны в первом пучке света к длине волны во втором пучке равно
- 1) 1 2) 2 3) $\sqrt{2}$ 4) $\frac{1}{2}$
59. /5.1.7/ Частота красного света в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Импульс фотона красного света по отношению к импульсу фотона фиолетового света
- 1) больше в 4 раза 3) больше в 2 раза
2) меньше в 4 раза 4) меньше в 2 раза
60. /5.1.7/ Отношение импульсов двух фотонов $\frac{P_1}{P_2} = 2$. Отношение длин волн этих фотонов равно $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$
- 1) $\frac{1}{2}$ 2) 2 3) $\frac{1}{4}$ 4) 4
61. /5.1.7/ Импульс фотона имеет наименьшее значение в диапазоне частот
- 1) рентгеновского излучения
2) видимого излучения
3) ультрафиолетового излучения
4) инфракрасного излучения
62. /5.1.7/ Два источника света излучают волны, длины которых $\lambda_1 = 3,75 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 7,5 \cdot 10^{-7}$ м. Чему равно отношение импульсов $\frac{P_1}{P_2}$ фотонов, излучаемых первым и вторым источниками?
- 1) $\frac{1}{4}$ 3) $\frac{1}{2}$
2) 2 4) 4
63. /5.1.7/ Покоящийся атом поглотил фотон с энергией $1,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. При этом импульс атома
- 1) не изменился
2) стал равным $1,2 \cdot 10^{-17}$ кг·м/с
3) стал равным $4 \cdot 10^{-26}$ кг·м/с
4) стал равным $3,6 \cdot 10^{-9}$ кг·м/с

- 1) больше нуля
 2) равна нулю
 3) меньше нуля
 4) больше или меньше нуля в зависимости от состояния

2. /5.2.1/ В планетарной модели атома принимается, что
- 1) число электронов на орбитах равно числу протонов в ядре
 - 2) число протонов равно числу нейтронов в ядре
 - 3) число электронов на орбитах равно сумме чисел протонов и нейтронов в ядре
 - 4) число нейтронов в ядре равно сумме чисел электронов на орбитах и протонов в ядре
3. /5.2.1/ Планетарная модель атома обоснована опытами по
- 1) растворению и плавлению твердых тел
 - 2) ионизации газа
 - 3) химическому получению новых веществ
 - 4) рассеянию α -частиц
4. /5.2.1/ Планетарная модель атома обоснована
- 1) расчетами движения небесных тел
 - 2) опытами по электризации
 - 3) опытами по рассеянию α -частиц
 - 4) фотографиями атомов, сделанными с помощью микроскопа
5. /5.2.1/ При изучении строения атома в рамках модели Резерфорда моделью ядра служит
- 1) электрически нейтральный шар
 - 2) положительно заряженный шар с вкраплениями электронов
 - 3) отрицательно заряженное тело малых по сравнению с атомом размеров
 - 4) положительно заряженное тело малых по сравнению с атомом размеров
6. /5.2.1/ На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому ${}^{13}_5\text{B}$ соответствует схема



7. /5.2.1/ В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются

- 1) электростатическим полем ядра атома
- 2) электронной оболочкой атомов мишени
- 3) гравитационным полем ядра атома
- 4) поверхностью мишени

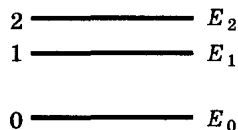
8. /5.2.1/ В опыте Резерфорда большая часть α -частиц свободно проходит сквозь фольгу, практически не отклоняясь от прямолинейных траекторий, потому что

- 1) ядро атома имеет положительный заряд
- 2) электроны имеют отрицательный заряд
- 3) ядро атома имеет малые (по сравнению с атомом) размеры
- 4) α -частицы имеют большую (по сравнению с ядрами атомов) массу

9. /5.2.2/ Атом находится в состоянии с энергией $E_1 = -3$ эВ. Минимальная энергия, необходимая для отрыва электрона от атома, равна

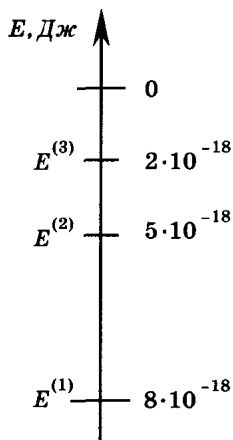
- 1) 0 2) E_1 3) $-E_1$ 4) $-\frac{E_1}{2}$

10. /5.2.2/ Сколько фотонов различной частоты могут испускать атомы водорода, находившиеся во втором возбужденном состоянии E_2 , согласно постулатам Бора?



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

11. /5.2.2/ Предположим, что энергия атомов газа может принимать только те значения, которые указаны на схеме. Атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Фотоны какой энергии может поглощать данный газ?



- 1) любой в пределах от $2 \cdot 10^{-18}$ Дж до $8 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 2) любой, но меньшей $2 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) только $2 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 4) любой, большей или равной $2 \cdot 10^{-18}$ Дж

12. /5.2.2/ Согласно постулатам Бора частота электромагнитного излучения, возникающего при переходе атома из возбужденного состояния с энергией E_1 в основное состояние с энергией E_0 , вычисляется по формуле (c — скорость света, h — постоянная Планка)

$$1) \frac{E_1 + E_0}{h} \quad 2) \frac{E_1 - E_0}{h} \quad 3) \frac{ch}{E_1 - E_0} \quad 4) \frac{ch}{E_0 + E_1}$$

13. /5.2.2/ Длина волны для фотона, излучаемого атомом при переходе из возбужденного состояния с энергией E_1 в основное состояние с энергией E_0 , равна (c — скорость света, h — постоянная Планка)

$$1) \frac{E_0 - E_1}{h} \quad 2) \frac{E_1 - E_0}{h} \quad 3) \frac{ch}{E_1 - E_0} \quad 4) \frac{ch}{E_0 - E_1}$$

14. /5.2.2/ Энергия фотона, поглощаемого атомом при переходе из основного состояния с энергией E_0 в возбужденное состояние с энергией E_1 , равна (h — постоянная Планка)

$$1) E_1 - E_0 \quad 2) \frac{E_1 + E_0}{h} \quad 3) \frac{E_1 - E_0}{h} \quad 4) E_1 + E_0$$

15. /5.2.2/ Частота фотона, поглощаемого атомом при переходе атома из основного состояния с энергией E_0 в возбужденное с энергией E_1 , равна (h — постоянная Планка)

$$1) \frac{E_0 - E_1}{h} \quad 2) \frac{E_1 - E_0}{h} \quad 3) \frac{h}{E_1 - E_0} \quad 4) \frac{ch}{E_0 - E_1}$$

16. /5.2.2/ Электрон внешней оболочки атома сначала переходит из стационарного состояния с энергией E_1 в стационарное состояние с энергией E_2 , поглощая фотон частотой ν_1 . Затем он переходит из состояния E_2 в стационарное состояние с энергией E_3 , поглощая фотон частотой $\nu_2 > \nu_1$. Что происходит при переходе электрона из состояния E_3 в состояние E_1 ?

- 1) излучение света частотой $\nu_2 - \nu_1$
- 2) поглощение света частотой $\nu_2 - \nu_1$
- 3) излучение света частотой $\nu_2 + \nu_1$
- 4) поглощение света частотой $\nu_2 + \nu_1$

17. /5.2.3/ Излучение фотонов происходит при переходе из возбужденных состояний с энергиями $E_1 > E_2 > E_3$ в основное

состояние. Для частот соответствующих фотонов ν_1, ν_2, ν_3 справедливо соотношение

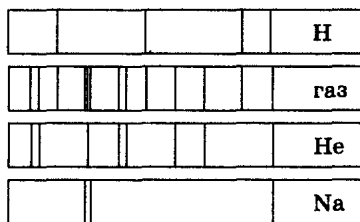
1) $\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$

2) $\nu_2 < \nu_1 < \nu_3$

3) $\nu_2 < \nu_3 < \nu_1$

4) $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$

18. /5.2.3/ На рисунке приведены фотографии спектра поглощения неизвестного газа и спектров поглощения известных веществ.



По анализу спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит в заметном количестве

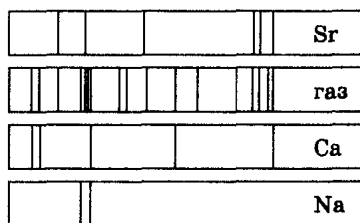
1) водород (H), гелий (He) и натрий (Na)

2) только натрий (Na) и водород (H)

3) только натрий (Na) и гелий (He)

4) только водород (H) и гелий (He)

19. /5.2.3/ На рисунке приведен спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения паров известных металлов.



По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит в заметном количестве атомы

1) только стронция (Sr) и кальция (Ca)

2) только натрия (Na) и стронция (Sr)

3) только стронция (Sr), кальция (Ca) и натрия (Na)

4) стронция (Sr), кальция (Ca), натрия (Na) и другого вещества

- 1) только (Ca)
- 2) только (Sr)
- 3) кальций и еще какое-то неизвестное вещество
- 4) стронций и еще какое-то неизвестное вещество

23. /5.2.4/ Излучение лазера — это

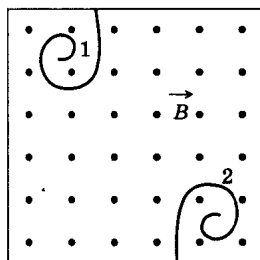
- 1) тепловое излучение
- 2) вынужденное излучение
- 3) спонтанное (самопроизвольное) излучение
- 4) люминесценция

24. /5.2.4/ Интерференцию света с помощью лазерной указки показать легче, чем с помощью обычного источника, т.к. пучок света, даваемый лазером, более

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) мощный | 3) расходящийся |
| 2) когерентный | 4) яркий |

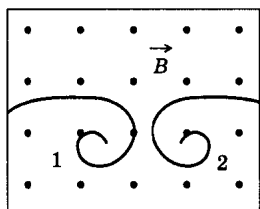
Физика атомного ядра

1. /5.3.1/ В камере Вильсона, помещенной во внешнее магнитное поле таким образом, что вектор индукции магнитного поля направлен перпендикулярно плоскости рисунка на нас, были сфотографированы треки 2-х частиц. Какой из треков может принадлежать протону?



- 1) только 1-й
- 2) только 2-й
- 3) 1-й и 2-й
- 4) ни один из приведенных

2. /5.3.1/ В камере Вильсона, помещенной во внешнее магнитное поле таким образом, что вектор индукции магнитного поля направлен перпендикулярно плоскости рисунка на нас, были сфотографированы треки двух частиц. Какие из треков могут принадлежать электрону?



15. /5.3.5/ Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 дней. Каков период полураспада этого элемента?
- 1) 32 дня 2) 16 дней 3) 4 дня 4) 2 дня
16. /5.3.5/ Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 17 с. Это означает, что
- 1) за 17 с атомный номер каждого атома уменьшится вдвое
2) один атом распадается каждые 17 с
3) около половины изначально имевшихся атомов распадется за 17 с
4) все изначально имевшиеся атомы распадутся через 34 с
17. /5.3.5/ Радиоактивный изотоп имеет период полураспада 2 мин. Сколько ядер из 1000 ядер этого изотопа испытает радиоактивный распад за 2 мин?
- 1) точно 500 ядер
2) 500 или немного меньше ядер
3) 500 или немного больше ядер
4) около 500 ядер, может быть, немного больше или немного меньше
18. /5.3.5/ Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадется за время, равное половине периода полураспада?
- 1) 0,71 2) 0,50 3) 0,29 4) 0,14
19. /5.3.5/ Нагретый газ углерод $^{15}_6\text{C}$ излучает свет. Этот изотоп испытывает β -распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?
- 1) спектр углерода исчезнет и заменится спектром азота $^{15}_7\text{N}$
2) спектр станет ярче из-за выделяющейся энергии
3) спектр сдвинется из-за уменьшения числа атомов углерода
4) спектр углерода станет менее ярким, и добавятся линии азота $^{15}_7\text{N}$
20. /5.3.5/ Период полураспада радона 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 64 раза?
- 1) 19 дней 3) 3,8 дня
2) 38 дней 4) 22,8 дня

21. /5.3.5/ Какая доля от большого количества радиоактивных атомов остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0%

22. /5.3.5/ Наблюдение за препаратом актиния массой 1 г показало, что период полураспада ядер атомов актиния $^{227}_{89}\text{Ac}$ составляет 21,6 года. Это означает, что

- 1) за 21,6 года массовое число каждого атома уменьшится вдвое
 2) один атом актиния распадается каждые 21,6 года
 3) половина изначально имевшихся атомов актиния распадается за 21,6 года
 4) все изначально имевшиеся атомы актиния распадутся за 43,2 года

23. /5.3.5/ Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

- 1) 13 г 2) 26 г 3) 39 г 4) 52 г

24. /5.3.5/ Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. Через какой период времени распадется 75% ядер висмута в исследуемом образце?

- 1) 19 мин 2) 38 мин 3) 28,5 мин 4) 9,5 мин

25. /5.3.6/ Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра $^{37}_{18}\text{Ar}$?

	p — число протонов	n — число нейтронов
1)	18	19
2)	18	37
3)	37	18
4)	37	55

26. /5.3.6/ Ядро состоит из

- 1) нейтронов и электронов 3) протонов и электронов
 2) протонов и нейтронов 4) нейтронов

27. /5.3.7/ В результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы ${}_{2}^4\text{He}$ появился протон ${}_{1}^1\text{H}$ и ядро
- 1) ${}_{14}^{30}\text{Si}$ 2) ${}_{16}^{32}\text{S}$ 3) ${}_{14}^{28}\text{Si}$ 4) ${}_{17}^{35}\text{Cl}$
28. /5.3.7/ При бомбардировке изотопа бора ${}_{5}^{10}\text{B}$ нейтронами ${}_{0}^1n$ образуются α -частица ${}_{2}^4\text{He}$ и ядро
- 1) ${}_{3}^6\text{Li}$ 2) ${}_{4}^7\text{Be}$ 3) ${}_{3}^7\text{Li}$ 4) ${}_{2}^6\text{He}$
29. /5.3.8/ Ядро магния ${}_{12}^{20}\text{Mg}$ захватило электрон и испустило протон. В результате такой реакции образовалось ядро
- 1) ${}_{10}^{21}\text{Ne}$ 2) ${}_{12}^{20}\text{Mg}$ 3) ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ 4) ${}_{14}^{22}\text{Si}$
30. /5.3.8/ Ядро бария ${}_{56}^{143}\text{Ba}$ в результате испускания нейтрона, а затем электрона превратилось в ядро
- 1) ${}_{56}^{145}\text{Ba}$ 2) ${}_{57}^{142}\text{La}$ 3) ${}_{58}^{143}\text{Ba}$ 4) ${}_{55}^{144}\text{Cs}$
31. /5.3.8/ В реакции радиоактивного превращения ядра ${}_{19}^{40}\text{K}$ в ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ вылетает одна частица с массой покоя, не равной нулю. Это
- 1) нейтрон 2) позитрон 3) протон 4) электрон
32. /5.3.8/ Сколько α - и β -распадов должно произойти при радиоактивном распаде ядра урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ и конечном превращении его в ядро свинца ${}_{82}^{198}\text{Pb}$?
- 1) 8 α - и 10 β -распадов
 2) 10 α - и 8 β -распадов
 3) 10 α - и 10 β -распадов
 4) 10 α -и 9 β -распадов
33. /5.3.8/ Укажите второй продукт ядерной реакции ${}_{4}^9\text{Be} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + ?$
- 1) n 2) ${}_{2}^4\text{He}$ 3) e^{-1} 4) γ
34. /5.3.8/ Ядро ${}_{93}^{237}\text{Np}$, испытав серию α - и β -распадов, превратилось в ядро ${}_{83}^{213}\text{Bi}$. Определите число α -распадов.
- 1) 6 2) 2 3) 24 4) 4

35. /5.3.8/ α -частица столкнулась с ядром азота ${}^{14}_7\text{N}$. При этом образовались ядро водорода и ядро
- 1) кислорода с массовым числом 17
 - 2) азота с массовым числом 14
 - 3) кислорода с массовым числом 16
 - 4) фтора с массовым числом 19
36. /5.3.8/ α -частица столкнулась с ядром азота ${}^{14}_7\text{N}$. В результате образовались ядро кислорода ${}^{17}_8\text{O}$ и
- 1) ядро водорода
 - 2) электрон
 - 3) α -частица
 - 4) ядро азота
37. /5.3.8/ При распаде ядра изотопа лития ${}^8_3\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и β -частица. Два одинаковых ядра – это ядра
- 1) водорода
 - 2) гелия
 - 3) бора
 - 4) дейтерия
38. /5.3.8/ Ядро ${}^{238}_{92}\text{U}$ претерпело ряд α - и β -распадов. В результате образовалось ядро ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Определите число α -распадов.
- 1) 32
 - 2) 10
 - 3) 8
 - 4) 5
39. /5.3.8/ В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α - и β -распадов он испытывает при этом?
- 1) 8α и 6β
 - 2) 6α и 8β
 - 3) 10α и 5β
 - 4) 5α и 10β
40. /5.3.9/ Удельные энергии связи нуклонов в ядрах плутония ${}^{240}_{94}\text{Pu}$, кюрия ${}^{245}_{96}\text{Cm}$ и америция ${}^{246}_{95}\text{Am}$ равны соответственно 0,21; 0,22 и 0,23 МэВ/нуклон. Из какого ядра труднее выбить нейтрон?
- 1) из ядра ${}^{240}_{94}\text{Pu}$
 - 2) из ядра ${}^{245}_{96}\text{Cm}$
 - 3) из ядра ${}^{246}_{95}\text{Am}$
 - 4) все ядра одинаково устойчивы
41. /5.3.9/ Как изменяется полная энергия нескольких свободных покоящихся протонов и нейтронов в результате соединения их в атомное ядро?
- 1) увеличивается
 - 2) уменьшается
 - 3) не изменяется
 - 4) увеличивается, если образуется радиоактивное ядро; уменьшается, если образуется стабильное ядро

42. /5.3.9/ Как изменяется полная энергия двух ядер дейтерия ${}^2_1\text{H}$ при соединении их в ядро гелия ${}^4_2\text{He}$?
- 1) увеличивается
 - 2) уменьшается
 - 3) не изменяется
 - 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от начального расстояния между ядрами дейтерия
43. /5.3.9/ Ядерная реакция ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sc} + 2{}^1_0\text{n}$ идет с большим выделением энергии. Эта энергия выделяется в основном в виде
- 1) энергии α -частиц
 - 2) энергии γ -квантов
 - 3) энергии β -частиц
 - 4) кинетической энергии ядер-осколков
44. /5.3.9/ Определите энергию ядерной реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$. Энергию считать положительной, если в процессе реакции она выделяется, и отрицательной, если она поглощается.
- 1) – 2,9 МэВ
 - 2) 2,9 МэВ
 - 3) 0 МэВ
 - 4) 20530 МэВ
45. /5.3.9/ Ниже записана ядерная реакция, а в скобках указаны атомные массы участвующих в ней частиц. Поглощается или выделяется энергия при этой реакции?
- $${}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{106}_{43}\text{Tc} + {}^{138}_{51}\text{Sb}$$
- (239,05) (105,91) (132,92)
- 1) выделяется
 - 2) поглощается
 - 3) не поглощается и не выделяется
 - 4) сначала поглощается, потом выделяется
46. /5.3.9/ При самопроизвольном распаде ядра энергия
- 1) не выделяется и не поглощается
 - 2) поглощается
 - 3) сначала поглощается, а потом выделяется
 - 4) выделяется

47. /5.3.10/ В результате деления тяжелого атомного ядра происходит

- 1) разделение ядра на меньшее ядро и α -частицу
- 2) разделение ядра на два соразмерных по массе ядра и испускание нейтронов
- 3) разделение ядра на отдельные протоны и нейтроны
- 4) испускание ядром одного или нескольких нейтронов

48. /5.3.10/ Какая ядерная реакция может быть использована для получения цепной реакции деления?

- 1) ${}_{96}^{243}\text{Cm} + {}_0^1n \rightarrow 4{}_0^1n + {}_{42}^{108}\text{Mo} + {}_{54}^{132}\text{Xe}$
- 2) ${}_{6}^{12}\text{C} \rightarrow {}_3^6\text{Li} + {}_3^6\text{Li}$
- 3) ${}_{90}^{227}\text{Th} + {}_0^1n \rightarrow {}_{49}^{129}\text{In} + {}_{41}^{99}\text{Nb}$
- 4) ${}_{96}^{243}\text{Cm} \rightarrow {}_{43}^{108}\text{Tc} + {}_{53}^{141}\text{I}$

49. /5.3.10/ При облучении нейтронами ядра урана 235 делятся на

- 1) 2 сравнимых по массе осколка деления и нейтроны
- 2) альфа- и бета-частицы
- 3) нейтроны и протоны
- 4) нейтроны, протоны и электроны

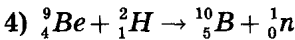
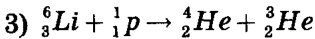
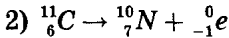
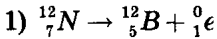
50. /5.3.11/ Какое уравнение противоречит закону сохранения массового числа в ядерных реакциях?

- 1) ${}_{7}^{12}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_1^0e$
- 2) ${}_{3}^6\text{Li} + {}_1^1p \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^3\text{He}$
- 3) ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{10}\text{N} + {}_{-1}^0e$
- 4) ${}_{4}^9\text{Be} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{5}^{10}\text{B} + {}_0^1n$

51. /5.3.11/ Какое уравнение противоречит закону сохранения заряда в ядерных реакциях?

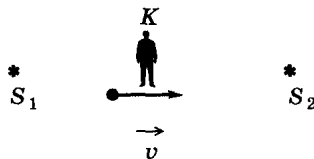
- 1) ${}_{7}^{12}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_1^0e$
- 2) ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{11}\text{N} + {}_{-1}^0e$
- 3) ${}_{3}^6\text{Li} + {}_1^1p \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^3\text{He}$
- 4) ${}_{4}^9\text{Be} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{7}^{10}\text{N} + {}_0^1n$

52. /5.3.11/ Какое уравнение противоречит закону сохранения заряда в ядерных реакциях?



Элементы СТО

1. /4.1/ Система отсчета К, в которой находится наблюдатель, движется со скоростью \vec{v} вдоль прямой, соединяющей неподвижные источники света S_1 и S_2 (см. рисунок).



Фотоны, излучаемые неподвижными источниками S_1 и S_2 , движутся в системе отсчета К со скоростью

1) v

2) c

3) $c + v$

4) $2c$

2. /4.1/ Два автомобиля движутся в противоположных направлениях со скоростями v_1 и v_2 относительно поверхности Земли. Какова скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной с другим автомобилем?

1) $c + (v_1 + v_2)$

3) $c - (v_1 - v_2)$

2) $c + (v_1 - v_2)$

4) c

3. /4.1/ В какой системе отсчета скорость света в вакууме равна 300 000 км/с?

1) только в системе отсчета, связанной с Землей

2) только в системе отсчета, связанной с Солнцем

3) только в системе отсчета, связанной с местом измерения скорости

4) в любой инерциальной системе отсчета

4. 4.1/ Согласно специальной теории относительности скорость света в вакууме

А — всегда больше скорости движения массивных объектов в любой инерциальной системе отсчета.

Б — не зависит от скорости движения источника света.

Какое из утверждений правильно?

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

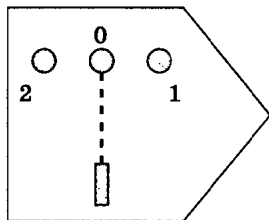
5. /4.1/ Какой объект может двигаться со скоростью, большей скорости света c ?

- 1) «солнечный зайчик» на отдаленной стене относительно стены
- 2) протон в ускорителе относительно Земли
- 3) электромагнитная волна относительно движущегося источника света
- 4) ни один из объектов, так как это принципиально невозможно

6. /4.1/ В каком случае относительная скорость объекта не может превышать скорость света в вакууме?

- 1) скорость движения тени от движущегося предмета по плоскости, наклоненной под небольшим углом к солнечным лучам
- 2) скорость «солнечного зайчика» относительно зеркала при вращении последнего
- 3) скорость фотона солнечного света относительно космического аппарата, летящего к Солнцу
- 4) во всех трех перечисленных выше случаях, так как превысить скорость c не могут никакие объекты

7. /4.1/ Луч лазера в неподвижной ракете попадает в приемник, расположенный в точке 0 (см. рисунок). В какой из приемников может попасть этот луч в ракете, движущейся вправо с постоянной скоростью?



- 1) 1, независимо от скорости ракеты
- 2) 0, независимо от скорости ракеты
- 3) 2, независимо от скорости ракеты
- 4) 0 или 1, в зависимости от скорости ракеты

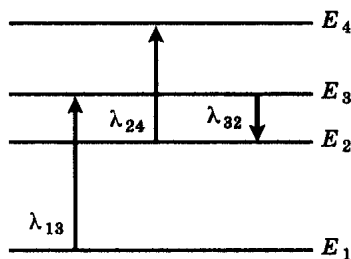
8. /4.1/ Скорость света во всех инерциальных системах отсчета
- 1) зависит только от скорости движения источника света
 - 2) не зависит ни от скорости приемника света, ни от скорости источника света
 - 3) зависит только от скорости приемника света
 - 4) зависит как от скорости приемника света, так и от скорости источника света
9. /4.1/ В некоторой системе отсчета движутся вдоль оси OX с одинаковыми по модулю скоростями v две светящиеся кометы: одна — в положительном направлении, другая — в отрицательном. В системе отсчета, связанной с первой кометой, скорость света, испускаемого второй кометой, равна
- 1) $c + v$
 - 2) v
 - 3) c
 - 4) $c - v$
10. /4.2/ Какое из приведенных ниже утверждений справедливо с точки зрения специальной теории относительности?
- Законы, которыми описываются физические явления, одинаковы
- А — во всех системах отсчета.
Б — во всех инерциальных системах отсчета.
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) и А, и Б
 - 4) ни А, ни Б
11. /4.2/ Какие из приведенных ниже утверждений являются постулатами СТО?
- А. Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета.
Б. Скорость света в вакууме является максимально возможной скоростью частиц.
В. Все инерциальные системы отсчета равноправны для описания любых физических явлений.
- 1) А и Б
 - 2) А и В
 - 3) Б и В
 - 4) А, Б и В
12. /4.2/ В космическом корабле, летящем к далекой звезде с постоянной скоростью, проводят экспериментальное исследование взаимодействия заряженных шаров. Будут ли отличаться результаты этого исследования от аналогичного, проводимого на Земле, если условия проведения исследований в обоих случаях одинаковы?

