

Тренировочный вариант №4
ЕГЭ по ФИЗИКЕ 2011 г.

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	санги	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

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

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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 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 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 Па , температура 0°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 м/с^2 3) 5 м/с^2 4) 10 м/с^2

A2 Пассажиры, находящиеся в автобусе, произвольно 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.

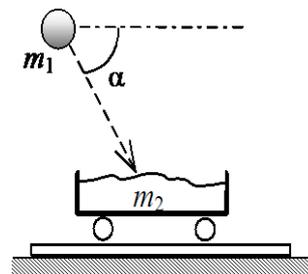
- 1) 100 Дж 2) 200 Дж 3) 10 Дж 4) 20 Дж

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° 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 –

A. гидростатическое давление жидкости на дно сосуда,

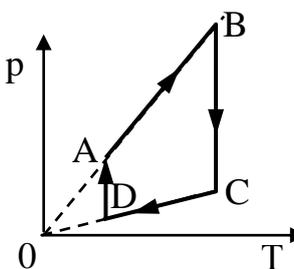
Б. давление газа на стенку сосуда –

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

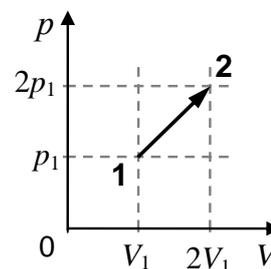
- 1) $\frac{m}{Q}$
- 2) $\frac{Q}{m}$
- 3) $Q \cdot m$
- 4) $Q \cdot m \cdot T$

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

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	Li ЛИТИЙ 3	Be БЕРИЛЛИЙ 4	5	B БОР
		7 ₉₃ 6 _{7,4}	9 ₁₀₀	11 ₈₀ 10 ₂₀	
3	III	Na НАТРИЙ 11	Mg МАГНИЙ 12	13	Al АЛЮМИНИЙ
		23 ₁₀₀	24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	27 ₁₀₀	
4	IV	K КАЛИЙ 19	Ca КАЛЬЦИЙ 20	Sc СКАНДИЙ 21	
	V	29	Cu МЕДЬ	30	Zn ЦИНК
		63 ₆₉ 65 ₃₁	64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga ГАЛЛИЙ
				69 ₆₀ 71 ₄₀	

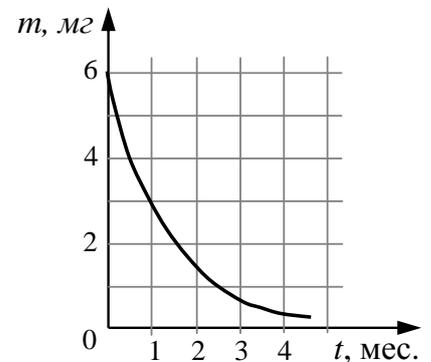
Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа меди соответственно равно

- 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 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



A23

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

λ	λ_0	$\frac{1}{2} \lambda_0$
E_{\max}	E_0	$3 E_0$

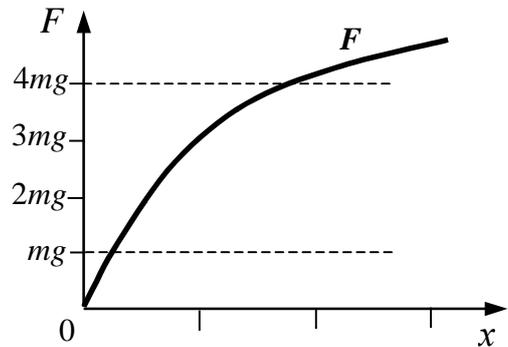
Чему равна работа выхода $A_{\text{вых}}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

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

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 (B1–B4) 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.

B1 В калориметр с водой при комнатной температуре опустили кусок льда, имеющего температуру 0°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 λ . 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

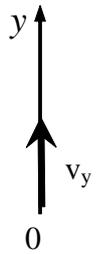
- А) Скорость спутника
- Б) Период обращения спутника вокруг Земли

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

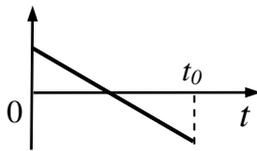
А	Б

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**

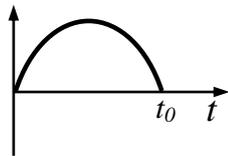
А)



1) Проекция скорости камешка

2) Проекция ускорения камешка

Б)



3) Кинетическая энергия камешка

4) Потенциальная энергия камешка относительно поверхности земли

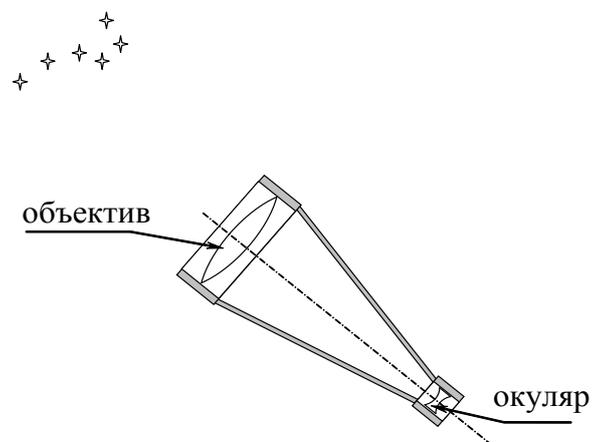
А	Б

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.

