

Шифр: 9 -15

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по физике
2019/2020

Ленинградская область

Район Кировский

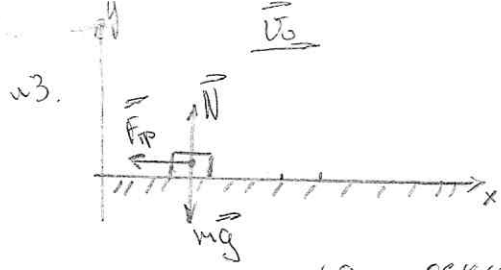
Школа МОУ "Кировский лицей"

Класс 9

ФИО Панов Андрей

Вячеславович

Выход 12¹³ - 12¹⁶



1) Когда шайбу тапнули она получила некото-
рую начальную скорость v_0 9-15
2) Решим силы, действующие на шайбу.

по оси Oy : $\vec{N} = m\vec{g}$ силы скомпенсированы т.к.

шайба движется по ~~вертикальной~~ ^{горизонтальной} поверхности.

по оси Ox : в начальный момент была приложена сила (тапчек), далее - до остановки действовала только сила трения $\vec{F}_{тр} = \mu\vec{N}$

3) из $\vec{N} = m\vec{g}$ и $\vec{F}_{тр} = \mu\vec{N}$ получим что $\vec{F}_{тр} = \mu m\vec{g}$.

4) запишем уравнение ~~перемещения~~ ^{перемещения} шайбы $S_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2}$, $S_2 = v_0 t + \frac{a(2t)^2}{2}$

5) по второму закону Ньютона $\vec{F}_{тр} = m\vec{a}$, тогда $\vec{a} = \mu m\vec{g}$ или $\vec{a} = \mu m^2 \vec{g}$
 $a = -\mu m^2 g$

6) подставим ускорение в уравнение пути перемещения

$$S_1 = v_0 t - \frac{\mu m^2 g t^2}{2} \quad S_2 = 2 v_0 t - 2 \mu m^2 g t^2$$

$$S_2 - S_1 = 2 v_0 t - 2 \mu m^2 g t^2 - v_0 t + \frac{\mu m^2 g t^2}{2}$$

$$S_2 - S_1 = v_0 t - 1,5 \mu m^2 g t^2$$

$$\mu = 1,5 \mu m^2 g t^2 = v_0 t + S_1 - S_2$$

$$\mu = \frac{v_0 t + S_1 - S_2}{1,5 m^2 g t^2}$$

$$\mu = \frac{0,1 v_0 - 0,4}{0,15 m^2}$$

$$\mu = \frac{2}{3} v_0 m^{-2} - 26 \frac{2}{3} m^{-2}$$

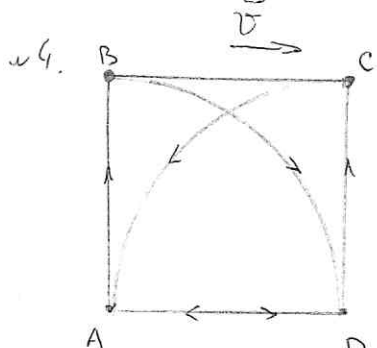
$$\mu = m^{-2} \left(\frac{2}{3} v_0 - 26 \frac{2}{3} \right)$$

Получившееся μ ~~зависит~~ ^{зависит} прямопропорционально начальной скорости и
обратнопропорционально квадрату массы шайбы

Ответ: $\mu = m^{-2} \left(\frac{2}{3} v_0 - 26 \frac{2}{3} \right)$

1	2	3	4	5	Σ
-	1	2	3	2	8
Улит	Лук	Лук	Лук	Улит	Лук
Лук	Улит	Улит	Улит	Лук	Улит

ответ 1.

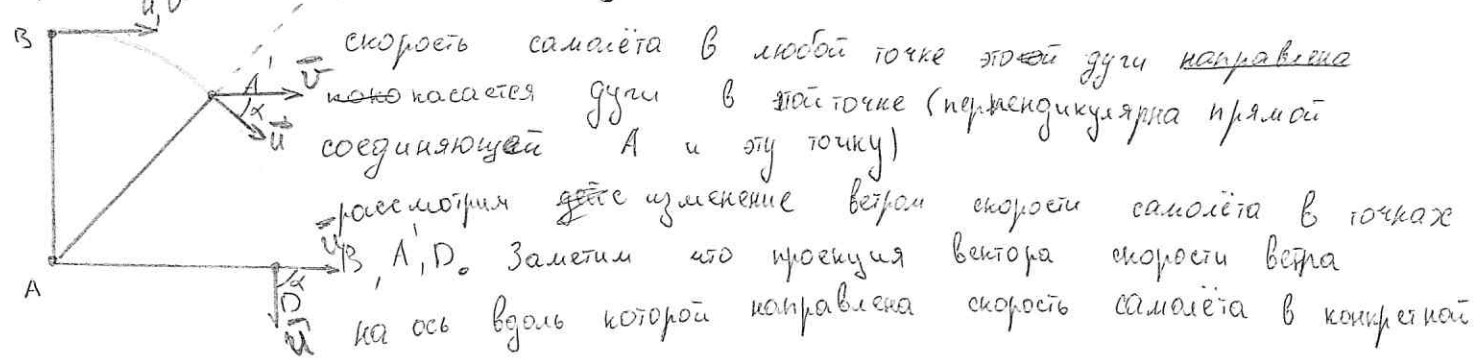


Решение: 1) при движении из А в В и из D в C ветер влияет на скорость самолётов одинаково, поэтому время прохождения этих участков у самолётов равно. Обозначим это время за t_1

