



ЕГЭ - 100

Вариант № 1

Кириллов А.М., учитель гимназии № 44 г. Сочи (<http://kirillandrey72.narod.ru/>)

Тренировочный вариант составлен на основе материалов компьютерной программы «Подготовка к ЕГЭ» компании ООО «Новый Диск» (2009 г.).

Часть 1

1. Два тела начинают равномерное движение вдоль прямой из одной точки в противоположных направлениях. Скорость первого тела равна v , скорость второго равна $2v$. Найдите скорость второго тела относительно первого.

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

2. Под действием некоторой силы материальная точка приобрела ускорение 2 м/с^2 . Каким будет ускорение этой точки, если ее масса увеличится в 1,5 раза, а сила увеличится в 3 раза?

- 1) 4 м/с^2 2) 3 м/с^2 3) 6 м/с^2 4) 1 м/с^2

3. На тело в течение двух секунд действует сила $F=2 \text{ Н}$. Найдите приращение импульса тела.

- 1) 1 (кг·м)/с 2) 2 (кг·м)/с 3) $0,25 \text{ (кг·м)/с}$ 4) 4 (кг·м)/с

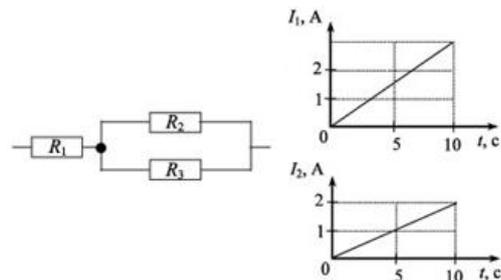
4. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа включает в себя:

- 1) кинетическую энергию поступательного движения молекул газа;
2) кинетическую энергию поступательного движения молекул и энергию их взаимодействия друг с другом;
3) кинетическую энергию поступательного, вращательного и колебательного движения молекул газа;
4) кинетическую энергию поступательного, вращательного и колебательного движения молекул газа и энергию их взаимодействия друг с другом.

5. Протон и α -частица (${}^4_2\text{He}$), имеющие одинаковые скорости, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружностям одинакового радиуса. Найдите отношение импульса протона к импульсу α -частицы.

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

6. На рисунке показана зависимость силы тока в сопротивлениях R_1 и $R_2=3 \text{ Ом}$. Вычислите R_3 .

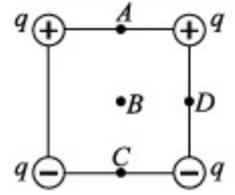


- 1) 6 Ом 2) 1 Ом 3) 3 Ом 4) 2 Ом

7. Окрашивание тонких пленок (например, мыльного пузыря) в различные цвета обусловлено явлением:

- 1) дисперсии света;
- 2) интерференции и дифракции света;
- 3) дифракции света;
- 4) интерференции света.

8. В четырех углах квадрата находятся одинаковые по модулю, но разные по знаку заряды (см. рис.). Выберите верное утверждение о значениях электрического потенциала в точках A , B , C и D .



- 1) $\varphi_A = \varphi_C$, $\varphi_B > \varphi_D$
- 2) $\varphi_B > \varphi_A = \varphi_C = \varphi_D$
- 2) 3) $\varphi_A > 0$, $\varphi_C > 0$, $\varphi_B = \varphi_D = 0$
- 4) $\varphi_A > \varphi_B = \varphi_D > \varphi_C$

9. В ходе изобарического нагревания гелия его температура увеличилась в 3 раза. Начальная внутренняя энергия газа составляла 3000 Дж. Какую работу совершил газ?

- 1) 4500 Дж
- 2) 4000 Дж
- 3) 2000 Дж
- 4) 7500 Дж

10. Частица с энергией 210 эВ движется со скоростью 100 км/с в магнитном поле с индукцией 0,06 Тл по окружности радиуса 3,5 см. Во сколько раз ее заряд больше элементарного?

- 1) 2
- 2) 1
- 3) 6
- 4) 4

11. В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура холодильника в 5 раз меньше абсолютной температуры нагревателя. Каким станет КПД этого двигателя, если, не меняя температуры холодильника, понизить температуру нагревателя на 25%?

- 1) 73%
- 2) 85%
- 3) 20%
- 4) 27,5 %

12. При распаде ядра ${}_{92}^{235}\text{U}$ выделяется энергия 200 МэВ. Определите, какое количество радиоактивного ${}_{92}^{235}\text{U}$ расходуется в сутки на атомной электростанции с КПД, равным 18%, если мощность этой станции 7000 кВт.