- 1) да, так как корабль движется с некоторой скоростью
 - 2) да — из-за релятивистских эффектов, если скорость корабля близка к скорости света; нет — при малых скоростях корабля
 - 3) нет, будут одинаковыми при любой скорости корабля
 - 4) для определенного ответа не хватает данных
13. /4.2/ Нельзя установить, движется или покоится лаборатория относительно какой-либо инерциальной системы отсчета, на основании проведенных в этой лаборатории наблюдений
- 1) только оптических явлений
 - 2) только электрических явлений
 - 3) только механических явлений
 - 4) любых физических явлений
14. /4.2/ Формулы специальной теории относительности необходимо использовать при описании движения
- 1) только микроскопических тел, скорости которых близки к скорости света
 - 2) только макроскопических тел, скорости которых близки к скорости света
 - 3) любых тел, скорости которых близки к скорости света
 - 4) любых тел, скорости которых малы по сравнению со скоростью света
15. /4.2/ В некоторой инерциальной системе отсчета (ИСО) частица покоится. В любой другой ИСО она
- 1) покоится
 - 2) движется прямолинейно
 - 3) движется с ускорением
 - 4) либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно
16. (4.2) Какие из приведенных ниже утверждений являются постулатами специальной теории относительности?
- А. Принцип относительности — равноправность всех инерциальных систем отсчета.
- Б. Инвариантность скорости света в вакууме — неизменность ее при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую.
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) и А, и Б
 - 4) ни А, ни Б

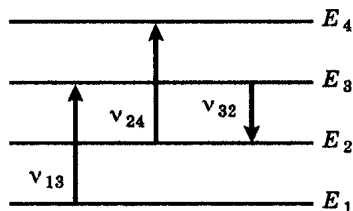
17. /4.2/ Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут
- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
 - 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
 - 3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
 - 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля
18. /4.2/ Один ученый проверяет закономерности электромагнитных колебаний в колебательном контуре на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если контуры одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут
- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
 - 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
 - 3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
 - 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля
19. /4.2/ Один ученый проверяет закон отражения света от зеркала в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если экспериментальные установки одинаковы, то в обеих лабораториях этот закон будет
- 1) одинаковым только в том случае, если скорость корабля мала
 - 2) одинаковым при любой скорости корабля
 - 3) разным, так как расстояния сокращаются
 - 4) одинаковым или разным в зависимости от модуля и направления скорости корабля
20. /4.3/ Скорость частицы равна $\frac{3}{5}c$. Ее кинетическая энергия составляет
- 1) $0,25 mc^2$
 - 2) $0,5 mc^2$
 - 3) $0,75 mc^2$
 - 4) mc^2

**Задания с развернутым ответом
по квантовой физике**

1. На рисунке приведена схема энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Чему равна длина волны для фотонов, излучаемых при переходе с уровня E_4 на уровень E_1 , если $\lambda_{13} = 400$ нм, $\lambda_{24} = 500$ нм, $\lambda_{32} = 600$ нм?



2. На рисунке представлена схема энергетических уровней электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между этими уровнями. Какова минимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями E_1 , E_2 , E_3 и E_4 , если $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц?



3. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом r . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Определите значение модуля индукции B магнитного поля.
4. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле индукцией B , испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Выделившаяся

при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$. Определите значение модуля отношения заряда к массе $\left| \frac{q}{M} \right|$ для тяжелого иона.

Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Определите значение модуля индукции B магнитного поля.

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой $0,5$ кг. За какое время температура контейнера повышается на 1 К, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией $5,3$ МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Радиоактивный препарат помещен в медный контейнер массой $0,5$ кг. За 2 ч температура контейнера повысилась на $5,2$ К. Известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией $5,3$ МэВ, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Определите активность препарата A , т.е. количество α -частиц, рождающихся в нем за 1 с. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

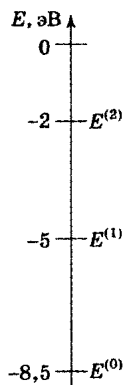
Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус — скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Какой должна быть площадь паруса S , чтобы аппарат массой $m = 500$ кг (включая массу паруса) имел ускорение $10^{-4}g$? Мощность солнечного излучения, падающего на 1 м² поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет $W = 370$ Вт/м².

9. Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус — скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Рассчитайте массу космического аппарата, снабженного парусом в форме квадрата размерами $100 \text{ м} \times 100 \text{ м}$, которому давление солнечных лучей сообщает ускорение 10^{-4} г . Мощность W солнечного излучения, падающего на 1 м^2 поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет 1370 Вт/м^2 .
10. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?
11. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4 \text{ В}$. Определите длину волны λ .
12. При облучении катода светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4 \text{ В}$. Определите красную границу фотоэффекта λ_0 для вещества фотокатода.
13. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции этого поля. Рассчитайте максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны.
14. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 225 \text{ нм}$. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса $R = 5 \text{ мм}$. Вычислите модуль индукции магнитного поля B .
15. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$), освещается светом с частотой $\nu = 2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса $R = 5 \text{ мм}$. Вычислите модуль индукции магнитного поля B .

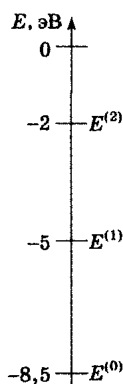
16. Какие максимальные скорость и импульс получают электроны, вырванные из натрия излучением с длиной волны 66 нм, если работа выхода составляет $4 \cdot 10^{-19}$ Дж?
17. Фотоны, имеющие энергию 5 эВ, выбивают электроны с поверхности металла. Работа выхода электронов из металла равна 4,7 эВ. Какой импульс приобретает электрон при вылете с поверхности металла?
18. Чему равна скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины, если при задерживающем напряжении $U = 3$ В фотоэффект прекращается?
19. Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины светом с длиной волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ м, если красная граница фотоэффекта 540 нм?
20. При какой температуре газа средняя энергия теплового движения атомов одноатомного газа будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлической пластинки с работой выхода $A_{\text{вых}} = 2$ эВ при облучении монохроматическим светом с длиной волны 300 нм?
21. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении катода светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны λ света, освещающего катод.
22. При облучении катода светом с частотой $\nu = 1,0 \cdot 10^{15}$ Гц фототок прекращается при приложении между анодом и катодом напряжения $U = 1,4$ В. Чему равна частотная красная граница фотоэффекта ν_0 для вещества фотокатода?
23. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью C . При длительном освещении катода светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите емкость конденсатора C .

24. Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на 10°C , если источник за 1 с излучает 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.
25. Электромагнитное излучение используется для нагревания воды массой 1 кг. За время 700 с температура воды увеличивается на 10°C . Какова длина волны излучения, если источник испускает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой.
26. Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды. Какую массу воды можно нагреть за 700 с на 10°C , если источник излучает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

27. Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией 1,5 эВ, столкнулся с одним из таких атомов и отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Определите импульс электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



28. Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



КОММЕНТАРИИ

МЕХАНИКА

Из 40 заданий каждого экзаменационного варианта КИМ на долю механики отводится 11—12 заданий разной формы и различного уровня сложности. Из них: 7—8 заданий базового уровня с выбором ответа, 2 задания повышенного уровня с выбором ответа, одно задание с кратким ответом и одно задание с развернутым ответом.

Ниже приведены примеры заданий по механике разного уровня сложности

Пример 1 (базовый уровень). Чтобы в самолете летчик испытывал состояние невесомости, самолет должен двигаться

- 1) равномерно и прямолинейно
- 2) по окружности с постоянной по модулю скоростью
- 3) с ускорением \vec{g}
- 4) с любым ускорением, направленным вниз

Пример 2 (повышенный уровень). С неподвижных санок массой 50 кг, стоящих на скольком льду, прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с, направленной горизонтально. Какую скорость приобрели санки?

- | | |
|------------|------------|
| 1) 0,2 м/с | 3) 1 м/с |
| 2) 0,8 м/с | 4) 1,8 м/с |

Пример 3 (высокий уровень). Два шарика, массы которых 200 г и 600 г, висят, соприкасаясь, на одинаковых нитях длиной 80 см. Первый шар отклонили на угол 90° и отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после удара, если этот удар абсолютно неупругий?

При повторении раздела «Механика» следует помнить, что знания по механике являются для школьного курса физики основополагающими, так как многие задания из других разделов невозможно выполнить без привлечения соотношений кинематики или динамики.

Кинематика

По теме «Кинематика» для успешного выполнения заданий различного уровня сложности необходимо повторить следующие элементы:

- понятие материальной точки;
- путь и перемещение;
- относительность движения;
- скорость равномерного движения;
- определение пути и скорости при равномерном движении (в том числе и по графикам);
- определение скорости и ускорения при равноускоренном движении (в том числе и по графикам);
- равноускоренное движение, уравнение для перемещения при прямолинейном равноускоренном движении;
- свободное падение, ускорение свободного падения;
- характер движения тел, брошенных под углом к горизонту;
- движение по окружности с постоянной скоростью, частота, период обращения, центростремительное ускорение.

В заданиях на определение относительной скорости нужно обращать внимание на направления движения тел. Например, в условии задачи «*Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 50 км/ч, а другой — со скоростью 70 км/ч*» не указано направление движения, поэтому автомобили могут как сближаться, так и удаляться.

Наибольшие затруднения вызывают задания на определение относительной скорости в случае движения тел под углом 90° друг к другу.

Пример. Лодка должна попасть на противоположный берег реки по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения реки u , а скорость лодки относительно воды v . Модуль скорости лодки относительно берега должен быть равен

$$1) v + u \quad 2) v - u \quad 3) \sqrt{v^2 + u^2} \quad 4) \sqrt{v^2 - u^2}$$

Для выполнения таких заданий следует повторить правила сложения векторов и помнить геометрические соотношения для прямоугольного треугольника.

В заданиях по кинематике используются разные способы задания характера движения тел, поэтому нужно уметь читать как уравнения, отражающие зависимость скорости или пути от времени в символическом виде, так и соответствующие графики.

Пример. Зависимость пути от времени для прямолинейно движущегося тела имеет вид: $s(t) = 2t + 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Ускорение тела равно

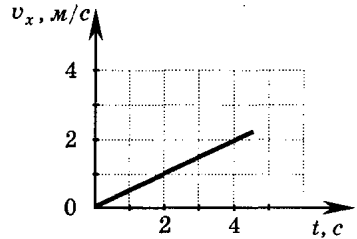
- 1) 1 м/с^2 2) 2 м/с^2 3) 3 м/с^2 4) 6 м/с^2

В этом задании необходимо понимать, что об ускорении говорит коэффициент при t^2 и он равен половине ускорения.

При выполнении заданий с использованием графиков следует сначала определить вид движения (равномерное или равноускоренное), а уже затем делать вычисления, используя соответствующие формулы.

Пример. Тело движется по оси OX . Проекция его скорости $v_x(t)$ меняется по закону, приведенному на графике. Путь, пройденный телом за 2 с, равен

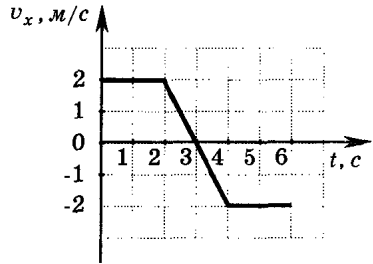
- 1) 1 м 3) 4 м
2) 2 м 4) 8 м



Поскольку движение тела равноускоренное, то по графику определяем ускорение $0,5 \text{ м/с}^2$, а затем вычисляем путь — 1 м. Но гораздо проще воспользоваться графическим методом, определив площадь треугольника, которая и будет равна искомому пути.

Пример. На графике изображена зависимость проекции скорости тела, движущегося вдоль оси OX , от времени. Какой путь прошло тело к моменту времени $t = 6 \text{ с}$?

- 1) 0 м 3) 8 м
2) 6 м 4) 10 м



Эта задача решается графически. Но здесь необходимо обратить внимание на то, что искомой величиной является путь, который равен 10 м, а не перемещение (чтобы не попасться в ловушку первого ответа — 0).

При выполнении заданий на движение по окружности с постоянной скоростью нужно помнить формулы для центростремительного ускорения (через линейную и угловую скорости), для периода и частоты обращения. В этом случае задания типа, приведенного ниже, не будут вызывать сложностей.

Пример. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и $R_2 = 2R_1$ с одинаковыми по модулю скоростями. Определите, как связаны их периоды обращения (центростремительные ускорения)?

Отношение периодов обращения равно отношению радиусов, поэтому $T_1 = \frac{1}{2}T_2$, а отношение ускорений равно обратному отношению радиусов: $a_1 = 2a_2$.

Динамика

Для того чтобы успешно отвечать на вопросы с выбором ответа по этой теме, надо помнить:

- I закон Ньютона и понимать, в каком случае систему отсчета можно считать инерциальной;
- II закон Ньютона и тот факт, что ускорение вызывается равнодействующей всех сил и всегда сонаправлено с ней;
- III закон Ньютона и понимать, что рассматриваемые силы приложены к разным телам;
- закон всемирного тяготения;
- понятие веса тела и условия невесомости тел;
- закон Гука;
- формулу для силы трения скольжения, зависимость силы трения от силы реакции опоры и от коэффициента трения, и независимость от площади опоры.

Понимание первого закона Ньютона проверяется, как правило, двумя способами:

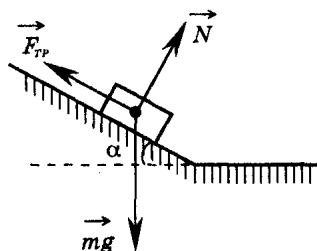
- А) Описывается ситуация и необходимо выбрать, в каком случае ту или иную систему отсчета можно считать инерциальной. В этом случае инерциальной можно считать только ту систему отсчета, которая движется относительно Земли (принимаемой за ИСО) прямолинейно и равномерно.
- Б) Описывается ситуация, в которой тело движется прямолинейно и равномерно. При этом рассматриваются действующие на него силы. Ответы к заданиям проверяют понимание того факта, что в инерциальных системах отсчета тело покоится или движется равномерно и прямолинейно в том случае, если действие всех сил на него скомпенсировано.

Пример. Самолет летит по прямой с постоянной скоростью на высоте 9000 м. Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. В этом случае

- 1) на самолет не действует сила тяжести
- 2) сумма всех сил, действующих на самолет, равна нулю
- 3) на самолет не действуют никакие силы
- 4) сила тяжести равна силе Архимеда, действующей на самолет

Пример. Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют 3 силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{тр}$. Если брусок покоится, то модуль равнодействующей силы трения равен

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| 1) mg | 3) $N \cos \alpha$ |
| 2) $F_{тр} + N$ | 4) $F_{тр} \sin \alpha$ |



Строго говоря, на брусок действуют две силы: сила тяжести и сила реакции опоры, но в школьной методике принято делить общую силу реакции на силу трения и силу нормальной реакции (или силу упругости) опоры. Если тело покоится относительно выбранной ИСО или движется равномерно и прямолинейно, то векторная сумма всех сил будет равна нулю, а векторная сумма любых двух сил будет равна третьей.

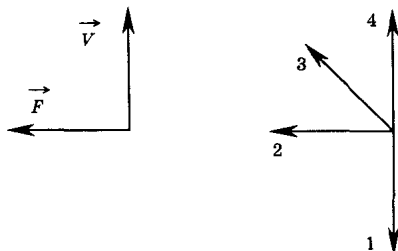
Одна из главных идей динамики Галилея—Ньютона: сила определяет изменение скорости, т.е. ускорение, а не скорость. Поэтому при проверке второго закона Ньютона в заданиях достаточно часто предлагается ответить на вопрос о сонаправленности векторов равнодействующей силы и ускорения. При этом возможны различные формы представления информации в заданиях.

Пример. Какие из величин (скорость, сила, ускорение, перемещение) при механическом движении всегда совпадают по направлению?

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1) сила и ускорение | 3) сила и перемещение |
| 2) сила и скорость | 4) ускорение и перемещение |

Пример. На левом рисунке представлены вектор скорости и вектор равнодействующей всех сил, действующих на тело.

Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения этого тела в инерциальных системах отсчета?



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Много ошибок бывает в заданиях на понимание того, что ускорение вызывается равнодействующей всех сил.

Пример. Груз, привязанный к нити, двигался по окружности с центростремительным ускорением 4 м/с^2 . С каким ускорением будет двигаться груз сразу после обрыва нити?

- 1) 4 м/с^2 2) 14 м/с^2 3) 10 м/с^2 4) $\sqrt{(10^2 + 4^2)} \text{ м/с}^2$

После обрыва нити на груз действует только сила тяжести, а следовательно, ускорение его равно ускорению свободного падения (10 м/с^2 — ответ 3).

При повторении закона всемирного тяготения следует обратить внимание на расчет гравитационной силы, действующей на тело, которое расположено на некотором расстоянии от поверхности Земли (нужно помнить, что расстояние отсчитывается от центра Земли, а не от ее поверхности).

Пример. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н . Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который с помощью реактивных двигателей удерживается неподвижно относительно Земли на расстоянии двух ее радиусов от земной поверхности?

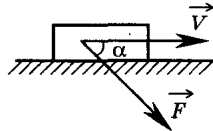
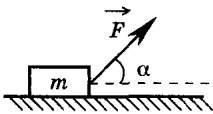
- 1) 360 Н 2) 240 Н 3) 180 Н 4) 80 Н

Здесь сила 720 Н действует на расстоянии R , а затем тело перенесли на расстояние $3R$ от центра земли, поэтому сила уменьшилась в 9 раз.

Для выполнения заданий на проверку понимания силы трения скольжения нужно учитывать следующие моменты:

- Сила трения скольжения не зависит от площади опоры, т.е. если в задании брусок равномерно движется по одной и той же поверхности и его поворачивают при этом разными гранями, то сила трения скольжения не меняется.

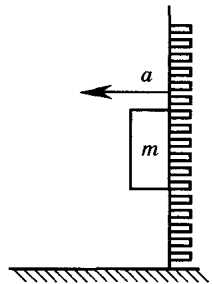
• Сила трения скольжения связана соотношением $F = \mu N$ с нормальной силой упругости опоры. Поэтому нельзя автоматически использовать формулу $F = \mu mg$, а нужно сначала определить силу реакции опоры, а затем уже вычислять силу трения. Например, в случае, приведенном на первом рисунке, сила трения будет уменьшаться за счет действия силы тяги и равна $\mu(mg - F \sin \alpha)$, а во втором случае, наоборот, будет увеличиваться и равна $\mu(mg + F \sin \alpha)$.



В приведенном ниже задании ускорение должно быть таким, чтобы обеспечивать силу реакции опоры, при которой сила трения будет (при минимальном ускорении) равной силе тяжести.

Пример. К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг. Коэффициент трения между грузом и стенкой равен 0,4. С каким минимальным ускорением надо передвигать стенку влево, чтобы груз не соскользнул вниз?

$ma = N$; $F_{\text{тр}} = \mu N$; $mg = F_{\text{тр}}$. Следовательно, ускорение равно 25 м/с^2 .



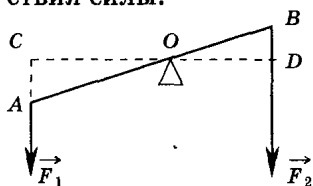
Элементы статики

Задания по этой теме направлены на проверку знания следующих элементов:

- определение моментов сил;
- применение правила моментов к рычагам;
- давление твердых тел (формула), сила давления;
- закон Паскаля;
- гидростатическое давление столба жидкости;
- равновесие разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах;
- сила Архимеда;
- условия плавания тел;
- простые механизмы, КПД простых механизмов.

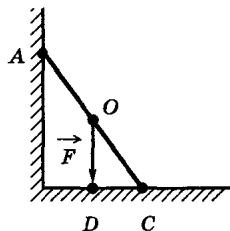
Большая часть материала этой темы является содержанием курса физики основной школы. Поэтому при подготовке к экзамену их обязательно нужно повторить.

В заданиях на проверку момента силы нужно лишь аккуратно опустить перпендикуляр из заданной точки на линию действия силы.



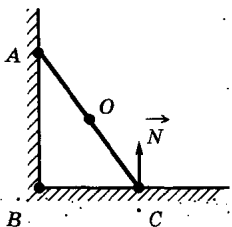
Момент для силы F_1 относительно точки O равен $F_1 \cdot OC$.

Момент силы тяжести F относительно точки C равен $F \cdot DC$.



Особое внимание надо обратить на те случаи, где плечо силы, а следовательно, и ее момент относительно заданной точки равен 0.

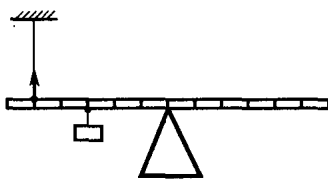
Момент силы N относительно точки C равен 0.



При применении правила моментов к рычагам кроме определения модуля момента сил нужно еще учитывать и его знак.

Пример. С использованием нити ученик зафиксировал рычаг. Масса подвешенного к рычагу груза равна 0,1 кг. Сила натяжения нити равна

- 1) 1/5 Н
- 2) 2/5 Н
- 3) 3/5 Н
- 4) 4/5 Н



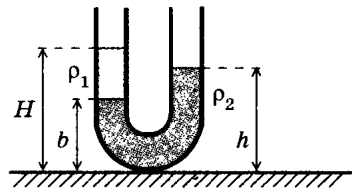
Здесь правило моментов сил $0,1 \cdot 10 \cdot 3 = T \cdot 5$, следовательно, $T = 3/5$ Н.

При выполнении заданий на равновесие жидкостей в сообщающихся сосудах нужно правильно выбирать тот уровень, относительно которого будет записываться условие равновесия жидкостей (равенство гидростатических давлений).

Пример. В широкоую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты неизвестная жидкость плотностью ρ_1 и вода плотностью $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³ (см. рисунок). На рисунке

$b = 10$ см, $h = 24$ см, $H = 30$ см. Плотность жидкости ρ_1 равна

- 1) $0,6 \cdot 10^3$ кг/м³
- 2) $0,7 \cdot 10^3$ кг/м³
- 3) $0,8 \cdot 10^3$ кг/м³
- 4) $0,9 \cdot 10^3$ кг/м³



Здесь лучше всего записать равенство давлений относительно уровня на высоте b от горизонтальной поверхности. Тогда $\rho_1(H - b) = \rho_2(H - h)$ и искомая плотность равна 700 кг/м³.

Законы сохранения механической энергии и импульса

В этой теме проверке подлежат знания следующих элементов:

- работа силы;
- мощность;
- импульс тела и системы тел;
- закон сохранения импульса;
- кинетическая энергия;
- потенциальная энергия;
- закон сохранения механической энергии;
- применение законов сохранения при решении задач по механике.

Для успешного выполнения заданий по теме «Работа силы» нужно всегда помнить, о работе какой силы идет речь.

Пример. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Работа этой силы равна

- 1) 0 Дж
- 2) 20 Дж
- 3) 40 Дж
- 4) 60 Дж

Правильный ответ (4) можно было получить из определения работы силы: $A = Fh$, или, из учета того, что работа внешней силы (по отношению к системе тел: «груз-Земля») равна сумме изменений кинетической и потенциальной энергии груза. Масса груза в условии приведенной задачи — лишнее данное.

Пример. Шарик массой 100 г свободно скатывается с горки длиной 2 м, составляющей с горизонталью угол 30° . Определите работу силы тяжести. Трением пренебрегите.

- 1) 1 Дж
- 2) $\sqrt{3}$ Дж
- 3) 2 Дж
- 4) $2\sqrt{3}$ Дж

пульса первых двух осколков равен: $p = \sqrt{(12mv)^2 + (9mv)^2} = 15mv$. Значит модуль импульса третьего осколка равен $15mv$, а модуль скорости третьего осколка равен $3v$.

При решении задач на неупругое столкновение нужно понимать, что в этом случае закон сохранения механической энергии не выполняется и следует сначала применить закон сохранения импульса.

Пример. Пластилиновый шар массой $0,1$ кг имеет скорость 1 м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой $0,1$ кг, прикрепленную к пружине, соединенную с неподвижной стенкой, и прилипает к ней. Чему равна полная энергия системы при ее дальнейших колебаниях. Трением пренебречь.

- 1) $0,025$ Дж 2) $0,05$ Дж 3) $0,5$ Дж 4) $0,1$ Дж

Применив закон сохранения импульса: $mv = 2mu$, находим скорость системы после удара $u = v/2$, а затем кинетическую энергию $E = \frac{2mu^2}{2} = mu^2 = 0,025$ Дж.

Сложными оказываются задания на применение закона сохранения энергии.

Пример. Камень бросили с балкона три раза с одинаковой по модулю начальной скоростью. Первый раз вектор скорости камня был направлен вертикально вверх, во второй раз — горизонтально, в третий раз — вертикально вниз. Если сопротивлением воздуха можно пренебречь, то модуль скорости камня при подлете к земле будет

- 1) больше в первом случае 3) больше в третьем случае
2) больше во втором случае 4) во всех случаях одинаковым

Большая часть учеников выбирает неверный ответ (3) чисто интуитивно, не решая задачу. Этот ответ кажется очевидным, но оказывается неверным. Применение закона сохранения энергии:

$mgh + \frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2}$ сразу дает ответ $u = \sqrt{v^2 + 2gh}$, из которого ясно, что искомая скорость не зависит от угла бросания камня, а полностью определяется начальной скоростью v и начальной высотой h .

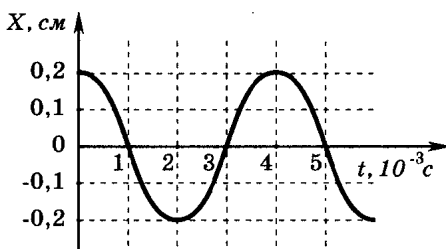
Механические колебания и волны

Задания по этой теме проверяют знание следующих элементов:

- гармонические колебания, уравнение гармонических колебаний;

- амплитуда, частота, период и фаза колебаний;
- математический маятник, период и частота колебаний математического маятника;
- пружинный маятник, период и частота колебаний пружинного маятника;
- вынужденные колебания, резонанс;
- поперечные и продольные волны;
- длина волны, скорость волны, период колебаний частиц в волне;
- звуковые волны, громкость и высота звука.

В этой теме следует обратить внимание на умение записывать уравнение гармонических колебаний по заданным амплитуде и периоду колебаний и, с другой стороны — определять параметры (амплитуду, частоту, период, начальную фазу) по уравнению гармонических колебаний. Кроме того, нужно уметь находить параметры колебаний по заданному графику зависимости координаты от времени или, например, по графику зависимости амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Те же умения проверяются в вариантах ЕГЭ и для волн.



В этом случае амплитуда 0,2 см, период 4 миллисекунды, частота 250 Гц.

Для математического и пружинного маятников следует четко представлять, от каких величин зависит период их колебаний, а от каких — нет. Например, в задании «Как изменится период колебаний математического маятника, если длину его нити уменьшить в 4 раза, а массу увеличить в 2 раза?» ответ будет «уменьшится в 2 раза», так как от массы период колебаний математического маятника не зависит.

Крайне сложными оказываются задания, в которых изменяется ускорение свободного падения (маятник поднимают на гору, опускают в шахту и т.п.) и спрашивают, как изменится ход маятниковых часов). При этом следует помнить, что, если период колебаний увеличится, то ход часов замедлится, и они будут отставать.

Пример. Если на некоторой планете период колебаний секундного земного математического маятника окажется равным 2 с, то ускорение свободного падения на этой планете примерно равно

- 1) 2,5 м/с² 2) 4,9 м/с² 3) 19,6 м/с² 4) 39,2 м/с²

МКТ И ТЕРМОДИНАМИКА

В экзаменационном варианте ЕГЭ по физике включается 8—9 заданий разной формы и различного уровня сложности. Из них: 5—6 заданий базового уровня с выбором ответа, 1 задание повышенного уровня с выбором ответа, одно задание с кратким ответом и одно-два задания с развернутым ответом.

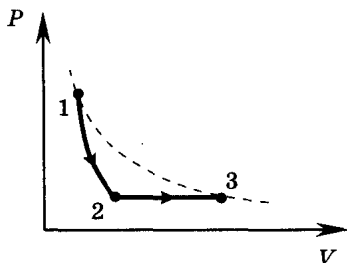
Ниже приведены примеры заданий по этому разделу разного уровня сложности.

Пример 1 (базовый уровень). В закрытом сосуде абсолютная температура идеального газа увеличивается в 2 раза. При этом давление газа на стенки сосуда

- 1) увеличится в 2 раза
2) увеличится в $\sqrt{2}$ раз
3) увеличится в 4 раза
4) не изменится

Пример 2 (повышенный уровень). Для определения удельной теплоты парообразования был проделан следующий опыт. В сосуд с водой опустили трубку. По трубке через воду пропускали пар при температуре 100°C. Вначале масса воды увеличивалась, но в некоторый момент масса воды перестала увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускали. Первоначальная масса воды 200 г, а конечная — 242 г. Первоначальная температура воды 0°C. Определите по данным опыта теплоту парообразования воды. Ответ выразите в МДж/кг.

