

Удельная теплоёмкость

воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда $2,1 \cdot 10^3$ 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 $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

Молярная масса

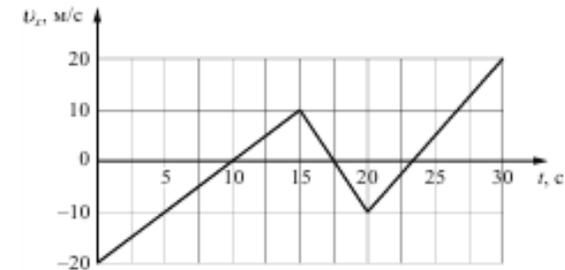
азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития $6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

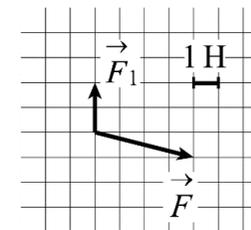
Чему равна проекция ускорения тела на ось X в интервале времени от 20 до 25 с, если зависимость проекции скорости от времени на ту же ось задается следующим графиком?



Ответ: _____ м/с².

2

На тело действуют две силы. На рисунке изображена одна сила \vec{F}_1 и равнодействующая сила \vec{F} . Найдите модуль второй силы.



Ответ: _____ Н.

3

Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см.

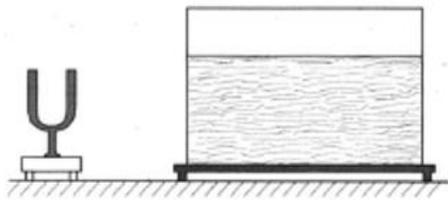
Ответ: _____ Дж.



- 4 Человек наблюдал процесс свободного падения яблока и описал процесс его движения. Из приведенного ниже списка выберите **все** верные утверждения.
- 1) Движение яблока равноускоренное.
 - 2) Ускорение яблока изменяется от максимального значения до нуля в момент падения.
 - 3) Скорость яблока изменяется от максимального значения до нуля в момент падения.
 - 4) Потенциальная энергия яблока изменяется от максимального значения до нуля.
 - 5) Полная энергия яблока уменьшается.

Ответ: _____.

- 5 В лаборатории на демонстрационном столе стоят камертон на 440 Гц и аквариум с водой. По ножке камертона ударили молоточком. Как изменятся скорость звуковой волны и частота колебаний при переходе звука из воздуха в воду?



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.

Скорость звуковой волны	Частота колебаний

- 6 Два пластилиновых бруска имеют массы $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, второй скользит по гладкой горизонтальной поверхности навстречу первому со скоростью $v_2 = 2v$. При этом $v_1 = 0$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение брусков после абсолютно неупругого столкновения, 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) модуль скорости первого бруска после столкновения	1) $\frac{36}{8}mv^2$
Б) кинетическая энергия системы после столкновения	2) $\frac{3}{2}v$
	3) $\frac{7}{4}v$
	4) $\frac{27}{8}mv^2$

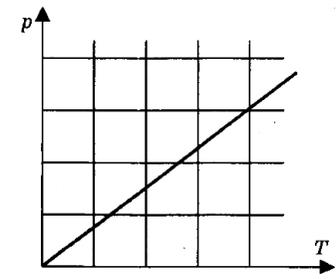
Ответ:

А	Б

- 7 Какое изменение температуры Δt (в градусах Цельсия) соответствует нагреву на 27 К?

Ответ: _____ °С.

- 8 На p - T диаграмме представлен процесс изменения состояния идеального одноатомного газа постоянной массы. В этом процессе газ получил 20 кДж теплоты. Определите работу газа в этом процессе.



Ответ: _____ Дж.





9 Сосуд с поршнем содержит воздух, относительная влажность которого 40%. Какой станет относительная влажность, если с помощью поршня сжать воздух так, чтобы его объем уменьшился в 3 раза (температура не меняется)?

Ответ: _____ %.

