

## Тренировочный вариант №4 ЕГЭ по ФИЗИКЕ

### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

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	$10^9$	санци	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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**Масса частиц**

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

**Плотность**

		меди	$8900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

**Удельная теплота**

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

**Нормальные условия:** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{С}$ **Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

## Часть 1

**При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A1** Лыжник съехал с горы, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. За время 20 с, в течение которых длился спуск, скорость лыжника возросла от 5 м/с до 15 м/с. С каким ускорением двигался лыжник?

- 1)  $0,5 \text{ м/с}^2$       2)  $1 \text{ м/с}^2$       3)  $5 \text{ м/с}^2$       4)  $10 \text{ м/с}^2$

**A2** Пассажиры, находящиеся в автобусе, непроизвольно отклонились вперед по направлению движения. Это скорее всего вызвано тем, что автобус

- 1) повернул налево  
2) повернул направо  
3) начал тормозить  
4) начал набирать скорость

**A3** Стальной брусок массой  $m$  скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной поверхности стола под действием постоянной силы  $F$ . Площади граней бруска связаны соотношением  $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$ , и он соприкасается со столом гранью площадью  $S_3$ . Каков коэффициент трения бруска о поверхность стола?

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

**A4** На шкале пружинного лабораторного динамометра расстояние между делениями 1 Н и 2 Н равно 2,5 см. Какой должна быть масса груза, подвешенного к пружине динамометра, чтобы она растянулась на 5 см?

- 1) 15 г      2) 20 г      3) 150 г      4) 200 г

**A5** Камень массой 0,5 кг, брошенный вертикально вверх, достиг максимальной высоты 20 м. Определите кинетическую энергию камня в начальный момент времени? Соппротивлением воздуха пренебречь.

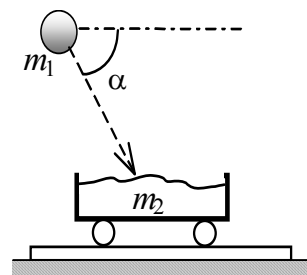
- 1) 100 Дж      2) 200 Дж      3) 10 Дж      4) 20 Дж

**A6** Как изменится частота гармонических свободных колебаний математического маятника при уменьшении его длины в 4 раза?

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

**A7**

Камень массой  $m_1 = 4$  кг падает под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 10 м/с в тележку с песком, покоящуюся на горизонтальных рельсах (см. рисунок). Импульс тележки с песком и камнем после падения камня равен



- 1) 40,0 кг·м/с
- 2) 34,6 кг·м/с
- 3) 28,3 кг·м/с
- 4) 20,0 кг·м/с

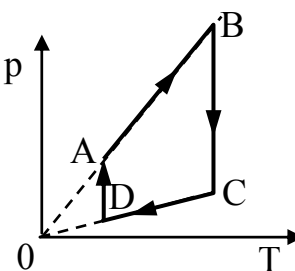
**A8**

Из двух названных ниже явлений –  
**А.** гидростатическое давление жидкости на дно сосуда,  
**Б.** давление газа на стенку сосуда –  
 тепловым движением частиц вещества можно объяснить

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

**A9**

На рисунке показан цикл изменения состояния идеального газа. Изохорному охлаждению соответствует участок



- 1) AB
- 2) DA
- 3) CD
- 4) BC

**A10**

Вещество массой  $m$  находится в жидком состоянии. При постоянной температуре  $T$  ему сообщают количество теплоты  $Q$ , и оно переходит в газообразное состояние. Удельную теплоту парообразования вещества можно рассчитать по формуле

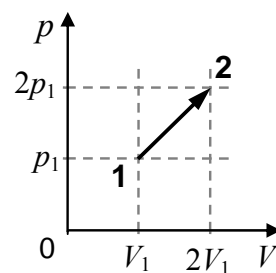
- 1)  $\frac{m}{Q}$
- 2)  $\frac{Q}{m}$
- 3)  $Q \cdot m$
- 4)  $Q \cdot m \cdot T$

**A11** Какое количество теплоты получено газом, если его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж, и газ совершил работу 200 Дж?

- 1) 500 Дж      2) 200 Дж      3) 100 Дж      4) 400 Дж

**A12** На  $pV$ -диаграмме представлен процесс перехода некоторого количества идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Какова температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 она равна 200 К?

- 1) 1200 К  
2) 800 К  
3) 600 К  
4) 300 К



**A13** Два точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 9 мкН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояние между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 3 раза?

