

Шифр

018389

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работана олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

КУЗНЕЦОВА

Имя:

ЕЛИЗАВЕТА

Отчество:

ВАЛЕРЬЕВНА

Учащийся 11 класса школы № ГБОУ "ГМЛИ"г. Кемерово

(города/села, района)

Кемеровской области

(области)

Дата рождения 16.09.2001г.Контактная информация – телефон(ы): +7-908-949-03-74E-mail: kuznetsova1609@gmail.comПункт проведения этапа г. Прокопьевск, Кемеровской обл.; МБОУ СОШ №32Дата проведения этапа 24.02.2019г.

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня
посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных
с олимпиадой

Личная подпись

Куз'

1	2	3	4	5	6	Σ
10	2	10	8	6	4	40

Шифр

018389

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
40	3.3.19	Александров Н.Н.	

① Дано: $P, h_1, h_2, h_3, P_0, g, T = \text{const}$. Найти: p ?

Решение:

Изначально в сосуде под поршнем находилось воздух (газ), значит по ур-нию Менделеева-Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \nu_1 R T, \text{ откуда } \nu_1 = \frac{p_1 V_1}{R T} - \text{кол-во воздуха под поршнем}$$

S - площадь поршня
 $= S_{\text{ква}}$

Тк по условию поршень находится на высоте h_1 от дна сосуда, то кол-во воздуха, которое было под поршнем, осталось в сосуде. Значит по закону сохранения массы газа на воду g будет действовать $P_0 + P_2$, что и есть p .

Рассмотрим два случая:

- * Если давление уравновесит силу тяжести воды $\rightarrow$ на дно сосуда, значит газ снизу действует F_p .
- * Если давление воды $\rightarrow$ на поршень, сила тяжести, но она не падает на дно сосуда, значит газ снизу действует F_p .

Рассмотрим первый случай:

$$m g = p_1 S$$

$$\rho V g = p_1 S$$

$$\rho S h_2 g = p_1 S$$

откуда $p_1 = \rho h_2 g$

$P_2 V_2 = \nu_2 R T$ (из 2-го случая по ур-нию Менделеева-Клапейрона)

$$P_2 = \frac{\nu_2 R T}{V_2} = \frac{\nu_1 R T}{S(h_1 + h_2)} = \frac{p_1 S h_1 R T}{S(h_1 + h_2) R T} = \frac{p_1 h_1}{(h_1 + h_2)} = \frac{\rho h_2 h_1 g}{(h_1 + h_2)}$$

$$\Rightarrow p = P_0 + P_2 = P_0 + \frac{\rho h_2 h_1 g}{(h_1 + h_2)}$$

Ответ: $p = P_0 + \frac{\rho h_1 h_2 g}{(h_1 + h_2)}$

② Дано: m, k, ℓ, F . Найти: Q ?

Решение:

Рассмотрим все силы, действующие на шарик (оба шарика абсолютно одинаковые, поэтому достаточно рассмотреть лишь один из них)

Тк они соединены невесомой пружиной, то шарик также будет притягиваться.

На шарик действуют: (см. 2-ю страницу)

Председатель жюри

$$F_k = \frac{k|q||q|}{r^2} = \frac{kQ^2}{r^2}, \text{ где } r - \text{расстояние между шариками.}$$

$$r = l + \Delta x, \text{ тк пружина растягивается.}$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{6 \text{ мн} \cdot \text{м}}{r^2} = \frac{6 \text{ мн}^2}{r^2} \quad F = k \Delta x, \text{ где } \Delta x - \text{растяжение пружины.}$$

Пружина растягивается, значит $\vec{F}_k \rightarrow \vec{F}_{\text{пр}} + \vec{F}$

$$\text{отсюда } \frac{kQ^2}{(l+\Delta x)^2} \geq \frac{6 \text{ мн}^2}{(l+\Delta x)^2} + k \Delta x \cdot \frac{1}{(l+\Delta x)^2} \quad \Delta x = \frac{F}{k} \quad (l+\Delta x)^2 = l^2 + 2l\Delta x + \Delta x^2$$

$$Q^2 \geq \frac{6 \text{ мн}^2 + F l^2 + \frac{2 F^2 l}{k} + \frac{F^3}{k^2}}{k} \Rightarrow Q_{\text{min}} = \sqrt{\frac{F l^2 + \frac{2 F^2 l}{k} + \frac{F^3}{k^2} + 6 \text{ мн}^2}{k}}$$

$$\text{Ответ: } Q = \sqrt{\frac{F l^2 + 2 F^2 l / k + F^3 / k^2 + 6 \text{ мн}^2}{k}}$$

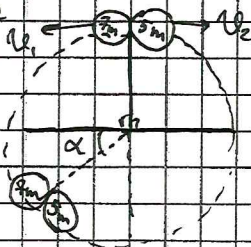
(3) Дано: $v = 7 \text{ м}$ 5 м Найти: α - ?