10 Вещество при температуре 160°C, находящееся в газообразном состоянии, охлаждают при постоянной мощности. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	160	142	124	106	106	106	101	94

Выберите из предложенного перечня все верные утверждения:

- 1) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и газообразном состояниях одинакова.
- 2) Температура кипения вещества в данных условиях составляет 124°C.
- 3) Процесс конденсации вещества занял более 10 мин.
- 4) Температура кипения вещества в данных условиях составляет 106°C.
- 5) Через 20 мин. после начала измерений вещество находилось только в жидком состоянии.

Ответ: _____.

11 Некоторое количество идеального газа находится в сосуде при атмосферном давлении. Как изменятся давление и концентрация частиц, если в сосуде проделать небольшое отверстие и при постоянной температуре медленно уменьшать его объем?

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.

Давление	Концентрация частиц

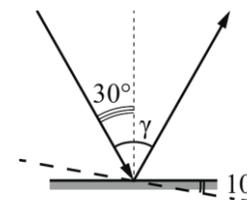
12 По проводнику течет постоянный ток. Какой заряд пройдет по нему за 20 минут, если сила тока равна 0,5 А?

Ответ: _____ Кл.

13 При равномерном уменьшении силы тока в катушке индуктивностью 0,4 Гн за 0,05 с в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 80 В. На сколько уменьшилась сила тока в катушке?

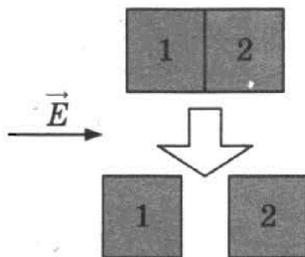
Ответ: на _____ А.

14 Угол падения составляет 30°. Определите угол γ между отраженным и падающим лучами при условии, что зеркало повернули на 10° относительно начального положения (см. рисунок).



Ответ: _____ градусов.

- 15** Изначально два стеклянных кубика (1 и 2, верхняя часть рисунка) незаряжены, стоят по отдельности; их привели в соприкосновение и внесли в электрическое поле. Направление его напряженности – горизонтально вправо – показано на рисунке. Затем, как показано на нижней части рисунка, кубики разделили и только после этого выключили электрическое поле.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных исследований. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго – положителен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков оказались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-ого кубика была заряжена отрицательно.
- 5) До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-ого кубика была заряжена отрицательно.

Ответ: _____.

- 16** По катушке индуктивности в течение времени t_0 пропускают ток, сила которого линейно растёт со временем. Затем этот опыт повторяют, предварительно вставив в катушку железный сердечник. Зависимость силы тока от времени одинакова. Определите, как изменяются по отношению к первому опыту следующие физические величины.

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.

Магнитный поток через катушку в момент $t_0/2$	Энергия катушки	ЭДС самоиндукции

- 17** Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

- 1) заряд, протекающий через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сопротивление резистора

Ответ:

А	Б

- 18** Частота оранжевого света примерно в 1,3 раза меньше частоты синего света. Во сколько раз энергия фотона синего света больше энергии фотона оранжевого света?

Ответ: в _____ ра(-а).



19 Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних появится за 139,8 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ЗНАЧЕНИЕ ВЕЛИЧИН
А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток	1) $\frac{N}{8}$
Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток	2) $\frac{N}{4}$
	3) $\frac{3N}{4}$
	4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

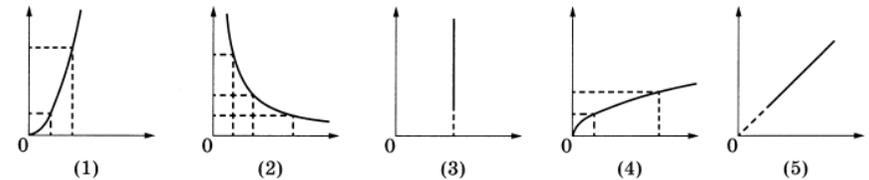
- 1) При любом равномерном движении тело за каждую секунду совершает одинаковые перемещения.
- 2) Скорость диффузии жидкостей повышается с повышением температуры.
- 3) Общее сопротивление системы параллельно соединённых резисторов равно сумме сопротивлений всех резисторов.
- 4) Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют большую длину волны, чем радиоволны.
- 5) Атомы изотопов одного элемента различаются числом нейтронов в ядре и занимают одну и ту же клеточку в Периодической таблице Д.И. Менделеева.

