

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

A	B
4	1

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 В П Р А В О Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 22 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санτι	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	π=3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7 · 10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38 · 10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _A = 6 · 10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3 · 10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	k = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
(элементарный электрический заряд)	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж·с
постоянная Планка	

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц

электрона	9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.



Плотность подсолнечного масла 900 кг/м^3
 воды 1000 кг/м^3 алюминия 2700 кг/м^3
 древесины (сосна) 400 кг/м^3 железа 7800 кг/м^3
 керосина 800 кг/м^3 ртути 13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ алюминия $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 льда $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ меди $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 железа $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ чугуна $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 свинца $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

Удельная теплота

парообразования воды $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$
 плавления свинца $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$
 плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

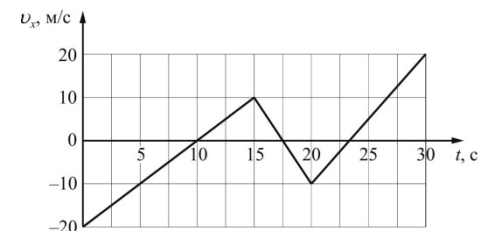
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 По графику зависимости проекции скорости на ось Ox от времени найдите проекцию ускорения на эту же ось в интервале времени 15–20 с.



Ответ: _____ м/с^2

2 Среднее расстояние между центрами Луны и Земли примерно 60 земных радиусов. Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия предмета массой 1 кг и Земли, если сначала предмет находится на поверхности Земли, а затем на лунной орбите?

Ответ: в _____ раз

3 Тело массой 2 кг, движущееся под действием постоянной силы, равной 2 Н, в конце 5-й секунды приобретает скорость 20 м/с. Какова начальная скорость тела?

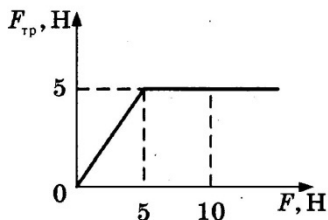
Ответ: _____ м/с



4 С помощью веревки, перекинутой через неподвижный блок, укрепленный под потолком, мальчик массой 50 кг может удерживать на весу мешок сахара массой 20 кг. Обе части веревки, перекинутой через блок, – вертикальны. С какой силой давит на пол мальчик?

Ответ: _____ Н

5 В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведен график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 10 Н.
- 2) Сначала тело покоилось, а затем двигалось равномерно.
- 3) Если сила, действующая на тело, меньше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,5.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 10 Н, тело движется с ускорением 2 м/с².

Ответ:

--	--

6 На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погруженный в жидкость. Как изменится сила Архимеда, действующая на брусок, и глубина погружения бруска, если он будет плавать в воде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

7 Движение тела вдоль оси Ox задается уравнением $x(t) = 10 + 5t - 3t^2$. Величины выражены в СИ. Масса тела – 0,2 кг. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

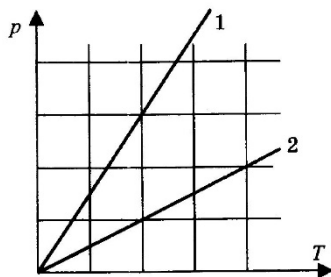
- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| А) перемещение тела $S(t)$ | 1) $10 + 5t$ |
| | 2) $0,1(5 + 6t)^2$ |
| Б) кинетическая энергия тела $E_k(t)$ | 3) $2,5 - 6t + 3,6t^2$ |
| | 4) $5t - 3t^2$ |

Ответ:

А	Б



8 На рисунке представлен график зависимости давления от температуры для двух идеальных газов.



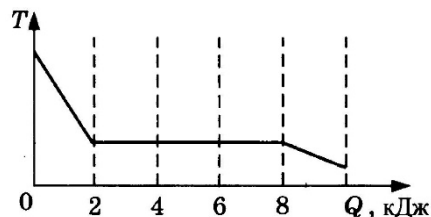
Чему равно отношение концентраций газов n_1/n_2 ?

Ответ: _____

9 У идеального газа забрали 300 Дж теплоты, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

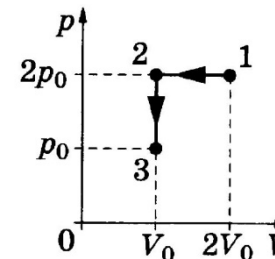
Ответ: _____ Дж

10 Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты при остывании представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг

11 Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объема V . Количество вещества газа при этом не меняется. Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.