Пример 3 (высокий уровень). Идеальный одноатомный газ, взятый в количестве вещества 1 моль, расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс 1—2—3 газом совершена работа, равная 5 кДж. Какую работу совершил газ при изобарном расширении?



Молекулярная физика

В теме «Молекулярная физика» проверяется знание следующих элементов:

- атомистическая теория строения вещества; модели строения газов, жидкостей и твердых тел;
- основные положения МКТ;
- экспериментальные доказательства атомистической теории (свойства диффузии и броуновского движения);
- силы взаимодействия молекул;
- тепловое движение молекул;
- основное уравнение кинетической теории газов. Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа;
- температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц;
- абсолютная температура;
- уравнение состояния идеального газа;
- изопроцессы (изохорный, изобарный, изотермический, уравнения для изопроцессов, графики);
- адиабатный процесс;
- применение перечисленных выше законов и уравнений для решения задач.

Первые пять элементов, проверяемых в этом разделе, относятся к пониманию основных положений МКТ, их опытного обоснования и умению объяснять различные явления на основе этих положений. Как правило, наиболее трудными здесь оказываются вопросы, связанные с объяснением явлений, распознаванием диффузии и броуновского движения и пониманием того, какие условия и как влияют на их протекание.

Например, нужно понимать, что одинаковая плотность газа в небольшом сосуде объясняется хаотичностью движения молекул газа. Для диффузии нужно повторить зависимость скорости ее протекания от температуры и от агрегатного состояния веществ; для броуновского движения — понимать зависимость характера движения броуновских частиц от температуры газа или жидкости и от их массы. Наиболее сложными оказываются такие вопросы:

Пример. Ниже приведено описание одного из физических явлений: «Быстро пролетают в поле зрения микроскопа мельчайшие частицы, почти мгновенно меняя направление движения. Медленнее передвигаются более крупные частицы, но и они постоянно

меняют направление движения. Большие частицы практически толкнутся на месте». Какое явление описано в этом тексте?

Сложность здесь заключается не в понимании характера движения частицы, а в представлениях о размерах молекул (порядка 10^{-8} см). Молекулы невозможно увидеть в оптический микроскоп, поэтому сразу понятно, что в тексте приведено описание движения броуновских частиц.

В ряде проверяемых в этом разделе элементов используется «абсолютная температура». В некоторых вопросах с выбором ответа задание температуры одновременно по шкале Цельсия и по шкале Кельвина используется для формулировки правдоподобных дистракторов. Так, в примере, приведенном ниже, для получения ответа необходимо сначала перевести температуру плавления в градусы Цельсия (или температуру кипения — в кельвины), а затем сравнить.

Пример. В таблице приведены температуры плавления и кипения некоторых веществ:

Вещество	Температура кипения	Вещество	Температура кипения и плавления
Эфир	35°C	Ртуть	234 К
Спирт	78°C	Нафталин	353 К

Выберите верное утверждение.

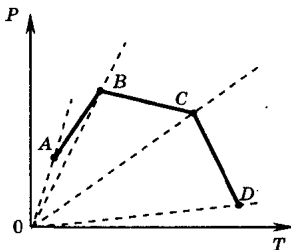
- 1) Температура плавления ртути больше температуры кипения эфира.
- 2) Температуры кипения спирта меньше температуры плавления ртути.
- 3) Температура кипения спирта больше температуры плавления нафталина.
- 4) Температура кипения эфира меньше температуры плавления нафталина.

К сожалению, невнимательность к обозначению единиц приводит зачастую к неверным ответам. Особенно это проявляется в заданиях по термодинамике на определение КПД теплового двигателя, где в формуле необходимо использовать температуру в кельвинах.

Практически в каждом экзаменационном варианте встречаются вопросы, которые в той или иной степени проверяют понимание изопроцессов в идеальном газе. Самыми сложными здесь оказываются следующие типы вопросов:

А) Узнавание изопроцесса по описанию. Например, «воздушный пузырек поднимается со дна равномерно прогретого водоема». Здесь не меняется температура воды, а значит, и воздуха в пузырьке, давление воды уменьшается, объем пузырька увеличивается, а значит, речь идет об изотермическом процессе. Если в тексте задач встречаются слова «газ в закрытом сосуде», то описывается изохорный процесс, а если газ находится в открытом сосуде при атмосферном давлении, то — об изобарном.

Б) Преобразование графиков изопроцессов из одной системы координат в другую или чтение графиков, которые напрямую не отражают изопроцессов. Например: «В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости давления газа от температуры при изменении его состояния представлен на рисунке. Какому состоянию газа соответствует наименьшее значение объема?»



Если провести изохоры, проходящие через точки *A*, *B*, *C* и *D*, то изохора, проходящая через точку *A*, соответствует наименьшему значению объема. Это видно из выражения: $V = \frac{\nu RT}{P}$, вытекающего из уравнения Менделеева—Клапейрона. Чем больше угол наклона изохоры к оси температуры, тем меньше объем газа.

В заданиях, проверяющих основное уравнение МКТ и уравнение Менделеева—Клапейрона, обычно используются расчеты, и здесь нельзя забывать пользоваться справочными таблицами, приведенными в начале варианта. Например, при выполнении задания «В баллоне объемом $1,66 \text{ м}^3$ находится 2 кг азота при давлении 10^5 Па . Какова температура этого газа?» из таблицы необходимо взять данные о значениях универсальной газовой постоянной и молярной массе азота. Обратите внимание на то, что числа в таких заданиях обычно подобраны таким образом, чтобы максимально «сокращаться» при расчетах.

Не стоит забывать о том, что если в задании приведена не масса, а количество вещества, то задание существенно упрощается и становится устным. Например, «Водород в количестве вещества 3 моль находится в сосуде при комнатной температуре и давлении p . Каким будет давление кислорода, взятого в количестве вещества 3 моль, в том же сосуде и при той же температуре?». Сразу ясно, что давление будет тем же.

Изменение агрегатных состояний вещества. Влажность воздуха

Элементы, подлежащие контролю в данной теме, перечислены ниже:

- плавление и кристаллизация (формула, расчет, график);
- удельная теплота плавления;
- насыщенный и ненасыщенный пар;
- влажность воздуха;
- испарение и конденсация (формула, расчет, график);
- удельная теплота парообразования;
- кипение жидкости (формула, расчет, график);
- зависимость температуры кипения от давления;
- умение решать задачи с использованием уравнения теплового баланса.

Вопросы, связанные с изменением агрегатных состояний вещества, изучаются в основной школе. Поэтому их крайне важно повторить перед экзаменами. Здесь советуем обратить внимание на следующие моменты.

Для формулировки заданий по изменению агрегатного состояния вещества часто используют графики зависимости температуры от времени. Нужно уметь различать на них участки нагревания (охлаждения), плавления (кристаллизации) или кипения (конденсации). При этом следует обращать внимание на начальные условия: в каком состоянии находилось вещество при начальной температуре.

При решении задач на уравнение теплового баланса (особенно в заданиях с кратким ответом) нужно пользоваться только справочными данными, приведенными в начале варианта. В этом случае получается именно тот численный ответ, который обозначен как верный.

Пример. В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. К концу процесса масса воды увеличилась на 84 г. Какова начальная масса воды, если ее первоначальная температура 20°C ? Ответ выразите в граммах (г).

Для решения задачи нужно взять удельную теплоемкость воды, равную $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кгК), и теплоту плавления льда — $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг. В этом случае получится ответ 330 г, а остальные цифры в общей формуле сократятся, что существенно снижает затраты времени на решение этих задач.

Понимание того, какие преобразования энергии сопровождаются изменениями агрегатного состояния вещества.

Пример. В сосуде находятся жидкость и ее пар. В процессе испарения жидкости поглощается некоторое количество теплоты. Как при этом меняется внутренняя энергия жидкости?

Если при изменении агрегатного состояния вещества температура не меняется, то меняется лишь потенциальная энергия взаимодействия молекул, кинетическая же энергия остается постоянной. Например, выделение энергии при конденсации парообразного вещества (или при кристаллизации) происходит главным образом в результате уменьшения потенциальной энергии взаимодействия молекул вещества. При плавлении кристаллических тел или при кипении жидкостей происходит увеличение потенциальной энергии взаимодействия молекул.

Жидкость кипит при условии, что давление насыщенных паров равно атмосферному давлению. Этот момент проверяется, например, при выполнении заданий следующего типа:

Пример. При одинаковой температуре 100°C давление насыщенных паров воды равно 10^5 Па, аммиака — $59 \cdot 10^5$ Па и ртути — 37 Па. В каком из вариантов ответа эти вещества расположены в порядке убывания температуры их кипения в открытом сосуде?

Здесь давление паров воды равно атмосферному давлению, значит, она кипит при заданной температуре, давление паров аммиака значительно больше атмосферного, следовательно, его температура кипения существенно ниже заданной, а давление паров ртути ниже атмосферного, поэтому температура ее кипения будет выше заданной.

Очень сложными оказываются вопросы, проверяющие знание отличия ненасыщенного пара от насыщенного и понимание свойств насыщенного пара.

Пример. Как изменится давление насыщенного пара при повышении его абсолютной температуры в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится более чем в 2 раза

Основная масса школьников выбирает ответ «Увеличится в 2 раза». Этот ответ был бы правильным для ненасыщенного пара и идеального газа, так как концентрация их при нагревании не изменяется. В случае нагревания насыщенного пара увели-

чивается как температура, так и концентрация молекул и правильный ответ «Увеличится более чем в 2 раза». Это следует из выражения: $p = nkT$.

Давление насыщенного пара зависит от температуры, но при постоянной температуре не зависит от давления. Поэтому в заданиях типа:

«Насыщенный пар сжали, уменьшив его объем в 2 раза при постоянной температуре. При этом давление насыщенного пара

- 1) уменьшилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) увеличилось более чем в 2 раза
- 4) не изменилось»

правильный ответ «не изменилось», так как при уменьшении объема часть пара конденсируется, и концентрация пара не изменяется.

Как показывает анализ выполнения тестов ЕГЭ, выпускники плохо знакомы с вопросом об измерении влажности воздуха психрометром.

Пример. Саша наблюдал за показаниями психрометра в среду и в четверг. Как изменилась относительная влажность воздуха, если температура сухого термометра в эти дни не менялась, разность показаний сухого и влажного термометров в четверг была больше, чем в среду?

- 1) не изменилась, так как не изменилось давление насыщенных паров
- 2) повысилась, так как понизилось парциальное давление водяного пара
- 3) понизилась, так как повысилось парциальное давление водяного пара
- 4) повысилась, так как понизилось давление насыщенных паров

Поскольку температура воздуха не менялась, значит, и давление насыщенного пара в эти дни оставалось постоянным. Разность показаний сухого и влажного термометров увеличилась, следовательно, испарение воды стало более интенсивным, и парциальное давление водяного пара понизилось, следовательно, и влажность воздуха уменьшилась.

Термодинамика

Основные элементы, которые включаются в проверку в вариантах ЕГЭ по данной теме:

- тепловое равновесие;
- теплопередача (направление), виды теплопередачи (конвекция, теплопроводность, излучение);
- количество теплоты при нагревании (охлаждении) тела (формула, расчет, график);
- внутренняя энергия идеального одноатомного газа;
- первый закон термодинамики;
- применение первого закона термодинамики к изопроцессам;
- работа в термодинамике;
- принцип действия тепловых двигателей;
- КПД тепловой машины.

При выполнении заданий на первые три элемента нужно помнить, что:

- При тепловом равновесии одинакова температура тел, а значит, и средняя кинетическая энергия движения молекул.
- Теплопередача всегда происходит от более нагретых к менее нагретым телам.
- Формулировка определения каждого из видов теплопередачи и особенности их протекания. Например, то, что конвекция может происходить только в жидкостях и газах.

Большая серия вопросов проверяет, например, понимание зависимости внутренней энергии идеального газа от температуры: *«Как меняется внутренняя энергия идеального газа при изохорном увеличении давления (изобарном сжатии и т.п.)?»* В этих случаях сначала нужно выяснить, как изменяются параметры газа, а затем делать вывод об изменении внутренней энергии на основании изменения температуры. Для обеспечения изобарного процесса при сжатии газа надо отводить от него тепло, т.е. для сохранения давления температура газа должна уменьшиться, значит, и внутренняя энергия тоже уменьшится.

Знание первого закона термодинамики проверяется, как правило, несложными расчетными заданиями следующего типа: *«Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия газа?»* Здесь нужно внимательно относиться к словам «получил (или отдал) количество теплоты» и «газ совершил (или над газом совершили) работу». В задании газ получил 300 Дж теплоты, значит, его внутренняя энергия сначала увеличилась на 300 Дж, затем он совершил работу 100 Дж за счет уменьшения внутренней энергии. Следовательно, в целом внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж.

В этом разделе, наряду с обычными расчетными задачами на применение первого закона термодинамики к изопроцессам, встречается целый ряд заданий с использованием графиков. При их выполнении необходимо сначала по графику определить вид процесса, а затем применить первый закон термодинамики.

Пример. На V T -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдает 50 кДж теплоты. Работа внешних сил равна

- 1) 0 кДж
- 2) 25 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 100 кДж

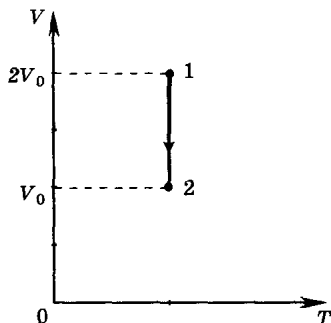
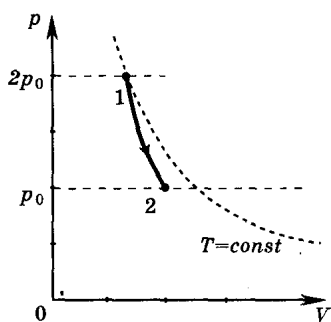


График показывает, что процесс изотермический. Так как при изотермическом процессе изменение внутренней энергии равно нулю, то работа внешних сил равна отданному газом количеству теплоты.

Пример. На рисунке представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объема при его адиабатном расширении. Газ совершил работу, равную 20 кДж. Как при этом изменилась внутренняя энергия газа?

Поскольку процесс адиабатный, то $Q = 0$ и первый закон термодинамики можно записать в виде: $A = -\Delta U$, следовательно, $\Delta U = -20$ Дж. Другими словами внутренняя энергия уменьшилась на 20 Дж.



Задания на определение КПД тепловой машины особых трудностей не вызывают, кроме тех случаев, когда требуется понимать, как рассчитывается полезная работа.

Пример. Тепловая машина за цикл совершает работу 50 Дж и отдает холодильнику 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

Нужно воспользоваться определением КПД: $\eta = \frac{A}{Q_1}$, где Q_1 — количество теплоты, полученное от нагревателя, и учтя, что $Q_1 = Q_2 + A$, получить правильный ответ 33%.

Пример. Тепловая машина с КПД 20% за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_1}$, следовательно, $A = \eta Q_1$.

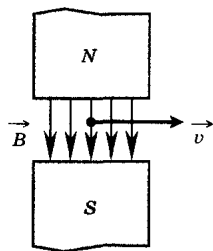
В данном случае задано Q_2 , значит, надо найти $Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta} = 100$ Дж, а затем искомую работу $A = 20$ Дж.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

По разделу «Электродинамика» в КИМах по физике присутствует наибольшее число заданий в каждой из частей работы: 8—9 заданий с выбором ответа (из них 2 задания повышенного уровня, а остальные — базового); 2 задания с кратким ответом и 2 задачи высокого уровня сложности в третьей части работы. Как правило, весь материал раздела разбивается на две части: стационарные поля и переменные, т.е. первая часть — это электростатика, постоянный ток и магнитное поле, а вторая — электромагнитная индукция, колебания и волны, оптика.

Обычно один и тот же элемент в разных сериях вариантов проверяется на разных уровнях сложности. Ниже приведены примеры заданий разного уровня сложности на усвоение понятия силы Лоренца.

Пример 1 (базовый уровень). Электрон \bar{e} , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость \bar{v} , перпендикулярную вектору индукции \bar{B} магнитного поля (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \bar{F} ?



- 1) от нас перпендикулярно плоскости рисунка
- 2) к нам из-за плоскости рисунка
- 3) горизонтально вправо в плоскости рисунка
- 4) вертикально вверх в плоскости рисунка

Пример 2 (повышенный уровень). Электрон \bar{e} и протон p влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и v соответственно. Отношение $\frac{F_e}{F_p}$ модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на электрон, к модулю силы, действующей на протон, в этот момент времени равно

- 1) 4 : 1
- 2) 2 : 1
- 3) 1 : 1
- 4) 1 : 2

Пример 3 (высокий уровень). Ядро покоящегося нейтрально-го атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом r . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Вычислите модуль индукции B магнитного поля.

Это задание с открытым ответом проверяет способность применять знание силы Лоренца при анализе более сложной ситуации (часто встречающейся в ядерной физике при исследовании ядерных реакций с помощью камеры Вильсона или методом толстослойных эмульсий).

Электростатика

В теме «Электростатика» для успешного выполнения заданий различного уровня сложности необходимо повторить следующие элементы:

- взаимодействие заряженных тел, электризация (при соприкосновении, под действием света, через влияние);
- закон сохранения заряда;
- закон Кулона (формула, направление действия сил);
- принцип суперпозиции (умение применять его как для кулоновских сил, так и для напряженностей электростатических полей);
- напряженность, силовые линии электрического поля и их свойства;
- напряженность точечного заряда;
- явление электростатической индукции (поле внутри проводника отсутствует, заряд проводника сосредоточен на поверхности, силовые линии перпендикулярны поверхности, поверхность проводника эквипотенциальна);
- явление поляризации диэлектриков;
- взаимосвязь разности потенциалов и напряжения с работой электрического поля по перемещению заряда;
- движение заряженной частицы в однородном электростатическом поле;
- понятие электроемкости;

— емкость плоского конденсатора (зависимость от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости среды).

В этом разделе не вызывают затруднений задания на проверку знания формул.

Пример. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов, если расстояние между ними увеличить в n раз?

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1) увеличится в n раз | 3) увеличится в n^2 раз |
| 2) уменьшится в n раз | 4) уменьшится в n^2 раз |

Однако результаты резко снижаются, если вопрос касается параметра, от которого данная величина не зависит. Например, для проверки понимания физического смысла понятия напряженности электрического поля используется следующий вопрос.

Пример. Напряженность электрического поля измеряют с помощью пробного заряда. Если величину пробного заряда увеличить в n раз, модуль напряженности

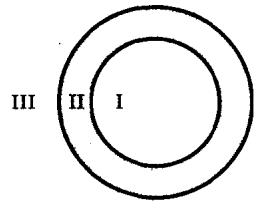
- 1) не изменится
- 2) увеличится в n раз
- 3) уменьшится в n раз
- 4) увеличится в n^2 раз

Вопрос проверяет понимание того, что напряженность не зависит от пробного заряда и при возрастании значения пробного заряда во столько же раз увеличится и сила, действующая на него со стороны поля, а их отношение не изменится.

Подобным образом обстоит дело с пониманием физического смысла электроемкости. В ряде заданий требуется понимание того, что если заряд на обкладках конденсатора увеличить или уменьшить, то во столько же раз увеличится или уменьшится разность потенциалов между обкладками, но электроемкость при этом не изменится. Аналогично, электроемкость не изменится при увеличении или уменьшении разности потенциалов между обкладками конденсатора.

К крайне низким результатам приводят задания на проверку знания того факта, что внутри электрически заряженного уединенного проводника и в полости, находящейся внутри такого проводника, напряженность электростатического поля равна нулю, и что заряд этого проводника локализован на его поверхности.

Пример. На рисунке изображено сечение уединенного заряженного проводящего поллого шара. I — область полости, II — область проводника, III — область вне проводника. Напряженность электрического поля, созданного этим шаром, равна нулю



- 1) только в области I
- 2) только в области II
- 3) в областях I и II
- 4) в областях II и III

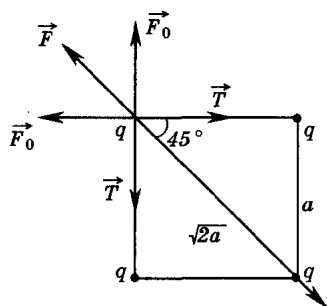
Часто встречаются ошибки в заданиях на связь потенциала в заданной точке электростатического поля с потенциальной энергией частицы, имеющей известный электрический заряд, помещенным в эту точку. Например, *определить изменение кинетической энергии протона при его перемещении из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 100 В*. Здесь нужно сначала понять, как будет двигаться заряженная частица в данном поле (ускоряться или тормозиться), а затем рассчитать необходимые значения.

Расчетные задачи по электростатике требуют, как правило, привлечения знаний из геометрии и из раздела «Механика». Например, в приведенной ниже задаче необходимо понять, что результирующая сила, действующая на заряд, складывается из силы тяжести и кулоновской силы и, зная формулу для периода колебаний математического маятника, подставить туда результирующее ускорение $g + \frac{qE}{m}$.

Пример. Шарик массой $m = 20$ г подвешен на шелковой нити длиной $l = 10$ см. Шарик имеет положительный заряд $q = +10^{-5}$ Кл и находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 10^4$ В/м, направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика?

Очень часто неудача при решении задач по электростатике связана с ошибками в записи тригонометрических соотношений или при сложении векторов. Ниже приведена типовая расчетная задача по электростатике. Здесь для получения правильного ответа необходимо сначала указать все силы, действующие на заряд, затем сложить их геометрически, а потом найти значение результирующей силы, используя соотношения для прямоугольного треугольника.

Пример. Четыре одинаковых заряда q расположены в одной плоскости в вершинах квадрата и удерживаются в равновесии связывающими их не проводящими тонкими нитями (см. рисунок). Натяжение нитей $T = 2,7 \cdot 10^{-3}$ Н. Чему равна сила F_0 , действующая на каждый из зарядов со стороны ближайшего соседнего заряда?



$$F + 2F_0 \cos 45^\circ = 2T \cos 45^\circ$$

$$F = k \frac{q^2}{r^2} \text{ и } F = \frac{F_0}{2}. F_0 = \frac{2T\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}.$$

Постоянный электрический ток

Перечень проверяемых элементов для этой темы следующий:

- определение силы тока;
- действия электрического тока;
- закон Ома для участка цепи;
- зависимость сопротивления проводника от длины, площади поперечного сечения и удельного сопротивления материала;
- закономерности последовательного и параллельного соединения проводников;
- работа и мощность электрического тока (применение формул для работы тока и мощности для последовательного и параллельного соединения проводников);
- закон Джоуля—Ленца;
- понятия ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока;
- закон Ома для полной цепи;
- применение перечисленных выше знаний для расчета электрических цепей;
- электрический ток в металлах, электролитах, газах и полупроводниках (собственная и примесная проводимость).

Приведем примеры заданий, которые вызвали затруднения.

Пример. Какие действия электрического тока всегда сопровождают его прохождение через любые среды?

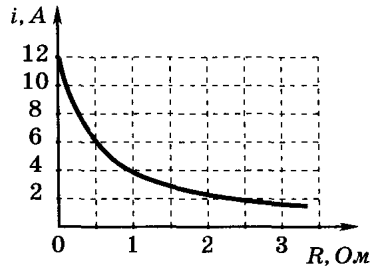
- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1) тепловые | 3) магнитные |
| 2) химические | 4) тепловые и магнитные |

Единственным действием тока, которое наблюдается в любых случаях, является магнитное. Например, при прохождении тока

через сверхпроводники теплового действия тока нет, а магнитные свойства наблюдаются и в этом случае.

В заданиях с выбором ответа и с кратким ответом, которые проверяют умение решать задачи по теме «Постоянный ток», довольно часто используются различные графики (зависимости силы тока от напряжения, силы тока от внешнего сопротивления), а также схемы электрических цепей. Для таких задач необходимо часть информации получить от чтения графиков, схемы электрической цепи, результатов опыта.

Пример. К источнику тока с ЭДС, равной 6 В, подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?



Здесь по графику следует найти ток короткого замыкания, равный 12 А. По определению он равен отношению ЭДС к внутреннему сопротивлению источника, значит, ответ 0,5 Ом.

Задания по теме «Работа, мощность, закон Джоуля—Ленца» в целом особых трудностей не вызывают. Однако нужно четко различать понятия номинальной мощности, которой характеризуются электроприборы (например, лампы накаливания), и той мощности, которую они потребляют в конкретной электрической цепи. *Например, требуется сравнить количество теплоты, выделившееся в последовательно соединенных лампах разной мощности.* При этом лампа меньшей мощности имеет большее сопротивление, поэтому при последовательном соединении ламп большее количество теплоты выделится в лампе меньшей мощности.

Наиболее слабые результаты показывают ученики в заданиях на проверку знаний носителей тока в разных средах. Большая часть учеников знает, что носителями электрических зарядов в металлах являются электроны. А вот тот факт, что носителями электрических зарядов в растворах и расплавах электролитов являются положительные и отрицательные ионы и что электрический ток в газах обусловлен упорядоченным движением положительных и отрицательных ионов и электронов, понимает лишь половина из сдававших ЕГЭ по физике. Хуже всего дело обстоит со знанием носителей электрических зарядов в полупроводниках.

Пример. Какими носителями электрического заряда может создаваться ток в полупроводниках, не содержащих примесей?

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1) только электронами | 3) электронами и ионами |
| 2) только ионами | 4) электронами и «дырками» |

Пример. В четырехвалентный кремний добавили в первом случае трехвалентный индий, а во втором — пентавалентный фосфор. Каким типом проводимости в основном будет обладать полупроводник в каждом случае?

- 1) в первом случае — дырочной, во втором — электронной
- 2) в первом случае — электронной, во втором — дырочной
- 3) в обоих случаях электронной
- 4) в обоих случаях дырочной

В этом случае используются совершенно однотипные задания, в которых сначала нужно определить характер примеси (донорная или акцепторная), а затем сделать вывод о типе частиц, создающих электрический ток.

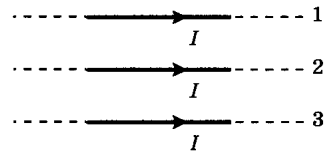
Магнитное поле

Для ответа на вопросы по этой теме необходимо повторить следующее:

- взаимодействие полюсов магнита;
- взаимодействие токов;
- магнитный поток;
- вектор магнитной индукции, свойства силовых линий магнитного поля;
- применение правила буравчика для определения направления магнитной индукции поля прямого тока, проволочного витка;
- сила Ампера;
- правило левой руки для определения направления силы, действующей на проводник с током;
- сила Лоренца;
- движение заряженных частиц в магнитном поле;
- правило левой руки для определения направления силы, действующей на заряженную частицу в магнитном поле;
- решение задач на применение силы Ампера и силы Лоренца.

Существенные затруднения в этой теме вызывают задания на определение направления силы Ампера. Одно из таких заданий приведено ниже.

Пример. На проводник №3 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы, I — сила тока. Сила Ампера в этом случае

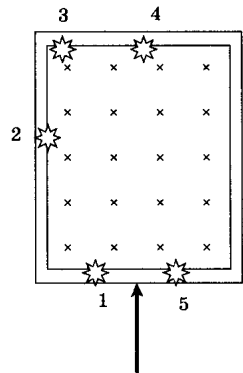


- 1) направлена вверх ↑ 3) направлена к нам ⊙
 2) направлена вниз ↓ 4) равна нулю

Для ответа на этот вопрос можно, конечно, провести ряд рассуждений о силах, которые будут действовать на третий проводник со стороны двух других, рассматривая создаваемые ими магнитные поля. Но проще всего вспомнить, что два проводника, по которым текут токи одного направления, притягиваются друг к другу. Следовательно, на третий проводник будет действовать сила, направленная вверх.

В материалах ЕГЭ по физике встречается много заданий на силу Лоренца и правило левой руки. Приведем пример комплексного нестандартного задания, в котором надо применить правило левой руки для определения направления смещения конкретных частиц.