Ответ: _____.

21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость периода малых свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
- Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара, от его массы;
- В) зависимость силы тока через участок цепи, содержащий резистор, от сопротивления резистора при постоянном напряжении на концах участка.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Ответ:

А	Б	В

22 В мензурку для проведения опыта налита вода. Чему равен её объём, если градуировка шкалы выполнена в миллилитрах? Погрешность измерения принять равной половине цены деления шкалы?

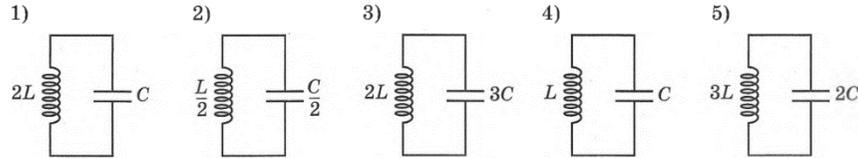


Ответ: (_____ ± _____) мл.

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



23 Необходимо обнаружить зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от электроёмкости конденсатора. Какие **два** колебательных контура надо выбрать для проведения такого опыта?



Запишите в таблицу номера колебательных контуров.

Ответ:

--	--

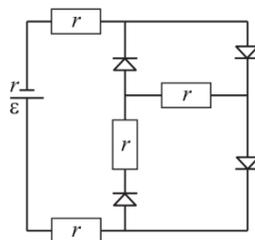
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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.

Часть 2

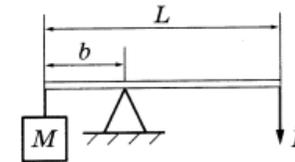
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24 В цепи, изображенной на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во внешней цепи выделяется мощность P . Как изменится мощность, выделяющаяся во внешней цепи, при другой полярности подключения источника тока? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



Полное правильное решение каждой из задач 25–30 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.

25 Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу величиной 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите длину стержня.



26 На сетчатку глаза человека падает 135 фотонов за 3 с. Мощность поглощённого сетчаткой света равна $1,98 \cdot 10^{-17}$ Вт. Определите длину волны света.

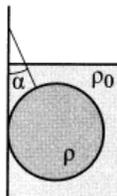
27 В сосуде объёмом $V = 0,02 \text{ м}^3$ с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью s , заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя F пробки о края отверстия равна 100 Н. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите значение s , полагая газ идеальным. Массой пробки пренебречь.

28 Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500 \text{ м}$. Индуктивность катушки контура $L = 3 \text{ мкГн}$. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1 \text{ мм}$. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\text{max}} = 3 \text{ В/м}$. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?



- 29 Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности пластины, если работа выхода электронов из данного металла составляет 1,4 эВ?

- 30 Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11\,300 \text{ кг/м}^3$. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар. Обоснуйте их применимость к данному случаю.



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



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–23

Правильное выполнение каждого из заданий 1–3, 7–9, 12–14, 18, 22 и 23 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа. В ответе на задание 23 порядок записи символов значения не имеет.

Правильное выполнение каждого из заданий 5, 6, 11, 16, 17 и 19, 21 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. 1 балл выставляется, если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе больше требуемого, выставляется 0 баллов вне зависимости от того, были ли указаны все необходимые символы.

