

Шифр: 11-17

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап
по физике
2019/2020
Ленинградская область

Район Таттинский

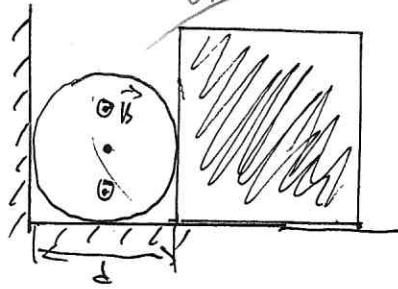
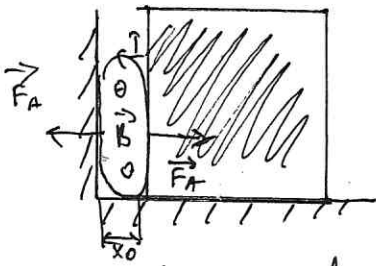
Школа Львоч сош №8

Класс 11

ФИО Павлов Иван Игоревич

Добавлено 2 задачи

11.2.



1	2	3	4	5	Σ
0.5	0	0	0	4	4.
1	1	1	1	1	1

На провод действует сила Ампера, которая стремится его разжать. Под действием этой силы провод распрямится в окружность.

l - расстояние от стенки до края при разжатом проводе (диаметр окруж.)

$$d = \frac{l}{\pi}$$

Т.к. F_A распрямляет провод в обе стороны, и себя касается стенки, на круг действует сила $2F_A$.

$F_A = IBl$, где l в данном случае ~~равно диаметру~~ равна высоте провода. В конце провод уже распрямился по вертикали, высота провода по мере l в конце высота провода равна $l = \frac{2x_0}{2} = \frac{l}{2} - x_0$. в конце $l = d = \frac{l}{\pi}$.

$$A = \int_0^l F_A dx = \int_0^{\frac{l}{\pi} - x_0} 2IB(\frac{l}{\pi} - x) dx = 2IB \left[\frac{l}{\pi}x - \frac{x^2}{2} \right]_0^{\frac{l}{\pi} - x_0} = 2IB \left(\frac{l}{\pi}(\frac{l}{\pi} - x_0) - \frac{(\frac{l}{\pi} - x_0)^2}{2} \right)$$

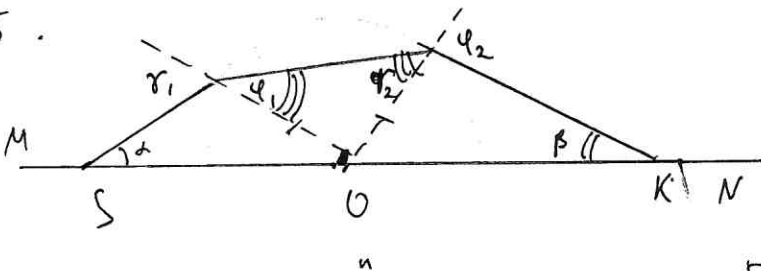
$$A = 2F_A \cdot \Delta x = 2 \cdot IB \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{\pi} - x_0 \right) \cdot \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right) = IB \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right) \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{\pi} - x_0 \right)$$

$$A = \frac{mv^2}{2} \quad v = \sqrt{\frac{2A}{m}} = \sqrt{\frac{2IB}{m} \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right) \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{\pi} - x_0 \right)}$$

$$a = \frac{2F_A}{m}; \quad t = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right)}{a}} = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right) \cdot m}{IB \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{\pi} - x_0 \right)}}$$

Ответ: 1) $v_m = \sqrt{\frac{2IB}{m} \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right) \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{\pi} - x_0 \right)}$ 2) $t_m = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{l}{\pi} - x_0 \right) m}{IB \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{\pi} - x_0 \right)}}$

11.5.