Пример. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}^0_{-1}e$, позитроны ${}^0_{+1}e$, протоны 1_1p , нейтроны 1_0n , α -частицы 4_2He и γ -кванты). На экране соответствует попаданию в него протона вспышка



- 1) 1 3) 3
 2) 2 4) 5

Применив правило левой руки для протонов, можно сделать вывод, что они отклоняются влево. Но влево отклоняются также позитроны и α -частицы. Следовательно, надо понимать, как зависит радиус кривизны от массы и заряда частицы: $R = \frac{mv}{qB}$.

С учетом этого, вспышка при попадании позитронов будет наблюдаться в точке 1, протонов — в точке 2, альфа-частиц — в точке 3. Ясно, что вспышка при попадании электронов будет в точке 5, γ -квантов — в точке 4.

Существует также целая серия заданий, в которых предлагается на качественном уровне ответить на вопросы, применив знания силы Лоренца и второго закона Ньютона:

$$F = ma, qvB = \frac{mv^2}{R}, qB = \frac{mv}{R}.$$

Отсюда следует $R = \frac{mv}{qB}, T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}.$

Анализ этих выражений позволяет оценить зависимости, предлагаемые к рассмотрению в этих заданиях:

- зависимость радиуса кривизны траектории от заряда частицы, ее массы и скорости;
- зависимость периода обращения заряженной частицы от ее заряда и массы, зависимость периода обращения от энергии частицы;
- зависимость периода обращения от индукции магнитного поля.

В то же время последнее выражение из приведенных выше показывает, что период и частота обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле не зависят от скорости частицы. Выполнение заданий на проверку этого элемента очень важно для понимания принципа работы циклических ускорителей, но вызывает у учащихся большие трудности.

Пример. Как изменится частота обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле при уменьшении ее скорости в n раз? Рассмотрите нерелятивистский случай ($v \ll c$).

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) увеличится в n раз | 3) увеличится в n^2 раз |
| 2) увеличится в n^3 раз | 4) не изменится |

Распространенными являются задачи на движение заряженных частиц сначала в электрическом, а затем в магнитном полях.

Пример. Два первоначально покоящихся электрона ускоряются в электрическом поле: первый в поле с разностью потенциалов U , второй — с разностью потенциалов $2U$. Ускорившиеся электроны попадают в однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен скорости движения электронов. Отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле равно

- | | | | |
|------------------|------------------|-------------------------|---------------|
| 1) $\frac{1}{4}$ | 2) $\frac{1}{2}$ | 3) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | 4) $\sqrt{2}$ |
|------------------|------------------|-------------------------|---------------|

В этой задаче, кроме выражения: $R = \frac{mv}{qB}$, надо, применив закон сохранения энергии: $qU = \frac{mv^2}{2}$, получить выражение: $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$, откуда следует, что $R \sim \sqrt{U}$.

Электромагнитная индукция

Задания по этой теме проверяют знание следующих элементов:

- явление электромагнитной индукции;
- правило Ленца;
- закон электромагнитной индукции;
- явление самоиндукции;
- индуктивность;
- энергия электрического тока;
- решение задач на закон электромагнитной индукции и на возникновение ЭДС индукции при движении проводников в магнитном поле.

К сожалению, основные проблемы вызывают в этой теме задания на понимание явления электромагнитной индукции. Здесь в первую очередь проверяется умение узнать это явление по его проявлению.

Пример. Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?

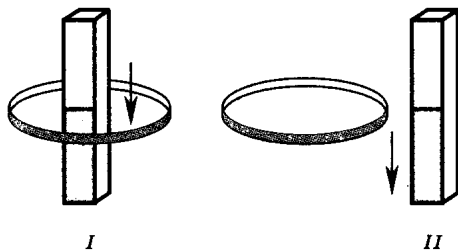
- 1) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при увеличении силы тока в другой катушке, находящейся рядом с ней
- 2) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- 3) взаимодействие двух проводов с током
- 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

Большой процент учеников считают возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, явлением электромагнитной индукции.

Целая серия заданий проверяет при помощи различных рисунков понимание условий возникновения индукционного тока.

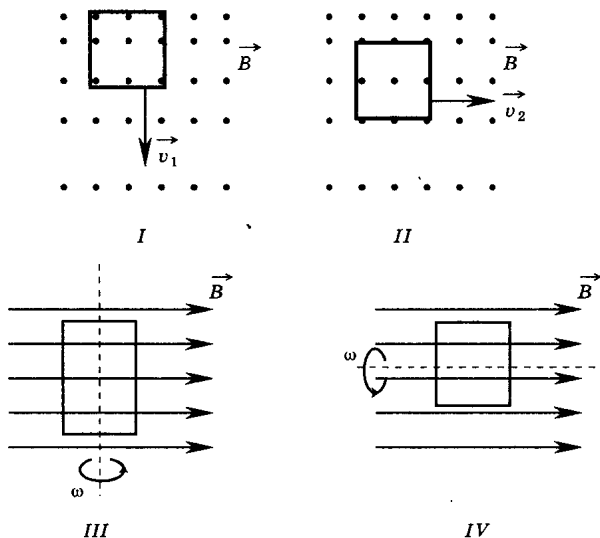
Пример. Один раз металлическое кольцо падает на стоящий вертикально полосовой магнит так, что надевается на него, вто-

рой раз так, что пролетает мимо него. Плоскость кольца в обоих случаях горизонтальна. Ток в кольце



- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только в первом случае
- 4) возникает только во втором случае

Во многих заданиях этой серии дан рисунок, на котором изображена проводящая рамка, вращающаяся в магнитном поле или движущаяся в неоднородном магнитном поле. Требовалось указать, в каких случаях возникает индукционный ток. Здесь необходимо определить, будет ли меняться магнитный поток при движении рамки, и сделать вывод о возникновении или отсутствии тока.



В первом случае рамка движется в неоднородном магнитном поле таким образом, что магнитный поток изменяется и возник-

кает индукционный ток. Во втором случае, хотя поле и неоднородно, но не меняется при движении рамки и, следовательно, ток не возникает. В третьем случае при вращении рамки меняется угол между линиями магнитной индукции и нормалью к рамке, значит, меняется и магнитный поток, вызывая возникновение индукционного тока. В четвертом же случае рамка вращается таким образом, что пронизывающий ее магнитный поток остается неизменным и ток не возникает.

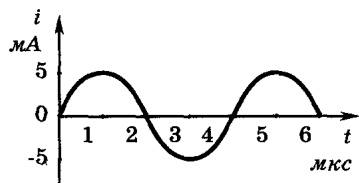
Электромагнитные колебания и волны

Проверяемые элементы по этой теме:

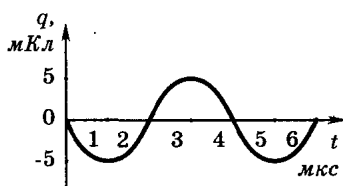
- колебательный контур;
- превращения энергии в колебательном контуре;
- формула Томсона;
- уравнения для гармонических колебаний силы тока и заряда в колебательном контуре (формулы, графики);
- фаза, период, частота, амплитуда колебаний;
- условия получения переменного тока;
- действующие значения силы тока и напряжения;
- закон Ома для участка цепи, содержащей активное сопротивление, конденсатор или катушку индуктивности;
- емкостное и индуктивное сопротивления;
- условие наблюдения резонанса в электрическом колебательном контуре;
- устройство и принцип действия трансформатора, коэффициент трансформации;
- скорость электромагнитных волн в вакууме;
- основные свойства электромагнитных волн и их применение.

При выполнении заданий на понимание процессов, происходящих в колебательном контуре, самыми сложными оказываются вопросы с использованием графиков.

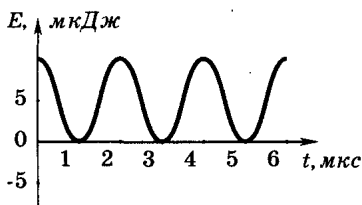
Пример. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре.



а) Определите график, на котором правильно показан процесс изменения заряда конденсатора. (Правильный график показан справа; сдвиг фаз между колебаниями силы тока в катушке и заряда на конденсаторе равен $\pi/2$.)



б) Выбрать график, на котором правильно показан процесс изменения энергии электрического поля конденсатора.



Частота изменения энергии электрического поля конденсатора в 2 раза больше, чем частота изменения силы тока. Кроме того, энергия всегда положительна, поэтому график будет иметь вид, как на рисунке справа.

Ниже приведено задание, которое проверяет понимание явления резонанса (анализ резонансной кривой).

Пример. Последовательно соединены конденсатор, катушка индуктивности и резистор. Если при неизменной частоте и амплитуде напряжения на концах цепи увеличивать емкость конденсатора от 0 до ∞ , то амплитуда силы тока в цепи будет

- 1) монотонно убывать
- 2) монотонно возрастать
- 3) сначала возрастать, затем убывать
- 4) сначала убывать, затем возрастать

Амплитуда силы тока в цепи будет сначала возрастать, а после прохождения частоты, равной частоте вынужденных колебаний, будет убывать.

В ЕГЭ используется ряд заданий на применение закона сохранения энергии к электромагнитным колебаниям в колебательном контуре.

В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени t заряд конденсатора $q = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл, а сила тока $I = 3$ мА. Период колебаний $T = 6,3 \cdot 10^{-6}$ с. Определите амплитуду колебаний заряда q_m .

Задания такого типа можно решать разными способами. Первый способ основан на применении закона сохранения энергии

$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_m}{2C}$ (1) и формулы для периода электромагнитных колебаний в колебательном контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (2). Возможно также и альтернативное решение, основанное на использовании уравнений электромагнитных колебаний в контуре: $q = q_m \sin \frac{2\pi t}{T}$ (1). Так как сила тока является первой производной от заряда, то можно записать: $I = q' = 2\pi q_m \cos \frac{2\pi t}{T}$ (2). Учитывая, что $\cos \frac{2\pi t}{T} = \sqrt{1 - \sin^2 \frac{2\pi t}{T}}$ (3), получаем искомый ответ, совпадающий с ответом, полученным первым способом: $q_m = \sqrt{q^2 + \frac{I^2 T^2}{4\pi^2}}$.

Ряд задач формулируется с использованием табличных данных. Приведем пример такой задачи.

Пример. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре, подключенном к источнику переменного тока, с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

При какой индуктивности катушки в контуре наступит резонанс, если емкость конденсатора равна 50 пФ? Ответ выразите в мГн.

Записав условие резонанса: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, получим: $L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$.

Подставив значение периода колебаний из таблицы ($T = 8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$), получим: $L = 32 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 32 \text{ мГн}$.

Традиционно сложным оказывается понимание идей Максвелла об излучении электромагнитных волн:

— излучение электромагнитных волн происходит при ускоренном движении заряженных частиц. Следовательно, излучение электромагнитных волн происходит и при ускоренном прямолинейном движении заряженной частицы, и при ее равномерном движении по криволинейной траектории, и при совершении колебаний;

— взаимно перпендикулярны три вектора в электромагнитной волне: индукции магнитного поля, напряженности электрического поля и скорости распространения волны.

Геометрическая оптика

Материал, подлежащий контролю по этой теме, содержит следующие элементы:

- прямолинейное распространение света;
- образование тени и полутени;
- закон отражения света;
- построение изображения в плоском зеркале;
- закон отражения света;
- показатель преломления среды;
- закон преломления света;
- полное внутреннее отражение света;
- линза (основные лучи, построение изображений);
- оптическая сила линзы;
- формула линзы;
- глаз, недостатки зрения;
- оптические приборы.

Первые два элемента обычно проверяют при помощи несложных расчетных задач.

Пример. К потолку комнаты высотой 4 м прикреплено светящееся панно-лампа в виде круга диаметром 2 м. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2 м. Центр панно и центр диска лежат на одной вертикали. Какова площадь полутени на полу? Ответ округлите до целых.

Для решения задачи надо сделать аккуратный чертеж, из подобия треугольников рассчитать радиус тени — 1 м и внешний радиус полутени — 3 м, а далее из общей площади тени и полутени $9\pi \text{ м}^2$ вычесть площадь тени — $\pi \text{ м}^2$. Ответ: $8\pi \text{ м}^2 \approx 25 \text{ м}^2$.

Задания на изображения в плоском зеркале, как правило, не вызывают трудностей, так же как и на стандартные построения в собирающей линзе. Однако сложности возникают подчас в том случае, если вид изображения описан словами. Нужно помнить, что изображение может быть действительным или мнимым, прямым или перевернутым, увеличенным или уменьшенным.

При решении задач по геометрической оптике необходимо представлять поясняющие рисунки и обозначать соответствующие углы и расстояния, как это делается в задачах по геометрии. Подчас все решение состоит из правильно выполненного рисунка.

Пример. На оси OX в точке $x_1 = 0$ находится тонкая линза с фокусным расстоянием $f_1 = 30$ см, а в точке $x_2 > 0$ — тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием $f_2 = -20$ см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси x . На собирающую линзу падает параллельный пучок света из области $x < 0$. Пройдя

оптическую систему, пучок остается параллельным. Определите расстояние $x_2 - x_1$ между линзами.

Чтобы после прохождения рассеивающей линзы пучок света стал параллельным, на нее должен падать пучок, сходящийся в противоположном фокусе. Значит, фокусы собирающей и рассеивающей линз должны совпадать, следовательно, расстояние между ними должно быть равно $x_2 - x_1 = f_1 - |f_2| = 10$ см.

Волновая оптика

Ниже перечислены основные проверяемые элементы по данной теме:

- закон преломления света (через скорости света);
- абсолютный и относительные показатели преломления среды;
- дисперсия света;
- явление интерференции, условия наблюдения интерференционных максимумов и минимумов;
- примеры интерференции (тонкие пленки, кольца Ньютона);
- дифракции света;
- дифракционная решетка;
- поляризация света, поперечность световых волн;
- решение задач на интерференцию света и на применение дифракционной решетки.

В этой теме основные сложности вызывают задания на объяснение явлений интерференции, дифракции или дисперсии, а также проявления этих явлений в окружающей жизни. Для понимания дисперсии света необходимо знать, что:

- показатель преломления для данного вещества зависит от частоты падающего света;
- суть дисперсии — зависимость показателя преломления (а значит, и скорости распространения света в среде) от частоты световой волны;
- разложение пучка солнечного света в спектр при прохождении его через призму объясняется движением с разной скоростью в стекле световых волн разной частоты.

Следовательно, цвет стекол определяется тем диапазоном световых волн, которые они пропускают, а цвет цветной бумаги — тем диапазоном волн, которые она отражает. Не стоит путать с дисперсией возникновение радужных полос при интерференции или дифракции.

Решая расчетные задачи по волновой оптике, не стоит забывать о проверке полученного ответа с учетом физического смысла полученной величины. Так, например, многие учащиеся в одной из серий задач, где требовалось рассчитать показатель преломления вещества по известному ходу лучей (на рисунке), получили значение абсолютного показателя преломления стекла 0,6. Они не учли, что луч света переходит из оптически более плотной среды в менее плотную. Ответ получился абсурдным — абсолютный показатель преломления меньше единицы, при том что показатель преломления для вакуума равен 1. Такие же ошибки встречаются и при расчетах, например, разности хода лучей при интерференции света, где обычно «забывают» в конечном ответе учесть степень числа.

Из расчетных задач крайне сложными оказываются задачи на интерференцию.

Пример. Два полупрозрачных зеркала расположены параллельно друг другу. На них перпендикулярно плоскости зеркал падает световая волна длиной 600 нм. Чему должно быть равно минимальное расстояние между зеркалами, чтобы наблюдался первый минимум интерференции проходящих световых волн? Ответ выразите в нанометрах.

Здесь необходимо понимать, что при правильном подборе толщины зазора интерференция отраженных от двух поверхностей лучей приводит к их гашению. Записав условие интерференционного минимума: $2d = \frac{\lambda}{2}$, получим: $d = \frac{\lambda}{4} = 150$ нм. (При отражении световой волны от более плотной среды происходит «потеря половины длины волны». В данном случае наблюдается двойное отражение, поэтому разность хода равна $2d$ — сдвига фаз не происходит. Но это условие можно и не знать, так как «двойная потеря» закладывается в условие задач.)

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ЭЛЕМЕНТЫ СТО

Задания по квантовой физике встречаются в первой и третьей частях контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике. Среди заданий с выбором ответа 4—5 вопросов базового уровня и 1 задание повышенного уровня. В третьей части работы одна из задач (обычно С5) относится к квантовой физике и является заданием высокого уровня сложности.

Ниже приведены примеры заданий по квантовой физике разного уровня сложности, а для наглядности это сделано на одном и том же элементе «Фотоэффект».

Пример 1 (базовый уровень). Работа выхода для материала пластины равна 2 эВ. Пластина освещается монохроматическим светом. Чему равна энергия фотонов падающего света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ 2) 1,5 эВ 3) 2 эВ 4) 3,5 эВ

Пример 2 (повышенный уровень). В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим напряжением.

В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины.

Задерживающее напряжение U , В	0,4	0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

- 1) $4,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 3) $7,0 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
 2) $5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 4) $6,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Пример 3 (высокий уровень). В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью C . При длительном освещении катода светом с частотой $\nu = 1 \cdot 10^{15}$ Гц фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите емкость конденсатора C .

Элементы СТО

Задания по этой теме проверяют понимание постулатов СТО.

1. Скорость света является инвариантной величиной во всех инерциальных системах отсчета и не зависит ни от скорости источника света, ни от скорости приемника света.

Пример. Скорость света во всех инерциальных системах отсчета

- 1) зависит только от скорости движения источника света
 2) не зависит ни от скорости приемника света, ни от скорости источника света
 3) зависит только от скорости приемника света
 4) зависит как от скорости приемника света, так и от скорости источника света

Правильный ответ во всех заданиях этого типа — скорость света не зависит от перечисленных причин.

Но здесь есть одно исключение. Ученики хорошо усвоили, что ни один материальный объект не может двигаться со скоростью, большей скорости света в вакууме. Это правильно! Однако нематериальные объекты могут двигаться со скоростью, большей скорости света в вакууме, например солнечный зайчик на отдаленной стене относительно этой стены.

Пример. Какой объект может двигаться со скоростью, большей скорости света c ?

- 1) солнечный зайчик на отдаленной стене относительно стены
- 2) протон в ускорителе относительно Земли
- 3) электромагнитная волна относительно движущегося источника света
- 4) ни один из объектов, так как это принципиально невозможно

2. Во всех инерциальных системах отсчета все явления протекают одинаково (при одинаковых начальных условиях). Одинаковыми будут и все закономерности, устанавливаемые в различных инерциальных системах отсчета, движущихся друг относительно друга с постоянной скоростью. Например, если в задании спрашивается, будут ли отличаться результаты экспериментальных исследований, проводимых с пружинным маятником, то ответ — безусловно, нет. К примеру, зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза будет одинаковой во всех инерциальных системах отсчета. С другой стороны, отдельные физические величины могут иметь разные значения: промежуток времени, длина отрезка, период колебаний и т.д.

Пример. Одинаковые опыты по наблюдению спектра водорода выполнялись в одинаковых лабораториях — на Земле и в космическом корабле, движущемся относительно Земли с постоянной скоростью. Наблюдаемые спектры

- 1) одинаковы
- 2) существенно различны
- 3) сходны, но расстояния между спектральными линиями разные
- 4) сходны, но ширина спектральных линий различна

Пример. Нельзя установить, движется или покоится лаборатория относительно какой-либо инерциальной системы отсчета на основании проведенных в этой лаборатории наблюдений

- 1) только оптических явлений
- 2) только электрических явлений
- 3) только механических явлений
- 4) любых физических явлений

Кроме постулатов СТО нужно понимать соотношение между энергией покоя и полной энергией свободно движущегося тела. Так, встречаются задания, в которых требуется определить скорость частицы по заданным соотношениям между полной энергией и энергией покоя частицы.

Фотоэффект

Понимание условий возникновения фотоэффекта, знание его законов и умение применять уравнение Эйнштейна для фотоэффекта — наиболее часто встречающиеся элементы для раздела «Квантовая физика» в ЕГЭ. Поэтому нужно четко понимать, что при фотоэффекте количество выбиваемых электронов зависит от интенсивности света, но их максимальная энергия определяется только частотой падающего света.

Пример. От чего зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте?

- А. От частоты падающего света.
- Б. От интенсивности падающего света.
- В. От работы выхода электронов из металла.

Правильными являются ответы:

- 1) только Б
- 2) А и Б
- 3) А и В
- 4) А, Б и В

Как правило, такие задания вызывают затруднения только в том случае, если их формулировка немного отличается от рассматриваемой в учебниках.

Пример. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зеленым, затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?

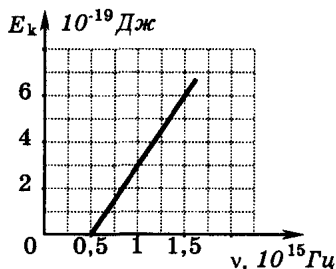
- 1) при освещении красным светом
- 2) при освещении зеленым светом
- 3) при освещении синим светом
- 4) во всех случаях одинаковой

Если ученик понимает, что при фотоэффекте в процессе вылета из металлической пластины электронов она приобретает

электрический заряд, то для него не будут сложными вопросы типа «Как изменится минимальная частота, при которой возникает фотоэффект, если пластинке сообщить отрицательный заряд?» (Правильный ответ «уменьшится», так как фотоэффект будет наблюдаться для фотонов с меньшей энергией.)

В заданиях по этой теме достаточно часто используются графики. Например, предлагается по заданному графику зависимости силы фототока в фотоэлементе от приложенного к нему напряжения определить, как изменится этот график в случаях изменения частоты или интенсивности падающего света, провести выбор нужного графика зависимости фототока от приложенного напряжения между фотокатодом и анодом. Эти задания требуют глубокого понимания законов фотоэффекта и умения работать с графиками.

Пример. Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график изменения максимальной кинетической энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Какова работа выхода фотоэлектронов из оксида кальция?



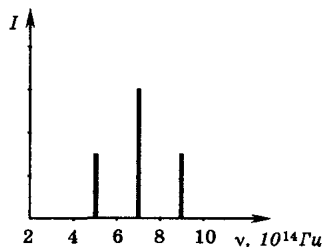
- 1) 0,7 эВ 3) 2,1 эВ
2) 1,4 эВ 4) 2,8 эВ

Задание можно было выполнить двумя способами:

— графическим; продлив график до пересечения с осью E_k , получаем, что $A = -E_k$, т.к. $\nu = 0$;

— расчетным: $A = h\nu - E_k$; выбрав по графику значение $\nu = 10^{15}$ Гц, а кинетическую энергию фотоэлектрона: $E_k = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж, получаем искомый ответ (3).

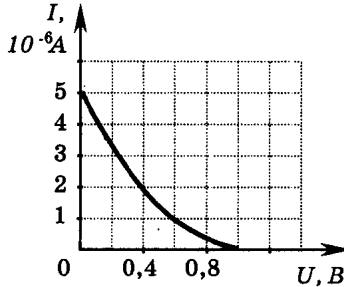
Пример. На металлическую пластинку с работой выхода $A = 2,0$ эВ падает излучение, имеющее три частоты различной интенсивности (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов.



- 1) 0,06 эВ 3) 1,7 эВ
2) 0,9 эВ 4) 6,7 эВ

Для получения правильного ответа надо записать выражение для максимальной кинетической энергии фотоэлектронов: $E_k = h\nu - A$, затем найти по графику максимальную частоту: $9 \cdot 10^{14}$ Гц, рассчитать энергию фотона, выразить ее в электронвольтах, провести необходимые расчеты и получить ответ (3).

Пример. Фотоэлектроны, вылетающие из металлической пластины, тормозятся внешним электрическим полем. Пластина освещена светом, энергия фотонов которого 3 эВ. На рисунке приведен график зависимости фототока от напряжения тормозящего поля.



Чему равна работа выхода электрона с поверхности пластины?

- 1) 1 эВ 2) 2 эВ 3) 3 эВ 4) 4 эВ

Работу выхода электрона с поверхности пластины можно рассчитать, применив формулу Эйнштейна для фотоэффекта: $A = h\nu - E_k$, а максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона E_k легко найти из графика: $E_k = 1$ эВ. Следовательно, искомая работа выхода равна 2 эВ (ответ: 2).

Существенные затруднения вызывают задания, в которых формулы для фотоэффекта необходимо совместить со знанием величин по другим темам.

Пример. Фотоны, имеющие энергию 5 эВ, выбивают электроны с поверхности металла. Работа выхода электронов из металла равна 4,7 эВ. Какой импульс приобретает электрон при вылете с поверхности металла?

В этой задаче из уравнения Эйнштейна сразу можно получить значение кинетической энергии электронов 0,3 эВ. Затем нужно вспомнить или вывести формулу для взаимосвязи импульса и кинетической энергии $p = \sqrt{2Em}$ и подсчитать импульс электрона (предварительно переведя электрон-вольты в джоули).

Задачи на уравнение Эйнштейна для фотоэффекта встречаются среди заданий с развернутым ответом практически еже-

годно. При их решении используется уравнение Эйнштейна, понятие «красной границы» фотоэффекта, условие прекращения фототока при подаче так называемого запирающего напряжения между катодом и анодом. В некоторых задачах по этой теме фотоэлектроны заряжают конденсатор. В других задачах фотоэлектроны попадают в магнитное поле и начинают двигаться в нем по окружности. Несмотря на большое число шагов и значительное количество математических преобразований, такие задачи довольно успешно выполняются сильными учащимися.

Корпускулярно-волновой дуализм

Вопросы по этой теме, связанные с представлениями о фотонах, как правило, не вызывают особых затруднений. Элементами для успешного выполнения заданий здесь являются:

— формулы для энергии и импульса фотонов и умение применять их в простейших расчетах;

— названия всех диапазонов электромагнитных излучений (при этом нужно помнить их последовательность в зависимости от частоты излучения и понимать, что все они обладают одинаковыми свойствами, но проявление корпускулярных свойств увеличивается с ростом энергии фотонов или частоты электромагнитных волн);

— основные характеристики электромагнитных излучений различных диапазонов (способ получения, области применения).

Иногда формулы для энергии фотонов используются в расчетных задачах, которые выполняются гораздо хуже аналогичных по сложности заданий из других тем. Очевидно это происходит потому, что нужно совместить знания из разных разделов. Например, в приведенном ниже задании необходимо было выразить мощность светового потока, используя фотонные представления о свете.

Пример. Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц. Поглощаемая мощность $P = 3,3 \cdot 10^{-14}$ Вт. Сколько фотонов поглощает детектор за время $t = 5$ с? Полученный ответ разделите на 10^{15} .

Число фотонов равно: $N = \frac{Pt}{h\nu} = 5 \cdot 10^{15}$ (ответ: 5).

Гораздо хуже обстоит дело с пониманием гипотезы де Бройля о волновых свойствах частиц. На вопросы о сравнении длин волн де Бройля разных частиц почти половина учащихся отвечают, что частицы нельзя характеризовать длиной волны.

Пример. Электрон и протон движутся с одинаковыми скоростями. У какой из этих частиц большая длина волны де Бройля?

- 1) электрона
- 2) протона
- 3) длины волн этих частиц одинаковы
- 4) частицы нельзя характеризовать длиной волны

Пример. Электрон и α -частица имеют одинаковые импульсы. Длина волны де Бройля какой частицы больше?

- 1) электрона, так как его электрический заряд меньше
- 2) α -частицы, так как ее масса больше
- 3) длины волн одинаковы
- 4) α -частица не обладает волновыми свойствами

Для ответа на эти вопросы нужно помнить соотношение для длины волны де Бройля $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$.

Физика атома

В этой теме вопросы на строение атома вполне доступны практически всем учащимся.

