

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
**Руководитель Федеральной**  
**службы по надзору в сфере**  
**образования и науки**

**«СОГЛАСОВАНО»**  
**Председатель Научно-**  
**методического совета ФИПИ**  
**по физике**

  
**В.А. Болотов**  
« 02 » мая 2007 г.

  
**Г.Г. Спирин**  
« 29 » сентября 2007 г.

**Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**

**Демонстрационный вариант КИМ 2008 г.**

подготовлен Федеральным государственным научным учреждением  
**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

**Директор ФИПИ**  
  
**А.Г.Ершов**

## Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

### Пояснения к демонстрационному варианту

При ознакомлении с Демонстрационным вариантом 2008 года следует иметь в виду, что задания, включённые в демонстрационный вариант, не отражают всех вопросов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2008 году. Полный перечень вопросов, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2008 года, приведен в кодификаторе, помещённом на сайтах [www.ege.edu.ru](http://www.ege.edu.ru) и [www.fipi.ru](http://www.fipi.ru).

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве заданий, их форме, уровне сложности: базовом, повышенном и высоком. Приведённые критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом (тип «С»), включённые в этот вариант, позволят составить представление о требованиях к полноте и правильности записи развёрнутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ в соответствии с целями, которые они ставят перед собой.

**Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ****Демонстрационный вариант 2008 г.****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 39 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (А1 – А30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1 – В4), на которые следует дать краткий ответ. Для задания В1 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В2 – В4 – в виде числа.

Часть 3 состоит из 5 заданий (С1 – С5), для которых требуется привести развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ).

При вычислении 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.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. 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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
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**

воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	парафина	$900 \text{ кг/м}^3$
древеси́ны (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

**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  $0^\circ\text{С}$

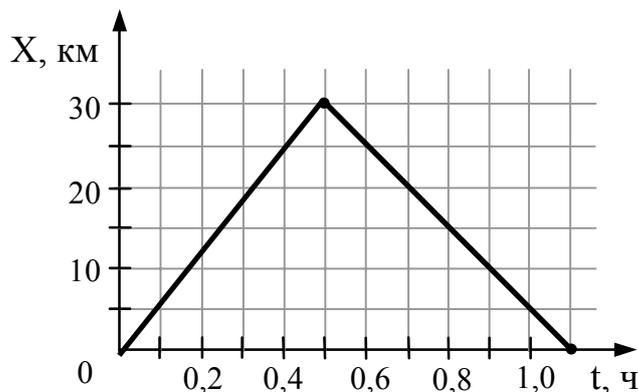
**Молярная масса**

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 – A30) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A1**



На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке  $x = 0$ , а пункт Б – в точке  $x = 30$  км. Чему равна максимальная скорость автобуса на всем пути следования туда и обратно?

- 1) 40 км/ч                      2) 50 км/ч                      3) 60 км/ч                      4) 75 км/ч

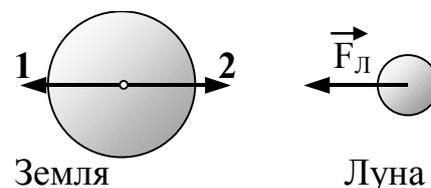
**A2**

Льдинку, плавающую в стакане с пресной водой, перенесли в стакан с соленой водой. При этом архимедова сила, действующая на льдинку,

- 1) уменьшилась, так как плотность пресной воды меньше плотности соленой
- 2) уменьшилась, так как уменьшилась глубина погружения льдинки в воду
- 3) увеличилась, так как плотность соленой воды выше, чем плотность пресной воды
- 4) не изменилась, так как выталкивающая сила равна весу льдинки в воздухе

**A3**

На рисунке приведены условные изображения Земли и Луны, а также вектор  $\vec{F}_L$  силы притяжения Луны Землей. Известно, что масса Земли примерно в 81 раз больше массы Луны. Вдоль какой стрелки (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны Луны?



