

**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 2 частей, включающих в себя 32 задания. Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются по приведённому ниже образцу в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: **4**

2	4										
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 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 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 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:

А	Б
4	1

7	4	1									
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 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, капиллярной или перьевой ручек.

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	санتي	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	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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

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	4,2·10 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/К
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/К
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/К

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

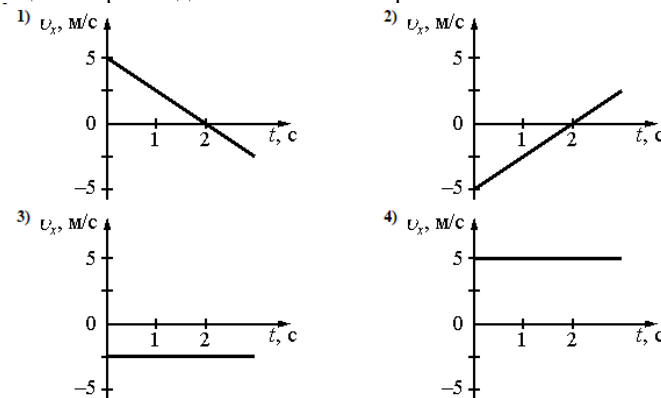
Молярная масса

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	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

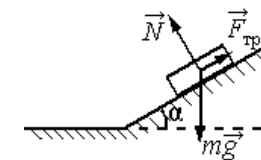
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными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

1 Координата тела меняется с течением времени согласно закону $x=5t-2,5$ где все величины выражены в СИ. Какой из графиков отражает зависимость проекции скорости движения тела от времени?



Ответ

2 Брусек лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $\vec{m\vec{g}}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} , и сила трения $\vec{F}_{тр}$. Чему равен модуль силы $\vec{F}_{тр}$ если брусок покоится?



- 1) $mg - F_{тр}$ 2) $|\vec{N} + \vec{m\vec{g}}|$ 3) μmg 4) $|\mu m\vec{g}|$

Ответ

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031619



3 Под действием груза массой 6 кг пружина удлинение пружины составляет 9 см. Определите какую силу приложили к пружине, если она удлинилась на 3см?

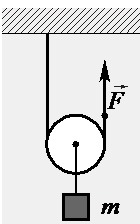
Ответ _____ Н

4 Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была в 4 раза больше его скорости сразу после удара. Количество теплоты, которое выделилось при ударе 30 Дж. Какой кинетической энергией обладает мяч после удара?

Ответ _____ Дж

5 С помощью подвижного блока равномерно поднимают груз массой $m = 10$ кг. Чему равна сила \vec{F} , приложенная к свободному концу веревки, перекинутой через блок?

Ответ _____



6 Деревянный брусок плавает на поверхности воды налитой в кастрюлю. Затем деревянный брусок заменяют на такой же по размерам пенопластовый брусок. Как изменится уровень жидкости в кастрюле и сила Архимеда, действующая на брусок:

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

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

уровень жидкости	Сила Архимеда

7 Тело брошенное горизонтально из окна с высоты h со скоростью v , через некоторое время падает на землю. Сопротивление воздуха пренебрежимо мал.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) высота на которой находится тело через половину времени своего полета
- Б) расстояние S от точки броска до точки падения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2h}{3}$
- 2) $v \sqrt{\frac{2h}{g}}$
- 3) $\frac{3h}{4}$
- 4) $\frac{v^2}{2g}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ

А	Б

8 Какой (-ие) из видов теплопередачи сопровождается(-ются) переносом вещества?

