

Шифр

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

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

К	У	З	Н	Е	Ц	О	В	А											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

А	н	а	с	т	а	с	и	я											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

А	л	е	к	с	а	н	д	р	о	в	н	а							
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № 32

г. Томска

(города/села, района)

Томской области

(области)

Дата рождения 10.03.1997

Контактная информация – телефон(ы): 8 953 918 8792

E-mail: _____

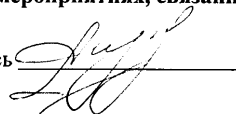
Пункт проведения этапа

МГУ

Дата проведения этапа 15.02.2015

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

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
50	10.3.15	Лисичко Е.В.	

① Найти: h' - ?

Дано:

$M = 10 \text{ м}$

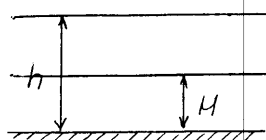
$h = 20 \text{ м}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$\frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2$

Найти: ?

Решение:



Тело останавливается

т.к. оба раза сообщается одинаковая энергия, то работа $F_{трислеса}$ одинакова, из чего следует:

$$mgh = mgM + m \frac{g}{2} (h' - M); m \frac{g}{2} (h' - M) = mgh - mgM$$

$$\frac{mg}{2} (h' - M) = h - M$$

$$\frac{1}{2} h' - \frac{1}{2} M = h - M$$

$$h' - M = 2h - 2M$$

$$h' = 2h - M$$

$$h' = 2 \cdot 20 - 10 = 30 \text{ м}$$

Ответ: 30 м

② Найти: σ - ?

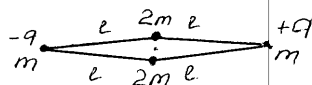
Дано:

$+q; -q$

$m = m_1 = m_2$

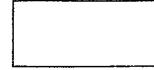
$m_3 = m_4 = 2m$

Решение:



106.

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

В первом случае, когда незарядженные шарики удерживаются вместе, расстояние между шариками с зарядом равно $2l$, из чего следует, что потенциальная энергия их взаимодействия равна:

$$U_0 = -k \frac{q^2}{2l}$$

Когда рамка принимает форму квадрата, расстояние между заряженными шариками становится $\sqrt{2}l$, следовательно:

$$U = -k \frac{q^2}{\sqrt{2}l} \quad \text{что такое } U - ?$$

Если все шарики движутся с одинаковыми скоростями, то:

$$2 \cdot \frac{2m\bar{v}^2}{2} + 2 \frac{m\bar{v}^2}{2} + U = U_0 \quad \text{что за закон?}$$

$$\frac{4m\bar{v}^2}{2} + \frac{2m\bar{v}^2}{2} + \left(-k \frac{q^2}{\sqrt{2}l}\right) = -k \frac{q^2}{2l}$$

Отсюда выразим скорость и получаем:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{(\sqrt{2}-1)kq^2}{6ml}}$$

где \bar{v} — величина?

8б.

Ответ: $\bar{v} = \sqrt{\frac{(\sqrt{2}-1)kq^2}{6ml}}$

③ Дано:

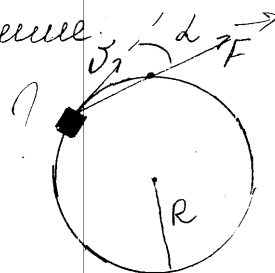
$R, m,$

F, α

и

Найти: $\bar{v} \rightarrow$

Решение



какие силы действуют на тело? Не показано на рисунке.

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Кроме \vec{F} на шайбу действует \vec{N} со стороны кольца и $\vec{F}_{тр}$, направленная по касательной к кольцу против скорости движения шайбы. Т.е. a направлена к центру: $a = \frac{v^2}{R}$

А $F_{тр}$ при движении $F_{тр} = \mu N$, то согласно второму закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{тр}$$

Запишем проекцию на нормаль и на касательную

$$m \frac{v^2}{R} = F \sin \alpha + N$$

$$0 = F \cos \alpha - \mu N$$

Выражаем N из второго уравнения и подставляем в первое, после чего:

$$v = \sqrt{\frac{FR}{m} \left(\sin \alpha + \frac{1}{\mu} \cos \alpha \right)}$$

т.е. по условию $\mu < \cot \alpha$

$$v = \sqrt{\frac{FR}{m} \left(\sin \alpha + \frac{1}{\mu} \cos \alpha \right)}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{FR}{m} \left(\sin \alpha + \frac{1}{\mu} \cos \alpha \right)}$

98.