- 1) вдоль 1, равна  $F_L$
- 2) вдоль 2, равна  $F_L$
- 3) вдоль 1, равна  $81F_L$
- 4) вдоль 2, равна  $\frac{F_L}{81}$

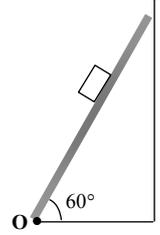
**A4**

Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 20 Н, сила трения 5 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8                      2) 0,25                      3) 0,75                      4) 0,2

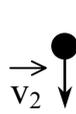
**A5**

При выполнении лабораторной работы ученик установил наклонную плоскость под углом  $60^\circ$  к поверхности стола. Длина плоскости равна  $0,6$  м. Чему равен момент силы тяжести бруска массой  $0,1$  кг относительно точки  $O$  при прохождении им середины наклонной плоскости?

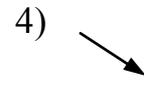
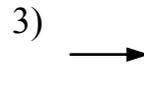
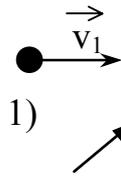


- 1)  $0,15$  Н·м      2)  $0,30$  Н·м      3)  $0,45$  Н·м      4)  $0,60$  Н·м

**A6**



Шары одинаковой массы движутся так, как показано на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после соударения?

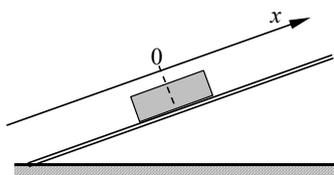


**A7**

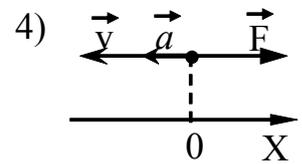
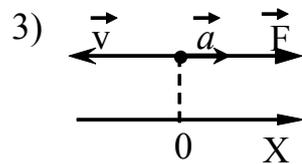
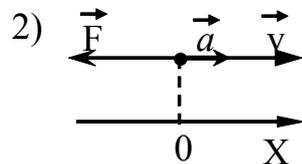
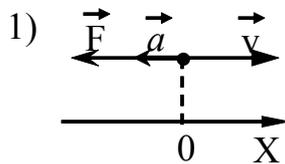
Если и длину математического маятника, и массу его груза увеличить в  $4$  раза, то период свободных гармонических колебаний маятника

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

**A8**

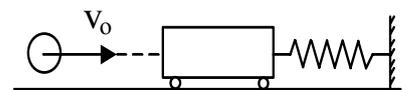


После толчка брусок скользит вверх по наклонной плоскости. В системе отсчета, связанной с плоскостью, направление оси  $Ox$  показано на левом рисунке. На каком из рисунков правильно показаны направления векторов скорости  $\vec{v}$  бруска, его ускорения  $\vec{a}$  и равнодействующей силы  $\vec{F}$ ?



**A9**

Пластилинный шар массой  $0,1$  кг имеет скорость  $1$  м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой  $0,1$  кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке (см. рисунок).



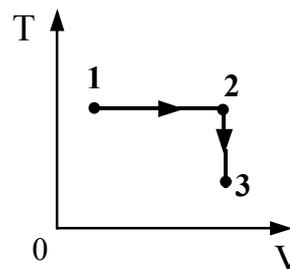
Чему равна полная механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением пренебречь.

