

Шифр

Р-105

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

М А С Л Е Н Н И К О В А

Имя:

Н А Т А Л Ь Я

Отчество:

А Л Е К С А Н Д Р О В Н А

Учащийся 11 класса школы № 1504 „Инженерный лицей НГТУ“

г. Новосибирска

(города/села, района)

Новосибирской области

(области)

Дата рождения 17.08.1999

Контактная информация – телефон(ы): +7-953-785-6653

E-mail: Nataly-170899@yandex.ru

Пункт проведения этапа НГТУ

Дата проведения этапа 26.02.2017

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

1	2	3	4	5	6	Σ
20	20	0	2	4	5	31

Дуровский В. Т.

Шифр

P-105

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

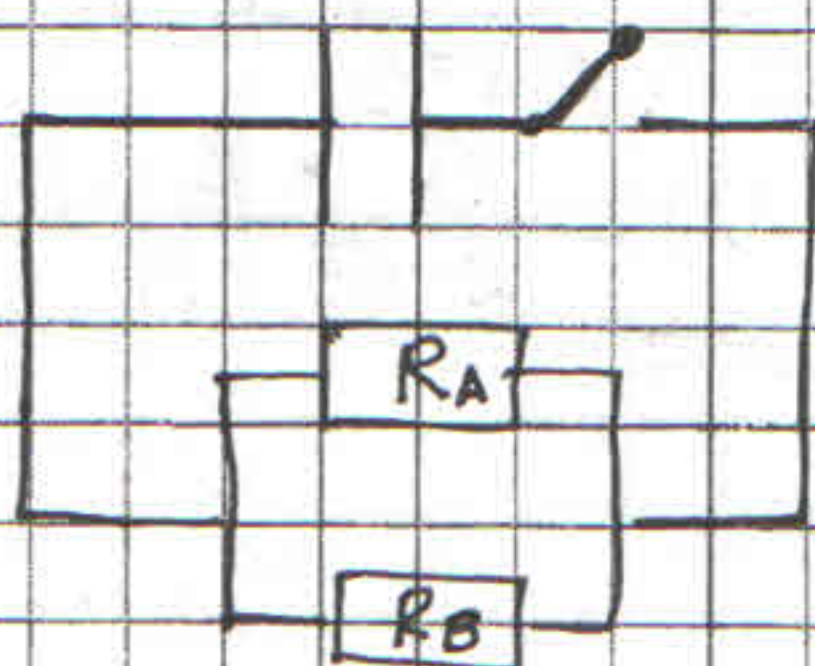
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

N1

В обоих случаях имеем конденсатор, энергия которого выражается формулой:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}, \text{ где } C - \text{емкость к-ра, } U - \text{напряжение на к-ре, } q - \text{заряд на обкладках к-ра}$$

1 случай:



Сопротивления А и В соединены параллельно, т.е. на них одинаковое напряжение:

$$U_A = U_B \quad (2.5)$$

Выделившаяся кол-во теплота в данном случае будет определяться по формуле: $Q = \frac{U^2 t}{R}$, где t - время разрядки конденсатора

$$\text{Тогда } \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{U^2 t \cdot R_B}{R_A \cdot U^2 t} = \frac{R_B}{R_A} \quad (2.5)$$

$$\text{По условию } \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{K}{1} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{K}{1} \text{ или } \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{K}$$

2 случай:



При последовательном соединении сопротивлений сила тока одинаковая, т.е.

