

**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, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ 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. 37,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность 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:

А	Б
4	1

741 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 РА В О Бланк

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

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

Ответ: (14 ± 0,2) н. 1,40,2 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 гелиевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

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	$\pi=3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная 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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический 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 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
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = 9,46·10 ¹⁵ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года

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.

Астрономические величины

средний радиус Земли	R _З = 6370 км
радиус Солнца	R _С = 6,96 · 10 ⁸ м
температура поверхности Солнца	T = 6000 К

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 4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда 2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	

Удельная теплота

парообразования воды 2,3 · 10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца 2,5 · 10 ⁴ Дж/кг
плавления льда 3,3 · 10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10⁵ Па, температура – 0 °С

Молярная масса

азота 28· 10 ⁻³ кг/моль	гелия 4·10 ⁻³ кг/моль
аргона 40· 10 ⁻³ кг/моль	кислорода 32·10 ⁻³ кг/моль
водорода 2·10 ⁻³ кг/моль	лития 6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха 29· 10 ⁻³ кг/моль	неона 20·10 ⁻³ кг/моль
воды 18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа 44·10 ⁻³ 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 Тело массой 200 г движется вдоль оси Ох, при этом его координата изменяется во времени в соответствии с формулой $x(t) = 10 + 5t - 3t^2$ (все величины выражены в СИ). Определите скорость тела через 5 с.

Ответ: _____ м/с.

2 Во сколько раз изменится сила гравитационного взаимодействия, если тело удалят от поверхности Земли на расстояние равное двум радиусам?

Ответ: в (во) _____ раз (а).

3 Период гармонических колебаний массивного груза на лёгкой пружине равен 1,8 с. В некоторый момент времени кинетическая энергия груза достигает максимума. Через какое минимальное время кинетическая энергия груза достигнет минимума?

Ответ: _____ с.

4 Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия рычага под действием двух сил: \vec{F}_1 и \vec{F}_2 . l_1 и l_2 – плечи сил. Результаты, которые он получил, занесены в таблицу.

F_1 , Н	l_1 , м	F_2 , Н	l_2 , м
20	0,4	5	?

Каково плечо силы l_2 , если рычаг находится в равновесии?

Ответ: _____ м.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210419



5 Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат тела x и y в зависимости от времени наблюдения. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата x , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата y , м	0,35	0,60	0,75	0,80	0,75	0,60	0,35	0

- 1) Проекция скорости v_x равна 4 м/с.
- 2) В момент времени $t = 0,4$ с проекция скорости v_y равна нулю.
- 3) В момент времени $t = 0,3$ с проекция скорости v_y отрицательна.
- 4) Тело упало на землю со скоростью 3 м/с.
- 5) Тело бросили под углом к горизонту, большим 45° .

Ответ:

--	--

6 На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила трения покоя, действующая на брусок, и коэффициент трения бруска о плоскость?

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 трения покоя, действующая на брусок	Коэффициент трения бруска о плоскость

7 Тело массой 200 г совершает гармонические колебания вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) импульс тела $p_x(t)$	1) $-0,06 \sin(10t)$
Б) потенциальная энергия тела $E_n(t)$	2) $0,09 \cos(20t)$
	3) $9 \cdot 10^{-3} \cos^2(10t)$
	4) $0,6 \sin^2(10t)$

Ответ:

А	Б

8 В сосуде содержится аргон под давлением 150 кПа. Концентрацию аргона увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

Ответ: _____ кПа.

9 Рабочее тело тепловой машины с КПД 8% совершает за один цикл работу 20 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за цикл?

Ответ: _____ кДж.

10 В сосуде, разделённом перегородкой на две равные части, находится влажный воздух. Температура и давление воздуха в обеих частях сосуда одинаковы. Его относительная влажность в одной половине сосуда 20%, а в другой – 80%. Какой станет влажность воздуха в сосуде, если перегородку убрать?

Ответ: _____ %.



- 11 При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие два из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	100	90	75	50	55	75	100
t , °C	27	27	27	27	57	177	327

- Объём газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объёма газа в состоянии 1.
- В состояниях 4–7 объём газа был одинаковым.
- Внутренняя энергия газа в состоянии 6 в 3 раза больше, чем в состоянии 5.
- При переходе от состояния 2 к состоянию 3 в ходе изотермического процесса газ получал тепло.
- При переходе от состояния 5 к состоянию 6 в ходе изохорного процесса газ совершал работу.

