

Шифр

УФ 11-10

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

ЛОСЕВ

Имя:

ТИМОФЕИ

Отчество:

СЕРГЕЕВИЧ

Учащийся

11

класса школы №

1

г. Кировграда, Свердловской области
(города/села, района)

Свердловской области
(области)

Дата рождения

24 декабря 1999

Контактная информация – телефон(ы):

89221034615 ; 89221321332

E-mail:

elosev99@mail.ru

Пункт проведения этапа

Урфу, г. Екатеринбург, Свердловская обл. ул. Мира 21

Дата проведения этапа

26 февраля 2017

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
36		Дракишина	Ан

№ 1

1) Рассмотрим рисунок "а". Резисторы подключены параллельно друг другу $\Rightarrow U_A$ (напряжение резистора А) = $= U_B$ (напряжение резистора В)

$$Q_A = U_A I_A t = \frac{U_A^2}{R_A} \quad (\text{закон Джоуля-Ленца})$$

$$Q_B = U_B I_B t = \frac{U_B^2}{R_B}$$

$$U_A = U_B = U$$

$$Q_A = \frac{U^2 t}{R_A}$$

$$Q_B = \frac{U^2 t}{R_B}$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{t U^2 R_B}{R_A U^2 t} = \frac{R_B}{R_A} = K$$

$$\frac{R_B}{R_A} = K \quad \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{K} \quad (1)$$

10

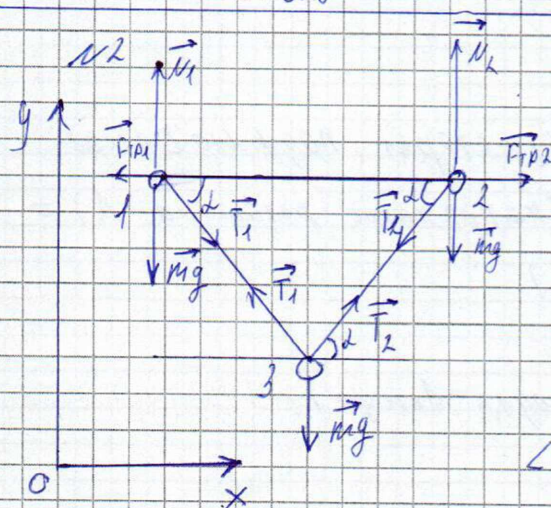
2) Рассмотрим рисунок "б". Резисторы подключены последовательно $\Rightarrow I_A'$ (сила тока в резисторе А) = I_B' (сила тока в резисторе В) = I'

$$Q_A' = U_A' I_A' t' = I_A'^2 R_A t' = I'^2 R_A t'$$

$$Q_B' = U_B' I_B' t' = I_B'^2 R_B t' = I'^2 R_B t'$$

$$\frac{Q_A'}{Q_B'} = \frac{I'^2 R_A t'}{I'^2 R_B t'} = \frac{V}{K} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{K} \quad \text{из формулы ①}$$

Ответ: $\frac{Q_A'}{Q_B'} = \frac{1}{K}$



$\vec{N}_1, \vec{N}_2$ - силы реакции опоры

для 1 и 2 колец соответственно

m - масса одного кольца

$\vec{F}_{тр1}, \vec{F}_{тр2}$ - силы трения для

для 1 и 2 колец соответственно

$\angle \alpha = 60^\circ$ (угол в равностороннем треугольнике)

$\vec{T}_1, \vec{T}_2$ - силы натяжения нитей,

связывающих 1 и 2 кольца с 3

μ - минимальный коэффициент трения

Напишем второй закон Ньютона для всех колец

1 Кольцо: $\vec{N}_1 + \vec{T}_1 + \vec{mg} + \vec{F}_{тр1} = m\vec{a}$ 2 Кольцо: $\vec{N}_2 + \vec{T}_2 + \vec{mg} + \vec{F}_{тр2} = m\vec{a}$

Ох: $T_1 \cos \alpha - \cancel{F_{тр1}} = 0$

$T_1 \cos \alpha = \cancel{F_{тр1}}$

Оу: $N_1 - mg = 0$

$N_1 = mg$

$F_{тр1} = \mu N_1$ (сила трения скольжения)

$T_1 \cos \alpha = \mu mg$

① $\mu = \frac{T_1 \cos \alpha}{mg}$

Ох: $F_{тр2} - T_2 \cos \alpha = 0$

$T_2 \cos \alpha = F_{тр2}$

Оу: $N_2 = mg$

$F_{тр2} = \mu N_2$

$F_{тр2} = \mu mg$

$T_2 \cos \alpha = \mu mg$

② $\mu = \frac{T_2 \cos \alpha}{mg}$

$\mu = \mu \Rightarrow T_1 = T_2$

из ① и ② формул.

3 кольца:

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{mg} = \vec{ma}$$

$$Ox: T_2 \cos \alpha - T_1 \cos \alpha = 0$$

$$Oy: T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \alpha - mg = 0$$

$$2 T_1 \sin \alpha = mg$$

$$T_1 = \frac{mg}{2 \sin \alpha}$$

Подставляем полученное выражение в (1) формулу

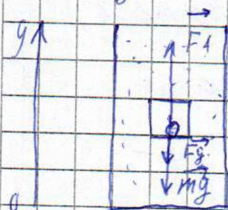
$$\mu = \frac{mg}{2 \sin \alpha} \cdot \frac{\cos \alpha}{mg} = \frac{\cos \alpha}{2 \sin \alpha}$$

$$\alpha = 60^\circ \quad \mu = \frac{\cos 60^\circ}{2 \sin 60^\circ} = \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 2 \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6} \approx 0,283$$

Ответ: $\mu \approx 0,283$ - минимальный коэффициент трения, при котором кольца останутся в состоянии покоя

16

В 1 случае на шприц действуют сила Архимеда (F_A), сила тяжести шприца с грузом (mg) и сила давления воды (F_g).