- 1)  $0,1$  Дж      2)  $0,5$  Дж      3)  $0,05$  Дж      4)  $0,025$  Дж

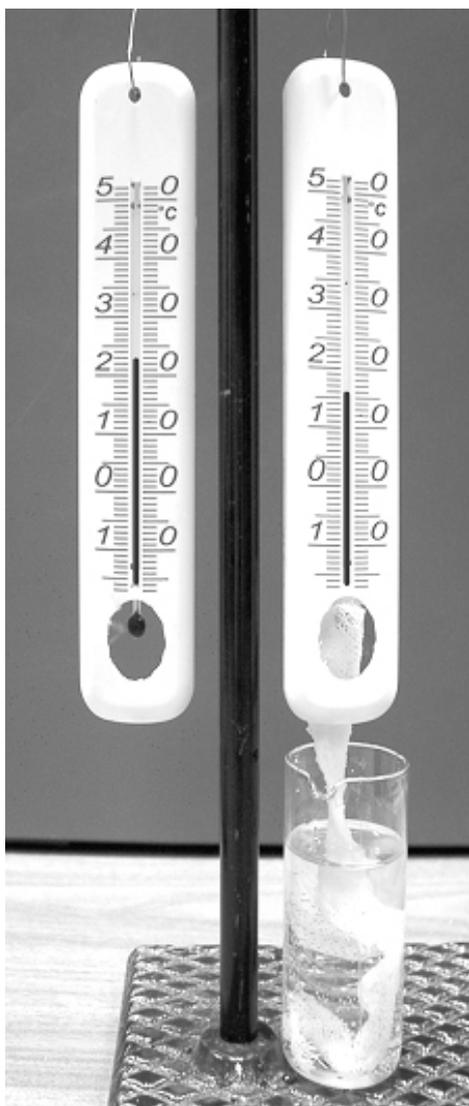
A10

Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на рисунке. Наибольшее давление газа в процессе достигается

- 1) в точке 1
- 2) в точке 3
- 3) на всем отрезке 1–2
- 4) на всем отрезке 2–3



A11



На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха. Ниже приведена психрометрическая таблица, в которой влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

t сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	°C	0	1	2	3	4	5	6	7
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

- 1) 37%
- 2) 40%
- 3) 48%
- 4) 59%

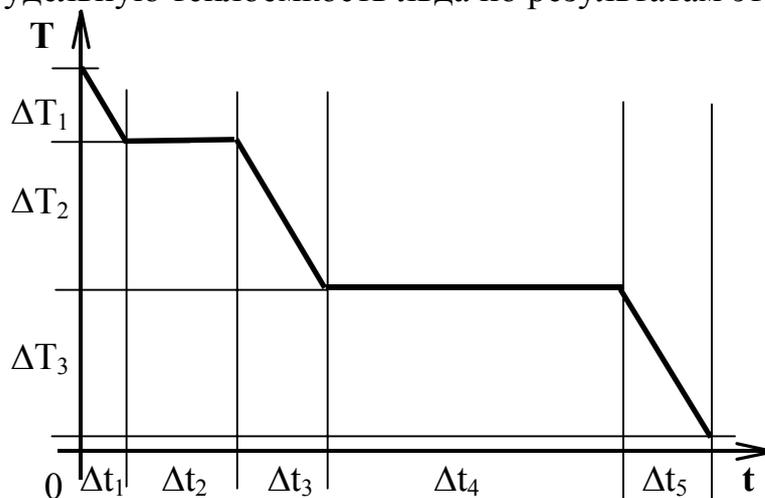
A12

При постоянной температуре объём данной массы идеального газа возрос в 4 раза. Давление газа при этом

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 4 раза
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) уменьшилось в 4 раза

A13

На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры  $T$  воды массой  $m$  от времени  $t$  при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью  $P$ . В момент времени  $t=0$  вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость льда по результатам этого опыта?



- 1)  $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m}$       2)  $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$       3)  $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$       4)  $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$

A14

Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна

- 1) 0,5 кДж      2) 1,0 кДж      3) 1,5 кДж      4) 2,0 кДж

A15

Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе ее работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с?

- 1) 0,4 Дж      2) 40 Дж      3) 400 Дж      4) 40 кДж

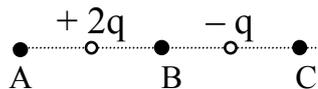
A16

Как изменится сила электростатического взаимодействия двух электрических зарядов при перенесении их из вакуума в среду с диэлектрической проницаемостью 81, если расстояние между ними останется прежним?

- 1) увеличится в 81 раз  
2) уменьшится в 81 раз  
3) увеличится в 9 раз  
4) уменьшится в 9 раз

**A17**

На рисунке показано расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $+2q$  и  $-q$ .

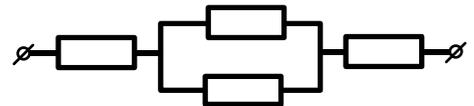


Модуль вектора напряженности электрического поля этих зарядов имеет

- 1) максимальное значение в точке А
- 2) максимальное значение в точке В
- 3) одинаковые значения в точках А и С
- 4) одинаковые значения во всех трех точках