- 1) 1 мкН      2) 3 мкН      3) 27 мкН      4) 81 мкН

**A14** В электронагревателе, через который течет постоянный ток, за время  $t$  выделяется количество теплоты  $Q$ . Если сопротивление нагревателя и время  $t$  увеличить вдвое, не изменяя силу тока, то количество выделившейся теплоты будет равно

- 1)  $8Q$       2)  $4Q$       3)  $2Q$       4)  $Q$

**A15** Через катушку индуктивности течет постоянный ток. Если индуктивность катушки увеличить вдвое, а силу тока в два раза уменьшить, то энергия магнитного поля катушки

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

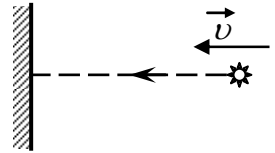
**A16** В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями  $L_1 = 1$  мкГн и  $L_2 = 2$  мкГн, а также два конденсатора, емкости которых  $C_1 = 3$  пФ и  $C_2 = 4$  пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура  $T$  будет наибольшим?

- 1)  $L_1$  и  $C_1$       2)  $L_2$  и  $C_2$       3)  $L_1$  и  $C_2$       4)  $L_2$  и  $C_1$

**A17** Оптическая сила линзы — это величина,

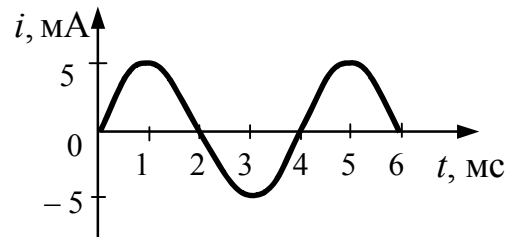
- 1) равная отношению фокусного расстояния линзы к ее диаметру
- 2) обратная ее фокусному расстоянию
- 3) равная отношению диаметра линзы к ее фокусному расстоянию
- 4) обратная расстоянию от линзы до изображения предмета

**A18** На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, приближающегося к зеркалу со скоростью  $v$  (см. рисунок). Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом? (В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника в вакууме распространяется со скоростью  $c$ .)



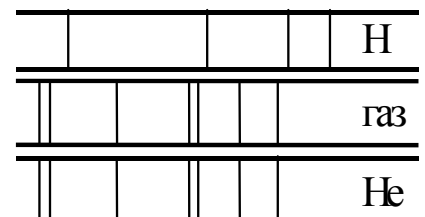
- 1)  $c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
- 2)  $c - v$
- 3)  $c + v$
- 4)  $c$

**A19** На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединенных конденсатора и катушки, индуктивность которой равна  $0,2$  Гн. Максимальное значение энергии магнитного поля катушки равно



- 1)  $2,5 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 2)  $5 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 3)  $5 \cdot 10^{-4}$  Дж
- 4)  $10^{-3}$  Дж

**A20** На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) водорода и гелия
- 3) только гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

**A21** На рисунке представлен фрагмент периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. Нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа.

2	II	<b>Li</b> ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7,4</sub>	<b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	5 <b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	<b>Na</b> НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	<b>Mg</b> МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13 <b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
4	IV	<b>K</b> КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	<b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	21 <b>Sc</b> СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>
	V	29 <b>Cu</b> МЕДЬ 63 <sub>89</sub> 65 <sub>31</sub>	30 <b>Zn</b> ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31 <b>Ga</b> ГАЛЛИЙ 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа меди соответственно равно

- 1) 34 протонов, 29 нейтронов
- 2) 63 протона, 29 нейтронов
- 3) 34 протона, 63 нейтрона
- 4) 29 протонов, 34 нейтрона

**A22** На рисунке показан график изменения массы  $m$ , мг находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Период полураспада этого изотопа равен

- 1) 1 месяц
  - 2) 2 месяца
  - 3) 3 месяца
  - 4) 4 месяца
- 0 1 2 3 4  $t$ , мес.

**A23** В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии  $E_{\max}$  фотоэлектронов при освещении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ .

$\lambda$	$\lambda_0$	$\frac{1}{2}\lambda_0$
$E_{\max}$	$E_0$	$3E_0$

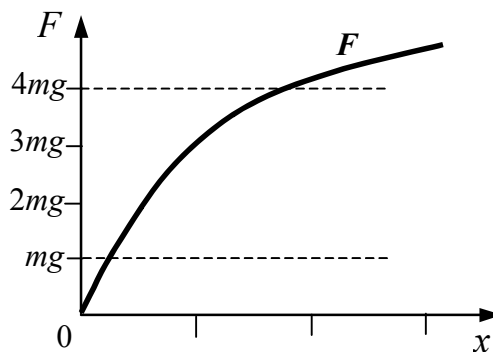
Чему равна работа выхода  $A_{\text{вых}}$  фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

- 1)  $\frac{1}{2}E_0$
- 2)  $E_0$
- 3)  $2E_0$
- 4)  $3E_0$

**A24** Тело, на которое действует сила  $\vec{F}$ , движется с ускорением  $\vec{a}$ . Какую величину можно определить по этим данным?