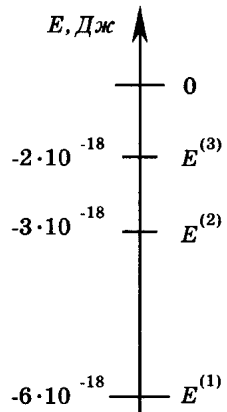
Пример. Число электронов, входящих в состав ядра атома углерода ${}^{11}_6\text{C}$, равно

- 1) 11
- 2) 0
- 3) 5
- 4) 6

В заданиях на проверку знания постулатов Бора и их применение к анализу энергетических переходов атома при поглощении и испускании фотонов используют как словесную формулировку и символическую запись энергетических переходов, так и схемы энергетических уровней атома. К последним относятся задания следующего типа.

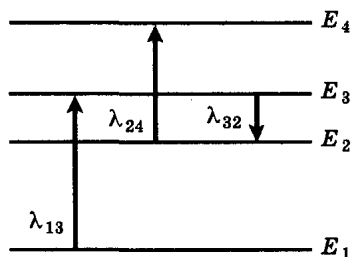
Пример. Предположим, что схема энергетических уровней атомов разреженного газа имеет вид, изображенный на рисунке. В начальный момент атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Фотоны с какой энергией может поглощать данный газ?

Для выполнения этих заданий нужно понимать, что на уровне $E^{(1)}$ электроны обладают минимальной энергией и могут перейти на следующие уровни, поглотив фотоны с энергией, равной разности энергий соответствующих уровней.



Наиболее «типичной» ошибкой в таких задачах является сложение или вычитание величин для длин волн, аналогично тому, как можно оперировать с частотами, излучаемыми или поглощаемыми при переходах с одного энергетического уровня на другой.

Пример. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Чему равна длина волны для фотонов, излучаемых при переходе с уровня E_4 на уровень E_1 , если $\lambda_{13} = 400$ нм, $\lambda_{24} = 500$ нм, $\lambda_{32} = 600$ нм?



Для решения этой задачи необходимо сначала провести расчеты для энергии, а только потом вычислить длину волны, используя выражения для энергии фотона и связи длины волны с частотой света.

Понимание принципов излучения (поглощения) света атомом необходимо и для решения заданий с развернутым ответом.

Пример. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой:

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана, на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера, на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т. д. Найдите отношение минимальной энергии фотона в серии Лаймана к максимальной энергии фотона в серии Бальмера.

Минимальная энергия фотона в серии Лаймана равна:

$$E_{\text{Л}} = 13,6 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) = 13,6 \left(\frac{3}{4} \right) \text{ эВ}$$

Максимальная энергия фотона в серии Бальмера равна:

$$E_{\text{Б}} = 13,6 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty} \right) = 13,6 \left(\frac{1}{4} \right) \text{ эВ. Следовательно, искомое отношение — 3.}$$

Физика атомного ядра

Основные серии вопросов по этой теме проверяют знание следующих элементов:

- виды радиоактивных излучений (названия, состав и основные свойства; например — проникающая способность или отклонение в магнитном и электрическом полях);
- строение ядра атома, понятие «изотопы» (причем здесь используются как словесные описания состава ядер, так и символическая запись или схематичные рисунки);
- закон сохранения заряда и массового числа в ядерных реакциях, которые, как правило, не вызывают больших затруднений.

Пример. При распаде ядра изотопа лития ${}^8_3\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и β -частица. Два одинаковых ядра — это ядра

- 1) водорода 2) гелия 3) бора 4) дейтерия

— закон радиоактивного распада, который является самым сложным элементом в этой теме.

Здесь нужно четко помнить, что в законе радиоактивного распада $N = N_0 e^{-\frac{t}{T}}$, под N_0 понимают первоначальное число радиоактивных ядер атомов данного элемента, а N — это число нераспавшихся ядер (оставшихся).

Пример. Какая доля радиоактивных атомов остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25 %
 2) 50 %
 3) 75 %
 4) нераспавшихся атомов не останется

Так как по условию задачи $t = 2T$, то $N = \frac{N_0}{4}$, т.е. остаются нераспавшимися 25% от первоначального числа атомов.

ОТВЕТЫ

Механика

Кинематика

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	1	10	3	19	3	27	1	35	3
2	4	11	1	20	3	28	2	36	4
3	4	12	2	21	2	29	3	37	1
4	4	13	4	22	2	30	4	38	3
5	4	14	4	23	4	31	3	39	2
6	2	15	1	24	3	32	1	40	4
7	3	16	1	25	2	33	1	41	4
8	2	17	1	26	2	34	1	42	18
9	3	18	3						

Динамика

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	1	15	3	28	1	41	3	54	2
2	1	16	1	29	1	42	3	55	1
3	3	17	4	30	2	43	3	56	4
4	2	18	2	31	2	44	3	57	1
5	1	19	3	32	1	45	3	58	3
6	2	20	1	33	2	46	2	59	3
7	3	21	1	34	3	47	2	60	3
8	1	22	2	35	2	48	2	61	2
9	1	23	2	36	2	49	4	62	4
10	2	24	1	37	2	50	3	63	1
11	3	25	1	38	3	51	3	64	1
12	2	26	4	39	4	52	2	65	2
13	2	27	4	40	1	53	3	66	1
14	2								

Статика

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	1	8	1	15	4	21	4	27	2
2	2	9	2	16	1	22	1	28	4
3	1	10	3	17	1	23	4	29	1
4	1	11	1	18	2	24	2	30	3
5	1	12	3	19	3	25	4	31	3

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
6	3	13	3	20	1	26	2	32	3
7	4	14	2						

Законы сохранения

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	3	23	4	44	4	65	3	86	1600
2	3	24	2	45	2	66	2	87	0,2
3	4	25	2	46	1	67	3	88	4
4	3	26	4	47	2	68	4	89	60
5	1	27	1	48	3	69	3	90	6,8
6	1	28	4	49	4	70	2	91	2,8 или 3
7	1	29	3	50	3	71	2	92	4
8	3	30	3	51	4	72	3	93	132
9	2	31	3	52	3	73	1	94	3
10	3	32	1	53	3	74	4	95	40
11	3	33	1	54	2	75	3	96	6
12	2	34	3	55	1	76	3	97	2
13	2	35	1	56	4	77	1	98	4
14	4	36	1	57	4	78	4	99	3
15	1	37	1	58	4	79	3	100	2
16	4	38	2	59	4	80	3	101	4
17	3	39	2	60	4	81	2	102	2
18	4	40	2	61	1	82	1	103	3
19	3	41	1	62	1	83	30	104	60
20	3	42	3	63	4	84	0	105	4
21	2	43	2	64	1	85	10	106	132
22	1								

Колебания и волны

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	2	11	4	21	1	31	1	40	2
2	2	12	4	22	1	32	4	41	3
3	1	13	2	23	1	33	2	42	1
4	1	14	1	24	4	34	1	43	2
5	1	15	4	25	1	35	1	44	4
6	1	16	2	26	2	36	1	45	3
7	2	17	3	27	3	37	4	46	1
8	3	18	1	28	1	38	3	47	3
9	1	19	1	29	4	39	2	48	4
10	2	20	1	30	2				

**Задания с развернутым
ответом по механике**

1.

Образец возможного решения

Кинетическая энергия брусков после столкновения

$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v – скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения полной энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 gh$, что дает выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 gh$$

Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение $E_k = 2,5$ Дж.

2.

Образец возможного решения

Скорость первого бруска на горизонтальной поверхности до столкновения определяется с помощью закона сохранения полной механической энергии: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 gh$.

Импульс системы из двух брусков на горизонтальной поверхности сохраняется: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$, v – скорость брусков после столкновения. Следовательно, изменение кинетической энергии

первого бруска: $\Delta E_1 = \frac{m_1}{2}(v^2 - v_1^2) = -\frac{m_2(2m_1 + m_2)m_1 v_1^2}{(m_1 + m_2)^2}$.

Подставляя значение энергии первого бруска, получаем

$\Delta E_1 = -\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2}(2m_1 + m_2)gh$ и числовой ответ: $\Delta E \approx -2,44$ Дж.

3.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Из закона сохранения механической энергии находится скорость шара в нижней точке до попадания пули: $u = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)}$.

Из закона сохранения импульса определяется скорость шара в нижней точке после попадания и вылета пули:

$$Mu - mv_1 = Mu' - mv_2 \Rightarrow u' = u + \frac{m}{M}(v_2 - v_1).$$

Закон сохранения механической энергии для шара после попадания и вылета пули: $\frac{Mu'^2}{2} = Mgl(1 - \cos\beta)$.

Следовательно, угол отклонения определяется равенством:

$$\cos\beta = 1 - \frac{u'^2}{2gl} = 1 - \frac{1}{2gl} \left\{ \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)} + \frac{m}{M}(v_2 - v_1) \right\}^2 = \frac{7}{9},$$

или $\beta = \arccos(7/9) \approx 39^\circ$.

4.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Из закона сохранения механической энергии можно найти скорость шара после попадания и вылета из него пули:

$$u' = \sqrt{2gl(1 - \cos\beta)}.$$

Из закона сохранения импульса определяется скорость шара в нижней точке до попадания пули:

$$Mu - mv_1 = Mu' - mv_2 \Rightarrow u = u' + \frac{m}{M}(v_1 - v_2).$$

Закон сохранения механической энергии для шара до попадания пули: $\frac{Mu^2}{2} = Mgl(1 - \cos\alpha)$.

Из этих уравнений определяется угол отклонения:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{u^2}{2gl} = 1 - \frac{1}{2gl} \left\{ \sqrt{2gl(1 - \cos\beta)} + \frac{m}{M}(v_1 - v_2) \right\}^2 = 0,5,$$

или $\alpha = \arccos(0,5) = 60^\circ$.

5.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Из закона сохранения импульса $Mu - mv_1 = Mu' - mv_2$ можно определить изменение скорости пули: $\Delta v = v_2 - v_1 = \frac{M}{m}(u' - u)$.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Из закона сохранения энергии находится скорость шара в нижней точке до попадания пули: $u = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)}$.

Из закона сохранения энергии находится скорость шара в нижней точке после попадания и вылета из него пули: $u' = \sqrt{2gl(1 - \cos\beta)}$.

Следовательно, модуль изменения скорости пули

$$|\Delta v| = \left| \frac{M}{m} \left\{ \sqrt{2gl(1 - \cos\beta)} - \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)} \right\} \right| = 100 \text{ м/с.}$$

6.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Период гармонических колебаний равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (1). На ареометр, смещенный от положения равновесия на расстояние x , действует возвращающая сила $F_x = -\rho g S x$, где $\rho g S = k = \text{const}$ (2) — коэффициент возвращающей силы.

Из уравнений (1) и (2) получаем: $T = \frac{2}{r} \sqrt{\frac{\pi m}{\rho g}} \approx 4 \text{ с.}$

7.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Частота гармонических колебаний равна $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ (1). На ареометр, смещенный от положения равновесия на расстояние x , действует возвращающая сила $F_x = -\rho g S x$, где $\rho g S = k = \text{const}$ (2) — коэффициент возвращающей силы.

Из уравнений (1) и (2) получаем: $\rho = \frac{4\pi^2 m \nu^2}{g S} \approx 790 \text{ кг/м}^3$.

8.

Образец возможного решения

При выведении цилиндра из положения равновесия возникает возвращающая сила $F_x = -(\rho_2 - \rho_1) g S x$.

Образец возможного решения

Поскольку эта сила пропорциональна смещению x , период малых собственных колебаний можно найти по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \text{ где } k = (\rho_2 - \rho_1)gS.$$

$$\text{Тогда } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{(\rho_2 - \rho_1)gS}} \Rightarrow m = \frac{T^2 (\rho_2 - \rho_1)gS}{4\pi^2} = 0,2 \text{ кг.}$$

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Закон сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt »: $0 = M \cdot \Delta v - \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$;

формула для ускорения $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$;

формула для скорости движения аппарата: $v_1 = at$.

Выполнив математические преобразования, получим ответ в

общем виде: $v_1 = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{vt}{M}$. Ответ: 12 м/с.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Закон сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt »: $0 = M \cdot \Delta V - \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$;

формула для ускорения аппарата: $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$;

формула для скорости движения аппарата: $V = \sqrt{2as}$.

Выполнив математические преобразования, получим ответ в

общем виде: $V = \sqrt{\frac{2Sv \cdot \Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{vt}{M}}$. Ответ: $V = 12$ м/с.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

По закону сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt »: $0 = M \cdot \Delta v_1 - \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$, где v_1 — скорость аппарата через время t ;

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

формулы для ускорения аппарата: $a = \frac{\Delta v_1}{\Delta t}$ и $a = \frac{2S}{t^2}$.

Выполнив математические преобразования, получим ответ в общем виде: $M = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{vt^2}{2S}$. Ответ: $M = 500$ кг.

12.
Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно закону сохранения энергии высоту подъема снаряда и второго осколка можно рассчитать по формулам:

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}, \quad m_2gh_{\max} = m_2gh + \frac{m_2v_2^2}{2}.$$

Из закона сохранения энергии определяем начальную скорость первого осколка:

$$\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = \sqrt{3}v_0.$$

Согласно закону сохранения импульса

$m_1v_1 = m_2v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1v_1}{m_2} = v_0\sqrt{3}$, где v_2 — начальная скорость второго осколка после разрыва снаряда. Окончательно имеем:

$$h_{\max} = \frac{2v_0^2}{g} = 8000 \text{ м. Ответ: } h_{\max} = 8000 \text{ м.}$$

13.
Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно условию задачи снаряд и оба осколка двигались вдоль одной вертикали.

Согласно закону сохранения механической энергии, если оба осколка имели одинаковую скорость при падении на землю, то их скорость была одинакова и в любой точке их общего участка траекторий, в том числе и в точке взрыва снаряда; второй осколок, возвратившись в точку взрыва, имел такую же по модулю скорость, какая была у него в момент взрыва.

Следовательно, при взрыве неподвижно зависшего снаряда оба осколка приобрели одинаковые по модулю, но противоположные по направлению скорости.

Согласно закону сохранения импульса, это означает, что массы осколков равны. Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 1$.

14.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Из закона сохранения энергии определена высота подъема снаряда: $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$, $h = \frac{v_0^2}{2g}$.

2) Из закона сохранения энергии определена начальная скорость

первого осколка: $\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1v_1^2}{2}$,

$$v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = \sqrt{3}v_0.$$

3) Найдена начальная скорость второго осколка после разрыва снаряда из закона сохранения импульса: $m_1v_1 = m_2v_2$,

$$v_2 = \frac{v_1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0.$$

4) Найдена скорость второго осколка при падении на Землю из

закона сохранения энергии: $\frac{m_2v^2}{2} = m_2gh + \frac{m_2v_2^2}{2}$,

$$v = \frac{\sqrt{7}}{2}v_0 = 13,2 \text{ м/с.}$$

15.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Из закона сохранения энергии определена высота подъема снаряда: $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$, $h = \frac{v_0^2}{2g}$.

2) Из закона сохранения энергии определена начальная скорость

первого осколка: $\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1v_1^2}{2}$,

$$v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = v_0\sqrt{3}.$$

3) Найдена начальная скорость второго осколка после разрыва снаряда из закона сохранения импульса: $m_1v_1 = m_2v_2$,

$$v_2 = 2v_1 = 2v_0\sqrt{3}.$$

4) Найдена высота подъема большего осколка из закона сохранения

энергии: $m_2gh_{\max} = m_2gh + \frac{m_2v_2^2}{2}$, $h_{\max} = \frac{13v_0^2}{2g}$,

$$h_{\max} = 65 \text{ м.}$$

16.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Отмечено, что ускорение спутника, движущегося со скоростью v по окружности радиуса R , равно g :

$$g = \frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2}.$$

2) Записано уравнение для периода: $T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$.

3) Записано уравнение для отношения периодов, и получен ответ:

$$\frac{T_M}{T_3} = \frac{\sqrt{\left(\frac{R_M}{R_3}\right)^3}}{\sqrt{\frac{M_M}{M_3}}} = \sqrt{1,25} \approx 1,1.$$

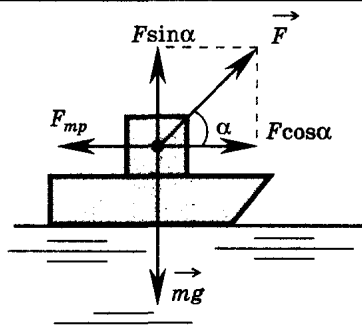
17.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Правильно представлены на рисунке векторы сил, действующих на сани, и записано уравнение для нахождения ускорения:

$$a = \frac{F \cos \alpha - F_{TP}}{m}.$$



2) Записаны уравнения для нахождения силы трения:

$$F_{TP} = \mu N, \quad N = mg - F \sin \alpha, \quad F_{TP} = \mu (mg - F \sin \alpha).$$

3) Вычислены значения ускорения и пройденного пути:

$$a = \frac{100 \text{ Н} \cdot \left(\frac{1}{2} + 0,12 \frac{\sqrt{3}}{2} \right) - 0,12 \cdot 30 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{30 \text{ кг}} = 0,8 \text{ м/с}^2,$$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{0,8 \cdot 25}{2} \text{ м} = 10 \text{ м}.$$

18.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) В инерциальной системе отсчета ускорение грузика m_1 определяется вторым законом Ньютона: $m_1 a_1 = T - m_1 g$.

2) Этот грузик движется по окружности радиуса l со скоростью $v_1 = 2v_2$, и его центростремительное ускорение

$$a_1 = \frac{v_1^2}{l} = \frac{(2v)^2}{l} = \frac{4v^2}{l}.$$

3) Получен ответ в общем виде: $T = m \left(g + \frac{4v^2}{l} \right)$ и числовое значение: $T = 6,5 \text{ Н}$.

19.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Сделано утверждение, что максимальная сила, действующая на систему из двух автомобилей в направлении их движения, составляет $\mu Mg \cos \alpha$, где $\cos \alpha = \sqrt{0,99} \approx 1$.

2) Записано уравнение для равнодействующей сил, действующих на систему из двух автомобилей, в проекции на направление их движения: $F = \mu Mg \cos \alpha - Mg \sin \alpha - mg \sin \alpha$.

3) Записан второй закон Ньютона

$$a = \frac{F}{M+m} = g \left(\frac{M}{M+m} \cdot \mu \cos \alpha - \sin \alpha \right).$$

4) Получено численное значение для ускорения: $a = 0,6 \text{ м/с}^2$.

20.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Для момента начала движения ($t_1 = 2 \text{ с}$) записано соотношение между приложенной силой и максимальной силой трения покоя:

$$b \cdot t_1 = \mu mg.$$

2) Для момента времени $t > t_1$, соответствующего движению, записано уравнение II-го закона Ньютона: $ma = bt - \mu mg$.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

3) При совместном решении этих двух уравнений получено выражение для коэффициента трения: $\mu = \frac{at_1}{g(t-t_1)}$.

4) С использованием данных графика (t, a) получен числовой ответ: $\mu = 0,2$.

21.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записаны условия равновесия сил для случаев равномерного движения аэростата: $\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{F} = 0$.

$$F_A - mg + F = 0; \quad F_A - (m - \Delta m)g - F = 0.$$

2) Приведены рисунки с правильным указанием направлений векторов сил.

3) Решена система уравнений и вычислено значение массы сброшенного груза: $2F_A = 2mg - \Delta mg$, $\Delta m = 2\left(m - \frac{F_A}{g}\right)$,

$\Delta m = 200$ кг.

22.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны законы сохранения

импульса: $m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$ или $m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v'_2$

механической энергии системы двух тел:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}.$$

2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в

общем виде: $v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$, и правильный числовой ответ: $v'_1 = 1$ м/с.

23.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны:

уравнение движения шарика в нижней точке петли:

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a} \text{ или } N - mg = ma;$$

Содержание верного решения задачи

выражение для центростремительного ускорения: $a = \frac{v^2}{R}$;

закон сохранения механической энергии: $mgh = \frac{mv^2}{2}$.

2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $N = 9mg$ и правильный числовой ответ: $N = 9 \text{ Н}$.

24.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны законы сохранения:

импульса: $m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$ или $m_1 v_1 = -m_1 v_1' + m_2 v_2'$;

механической энергии: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$.

2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в

общем виде: $v_2' = \frac{2v_1}{1 + \frac{m_2}{m_1}}$ и правильный числовой ответ:

$v_2' = 3 \text{ м/с}$.

25.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны законы сохранения импульса:

$$m_1 \vec{v} = (m_1 + m_2) v_2 \text{ или } m_1 v = (m_1 + m_2) v_2;$$

механической энергии: (до удара) $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g l$;

(после удара) $\frac{(m_1 + m_2) u^2}{2} = (m_1 + m_2) g h$.

2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в

общем виде: $h = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 l$

и правильный числовой ответ: $h = 0,05 \text{ м}$.

26.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны:

закон сохранения импульса: $m_1 \vec{v} = (m_1 + m_2) v_2$ или $m_1 v = (m_1 + m_2) v_2$;

Содержание верного решения задачи

закон сохранения механической энергии: $m_1gh_1 = \frac{m_1v_1^2}{2}$;

выражение для работы силы сопротивления через изменение кинетической энергии: $Fh_2 = \frac{(m_1 + m_2)v_2^2}{2}$.

2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в

общем виде: $F = \frac{m_1^2gh_1}{(m_1 + m_2)h_2}$ и правильный числовой ответ:

$F = 168\,750\text{ Н} \approx 170\text{ кН}$.

27.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Выбрана система отсчета, обосновано использование закона сохранения импульса и он правильно записан в проекциях на одну ось системы координат.

$$m\vec{v} + M\vec{u} = 0,$$

$$OX: mv - Mu = 0,$$

M, u — масса и скорость тележки относительно Земли,

m, v — масса и скорость человека относительно Земли.

2) Скорость человека относительно тележки равна $(v + u)$, и за время t он преодолет расстояние $L = 5\text{ м}$. $L = (v + u)t$.

3) Искомое расстояние $x = ut$.

4) Совместное решение системы уравнений (1)—(3) дает

$$x = \frac{Lm}{m + M}, \quad x = 2\text{ м}.$$

28.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Найдено время подъема тела после удара о Землю:

$$\tau_2 = \tau - \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

2) Найдена скорость движения сразу после удара: $v_2 = g\tau_2$.

3) Получено выражение для доли, потерянной при ударе энергии:

$$\eta = 1 - \frac{mv^2}{2 \cdot mgH} = 1 - \frac{g\tau_2^2}{2H}.$$

4) Получено численное значение: $\eta = \frac{3}{4} = 0,75$.

29.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) В момент пережигания нити на стержень с грузами вниз действуют силы тяжести m_1g , m_2g и сила упругости пружины $F = k(l_0 - l)$.

2) Движение системы в инерциальной системе отсчета под действием приложенных сил происходит с ускорением a , определяемым вторым законом Ньютона: $(m_1 + m_2)a = (m_1 + m_2)g + F$,

$$\text{откуда } a = g + k \frac{l_0 - l}{m_1 + m_2}.$$

3) Движение груза m_1 с этим ускорением происходит под действием приложенных к нему сил — тяжести m_1g и реакции стержня T — и подчиняется второму закону Ньютона:

$$m_1a = m_1g + T.$$

Из этого уравнения определяется сила реакции стержня

$$T = m_1(a - g) = \frac{m_1}{m_1 + m_2} k(l_0 - l).$$

4) Подставляя значения масс, жесткости и удлинения пружины, получим:

$$T = \frac{0,1}{0,1 + 0,2} 30(0,2 - 0,1) = 1 \text{ (Н)}.$$

30.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) В момент пережигания нити на стержень с грузами действуют силы тяжести m_1g , m_2g и пружина с силой $F = k(l_0 - l)$.

2) Движение системы в инерциальной системе отсчета под действием приложенных сил происходит с ускорением a , определяемым вторым законом Ньютона: $(m_1 + m_2)a = (m_1 + m_2)g + F$,

$$\text{откуда } a = g + k \frac{l_0 - l}{m_1 + m_2}.$$

3) Движение груза m_2 с этим ускорением происходит под действием приложенных к нему сил — тяжести m_2g и реакции стержня T — и подчиняется второму закону Ньютона:

$$m_2a = m_2g + T.$$

Из этого уравнения определяется сила реакции стержня:

$$T = m_2(a - g) = \frac{m_2}{m_1 + m_2} k(b - l).$$

4) Подставляя значения масс, жесткости и удлинения пружины, получим:

$$T = \frac{0,2}{0,1 + 0,2} 30(0,2 - 0,1) = 2 \text{ (Н)}.$$

31.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Выбор системы координат: ось x направлена по прямой AB , ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии AB (см. рис.).

Проекция вектора ускорения свободного падения g :

$$g_x = 0, \quad g_y = -g \sin \alpha.$$

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g \sin \alpha$.

Выписывание уравнений движения вдоль осей x и y (в известных уравнениях для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена $g \rightarrow g \sin \alpha$):

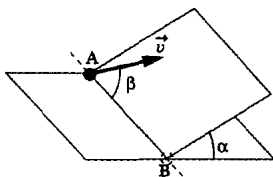
$$v_x(t) = v_0 \cos \beta; \quad x(t) = v_0 \cos \beta \cdot t;$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \beta - g \sin \alpha \cdot t; \quad y(t) = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2.$$

Ответ на вопрос задачи находится из этих уравнений при наложении дополнительных условий.

Условие $y = 0$ позволяет найти расстояние AB , исключая время t

из выписанных уравнений для x и y : $AB = \frac{2v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \sin \alpha} = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ м.}$



32.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Выбор системы координат: ось x направлена по прямой AB , ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии AB (см. рис.).

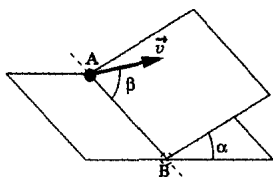
Проекция вектора ускорения свободного падения g :

$$g_x = 0, \quad g_y = -g \sin \alpha.$$

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g \sin \alpha$.

Выписывание уравнений движения вдоль осей x и y (в известных уравнениях для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена $g \rightarrow g \sin \alpha$):

$$v_x(t) = v_0 \cos \beta; \quad x(t) = v_0 \cos \beta \cdot t;$$



Образец возможного решения (рисунок обязателен)

$$v_y(t) = v_0 \sin \beta - g \sin \alpha \cdot t ; y(t) = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2 .$$

Ответ на вопрос задачи находится из этих уравнений при наложении дополнительных условий.

Условие $v_y = 0$ позволяет найти время подъема, а затем максимальное удаление l от прямой AB на наклонной плоскости:

$$l = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g \sin \alpha} = 0,3 \text{ м.}$$

33.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Пусть m — масса пули, M — масса бруска, u_0 — начальная скорость бруска после взаимодействия с пулей. Согласно закону сохранения импульса $mv_0 = m \cdot \frac{1}{3}v_0 + Mu_0$. Так как $M = 10m$, то

$$mv_0 = m \cdot \frac{1}{3}v_0 + 10mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{15}v_0 .$$

Конечная скорость бруска $u = 0,9u_0$.

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{Mu_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \mu MgS \Rightarrow \frac{u_0^2}{2} - \frac{0,81u_0^2}{2} = \mu gS \Rightarrow S = \frac{0,19}{2} \cdot \frac{u_0^2}{\mu g} \Rightarrow$$

$$S = \frac{0,19}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{15}\right)^2 \cdot \frac{1}{\mu g} .$$

Ответ: $S = 9,5$ м.

34.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Пусть m — масса пули, M — масса коробки, u_0 — начальная скорость коробки после взаимодействия с пулей. Согласно закону сохранения импульса $mv_0 = m \cdot \frac{1}{4}v_0 + Mu_0$. Так как $M = 12m$,

$$\text{то } mv_0 = m \cdot \frac{1}{4}v_0 + 12mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{16}v_0 .$$

Конечная скорость коробки равна $u = 0,8u_0$.

