

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по Физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: Ш И Н Ж И Н

Имя: К А Р У

Отчество: С У Н Д А Р О В И Ч

Учащийся 11 класса школы № БОУ РА "РКП"

г. Горно-Алтайска

(города/села, района)

Республики Алтай

(области)

Дата рождения 22.02.1997

Контактная информация – телефон(ы): 8 913 991 74 08

E-mail: shinzhinkaru@mail.ru

Пункт проведения этапа г. Горно-Алтайск

Дата проведения этапа 15.02.15

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



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
458	1.03.15	Лисенко 815	

Задание №1

Найти: $h' = ?$

Дано:

$H = 10 \text{ м}$

$g' = 0,5 g_0$

$h = 20 \text{ м}$

Решение:

Обозначим ускорение свободного падения g_0 , скорость, с которой запускаем мяч Незнайка, v_0 .

Тогда:

в первом случае по закону сохранения энергии имеем:

$\frac{mv_0^2}{2} = mg_0 h; \quad (1)$

Перейдем ко второму случаю. Рассмотрим момент достижения мячиком высоты H , имеем:

по ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = mg_0 H + \frac{mv_1^2}{2} \quad (2)$, где v_1 - скорость, с которой ~~то~~ продолжил движение мячик с отметки $H = 10 \text{ м}$.

Момент после прохождения отметки H :

по ЗСЭ: $\frac{mv_1^2}{2} = mg' h_{\text{ног}}, \quad (3)$ где $h_{\text{ног}}$ - высота, на которую поднимется мячик, стартуя с отметки H .

Тогда: $h' = H + h_{\text{ног}}; \quad (4)$

Составим и решим систему ур-ий: 10б

$$\begin{cases} \frac{mv_0^2}{2} = mg_0 h; \\ \frac{mv_0^2}{2} = mg_0 H + \frac{mv_1^2}{2}; \\ \frac{mv_1^2}{2} = mg' h_{\text{ног}}; \\ h' = H + h_{\text{ног}}; \\ g' = 0,5 g_0; \end{cases}$$

Продолжение на листе №2!!!

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

из (1) получаем, что $v_0^2 = 2g_0 h$;

из (2): $v_0^2 = 2g_0 H + v_1^2$;

из (3): $v_1^2 = 2g' h_{\text{пог}}$;

$\langle 20-10 \rangle$

$$\begin{cases} v_0^2 = 2g_0 h \\ v_0^2 = 2g_0 H + v_1^2 \end{cases} \Rightarrow v_1^2 = 2g_0 (h - H) = 20g_0; (6)$$

$v_1^2 = 2g' h_{\text{пог}}$ — комбинируя (5) и (6) получаем:
 $g' = 0,5g_0$ (5)

$$20g_0 = \frac{2g_0 h_{\text{пог}}}{2};$$

$$\Leftarrow h_{\text{пог}} = \frac{20g_0}{g_0} = 20 \text{ м};$$

$$h' = H + h_{\text{пог}};$$

$$h' = 10 \text{ м} + 20 \text{ м} = 30 \text{ м};$$

Ответ: $h' = 30 \text{ м}$.

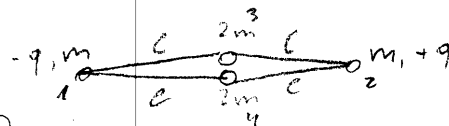
Задача № 2

Найти: v_1, v_2, v_3, v_4 - ?

Дано:

$$|q_1| = |q_2| = |q|$$

$m, 2m$.



Решение:

Два разноименных заряда нажут
 применяются с силой, определяемой
 законом Кулона: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$;

Установим, что $a_1 = a_2 = a_{01}$ (т.к. массы шариков равны m)

и $a_3 = a_4 = a_{02}$ (аналогично их массы одинаковы и равны $2m$ модули!)

Отсюда следует, что и их скорости также равны. Найдем кинематическую связь ускорений

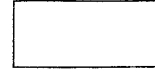
a_{01} и a_{02} .

$$\begin{cases} v_1 = v_2 = v_{01}; \\ v_3 = v_4 = v_{02}; \end{cases}$$

Продолжение на листе №3!!!