Правильное выполнение каждого из заданий 4, 10, 15 и 20 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, каждый символ присутствует в ответе, в ответе отсутствуют лишние символы. Порядок записи символов в ответе значения не имеет. 1 балл выставляется, если только один из символов, указанных в ответе, не соответствует эталону (в том числе есть один лишний символ наряду с остальными верными) или только один символ отсутствует; во всех других случаях выставляется 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	3	12	600
2	5	13	10
3	0,9	14	80
4	14 41	15	34 43
5	13	16	111
6	21	17	31
7	27	18	12
8	0	19	24
9	100	20	5
10	34 43	21	11
11	33	22	1501

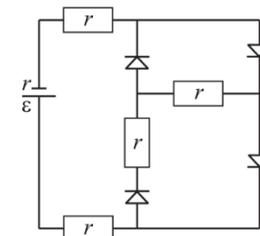
		23	13 31
--	--	----	-------

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до максимального балла.

24

В цепи, изображенной на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во внешней цепи выделяется мощность P . Как изменится мощность, выделяющаяся во внешней цепи, при другой полярности подключения источника тока? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



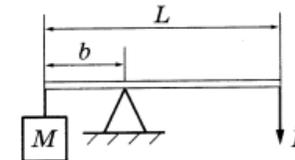
Возможное решение	
<p>1. При подключении источника тока так, как показано на рисунке, внешнее сопротивление цепи равно $R_1 = 3r$. Согласно закону Ома для полной цепи сила тока равна $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{\varepsilon}{4r}$. Тогда мощность, выделяющаяся во внешней цепи: $P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{\varepsilon^2}{16r^2} \cdot 3r = \frac{3\varepsilon^2}{16r}$ (1).</p> <p>2. При изменении полярности источника тока $R_2 = 2r$, $I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{3r}$, $P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{\varepsilon^2}{9r^2} \cdot 2r = \frac{2\varepsilon^2}{9r}$ (2).</p> <p>3. Т.к. $\frac{P_2}{P_1} > 1$, то $P_2 > P_1$, т.е. мощность увеличится. Ответ: увеличится</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>мощность увеличивается</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с	3



прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон Ома для полной цепи; мощность, выделяющаяся во внешней цепи)	
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки.	
ИЛИ	
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

- 25** Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу величиной 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите длину стержня.



Возможное решение:	
<p>Правило для моментов сил относительно оси, проходящей через шарнир перпендикулярно плоскости рисунка: $F(L - b) + mg(\frac{L}{2} - b) = Mgb$, где m — масса стержня.</p> <p>Проведя преобразования, получим</p> $L = \frac{b(F + g(m + M))}{F + \frac{mg}{2}} = \frac{1 \cdot (300 + 10 \cdot 150)}{300 + 150} = 4 \text{ м.}$ <p>Ответ: $L = 4$ м.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p>	2



<p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Возможное решение:	
<p>Энергия одного фотона $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$, энергия N фотонов $E = NE_1 = \frac{Nhc}{\lambda}$. Мощность света, поглощённого сетчаткой, $P = \frac{E}{t}$. Следовательно, для длины волны фотонов получим:</p> $\lambda = \frac{Nhc}{Pt} = \frac{135 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,98 \cdot 10^{-17} \cdot 3} = 450 \text{ нм.}$ <p>Ответ: $\lambda = 450 \text{ нм.}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических</p>	1

26 На сетчатку глаза человека падает 135 фотонов за 3 с. Мощность поглощённого сетчаткой света равна $1,98 \cdot 10^{-17}$ Вт. Определите длину волны света.



преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

27

В сосуде объёмом $V = 0,02 \text{ м}^3$ с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью s , заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя F пробки о края отверстия равна 100 Н. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите значение s , полагая газ идеальным. Массой пробки пренебречь.

Возможное решение:	
Пробка выскочит, если сила, с которой газ давит изнутри на пробку, превысит суммарную силу давления атмосферного воздуха снаружи на пробку и трения пробки о края отверстия. А это произойдёт, когда давление газа превысит атмосферное давление на величину $\Delta p = \frac{F}{s}$, откуда: $s = \frac{F}{\Delta p}$. Поскольку изначально давление газа в сосуде равно атмосферному, именно такое изменение давления газа в сосуде определяет предельное количество теплоты, переданное газу. Поскольку объём V газа не меняется, изменение давления газа связано с изменением его температуры T . Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона $V \cdot \Delta p = \nu R \cdot \Delta T$, где ν — количество газообразного вещества. Чтобы найти изменение температуры газа, обратимся к первому закону термодинамики: $\Delta U = A + Q$. В нашем случае работа внешних сил $A = 0$, поскольку объём газа не меняется, и изменение внутренней энергии газа равно количеству полученной им теплоты: $\Delta U = Q$.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных	3

