

Шифр: 10-06

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

ПО ФИЗИКЕ

2019/2020

Ленинградская область

Район ВЫБОРГСКИЙ

Школа МБОУ "Гимназия" Выборгского р-на.

Класс 10 А

ФИО ЗАБАВСКИЙ ИВАН

АНДРЕЕВИЧ

Чистовик

Задача 10.1

1	2	3	4	5	10-06
4	4	0	0	4	12

2 1

С точки зрения механики вращательного движения ~~центростремительное~~ по ускорение шарика в тот момент, когда ~~половое~~ ускорение шарика направленно под углом α к нити можно найти так

$a_y = a \cdot \cos \alpha$, пусть ω_0 - угловая скорость шарика (а r - длина нити)
 в этот момент $\Rightarrow \omega_0^2 r = a \cdot \cos \alpha$ ①

Сила сопротивления воздуха $F_{сопр} = k \cdot \omega_0 \cdot r$, а тангенциальное ускорение шарика $a_{танг} = a \cdot \sin \alpha = \frac{k \omega_0 r}{m}$ ②

из ① и ② получаем $\frac{k \omega_0 r}{m} = \omega_0^2 \cdot r \cdot \tan \alpha \Rightarrow k = m \omega_0 \tan \alpha$.

Тогда для силы сопротивления в каждый момент времени

$F_{сопр} = k \cdot \omega r = m \omega_0 \tan \alpha \cdot \omega r$

Из энергетических соображений:

$\frac{m(\omega_0^2 r^2)}{2} - A_{F_{сопр}} = 0 \Rightarrow A_{F_{сопр}} = \frac{m(\omega_0 r)^2}{2}$

Работа сил сопротивления с другой стороны равна

~~$A = \int F_{сопр} \cdot r \cdot d\omega = \int m \omega_0 \tan \alpha \cdot r \cdot \omega \cdot d\omega$~~ $A = \int F \cdot dr$ отсюда можно найти \int .

$\frac{m(\omega_0 r)^2}{2} = m \omega_0 \tan \alpha \cdot r \int_0^{\omega_0} \omega \cdot d\omega \Rightarrow \int = \frac{1}{2 \tan \alpha}$

Задача 10.2

~~Шайба может двигаться только по траектории~~

т.к. при соударении на шайбы не действуют

внешние силы, то выполняется ЗИ, пусть v, v' скорости первой шайбы до и после столкновения, а u - скорость второй шайбы после столкновения соответственно

Тогда

$$m\vec{v} = m\vec{v}' + mu \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}' + u \quad (1)$$

Запишем ЗЭ

$$m v^2 = m u^2 + m (v')^2 + 2Q, \text{ где } Q - \text{выделившаяся тепло.}$$

Заметим, что

$$m v^2 > u^2 + (v')^2 \Rightarrow \text{угол между } u \text{ и } v' \text{ больше } 90^\circ \Rightarrow$$

\Rightarrow а если с

~~а~~ траектория летающей шайбы.

Рассмотрим ~~два~~ случай, когда а-траектория 1-й шайбы, с-б-траектория 2-й шайбы, а и с-пер ~~а~~ траектория 2-й шайбы, а и с-пер ~~а~~ траектория 2-й шайбы

1 случай:

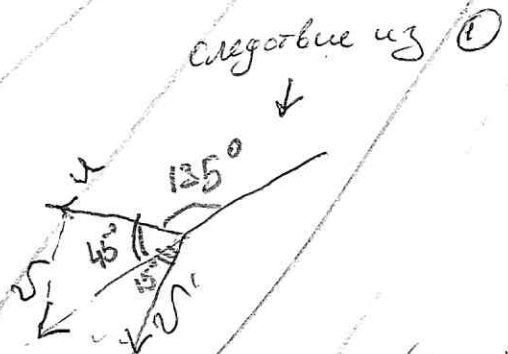
Из треугольника скоростей получим

$$v' = v \cdot \cos 15^\circ, u = v \cdot \cos 45^\circ$$

т.к. шайбы одинаковые, то пути относятся как скорости u

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{u}{v'} = \frac{\cos 45^\circ}{\cos 15^\circ} = 0,732$$

$$Q = \frac{m}{2} (v^2 (1 - \cos^2 45^\circ - \cos^2 15^\circ)) =$$



$$Q = \frac{m v^2}{2} - \frac{m (v \cdot \cos 45^\circ)^2}{2} - \frac{m (v \cdot \cos 15^\circ)^2}{2}$$