- 1) только теплопроводность
- 2) только конвекция
- 3) конвекция и теплопроводность
- 4) излучение и теплопроводность

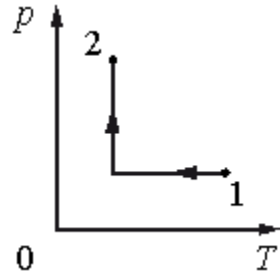
Ответ



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031619



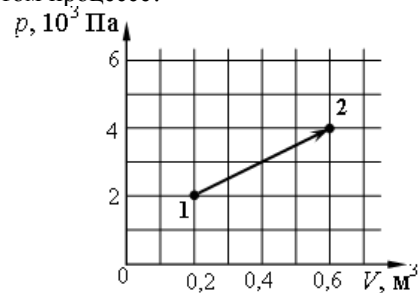
9 При переходе постоянного количества идеального газа из состояния 1 в состояние 2 объём газа



- 1) постоянно увеличивается
- 2) постоянно уменьшается
- 3) сначала уменьшается, потом увеличивается
- 4) сначала увеличивается, потом уменьшается

Ответ

10 Газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Какую работу совершил газ в этом процессе?



Ответ _____ Дж

11 Температуру холодильника тепловой машины Карно, повысили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, отданное холодильнику за цикл?

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

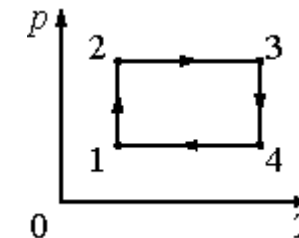
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы

12 Изменение состояния 1 моль одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке.

Установите соответствие между процессами и физическими величинами (ΔU – изменение внутренней энергии; A – работа газа), которые их характеризуют.

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



ПРОЦЕССЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) переход 3 → 4

1) $\Delta U = 0; A > 0$

2) $\Delta U = 0; A < 0$

Б) переход 4 → 1

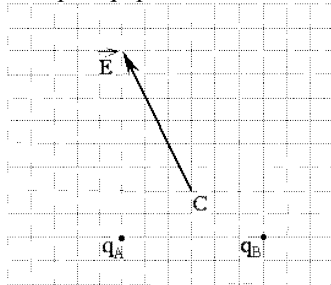
3) $\Delta U < 0; A < 0$

4) $\Delta U > 0; A > 0$

Ответ

А	Б

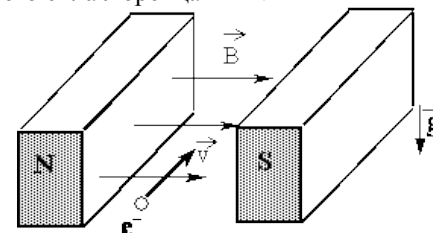
13) На рисунке изображен вектор напряженности \vec{E} электрического поля в точке С, которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B . Каков примерно заряд q_B , если заряд q_A равен + 1 мкКл?



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

Ответ

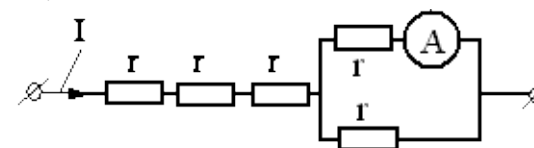
14) Электрон e , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля \vec{B} (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) вертикально вниз
- 2) горизонтально влево
- 3) вертикально вверх
- 4) горизонтально вправо

Ответ

15) В участке цепи на рисунке значение сопротивления $r = 10$ Ом. Что покажет амперметр при подключении участка к источнику постоянного напряжения 14 В?

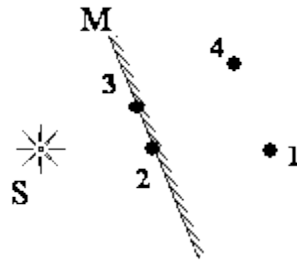


Ответ _____ мА

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031619



- 16** Изображением источника света S в зеркале M (см. рисунок) является точка?
В ответе напишите номер точки.