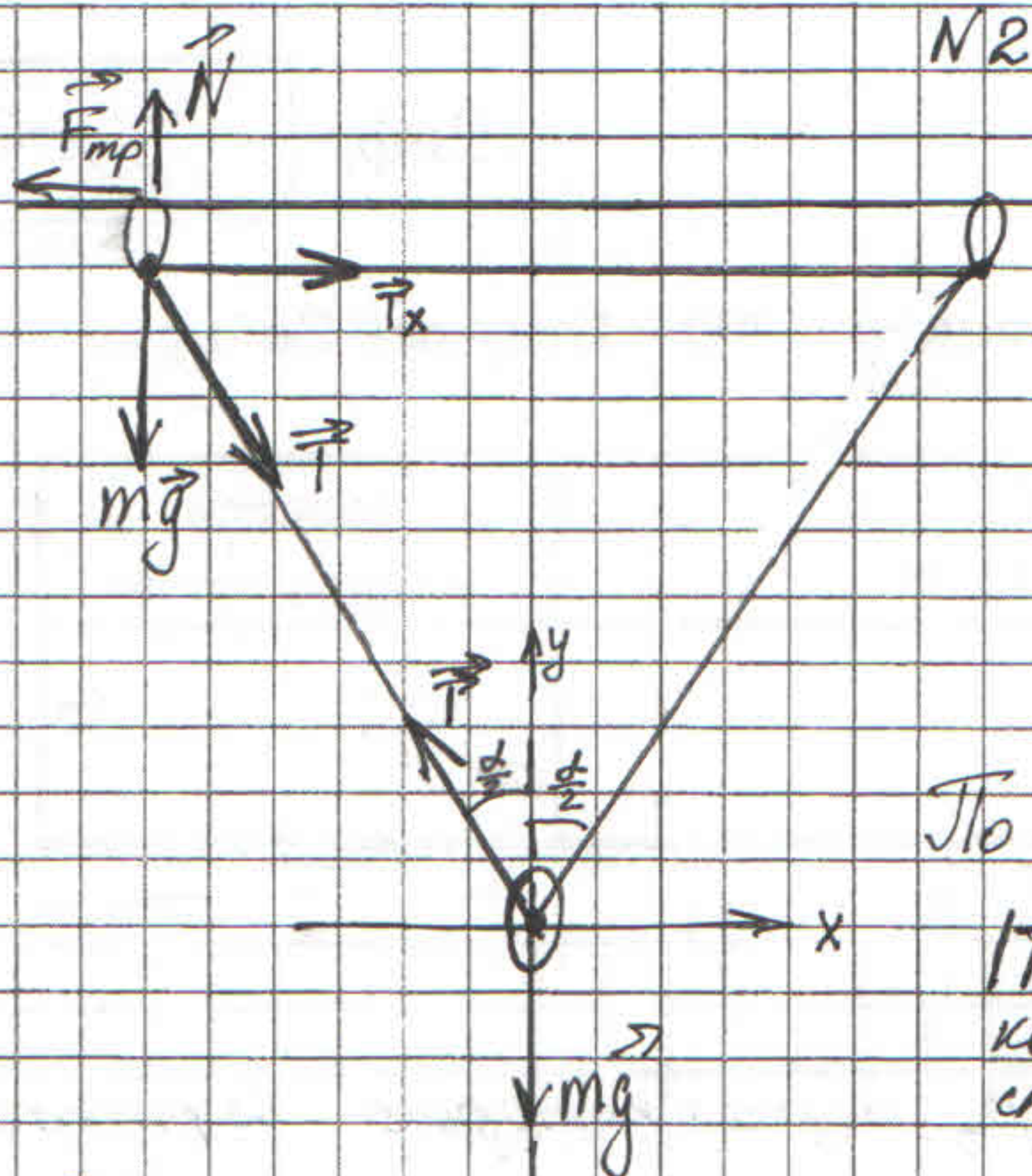
$$Q = I^2 R t$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{K}$$

Ответ: 1/K

Председатель жюри

~~10 баллов~~



Для нитяного кольца:

$$Oy: mg = 2T \cdot \cos \frac{\alpha}{2}, \text{ где } \alpha = 60^\circ$$

$T_x = \text{проекция } T \text{ на } O_x,$

$$\text{т.е. } T_x = T \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

По IIIЗН: $\vec{T} = -\vec{T}$, поэтому

$|T_{\text{нижнего кольца}}| = |T_{\text{верхнего кольца}}|$ (смотрим левую сторону, справа все будет так же)