(2)

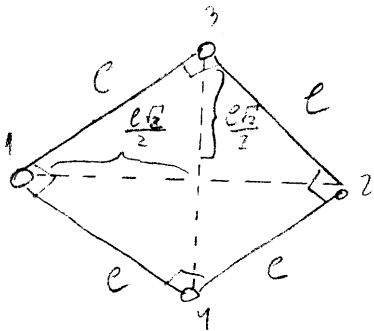
Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Так как стержни лёгкие и жесткие по условию и учитывая, что $a = \frac{F}{m}$ (по II з-у Ньютона) определим, что $a_{01} = 2a_{02}$ (т.к. $a_{01} = \frac{F}{m}$ и $a_{02} = \frac{F}{2m}$)

Теперь рассмотрим момент, когда ромб принимает форму квадрата.



Диагональ квадрата равна $e\sqrt{2}$, т.е. расстояние между против. шариками становится равным $e\sqrt{2}$;

Найдем силу притяжения зарядов:

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{kq^2}{2e^2};$$

по II з-у Н найдем ускорение шаров:

ров:

$$a_{01} = \frac{F}{m} = \frac{kq^2}{2e^2 m}; \quad a_{02} = \frac{kq^2}{4e^2 m};$$

$a = \frac{V - V_0}{\Delta t} = \frac{V}{\Delta t}$; (1) Найдем расстояние, которое прошли заряды:

$$S = e - \frac{e\sqrt{2}}{2} = e(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) = a(\frac{2 - \sqrt{2}}{2});$$

$$S = \frac{at^2}{2}; \quad (2)$$

Составим и решим систему ур-ний:

• шары движутся с равными по модулю ускорениями

$$V = at$$

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2S}{a}} \Rightarrow V = a\sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{2Sa}$$

$$V_{01} = \sqrt{2 \cdot e(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) \cdot \frac{kq^2}{2e^2 m}} =$$

$$= \sqrt{\frac{kq^2 \cdot (2 - \sqrt{2})}{2e^2 m}} = \sqrt{\frac{kq^2(2 - \sqrt{2})}{2em}}$$

Сд шаров $S = \frac{e\sqrt{2}}{2}$. Тогда:

$$V_{02} = \sqrt{2Sa_2} = \sqrt{2 \cdot \frac{e\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2}{4e^2 m}} = \sqrt{\frac{kq^2 \sqrt{2}}{4e^2 m}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{kq^2 \sqrt{2}}{em}}$$

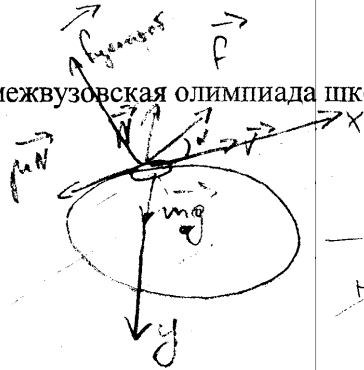
Ответ: $V_1 = V_2 = \sqrt{\frac{kq^2(2 - \sqrt{2})}{2em}}$, $V_3 = V_4 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{kq^2 \sqrt{2}}{em}}$;

3

Шифр

Задача 3

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»



Найти: v - ?

Дано: $R; m; f; \alpha; \mu$ ($\mu < \text{ctg} \alpha$)

Решение:
Затем Π з-н Н в проекциях

на оси:

$$Ox: f \cos \alpha - \mu N = f_y$$

$$Oy: mg = f \sin \alpha + N, \Rightarrow N = mg - f \sin \alpha$$

$$f \cos \alpha - \mu(mg - f \sin \alpha) = \frac{mv^2}{R}$$

$$f(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{R(f(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg)}{m}}$$

Но т.к. силу тяжести не учитывать по условию (все, и только сила заметил!!)

По перпендикуляру Π з-н Н в проекциях:

$$Oy: N = f \sin \alpha;$$

$$Ox: -\mu N + f \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

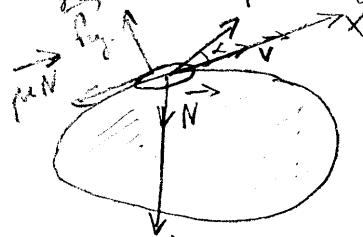
$$-\mu f \sin \alpha + f \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

Видим, что при ($\mu < \text{ctg} \alpha$) левая часть ур-ня больше 0!!

$$Rf(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) = mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{FR(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{m}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{FR(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{m}}$



смысла в проекц

Задача 4

Найти: $R_{\mu}^?$

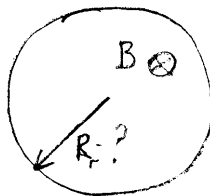
Дано:
 $R; \alpha = 90^\circ$

$$B_0$$

$$B(t) = B_0(1 - t^2/\tau^2)$$

$$t = \tau/2;$$

$$T_0; \sin \alpha = 1;$$



Решение:
В магнитном поле в проводнике возникает сила Ампера, за счёт которой кольцо разорвалось. В момент разрыва ($F_A = T_0$)!!! (1)

$$F_A = I B \ell \sin \alpha;$$

Продолжение на листе 5!!!

