

Т58

Шифр

ХМ-11-Ф3

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: П Е Т Р О В

Имя: А Р Т Е М

Отчество: Г Е Н Н А Д Ь Е В И Ч

Учащийся 11 класса школы № БОУ Югорский физико-математический лицей-интернат, г. Ханты-Мансийска, Ханты-Мансийского Автономного округа-Югры, Тюменской области
(города/села, района)

Дата рождения 1 марта 1997

Контактная информация – телефон(ы): Мобильный: 8 963 495 6706

E-mail: aken.dozf.aizyon.vozne@yandex.ru

Пункт проведения этапа БОУ Югорский физико-математический лицей-интернат

Дата проведения этапа 15 февраля 2016

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 

Шифр

T-58

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»
2 этап (заключительный) 2014–2015 учебный год

ФИЗИКА

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
50	24.02.15.	Стохабул Д.А. Миданев Э.Ю.	Стохабул - 

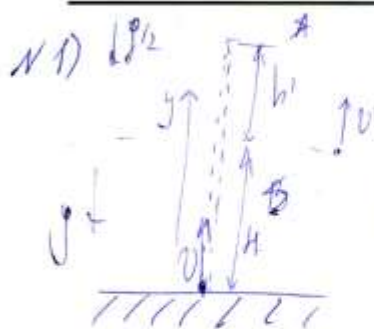
Председатель жюри: Махмуджан М.М. 

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

XM

ФУТ № 58

1



А) 1) Пусть Незнайка бросает мячик с начальной скоростью v_0 , тогда:

Б)
$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh_0$$

$$v_0^2 = 2gh_0$$

1	2	3	4	5	6	Σ
10	8	10	8	10	4	50

Дано:

$H = 10 \text{ м}$

$h_0 = 20 \text{ м}$

$g \rightarrow \frac{g}{2}$

$h = ?$

2) З.С.Э. при H .

$$mgh_0 = \frac{mv_0^2}{2} = mghH + \frac{mv'^2}{2}$$

$2g(h_0 - H) = v'^2$, где v' - это скорость, с которой мяч летит в область А.

3) З.С.Э. в обл. А.

$$\frac{mv'^2}{2} = m \frac{g}{2} h' \Rightarrow h' = \frac{v'^2}{g} = 2(h_0 - H)$$

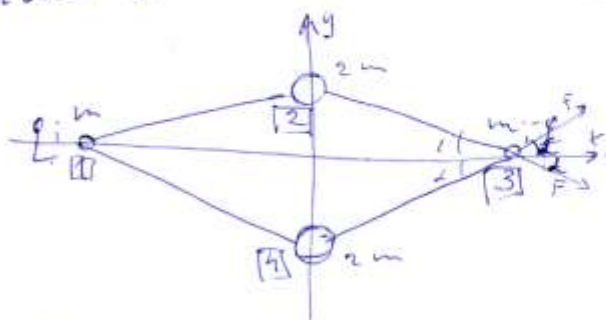
4) $h = h' + H = 2h_0 - H = 2 \cdot 20 \text{ м} - 10 \text{ м} = 30 \text{ м}$.

Ответ: новая высота $h = 30 \text{ м}$. (108)

№2 Дано:

$l, g, -g, m, 2 \text{ м}$

$v_1, v_2, v_3, v_4 = ?$



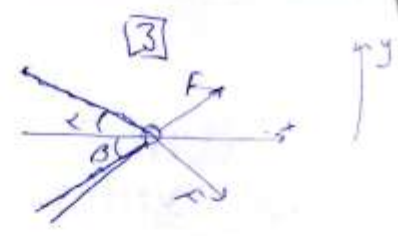
1) Так как на систему не действуют внешние силы \Rightarrow импульс системы не изменяется.

2) В силу симметрии системы:

$$\alpha = \beta \Rightarrow F \cos \alpha + F \sin \alpha = F' = 0$$

\Rightarrow ~~интерес~~ ^{скорости} y 3 и 4 шарика

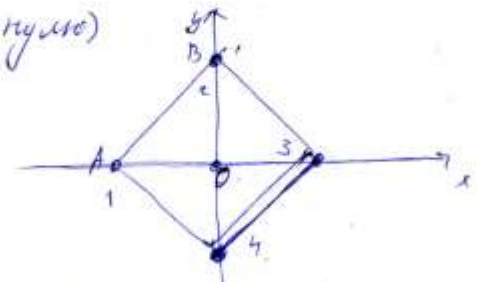
по оси Oy не будет, аналогично y шариков 2 и 4 не будет скоростей по оси Ox .