- 1) $1,6 \cdot 10^{-2}$ кг
- 2) $4,1 \cdot 10^{-2}$ кг
- 3) $3,2 \cdot 10^{-2}$ кг
- 4) $0,13 \cdot 10^{-2}$ кг

13. Под действием некоторой силы кубик получает ускорение a_1 . Сколько таких кубиков нужно жестко соединить вместе, чтобы под действием той же силы система приобрела ускорение $a_1/3$?

- 1) 2
- 2) 6
- 3) 3
- 4) 9

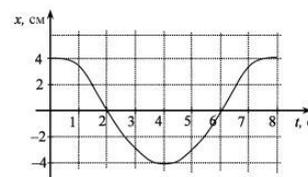
14. Точка движется по окружности радиусом 2 м с угловой скоростью 3 рад/с. Определите линейную скорость точки.

- 1) $2/3$ м/с
- 2) 6 м/с
- 3) 3 м/с
- 4) 2 м/с

15. Воздушный шарик, наполненный гелием, внесли из холодного в теплое помещение. Как будет изменяться внутренняя энергия газа, заполняющего шарик?

- 1) Внутренняя энергия будет уменьшаться.
- 2) Внутренняя энергия будет увеличиваться.
- 3) Внутренняя энергия не будет изменяться.
- 4) Результат зависит от массы газа, заполняющего шарик.

16. Точка совершает колебания вдоль оси OX . Зависимость ее координаты x от времени t показана на рисунке. В какие интервалы времени модуль скорости точки возрастает?



- 1) от 0 до 2 с и от 4 до 6 с
- 2) от 2 до 4 с и от 6 до 8 с
- 3) от 4 до 8 с
- 4) от 1 до 3 с и от 5 до 7 с

17. Две одинаковые пружины жесткостью $k=100$ Н/м соединили последовательно. Определите жесткость получившейся системы.

- 1) 141 Н/м
- 2) 50 Н/м
- 3) 200 Н/м
- 4) 100 Н/м

18. По участку цепи, изображенному на рисунке, течет ток силой 1 А в направлении от точки A к точке B . ЭДС источника составляет 1,5 В, его внутреннее сопротивление $r=1$ Ом. Сопротивление R_1 равно 2 Ом. Определите разность потенциалов между точками A и B .

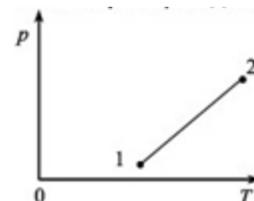


- 1) -0,5 В
- 2) 1,5 В
- 3) 3 В
- 4) 4,5 В

19. Электрон в атоме водорода перешел с одной орбиты на другую, при этом радиус орбиты уменьшился в 2,25 раза. Как изменилась при этом кинетическая энергия электрона.

- 1) уменьшилась в 2,25 раза;
- 2) уменьшилась в 1,5 раза;
- 3) увеличилась в 1,5 раза;
- 4) увеличилась в 2,25 раза.

20. Как изменялся объем идеального газа при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?



- 1) уменьшался
- 2) увеличивался
- 3) оставался неизменным
- 4) данных для ответа недостаточно

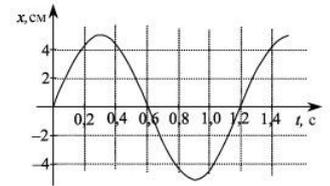
21. Процесс испарения воды происходит:

- 1) только при температуре выше, чем температура кристаллизации;
- 2) только при температуре кипения;
- 3) при любой температуре;
- 4) только при температуре больше или равной температуре кипения.

22. Плоский воздушный конденсатор заряжен зарядом q и отключен от источника напряжения. Как изменится энергия конденсатора, если уменьшить расстояние между его пластинами?

- 1) уменьшится
- 2) увеличится
- 3) результат зависит от величины q
- 4) не изменится

23. Материальная точка совершает гармонические колебания. На рисунке показана зависимость ее координаты от времени. Определите циклическую частоту колебаний точки.