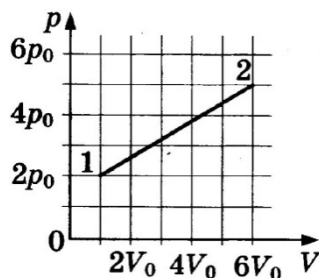
- 1) Абсолютная температура газа минимальна в состоянии 2.
- 2) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 2 раза.
- 4) Концентрация газа минимальна в состоянии 1.
- 5) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа уменьшается в 4 раза.

Ответ:

--	--



- 12 Один моль идеального газа перевели из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на p - V диаграмме. Установите соответствие между изменением температуры газа ΔT_{12} , его работой A в этом процессе и формулами, по которым их можно рассчитать (R – универсальная газовая постоянная).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) изменение температуры газа ΔT_{12}

Б) работа газа A

ФОРМУЛЫ

1) $28 \frac{p_0 V_0}{R}$

2) $12 \frac{p_0 V_0}{R}$

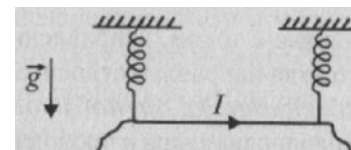
3) $17,5 p_0 V_0$

4) $12,5 p_0 V_0$

Ответ:

А	Б

- 13 По проводнику течет ток I . Проводник находится в равновесии в поле тяжести и магнитном поле. (см. рис.) Как направлено в области проводника однородное магнитное поле? *Ответ запишите словом (словами): вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.*



Ответ: _____

- 14 Два одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $4q$. Центры шариков находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарика привели в соприкосновение. Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между их центрами, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

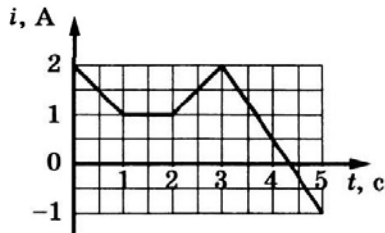
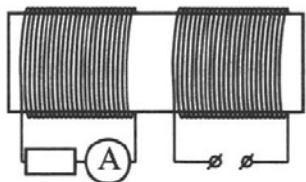
Ответ: _____ раз

- 15 Найдите энергию магнитного поля соленоида, если при силе тока 10 А в нем возникает магнитный поток 0,5 Вб.

Ответ: _____ Дж



- 16 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите два верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



Выберете **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0-1 с и 2-3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Всё время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0-1 с и 2-3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ:

- 17 В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и вторым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

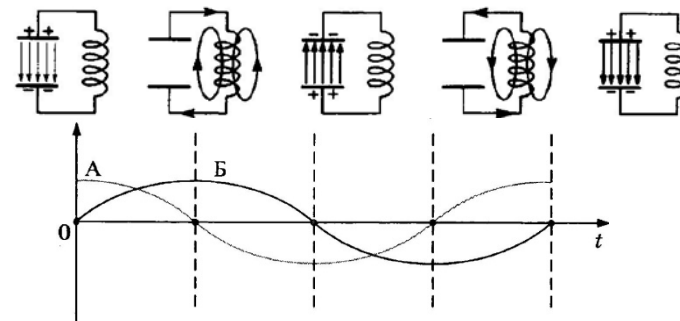
Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и вторым дифракционным максимумом
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ответ:

- 18 Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева).

Установите соответствие между графиками А и Б и физическими величинами, значения которых в момент $t = \frac{1}{4}T$ приведено в списке.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими графикам буквами.

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>



- 19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₀₃ 6,74	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	B БОР 11 ₈₀ 10,20
		3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₆₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc СЦИПТИЙ 45 ₁₀₀	21
		V	29	Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₀ 66 ₂₈ 68 ₁₈	31

Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа кальция.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

- 20 Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 9 \cdot 10^{14}$ Гц и мощностью $P = 13,2 \cdot 10^{-14}$ Вт. За какое время детектор поглощает $N = 2 \cdot 10^6$ фотонов?

Ответ: _____ с

- 21 Монохроматический свет с энергией фотонов E_{ϕ} падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно $U_{зап}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{зап}$ и частота $\nu_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов E_{ϕ} уменьшится, но фотоэффект не прекратится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$	Частота $\nu_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

Ответ:

A	B

- 22 С помощью ученической линейки измерили толщину стопки из 20 шайб. Толщина стопки оказалась (42 ± 1) мм. Определите толщину одной шайбы с учетом погрешности измерений.
 Ответ: (____ ± ____) мм

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.