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{Mu_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \mu MgS \Rightarrow \frac{u_0^2}{2} - \frac{0,64u_0^2}{2} = \mu MgS \Rightarrow S = \frac{0,36}{2} \cdot \frac{u_0^2}{\mu g} \Rightarrow$$

$$S = \frac{0,36}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{16}\right)^2 \cdot \frac{1}{\mu g} .$$

Ответ: $S = 6$ м.

35.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Пусть m — масса куска пластилина, M — масса бруска, u_0 — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия. Согласно закону сохранения импульса: $Mv_{бр} - mv_{пл} = (M + m)u_0$.

Так как $M = 4m$ и $v_{бр} = \frac{1}{3}v_{пл}$, то $4m \cdot \frac{1}{3}v_{пл} - mv_{пл} = 5mu_0 \Rightarrow$

$$4mv_{пл} - 3mv_{пл} = 5mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{15}v_{пл}.$$

По условию конечная скорость бруска с пластилином $u = 0,7u_0$.

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{(M + m)u_0^2}{2} = \frac{(M + m)u^2}{2} + \mu(M + m)gS \Rightarrow$$

$$\frac{5m \left(\frac{1}{15}v_{пл} \right)^2}{2} = \frac{5m \left(0,7 \cdot \frac{1}{15}v_{пл} \right)^2}{2} + 5m\mu gS \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 - \frac{0,49}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 = \mu gS \Rightarrow$$

$$S = \frac{0,255}{255} \cdot \frac{v_{пл}^2}{\mu g} = 0,15 \text{ (м)}.$$

Ответ: $S = 0,15$ м.

36.

Образец возможного решения

Введем обозначения:

M — масса бруска;

μ — коэффициент трения между бруском и столом;

m — масса грузика пружинного маятника;

k — жесткость пружины маятника;

A — амплитуда колебаний пружинного маятника;

T — период колебаний пружинного маятника.

Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}$.

Период гармонических колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия.

1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.

2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.

Образец возможного решения

Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок:

$$F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \leq \mu Mg .$$

$$\text{Отсюда } A \leq \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu \frac{M}{m} - 1\right) g \frac{T^2}{4\pi^2} .$$

В нашем случае отсюда получаем $A \leq 3,75$ см.

Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда

$$A \leq x_0 = \frac{mg}{k} = g \frac{T^2}{4\pi^2} .$$

В нашем случае отсюда получаем $A \leq 6,3$ см.

Колебания грузика будут гармоническими при совместном выполнении этих условий: $A_{\text{max}} = \min \left\{ \left(\mu \frac{M}{m} - 1 \right) g \frac{T^2}{4\pi^2}; g \frac{T^2}{4\pi^2} \right\} = 3,75$ см.

37.

Образец возможного решения

Введем обозначения:

M — масса бруска;

μ — коэффициент трения между бруском и столом;

m — масса грузика пружинного маятника;

k — жесткость пружины маятника;

A — амплитуда колебаний пружинного маятника;

T — частота колебаний пружинного маятника.

Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}$.

Частота гармонических колебаний пружинного маятника:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} .$$

Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия.

1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.

2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.

Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок:

$$F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \leq \mu Mg .$$

Образец возможного решения

$$\text{Отсюда } A \leq \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu \frac{M}{m} - 1\right) \frac{g}{(2\pi\nu)^2}.$$

В нашем случае отсюда получаем $A \leq 8,9$ см.

Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда

$$A \leq x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{(2\pi\nu)^2}.$$

В нашем случае отсюда получаем $A \leq 6,3$ см.

Колебания грузика будут гармоническими при совместном выполнении этих условий:

$$A_{\max} = \min \left\{ \left(\mu \frac{M}{m} - 1 \right) \frac{g}{(2\pi\nu)^2}, \frac{g}{(2\pi\nu)^2} \right\} = 6,3 \text{ см.}$$

38.

Образец возможного решения

Введем обозначения:

M — масса бруска;

μ — коэффициент трения между бруском и столом;

m — масса грузика пружинного маятника;

k — жесткость пружины маятника;

A — амплитуда колебаний пружинного маятника;

T — период колебаний пружинного маятника.

Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}$.

Период гармонических колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия.

1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.

2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.

Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок:

$$F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \leq \mu Mg.$$

$$\text{Отсюда } A \leq \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu \frac{M}{m} - 1\right) g \frac{T^2}{4\pi^2}.$$

Образец возможного решения

Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда

$$A \leq x_0 = \frac{mg}{k} = g \frac{T^2}{4\pi^2}.$$

По условию задачи, $\mu \frac{M}{m} - 1 = 0,6 < 1$, поэтому максимальная амплитуда колебаний равна $A_{\max} = \left(\mu \frac{M}{m} - 1 \right) g \frac{T^2}{4\pi^2}$,

откуда $T = 2\pi \sqrt{\frac{A_{\max}}{\left(\mu \frac{M}{m} - 1 \right) g}} \approx 0,31 \text{ с.}$

МКТ и термодинамика

Молекулярная физика

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	1	25	3	49	4	72	1	95	4
2	3	26	3	50	1	73	1	96	1
3	1	27	3	51	3	74	3	97	1
4	1	28	3	52	3	75	3	98	3
5	3	29	4	53	1	76	4	99	4
6	1	30	2	54	3	77	4	100	2
7	3	31	3	55	4	78	2	101	3
8	1	32	3	56	1	79	2	102	4
9	3	33	1	57	1	80	1	103	3
10	2	34	4	58	1	81	2	104	1
11	4	35	3	59	4	82	1	105	1
12	1	36	3	60	1	83	2	106	3
13	1	37	4	61	1	84	2	107	1
14	2	38	3	62	18	85	1	108	2
15	3	39	4	63	107	86	2	109	3
16	1	40	1	64	1	87	3	110	2
17	1	41	3	65	2	88	1	111	2
18	2	42	3	66	3	89	4	112	20
19	2	43	2	67	3	90	3	113	84
20	1	44	1	68	2	91	2	114	330

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
21	1,8	45	2	69	3	92	4	115	300
22	1	46	1	70	1	93	1	116	4
23	1	47	1	71	3	94	3	117	30
24	2	48	4						

Термодинамика

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	2	12	4	23	3	34	2	44	4
2	1	13	3	24	1	35	2	45	22,5
3	1	14	2	25	3	36	2	46	22,5
4	4	15	3	26	1	37	3	47	4
5	2	16	3	27	1	38	3	48	1
6	1	17	3	28	57	39	3	49	2
7	4	18	3	29	2	40	4	50	4
8	1	19	1	30	2	41	4	51	3
9	2	20	3	31	2	42	2	52	4
10	1	21	4	32	1	43	4	53	2
11	1	22	1	33	3			54	4

Задания с развернутым ответом по молекулярной физике

1.

Образец возможного решения

Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = \rho Vg$, где M и m — масса оболочки шара и масса груза, $m_{\text{ш}}$ — масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ — масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g , имеем: $M + m = m_a - m_{\text{ш}}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона,

$$\rho V = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_a}{\mu} RT_a, \text{ где } \mu \text{ — средняя молярная масса воздуха, } T_{\text{ш}} \text{ и } T_a \text{ — его температуры внутри и вне шара. Отсюда:}$$

$$m_{\text{ш}} = m_a \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} = \rho V \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}, \text{ где } \rho \text{ — плотность окружающего воздуха;}$$

Образец возможного решения

$$m_a - m_{ш} = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{ш}} \right); \quad M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{ш}} \right). \text{ Следовательно,}$$

$$\left(1 - \frac{T_a}{T_{ш}} \right) = \frac{M + m}{\rho V} = \frac{400 + 200}{1,2 \cdot 2500} = 0,2; \quad \frac{T_a}{T_{ш}} = 1 - 0,2 = 0,8;$$

$$T_{ш} = \frac{T_a}{0,8} = \frac{280}{0,8} = 350 \text{ (К).}$$

Ответ: $T_{ш} = 77^\circ\text{C}$.

2.

Образец возможного решения

Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_{ш}g = \rho Vg$, где M и m — масса оболочки шара и масса груза, $m_{ш}$ — масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ — масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g , имеем: $M + m = m_a - m_{ш}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева — Клапейрона,

$\rho V = \frac{m_{ш}}{\mu} RT_{ш} = \frac{m_a}{\mu} RT_a$, где μ — средняя молярная масса воздуха, $T_{ш}$ и T_a — его температуры внутри и вне шара. Отсюда:

$m_{ш} = m_a \frac{T_a}{T_{ш}} = \rho V \frac{T_a}{T_{ш}}$, где ρ — плотность окружающего воздуха;

$$m_a - m_{ш} = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{ш}} \right); \quad M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{ш}} \right). \text{ Следовательно,}$$

$$m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{ш}} \right) - M = 1,2 \cdot 2500 \left(1 - \frac{280}{350} \right) - 400 = 200 \text{ (кг).}$$

Ответ: $m = 200$ кг.

3.

Образец возможного решения

Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_{ш}g = \rho Vg$, где M и m — масса оболочки шара и масса груза, $m_{ш}$ — масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ — масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g , имеем: $M + m = m_a - m_{ш}$.

Образец возможного решения

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона,

$pV = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_a}{\mu} RT_a$, где μ — средняя молярная масса воздуха, $T_{\text{ш}}$ и T_a — его температуры внутри и вне шара.

Отсюда: $m_{\text{ш}} = m_a \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} = \rho V \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}$,

где ρ — плотность окружающего воздуха;

$$m_a - m_{\text{ш}} = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} \right);$$

$$M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} \right).$$

Следовательно,

$$M = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} \right) - m = 1,2 \cdot 2500 \left(1 - \frac{280}{350} \right) - 200 = 400 \text{ (кг)}.$$

Ответ: $M = 400$ кг.

4.

Образец возможного решения

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\text{г}}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, $m_{\text{г}}$ — масса гелия, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{в}} - m_{\text{г}}$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона, $pV = \frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}} RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT$, где $\mu_{\text{г}}$ — молярная масса гелия, $\mu_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{\text{в}} = m_{\text{г}} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}}}$;

$$m_{\text{в}} - m_{\text{г}} = m_{\text{г}} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}}} - 1 \right) = m_{\text{г}} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_{\text{г}};$$

$$M + m = 6,25 m_{\text{г}}.$$

Следовательно, $m = 6,25 m_{\text{г}} - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225$ (кг).

Ответ: $m = 225$ кг.

5.

Образец возможного решения

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_{\text{в}} - m_{\Gamma}.$$

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}}RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}}RT$,

где μ_{Γ} — молярная масса гелия, $\mu_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{\text{в}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}}$;

$$m_{\text{в}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_{\Gamma};$$

$$M + m = 6,25 m_{\Gamma}$$

Следовательно, $m_{\Gamma} = \frac{M + m}{6,25} = \frac{625}{6,25} = 100$ (кг).

Ответ: $m_{\Gamma} = 100$ кг.

6.

Образец возможного решения

Закон сохранения импульса при неупругом соударении:

$mv_0 = (m + M)v_{\text{п}}$. Отсюда: $v_{\text{п}} = \frac{mv_0}{m + M}$, где m и M — соответственно масса пули и масса поршня, v_0 — скорость пули, $v_{\text{п}}$ — скорость поршня после попадания пули.

Для внутренней энергии одноатомного идеального газа:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT.$$

Механическая энергия поршня с пулей превратится во внутреннюю энергию гелия. Поэтому: $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{(m + M)v_{\text{п}}^2}{2}$.

Решив систему уравнений, получаем: $M = \frac{m^2 v_0^2}{3R\nu \Delta T} - m$.

Ответ: $M \approx 90$ г.

7.

Образец возможного решения

Закон сохранения импульса при неупругом соударении:

$mv_0 = (m + M)v_{\text{п}}$. Отсюда: $v_{\text{п}} = \frac{mv_0}{m + M}$, где m и M — соответ-

ственно масса пули и масса поршня, v_0 — скорость пули, $v_{\text{п}}$ — скорость поршня после попадания пули.

Для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT.$$

Поскольку газ сжимается адиабатно, механическая энергия поршня с пулей превратится во внутреннюю энергию гелия. Поэтому:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{(m + M)v_{\text{п}}^2}{2}.$$

Отсюда: $\Delta T = \frac{m^2 v_0^2}{3R\nu(m + M)} \approx 64 \text{ (К)}$.

Ответ: $\Delta T \approx 64 \text{ К}$.

8.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Первый закон термодинамики, формулы расчета изменения внутренней энергии и работы газа в изобарном процессе:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23},$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}, \quad A_{23} = \nu R \Delta T_{23}.$$

Следовательно, формула расчета количества теплоты:

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}, \text{ в которой учтено, что } T_3 = T_1.$$

Применив закон Шарля для состояний 1 и 2: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$, получим соотношение $T_2 = \frac{T_1}{3}$.

Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение: $\Delta T_{23} = \frac{2}{3} T_1$. $Q_{23} = \frac{5}{3} \nu R T_1 = 41,6 \text{ (кДж)}$.

Ответ: $Q_{23} = 41,6 \text{ кДж}$.

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Первый закон термодинамики $\Delta U = Q + A_{\text{вн.с.}}$.

Учитывая, что на участке 1-2: $A_{12} = 0$, получим $Q_{12} = -\Delta U_{12}$.

Формула расчета изменения внутренней энергии:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1).$$

Применив закон Гей-Люссака для состояний 2 и 3: $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$ и получим соотношение $T_2 = \frac{T_1}{3}$.

Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение: $Q_{12} = \nu RT_1 = 2,5$ кДж.

Ответ: $Q_{12} = 2,5$ кДж.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Первый закон термодинамики, формулы расчета изменения внутренней энергии и работы газа в изобарном процессе:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}.$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}, \quad A_{23} = \nu R \Delta T_{23}.$$

Следовательно, формула расчета количества теплоты:

$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$, в которой учтено, что $T_3 = T_1$. Применив закон Шарля для состояний 1 и 2: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$, получим соотношение $T_2 = \frac{T_1}{3}$.

Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение: $\Delta T_{23} = \frac{2}{3} T_1$. $Q_{23} = \frac{5}{3} \nu R T_1 = 41,6$ кДж.

Ответ: $Q_{23} = 41,6$ кДж.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$,

где $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1)$; $A_{12} = \nu R(T_2 - T_1)$.

Следовательно, $Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R(T_2 - T_1)$.

Согласно закону Шарля, $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$; следовательно, $T_2 = 3T_1$, и

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

$$Q_{12} = 5\nu RT_1.$$

Ответ: $Q_{12} = 12,5$ кДж.

12.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$.

Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следовательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1}{3} - T_1\right) = -\nu RT_1$,

$$Q_{23} = \nu RT_1 = 2,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q_{23} = 2,5$ кДж.

13.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записаны формулы расчета работы: $A_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$,

$$A_{123} = A_{12} + A_{23}.$$

2) Применен первый закон термодинамики для адиабатного процесса, использована формула расчета изменения внутренней энергии, учтено равенство температур $T_1 = T_3$ и получена формула расчета A_{12} :

$$A_{12} = -\Delta U_{12}, \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1). A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2).$$

3) Проведены преобразования, получена формула расчета работы газа при изобарном расширении и рассчитано числовое значение:

$$(T_3 - T_2) = \frac{2}{5} \frac{A_{123}}{\nu R}, A_{23} = \frac{2}{5} A_{123}, A_{23} = 2 \text{ кДж.}$$

14.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записаны формулы расчета работы:

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

$$A_{123} = A_{12} + A_{23},$$

$$A_{23} = \nu R(T_3 - T_2).$$

2) Применен первый закон термодинамики для адиабатного процесса и использована формула расчета изменения внутренней энергии: $\Delta U_{12} = -A_{12}$, $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$. Учтено, что $T_3 = T_1$.

3) Получена формула расчета работы газа для адиабатного процесса и выражена разность температур $A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$.

$$T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}.$$

4) Получена формула расчета работы при изобарном процессе, работы газа за весь процесс 1–2–3 и рассчитано числовое значение:

$$A_{23} = \frac{2}{3} A_{12} \quad A_{123} = \frac{5}{3} A_{12}.$$

$$A_{123} = 5 \text{ кДж.}$$

15.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV . Значит, согласно условиям задачи, внутренняя энергия воздуха (как и произведение pV) увеличилась в 2 раза.

Ответ: $E_{\text{вн}}$ увеличилась в 2 раза.

16.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV . Значит, согласно условиям задачи, внутренняя энергия воздуха (как и произведение pV) увеличилась в 2 раза.

Ответ: $E_{\text{вн}}$ увеличилась в 2 раза.

17.

**Образец возможного решения
(рисунок не обязателен)**

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV . Значит, согласно условиям задачи внутренняя энергия газа (как и произведение pV) уменьшилась в 6 раз.

Ответ: $E_{\text{вн}}$ уменьшилась в 6 раз.

18.

**Содержание верного решения задачи
(допускаются иные формулировки ответа,
не искажающие его смысл)**

Элементы ответа:

1) Записано уравнение: $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M}R$.

2) Получены выражения для $\frac{P}{T} = \frac{\rho R}{M}$; $\rho = \frac{PM}{RT}$.

3) Записаны показания приборов:

$$P_A = 746 \text{ мм рт. ст. или } P_A = 99,4 \cdot 10^3 \text{ Па;}$$

$$P_M = 40 \text{ мм рт. ст.};$$

$$t^\circ = 45^\circ\text{C}.$$

4) Определено давление газа:

$$P = P_A + P_M = 746 + 40 = 786 \text{ мм рт. ст.}$$

5) Выполнен расчет:

$$\rho = \frac{786 \cdot 13,6 \cdot 10 \cdot 0,029}{8,3 \cdot 318} = 1,17 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

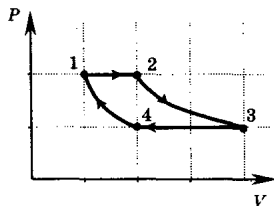
Примечание: решение считать правильным при снятии показаний барометра в интервале (745 ÷ 746) мм рт. столба и манометра в интервале (40 ÷ 42) мм рт. столба. В связи с этим изменяется числовое значение ответа.

19.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV -диаграмме.
- 2) Данный цикл представлен на PV -диаграмме.
- 3) Сделан вывод о том, что наибольшей по модулю является работа A_{23} .

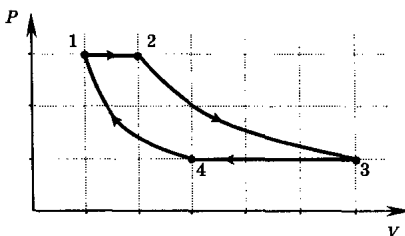


20.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV -диаграмме.
- 2) Данный цикл представлен на PV -диаграмме.
- 3) Сделан вывод о том, что максимальной по модулю является работа A_{23} .



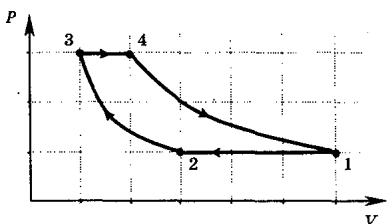
21.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV -диаграмме.
- 2) Данный цикл представлен на PV -диаграмме.
- 3) Сделан вывод о том, что отношение модулей работ равно, т.е.

$$\frac{\Delta A_{34}}{\Delta A_{12}} = 1.$$

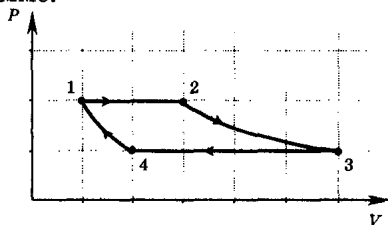


22.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV -диаграмме.
- 2) Данный цикл представлен на PV -диаграмме.
- 3) Сделан вывод о том, что минимальной по модулю является работа A_{41} .

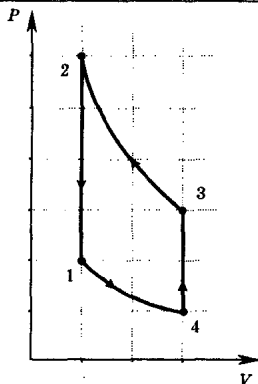


23.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV -диаграмме.
- 2) Данный цикл представлен на PV -диаграмме.
- 3) Сделан вывод о том, что максимальной по модулю является работа A_{23} .



24.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) После установления равновесия в системе температура обеих частей сосуда станет одинаковой и равной T , а гелий равномерно распределится по всему сосуду.
- 2) Температура в сосуде определяется из закона сохранения энергии:
$$\epsilon = \frac{3}{2} R (v_{He} T_{He} + v_{Ar} T_{Ar}) = (v_{He} + v_{Ar}) \frac{3}{2} RT.$$
- 3) Отсюда
$$T = \frac{v_{He} T_{He} + v_{Ar} T_{Ar}}{v_{He} + v_{Ar}} = \frac{2T_{He} + T_{Ar}}{3}.$$
- 4) Получен ответ: $T = 400 \text{ К}.$

25.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) На временном интервале от 1 до 3 мин температура вещества остается постоянной, хотя к телу подводится теплота, что свидетельствует о плавлении вещества в течение этого времени. За это время ($\tau_1 = 2$ мин) вещество в калориметре получит от нагревателя количество теплоты $Q_1 = P\tau_1$ (P — мощность нагревателя), равное теплоте плавления $Q_1 = m\lambda$

2) В течение минуты после окончания плавления ($\tau_2 = 1$ мин) температура возрастает на $\Delta T = 40^\circ$, поскольку вещество получает $Q_2 = P\tau_2$ теплоты от нагревателя, а изменение температуры пропорционально количеству полученной теплоты $Q_2 = mc \cdot \Delta T$.

3) Уравнения теплового баланса на участке плавления и на участке нагревания образуют систему:
$$\begin{cases} P\tau_1 = m\lambda \\ P\tau_2 = mc \cdot \Delta T \end{cases}$$
, решение которой определяет удельную теплоемкость жидкости:

$$c = \frac{\lambda \tau_2}{\Delta T \tau_1}.$$

4) Получено верное числовое решение $c = 1,25$ кДж/кг К.

26.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) После установления теплового равновесия температура газов станет одинаковой и равной T .

2) Из уравнения Менделеева—Клапейрона: $P_{He}V = \nu_1 RT$, $P_{Ar}V = \nu_2 RT$. Здесь $2V$ — объем сосуда.

3) Из уравнений следует ответ: $\frac{P_{He}}{P_{Ar}} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

4) Так как $\nu_1 = \nu_2$, то $\frac{P_{He}}{P_{Ar}} = 1$.

27.

Содержание верного решения задачи

После удаления перегородки температура газов станет одинаковой и равной T . Парциальное давление гелия определяется из

уравнения Менделеева—Клапейрона $P_{He}V = \frac{m}{M_{He}}RT$,

где m — масса гелия.

Содержание верного решения задачи

Температура системы после удаления перегородки определяется из закона сохранения энергии:

$$2 \frac{m u_0^2}{2} = \frac{3}{2} RT \left(\frac{m}{M_{He}} + \frac{m}{M_{Ar}} \right), \text{ где } u_0 = 500 \text{ м/с.}$$

Отсюда $RT = \frac{2}{3} \cdot \frac{M_{Ar} M_{He}}{M_{Ar} + M_{He}} u_0^2$,

а следовательно,

$$P_{He} = \frac{mRT}{VM_{He}} = \frac{2mM_{Ar}u_0^2}{3V(M_{He} + M_{Ar})} = 7,6 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

28.

Образец возможного решения

После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду.

В результате в половине сосуда с аргоном окажется $\nu_1 = \frac{m}{2M_{He}}$ молей гелия, и $\nu_2 = \frac{m}{M_{Ar}}$ молей аргона.

Здесь m — масса гелия или аргона.

Внутренняя энергия смеси пропорциональна температуре и количеству вещества и не зависит от их химического состава:

$$\epsilon = (\nu_1 + \nu_2) \frac{3}{2} RT = \frac{3}{2} mRT \left(\frac{1}{2M_{He}} + \frac{1}{M_{Ar}} \right).$$

Ответ: $\epsilon = \frac{3}{2} \cdot 8,3 \cdot 300 \cdot (1 \cdot 0,008 + 1/0,04) = 560 \text{ кДж.}$

29.

Образец возможного решения

После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду.

В результате количество газа, оставшегося в той части сосуда, где первоначально находился гелий, окажется $\nu_1 = \frac{m}{2M_{He}}$ молей гелия, где m — масса гелия.

Внутренняя энергия газа пропорциональна температуре и количеству молей вещества: $\epsilon = \nu_1 \frac{3}{2} RT = \frac{3}{4M_{He}} mRT$.

Ответ: $\epsilon = \frac{3}{4 \cdot 0,004} \cdot 8,3 \cdot 300 = 467 \text{ кДж.}$

30.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$.

Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$.

При переходе 2 → 3: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$.

Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$.

Изменение внутренней энергии газа при переходе 1 → 2:

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu RT_0$.

Поэтому: $Q_{123} = 3\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 0,5$.

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0,5$.

31.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики

$$Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123},$$

где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$.

При переходе 2 → 3: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$.

Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$.

Изменение внутренней энергии газа при переходе 1 → 2:

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu RT_0$.

Поэтому: $Q_{123} = 3\nu RT_0 + Q_{23}$; $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 0,5$.

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0,5$.

32.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следо-

вательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{T_1}{3} - T_1 \right) = -\nu R T_1$,

$$|Q_{23}| = \nu R T_1 \approx 2,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $|Q_{23}| \approx 2,5 \text{ кДж.}$

33.
Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$.

Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следо-

вательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{T_1}{3} - T_1 \right) = -\nu R T_1$,

$$|Q_{23}| = \nu R T_1 \approx 2,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $|Q_{23}| \approx 2,5 \text{ кДж.}$

34.
Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$.

Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следо-

вательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{T_1}{3} - T_1 \right) = -\nu R T_1$,

$$|Q_{23}| = \nu R T_1 \approx 2,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $|Q_{23}| \approx 2,5 \text{ кДж.}$

Электродинамика

Электростатика

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	2	14	4	27	45	40	4	53	1
2	2	15	1	28	1	41	1	54	1

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
3	4	16	3	29	2	42	3	55	3
4	3	17	2	30	3	43	2	56	2
5	1	18	4	31	1	44	2	57	4
6	1	19	4	32	1	45	4	58	3
7	3	20	2	33	1	46	5000	59	4
8	2	21	1	34	2	47	1	60	4
9	3	22	4	35	4	48	80	61	1
10	2	23	1	36	1	49	4	62	2
11	3	24	0,3	37	4	50	3	63	2
12	3	25	1	38	1	51	3	64	3
13	1	26	10	39	-1	52	2	65	3

Постоянный ток

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	3	14	1	26	4	38	2	50	4
2	1	15	3	27	4	39	2	51	1
3	4	16	4	28	2	40	2	52	4
4	1	17	3	29	2	41	16	53	4
5	4	18	3	30	3	42	3600	54	3
6	1	19	3	31	3	43	3	55	1
7	3	20	2	32	2	44	3	56	4
8	3	21	3	33	2	45	4	57	2
9	4	22	1	34	2	46	3	58	1
10	1	23	2	35	4	47	3	59	4
11	2	24	3	36	3	48	4	60	1
12	2	25	2	37	2	49	3	61	2
13	3								

Магнитное поле

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	4	8	4	15	1	22	1	29	4
2	3	9	1	16	500	23	4	30	3
3	4	10	3	17	4	24	2	31	3
4	3	11	3	18	1	25	4	32	1
5	1	12	1	19	4	26	2	33	2
6	1	13	4	20	0	27	1	34	2
7	4	14	4	21	5	28	4		

Электромагнитная индукция

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	1	7	3	13	3	19	3	25	2
2	4	8	2	14	3	20	2	26	2
3	3	9	3	15	3	21	21	27	1
4	1	10	3	16	3	22	4	28	2
5	1	11	4	17	1	23	1	29	2
6	1	12	4	18	1	24	2	30	1

Электромагнитные колебания и волны

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	2	12	4	22	3	32	3	42	2
2	3	13	3	23	2	33	4	43	9
3	2	14	3	24	1	34	3	44	2
4	4	15	3	25	2	35	2	45	6
5	4	16	2	26	2	36	3	46	4
6	4	17	2	27	1	37	2	47	3
7	2	18	2	28	1	38	1	48	4
8	1	19	1	29	3	39	1	49	3
9	3	20	1	30	1	40	3	50	1
10	4	21	3	31	1	41	2	51	1
11	2								

Оптика

Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ	Зада- ние	Ответ
1	3	15	3	29	4	43	4	56	100
2	3	16	3	30	3	44	4	57	2
3	2	17	1	31	4	45	2	58	1
4	1	18	3	32	1	46	3	59	500
5	2	19	4	33	2	47	1	60	4
6	1	20	3	34	3	48	2	61	5
7	4	21	6	35	2	49	16	62	600
8	4	22	12	36	1	50	450	63	3
9	3	23	4	37	3	51	3	64	3
10	1	24	1	38	3	52	2	65	4
11	4	25	4	39	1	53	2	66	1
12	4	26	4	40	3	54	2	67	4
13	3	27	2	41	1	55	3	68	3
14	4	28	4	42	2				

Задания с развернутым ответом по электродинамике

1.