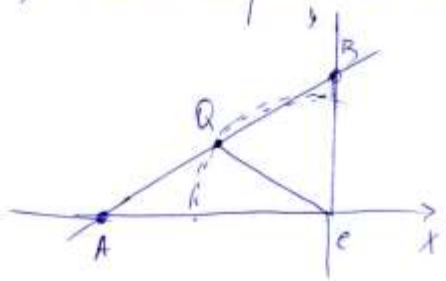
3) З.С. И (вначале интерес был равен нулю)

$$x: -v_1 m + v_3 m = 0 \quad v_1 = v_3$$

$$y: 2m v_1 - 2m v_4 = 0 \quad v_2 = v_4$$



4) Рассмотрим $\triangle ABC$.



$$QC = const = \frac{l}{2} \text{ м.к. } T.O$$

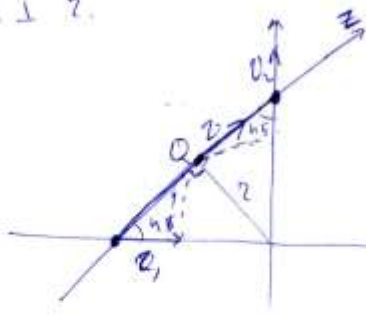
Центр описанной окружности $\triangle ABC$:

$$QA = QB = \frac{1}{2} AB, \text{ м.к. } AB$$

$$AB = const = l \Rightarrow QA = QB = QC = const = \frac{l}{2}$$

\Rightarrow Т.О движется по окр. с $r = \frac{l}{2}$ и центром в Т.О

Во время \perp ?



$$\dot{z}: v_2 \cos 45 + v_1 \cos 45 = v$$

м.к. угол между v и осью z \Rightarrow v и v' \perp z' ($\perp z$)

$$z': v_1 \sin 45 - v_2 \sin 45 = 0$$

$$|v_1| = |v_2|$$

$$|v_1| = |v_2| = |v_3| = |v_4|$$

5) З.С.Э.

$$\frac{-kq^2}{2l} = \frac{-kq^2}{l \cdot l^2} + 2 \frac{m v^2}{l} + 2 \frac{2m v^2}{l}$$

$$v^2 = \sqrt{\frac{kq^2 (2 - \sqrt{2}) (\sqrt{2} - 1)}{4 m l}}$$

Ответ: модуль всех скоростей равен

$$v = \sqrt{\frac{kq^2 (2 - \sqrt{2})}{4 m l}}$$

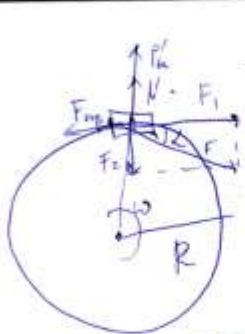
ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

XМ-

№ 58

12

№3)



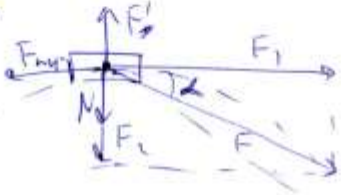
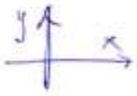
x: $F \cos \alpha = F_{mg} = \mu N$

y: $N = F_2 - F' = F \sin \alpha - \mu \omega^2 R m$
m.k. $\mu < \cot \alpha \Rightarrow$

x: $0 < F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) = -\mu \omega^2 R m < 0$

II

\Rightarrow y: $F' - N - F_2 = 0, N = F' - F_2$



x: $F_1 = F_{mg} = \mu N$

y: $N = \omega^2 R m - F \sin \alpha$

$F(\cos \alpha) = \mu \omega^2 R m - F \mu \sin \alpha$

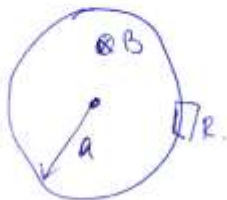
$F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = \mu \omega^2 R m$

$\omega^2 = \sqrt{\frac{F(\dots)}{\mu R m}}$

$v = \omega R = \sqrt{\frac{R F(\dots)}{\mu m}}$

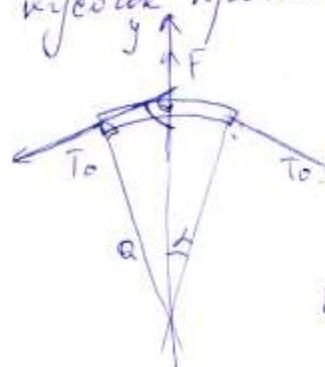
Ответ: $v = \sqrt{\frac{R F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{\mu m}}$

№4)



Дано:
B, $\varepsilon, l = \frac{\varepsilon}{2}$,
R, T_0
a - ?

1) Рассмотрим малый кусочек проволоки длиной l .