Ответ:

--	--

- 12 В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Обозначения: p – давление; T – абсолютная температура; N – число атомов газа; k – постоянная Больцмана, V – объём газа.

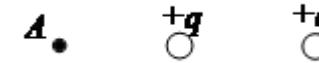
Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) $\frac{p}{kT}$	1) абсолютная температура
Б) $\frac{pV}{Nk}$	2) концентрация молекул
	3) давление
	4) внутренняя энергия

Ответ:

А	Б

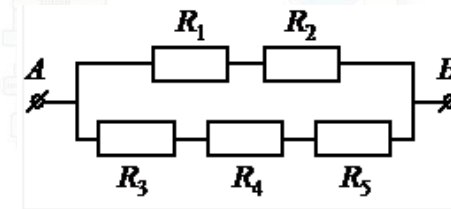
- 13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных положительных точечных электрических зарядов: $+q$ и $+q$. Как направлен (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ запишите словом (словами): *вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.*

Ответ: _____.

- 14 Сопротивление каждого резистора в схеме участка цепи на рисунке равно 100 Ом. Участок подключён к источнику постоянного напряжения выводами А и В. Напряжение на резисторе R_2 равно 12 В. Чему равно напряжение на резисторе R_3 ?



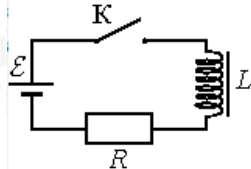
Ответ: _____ В.

- 15 Действительное изображение предмета, полученное с помощью тонкой собирающей линзы, находится на расстоянии 15 см от линзы. Оптическая сила линзы 10 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета.

Ответ: _____ см.



- 16** Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор 60 Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ с ключ К замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью 0,01 А представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

- 1) Напряжение на резисторе в момент времени $t = 1,0$ с равно 1,9 В.
- 2) Энергия катушки максимальна в момент времени $t = 0$ с.
- 3) ЭДС источника тока равна 18 В.
- 4) Напряжение на катушке максимально в момент времени $t = 6,0$ с.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 2,0$ с равен 2,4 В.

Ответ:

--	--

- 17** Плоский конденсатор, у которого зазор между обкладками заполнен диэлектриком, подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся в результате удаления диэлектрика из зазора величина заряда на обкладках конденсатора и разность потенциалов между ними?

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.

Величина заряда на обкладках конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

- 18** Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) модуль силы Лоренца, действовавшей на частицу
- Б) частота обращения частицы по окружности

- 1) $\frac{2\pi m}{qB}$
- 2) qvB
- 3) $\frac{qB}{2\pi m}$
- 4) $\frac{mv}{qB}$

Ответ:

А	Б



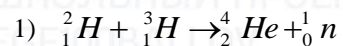
19 Установите соответствие между видами радиоактивного распада и уравнениями, описывающими этот процесс.

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

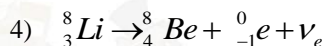
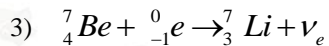
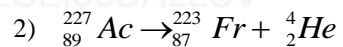
ВИДЫ РАСПАДА

УРАВНЕНИЯ

А) альфа-распад



Б) электронный бета-распад



Ответ:

А	Б

20 Во сколько раз частота света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода 1 эВ, меньше частоты света, соответствующей «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Ответ: в (во) _____ раз (а).

21 Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

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

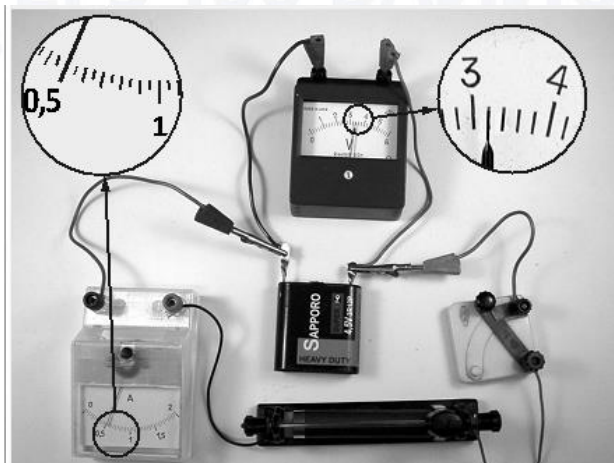
ГРАФИК	ЗАКОН
<p>А)</p>	<p>1) зависимость энергии фотона от длины волны</p> <p>2) закон радиоактивного распада</p>
<p>Б)</p>	<p>3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света</p> <p>4) зависимость энергии фотона от частоты света</p>