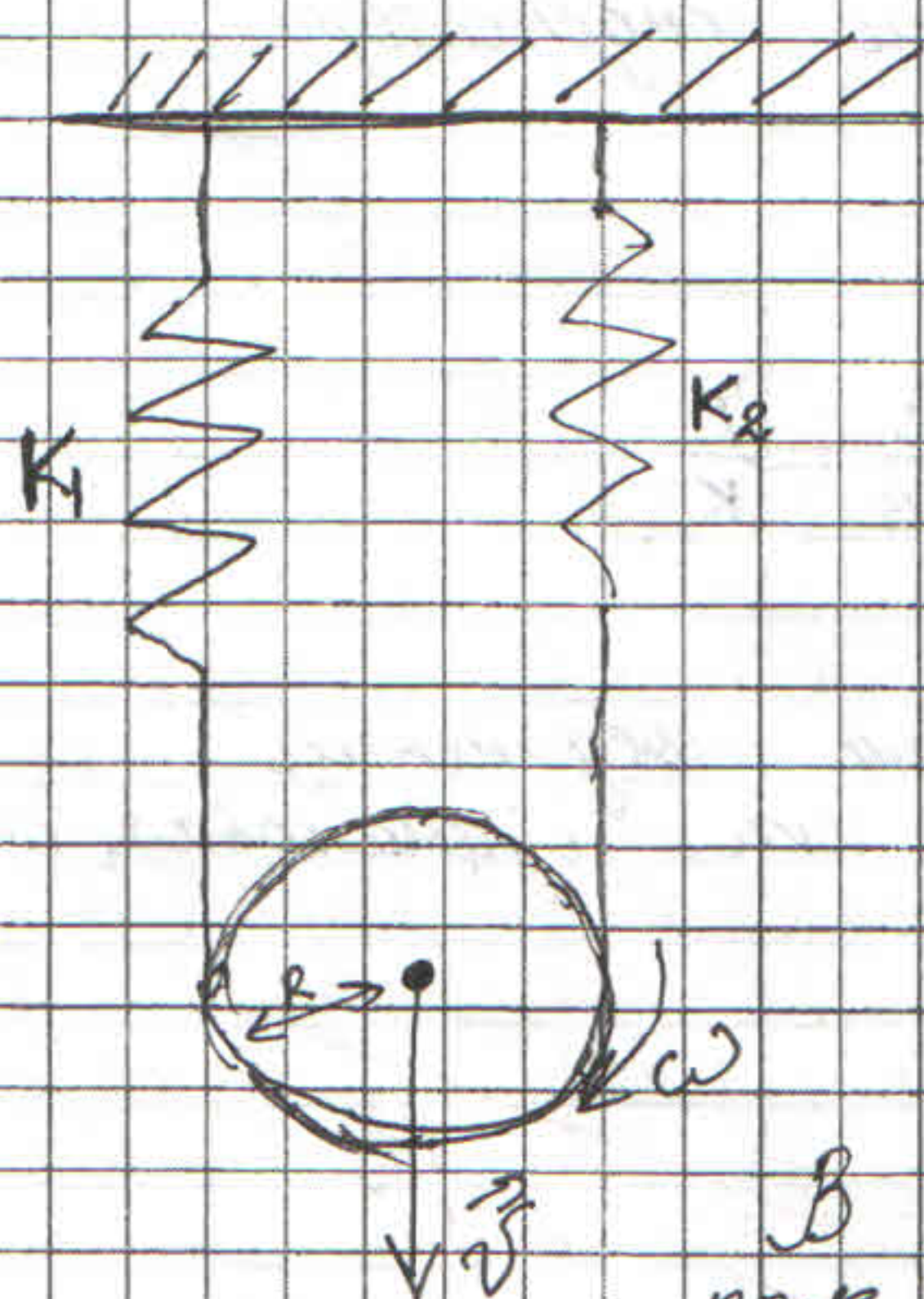
$$\vec{F}_{mp} = \vec{T} + \vec{T}_x, \text{ т.е. } mN = \frac{mg}{2 \cos \alpha/2} + \frac{mg \cdot \sin \alpha/2}{2 \cos \alpha/2}$$

$$Oy: N = mg + T \cdot \sin \alpha = mg \left(1 + \frac{\sin \alpha}{2 \cos \alpha/2} \right)$$

$$m \left(1 + \frac{\sqrt{3}/2}{2 \cdot \sqrt{3}/2} \right) = \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3}} + \frac{1 \cdot 1 \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 2} \Rightarrow m = \frac{3 \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 3} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0,58$