Ответ _____

- 17** Монохромный световой луч проходит из среды с показателем преломления n_1 в среду с показателем преломления n_2 , такие, что $\frac{n_2}{n_1} = 1,3$. Угол падения $\alpha = 30^\circ$. Как изменятся частота и длина световой волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

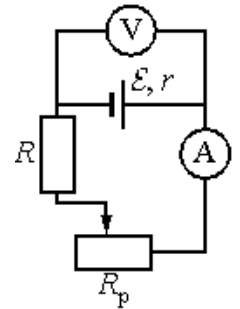
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны	длина волны

- 18** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) показания амперметра

- 1) $\varepsilon(R + R_p + r)$
- 2) $\frac{\varepsilon}{(R + R_p + r)}$

Б) показания вольтметра

- 3) $\frac{\varepsilon(R + R_p)}{(R + R_p + r)}$
- 4) $\frac{\varepsilon(R + r)}{(R + R_p)}$

Ответ

А	Б

- 19** Звездолет, приближаясь к планете со скоростью v , испускает по направлению к планете луч света. Какова скорость этого луча относительно наблюдателя на планете?

- 1) $c - v$
- 2) $v + c$
- 3) v
- 4) c

Ответ _____





20 При бомбардировке изотопа бора $^{10}_5B$ нейтронами 1_0n образуются α -частица 4_2He и ядро

- 1) 6_3Li
- 2) 7_4Be
- 3) 7_3Li
- 4) 6_2He

Ответ _____

21 Ядра эрбия $^{172}_{68}Er$ испытывают распад с периодом полураспада 50 часов. Через сколько часов излучение образца эрбия уменьшится в 16 раз?

Ответ _____

22 Монохроматический свет с энергией фотонов E_f падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{зап}$. Как изменится длина волны λ падающего света, и длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов E_f увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

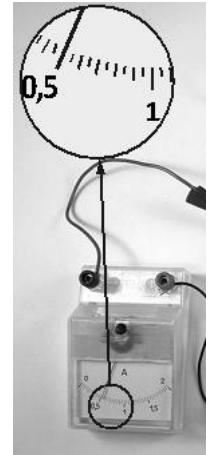
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

длина волны λ падающего света	длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе»

23 Какая запись показаний будет наиболее правильной?

- 1) $(0,50 \pm 0,05) A$
- 2) $(0,500 \pm 0,025) A$
- 3) $(0,5 \pm 0,1) A$
- 4) $(3,2 \pm 0,2) A$

Ответ



24 В таблице приведена взаимосвязь между расстоянием от линзы до предмета d и от линзы до изображения f . (Расстояние считается отрицательным, если изображение мнимое.)

d, cm	20	40	60	120
f, cm	-13,3	-20	-24	-30

Выберите **два** утверждения, соответствующих результатам этой таблицы, и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.

- 1) Фокусное расстояние линзы 60 см. Линза собирающая.
- 2) Только одно изображение является уменьшенным.
- 3) Все изображения получены с одной стороны от линзы
- 4) Фокусное расстояние линзы 40 см. Линза рассеивающая.
- 5) Во втором случае предмет находится между линзой и точкой фокуса.

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 Легкий стержень длиной 1 м подвешен на двух тросах. Первый трос прикреплен на расстоянии 10 см от правого конца стержня, второй трос – на расстоянии 20 см от левого конца стержня. К середине стержня подвешен груз массой 21 кг. Какова сила натяжения второго троса?

Ответ: _____ Н.

- 26 В калориметр, содержащий 1,5 кг воды при температуре 20°C, положили 1 кг льда, имеющего температуру -13°C. Сколько льда останется в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь. Ответ напишите с точностью одного знака после запятой.

Ответ: _____ кг.

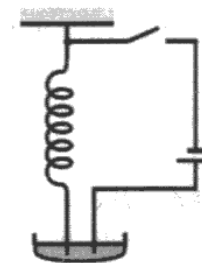
- 27 Дифракционная решётка с периодом $d = 12$ мкм расположена параллельно экрану на расстоянии 3 м от него. Каково расстояние на экране между максимумами второго и третьего порядка, если длина падающей на решётку по нормали к ней плоской монохроматической волны равна 600 нм? Считать $\sin \alpha \approx \alpha$.

Ответ: _____ см.