Ответ:

А	Б



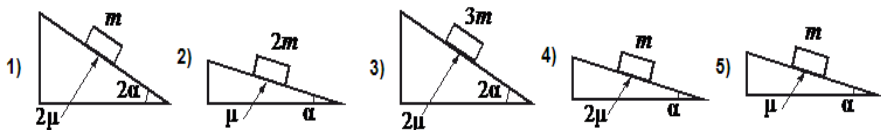
22 На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на реостате равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Чему равна по результатам этих измерений сила тока в цепи? Запишите ответ с учетом погрешности.



Ответ: (_____ ± _____) А.

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

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость. На всех приведённых ниже рисунках указаны массы тел, углы наклона плоскостей к горизонту, коэффициенты трения. Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования? Запишите в ответе номера выбранных установок.



Ответ:

--	--

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а.е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e^*	Масса, кг
Веста	265	2,37	3,63	0,091	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b – малая полуось, a – большая полуось орбиты. При $e = 0$ – окружность; $0 < e < 1$ – эллипс.

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- 1) Вторая космическая скорость для астероида Веста составляет больше 11 км/с.
- 2) Большая полуось орбиты астероида Эвномия составляет примерно 397,5 млн км.
- 3) Астероид Юнона вращается по более вытянутой орбите, чем астероид Церера.
- 4) Орбита астероида Геба находится между орбитами Марса и Юпитера.
- 5) Средняя плотность астероида Аквитания составляет 700 кг/м^3 .

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2



Ответом к заданиям 25–26 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 При сжатии 40 г неона при постоянном давлении его внутренняя энергия уменьшилась на 1800 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж

26 В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в идеальном колебательном контуре с течением времени при свободных колебаниях.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6} \text{ Кл}$	2,0	1,42	0	-1,42	-2,0	-1,42	0	1,42	2,0	1,42

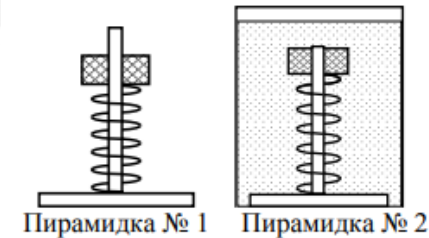
Вычислите индуктивность катушки контура, если ёмкость конденсатора равна 50 пФ. Ответ выразите в миллигенри (мГн) и округлите до целого.

Ответ: _____ мГн.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 Два деревянных кольца детских пирамидок № 1 и № 2, способных без трения скользить по оси, соединили с основаниями двумя одинаковыми лёгкими

пружинками (см. рисунок). Пирамидку № 2 поместили в прочный сосуд с водой, прикрепив основание к его дну. Обе пирамидки покоятся относительно Земли. Как изменится по сравнению с этим случаем (увеличится, уменьшится или останется прежней) длина пружин пирамидок № 1 и № 2 во время свободного падения с балкона высокого дома? Соппротивлением воздуха пренебречь.



какие физические закономерности Вы использовали

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.

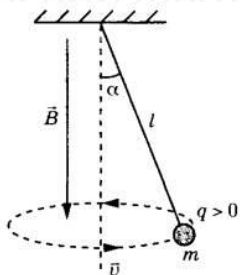
28 Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой при 80°C, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0°C. Определите работу, совершенную машиной, если в результате растаяло 12 кг льда.

29 Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна $S = 150 \text{ см}^2$. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой T . Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на $h = 5 \text{ см}$. Найдите силу натяжения нити T .

30 В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре -20 °C , налили 0,2 кг воды при температуре 10 °C . Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоёмкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.



- 31 В однородном магнитном поле с индукцией B , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник) (см. рисунок). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



- 32 Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Рассчитайте максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100баллов» <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_41259310

(также доступны другие варианты для скачивания)

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна
Предмет:	физика
Стаж:	11 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id249117870
Сайт и доп. информация:	https://vk.com/examcourses

vk.com/ege100ballov