10 баллы



По 3СЭ: $\frac{Kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

потенциал
E упруго
деформированной
пружин

кинетич.
E
переходит в блок

Для параллельного соединения пружин

$$K_{общ} = K_1 + K_2, \text{ поэтому}$$

$$\frac{(K_1 + K_2)x^2}{2} = \frac{mv^2}{2} (*)$$

В условии сказано, что блок легкий, значит, сила тяжести не учитывается, т.е. $mg = 0$.

Значит по IIIЗН: $F_{упр} = ma$, где a - центростремительное ускорение блока

$$(K_1 + K_2)x = m a_y$$

$$a_y = \omega^2 R, \text{ поэтому } (K_1 + K_2)x = m \omega^2 R$$

$$\text{Из равенства (*) получим: } x = \sqrt{\frac{m}{K_1 + K_2}} \cdot \sqrt{\frac{m}{K_1 + K_2}} \cdot \omega^2 R$$

$$\Rightarrow \frac{(K_1 + K_2)}{1} \cdot \sqrt{\frac{m}{K_1 + K_2}} \cdot \sqrt{\frac{m}{K_1 + K_2}} \cdot \omega^2 R = m \omega^2 R$$

$$\omega^2 = \frac{K_1 + K_2}{m} \cdot \frac{R}{R}$$

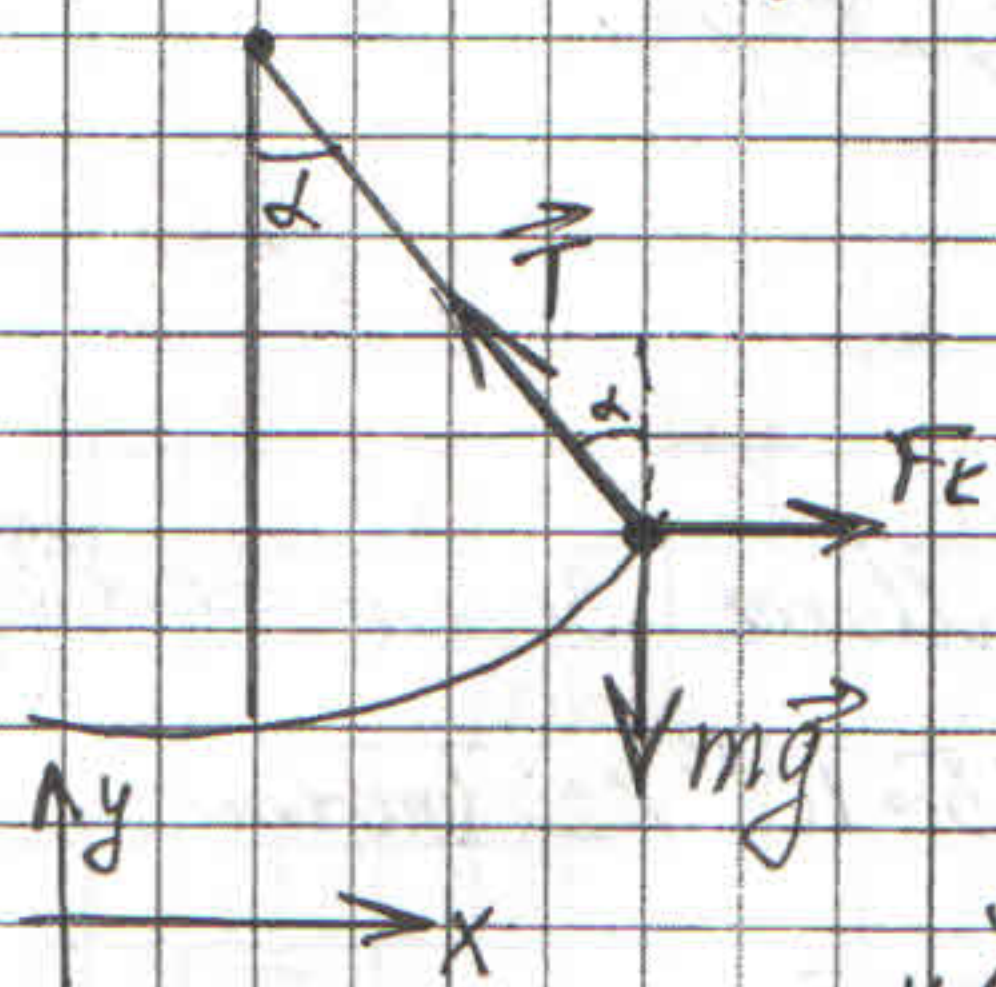
$$\omega = \sqrt{\frac{R}{m} \left(\frac{K_1 + K_2}{m} \right)^{1/4}} \leftarrow \text{ответ}$$