- 1) $2,61 \text{ c}^{-1}$ 2) $4,19 \text{ c}^{-1}$ 3) $0,83 \text{ c}^{-1}$ 4) $5,23 \text{ c}^{-1}$

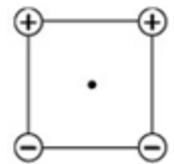
24. Три одинаковые пружины жесткостью $k_1=300 \text{ Н/м}$ соединили параллельно. Определите жесткость получившейся системы.

- 1) 100 Н/м 2) 90000 Н/м 3) 150 Н/м 4) 900 Н/м

25. Чем обусловлено существование дисперсии?

- 1) Длина волны света зависит от его частоты.
 2) Переменное электромагнитное поле световой волны влияет на диэлектрическую проницаемость среды.
 3) Распространяясь в среде, свет разной частоты по-разному нагревает ее.
 4) Дефекты полировки призмы по-разному влияют на распространение длинных и коротких световых волн.

26. В четырех углах квадрата находятся одинаковые по модулю, но разные по знаку заряды (см. рис.). Куда направлен вектор напряженности электрического поля в центре квадрата?



- 1) Вверх. 2) В центре квадрата $E=0$. 3) Направо. 4) Вниз.

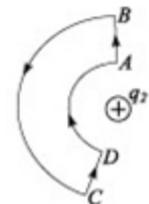
27. Какой вид теплопередачи не сопровождается переносом вещества?

- 1) Только теплопроводность и конвекция.
 2) Только теплопроводность.
 3) Только конвекция.
 4) Излучение и теплопроводность.

28. Бак с водой неподвижно стоит на горизонтальной поверхности. Из отверстия в боковой стенке бака бьет струя со скоростью 10 м/с . Определите величину силы трения бака о подставку. Расход воды $0,5 \text{ кг/с}$.

- 1) 300 Н 2) $0,2 \text{ Н}$ 3) 5 Н 4) 20 Н

29. Точечный заряд $q_1>0$ перемещают по контуру $ABCD$ в поле заряда $q_2>0$. Укажите участки, на которых силы поля не совершают работы.



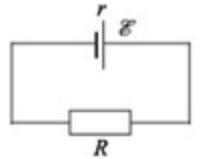
- 1) AB и CD 2) AB 3) DA и BC 4) CD

30. В момент времени $t=0$ два тела начинают движение из состояния покоя с постоянным ускорением. Ускорение первого тела в 2 раза больше ускорения второго тела. Найдите отношение скорости v_1 первого тела в момент времени t_1 к скорости v_2 второго тела в момент времени $2t_1$.

- 1) $\frac{v_1}{v_2} = 2$ 2) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4}$ 3) $\frac{v_1}{v_2} = 4$ 4) $\frac{v_1}{v_2} = 1$

Часть 2

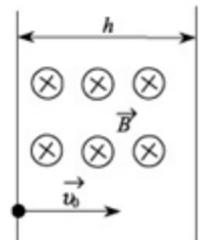
1. В электрической схеме, показанной на рисунке, ЭДС источника $\varepsilon=5$ В, $r=1$ Ом, $R=4$ Ом. Какую работу совершают силы электростатического поля при перемещении заряда внутри источника?



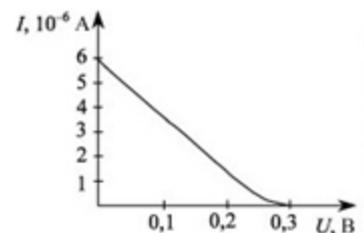
2. Когда пловец смотрит вертикально вниз, то расстояние от поверхности воды до дна бассейна кажется ему равным 1,5 м. Показатель преломления воды $4/3$. Какова глубина бассейна на самом деле?
3. Камень брошен с обрыва горизонтально со скоростью 3 м/с. Определите скорость камня через 0,4 с после начала движения.
4. Мяч катится по прямой равнозамедленно с начальной скоростью 5 м/с и ускорением 1 м/с². Определите величину скорости мяча в тот момент, когда он пройдет 4,5 м пути.

Часть 3

1. Дробинка массой $m=0,7$ г, имеющая заряд $q=2$ мКл, влетает со скоростью $v_0=200$ м/с в область, в которой локализовано однородное магнитное поле с индукцией $B=7$ Тл. Границы области представляют собой две плоскости, параллельные друг другу и линиям индукции поля, находящиеся на расстоянии $d=6$ м друг от друга. Начальная скорость дробинки v_0 направлена перпендикулярно границам области и линиям магнитного поля (см. рис.).