**A18**

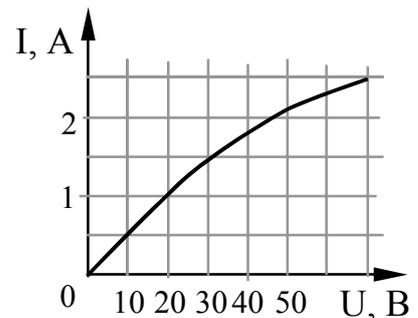
В участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно 2 Ом. Полное сопротивление участка равно



- 1) 8 Ом
- 2) 6 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 4 Ом

**A19**

На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 30 В мощность тока в лампе равна



- 1) 135 Вт
- 2) 67,5 Вт
- 3) 45 Вт
- 4) 20 Вт

**A20**

Сравните индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  двух катушек, если при одинаковой силе тока энергия магнитного поля, создаваемого током в первой катушке, в 9 раз больше, чем энергия магнитного поля, создаваемого током во второй катушке.

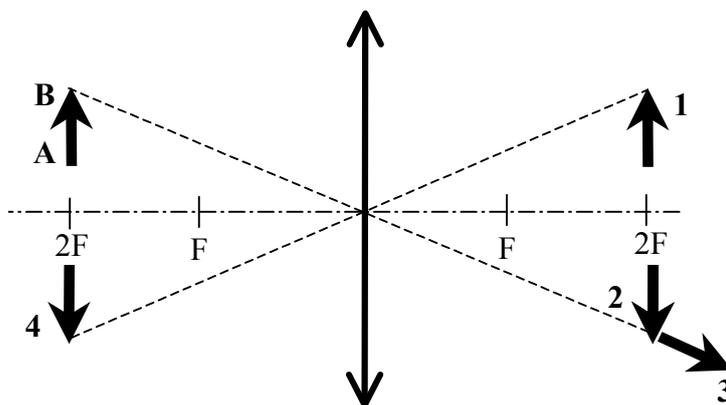
- 1)  $L_1$  в 9 раз больше, чем  $L_2$
- 2)  $L_1$  в 9 раз меньше, чем  $L_2$
- 3)  $L_1$  в 3 раза больше, чем  $L_2$
- 4)  $L_1$  в 3 раза меньше, чем  $L_2$

**A21**

Среди приведенных примеров электромагнитных волн максимальной длиной волны обладает

- 1) инфракрасное излучение Солнца
- 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
- 3) излучение  $\gamma$ -радиоактивного препарата
- 4) излучение антенны радиопередатчика

A22



Какой из образов 1 – 4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A23

Два первоначально покоившихся электрона ускоряются в электрическом поле: первый в поле с разностью потенциалов  $U$ , второй –  $2U$ . Ускорившиеся электроны попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны скорости движения электронов. Отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле равно

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

A24

Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло – воздух равен  $\frac{8}{13}$ . Какова скорость света в стекле?

- 1)  $4,88 \cdot 10^8$  м/с
- 2)  $2,35 \cdot 10^8$  м/с
- 3)  $1,85 \cdot 10^8$  м/с
- 4)  $3,82 \cdot 10^8$  м/с

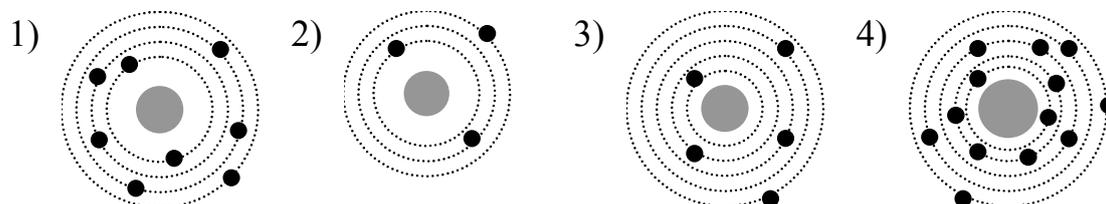
A25

Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый – в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
- 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
- 3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
- 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

A26

На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Какая схема соответствует атому  ${}^1_5\text{B}$ ?



A27

Какая доля от большого количества радиоактивных атомов остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25%                      2) 50%                      3) 75%                      4) 0%

A28

В результате серии радиоактивных распадов уран  ${}^{238}_{92}\text{U}$  превращается в свинец  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Какое количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов он испытывает при этом?