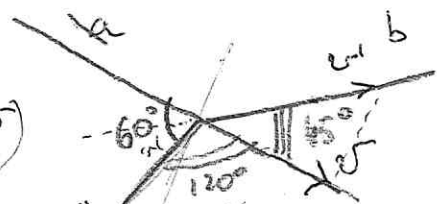
10.2., продолжение:

Рассмотрим и снова:

- I a, b - траект. 1-й маибды, c - второй
- II a, c - траект. 1-й маибды, b - второй
- III c, a - траект. 1-й маибды, b - второй
- IV c, b - траект. 1-й маибды, b - второй.

I. из Фредгольма скорости получим

$$\begin{cases} v' = v \cdot \cos 45 \rightarrow u \cdot \cos 15 \\ u \cdot \cos 30 = v' \cdot \cos 45 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v' = v \cdot \frac{\cos^2 45}{1 + \frac{\cos 15 \cdot \cos 45}{\cos 30}} \\ u = v \cdot \frac{\cos^2 45}{\cos 30 - \cos 15 \cdot \cos 45} \end{cases}$$



~~Второй вариант~~

$v' = 0,3553v$

и тогда $Q = \frac{21v^2}{2} - \frac{m(u')^2}{2} - \frac{m u^2}{2}$

~~Второй вариант~~

$u = 0,3228v$

$Q = 0,74 \cdot \frac{m v^2}{2}$

т.к. маибды одинаковые, то пути относятся как скорости $\Rightarrow \frac{s_1}{s_2} = \frac{v'}{u} \approx 1,225$

Для случаев II III и IV аналогичным образом получаем:

II	III	IV
$Q = 0,74 \frac{m v^2}{2}$	$Q = 0,21 \frac{m v^2}{2}$	$Q = 0,21 \frac{m v^2}{2}$
$\frac{s_1}{s_2} = 0,817$	$\frac{s_1}{s_2} = 1,933$	$\frac{s_1}{s_2} = 0,52$

4

Задача 10.3

В начальном состоянии: $P_0 = P_{CO_2}$

Когда на поршень поставим эту чашу: $P_0 + \frac{m_0 g}{S} = P_{CO_2}$

Заметим, что на протяжении всего процесса:

$$\frac{P_0 \cdot V}{m_{CO_2}} = const \rightarrow \frac{P_0 \cdot S h}{(m_2 - \alpha P_0)} = \frac{(P_0 + \frac{m_0 g}{S}) \cdot S(h - \Delta h)}{(m_2 - \alpha (P_0 + \frac{m_0 g}{S}))}$$

m_2 - масса газа в отсутствие жидкости, α - какой-то коэффициент зависимости $P(m_0)$

как $P_0 S h = (P_0 + \frac{m_0 g}{S}) \cdot S(h - \Delta h)$

~~Объём m_{CO_2}~~
 ~~α - коэффициент~~
 ~~$m_2 + P_0 = m_{CO_2}$~~
 с учетом $m_2 + P_0 = m_{CO_2}$

№10.5

На ВАХ микра видно 2 участка \Rightarrow 1 из них принадлежит ВАХ элемента X, а один диода.

Диод никак не должен быть последовательно подключен к X, т.к. иначе в какой-то момент X был бы закрыт, и на данном ВАХ таких участков нет.

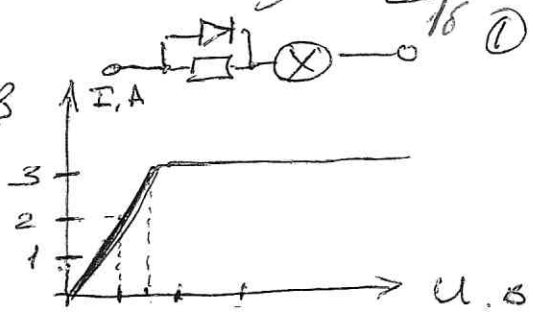
При $u \in [0; \epsilon]$ R схема $R = 4 \text{ Ом} \Rightarrow R_X$ при $u \in [0; \epsilon]$ равен $0,5 \text{ Ом}$, и он включен последовательно резистору R.