не верен!

3

N 4

Напишем условия для момента той остановки:



$$Ox: F_k = T \cdot \sin \alpha$$

$$Oy: mg = T \cdot \cos \alpha$$

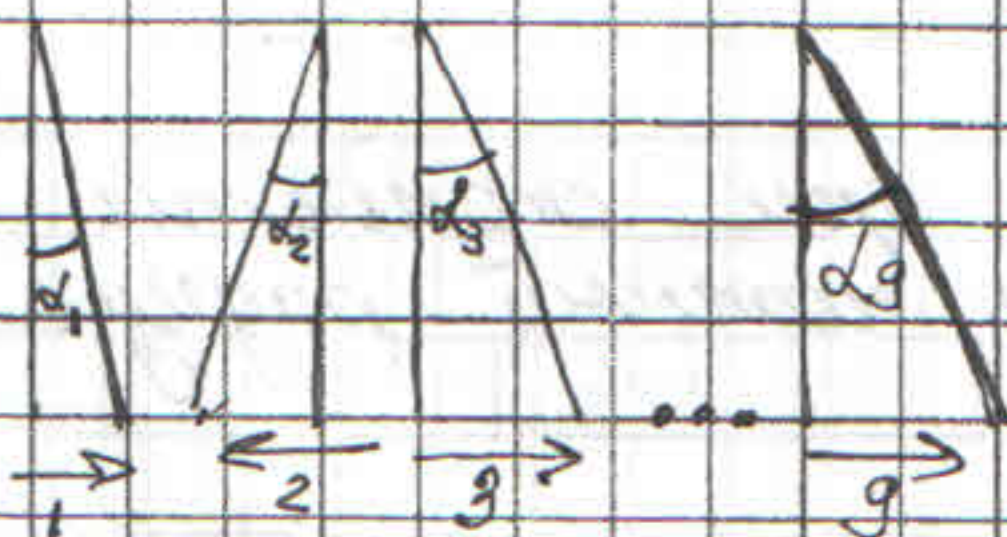
$$\text{Найдем их отношение: } \frac{F_k}{mg} = \tan \alpha$$

По определению понятия "напряженность" имеем:

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = E \cdot q$$

$$\text{Тогда } \frac{Eq}{mg} = \tan \alpha \Rightarrow E = \frac{mg \cdot \tan \alpha}{q}$$

Здесь α — угол самого первого отклонения.



через 9 смон полнотой угол начального отклонения увеличивается в 9 раз, поэтому

$$\alpha = \frac{30^\circ}{9} = \frac{10^\circ}{3}$$

$$E = \frac{9,1 \cdot 10 \cdot 0,05824}{10^{-9}} \approx 6 \cdot 10^7 \text{ Н/Кл} \leftarrow \text{ответ}$$

не верен!

Чтобы космонавт мог сам с собой играть в теннис, надо, чтобы он посмал мячик с первой космической скоростью, потому что именно эта скорость необходима, чтобы тело летало по орбите планеты.