- 1) 8  $\alpha$  и 6  $\beta$             2) 6  $\alpha$  и 8  $\beta$             3) 10  $\alpha$  и 5  $\beta$             4) 5  $\alpha$  и 10  $\beta$

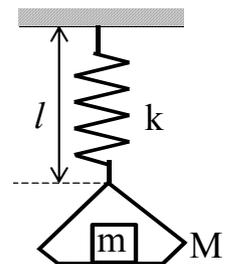
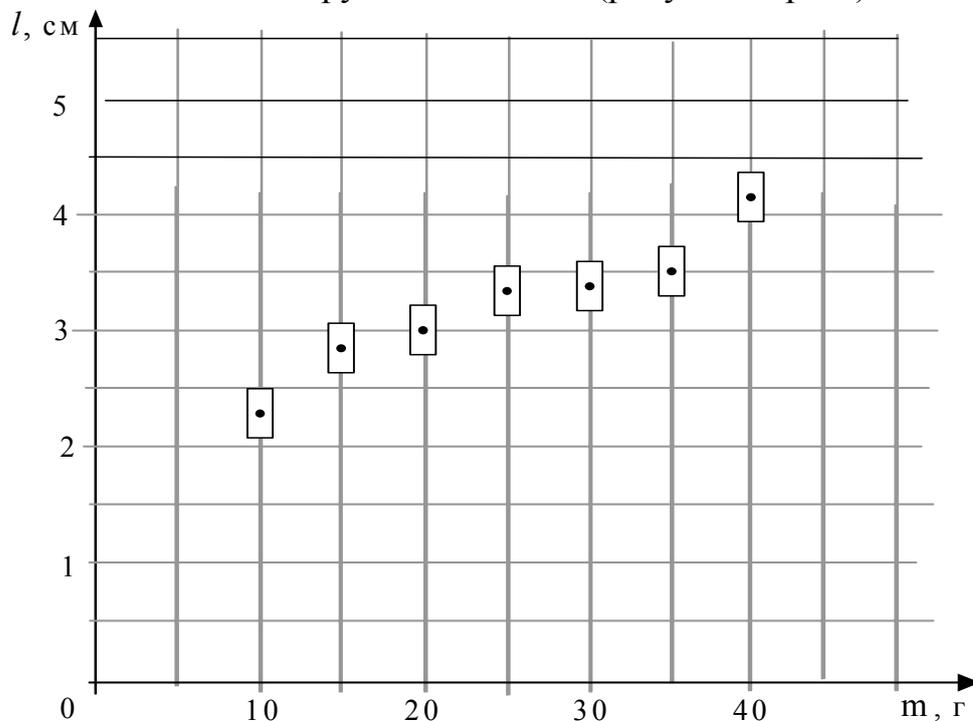
A29

В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода  $3,4 \cdot 10^{-19}$  Дж и стали освещать ее светом частоты  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) увеличилось в 1,5 раза  
2) стало равным нулю  
3) уменьшилось в 2 раза  
4) уменьшилось более чем в 2 раза

A30

На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (рисунок справа).



С учетом погрешностей измерений ( $\Delta m = \pm 1$  г,  $\Delta l = \pm 0,2$  см) жесткость пружины  $k$  приблизительно равна

- 1) 7 Н/м                      2) 10 Н/м                      3) 20 Н/м                      4) 30 Н/м

## Часть 2

**В задании В1 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов №1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)**

В1

Плоский воздушный конденсатор отключили от источника тока, а затем увеличили расстояние между его пластинами. Что произойдет при этом с зарядом на обкладках конденсатора, электроемкостью конденсатора и напряжением на его обкладках?

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

А) Заряд конденсатора

1) увеличится

Б) Электроемкость

2) уменьшится

В) Напряжение на обкладках

3) не изменится

А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

**Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов №1 справа от номера задания (В2 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.**

В2

Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускорение груза при этом равно  $10 \text{ м/с}^2$ . Какова максимальная скорость груза?

В3

В баллоне находятся 20 кг азота при температуре 300 К и давлении  $10^5 \text{ Па}$ . Каков объём баллона? Ответ округлите до целых.

