

Шифр\_\_1726 25

Ставропольский край  
(отборочный) Муниципальный этап олимпиады среди школьников  
2019/20 учебного года

Работа по  
ученика (цы) 10 класса  
муниципального казённого учреждения  
«Средняя общеобразовательная школа № 3»  
Нефтекумского городского округа

Жихаревой Екатерина Николаевна  
(ФИО полностью)

Наставник Запорожцева Татьяна Александровна  
(ФИО полностью)

26 ноябрь 2019 года

172625

# Тетрадь

для \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

учени \_\_\_\_\_ класса \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ школы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# Задача 1

Дано

Решение:

$N$

Система замкнутая, поскольку  $F_{тр} = 0$ ,

$p_0$

т.е. в ней отсутствуют диссипативные

$p$

силы, значит в данной системе

$F_{тр} = 0$

применим закон сохранения импульса.

$k_1 = k_2 = m = r$

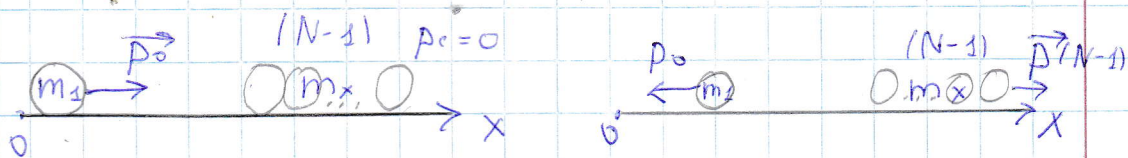
По закону сохранения импульса:

$\frac{m_1}{m_2} = ?$

Импульс до взаимодействия, равен  
импульсу после:

До взаимодействия:

После взаимодействия:



Поскольку удар абсолютно упругий, то шар массой  $m_1$  столкнувшись с остальными, стал двигаться в противоположную сторону с тем же по модулю импульсом, тогда

импульс до:  $p = p_0 + 0$

импульс после:  $p' = p(N-1) - p_0$

Закон сохранения импульса:  $p = p'$ :

$$p_0 = p(N-1) - p_0$$

$$\Rightarrow 2p_0 = p(N-1)$$

$$\Rightarrow 2m_1 v = m_x v(N-1)$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_x} = \frac{2}{N-1}$$

Ответ:

$$\frac{m_1}{m_x} = \boxed{\frac{2}{N-1}}$$

55

## Задача 2

Дано | Решение:

$M$

$\alpha$

$B$

$k$

$F=?$

На маховик дейст-

вуют силы:

(1) Сила тяжести -  $M\vec{g}$

(2) Силы трения -  $\vec{F}_{тр1}$ ;  $\vec{F}_{тр2}$

(3) Силы реакции опор:  $\vec{N}_1$ ;  $\vec{N}_2$

По 2 закону Ньютона:  $M\vec{a} = \sum \vec{F}_i$

$$M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{F}_{тр1} + \vec{F}_{тр2} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2$$

где, поскольку это вращательное движение ускорение центростремительное:

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

В проекции на оси координат:

$$OY: M\omega^2 R = N_1 - Mg \sin \alpha - F_{тр2} \sin \alpha - N_2 \sin \alpha$$

$$OX: 0 = F_{тр2} \cos \alpha - F_{тр1} + Mg \cos \alpha - N_2 \cos \alpha$$

$$\text{где } F_{тр} = \mu N \Rightarrow F_{тр1} = k N_1, \text{ а } F_{тр2} = k N_2$$

поскольку это одна и та же поверхность, то  $F_{тр1} = F_{тр2}$  по модулю  $\Rightarrow N_1 = N_2 = N$  по модулю!