Обозначим углы $\phi_1, \phi_2, \gamma_1, \gamma_2$, как показано на рисунке

$$\sin \gamma_1 = n \sin \phi_1, \quad n \sin \gamma_2 = \sin \phi_2 \quad \text{- по закону преломления.}$$

По т. синусов: $\frac{SO}{\sin(180^\circ - \gamma_1)} = \frac{R}{\sin \alpha}$

$$\frac{OK}{\sin(180^\circ - \phi_1)} = \frac{R}{\sin \alpha}$$

(1,2) - 1
(3) - 1

$$\frac{SO}{R} = \frac{\sin \gamma_1}{\sin \alpha}, \quad \frac{OK}{R} = \frac{\sin \gamma_2}{\sin \beta}$$

$$\varphi_1 = \gamma_2 \text{ (2-й радиус)} \Rightarrow \gamma_1 = \gamma_2$$

$$\frac{SO+OK}{R} = \frac{\sin \gamma_1}{\sin \alpha} + \frac{\sin \gamma_2}{\sin \beta} = \frac{\sin \gamma_1}{\sin \alpha} + \frac{\sin \gamma_1}{\sin \beta} = \sin \gamma_1 \left(\frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\sin \beta} \right) = n \sin \varphi_1 \left(\frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\sin \beta} \right)$$

$$\frac{e}{nR \sin \varphi_1} = \frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\sin \beta}$$

$$SO = R \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma_1} \quad OK = R \frac{\sin \beta}{\sin \gamma_1}$$

$$\Rightarrow \frac{SO}{OK} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$SO + OK = e$$

$$SO + SO \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = e$$

$$SO \left(1 + \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \right) = e$$

$$SO = \frac{e \sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta}$$

$$R = \frac{SO \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma_1}$$

$$SO = \frac{0,1 \mu \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}} \approx \frac{0,1 \mu}{\sqrt{3} + 1} \approx 3,7 \text{ см}$$

Ответ: $SO = \frac{e \sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta} \approx 3,7 \text{ см}$.

11.1.

В первом случае ближе к шару находится отрицательный заряд гелия, т.к. в противном случае сила, действующая на положительный заряд будет по модулю больше и гелий оттолкнется от шара.

Во втором случае шарик заряжен отрицательно, т.к. положительный шарик оттолкнется от шара.

Заряд большой шара Q , заряд шариков q (по модулю).

Время, за которое один шарик пройдет путь большой шар равно половине времени обращения шарика "как спутника" вокруг шара.

$$m a = \frac{k Q q}{R^2}$$

$$t_{\text{ш}} = \frac{T}{2} = \frac{\pi R}{v} = \pi R \sqrt{\frac{m R}{k Q q}}$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{k Q q}{m R^2}$$

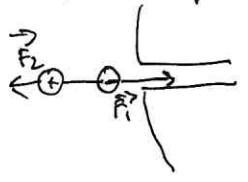
$$v = \sqrt{\frac{k Q q}{m R}}$$

Разница во времени пролёта шарика и пули будет велика только из-за тех промежутков, когда пуля потратит на преодоление шарика.

Внутри снаряда он будет двигаться сначала медленно, или оценокный шарик, во всю колебанию быстрее и эта разница становится.

11-17

Рассмотрим момент в начале движения.



$$\Delta F = F_1 - F_2$$

$$\Delta F = kQq \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{(R+l)^2} \right)$$

$$\Delta F \approx \frac{2kqQl}{R^3} \quad a = \frac{2kqQl}{2m} \quad (m - \text{масса шарика}).$$

т.к. $l \ll R \Rightarrow l \ll R$, будем считать, что $a = \text{const}$

Тогда $l = \frac{a \Delta t^2}{2}$ где $\Delta t = t_g - t_m$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2lmR^3}{kQqe}} = R \sqrt{\frac{2mR}{kQq}}$$

$$\frac{\Delta t}{t_m} = \frac{\sqrt{2}}{n} ; \quad t_g - t_m = \frac{\sqrt{2}}{n} t_m.$$

$$t_g = t_m \left(\frac{\sqrt{2}}{n} + 1 \right)$$

$$l = \frac{ma}{kqQ}$$