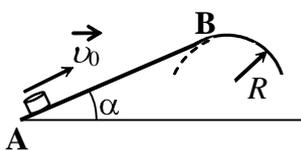
С1

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.

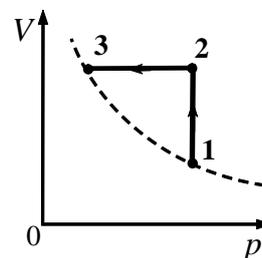
С2



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?

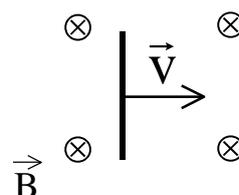


С4

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 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

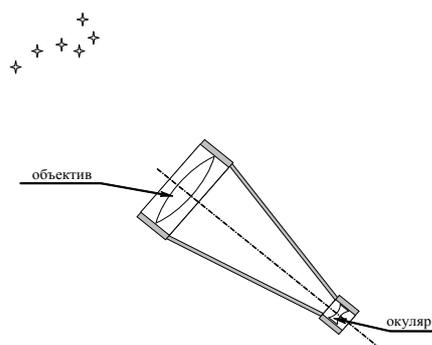
Часть 3

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.

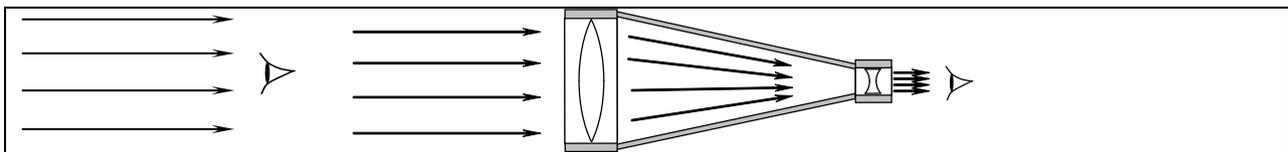
С1

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

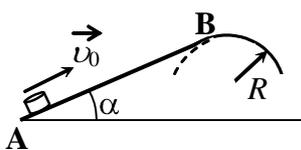
Ночью на поверхность земли падает свет от звёзд. Поскольку звёзды сильно удалены от Земли, свет от них можно считать параллельным лучом (не расходящимся и не сходящимся). При рассматривании звезд без каких либо оптических приборов, в глаз попадает некоторая часть света от каждой звезды. Однако при использовании,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



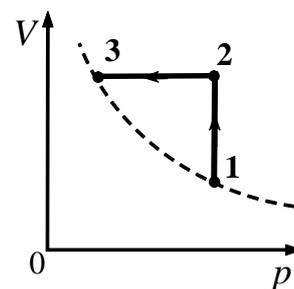
Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R . Если в точке А скорость шайбы превосходит $v_0 = 4$ м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина 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	
Изменение механической энергии шайбы за счет работы силы трения:	
$\frac{mv_B^2}{2} + mgL \sin \alpha - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgL \cos \alpha. \quad (1)$	
В точке В условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения свободного падения:	
$\frac{v_B^2}{R} = g \cos \alpha, \Rightarrow v_B^2 = gR \cos \alpha. \quad (2)$	
Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы R :	
$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} - 2L(\mu + \operatorname{tg} \alpha) \approx 0,3 \text{ м.}$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 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>); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: – в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка; ИЛИ – необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены; ИЛИ – не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде; ИЛИ – решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – 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; ИЛИ	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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	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: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T \text{ и, в частности, } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T_{12}$$

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:

$$A = \nu R \cdot \Delta T \text{ и, в частности, } A_{12} = \nu R \cdot \Delta T_{12}$$

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 2 и 3 можно записать: $\frac{p_2}{p_3} = \frac{T_2}{T_3}$. Учитывая условие что

$$p_3 = \frac{1}{3} p_2, \text{ имеем: } T_3 = \frac{1}{3} T_2 \text{ или } T_2 = 3T_3 \text{ и, соответственно,}$$

$$\Delta T_{23} = T_2 - T_3 = 3T_3 - T_3 = 2T_3$$

$$\text{Таким образом, } Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \cdot 2T_3 = 5\nu RT_3$$

$$Q_{23} = 5\nu RT_1 = 5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 300 = 12465 \text{ Дж} \approx 12,5 \text{ (кДж)}$$

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>1 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

C4

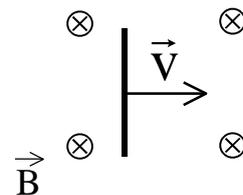
К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если через 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебечь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ 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 $m = \rho lS$ (3)</p> <p>(S – площадь поперечного сечения проводника).</p> <p>Сопротивление проводника: $R = (\rho_{эл}l)/S. \quad (4)$</p> <p>Из (1) – (4), получаем: $U = \sqrt{\frac{c\rho\rho_{эл}l^2\Delta T}{t}}$</p> <p>$U \approx 10$ 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; 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; 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 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 Δt : $\Delta\Phi = B\Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , 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 $a = \frac{\mathcal{E}^2}{2B^2l^2x}$.

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: $h\nu = E_k + A$ или $h\nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}$.</p> <p>Энергия ускоренных электронов: $E_e = \frac{mv^2}{2} + e\Delta U = h\nu - A_{\text{вых}} + e\Delta U$. (1)</p> <p>По условию $E_e = 2h\nu$. (2)</p> <p>Отсюда $A_{\text{вых}} = e\Delta U - h\nu$.</p> <p>Ответ: $A_{\text{вых}} = 2\text{эВ}$.</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>