В4

Прямолинейный проводник длиной  $l = 0,2 \text{ м}$ , по которому течет ток  $I = 2 \text{ А}$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,6 \text{ Тл}$  и расположен перпендикулярно вектору  $\vec{B}$ . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1**

## Часть 3

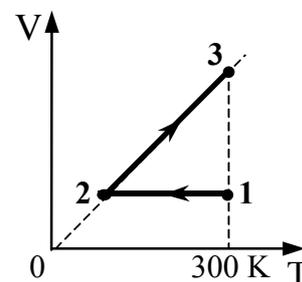
**Задания С1 – С5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.**

С1

Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

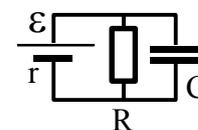
С2

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



С3

К источнику тока с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением  $R = 8$  Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d = 0,002$  м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?

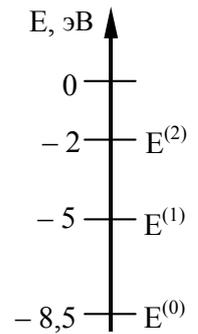


С4

На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под плотом. Глубиной погружения пловца и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным  $\frac{4}{3}$ .

С5

Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным  $1,2 \cdot 10^{-24}$  кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



**Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике****Часть 1**

<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>	<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>
A1	3	A16	2
A2	4	A17	2
A3	2	A18	3
A4	2	A19	3
A5	1	A20	1
A6	4	A21	4
A7	1	A22	2
A8	1	A23	3
A9	4	A24	3
A10	1	A25	1
A11	3	A26	3
A12	4	A27	1
A13	4	A28	1
A14	2	A29	2
A15	4	A30	3

**Часть 2**

<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>
B1	321
B2	1
B3	18
B4	0,24

**Часть 3****КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ  
С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Решения заданий С1 – С5 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от правильности и полноты данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**Внимание!** При выставлении баллов за выполнение задания в «Протокол проверки ответов на задания бланка № 2» следует иметь в виду, что, если ответ отсутствует (нет никаких записей, свидетельствующих о том, что экзаменуемый приступал к выполнению задания), то в протокол проставляется «X», а не «0». При использовании технологии «КРОК» в подобной ситуации используется знак «→», а не «X».

- C1** Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

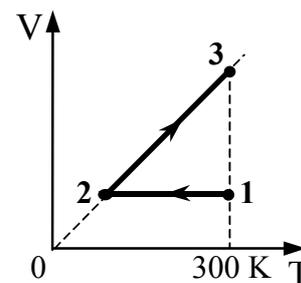
**Ответ:**

<b>Образец возможного решения (рисунок не обязателен)</b>	
<p>Пусть <math>m</math> – масса куса пластилина, <math>M</math> – масса бруска, <math>u_0</math> – начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия.                      Согласно закону сохранения импульса: <math>Mv_{бр} - mv_{пл} = (M + m)u_0</math>.</p> <p>Так как <math>M = 4m</math> и <math>v_{бр} = \frac{1}{3}v_{пл}</math>, то <math>4m \cdot \frac{1}{3}v_{пл} - mv_{пл} = 5mu_0 \Rightarrow</math></p> $4mv_{пл} - 3mv_{пл} = 15mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{15}v_{пл}.$ <p>По условию конечная скорость бруска с пластилином <math>u = 0,7 u_0</math>.                      По закону сохранения и изменения механической энергии:</p> $\frac{(M+m)u_0^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + \mu(M+m)gS \Rightarrow$ $\frac{5m\left(\frac{1}{15}v_{пл}\right)^2}{2} = \frac{5m\left(0,7 \cdot \frac{1}{15}v_{пл}\right)^2}{2} + 5m\mu gS \Rightarrow \frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 - \frac{0,49}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 = \mu gS$ $\Rightarrow S = \frac{0,255}{225} \cdot \frac{v_{пл}^2}{\mu g} = 0,15 \text{ (м)}.$ <p>Ответ: <math>S = 0,15</math> м.</p>	
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон сохранения импульса, закон сохранения и изменения механической энергии);</li> <li>проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</li> </ol>	3
<p>– Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– Правильно записаны необходимые формулы, записан</p>	2

правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ – В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в <u>ОДНОЙ</u> из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, <u>необходимых</u> для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

С2

10 моль одноатомного идеального газа сначала охладили, уменьшив давление в 3 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



**Ответ:**

**Образец возможного решения**

Первый закон термодинамики, формулы расчета изменения внутренней энергии и работы газа в изобарном процессе:  $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$ ,

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}, \quad A_{23} = \nu R \Delta T_{23}.$$

Следовательно, формула расчета количества теплоты:  $Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$ ,  
в которой учтено, что  $T_3 = T_1$ .