<p><i>обозначений величин, используемых при написании физических законов);</i></p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 220912



ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28

Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda=500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

Возможное решение:	
Закон сохранения энергии: $\frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2}$	
Согласно формуле Томсона для периода ЭМ колебаний: $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Длина волны $\lambda=cT$, где c – скорость света.	
Максимальная напряженность поля конденсатора: $E_{max} = \frac{U_{max}}{d}$.	
Решая совместно эти уравнения, получаем: $I_{max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{max} \approx 0,27$ мА.	
Ответ: $I_{max} = 0,27$ мА.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному	3

числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически	

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 220912



верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

29

Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности пластины, если работа выхода электронов из данного металла составляет 1,4 эВ.

Возможное решение:	
<p>Воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:</p> $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}, \text{ где } \nu = \frac{c}{\lambda} - \text{частота света, } E_{\text{к}} = \frac{m_e v^2}{2} - \text{максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов. Тогда:}$ $\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v^2}{2}, \text{ где } m_e - \text{масса электрона. Отсюда}$ $v = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)}. \text{ Получаем } v = 615 \cdot 10^3 \text{ м/с} = 615 \text{ км/с}$	
<p>Ответ: $v = 615 \text{ км/с}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	



Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

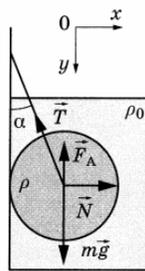
30

Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11\,300\text{ кг/м}^3$. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар. Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Возможное решение:

Обоснование

- Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
- Описываем шар моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
- Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю), другое — для вращательного движения (сумма моментов внешних сил равна нулю).
- В данной задаче шар целиком погружён в жидкость. Кроме того, отсутствует трение между шаром и стенкой сосуда. Поэтому все внешние силы, действующие на шар, кроме силы натяжения нити, заведомо действуют по прямым, проходящим через центр шара. Значит, сумма моментов этих сил относительно оси, проходящей через центр шара, равна нулю. Но при равновесии шара в ИСО сумма моментов всех внешних сил равна нулю. Следовательно, и момент силы натяжения нити относительно оси, проходящей через центр шара, тоже равен нулю, поэтому сама эта сила действует по прямой, проходящей через центр шара.



Решение

Запишем второй закон Ньютона: $\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} + F_A = 0$.

В проекциях на оси Ox и Oy второй закон Ньютона запишем в виде:

$$Ox: N - T \sin \alpha = 0; \tag{1}$$

$$Oy: mg - T \cos \alpha - F_A = 0. \tag{2}$$

Объём шара $V = \frac{m}{\rho}$.

Величина выталкивающей силы F_A определяется по закону Архимеда:

$$F_A = \rho_0 g V = mg \frac{\rho_0}{\rho}, \tag{3}$$

где ρ_0 — плотность воды.

Выполняя математические преобразования с формулами (2) и (3), получим:	
$T = \frac{mg(\rho - \rho_0)}{\rho \cos \alpha} = \frac{4 \cdot 10 \cdot (11300 - 1000)}{11300 \cdot 0,866} \approx 42\text{ Н.}$	
Ответ: $T \approx 42\text{ Н.}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ)	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 220912



<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	4

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрназора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. <...> По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развёрнутым ответом. <...>

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Существенными считаются следующие расхождения.

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 24–29 и за выполнение задания 30 по критерию K2, в 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 24–30 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением. Ситуации, в которых один эксперт указал на отсутствие ответа в экзаменационной работе, а второй эксперт выставил нулевой балл за выполнение этого задания, не являются ситуациями существенного расхождения в оценивании.

