

## Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

### Вариант № 135

#### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

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

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 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	$10^9$	санти	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	$10^{-12}$

<b>Константы</b>	
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

<b>Соотношение между различными единицами</b>	
температура	0 К = - 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

<b>Масса частиц</b>	
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>			
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13600 кг/м <sup>3</sup>

<b>Удельная теплоемкость</b>			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

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

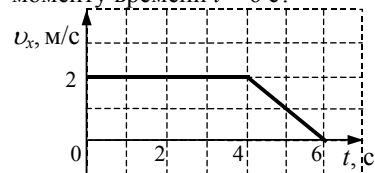
<b>Нормальные условия</b>	
давление	$10^5 \text{ Па}$ , температура 0°С

<b>Молярная масса</b>			
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**

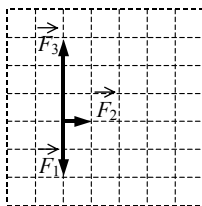
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1** Тело движется по оси  $Ox$ . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени  $t = 6$  с?



- 1) 8 м                      2) 9 м                      3) 10 м                      4) 12 м

**A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если  $F_2 = 1$  Н?



- 1) 2 Н  
2) 6 Н  
3)  $\sqrt{2}$  Н  
4)  $\sqrt{10}$  Н

**A3** Пружина, жесткость которой  $k = 10^4$  Н/м, под действием силы 100 Н растянется на

- 1) 1 м                      2) 10 см                      3) 1 см                      4) 1 мм

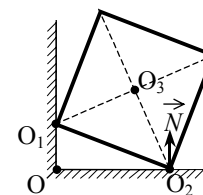
**A4** Тело движется по прямой в одном направлении. На тело в течение 4 с действует постоянная сила, равная по модулю 10 Н. Каково изменение импульса тела за это время?

- 1) 40 кг·м/с                      2) 10 кг·м/с                      3) 2,5 кг·м/с                      4) 0,4 кг·м/с

**A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 0,5 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины уменьшить в 5 раз?

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

**A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости  $\vec{N}$  относительно оси, проходящей через точку  $O_2$  перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) 0                      2)  $O_2O$                       3)  $O_1O$                       4)  $O_2O_1$

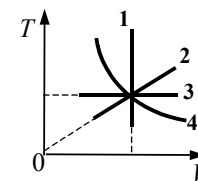
**A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с                      2) 10 м/с                      3) 12,5 м/с                      4) 15 м/с

**A8** Температура тела А равна 100 К, температура тела Б равна 100°C. Какое утверждение является правильным?

- 1) температура тела А выше, чем температура тела Б  
2) температура тела Б выше, чем температура тела А  
3) температуры тел А и Б одинаковы  
4) сравнивать значения температуры тел нельзя, так как они приведены в разных единицах

**A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

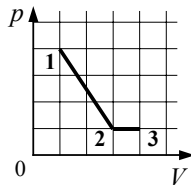


- 1) изотерму  
2) изобару  
3) изохору  
4) адиабату

**A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C. Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж                      2) 2,56 кДж                      3) 128 Дж                      4) 1,28 кДж

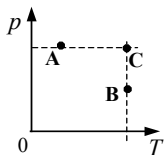
**A11** На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа  $\frac{A_{12}}{A_{23}}$  на этих двух отрезках  $pV$ -диаграммы?



- 1) 6                      2) 5                      3) 3

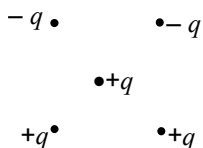
4) 4

**A12** Три состояния идеального газа неизменной массы показаны на  $pT$ -диаграмме точками А, В и С. Как соотносятся объемы газа в этих состояниях?



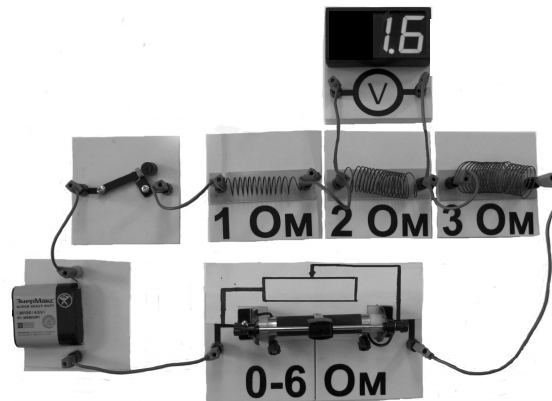
- 1)  $V_A < V_B$   
 2)  $V_A > V_B$   
 3)  $V_A = V_B$   
 4)  $V_A = V_C$

**A13** Как направлена кулоновская сила  $\vec{F}$ , действующая на положительный точечный заряд  $q$ , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды:  $+q, +q, -q, -q$  (см. рисунок)?



- 1)  $\rightarrow$                       2)  $\leftarrow$                       3)  $\uparrow$                       4)  $\downarrow$

**A14** На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,4 В                      2) 0,8 В                      3) 1,6 В                      4) 2,4 В

**A15** На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

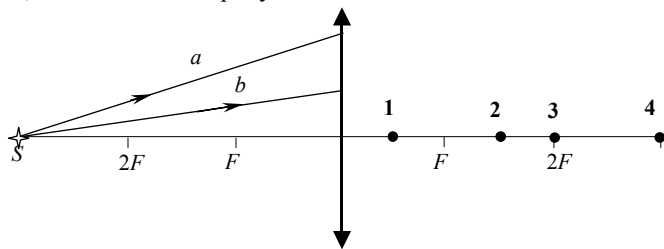


- 1) в плоскости чертежа вверх  $\uparrow$   
 2) в плоскости чертежа вниз  $\downarrow$   
 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа  $\otimes$   
 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа  $\odot$

**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  $C_1 = 30$  пФ и  $C_2 = 40$  пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина  $\lambda$  электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наибольшей?