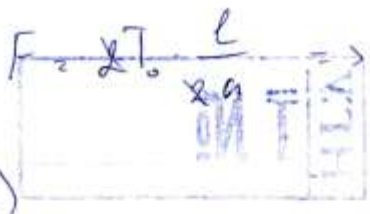


y: $F - 2T_0 \cos \frac{\alpha}{2} = 0$

$F = 2T_0 \sin \alpha$

$\alpha = \frac{l}{2a}$; m.k. ($\ll a \Rightarrow$)

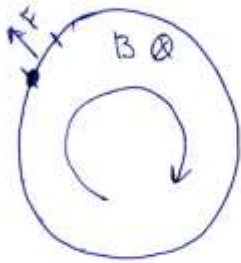
$\alpha \ll 1 \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$



$$F \cdot a = T \cdot l$$

2)

$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi}$$



$$\Phi = (S \cdot B)^{\cdot} = S \cdot B^{\cdot} = S B_0 \left(1 - \frac{t^2}{\tau^2}\right)^{\cdot} =$$

$$= -S B_0 \cdot \frac{2t}{\tau^2} = -2\pi a^2 B_0 \frac{t}{\tau^2}$$

$$\mathcal{E} = 2\pi a^2 B_0 \frac{t}{\tau^2}, \text{ при } t = \frac{\tau}{2}$$

$$\mathcal{E} = \pi a^2 \frac{B_0}{\tau}$$

3) По направлению тока ток будет течь по часовой стрелке
 (но если $\mathcal{E} \rightarrow 0$ то ток направлением, то а уже по часовой
 из уравнения)

$$\vec{F} = \gamma \vec{L} = \gamma [\vec{B} \times \vec{L}] = \gamma B \vec{L}^{\perp}; \quad |\vec{F}| = \gamma B L$$

$$F a = T \cdot l$$

$$\gamma B \cdot l \cdot a = T \cdot l$$

$$\gamma B a = T$$

но II уравнения

$$\mathcal{E} = \gamma R \Rightarrow \gamma = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\pi a^2 B_0}{\tau R}$$

$$\pi a^3 B_0^2 = T_0 \tau R$$

$$B_0 \left(\frac{\tau}{2}\right) B_0 = \frac{3}{4} B_0^2 \tau a = \sqrt[3]{\frac{4 T_0 \tau R}{3 \pi B_0^2}}$$

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

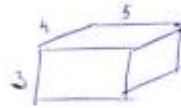
ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

X M



3

№5) 1) Возьмем комнату
на 3, 4, 5 м., воздухе в ней
примерно при температуре $T = 27^\circ\text{C}$ (почти-
точно тепло) $T = 300\text{K}$.



$V = 60\text{ м}^3$

$$\rho_0 = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

$760 \text{ мм рт. ст.} = 10^5 \text{ Па}; \Delta P \approx 10 \text{ мм рт. ст.}$

Данные)

$V = 60 \text{ м}^3$

$T = 300 \text{ K}$

$\rho_0 = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$

$1 \text{ мм рт. ст.} = \frac{10^5 \text{ Па}}{760}$

Δm

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$m = P \cdot \frac{V\mu}{RT}; \quad \frac{V\mu}{RT} = \text{const.}$$

$$\Delta m = \Delta P \cdot \frac{V\mu}{RT}$$

$$\Delta m = \frac{10^5 \text{ Па}}{760} \cdot \frac{60 \text{ м}^3 \cdot 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ K}}$$

$$= \frac{6 \cdot 29}{76 \cdot 3 \cdot 83} \cdot 10^5 \text{ г} \approx 919 \text{ г} \approx$$

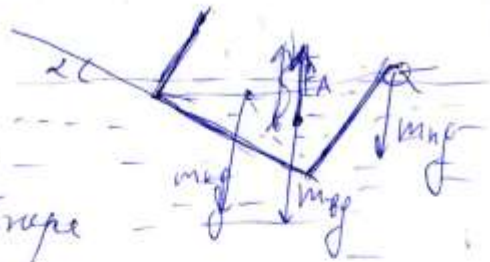
$$\approx 0,92 \text{ кг}$$

Ответ: $\Delta m \approx \text{~~0,92 кг~~ } 0,92 \text{ кг}$

№6) 1) В самом начале контейнер
прищепкой находится почти в
горизонтальном положении, т.к.
масса контейнера с прищепкой
мала и \Rightarrow сила Архимеда и сила поверхностного



натянутая веревка их удерживают в этом положении
 2) когда в контейнер налили воду он наклоняется.



а) $F \sin \alpha$ приложена к геометрическому центру веревки в контейнере (т.к. она однородна)

б) к той же точке? приложена сила Архимеда

в) $m_w g$ и $m_g g$ к центрам масс контейнера и прищепки соответственно

3) контейнер в этом случае будет находиться таким углом, что \sum моменты всех сил в сумме будут равны нулю $\sum_{i=1}^4 M_i = 0 \quad \checkmark$

Понятно, что $M(F_A) = M(m_w g) + M(m_g g) + M(m_{\text{кон}} g)$, где

$M(F)$ - момент силы F .

4) как только мы убираем прищепку, F_A ^{станет} поворачивать контейнер с водой до тех пор, пока контейнер не станет максимально горизонтальным (т.к. если записать моменты всех сил, то, окажется, что все силы имеют некую вертикаль и $\sum M_{\text{гор}} = F_A$ (условие поперечности по оси вертикали))

Примечание: ~~Вода всегда~~ Это можно объяснить еще и тем, что \int ~~все тело~~ система стремится к минимуму потенциальной энергии, что и происходит в положении, которое занимает контейнер с прищепкой и без нее.

сравнение условий?