- 1) массу тела
- 2) кинетическую энергию тела
- 3) скорость тела
- 4) импульс тела

**A25** Период малых вертикальных колебаний груза массы  $m$ , подвешенного на резиновом жгуте, равен  $T_0$ . Зависимость силы упругости резинового жгута  $F$  от удлинения  $x$  изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой  $4m$  на этом жгуте –  $T$  удовлетворяет соотношению



- 1)  $T = T_0$
- 2)  $T = 2T_0$
- 3)  $T > 2T_0$
- 4)  $T < 0,5T_0$

## Часть 2

*Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.*

**В1** В калориметр с водой при комнатной температуре опустили кусок льда, имеющего температуру  $0^\circ\text{C}$ . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: масса воды, ее удельная теплоемкость, масса льда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Масса воды	Удельная теплоемкость воды	Масса льда



**В2** Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний	Частота	Длина волны

**В3** Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $R$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. ( $M$  – масса Земли,  $R$  – радиус орбиты,  $G$  – гравитационная постоянная).

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ФОРМУЛЫ**

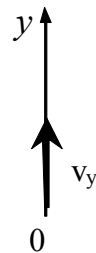
- А) Скорость спутника
- Б) Период обращения спутника вокруг Земли

- 1)  $2\pi\sqrt{\frac{GM}{R}}$
- 2)  $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$
- 3)  $4\pi^2\sqrt{\frac{R}{GM}}$
- 4)  $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

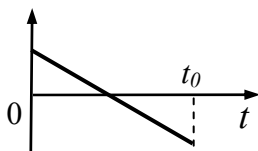
А	Б

**В4**

Камешек брошен вертикально вверх с поверхности земли и через некоторое время  $t_0$  упал на землю. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ****ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

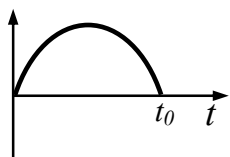
А)



1) Проекция скорости камешка

2) Проекция ускорения камешка

Б)



3) Кинетическая энергия камешка

4) Потенциальная энергия камешка относительно поверхности земли

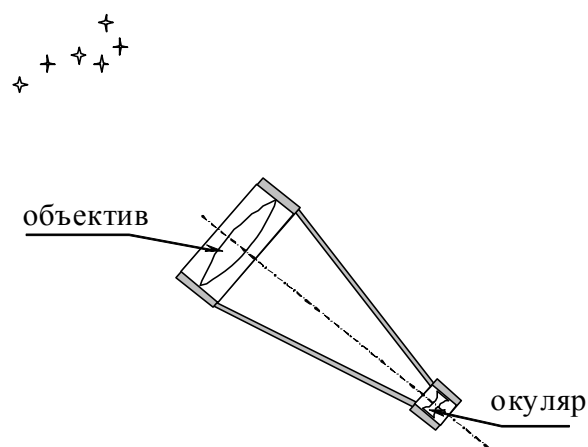
А	Б

**Часть 3**

*Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.*

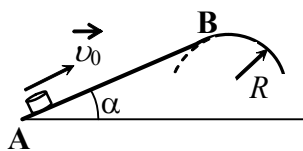
**С1**

Для наблюдения за ночным небом два друга купили себе по телескопу. Устройство этих двух телескопов (см.схему) и используемые материалы абсолютно одинаковые. Единственное различие в том, что у одного из них диаметр объектива равен 15 см, а у другого – 30 см. Размеры окуляра и его оптическая сила у обоих телескопов одинаковые. В какой из телескопов лучше видны неяркие звёзды? Объясните свой ответ.



**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

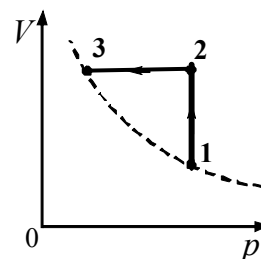
**С2**



Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R$ . Если в точке А скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L = 1$  м, угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой  $\mu = 0,2$ . Найдите внешний радиус трубы  $R$ .

**С3**

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

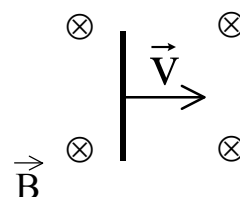


**С4**

К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если через 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.)