④ Дано:

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

 B_0 τ_0 Найти a - ?

Решение:

После уменьшения магнитного поля

$$\varphi = \pi a^2 B$$

Возникла ЭДС индукции:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = - \pi a^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

Шифр



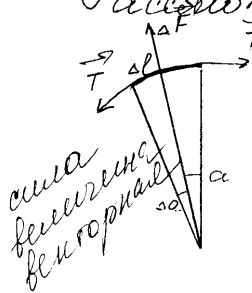
Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

поэтому по закону ОМА в кольце возникает ток:

$$I = \frac{\mathcal{E}DC}{R}$$

на каждом участке стала действовать сила Ампера: $\Delta F = IB\Delta l$

Рассмотрим небольшой участок кольца:



Здесь действующие силы натяжения и сила Ампера, которые уравновешивают баланс:

$$\Delta F = 2T \sin \alpha \approx 2T \alpha$$

Учитывая, что радиус окружности

$$\Delta l = a 2\alpha, \text{ получим: } T = \mathcal{I} B a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{-\pi a^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}}{R} b a$$

Кольцо рвется в момент времени $t = \frac{\tau}{2}$ и в это время T -критическое, магнитное поле $B = \frac{3}{4} B_0$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} \left(\frac{\tau}{2} \right) = -\frac{B_0}{\tau} \Rightarrow$$

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

откуда результат? где все преобразов.

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

гб.

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

- ⑤ Для комнат ^(воздуха в ней) применим закон Менделеева-Клапейрона:

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

При изменении погоды меняется давление и масса

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

Пусть объем комнаты $V = 5 \times 3 \times 2,7 \approx 40,5 \text{ м}^3$; $\Delta P \approx 2600 \text{ Па}$
 $T \approx 300 \text{ К}$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$; $\mu = 29 \text{ моль} \approx 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$$\Delta m = \frac{29 \cdot 2600 \cdot 40,5}{8,31 \cdot 300} = \frac{3053700}{2493} \approx 1225$$

$$\Delta m \approx \frac{0,029 \cdot 2600 \cdot 40,5}{8,31 \cdot 300} = \frac{3159}{2493} \approx 1,27 \text{ кг}$$

Ответ: 1,27 кг

- ⑥ На плавучий контейнер с прицепками и борд рейсевой: сила неизвестна контейнера, сила неизвестна прицепок, сила неизвестна борд, сила Архимеда. Так система в равновесии \Rightarrow сумма сил равна нулю:

$$m_k \vec{g} + m_n \vec{g} + m_b \vec{g} + F_A = 0$$

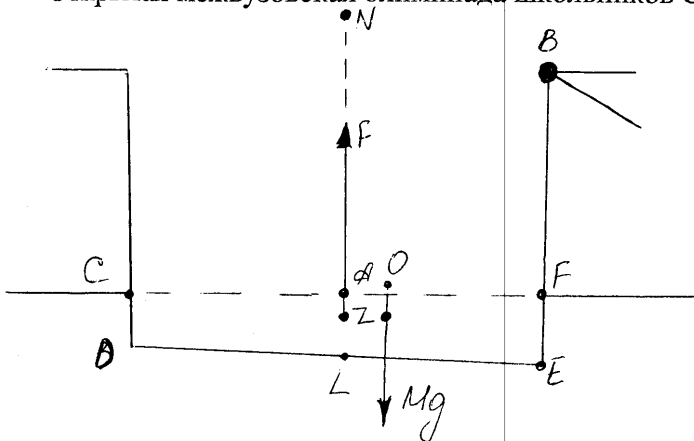
Пусть $M = m_k + m_n$ и $F = m_b g + F_A$, тогда:

$$\vec{Mg} + \vec{F} = 0$$

Возвращаем на рисунок силы:

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»



точка A - $m_1 g$ - ?
 точка B - $m_2 g$ - ?
 точка O - точка приложения силы Mg . Она лежит
 внутри отрезка AB ближе к точке A (т.к. вес колпачка
 больше, чем вес прищипок), а сила \vec{F} приложена
 к точке Z , которая является бы центром масс цап-
 полемной вращ. ступицы.

Из выражения $Mg + F = 0$ следует, что, сила \vec{Mg} и \vec{F}
 ортогональны по модулю, а т.к. сила Mg в обоих слу-
 чаях ортогональна, то и не меняется сила F . Т.е. эти
 случаи описываются только точками приложения
 силы F или силой в ступице колпачка.

Каков угол наклона? Почему?
 Нам достаточно посмотреть