Т.е. Гравитационная планета должна уравновешивать центробежную F_c , т.е.

$$F_{\text{грав}} = F_c$$

$$\frac{G M m}{R^2} = m a_c, \text{ где}$$

G — гравитационная постоянная

M — масса планеты

m — масса мячика

a_c — центростремительное ускорение, с которым космонавт

$$\frac{G M}{R^2} = \frac{v^2}{R+h}, \text{ где}$$

v — скорость, с которой космонавт посмал мячик

h — высота над поверхностью планеты, с которой мячик посман

Поскольку $h \ll R$, то h можно пренебречь, тогда $\frac{G M}{R} = v^2$

$$R = \frac{G M}{v^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$$

В условии сказано, что планета маленькая. Масса Земли $= 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

поэтому пусть масса этой планеты: $M = 15 \cdot 10^{16} \text{ кг}$ (почти

в 2 раза меньше массы Земли). Пусть космонавт посмал мячик с линейкой скоростью 10^4 м/с , тогда

$$R = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 15 \cdot 10^{16}}{100} \approx 10^5 \text{ м}$$

$R_{\text{Земли}} \approx 6,4 \cdot 10^5$, радиус нашей планеты получился почти в 6 раз меньше.

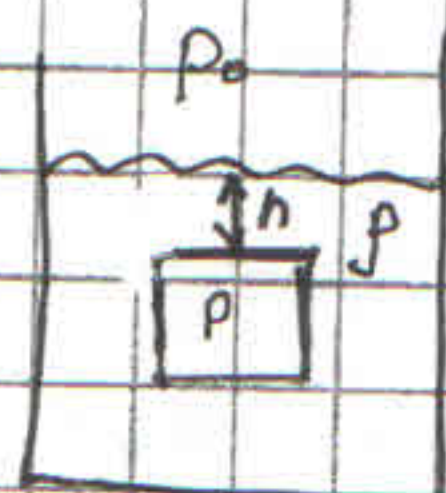
Ответ: для планеты массой $15 \cdot 10^{16} \text{ кг}$ при скорости подачи 10^4 м/с максимально возможный радиус $= 10^5 \text{ м}$

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

N 6

Первый случай: Внутри шприца создается "воздушный пузырь", занимающий весь объем шприца. Шприц плавает за счет выталкивающей силы, которая уравнивает силу тяжести. С увеличением глубины погружения давление на шприц увеличивается. Давление воздуха внутри шприца заставляет его всплывать при доливании дополнительной воды, поэтому шприц все время плавает на одной глубине, считая от верхней грани воды.



$P_{\text{внутри}} = P_0 + P_{\text{н20}}$, где P_0 - атмосферное давление, $P_{\text{н20}}$ - давление воды на глубине h :

$$P_{\text{н20}} = \rho g h, \text{ где } \rho - \rho_{\text{воды}}$$

Второй случай. При присоединении груза шприц сначала "не чувствует разницы", т.к. веревочка ²⁵⁰ натянута. Поэтому сначала когда начинают наливать воду, шприц под действием "воздушной подушки", находящейся внутри него, начинает всплывать. Но когда нитка натягивается, она мешает шприцу всплыть, на воздух внутри действует дополнительное давление. Под действием этого дополнительного давления воздух в шприце ¹⁰ сжимается и нагревается (в соответствии с законами Гей-Люссака и Бойля-Мариотта: $PV = \text{const}$)

Но нагреваться и сжиматься до такого состояния, чтобы "остаться на плаву" шприц из-за неидеальных условий не может, поэтому давление внутри меняется незначительно, а давление снаружи растет сильно. Когда $P_{\text{снаружи}}$ станет ²⁵ ощутимо $> P_{\text{внутри}}$, шприц начнет тонуть.

В условии сказано, что в обоих экспериментах груз все время покоится на дне, т.е. он не сдвигается, и разгерметизации шприца не происходит. Значит, ни в одном из экспериментов в него не попадает вода, поэтому она не может служить причиной происходящих явлений и изменений.

Батлов

Председатель жюри