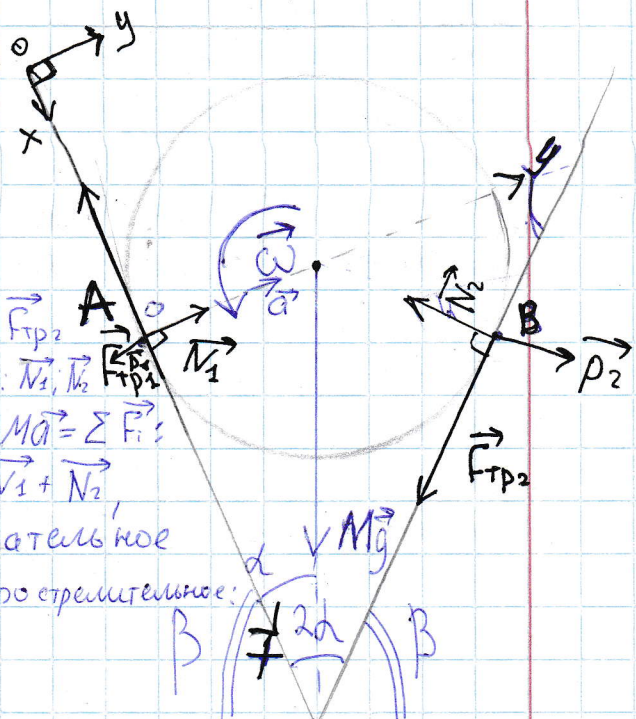
$$M\omega^2 R + Mg \sin \alpha + N \sin \alpha = N \quad (1)$$

$$N \cos \alpha + k N = k N \cos 2\alpha + Mg \cos \alpha$$

$$N \cos \alpha + k = k \cos 2\alpha + Mg \cos \alpha \quad (2)$$

Маховик действует на плоскость в точках:

A и B, с силами  $\vec{p}_1$  и  $\vec{p}_2$





По 3 закону Ньютона: сила действия  
равна силе противодействия  $\Rightarrow$   
 $N_1 = p_1$ , а  $N_2 = p_2 \Rightarrow p_1 = p_2 = p$ , где  $p = N$

$$\text{из (1)} \Rightarrow N(1 - \sin \alpha) = M(\omega^2 R + g \sin \alpha)$$

$$\text{из (2)} \Rightarrow N(\cos \alpha + k - k \cos 2\alpha) = Mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow N = \frac{Mg \cos \alpha}{\cos \alpha + k - k \cos 2\alpha}$$

$$\Rightarrow p_1 = p_2 = N$$

Ответ:  $p_1 = p_2 = \frac{Mg \cos \alpha}{\cos \alpha + k - k \cos 2\alpha}$  88

### Задача 3

Дано: Решение:

$m_1 = \frac{m}{n}$  П.к., плоскость и шар абсолютно упру-  
 $m_2 = m$  тые, то направление скорости шарика  
 $E_1 = \frac{E_2}{k}$  массой  $m$  после удара будет  
 $n-?$  симметрично направлению скорости до  
 $k-?$  удара.

Поскольку удар упругий, а действие кратков-  
 ремное (быстрое), то в системе работает  
 закон сохранения полной механической  
 энергии:  $E_{до} = E_{после}$

До: для шарика массой  $m$ :

$m$

$$E_{до} = mgh + 0$$

$$E_{после} = \frac{mv^2}{2} + 0$$

$m$

$$\Rightarrow mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{2gh}}$$

Поскольку  $\frac{1}{k}$  энергии он отдаст, тогда  
 энергия второго шарика равна:  $\boxed{E_2 = \frac{mv^2}{2k}}$

А энергия первого после взаимодействия  
 с первым:  $E_1' = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv^2}{2k} = \boxed{\frac{mv^2(k-1)}{2k}}$

При этом второй шарик обладает только  
 кин. энергией, найдём скорость его движения

$$\frac{\frac{m}{n} V_2^2}{2} = \frac{mv^2}{2k} \Rightarrow \frac{k m V_2^2}{n} = m v^2 \Rightarrow \boxed{V_2 = \sqrt{\frac{m v^2 n}{k m_2}}}$$



Оставшаяся энергия шарика перейдет в потенциальную энергию первого шарика, т.е.

$$\frac{m v^2 (k-1)}{2k} = m g h' \quad \text{подставим } v;$$

$$\frac{2 m g h (k-1)}{2k} = m g h'$$

$$\Rightarrow h (k-1) = k h' \Rightarrow \boxed{h' = h - \frac{1}{k} h}$$

после чего он начнет падать и энергия перейдет в кин.

$$m g \left( h - \frac{1}{k} h \right) = \frac{m v^2}{2}$$

Можем сделать вывод о том, что  $n \leq 1$ ,  
а  $k \geq 1$

76

# Задача 5

Дано

$$M_3 = M_c \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$R_3 \approx 10 \text{ км}$$