до:



Решение: по условию: удар абсолютно упругий, значит E_k сохраняется

после



$$\text{по ЗСД: } 7m v_1 - 5m v_2 = -7m u_1 + 5m u_2$$

$$2m v_1 = -7m u_1 + 5m u_2$$

$$2 v_1 = -7 u_1 + 5 u_2$$

$$u_1 = -\frac{7}{2} u_1 + \frac{5}{2} u_2$$

$$\text{по ЗСЭ: } \frac{(7m+5m) v_1^2}{2} = \frac{7m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2}$$

$$6 v_1^2 = \frac{7}{2} u_1^2 + \frac{5}{2} u_2^2$$

система:

$$\begin{cases} u_1 = -\frac{7}{2} u_1 + \frac{5}{2} u_2 & (1) \\ 6 v_1^2 = \frac{7}{2} u_1^2 + \frac{5}{2} u_2^2 & (2) \end{cases}$$

$$(1) \quad u_1^2 = \frac{25}{4} u_1^2 - \frac{35}{2} u_1 u_2 + \frac{49}{4} u_2^2 \quad \text{и подставляем}$$

$$75 u_2^2 - 210 u_1 u_2 + 147 u_1^2 = 7 u_1^2 + 5 u_2^2 \quad 70 u_2^2 - 210 u_1 u_2 + 140 u_1^2 = 0 \quad : 70$$

$$\text{Рассмотрим } u_2^2 - 3 u_1 u_2 + 2 u_1^2 = 0 \text{ как квадратное отн. } u_2$$

$$\text{по т. Виета } u_{2,1} + u_{2,2} = 3 u_1 \quad u_2 = 2 u_1$$

$$u_{2,1} \cdot u_{2,2} = 2 u_1^2 \Rightarrow u_2 = u_1 - \text{невозможно, тк}$$

шарик I перед шариком II движется быстрее.

$$\Rightarrow u_2 = 2 u_1. \quad \text{из (1)} \quad u_1 = -\frac{7}{2} u_1 + 5 u_1 \quad u_1 = \frac{3}{2} u_1 \Rightarrow u_1 = \frac{2}{3} u_1, \text{ а } u_2 = \frac{4}{3} u_1.$$

> По условию заданы лишь функции $v(t)$, поэтому для дальнейшего расчета переходим в СД, выразив v с ω .

Линейная перемещение относительно центра, значит шарик будет двигаться по окружности в центре в центре мата, а радиус окружности будет равен половине длины мата l $k = \frac{l}{2}$.

Если шар движется по окружности, значит имеет угловое ускорение ω .

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\text{м. дано})$$

$$W_1 = \frac{v_1}{R} = \frac{2}{3} \frac{v_0}{e} \cdot 2 = \frac{4}{3} \frac{v_0}{e}$$

$$W = \frac{14}{3e} = \frac{4}{3e}, \text{ откуда}$$

$$W_2 = \frac{v_2}{R} = \frac{4}{3} \frac{v_0}{e} \cdot 2 = \frac{8}{3} \frac{v_0}{e}$$

Шары движутся равное время.

$$\varphi_1 = W_1 t = \frac{4}{3} \frac{v_0}{e} t \quad \text{угол, пройденный шаром после 1-го удара}$$

$$\varphi_2 = W_2 t = \frac{8}{3} \frac{v_0}{e} t \quad \text{угол, пройденный шаром после 2-го удара}$$

Т.к. шары должны столкнуться второй раз $\Rightarrow$ выскочат они должны пройти половину окружности.

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 2\pi. \quad \frac{4}{3} \frac{v_0}{e} t + \frac{8}{3} \frac{v_0}{e} t = 2\pi, \text{ откуда } t = \frac{\pi e}{2v_0}$$

$$\varphi_1 = \frac{4}{3} \frac{v_0}{e} \cdot \frac{\pi e}{2v_0} = \frac{2}{3} \pi = 120^\circ - \text{придет шар от места первого удара}$$

$$\varphi_2 = \frac{8}{3} \frac{v_0}{e} \cdot \frac{\pi e}{2v_0} = \frac{4}{3} \pi = 240^\circ - \text{придет шар от места 2-го удара}$$

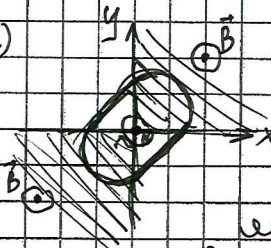
Значит относительно начальной ориентации нити

$$\alpha = 30^\circ (\text{считая от I-го шара}) \quad \text{или}$$

$$\alpha = 150^\circ (\text{считая от II-го шара}).$$

Ответ: 30° считая от I-го.

4. Дано: $\vec{B}$, e , m T -? Решение:

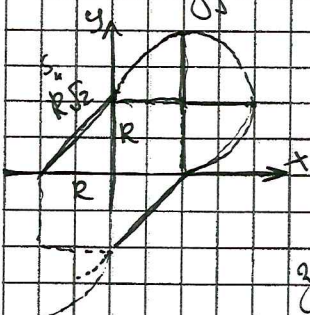


Рассмотрим траекторию частицы заряда:

при входе заряда в квадрат с однородным магнитным полем на него магнитное действие равно силе Лоренца.