**С5**

Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости  $\vec{v}$  проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



**С6**

При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов  $\Delta U = 5$  В. Какова работа выхода  $A_{\text{вых}}$ , если максимальная энергия ускоренных электронов  $E_e$  равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?

## *Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике*

### Вариант 4

#### **Часть 1**

За правильный ответ на каждое задание части 1 ставится 1 балл.

Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.

Вариант 2	
Номер задания	Правильный ответ
1	1
2	3
3	1
4	4
5	1
6	4
7	4
8	2
9	3
10	2
11	3
12	2
13	4
14	2
15	4
16	2
17	2
18	4
19	1
20	3
21	4
22	1
23	2
24	1
25	3

## Часть 2

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях В1–В4 правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ ставится 2 балла, 1 балл – допущена одна ошибка; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ
В1	132
В2	212
В3	42
В4	14

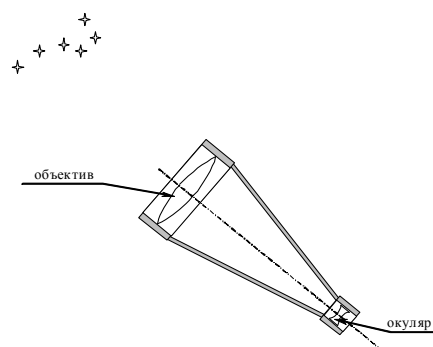
## Часть 3

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий С1–С6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

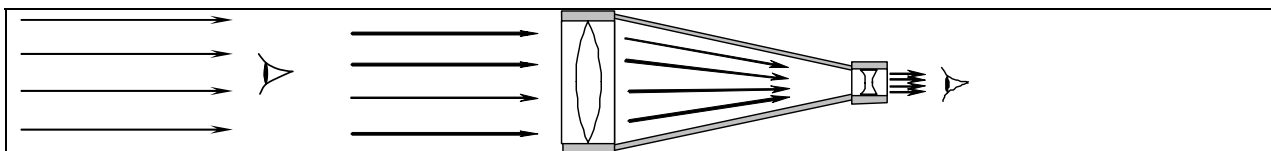
**С1**

Для наблюдения за ночным небом два друга купили себе по телескопу. Устройство этих двух телескопов (см. схему) и используемые материалы абсолютно одинаковые. Единственное различие в том, что у одного из них диаметр объектива равен 15 см, а у другого – 30 см. Размеры окуляра и его оптическая сила у обоих телескопов одинаковые. В какой из телескопов лучше видны неяркие звёзды? Объясните свой ответ.



#### Образец возможного ответа

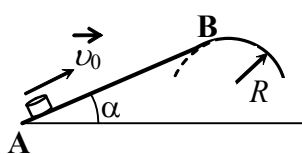
Ночью на поверхность земли падает свет от звёзд. Поскольку звёзды сильно удалены от Земли, свет от них можно считать параллельным лучом (не расходящимся и не сходящимся). При рассматривании звезд без каких либо оптических приборов, в глаз попадает некоторая часть света от каждой звезды. Однако при использовании, например, телескопа, в глаз попадает больше света от рассматриваемой звезды (см.рисунок)



Очевидно, чем больше объектив телескопа, тем больше света от звезды попадает на линзу и тем больше его попадает в глаз наблюдателя. Поэтому в телескоп с большим объективом лучше видны неяркие звёзды, от которых до Земли доходит мало света.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ, и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>распространение света от дальних объектов пучком параллельных лучей</i> ).	3
Дан верный ответ и приведено обоснование, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного ответа.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла. 0	0

C2



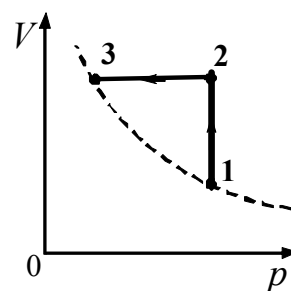
Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R$ . Если в точке А скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L = 1$  м, угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой  $\mu = 0,2$ . Найдите внешний радиус трубы  $R$ .