(4)

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$F_A = I B \ell \quad (\text{т.к. } \sin \alpha = 1); \quad (2)$$

$$e = 2\pi R r;$$

$$B(t) = B_0 \left(1 - \frac{t^2}{\tau^2}\right) \quad (\text{поум.})$$

Найдем значение вектора магнитного поля в момент времени t .

Также в проводнике создается ток, величину которого можно найти по формуле $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$, по з-у электр. магн. индукции: $\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B_0 S}{t} = \frac{B_0 \pi R^2}{t} = \frac{2 B_0 \pi R^2}{\tau}$; $\Rightarrow I = \frac{2 B_0 \pi R^2}{\tau R}$; Используя (1) и (2) составим и решим ур-ие:

$$T_0 = I B \ell;$$

$$T_0 = \frac{2 B_0 \pi R^2}{\tau R} \cdot \frac{3 B_0}{4} \cdot 2\pi R r;$$

$$T_0 = \frac{6 B_0^2 \pi^2 R^3}{2 \tau R};$$

$$T_0 = \frac{3 B_0^2 \pi^2 R^3}{\tau R}; \quad R^3 = \frac{T_0 \tau R}{3 B_0^2 \pi^2};$$

85
ошибка в преобр.

$$R_r = \sqrt[3]{\frac{T_0 \tau R}{3 B_0^2 \pi^2}}$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: } R_r = \sqrt[3]{\frac{4 T_0 \tau R}{3 B_0^2 \pi^2}} !!!$$

Задача 5

Оценить: $\Delta T_{\text{возд.}}$

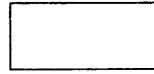
Найти с того, что нормальное атмосферное давление составляет 760 мм.рт.ст., что составляет 103325 [Па].

$$1 \text{ мм.рт.ст.} \approx 136 [\text{Па}]$$

Продолжение на листе 6!!!

(5)

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Типичное колебание атмосферного давления составляет

2-3 мм рт. ст.

Воздух в комнате можно описать ур-ем Менделеева

Клапейрона:

$$\Delta pV = \nu RT = \frac{\Delta m_{\text{возд}} RT}{M_{\text{возд}}}$$

$$\Delta m_{\text{возд}} = \frac{\Delta p V M_{\text{возд}}}{RT}$$

$$\Delta m_{\text{возд}1} = \frac{272 \cdot 36 \cdot 0,029}{8,314 \cdot 293} = \frac{283,868}{2436,002}$$

$$= 0,116 \text{ кг}$$

$$\Delta m_{\text{возд}2} = \frac{408 \cdot 36 \cdot 0,029}{8,314 \cdot 293} = \frac{425,862}{2436,002}$$

$$= 0,174 \text{ кг}$$

$$\Delta m_{\text{cp}} = \frac{0,116 + 0,174}{2} = 0,145 \text{ кг} = 145 \text{ г} \approx 150 \text{ г}$$

Ответ: $\Delta m_{\text{возд} \text{ cp}} = 150 \text{ г}$

$$M_{\text{возд}} = 29 \text{ г/моль} = 0,029 \text{ кг/моль}$$

$$p_1 (\text{при } 2 \text{ мм.}) = 272 \text{ [Па]}$$

$$p_2 (\text{при } 3 \text{ мм.}) = 408 \text{ [Па]}$$

T - const;

V - const;

Среднее комнатное температура составляет $T = 20 + 273 \text{ К} = 293 \text{ К}$

средний объем комнаты (шиной) составляет $36 \text{ [м}^3\text{]} (3 \times 4 \times 3)$

$$R = 8,314$$

105

Задача 6 В первом случае, до того как налить воду, контейнер находится практически в горизонтальном положении, т.к. сила Архимеда зависит от объема погружена, а не от массы. Поверхность воды представляет собой равную поверхность, т.к. атмосферное давление давит на все точки одинаково. Во втором случае, когда налили воду, за счет того, что центр масс смещен в сторону ценок \Rightarrow много меньше \Rightarrow большая часть воды сместится в сторону ценок (по условию, аналогично рычагу, т.е. сохранение моментов сил). т.к. поверхность воды равная, за счет атмосферного давления происходит данное явление.

Фигурные задачи!

25

6