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

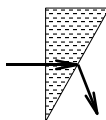
**A17** От точечного источника света  $S$ , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $3F$  от нее, распространяются два луча  $a$  и  $b$ , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

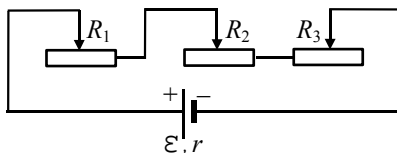
- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A18** Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло  
 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред  
 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред  
 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

**A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата ( $R_1$ ) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на втором реостате ( $R_2$ ) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого ( $R_1$ ) и третьего ( $R_3$ ) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом и  $R_3 = 3$  Ом.



- 1)  $R_1 = 4$  Ом,  $R_3 = 1$  Ом  
 2)  $R_1 = 1$  Ом,  $R_3 = 4$  Ом  
 3)  $R_1 = 3$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом  
 4)  $R_1 = 4$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом

**A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит

										Sr
										вещество
										Ca

- 1) только кальций (Ca)  
 2) только стронций (Sr)  
 3) кальций и еще какое-то неизвестное вещество  
 4) стронций и еще какое-то неизвестное вещество

**A21** Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 100 %                      2) 75 %                      3) 50 %                      4) 25 %

**A22** Радиоактивный астат  $^{219}_{85}\text{At}$ , испытав один  $\alpha$ -распад и два  $\beta^-$ -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца  $^{211}_{82}\text{Pb}$   
 2) радона  $^{219}_{86}\text{Rn}$   
 3) астата  $^{215}_{85}\text{At}$   
 4) радия  $^{223}_{88}\text{Ra}$

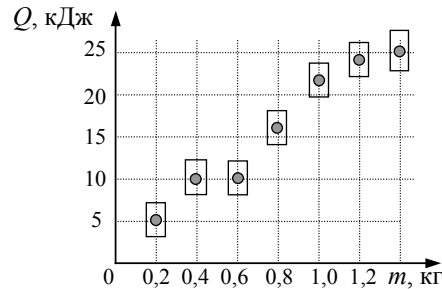
**A23** Электромагнитное излучение, длина волны которого  $2 \cdot 10^{-7}$  м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

- 1)  $3 \cdot 10^{-10}$  Дж                      2)  $1 \cdot 10^{-18}$  Дж                      3)  $1,3 \cdot 10^{-26}$  Дж                      4)  $3 \cdot 10^{-26}$  Дж

**A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать частоту колебаний математического маятника?

- 1) длины нити маятника  $l$  и знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$   
 2) амплитуды колебаний маятника  $A$  и его массы  $m$   
 3) амплитуды колебаний маятника  $A$  и знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$   
 4) массы маятника  $m$  и знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$

- A25** Ученику задали определить удельную теплоту плавления выданного ему вещества. Он измерил, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что
- образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
  - удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
  - удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
  - удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг



Часть 2

*В заданиях В1–В2 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.)*

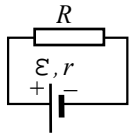
- В1** В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- |                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось   |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось   |
| В) давление смеси газов в сосуде     | 3) не изменилось |

А	Б	В

- В2** На внешнее сопротивление  $R$  сначала был замкнут источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала большей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- |  |                 |
|--|-----------------|
| А) сила тока                           | 1) увеличится   |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится   |
|  | 3) не изменится |

А	Б

*Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

- В3** За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.
- В4** В калориметре находится 100 г воды при 0°C. В него помещают 60 г льда при температуре – 20°C. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия (°C).
- В5** Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2,5 м от него и освещается нормально падающим пучком света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между вторыми дифракционными максимумами справа и слева от центрального (нулевого). Ответ выразите в сантиметрах (см). Считать  $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$ .

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

**Часть 3**

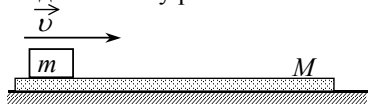
*Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.*

*В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.*

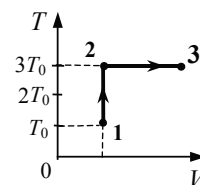
**C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают двигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

*Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 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.*

**C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой  $M = 2$  кг. По доске скользит шайба массой  $m$ . Коэффициент трения между шайбой и доской  $\mu = 0,2$ . В начальный момент времени скорость шайбы  $v_0 = 2$  м/с, а доска покоится. В момент  $\tau = 0,8$  с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы  $m$ ?



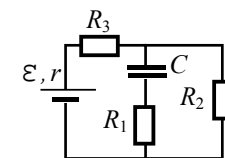
**C3**



Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где  $T_0 = 100$  К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты  $Q_{123}$  к работе  $A_{123}$ , совершенной газом в ходе процесса.

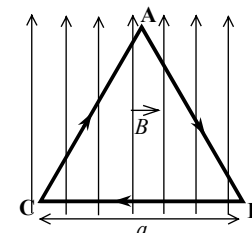
**C4**

В схеме на рисунке электрический заряд  $Q$  на обкладках конденсатора электроемкостью  $C = 1000$  мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока  $r = 10$  Ом, сопротивление резисторов  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом и  $R_3 = 30$  Ом. Какова ЭДС источника тока?



**C5**

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равноностороннего треугольника ADC со стороной, равной  $a$  (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого  $\vec{B}$  перпендикулярен стороне CD и по модулю равен  $B$ . По рамке протекает ток  $I$  по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



**C6**

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла  $A_{\text{вых}} = 1,9$  эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Какой была длина волны в первом опыте  $\lambda_1$ , если во втором она составляла  $\lambda_2 = 540$  нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов  $\frac{v_1}{v_2} = 2$ ?