Применив закон Шарля для состояний 1 и 2:  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ , получим  
соотношение  $T_2 = \frac{T_1}{3}$ .

Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и  
числовое значение:  $\Delta T_{23} = \frac{2}{3} T_1$ .  $Q_{23} = \frac{5}{3} \nu R T_1$ .

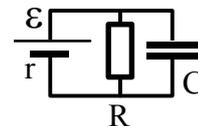
Ответ: 41,6 кДж.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — I начало термодинамики, уравнение для расчета внутренней энергии, работы газа, закон Шарля);</li> <li>2. проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</li> </ol>	3
<p>– Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2
<p>– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

– Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

**С3**

К источнику тока с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением  $R = 8$  Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d = 0,002$  м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



**Ответ:**

<b>Образец возможного решения</b>	
<p>Закон Ома для полной цепи: <math>I = \frac{\varepsilon}{r + R}</math>.</p> <p>Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны <math>U = IR</math>,  <math>U = Ed</math>, где <math>E</math> — напряженность поля в конденсаторе.</p> <p>Следовательно, <math>E = \frac{U}{d} = \frac{IR}{d} = \frac{\varepsilon R}{d(r + R)} = 4</math> кВ/м.</p> <p>Ответ: <math>E = 4</math> кВ/м.</p>	
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля);</li> <li>– проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</li> </ul>	3
<p>– Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– В математических преобразованиях или вычислениях допущена</p>	2

ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в <u>ОДНОЙ</u> из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

- С4** На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под плотом. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным  $\frac{4}{3}$ .

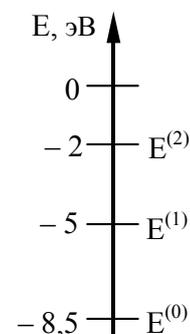
**Ответ:**

<b>Образец возможного решения</b>	
<p>Область тени – это пирамида, боковые грани которой очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды. Согласно рисунку, глубину <math>h</math> тени можно определить по формуле</p> $h = \frac{a}{\operatorname{tg} \gamma},$ <p>где <math>a</math> – полуширина плота. Значение <math>\operatorname{tg} \gamma</math> найдем из закона преломления света: <math>\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n</math>, где <math>n</math> — показатель преломления воды, а</p> $\alpha = 90^\circ. \text{ Имеем: } \sin \gamma = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\frac{3}{4}}{\sqrt{1 - \frac{9}{16}}} = \frac{3}{\sqrt{7}}; \quad h = \frac{2\sqrt{7}}{3} \approx 1,76 \text{ (м).}$ <p>Ответ: 1,76 м.</p>	
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — закон преломления света и</p>	3

<p>тригонометрическая формула для определения глубины тени);                  – проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	
<p>– Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.                  ИЛИ                  – Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.                  ИЛИ                  – В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2
<p>– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.                  ИЛИ                  – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка.                  ИЛИ                  – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).</p>	0

C5

Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным  $1,2 \cdot 10^{-24}$  кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



**Ответ:****Образец возможного решения**

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние  $E^{(0)}$ . Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной  $E = E_0 + 3,5 \text{ эВ}$ , где  $E_0$  – энергия электрона до столкновения; отсюда:  $E_0 = E - 3,5 \text{ эВ}$ . Импульс  $p$  электрона связан с его кинетической энергией соотношением  $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$ , или  $E = \frac{p^2}{2m}$ , где  $m$  – масса электрона. Следовательно,  $E_0 = \frac{p^2}{2m} - 3,5 \text{ эВ} = \frac{1,44 \cdot 10^{-48}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$ .

Ответ:  $2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ .

<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — постулаты Бора, связь импульса тела с его кинетической энергией);</li> <li>– проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в <u>ОДНОЙ</u> из них допущена ошибка.</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.</li> </ul>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).</p>	0