Нарисуем второй закон Ньютона для шприца

$$Ox: \vec{F}_A + \vec{F}_g + \vec{mg} = \vec{ma} \quad ?$$

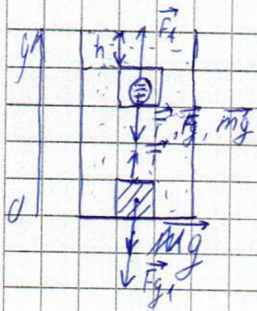
$$Oy: F_A - F_g - mg = ma$$

$$F_A = ma + F_g + mg \Rightarrow F_A > F_g + mg \quad (1)$$

Неравенство (1) объясняет, почему шприц всплывает

(Сила Архимеда больше силы давления воды и силы тяжести вместе взятых)

Рассмотрим 2 случая.



До натяжения нити шприц движется так же, как и в 1-ом случае

$$F_A > F_g + mg$$

В момент, когда нить натянулась, шприц остановился, то есть ускорение $a = 0$.

Второй закон Ньютона:

$$\vec{F}_A + \vec{T} + \vec{F}_g + \vec{mg} = m\vec{a}$$

$$\text{от: } F_A - T - F_g - mg = 0$$

$$T = Mg + F_{g1} \quad (\text{из 2-ого закона Ньютона для доп. груза})$$

$$F_A - Mg - F_{g1} - F_g - mg = 0$$

$$F_A = F_g + Mg + F_{g1} + mg$$

Величины Mg и mg — постоянны на любом этапе эксперимента

$$F_{g1} = \rho_0 S g h \quad (\text{сила давления воды на доп. груз})$$

$$\rho_0 = \rho_0 g h_0$$

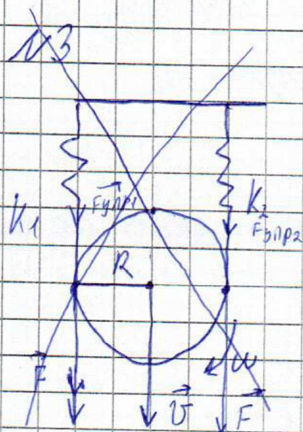
Во время эксперимента h_0 увеличивается, но, из-за того что $F_{g1} + Mg > T$ ^(доп. груз покоится), это на ход эксперимента не влияет

~~$F_g = \rho_0 g h$~~ Если в момент, когда нить натянулась, перестать лить воду, то шприц останется плавать, так как сумма всех сил будет равна 0. Однако воду продолжают лить, увеличивая значение h — высоту столба воды над шприцом. Это приводит к увеличению значения $F_g = \rho_0 g h$ на некоторую величину ΔF_g .

$$F_g + Mg + F_{g1} + mg < F_g + Mg + F_{g1} + mg + \Delta F_g$$

$$\Rightarrow F_A < F_g + Mg + F_{g1} + mg + \Delta F_g$$

Из-за этого суммарный вектор всех сил становится отрицательным относительно оси Oy , таким же становится и ускорение — выпрону нажимает токуют.



N4



Пусть источник электрического поля находится на расстоянии R от шарика. Так как поле ^{можно считать, что} однородное, то источник электрического поля всегда находится на одной и той же расстоянии R . (R — длина нити)

Каждый раз, когда переключается эл. поле, увеличивается кинетическая энергия шарика, а раз увеличивается кинетическая энергия, то увеличивается и максимальное значение потенциальной энергии. Шарик находится как на «качелях» — его «подталкивают» каждый раз в тот момент, когда у него потенциальная энергия максимальна, и именно поэтому шарик не то рикошетит, а раскачивается всё сильнее.

$W_E = UqQ$ (энергия электрического поля, передаваемая шарiku в максимальном отклонении)

Итак: $U = ER$ (поле однородно $\Rightarrow d = R$)

$$W_E = ERQ$$

Так как мы передали шарiku 10 "порций" энергии и он отклонился на 30° , то справедлива формула

$$10 ERQ = mg(R - R \cos \alpha)$$

m - масса шарика; $(R - R \cos \alpha)$ - ^{высота} ~~величина~~ на которую поднялся шарик; $\alpha = 30^\circ$

$$10 ERQ = mgR(1 - \cos \alpha)$$

$$E = \frac{mg(1 - \cos \alpha)}{10Q}$$

$$E \approx 85 \cdot 10^6 \frac{В}{м}$$

$$\text{Ответ: } E \approx 85 \cdot 10^6 \frac{В}{м}$$

15.

~~Планета, скорее всего, имеет атмосферу~~

Мячик летает вокруг планеты и не падает, значит он достиг 1-ой космической скорости для данной планеты ✓

$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, где v - 1-ая космическая скорость, M - масса планеты, R - радиус планеты

$$R = \frac{GM}{v^2}$$

$v \sim 5 \frac{м}{с}$ - примерно такая скорость у мячика, после удара космонавта

M - минимально возможная масса, при которой небесное тело считается планетой