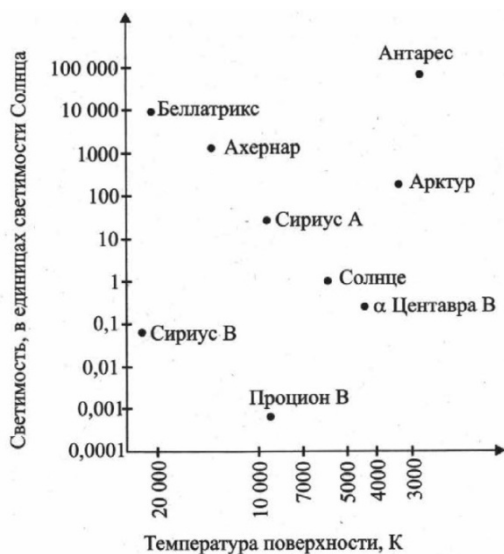
- 23 Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жесткости пружины?

№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	10 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	50 Н/м	80 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

- 24 На рисунке изображено положение нескольких звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Из приведенных ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.



- 1) Звезда Беллатрикс относится к белым звездам спектрального класса А.
- 2) Прочион В относится к классу белых карликов.
- 3) Ахернар и α Центавра В находится на главной последовательности.
- 4) Сириус В и Сириус А находятся на главной последовательности.
- 5) Антарес и Арктур относятся к красным сверхгигантам.

Ответ:

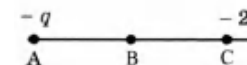
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 Небольшой груз массой 200 г совершает гармонические колебания по закону $x = 0,05 \cdot \sin(2\pi t)$. Чему равна максимальная кинетическая энергия груза? Ответ выразите в мДж, округлив до целых.

Ответ: _____ мДж

- 26 Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($|q| = 1$ нКл) расположены в точках А и С соответственно. Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы модуль напряженности электрического поля в точке В увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ нКл



- 27 Объектив какой оптической силы нужно взять для фотоаппарата, чтобы с самолета, летящего на высоте 5 км, сфотографировать местность в масштабе 1:20000? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ дптр

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

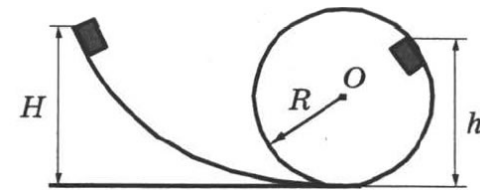
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 Имеется два сосуда с водой. В первом сосуде плавает кусок льда, внутри которого находится кусочек свинца, а во втором – кусок льда, внутри которого находятся пузырьки воздуха. Как изменится уровень воды в каждом из сосудов, когда лед растает?

Ответ поясните, указав, какие физические закономерности были использованы.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты $H = 3$ м по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли R , если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли кубик давит на её стенку с силой $F = 4$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



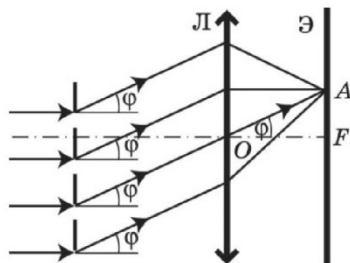
- 30 В комнате объемом $V = 50$ м³ воздух имеет температуру $t = 27$ °С и относительную влажность $\varphi_1 = 30\%$. Сколько времени должен работать увлажнитель воздуха, распыляющий воду с производительностью $\alpha = 2$ кг/ч, чтобы относительная влажность в комнате повысилась до $\varphi_2 = 70\%$? Давление насыщенных паров при этой температуре $p_n = 3565$ Па, молярная масса воды $M = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

- 31 Два одинаковых одноименно заряженных пластиковых шарика подвешены на тонких нитях равной длины в одной точке. Нити расходятся на некотором угле α . Когда шарики погрузили в жидкость, этот угол не изменился. Определите плотность жидкости, в которую опустили шарики. Плотность пластика 1200 кг/м³, диэлектрическая проницаемость жидкости равна $2,5$.



32

Период дифракционной решетки $d = 4$ мкм. Дифракционная картина наблюдается с помощью линзы L с фокусным расстоянием $F = 40$ см. Определите длину волны λ световой волны падающего нормально на решетку света, если первый максимум получается при небольшом угле на расстоянии $b = 5$ см от центрального.



О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_39008096

(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>
- Физика. Решение задач. Н.И. Зорин
- ЕГЭ 2018. Физика. 14 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ. О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина
- ЕГЭ. Физика. Сборник заданий для подготовки к ЕГЭ. Г.А. Никулова, А.Н. Москалев

- ЕГЭ. Физика. Высший балл. Самостоятельная подготовка к ЕГЭ.
О. И. Громцева

- Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ. С.Б. Бобошина, 2017