Образец возможного решения

Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = \frac{U^2}{R} t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

 $(S$ — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопротивление проводника: } R = \frac{\rho_{\text{эл}} l}{S}. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)—(4), получаем: } \Delta T = \frac{v^2 t}{c\rho l^2 \rho_{\text{эл}}} \approx 16 \text{ К.}$$

Ответ: $\Delta T \approx 16 \text{ К}$

2.

Образец возможного решения

Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = \frac{U^2}{R} t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

 $(S$ — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопротивление проводника: } R = \frac{\rho_{\text{эл}} l}{S}. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)—(4), получаем: } l = \sqrt{\frac{v^2 t}{c\rho\rho_{\text{эл}}\Delta T}} \approx 5,1 \text{ м.}$$

Ответ: $l \approx 5,1 \text{ м.}$

3.

Образец возможного решения

Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = \frac{U^2}{R} t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

 $(S$ — площадь поперечного сечения проводника).

Сопротивление проводника:

$$R = \frac{\rho_{\text{эл}} l}{S}. \quad (4)$$

Образец возможного решения

Из (1)—(4), получаем:

$$t = \frac{\Delta T c p l^2 \rho_{эл}}{U^2} \approx 57с.$$

Ответ: $t \approx 57с.$

4.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Изменение магнитного потока за малое время Δt равно

$\Delta\Phi = B\Delta S$, где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\varepsilon| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника. В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что

$$|\varepsilon| = Bl\sqrt{2ax} = 2В.$$

Ответ: $\varepsilon = 2В.$

5.

Образец возможного решения

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Изменение магнитного потока за малое время Δt равно

$\Delta\Phi = B\Delta S$, где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\varepsilon| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\varepsilon| = Bl\sqrt{2ax}$, отсюда $B = \frac{|\varepsilon|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5$ Тл.

Ответ: $B = 0,5$ Тл.

6.

Образец возможного решения

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Изменение магнитного потока за малое время Δt равно

$\Delta\Phi = B\Delta S$, где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\varepsilon| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника. В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\varepsilon| = Bl\sqrt{2ax}$, отсюда $l = \frac{|\varepsilon|}{B\sqrt{2ax}} = 1$ м.

Ответ: $l = 1$ м.

7.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Формула для расчета требуемого отношения: $\alpha = \frac{A_{\text{упр}}}{A}$,

где $A_{\text{упр}} = F_{\text{упр}} S$, $A = UIt$, а S — путь каретки под действием $F_{\text{упр}}$.

Показания приборов и необходимые для расчета данные:

$F_{\text{тр}} = 0,4$ Н; $t = 3,98$ с; $U = 4,6$ В; $I = 0,22$ А; $s = 26$ см.

Расчет отношения α : $\alpha = \frac{0,4 \text{ Н} \cdot 0,26 \text{ М}}{4,6 \text{ В} \cdot 0,22 \text{ А} \cdot 3,98 \text{ с}} \approx 0,026 \approx 3\%$.

Ответ: $\alpha \approx 3\%$.

Примечание: возможны неточности в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

8.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Формула для расчета отношения: $\alpha = \frac{A_{\text{упр}}}{A}$, где $|A_{\text{тр}}| = F_{\text{тр}} S$, а $A = UIt$.

Необходимые для расчетов данные:

$t = 3,98$ с; $U = 4,6$ В; $I = 0,22$ А; $S = 26$ см.

Выражение для силы трения: $F_{\text{тр}} = \frac{\alpha UIt}{S} =$

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

$$= \frac{0,05 \cdot 4,6 \cdot 0,22 \cdot 3,98}{0,26} \approx 0,8(H).$$

Ответ: $F_{тр} \approx 0,8H$.

Примечание: возможны несовпадения в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Закон сохранения энергии: $UIt = I^2 R t + A_1 + Q_{ред}$, где A_1 — работа по перемещению каретки $A_1 = FS$, $Q_{ред}$ — искомое количество теплоты.

Показания приборов и необходимые для расчетов данные:

$$U = 4,6 \text{ В}; I = 0,22 \text{ А}; F = 0,4 \text{ Н}; S = 0,26 \text{ м}; t = 3,98 \text{ с}.$$

$$Q_{ред} = 0,22 \text{ А} \cdot 4,6 \text{ В} \cdot 3,98 \text{ с} - (0,22 \text{ А})^2 \cdot 3 \text{ Ом} \cdot 3,98 \text{ с} - 0,4 \text{ Н} \cdot 0,26 \text{ м},$$

$$Q_{ред} = 3,3 \text{ Дж}.$$

Ответ: $Q_{ред} \approx 3,3 \text{ Дж}$.

Примечание: возможно несовпадение в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Выражение для расчета: $\alpha = \frac{F_{упр} \cdot s}{UIt}$. Следовательно, $t = \frac{F_{магн} S}{\alpha IU}$.

При равномерном движении сила трения равна силе тяги, т.е. силе упругости нити: $F_{тр} = F_{упр}$.

Показания приборов и необходимые для расчетов данные:

$$F_{тр} = 0,4 \text{ Н};$$

$$U = 4,6 \text{ В}; I = 0,22 \text{ А}; s = 26 \text{ см}, \alpha = 0,03.$$

Численное значение показаний секундомера:

$$t = \frac{0,4 \cdot 0,26}{4,6 \cdot 0,22 \cdot 0,03} = 3,4 \text{ (с)}.$$

Ответ: $t = 3,4 \text{ с}$.

Примечание: возможно несовпадение результатов в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Измеренные значения напряжения и силы тока

$$U_1 = 3,2 \text{ В} \quad I_1 = 0,5 \text{ А}$$

$$U_2 = 2,6 \text{ В} \quad I_2 = 1 \text{ А.}$$

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ или $\varepsilon = U + Ir$.Уравнения: $\varepsilon = U_1 + I_1 r$; $\varepsilon = U_2 + I_2 r$.Равенство: $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$.

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{3,2 \text{ В} - 2,6 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 1,2 \text{ Ом}$$

$$\varepsilon = 3,2 \text{ В} + (0,5 \text{ А} \cdot 1,2 \text{ Ом}) = 3,8 \text{ В}$$

$$[\text{или } \varepsilon = 2,6 \text{ В} + (1,0 \text{ А} \cdot 1,2 \text{ Ом}) = 3,8 \text{ В.}]$$

Ответ: $\varepsilon = 3,8 \text{ В}$, $r = 1,2 \text{ Ом}$.

Примечание: решение считать правильным при снятии показаний вольтметра U_2 в интервале (2,6 ÷ 2,8) В и амперметра I_2 в интервале (1,00 ÷ 1,05) А. В связи с этим изменяется числовое значение ответа.

12.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Значения напряжения и силы тока согласно показаниям приборов

$$U_1 = 3,2 \text{ В} \quad I_1 = 0,5 \text{ А.}$$

$$U_2 = 2,6 \text{ В} \quad I_2 = 1 \text{ А.}$$

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ или $\varepsilon = U + Ir$.Уравнения: $\varepsilon = U_1 + I_1 r$; $\varepsilon = U_2 + I_2 r \Rightarrow$ равенство: $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$.

Выражения для внутреннего сопротивления и ЭДС:

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{3,2 \text{ В} - 2,6 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 1,2 \text{ Ом}$$

$$\varepsilon = 3,2 \text{ В} + (0,5 \text{ А} \cdot 1,2 \text{ Ом}) = 3,8 \text{ В}$$

$$[\text{или } \varepsilon = 2,6 \text{ В} + (1,0 \text{ А} \cdot 1,2 \text{ Ом}) = 3,8 \text{ В.}]$$

Выражение для КПД источника тока в первом опыте:

$$\eta = \frac{U_1 I_1}{\varepsilon I_1} = \frac{U_1}{\varepsilon}, \text{ и его значение } \eta = \frac{3,2}{3,8} \cdot 100\% = 84\%.$$

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Ответ: $\eta = 84\%$.

Примечание: отклонения в записанных показаниях приборов в пределах цены деления этих приборов не считаются ошибкой; соответственно могут различаться и числовые значения ответа.

13.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно показаниям приборов,

$$U_1 = 3,2 \text{ В} \quad I_1 = 0,5 \text{ А.}$$

$$U_2 = 2,6 \text{ В} \quad I_2 = 1 \text{ А.}$$

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$.

Отсюда: $\varepsilon = U + Ir$, $\varepsilon = U_1 + I_1 r$; $\varepsilon = U_2 + I_2 r$; $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$.

Следовательно, $r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{3,2\text{В} - 2,6\text{В}}{0,5\text{А}} = 1,2 \text{ Ом.}$

Количество теплоты, выделившейся в источнике тока во втором опыте, $Q_2 = I_2^2 r t$, $Q_2 = 72 \text{ Дж.}$

Ответ: $Q_2 = 72 \text{ Дж.}$

Примечание: отклонения в записанных показаниях приборов в пределах цены деления этих приборов не считаются ошибкой, соответственно могут различаться и числовые значения ответа.

14.

Образец возможного решения

В момент, когда сила тока в катушке равна нулю, заряд находится из закона сохранения энергии: $\frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{Q_0^2}{2C}$ (1).

При быстром изменении емкости заряд не успевает измениться, поэтому изменение энергии конденсатора:

$$\Delta W = \frac{Q^2}{2\varepsilon C} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q_0^2(1-\varepsilon)}{2\varepsilon C} = \frac{1}{C} \cdot \frac{Q_0^2}{\varepsilon} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \quad (2).$$

Используя (1), находим $\Delta W = \frac{1}{2} LI_0^2 \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} = -\frac{1}{6} LI_0^2$.

Ответ: $\Delta W = -\frac{1}{6} LI_0^2$.

15.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

При максимальном заряде на конденсаторе сила тока в цепи равна нулю. Изменение заряда конденсатора $\Delta Q = Q_{\max} - CU_0$ (1).

Изменение энергии конденсатора $\Delta W = \frac{Q_{\max}^2}{2C} - \frac{CU_0^2}{2}$ (2).

Работа, совершенная батареей, $A = \Delta Q \cdot \varepsilon = \varepsilon \cdot (Q_{\max} - CU_0)$ (3).

По закону сохранения энергии (омическим сопротивлением пренебрегаем, а энергия катушки равна нулю) совершенная работа равна изменению энергии конденсатора. Приравнивая (2) и (3)

и учитывая, что $U_0 = \frac{1}{2}\varepsilon$, получаем квадратное уравнение для Q_{\max} :

$$Q_{\max}^2 - 2C\varepsilon Q_{\max} + \frac{3}{4}C^2\varepsilon^2 = 0.$$

У квадратного уравнения есть два решения $Q'_{\max} = \frac{3}{2}C\varepsilon$ и

$Q''_{\max} = \frac{1}{2}C\varepsilon$. Второе решение соответствует начальному со-

стоянию. Поэтому решением задачи является первое значение

$$Q_{\max} = \frac{3}{2}C\varepsilon = 30 \text{ мкКл.}$$

Ответ: $Q_{\max} = 30 \text{ мкКл.}$

16.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно

записать следующие формулы: $F = \frac{fd}{f+d}$; $\Gamma = \frac{f}{d}$, где d — рас-

стояние от предмета до линзы, f — расстояние от линзы до изо-

бражения, Γ — увеличение. Следовательно, $F = \frac{f}{1+\Gamma}$ (1). После

того как экран передвинули, для нового положения предмета и

изображения можно записать: $F = \frac{f_1 d_1}{f_1 + d_1}$; $\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1}$; где $f_1 = f - \Delta f$.

Следовательно, $f = \frac{\Delta f(1+\Gamma)}{\Gamma + \Gamma_1} = 90 \text{ см}$, $\Delta d = \frac{f - \Delta f}{\Gamma_1} - \frac{f}{\Gamma} = 2 \text{ см}$.

Ответ: $\Delta d = 2 \text{ см}$.

17.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующие формулы: $F = \frac{fd}{f+d}$; $\Gamma = \frac{f}{d}$, где d — расстояние от предмета до линзы, f — расстояние от линзы до изображения, Γ — увеличение. Следовательно, $d = \frac{F(1+\Gamma)}{\Gamma} = 18$ (1).

После того как предмет передвинули, для нового положения предмета и изображения можно записать: $F = \frac{f_1 d_1}{f_1 + d_1}$; $\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1}$; следовательно, $d_1 = \frac{F(1+\Gamma_1)}{\Gamma_1} = 20$ см (2).

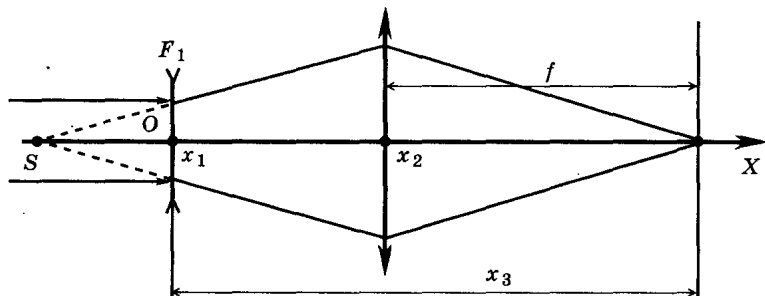
Отсюда $\Delta d = d_1 - d = 20 - 18 = 2$ см.

Ответ: $\Delta d = 2$ см.

18.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Ход лучей через систему линз изображен на рисунке:



Из рисунка ясно, что расстояние $OS = -F_1 = 20$ см. Расстояние от источника до собирающей линзы $d = -F_1 + (x_2 - x_1)$. Расстояние от второй линзы до изображения f равно $x_3 - x_2$.

Формула тонкой собирающей линзы $\frac{1}{-F_1 + (x_2 - x_1)} + \frac{1}{x_3 - x_2} = \frac{1}{F_2}$

\Rightarrow фокусное расстояние собирающей линзы

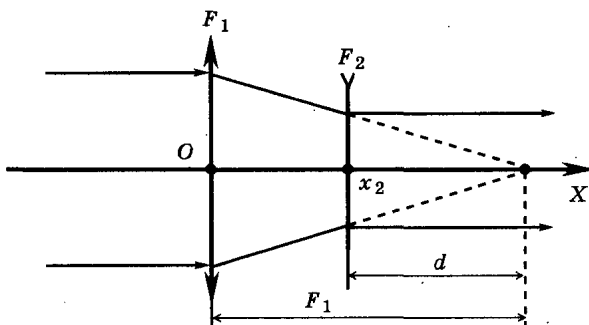
$$F_2 = \frac{(x_3 - x_2)((x_2 - x_1) - F_1)}{x_3 - x_1 - F_1} = 20 \text{ см.}$$

Ответ: $F_2 = 20$ см.

19.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

На рисунке изображен ход лучей через систему линз.



Формула тонкой рассеивающей линзы с учетом правила знаков

$$-\frac{1}{d} + \frac{1}{\infty} = -\frac{1}{|F_2|} \Rightarrow |F_2| = d.$$

Искомое фокусное расстояние F_2 :

$$F_1 = (x_2 - x_1) + d = (x_2 - x_1) + |F_2|,$$

$$|F_2| = F_1 - (x_2 - x_1) \text{ и } |F_2| = 15 \text{ см, } F_2 = -15 \text{ см.}$$

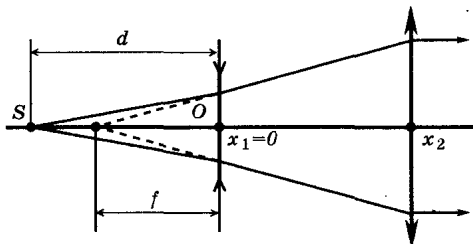
Ответ: $F_2 = -15$ см.

20.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

На рисунке изображен ход лучей через систему линз.

Расстояние f от линзы до изображения источника света $(x_2 - x_1) + f = F_2$,
 $f = 10$ см.



Формула тонкой рассеивающей линзы с учетом правила знаков

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F_1}; \frac{1}{d} = \frac{F_1 - f}{f \cdot F_1}; d = \frac{f \cdot F_1}{F_1 - f}; d = 20 \text{ см.}$$

Искомое значение $x = -d$, $x = -20$ см.

Ответ: $x = -20$ см.

21.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользющим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления

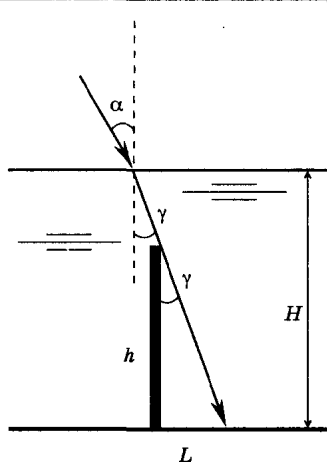
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n, \quad \sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n},$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно,

$$L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8$$

Ответ: $L \approx 0,8$ м.



22.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Согласно рисунку высота сваи h связана с длиной тени L и углом между сваей и скользющим по ее вершине лучом света соотношением:

$$\sin \gamma = \frac{L}{\sqrt{h^2 + L^2}}. \text{ Угол } \gamma \text{ является и}$$

углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления

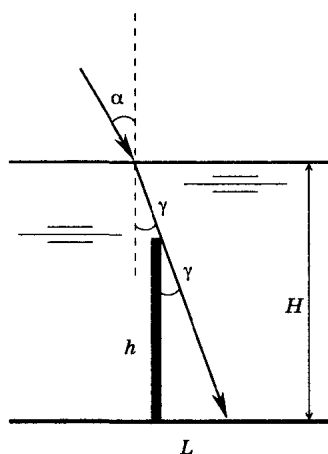
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n,$$

$\sin \alpha = n \cdot \sin \gamma$. Следовательно,

$$\sin \alpha = n \frac{L}{\sqrt{h^2 + L^2}} = \frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{4}}{\sqrt{4 + \frac{9}{16}}} = \frac{4}{\sqrt{73}};$$

$$\alpha = \arcsin \frac{4}{\sqrt{73}} \approx 28^\circ.$$

Ответ: $\alpha \approx 28^\circ$.



23.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записана формула для модуля напряженности поля точечного

заряда: $E = k \frac{q}{r^2}$.

2) Получено выражение для E_2 в общем виде: $E_2 = E_1 \frac{r_{0A}^2}{r_{0C}^2}$.

3) Рассчитаны квадраты расстояний r_{0A}^2 и r_{0C}^2 :

$$r_{0A}^2 = 1^2 + 2^2 = 5$$

$$r_{0C}^2 = 3^2 + 2^2 = 13.$$

4) Вычислите модуль напряженности поля E_2 в точке C:

$E_2 = 25$ В/м.

24.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записано условие равенства нулю напряженности поля в точке C: $\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$.

2) Записаны формулы напряженности электрических полей, создаваемых зарядами q_1 , q_2 и q_3 в точке C с учетом знака:

$$E_1 = \frac{kq_1}{(2L)^2}; E_2 = \frac{kq_2}{(L)^2}; E_3 = -\frac{kq_3}{(L)^2}.$$

3) Записана формула напряженности в точке C:

$$E_C = \frac{kq_1}{(2L)^2} + \frac{kq_2}{(L)^2} - \frac{kq_3}{(L)^2} = 0; \text{отсюда } \frac{q_1}{4} + q_2 - q_3 = 0.$$

4) Получен числовой ответ: $q_2 = -3 \cdot 10^{-12}$ Кл.

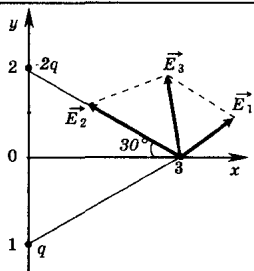
25.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Выполнен чертеж, указаны векторы напряженности \vec{E}_1 и \vec{E}_2 в точке 3 и результирующий вектор напряженности \vec{E}_3 .

2) Указано, что в соответствии с принципом суперпозиции



$$\vec{E}_3 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \text{ и } \begin{cases} E_{3x} = E_{1x} + E_{2x} \\ E_{3y} = E_{1y} + E_{2y} \end{cases}$$

3) Указано, что $E_1 = E$ и $E_2 = 2E$. Определено, что $E_{3x} = -E \cos 30^\circ$ и $E_{3y} = 3E \sin 30^\circ$.

4) Записано выражение для модуля вектора

$$E_3 = \sqrt{(E_{3x})^2 + (E_{3y})^2} = \sqrt{3}E; \text{ получен числовой ответ}$$

$$E_3 \approx 17 \text{ мВ/м.}$$

26.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записан II закон Ньютона для движения электрона по окружности в однородном магнитном поле $Bev = \frac{mv^2}{R}$ или $v = \frac{BeR}{m}$.

2) Записана формула для периода движения электрона по окружности $T = \frac{2\pi m}{Be}$ и, следовательно, $t = \frac{T}{360}$.

3) Записана формула для вычисления пути, пройденного электроном к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° : $S = vt$, где $t = \frac{T}{360}$.

4) Получены ответ в общем виде: $S = \frac{\pi mv}{Be180}$ и числовой ответ $S = 0,01 \text{ мм.}$

27.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записан II закон Ньютона для движения тела по окружности в однородном магнитном поле: $Bqv = \frac{mv^2}{R}$ или $v = \frac{BqR}{m}$.

2) Записана формула для периода движения по окружности: $T = \frac{2\pi R}{v}$ и, следовательно, $T = \frac{2\pi m}{Bq}$.

3) Записана формула для вычисления пути, пройденного шариком массой m к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° : $S = vt$, где $t = \frac{T}{360}$.

4) Получены ответ в общем виде: $S = \frac{\pi mv}{Bq \cdot 180}$ и числовой ответ $S = 1,75 \text{ м.}$

28.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записана формула для периода малых колебаний математического маятника в отсутствие электрического поля: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

2) Записано выражение для ускорения заряда, вызванного действием электрического поля: $a = \frac{Eq}{m}$.

3) Получен ответ в общем виде: $l = \frac{T^2 \left(g - \frac{qE}{m} \right)}{4\pi^2}$.

4) Получен правильный числовой ответ: $l = 0,127$ м.

29.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано выражение для периода колебаний маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a}} \quad \text{или} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a_1 + g}}$$

2) Записана формула для ускорения заряда, вызванного электрическим полем: $a_1 = \frac{Eq}{m}$.

3) Выполнены математические преобразования и получен ответ в общем виде: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{Eq}{m}}}$.

4) Получен правильный числовой ответ: $T = 0,5$ с.

30.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано выражение для ускорения заряда под действием электрического поля: $a = \frac{Eq}{m}$.

2) Записана связь между временем, пройденным путем и ускорением при движении под действием электрического поля (движение в горизонтальном направлении): $\frac{at^2}{2} = \frac{d}{2}$ или $t^2 = \frac{d}{a}$.

3) Записана связь между временем, пройденным путем и ускорением при движении под действием силы тяжести (движение в вертикальном направлении): $\Delta h = \frac{gt^2}{2}$.

Содержание верного решения задачи

4) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $\Delta h = \frac{mgd}{2qE}$ и правильный числовой ответ: $\Delta h = 0,05$ м.

31.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Записано выражение для ускорения заряда при движении под действием электрического поля: $a = \frac{Eq}{m}$.
- 2) Записана формула пути при равноускоренном движении: $\frac{d}{2} = \frac{at^2}{2}$.
- 3) Получен ответ в общем виде: $t = \sqrt{\frac{dm}{Eq}}$.
- 4) Получен правильный числовой ответ: $t = 0,1$ с.

32.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Записаны выражения для потенциальной энергии тела в поле тяжести $E_{\text{п}} = mgh$;
в электрическом поле: $E_{\text{п}} = qEh$.
- 2) Записан закон сохранения механической энергии: $\frac{mv^2}{2} = (mg + qE)h$.
- 3) Записано выражение для импульса, передаваемого шариком пластине при абсолютно упругом ударе: $\Delta p = 2mv$.
- 4) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $\Delta p = 2\sqrt{mh(mg + qE)}$ и правильный числовой ответ: $\Delta p = 0,07$ кг·м/с.

33.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Записаны уравнения, связывающие разность потенциалов на концах проводника с напряженностью однородного электрического поля: $U_1 = E_1 l$, $U_2 = E_2 l$.
 - 2) Записан закон Ома для участка цепи: $U_1 = IR_1$ и $U_2 = IR_2$, где R_1 и R_2 — сопротивления проводников.
- Записаны выражения для сопротивления проводников:

Содержание верного решения задачи

$R_1 = \frac{\rho l}{S_1}$, $R_2 = \frac{\rho l}{S_2}$, где ρ — удельное сопротивление меди,

$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$, $S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$ — поперечные сечения проводников.

3) Выполнены математические преобразования $E_1 = 4I \frac{\rho}{\pi d_1^2}$,
 $E_2 = 4I \frac{\rho}{\pi d_2^2}$, получен правильный ответ: $\frac{E_1}{E_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$.

34.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано выражение для полного заряда последовательно соединенных конденсаторов: $q = 2U \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$.

2) Записано выражение для начальной энергии конденсаторов: $W = \frac{C_1 + C_2}{2} U^2$; закон сохранения энергии: $Q = |W_2 - W_1|$.

3) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $Q = \frac{5}{9} W_1$ и правильный числовой ответ: $Q = 83$ мкДж.

35.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны формулы для электрической емкости параллельно соединенных конденсаторов: $C_1 = C + X$; последовательно соединенных конденсаторов:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C+X} + \frac{1}{X}.$$

2) Выполнены математические преобразования, получено уравнение: $X^2 - CX - C^2 = 0$.

3) Получена расчетная формула $X = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ и найден правильный числовой ответ: $X = 26$ пФ.

36.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записаны формулы для заряда каждого конденсатора:

$$q_1 = C_1 U_1 \text{ и } q_2 = C_2 U_2;$$

закон сохранения заряда: $q = q_1 + q_2$.

Содержание верного решения задачи

- 2) Записаны формулы для электроемкости параллельно соединенных конденсаторов: $C = C_1 + C_2$;
 для разности потенциалов между пластинами соединенных конденсаторов: $U = \frac{q}{C}$.
- 3) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $U = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$ и правильный числовой ответ:
 $U = 190 \text{ В}$.

37.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) Записана связь между амплитудой силы тока I_m и амплитудой электрического заряда q_m : $I_m = q_m \omega$.
- 2) Записано соотношение между периодом электромагнитных колебаний и циклической частотой: $\omega = \frac{2\pi}{T}$.
- 3) Выполнены математические преобразования и получен правильный ответ: $T = 2\pi \frac{q_m}{I_m}$.

38.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_m^2}{2C}.$$

- 2) По формуле Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

- 3) Из закона сохранения энергии определяем: $q_m^2 = q^2 + LCI^2$,

- 4) откуда получаем: $q_m = \sqrt{q^2 + \frac{I^2 T^2}{4\pi^2}} \approx 5,0 \text{ нКл}$.

Ответ: $q_m \approx 5,0 \text{ нКл}$.