2. Красная граница фотоэффекта для цезия составляет 655 нм. При облучении фотокатода из цезия светом с частотой ν задерживающая разность потенциалов оказалась равной 1,0 В. Определите ν .
3. Фотоаппарат навели на бесконечность. Затем на его объектив надели дополнительную линзу оптической силой $D_{\text{л}}=0,5$ дптр. На каком расстоянии d от этого сложного объектива должен находиться фотографируемый объект, чтобы его изображение получилось четким?
4. Тонкий проводящий стержень длиной $l=60$ см вращается в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец, с угловой скоростью $\omega=20$ рад/с в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B=1,5$ Тл. Определите разность потенциалов, возникающую между противоположными концами стержня.
5. Фотокатод из вольфрама освещается светом, длина волны которого составляет 258 нм. На рисунке приведен график зависимости фототока от напряжения тормозящего поля. Определите работу выхода электрона из вольфрама. Результат выразите в эВ.



6. Частица массой m , имеющая заряд q и скорость v , влетает в однородное магнитное поле с индукцией B под углом α к силовым линиям. Определите радиус R и шаг h винтовой линии, по которой движется частица.

Ответы Часть 1

1	1	11	1	21	3
2	1	12	2	22	1
3	4	13	3	23	4
4	1	14	2	24	4
5	4	15	2	25	2
6	1	16	1	26	4
7	4	17	2	27	4
8	4	18	2	28	3
9	2	19	4	29	3
10	1	20	1	30	4

Ответы Часть 2

1	2	3	4
-4	2	5	4

Решения Часть 3

1.

Дано:

$$m = 7 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$q = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$$

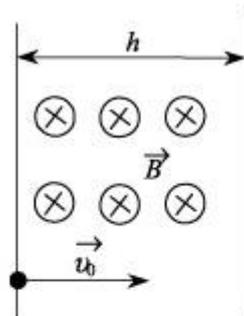
$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$B = 7 \text{ Тл}$$

$$d = 6 \text{ м}$$

$\Delta p = ?$

Решение:

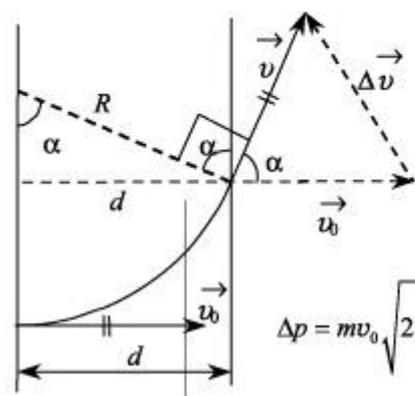


В магнитном поле дробинка движется под действием силы Лоренца $F_L = qvB\sin 90^\circ$. Эта сила направлена перпендикулярно скорости частицы и изменяет только ее направление, но не величину. Согласно 2-му закону Ньютона дробинка приобретает центростремительное ускорение $a_{\text{цс}} = \frac{F_L}{m}$, $\frac{v^2}{R} = \frac{qvB}{m}$ и движется по окружности радиуса R , $R = \frac{mv}{qB}$ (1)

$$R = \frac{mv}{qB}$$

Сравним R с шириной области d : $R = \frac{7 \cdot 10^{-4} \cdot 200}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 7} = 10 \text{ м}$.

$R > d$, следовательно, дробинка, пройдя по дуге окружности, достигнет противоположной границы области. При этом вектор скорости дробинки развернется на угол $\alpha < 90^\circ$ (см. рис.).



По построению находим $\sin \alpha = \frac{d}{R} = \frac{dqB}{mv}$.

Модуль вектора изменения скорости дробинки определяем по теореме косинусов $\Delta v^2 = v_0^2 + v^2 - 2v_0v \cos \alpha = 2v_0^2(1 - \cos \alpha)$. (3)

Из уравнений (1), (2) и (3) определим изменение импульса дробинки: $\Delta p = m\Delta v$.

$$\Delta p = mv_0 \sqrt{2 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{d^2 q^2 B^2}{m^2 v^2}}\right)} = 7 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \sqrt{2 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{36 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 49}{49 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^4}}\right)} = 8,85 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $\Delta p = 8,85 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

2.

Дано:

$$\lambda_{\text{к}} = 655 \text{ нм}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

ν — ?