По закону Ньютона: $m \vec{a}_y = e \vec{v} \vec{B}$ $a_y = \frac{v^2}{R}$

Значит в этих плоскостях он будет двигаться по окружности. В плоскостях, где $\vec{B}$ -нет, на заряд не будет действовать сила, и он будет лететь по прямой.



Рассмотрим области $S_{xy} \vec{B}$.

по т. Пифагора $S = \sqrt{2} R^2 = R \sqrt{2}$ - путь, свободный от действия $\vec{B}$.

$t = \frac{S}{v} = \frac{R \sqrt{2}}{v}$ - время прохождения области $S_{xy} \vec{B}$.

R - радиус окружности, по которой движется заряд в области с $\vec{B}$.

Вернемся: $m \vec{a}_y = e \vec{v} \vec{B}$ $m \frac{v^2}{R} = e \vec{v} \vec{B}$

$\frac{m v^2}{R} = e \vec{v} \vec{B}$, откуда $R = \frac{m v}{e B}$ $\vec{v} = \frac{e B R}{m}$

(см. далее)

подставим: $t = \frac{m\sqrt{2}}{eE} = \frac{m\sqrt{2}}{eE}$. Но таких данных нет, значит

$$\Delta t = \frac{2\sqrt{2}m}{eE}$$

> Рассмотрим движение по окружности:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m v^2}{e E R} = \frac{2\pi m}{e E}$$

Но в нашем случае заряд будет проходить только $\frac{3}{4}$ окружности, а затем вылетать;

значит e - длина пути по окружности

$$e = \frac{3}{4} \cdot 2\pi R = \frac{3}{2} \pi R - \text{пути в } \pi \text{ квадрат.}$$

$$\Rightarrow t_{xy} = \frac{e}{v} = \frac{\frac{3}{2} \pi R m}{2 e E R} = \frac{3\pi m}{2 e E}$$

но мы знаем еще квадрат, значит

$$\Delta t_{xy} = \frac{3\pi m}{e E} - \text{время, затраченное в квадрате с действием } E.$$

$$T = \Delta t_{xy} + \Delta t = \frac{3\pi m}{e E} + \frac{2\sqrt{2}m}{e E} = \frac{m}{e E} (3\pi + 2\sqrt{2})$$

Ответ: $T = \frac{m}{e E} (3\pi + 2\sqrt{2})$

5) дано: $E = 30 \frac{\text{кВ}}{\text{см}}$

Решение:

Электрическая прочность - наименьшее значение на, зависящее от многих факторов.

> В том числе от размеров и взаимного расположения электронов, т.е. от расстояния между ними

> Прочность воздуха зависит от среды, а точнее от ее неоднородности.

В нашем случае среда неоднородна, тк состоит из системы человек-земля

* Рассмотрим самого человека.

По окружности движущийся заряд, значит он может вызвать магнитный э. заряд (движущийся заряд создает магнитное поле, а заряд создает электрическое поле, следовательно, концентрируется на нем)

Электрическая прочность воздуха - есть отношение пробивного / статического напряжения к толщине диэлектрика.

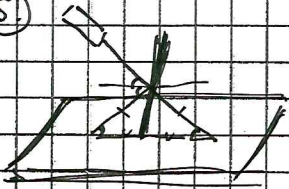
Поэтому пробой зависит от роста человека.
(см. далее)

Возьмем средний рост человека и будем считать что он стоит в полный рост.
 Средний рост человека $170 \text{ см} = 1.7 \text{ м}$.

Отсюда максимальное статическое напряжение будет равняться $17,6 \text{ кВ}$.

Ответ: $17,6 \text{ кВ}$.

⑥



Рассмотрим этот случай.

На диаграмме видно, что при разрыве точки стержня на поверхности линзы наименьшая точка, куда попадал луч, осталась. Значит луч рассеивается, а не стержень.

Отсюда можно сделать вывод, что толстый металлический стержень меньше линзы, он полностью огибает ее и отражается от всех ее сторон (стержня).

> По закону независимости световых лучей лучи не влияют друг на друга.

> По закону отражения угол падения равен углу отражения.

> Из геометрических соображений (Δ равнобедренная) можно сказать, что центр в месте разрыва линзы находится со всех сторон стержня. (Строится по кругу), а некоторая часть проходит прямо сквозь стержень. (потому что тонкий).

> Также наблюдается явление дифракции и интерференции. Но вводится из того, что световые волны и имеют световые лучи разнородны. (световые волны).

> Световые (магнетронные) лучи огибают стержень и взаимодействуют друг с другом.

* Аналогично происходит в случае с предметом внутренней среды среды.

> Какие-то лучи проходят сквозь объект, а какие-то отражаются от поверхности предмета.

> Световые лучи также отражаются со всех сторон предмета и остаются световые волны в среде круга.

* Установили координаты.