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 Реальная мягкая металлическая пружина висит, погружившись нижним концом на небольшую глубину в ртуть. Что произойдет после замыкания ключа? Как изменится явление, если ЭДС источника увеличить?

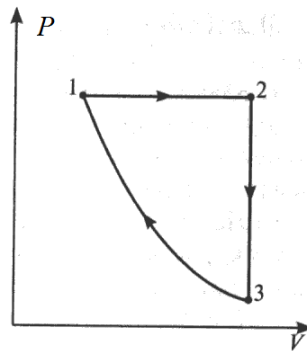


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

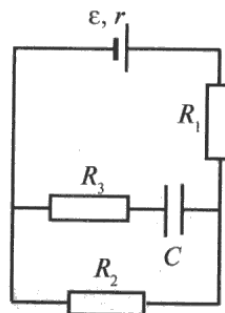
- 29 На экваторе некоторой планеты тела весят втрое больше чем на полюсе. Найдите период обращения этой планеты вокруг своей оси, если плотность планеты $4000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Планету считать однородным шаром. Объем шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.



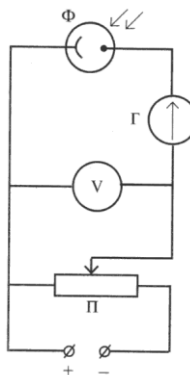
- 30** В тепловом двигателе, рабочим телом которого является один моль идеального одноатомного газа, совершается циклический процесс, изображенный на рисунке. Участок 3-1 - адиабата. Работа газа за один цикл $A = 625$ Дж, температура газа в состоянии 1 $T_1 = 300$ К, коэффициент полезного действия двигателя $\eta = 30\%$. Найдите температуру T_2 в состоянии 2.



- 31** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС $3,6$ В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Какой заряд на левой обкладке конденсатора?



- 32** Для определения постоянной Планка была составлена цепь (см. рисунок). С помощью чувствительного гальванометра Γ фиксируют наличие фототока, а с помощью потенциометра Π можно менять напряжение на электродах фотоэлемента Φ . При освещении фотоэлемента светом с частотой $750 \cdot 10^{12}$ Гц фототок прекращался при напряжении 2 В, а при освещении светом с частотой $390 \cdot 10^{12}$ Гц - при напряжении $0,5$ В. Какое значение постоянной Планка было получено на опыте?





Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 8–10, 13–16, 19–21, 23 и 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемая цифра или число.

Каждое из заданий 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует – 0 баллов.

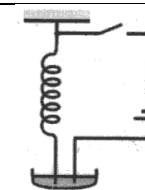
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	15	200
2	2	16	4
3	20	17	32
4	2	18	23
5	50	19	4
6	22	20	3
7	32	21	200
8	2	22	23
9	2	23	1
10	1200	24	34
11	21	25	120
12	13	26	0,7
13	2	27	15
14	3		

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

28

Реальная мягкая металлическая пружина висит, погрузившись нижним концом на небольшую глубину в ртуть. Что произойдет после замыкания ключа? Как изменится явление, если ЭДС источника увеличить?



Возможное решение

1. Витки пружины можно рассматривать как параллельные проводники по которым ток течет в одном направлении. Значит, когда после замыкания ключа возникает ток, витки под действием силы Ампера притягиваются друг к другу, пружина сжимается.
2. В результате сжатия пружины ее нижний конец потеряет контакт с ртутью, электрическая цепь разорвется и ток прекратиться. Сила Ампера исчезнет, и пружина под действием силы тяжести вновь растянется, погрузившись своим нижним концом в ртуть.
- 3 Пункты 1 и 2 будут повторяться. Мы будем наблюдать колебания пружины.
4. Если ЭДС источника увеличить, то сила Ампера (когда она есть) возрастет, и, по второму закону Ньютона, так как масса пружины не изменилась, пружина будет с большим ускорением сжиматься. Период наблюдаемых колебаний уменьшится.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>указано, что наблюдаем колебания, при увеличении ЭДС источника, период колебаний уменьшится</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>сила Ампера прижимает витки, под действие силы тяжести пружина растягивается, при</i>	3