Решение:

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\text{вых}}^2}{2} \quad (1)$$

Работу выхода электронов из цезия определим, зная красную границу

$$\text{фотоэффекта: } A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{к}}}. \quad (2)$$

Фототок прекращается, когда задерживающая разность потенциалов способна остановить все фотоэлектроны:

$$e \cdot U_0 = \frac{mv_{\text{вых}}^2}{2}. \quad (3)$$

Подставляя (2) и (3) в (1), определяем ν :
$$\nu = \frac{c}{\lambda_{\text{к}}} + \frac{e \cdot U_0}{h} = \frac{3 \cdot 10^8}{655 \cdot 10^{-9}} + \frac{1,6 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{6,6 \cdot 10^{-34}} = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$

Ответ: $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$

3.

Дано:

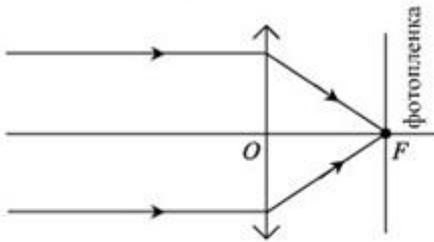
$$D_2 = 0,5 \text{ ДПТР}$$

d — ?

Решение:

Обозначим расстояние от объектов до фотопленки через f .

1) Определим первоначальную оптическую силу объектива D_1 , когда фотоаппарат был наведен на бесконечность.

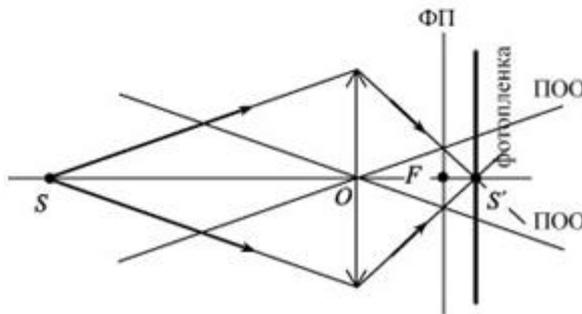


$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = D_1 \rightarrow D_1 = \frac{1}{f}. \quad (1)$$

2) Оптическая сила сложного объектива: $D_2 = D_1 + D_3 = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (2)$

Подставляя (1) в (2), определяем $\frac{1}{d} = D_2$; $d = \frac{1}{D_2}$;

$$d = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ м}$$



Ответ: $d = 2 \text{ м.}$

4.

Дано:

$$B = 1,5 \text{ Тл}$$

$$l = 0,6 \text{ м}$$

$$\omega = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$\Delta\varphi = ?$

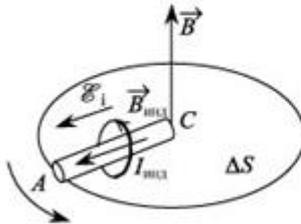
Решение:

I способ

Поворот стержня на угол 2π рад происходит за время $\Delta t = \frac{2\pi}{\omega}$, при этом стержень описывает площадь $\Delta S = \pi l^2$. По закону электромагнитной индукции ЭДС, возникающая в стержне,

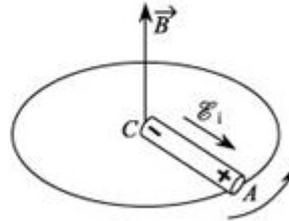
$$|\mathcal{E}| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B \cdot \Delta S \cdot \cos 0}{\Delta t} = \frac{Bl^2\omega}{2} = \frac{1,5 \cdot 0,6^2 \cdot 20}{2} = 5,4 \text{ В.}$$

По правилу Ленца определим, каким было направление индукционного тока в момент начала вращения стержня (рис. а).



$$\varphi_A - \varphi_C < |\mathcal{E}_i|$$

а



$$\varphi_A - \varphi_C = |\mathcal{E}_i|$$

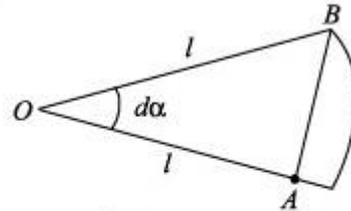
$$I = 0$$

б

При дальнейшем вращении проводника на его концах накапливаются заряды. Установившееся в проводнике распределение потенциала компенсирует влияние ЭДС индукции на заряды в проводнике: $\varphi_A - \varphi_C = |\mathcal{E}_i|$, поэтому индукционный ток прекращается. $\varphi_A - \varphi_C = 5,4 \text{ В}$.

Ответ: $\varphi_A - \varphi_C = 5,4 \text{ В}$.