Образец возможного решения	
<p>Изменение механической энергии шайбы за счет работы силы трения:</p> $\frac{mv_B^2}{2} + mgL \sin \alpha - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgL \cos \alpha. \quad (1)$ <p>В точке В условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения свободного падения:</p> $\frac{v_B^2}{R} = g \cos \alpha, \Rightarrow v_B^2 = gR \cos \alpha. \quad (2)$ <p>Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы <math>R</math>:</p> $R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} - 2L(\mu + \operatorname{tg} \alpha) \approx 0,3 \text{ м.}$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>II закон Ньютона, закон сохранения энергии, формула для работы силы трения</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p>	1

<p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи; ИЛИ</p> <p>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**С3**

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



Образец возможного решения (рисунок не обязателен)	
Первый закон термодинамики в процессе 1-2: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$	
$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T$ и, в частности, $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T_{12}$	
Для процесса 1-2 $p = const$ , следовательно, процесс 1-2 – изобарный.	
Работа газа $A = \Delta(pV)$ при $p = const$ можно записать в виде: $A = p \cdot \Delta V$ .	
С учётом уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = \nu RT$ можем записать: $A = \nu R \cdot \Delta T$ и, в частности, $A_{12} = \nu R \cdot \Delta T_{12}$	
Следовательно, формула расчета количества теплоты:	
$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T_{12} + \nu R \cdot \Delta T_{12} = \frac{5}{2} \nu R \cdot \Delta T_{12}$ .	
По условию задачи $T_3 = T_1$ , следовательно, $Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23}$	
Для состояний <b>2</b> и <b>3</b> можно записать: $\frac{p_2}{p_3} = \frac{T_2}{T_3}$ . Учитывая условие что	
$p_3 = \frac{1}{3} p_2$ , имеем: $T_3 = \frac{1}{3} T_2$ или $T_2 = 3T_3$ и, соответственно,	
$\Delta T_{23} = T_2 - T_3 = 3T_3 - T_3 = 2T_3$	
Таким образом, $Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \cdot 2T_3 = 5\nu RT_3$	
$Q_{23} = 5\nu RT_1 = 5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 300 = 12465 \text{ (Дж)} \approx 12,5 \text{ (кДж)}$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы



<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>I Начало Термодинамики, уравнение Менделеева-Клапейрона, формула для расчёта внутренней энергии идеального газа, формула расчёта работы идеального газа</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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

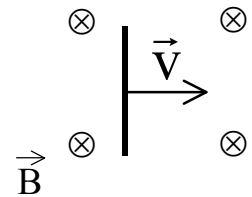
К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если через 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебечь. (Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.)

Образец возможного решения	
<p>Количество теплоты согласно закону Джоуля-Ленца:</p> $Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$ <p>Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:</p> $Q = cm\Delta T, \quad (2)$ <p>где масса проводника <math>m = \rho lS</math> <span style="float: right;">(3)</span></p> <p>(S – площадь поперечного сечения проводника).</p> <p>Сопротивление проводника: <math>R = (\rho_{эл}l)/S. \quad (4)</math></p> <p>Из (1) – (4), получаем: <math display="block">U = \sqrt{\frac{c\rho\rho_{эл}l^2\Delta T}{t}}</math></p> <p><math>U \approx 10</math> В</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — закон Джоуля-Ленца, формула для определения количества <i>теплоты, затрачиваемой на нагревание, формулы, определяющие массу и сопротивление проводника через его параметры</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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

**C5**

Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости  $\vec{v}$  проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



Образец возможного решения

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Изменение магнитного потока за малое время  $\Delta t$ :  $\Delta\Phi = B\Delta S$ ,

где площадь  $\Delta S$  определяется произведением длины проводника  $l$  на его перемещение  $\Delta x$  за время  $\Delta t$ , т.е.  $\Delta\Phi = Bl\Delta x$ .

Следовательно,  $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$ , где  $v$  – скорость движения проводника.

В конце пути длиной  $x$  скорость проводника  $v = \sqrt{2ax}$  ( $a$  – ускорение), так

что  $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax}$ , отсюда  $a = \frac{\mathcal{E}^2}{2B^2l^2x} = 8 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:  $a = 8 \text{ м/с}^2$ .

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>закон электромагнитной индукции, формула магнитного потока, формула скорости равноускоренного движения</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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

При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов  $\Delta U = 5\text{ В}$ . Какова работа выхода  $A_{\text{вых}}$ , если максимальная энергия ускоренных электронов  $E_e$  равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?

Образец возможного решения	
<p>Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: <math>h\nu = E_k + A</math> или <math>h\nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}</math>.</p> <p>Энергия ускоренных электронов: <math>E_e = \frac{mv^2}{2} + e\Delta U = h\nu - A_{\text{вых}} + e\Delta U</math>. (1)</p> <p>По условию <math>E_e = 2h\nu</math>. (2)</p> <p>Отсюда <math>A_{\text{вых}} = e\Delta U - h\nu</math>.</p> <p>Ответ: <math>A_{\text{вых}} = 2\text{ эВ}</math>.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формула связи изменения кинетической энергии электрона с ускоряющей разностью потенциалов</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>— В <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих	1

<p>случаев:</p> <p>— Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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>	<p>0</p>