увеличении ЭДС сила Ампера возрастает, сжатие пружины по 2-му закону Ньютона ускориться)	
<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. 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> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p>	1

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

29

На экваторе некоторой планеты тела весят втрое больше чем на полюсе. Найдите период обращения этой планеты вокруг своей оси, если плотность планеты $4000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Планету считать однородным шаром. Объем шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

Возможное решение
<p>В системе координат с нулем в центре планеты и ориентированной по звездам тело на полюсе неподвижно, а тело на экваторе движется по кругу с радиусом равным радиусу планеты R и с частотой обращения планеты T.</p> <p>Вес тела по модулю равен силе реакции опоры N. (третий закон Ньютона). Сила притяжения одинакова на всей поверхности планеты и равна:</p> $F_{\text{тяж}} = G \frac{mM}{R^2}, \quad \text{где } M = V\rho = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho - \text{масса планеты};$ <p style="text-align: center;">ρ - плотность планеты, m – масса тела</p> <p>Тогда по второму закону Ньютона для тела на полюсе:</p> $N_{\text{пол}} - G \frac{mM}{R^2} = 0 \quad (1)$ <p>Для тела на экваторе:</p> $G \frac{mM}{R^2} - N_{\text{экв}} = ma \quad (2),$ <p>где $a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ - центростремительное ускорение</p> <p>Зная что: $\frac{N_{\text{пол}}}{N_{\text{экв}}} = 3$ подставляем из (1) и (2):</p>



$\frac{G \frac{mM}{R^2}}{G \frac{mM}{R^2} - m \frac{4\pi^2 R}{T}} = 3$ <p>Подставляя $M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$, и сделав сокращения: $\frac{\rho}{\rho - \frac{3\pi}{T^2 G}} = 3$, получим:</p> $T = \sqrt{\frac{9\pi}{2G\rho}}$ <p>Ответ: $T \approx 2$ ч.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон всемирного тяготения, второй закон Ньютона, центростремительное ускорение</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены 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 необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p>	2

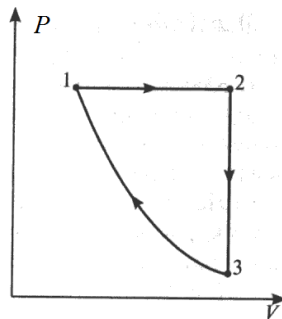
<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>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 <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>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>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>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</p>	1



формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

30

В тепловом двигателе, рабочим телом которого является один моль идеального одноатомного газа, совершается циклический процесс, изображенный на рисунке. Участок 3-1 - адиабата. Работа газа за один цикл $A = 625$ Дж, температура газа в состоянии 1 $T_1 = 300$ К, коэффициент полезного действия двигателя $\eta = 30\%$. Найдите температуру T_2 в состоянии 2.



Возможное решение

КПД тепловой машины:

$$\eta = \frac{A}{Q_H} \quad (1)$$

где A – полезная двигателя за цикл работа, и $A = Q_x - Q_H$,

Q_H – количество теплоты полученное от нагревателя.

Q_x – количество теплоты отданное холодильнику.

Так как тепло рабочее тело получает только на участке 12 (на остальных участках изменение температуры $\Delta T \leq 0$ и работа газа $A \leq 0$), по первому закону термодинамики:

$$Q_H = A_{12} + \Delta U_{12}$$

где

$$A_{12} = P_1(V_2 - V_1) - \text{работа газа на участка 12,}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \mu R \Delta T_{12} - \text{изменение внутренней энергии для } \mu \text{ молей}$$