II способ. Заметим, что для малого угла поворота стержня $d\alpha$ площадь сектора можно примерно вычислить как площадь прямоугольного треугольника OAB .



Длина стороны AB этого треугольника равна $l \cdot \sin(d\alpha)$, но синус малого угла $d\alpha$ примерно равен этому углу,

выраженному в радианах, тогда $|AB| = l \cdot d\alpha$; $dS = \frac{l^2 d\alpha}{2}$.

ЭДС, возникающая в стержне, равна

$$|\mathcal{E}| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{BdS}{dt} \cos 0^\circ = \frac{B \cos 0^\circ l^2}{2} \frac{d\alpha}{dt} = \frac{B \cos 0^\circ l^2}{2} \cdot \omega = 5,4 \text{ В}$$

Ответ: $\varphi_A - \varphi_C = 5,4 \text{ В}$.

5.

Дано:

$$\lambda = 258 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$A_{\text{max}} - ?$

Решение:

По графику определяем, что кривая $I(U)$ приближается к нулю в точке, где значение задерживающего потенциала $U_0 = 0,3 \text{ В}$, следовательно, максимальная кинетическая энергия электронов, покидающих фотокатод,

$$\frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = |e|U_0. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

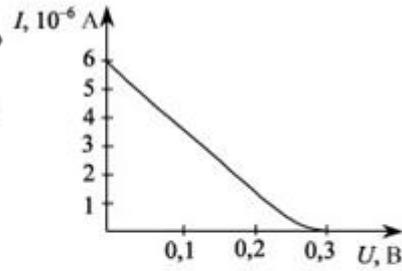
$$h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{max}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}. \quad (2)$$

Подставляя (1) в (2), определим работу выхода: $A_{\text{max}} = \frac{hc}{\lambda} - |e|U_0. \quad (3)$

Нам необходимо выразить результат в электрон-вольтах, поэтому разделим (3) на модуль заряда электрона:

$$A_{\text{max}} (\text{эВ}) = \frac{hc}{\lambda |e|} - U_0 = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{258 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} - 0,3 = 4,5 \text{ эВ}.$$

Ответ: $A_{\text{max}} = 4,5 \text{ эВ}$.



6.

Дано:

m, v

q

B

α

$R - ?$

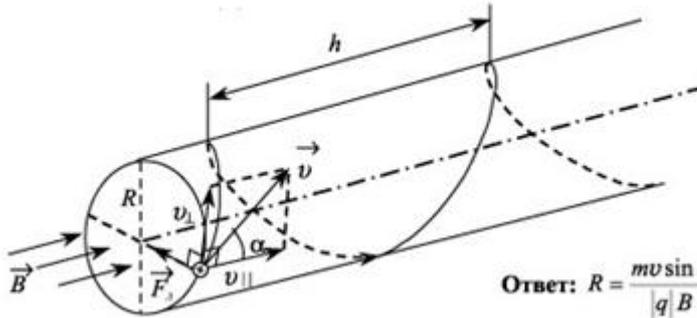
$h - ?$

Решение:

Разложим скорость частицы на две компоненты: направленную перпендикулярно полю v_{\perp} и направленную вдоль поля v_{\parallel} . Первая компонента $v_{\perp} = v \cdot \sin \alpha$ входит в выражения для центростремительного ускорения частицы и для силы Лоренца, действующей на нее, поэтому v_{\perp} определяет радиус винтовой линии R , по которой движется частица: $ma_{\text{ц}} = F_{\perp}$;

$$\frac{mv_{\perp}^2}{R} = |q|v_{\perp}B; \quad R = \frac{mv_{\perp}}{|q|B} = \frac{mv \sin \alpha}{|q|B} \quad (1)$$

Вторая компонента — $v_{\parallel} = v \cdot \cos \alpha$ — скорость поступательного движения частицы вдоль силовой линии. Для того чтобы вычислить шаг винтовой линии h , нам необходимо знать время T , за которое частица совершает один оборот. $T = \frac{2\pi R}{v_{\perp}} = (\text{см}(1)) = \frac{2\pi m}{|q|B}$. Шаг винтовой линии $h = v_{\parallel} \cdot T = v \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2\pi m}{|q|B}$.



Ответ: $R = \frac{mv \sin \alpha}{|q|B}, \quad h = \frac{v \cos \alpha \cdot 2\pi m}{|q|B}$.