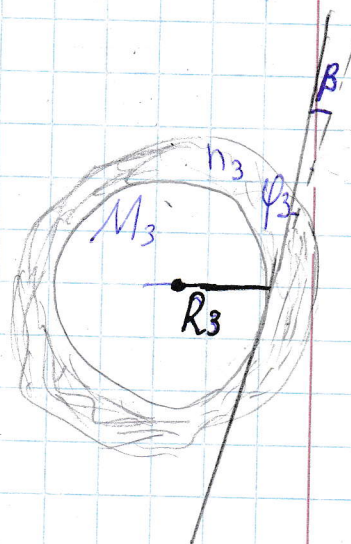
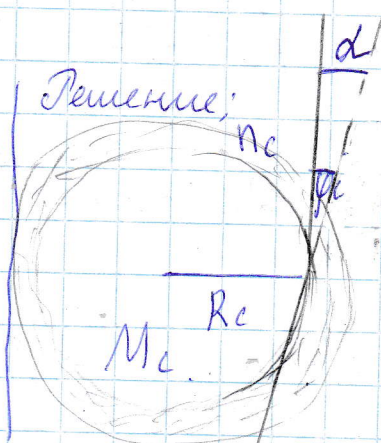
$$R_c \approx 7 \cdot 10^8 \text{ см}$$

$$\varphi_c \approx 2 \cdot 10^{-6} \text{ рад}$$

$$G \approx 7 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_3 = ?$$

Решение:



$$n_c \sin \alpha = n_3 \sin \beta$$

$$D = \frac{1}{2}$$

Найдем отношения ускорений свободного падения на звездах:

$$m \vec{g} = G \frac{M m}{R^2} \Rightarrow g = G \frac{M}{R^2}$$

$$g_c = G \frac{M_c}{R_c^2}$$

$$g_3 = G \frac{M_3}{R_3^2}$$

$$\Rightarrow \frac{g_c}{g_3} = \frac{G M_c \cdot R_3^2}{R_c^2 \cdot G M_3} = \frac{R_3^2}{R_c^2} = \frac{(10 \cdot 10^3)^2}{(7 \cdot 10^8)^2} = 2.041 \cdot 10^{-10}$$

$\Rightarrow$  ускорение на звезде в разор больше ускорения свободного падения на солнце

$\Rightarrow$  луч притягиваться к звезде будет на много сильнее  $\Rightarrow$  угол прищипления будет меньше.  $\alpha \gg \beta$



$$\frac{\varphi_c}{\varphi_3} = \frac{q_c}{q_3} \Rightarrow \varphi_3 = \frac{q_c}{q_3} \cdot \varphi_c$$

$$\varphi_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ pag} \cdot 2,041 \cdot 10^{-10} = 4,082 \cdot 10^{-16} \text{ pag}$$

Resposta:  $\varphi_3 = 4,082 \cdot 10^{-16} \text{ pag}$

76

# Задача 4

Дано:  $V$   
 $R$   
 $\eta = \max$   
 $\omega = ?$

Решение:  $V = \omega R \Rightarrow$   
 $\omega = \frac{V}{R}$  \* - опр-ие угловой скорости  
 $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}}$  \*  $\Rightarrow$  если  $\eta = \max$ ,

значит полезная работа должна стремиться быть равной затраченной.

Рассмотрим затраченную работу:

это работа которую производят струи воды чтобы раскрутить мельницу.

$$A = F \cdot S$$

Чтобы КПД было максимальным,  
работа диссипативных сил должна стремиться к нулю  $\Rightarrow$  т.е. вся энергия передаваемая от струй воды должна идти в энергию водяной мельницы.

$\Rightarrow$  при  $\eta = 1$   $\omega$  должна равняться:  $\frac{V}{R}$

Ответ:  $\omega = \frac{V}{R}$

$$\begin{array}{r}
 13 - 5 \\
 23 - 8 \\
 33 - 4 \\
 43 - 4 \\
 53 - 9 \\
 \hline
 365
 \end{array}$$

Председатель комиссии Буч -  
 Бессмердова К.А.  
 Член комиссии Конанова Б.Н.