одноатомного идеального газа на участке 12, здесь $\Delta T_{12} = T_2 - T_1$

но по уравнению Клапейрона – Менделеева $PV = \mu RT$, значит:

$$A_{12} = \mu R \Delta T_{12}$$

А значит:

$$Q_H = \frac{5}{2} \mu R \Delta T_{12}$$

Подставляя в (1) имеем:

$$\eta = \frac{A}{\frac{5}{2} \mu R (T_2 - T_1)}$$

Преобразуя:

$$T_2 = T_1 + \frac{2A}{5R\eta}$$

Ответ: $T_2 = 400$ К

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение КПД, уравнение первого закона термодинамики, уравнение Клапейрона – Менделеева; уравнение внутренней энергии идеального одноатомного газа</i>) II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены 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,	2

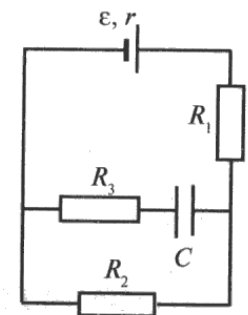


<p>физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</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> <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</p>	1

<p>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

31

Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Какой заряд на левой обкладке конденсатора?



Возможное решение
<p>После того как конденсатор зарядился, ток через него, а значит и через R_3 становится равным нулю. Следовательно напряжение на R_3 тоже равно нулю, а напряжение на конденсаторе равно напряжению на R_2.</p> <p>Ток в цепи можно узнать по закону Ома для полной цепи:</p> $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r} \quad (\text{все элементы соединены последовательно})$ <p>Тогда напряжение на R_2 (и на конденсаторе) по закону Ома для участка цепи:</p> $U = IR_2$ <p>По определению электроемкости:</p> $C = \frac{ Q }{U}, \text{ где } Q - \text{ заряд на одной из обкладок конденсатора, а } U - \text{ напряжение на конденсаторе. Значит:}$ $ Q = CU = C \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r} R_2 = 4.2 \text{ мкКл}$ <p>Так левая обкладка подсоединена к отрицательной клемме источника тока:</p>



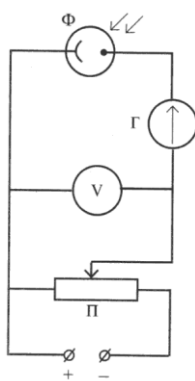
<p>Ответ: -4.2 мкКл</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула связи заряда конденсатора с напряжением, закон Ома для участка цепи и полной цепи, отсутствие постоянного тока через конденсатор</i>)</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены 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 необходимые преобразования. Но имеются 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>	2

<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 <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</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> <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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0



32

Для определения постоянной Планка была составлена цепь (см. рисунок). С помощью чувствительного гальванометра Г фиксируют наличие фототока, а с помощью потенциометра П можно менять напряжение на электродах фотоэлемента Ф. При освещении фотоэлемента светом с частотой $750 \cdot 10^{12}$ Гц фототок прекращался при напряжении 2 В, а при освещении светом с частотой $390 \cdot 10^{12}$ Гц - при напряжении 0,5 В. Какое значение постоянной Планка было получено на опыте?



<p>закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для энергии фотона, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, определение запирающего напряжения</i>)</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены 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 необходимые преобразования. Но имеются 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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. Представлены только положения и</p>	1

Возможное решение	
<p>Энергетические связи при фотоэффекте определяются уравнением Эйнштейна:</p> $E_{\phi} = A + E_e$ <p>Где $E_{\phi} = h\nu$ - энергия фотона, A - работа выхода, E_e - максимальная энергия электрона.</p> <p>Напряжение при котором прекращается фототок (запирающее напряжение) связано с энергией электрона:</p> $Ue = E_e$ <p>Тогда для первого опыта:</p> $h\nu_1 = A + U_1e$ <p>для второго:</p> $h\nu_2 = A + U_2e$ <p>Вычтя из первого уравнения второе, и выразив искомое h получим:</p> $h = \frac{e(U_1 - U_2)}{\nu_1 - \nu_2}$ <p>Ответ: $6,67 \cdot 10^{-34}$ Дж · с</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы,</p>	3



<p>формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>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>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>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