39.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

- 1) В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}, \quad (1)$$

Содержание верного решения задачи

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (2)$$

2. Из равенства (1) следует: $U^2 = U_m^2 - \frac{L}{C} I^2$,

а из (2): $\frac{L}{C} = \frac{U_m^2}{I_m^2}$.

3. В результате получаем: $U = U_m \sqrt{1 - \frac{I^2}{I_m^2}} = 1,6 \text{ В}$.

Ответ: $U = 1,6 \text{ В}$.

40.

Образец возможного решения

Напряженность электрического поля, создаваемого равномерно заряженной сферической оболочкой, равна нулю внутри нее, а снаружи совпадает с напряженностью поля точечного заряда в центре сферы. Отмечено, что в точке А поле создается только зарядами первых двух сфер.

Напряженность поля точечного заряда обратно пропорциональна квадрату расстояния до него: $E(r) \sim \frac{1}{r^2}$.

$$E = \frac{q_1 + q_2}{R_A^2} E_1 \frac{R^2}{q}$$

$$E = \frac{E_1}{(2,5)^2} \approx 10 \text{ В/м}$$

Ответ: $E \approx 10 \text{ В/м}$.

41.

Образец возможного решения

Из соображений симметрии достаточно рассмотреть условие равновесия одного из зарядов.

На каждый заряд действуют пять сил. Условие равновесия заряда — равенство нулю векторной суммы сил, действующих на него.

По закону Кулона $\vec{F}_d + \vec{F}_0 + \vec{F}' + \vec{T}' + \vec{T}$ сила F_d , действующая на рассматриваемый заряд со стороны заряда, лежащего на диагонали:

$$F_d = F_0/2.$$

Из равенства нулю суммы проекций сил на направление стороны квадрата следует:

$$T = F_0 + F_d \cos 45^\circ = F_0 \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$$

Ответ: $T = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$.

42.

Образец возможного решения

В случае однородного поля по закону электромагнитной индук-

$$ции \mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = S \left| \frac{\Delta B_z}{\Delta t} \right|.$$

С другой стороны, $|\mathcal{E}| = IR$.

$$Поэтому |\Delta q| = I\Delta t = \frac{S}{R} |B_{2z} - B_{1z}|.$$

$$И |\Delta q| = \frac{0,1}{5} \cdot 4 = 0,08 \text{ (Кл)}.$$

Ответ: $\Delta q = 0,08 \text{ (Кл)}$.

43.

Образец возможного решения

В случае однородного поля по закону электромагнитной индук-

$$ции \mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = S \left| \frac{\Delta B_z}{\Delta t} \right|.$$

С другой стороны, $|\mathcal{E}| = IR$.

$$Поэтому |\Delta q| = I\Delta t = \frac{S}{R} |B_{2z} - B_{1z}|.$$

$$Отсюда S = \frac{R|\Delta q|}{|B_{2z} - B_{1z}|} = 0,1 \text{ м}^2.$$

Ответ: $S = 0,1 \text{ м}^2$.

44.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Сделан рисунок, показывающий ход лучей через пленку.

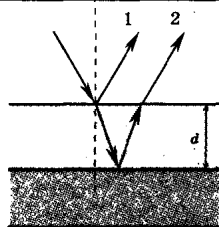
2) Записано выражение для оптической разности хода лучей 1 и 2 с учетом практически нормального падения $\Delta = 2nd$. (1)

Потеря полуволны при отражении от оптически более плотной среды происходит на обеих границах и поэтому не дает вклада в оптическую разность хода.

3) В соответствии с условием интерференции волн, отраженных от верхней и нижней границы пленки, минимум интенсивности в отраженном свете будет наблюдаться при $\Delta = \lambda/2$ (2).

4) Сравнение уравнений (1) и (2) дает выражение для толщины пленки в общем виде и соответствующее численное значение.

$$d = \lambda/4n; d = 120 \text{ нм}.$$



45.

Содержание правильного ответа

Элементы ответа:

1) Записано условие второго интерференционного минимума:

$$\Delta l = \frac{3}{2}\lambda.$$

2) Из геометрического построения найдена разность хода лучей 1 и 2:

$$\Delta l = \frac{2h^2}{l}.$$

(При этом было принято приближение: $\sqrt{l^2 + 4h^2} \approx l + 2\frac{h^2}{l}$.)3) При объединении этих двух условий получено выражение для искомой величины: $h = \frac{1}{2}\sqrt{3\lambda l}$.4) Произведены математические расчеты, приводящие к числовому ответу: $h = 3,0$ мм.

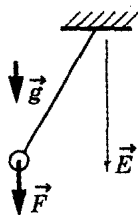
46.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Период колебаний маятника определяется соотноше-

нием $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$, где a — ускорение шарика в электрическом поле и поле тяготения. По второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m}$. $\vec{F} = \vec{F}_{\text{грав.}} + \vec{F}_{\text{эл.}}$, где $\vec{F}_{\text{грав.}} = m\vec{g}$ и $\vec{F}_{\text{эл.}} = q\vec{E}$. Так как $\uparrow\uparrow \vec{E}$, то $F = mg + qE \Rightarrow a = \frac{mg + qE}{m} = g + \frac{q}{m}E$.

$$a = 10 + \frac{10^{-8}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^6 = 15 \text{ (м/с}^2\text{)}. \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{0,5}{15}} \approx 1,15 \text{ (с)}.$$

Ответ: $T \approx 1,15$ с.

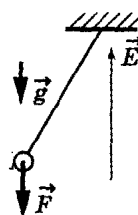
47.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Период колебаний маятника определяется соотноше-

нием $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$, где a — ускорение шарика в электрическом поле и поле тяготения.По второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m}$. $\vec{F} = \vec{F}_{\text{грав.}} + \vec{F}_{\text{эл.}}$, гдеи $\vec{F}_{\text{эл.}} = q\vec{E}$. Так как $\uparrow\downarrow \vec{E}$, то $F = mg - qE \Rightarrow$

$$a = \frac{mg - qE}{m} = g - \frac{q}{m}E. \quad a = 10 - \frac{10^{-8}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^6 = 5 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$



Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

$$l = \frac{T^2}{4\pi^2} a; \quad l = \frac{1^2 \cdot 5}{4 \cdot 3,14^2} \approx 0,13 \text{ (м)}. \quad \text{Ответ: } l \approx 0,13 \text{ м.}$$

48.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Если нити нет, шарик будет падать с ускорением, равным не g , а $g + \frac{qE}{m}$, где qE — сила действия электрического поля напряженности E на заряд q . Поэтому в формуле для собственной частоты колебаний математического маятника нужно вместо g поставить выражение $g + \frac{qE}{m}$, так что

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g + \frac{qE}{m}}{l}} = \sqrt{\frac{10 - \frac{6 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^{-3}}}{0,5}} = 10^6 \text{ (с}^{-1}\text{)}$$

Ответ: 10^6 с^{-1} .

49.

Образец возможного решения

Центростремительное ускорение электрона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ задается силой $F = qE$ действия электрического поля, так что $qE = m \frac{v^2}{R}$. (Здесь q , m и v — соответственно заряд, масса и скорость электрона, E — напряженность электрического поля).

$$\text{Отсюда: } v = \sqrt{\frac{REq}{m}} = \sqrt{0,5 \cdot 5 \cdot 10^2 \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 6,6 \cdot 10^6 \text{ (кг)}.$$

Ответ: $6,6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

50.

Образец возможного решения

Центростремительное ускорение электрона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ задается силой $F = qE$ действия электрического поля, так что $qE = m \frac{v^2}{R}$. (Здесь q , m и v — соответственно заряд, масса и скорость иона, E — напряженность электрического поля). От-

$$\text{сюда: } m = \frac{RqE}{v^2} = \frac{0,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^{10}} = 10^{-25} \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 10^{-25} м/с .

51.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{r + R}$.

Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U = IR$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе.

Следовательно, $E = \frac{U}{d} = \frac{IR}{d} = \frac{\varepsilon R}{d(r + R)} = 4 \text{ кВ/м}$.

Ответ: $E = 4 \text{ кВ/м}$.

52.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{r + R}$, откуда искомая ЭДС:
 $\varepsilon = I(R + r) = U \frac{R + r}{R}$.

Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U = IR$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе.

Следовательно, $\varepsilon = \frac{Ed(R + r)}{R} = 4,8 \text{ В}$.

Ответ: $\varepsilon = 4,8 \text{ В}$.

53.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Боковые грани очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев пласта распространялись вдоль поверхности воды.

Согласно рисунку, глубину h тени можно

определить по формуле $h = \frac{a}{\text{tg} \gamma}$, где a —

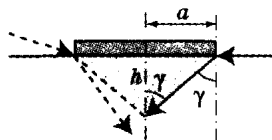
полуширина пласта. Значение $\text{tg} \gamma$ найдем

из закона преломления света: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

где n — показатель преломления воды, а $\alpha = 90^\circ$.

Имеем: $\sin \gamma = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$; $\text{tg} \gamma = \frac{4}{\sqrt{1 - \frac{9}{16}}} = \frac{3}{\sqrt{7}}$; $h = \frac{2\sqrt{7}}{3} \approx 1,76 \text{ (м)}$.

Ответ: 1,76 м.



54.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Боковые грани очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды.

Согласно рисунку, глубину h тени можно

определить по формуле $h = \frac{a}{\operatorname{tg} \gamma}$, где a — полуширина плота.

Отсюда: $a = h \operatorname{tg} \gamma$. Значение $a = h \operatorname{tg} \gamma$ найдем из закона преломления света:

$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$, где n — показатель преломления воды, а $\alpha = 90^\circ$.

Имеем: $\sin \gamma = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$; $\operatorname{tg} \gamma = \frac{4}{\sqrt{16-9}} = \frac{3}{\sqrt{7}}$; $a = 2,3 \cdot \frac{3}{\sqrt{7}} \approx 2,6$ (м).

Ширина плота в 2 раза больше и примерно равна 5,2 м.



55.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Область тени — это пирамида, боковые грани которой очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды, а после преломления касаются краев понтона.

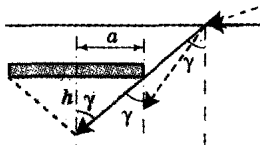
Согласно рисунку глубину h тени можно

определить по формуле $h = \frac{a}{\operatorname{tg} \gamma}$, где a — полуширина плота.

Значение $\operatorname{tg} \gamma$ найдем из закона преломления света: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$, где n — показатель преломления воды, а $\alpha = 90^\circ$

Имеем: $\sin \gamma = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$; $\operatorname{tg} \gamma = \frac{4}{\sqrt{16-9}} = \frac{3}{\sqrt{7}}$; $h = \frac{2\sqrt{7}}{3} \approx 1,76$ (м).

Ответ: 1,76 м.



56.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

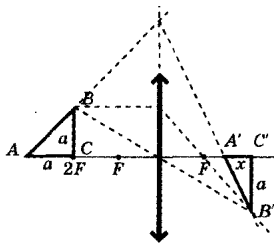
Длина катетов $AC = BC = a = \sqrt{2S} = 10$ см.

Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F+a} + \frac{1}{2F-x} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } x = \frac{aF}{F+a}.$$

Длина вертикального катета $B'C'$ изображения

равна a , т.к. для него $d = f = 2F$.



Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Площадь изображения

$$S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{F}{F+a} = S \cdot \frac{F}{F+\sqrt{2S}} = \frac{5}{6} S \approx 41,7 \text{ см}^2.$$

57.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Длина катетов

$$AC = BC = a = \sqrt{2S} = 10 \text{ см.}$$

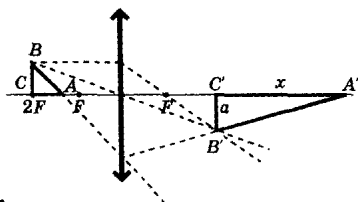
Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F-a} + \frac{1}{2F+x} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } x = \frac{aF}{F-a}.$$

Длина вертикального катета $B'C'$ изображения равна a , т.к. для него $d = f = 2F$.

Площадь изображения

$$S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{F}{F-a} = S \cdot \frac{F}{F-\sqrt{2S}} = \frac{5}{4} S \approx 62,5 \text{ см}^2.$$



Квантовая физика

Корпускулярно-волновой дуализм

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	2	14	3	27	2	40	3	56	2
2	2	15	4	28	3	41	2	57	4
3	1	16	3	29	3	42	1	58	4
4	4	17	2	30	2	43	4	59	4
5	4	18	1	31	3	44	3	60	1
6	1	19	3	32	1	45	4	61	4
7	2	20	2	33	2	49	1	62	2
8	2	21	2	34	3	50	3	63	3
9	3	22	2	35	3	51	4	64	2
10	2	23	2	36	2	52	4	65	1
11	1	24	4	37	1	53	3	66	3
12	3	25	2	38	3	54	4	67	4
13	3	26	3	39	2	55	4	68	2

Физика атома

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	3	6	3	11	4	16	3	21	2
2	1	7	1	12	2	17	4	22	4
3	4	8	3	13	3	18	1	23	2
4	3	9	3	14	1	19	4	24	2
5	4	10	3	15	2	20	4		

Физика атомного ядра

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	3	12	3	23	2	33	1	43	4
2	2	13	3	24	2	34	1	44	1
3	3	14	3	25	1	35	1	45	1
4	1	15	3	26	2	36	1	46	4
5	2	16	3	27	1	37	2	47	2
6	1	17	4	28	3	38	3	48	1
7	1	18	3	29	3	39	1	49	1
8	3	19	4	30	2	40	1	50	3
9	1	20	4	31	4	41	2	51	4
10	3	21	1	32	3	42	2	52	1
11	4	22	3						

Основы СТО

Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ	Зада-ние	Ответ
1	2	5	1	9	3	13	4	17	1
2	4	6	3	10	2	14	3	18	1
3	4	7	2	11	2	15	4	19	2
4	3	8	2	12	3	16	3	20	1

Задания с развернутым ответом по квантовой физике
 1.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому имеем:

$$\nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{43}, \nu_{43} = \nu_{42} - \nu_{32}. \text{ Отсюда: } \nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{42} - \nu_{32}.$$

$$\text{Имеем: } \nu_{31} = \frac{c}{\lambda_{31}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)},$$

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

$$\nu_{42} = \frac{c}{\lambda_{42}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 0,6 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}, \quad \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

Поэтому $\nu_{41} = 0,85 \cdot 10^{15}$ Гц,

$$\lambda_{41} = \frac{c}{\nu_{41}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,85 \cdot 10^{15}} \approx 350 \text{ (нм)}.$$

Ответ: $\lambda_{41} = 350$ нм.

2.

Образец возможного решения

Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте. Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому искомая частота равна ν_{41} ,

$$\nu_{41} = \nu_{13} + \nu_{24} - \nu_{32} = 10^{14}(7 + 5 - 3) = 9 \cdot 10^{14} \text{ (Гц)},$$

$$\lambda_{14} = \frac{c}{\nu_{14}} = \frac{3 \cdot 10^8}{9 \cdot 10^{14}} = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}.$$

Ответ: $\lambda_{41} = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м.

3.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Законы сохранения энергии и импульса для α -распада ядра по-

коящегося нейтрального атома:
$$\begin{cases} \frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = \Delta E \\ m_\alpha \vec{v} + M \vec{u} = 0 \end{cases}$$

Уравнение движения α -частицы в магнитном поле:

$$\frac{m_\alpha v^2}{r} = 2|e v B|.$$

Решая систему трех уравнений, получаем:

$$\Delta E = \frac{(2eBr)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \frac{m_\alpha}{M}\right), \text{ откуда } B = \frac{1}{2er} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

Ответ: $B = \frac{1}{2er} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}$

4.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

 Законы сохранения энергии и импульса для α -распада ядра по-

коящегося нейтрального атома:
$$\begin{cases} \frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E \\ m_\alpha \vec{v} + M\vec{u} = 0 \end{cases}$$

 Уравнение движения тяжелого иона с зарядом $q = -2e$ в магнитном поле:

$$\frac{Mu^2}{R} = 2|euB|.$$

Решая систему трех уравнений, получаем:

$$\Delta E = \frac{(2eBr)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \frac{m_\alpha}{M}\right),$$

откуда
$$\left|\frac{q}{M}\right| = \left|\frac{2e}{M}\right| = \frac{2e}{m_\alpha} \cdot \left[\frac{2m_\alpha \Delta E}{(2eBR)^2} - 1\right].$$

Ответ:
$$\left|\frac{q}{M}\right| = \left|\frac{2e}{M}\right| = \frac{2e}{m_\alpha} \cdot \left[\frac{2m_\alpha \Delta E}{(2eBR)^2} - 1\right].$$

5.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

 Законы сохранения энергии и импульса для α -распада ядра по-

коящегося нейтрального атома:
$$\begin{cases} \frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E \\ m_\alpha \vec{v} + M\vec{u} = 0 \end{cases}$$

 Уравнение движения тяжелого иона с зарядом $q = -2e$ в магнитном поле:

$$\frac{Mu^2}{R} = 2|euB|.$$

 Решая систему трех уравнений, получаем:
$$\Delta E = \frac{(2eBr)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \frac{m_\alpha}{M}\right),$$

откуда
$$B = \frac{1}{2eR} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

Ответ:
$$B = \frac{1}{2eR} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

6.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

За время Δt в препарате выделяется количество теплоты $Q = A E \Delta t$, где A — активность препарата, E — энергия α -частицы, Δt — время.

Изменение температуры контейнера определяется равенством $Q = c m \Delta T$, где c — удельная теплоемкость меди, m — масса контейнера, ΔT — изменение температуры контейнера.

Выделившееся количество теплоты идет на нагревание контей-

нера. Отсюда $\Delta t = \frac{cm\Delta T}{AE}$. $\Delta t \approx 23$ мин.

Ответ: $\Delta t \approx 23$ мин.

7.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

За время Δt в препарате выделяется количество теплоты $Q = A E \Delta t$, где A — активность препарата, E — энергия α -частицы, Δt — время.

Изменение температуры контейнера определяется равенством $Q = c m \Delta T$, где c — удельная теплоемкость меди, m — масса контейнера, ΔT — изменение температуры контейнера.

Выделившееся количество теплоты идет на нагревание контей-

нера. Отсюда $A = \frac{cm\Delta T}{E\Delta t}$. $A \approx 1,7 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$.

Ответ: $A \approx 1,7 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$.

8.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Формула для давления света при его зеркальном отражении:

$p = \frac{2W}{c}$, где c — скорость света.

Свет отражается зеркально, сила давления: $F = \frac{2WS}{c}$,

II закон Ньютона: $F = ma$.

Выполнив математические преобразования, получим ответ в

общем виде: $S = \frac{cma}{2W}$ и числовое значение:

$S = 5,5 \cdot 10^4 \text{ м}^2$.

Ответ: $S = 5,5 \cdot 10^4 \text{ м}^2$.

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Формула для расчета давления света при его зеркальном отражении: $p = \frac{2W}{c}$.

Сила давления: $F = \frac{2WS}{c}$, где S — площадь паруса,

По закон Ньютона: $F = ma$, где a — ускорение космического аппарата. Выполнив математические преобразования, получим ответ в

общем виде: $m = \frac{2WS}{ac}$ и числовой ответ: $m = 91$ кг.

Ответ: $m = 91$ кг.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$ (1).

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A \quad (2).$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом

поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$ (3).

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем ответ:

$$U = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda\lambda_0 e} \approx 1,4 \text{ В.}$$

Ответ: $U \approx 1,4$ В.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$ (1). Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A \quad (2).$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом

поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$ (3).

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем ответ:

$$\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0} \approx 300 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda \approx 300 \text{ нм.}$

12.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$ (1). Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A \quad (2).$$

Выражение для запирающего напряжения – условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения потенциальной энергии электрона при его перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$ (3).

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем ответ:

$$\lambda_0 = \frac{hc\lambda}{hc - eU\lambda} \approx 450 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda_0 = 450 \text{ нм.}$

13.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с величиной центростремительного ускорения: $evB = \frac{mv^2}{R}$.

3) Решена система уравнений и получен ответ в общем виде:

$$R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB}.$$

4) Получен числовой ответ: $R = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$

Ответ: $R = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$

14.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$h\nu = A_{\text{вых}} + E_K$ или $\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_K$, где $E_K = \frac{mv^2}{2}$ — кинетическая энергия выбиваемых электронов.

2) Записан второй закон Ньютона для движения заряженной частицы в магнитном поле: $eBv = \frac{mv^2}{R}$.

3) Выполнены математические преобразования, получен ответ в

общем виде: $B = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)}}{eR}$.

4) Получен правильный числовой ответ: $B = 1,1 \cdot 10^{-3}$ Тл.

15.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с величиной центростремительного ускорения: $eBv = \frac{mv^2}{R}$.

3) Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической

форме: $B = \frac{\sqrt{2m(h\nu - A)}}{eR}$.

4) Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме: $B = 1,6 \cdot 10^{-3}$ Тл.

16.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано выражение для импульса электрона: $p = mv$.

2) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2},$$

выражение для частоты света с ее длиной волны: $\nu = \frac{c}{\lambda}$.

Содержание верного решения задачи

3) Выполнены математические преобразования и получено вы-

ражение для скорости электрона: $v = \sqrt{\frac{2\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)}{m}}$ и правильный числовой ответ: $v = 2,4 \cdot 10^6$ м/с.

4) Вычислено значение импульса электрона: $p = 21,8 \cdot 10^{-25}$ кг · м/с.

17.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано выражение для импульса электрона: $p = mv$.

3) Выполнены математические преобразования и получен ответ в общем виде: $p = \sqrt{2m(h\nu - A_{\text{вых}})}$.

4) Получен правильный числовой ответ: $p = 3 \cdot 10^{-25}$ кг · м/с.

18.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано выражение для минимальной энергии, которая необходима электрону для преодоления задерживающего электрического поля: $W = eU$.

3) С учетом условия задачи получено соотношение: $W = \frac{mv^2}{2}$.

4) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ и правильный числовой ответ: $v = 10^6$ м/с.

19.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записана формула, связывающая частоту и длину волны фотона: $\lambda = \frac{c}{\nu}$.

Содержание верного решения задачи

3) Записано уравнение Эйнштейна для красной границы фотоэффекта: $\frac{ch}{\lambda_{KP}} = A$.

4) Выполнены математические преобразования, получен ответ

в общем виде: $v = \sqrt{\frac{2ch\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{KP}}\right)}{m}}$ и правильный числовой ответ:
 $v = 800 \text{ км/с.}$

20.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записана формула для средней кинетической энергии теплового движения атомов: $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$.

2) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_k.$$

3) Записано условие равенства кинетических энергий:

$$\frac{3}{2}kT = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}.$$

4) Выполнены математические преобразования, получен ответ в

общем виде: $T = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}}{\frac{3}{2}k}$ и правильный числовой ответ:
 $T \approx 16 \cdot 10^3 \text{ К.}$

21.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано выражение для запирающего напряжения – условие равенства максимальной кинетической энергии электрона потенциальной энергии электрона в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU.$$

Содержание верного решения задачи

3) Записано уравнение, связывающее разность потенциалов с зарядом на конденсаторе: $q = CU$.

4) Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической

форме: $\lambda = \frac{hc}{A + eq/C}$.

5) Подставлены значения констант и параметров и получен числовой ответ: $\lambda = 300$ нм.

22.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано условие связи частотной красной границы фотоэффекта и работы выхода: $h\nu_0 = A$.

3) Записано выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона потенциальной энергии электрона в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU.$$

4) Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме:

$$v_0 = v - \frac{eU}{h}.$$

5) Подставлены значения констант и параметров и получен числовой ответ: $\nu_0 = 6,6 \cdot 10^{14}$ Гц.

23.

Содержание верного решения задачи

Элементы ответа:

1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}.$$

2) Записано выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона потенциальной энергии электрона в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU.$$

3) Записано уравнение, связывающее разность потенциалов с зарядом на конденсаторе: $q = CU$.

Содержание верного решения задачи

- 4) Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме.
 5) Подставлены значения констант и параметров и получен числовой ответ: $C = 8 \cdot 10^{-9}$ Ф.

24.

Образец возможного решения

Выражение для энергии фотона: $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$.

Энергия всех фотонов, излучаемых за время t : $E = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t$.

Количество теплоты, необходимое для нагревания воды:

$$Q = c_{уд} m \Delta t.$$

Закон сохранения энергии: $E = Q \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t = c_{уд} m \Delta t$.

Выражение для времени нагревания: $t = \frac{c_{уд} m \Delta t \lambda \tau}{hcN}$.

Ответ: $t = 700$ с.

25.

Образец возможного решения

Выражение для энергии фотона: $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$.

Энергия всех фотонов, излучаемых за время t : $E = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t$.

Количество теплоты, необходимое для нагревания воды:

$$Q = c_{уд} m \Delta t.$$

Закон сохранения энергии: $E = Q \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t = c_{уд} m \Delta t$.

Выражение для длины волны: $\lambda = \frac{hcNt}{c_{уд} m \Delta t \tau}$.

Ответ: $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м.

26.

Образец возможного решения

Выражение для энергии фотона: $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$.

Энергия всех фотонов, излучаемых за время t : $E = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t$.

Количество теплоты, необходимое для нагревания воды:

$$Q = c_{уд} m \Delta t.$$

Образец возможного решения

Закон сохранения энергии: $E = Q \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t = c_{\text{уд}} m \Delta t$.

Выражение для массы воды: $m = \frac{hcNt}{c_{\text{уд}} \Delta t \lambda \tau}$.

Ответ: $m = 1$ кг.

27.

Образец возможного решения

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние $E^{(0)}$. Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала $E = 1,5 \text{ эВ} + 3,5 \text{ эВ} = 5 \text{ эВ} \approx 8 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Импульс p электрона связан с его кинетической энергией соотношением $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$, или $p = \sqrt{2mE}$, где m — масса электрона.

Поэтому $p = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 8 \cdot 10^{-19}} \approx 1,2 \cdot 10^{-24}$ (кг·м/с).

Ответ: $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с.

28.

Образец возможного решения

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние $E^{(0)}$. Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной $E = E_0 + 3,5 \text{ эВ}$, где E_0 — энергия электрона до столкновения; откуда:

$$E_0 = E - 3,5 \text{ эВ}.$$

Импульс p электрона связан с его кинетической энергией соотношением $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$, или $E = \frac{p^2}{2m}$, где m — масса электрона.

$$\begin{aligned} \text{Следовательно, } E_0 &= \frac{p^2}{2m} - 3,5 \text{ эВ} = \\ &= \frac{1,44 \cdot 10^{-48}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.} \end{aligned}$$

Ответ: $2,3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Введение</i>	4
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ЗАДАНИЯ	
Механика	16
Кинематика	16
Динамика	24
Элементы статики	38
Законы сохранения механической энергии и импульса	45
Механические колебания и волны	64
Мкт и термодинамика	82
Молекулярная физика	82
Термодинамика	108
Электродинамика	127
Электростатика	127
Постоянный электрический ток	141
Магнитное поле	153
Электромагнитная индукция	162
Электромагнитные колебания и волны	169
Оптика	180
Квантовая физика и элементы СТО	209
Корпускулярно-волновой дуализм	209
Физика атома	224
Физика атомного ядра	230
Элементы СТО	239
КОММЕНТАРИИ	
Механика	249
Кинематика	250
Динамика	252
Элементы статики	255
Законы сохранения механической энергии и импульса	257
Механические колебания и волны	259
МКТ и термодинамика	261
Молекулярная физика	262
Изменение агрегатных состояний вещества	
Влажность воздуха	265
Термодинамика	267
Электродинамика	270
Электростатика	271
Постоянный электрический ток	274
Магнитное поле	276
Электромагнитная индукция	279
Электромагнитные колебания и волны	281
Геометрическая оптика	283
Волновая оптика	285
Квантовая физика и элементы СТО	286
Элементы СТО	287
Фотоэффект	289
Корпускулярно-волновой дуализм	292
Физика атома	293
Физика атомного ядра	295
Ответы	296