Далее при сопротивлении системы резко падает и доходит до $0,5 \text{ Ом}$, такое возможно при замыкании резистора R или при последоват. включении X и R. 2-й случай невозможен по сказанному ранее \Rightarrow 1б \Rightarrow диод включен параллельно резистору. 1б

В итоге имеем:

Тогда 2) $U_0 = 3,5 \text{ В}$

А ВАХ X



3

48 год

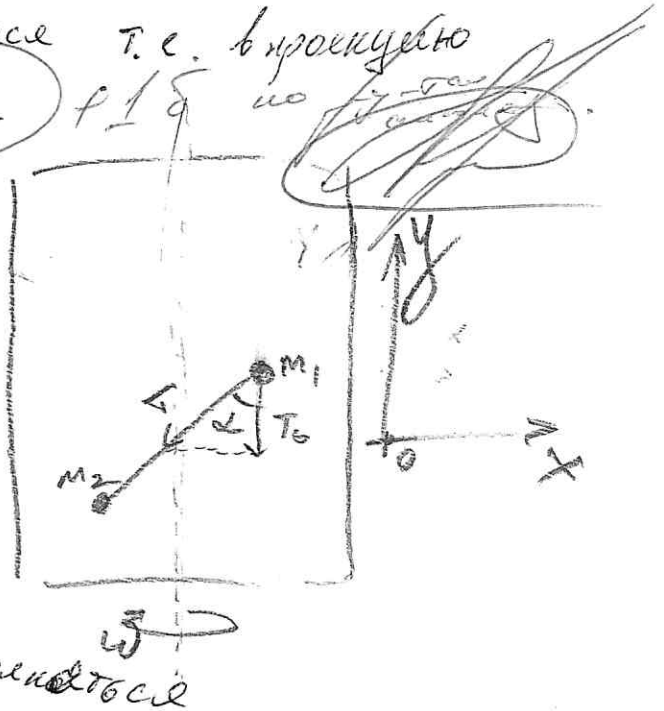
Задача 10.4. 0

При раскрытии банки сосуда в вертикальном направлении

баланс сил никак не изменился т.е. в проекцию на ОУ: $T \cdot \cos \alpha = T_0 \Rightarrow T = \frac{T_0}{\cos \alpha}$

Так же заметим, что

шары должны находиться по разные стороны от центра сосуда иначе под действием центробежной силы они выжмутся в стенку сосуда \Rightarrow условие $\alpha \neq 0$ не будет выполняться.



Запишем условие равновесия системы шаров в проекции ОХ, приняв L_1 и L_2 за расстояния от центра сосуда до 1-го и 2-го шаров соответственно.

$$\begin{cases} \omega^2 \cdot L_1 \cdot m_1 = T \cdot \sin \alpha \\ \omega^2 \cdot L_2 \cdot m_2 = T \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \text{и ур-е неразрывности нити}$$

$$\begin{cases} L \cdot \sin \alpha = L_1 + L_2 \\ L_1 = L \cdot \sin \alpha - L_2 \end{cases}$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow L_2 m_2 = m_1 L \cdot \sin \alpha - m_1 L_2$$

$$L_2 = \frac{m_1 L \cdot \sin \alpha}{m_2 + m_1} \Rightarrow L_1 = \frac{m_2 L \cdot \sin \alpha}{m_2 + m_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{T \cdot \sin \alpha (m_2 + m_1)}{m_2 m_1 L \cdot \sin \alpha} = \frac{T (m_2 + m_1)}{L \cdot m_2 \cdot m_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{T_0 (m_2 + m_1)}{\cos \alpha \cdot L \cdot m_2 \cdot m_1}}$$

~~Условие равновесия в стат. состоянии~~

при вращении с угловой скоростью ω
возв в сосуде ω образует угол φ с вертикалью

$$\tan \varphi = \frac{R}{h}, \text{ где } h = \frac{\omega^2 R^2}{2g}$$

уравнений равновесия ~~статических~~ столбов в жидкости элементарной
толщины.

$$\tan \varphi = \frac{\omega^2 R}{2g}$$

а т.к. центроб. сила, действующая на
шарики направлена перпендикулярно пов-ти жидкости
то сила натяжения нити уменьшается (проекция на
OX на величину $F_A \cdot \sin \varphi$ (суммарно для обоих шаров)

Из ур-я равновесия в стат. положении

$$F_A = (m_1 + m_2)g \quad (\text{для системы шаров})$$

$$F_A' = \frac{F_A \cdot \cos \alpha}{\cos \lambda}$$

$$\text{Тогда } \dots \dots \dots$$