2) При движении по прямой из А в D ветер ускоряет самолёт и его скорость становится $(u+v)$, тогда время затрачиваемое на этот участок равно $\frac{AD}{u+v}$

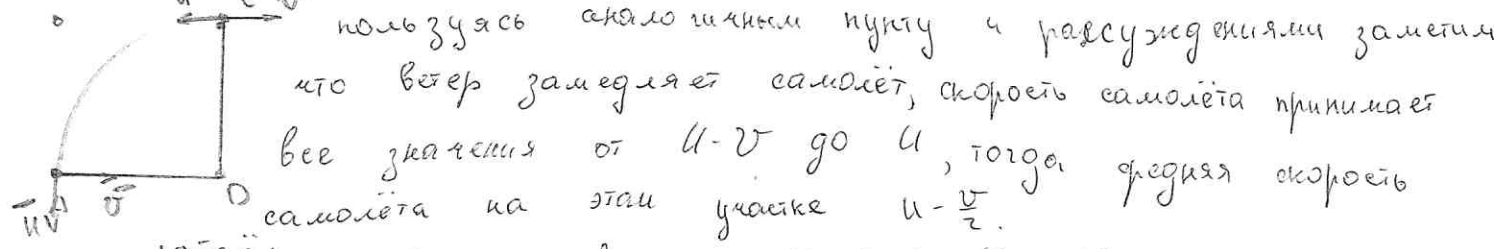
3) При движении из D в А ветер замедляет самолёт и его скорость становится $(u-v)$, тогда время затрачиваемое на этот участок равно $\frac{AD}{u-v}$

4) рассмотрим движение из B в D



скорость самолёта в любой точке этой дуги направлена по касательной дуги в этой точке (перпендикулярна прямой соединяющей А и эту точку). рассмотрим изменение ветровой скорости самолёта в точках B, A, D. Заметим что проекция вектора скорости ветра на ось вдоль которой направлена скорость самолёта в конкретной точке равна проекции вектора скорости на косинус угла между ним и прямой скорости самолёта. $V_x = V \cdot \cos \alpha$, заметим также что угол α принимает все значения от 0° до 90° , значит мы можем найти среднюю скорость самолёта на этом участке: скорость в B равна $u+v$, скорость в D равна u , таким образом т.к $\cos \alpha$ принимает все значения от 0 до 1, то средняя скорость равна $u + \frac{v}{2}$

5) Рассмотрим движение из C в A.



пользуясь аналогичным пункту 4 рассуждениями заметим что ветер замедляет самолёт, скорость самолёта принимает все значения от $u-v$ до u , тогда средняя скорость самолёта на этом участке $u - \frac{v}{2}$.

6) сравним найдём время первого самолёта $t_I = t_1 + \frac{AD}{u+v} + \frac{BD}{u+\frac{v}{2}}$, аналитично для второго $t_{II} = t_1 + \frac{AD}{u+v} + \frac{BD}{u-\frac{v}{2}}$ т.к четверти окружности с одинавыми радиусом равны, то $AC=BD$ значит отношение $\frac{t_I}{t_{II}} = \frac{t_1 + \frac{AD}{u+v} + \frac{BD}{u+\frac{v}{2}}}{t_1 + \frac{AD}{u+v} + \frac{BD}{u-\frac{v}{2}}}$

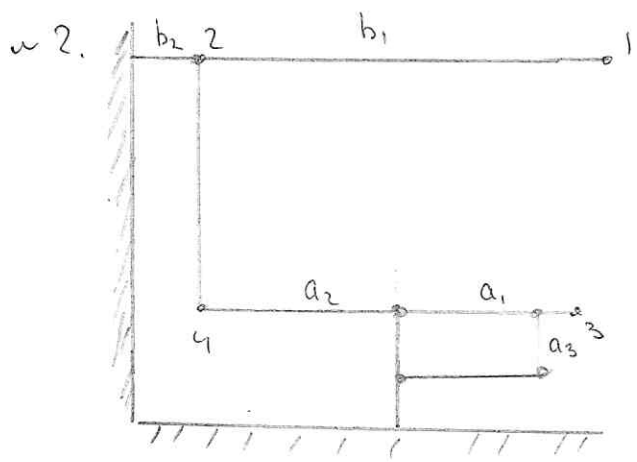
продолжение на листе 2.

$$\frac{t_I}{t_{II}} = \frac{t_1(u-v)(u+\frac{v}{2}) + AD(u+\frac{v}{2}) + BD(u-v)}{t_1(u+v)(u-\frac{v}{2}) + AD(u-\frac{v}{2}) + BD(u+v)} =$$

$$= \frac{t_1(u^2-v^2)(u^2-\frac{v^2}{4}) + AD(u^2-\frac{v^2}{4})(u+v) + BD(u^2-v^2)(u-\frac{v}{2})}{t_1(u^2-v^2)(u^2-\frac{v^2}{4}) + AD(u^2-\frac{v^2}{4})(u-v) + BD(u^2-v^2)(u+\frac{v}{2})}$$

Ответ: отношение времён на маршрутах равно

$$\frac{t_1(u^2-v^2)(u^2-\frac{v^2}{4}) + AD(u^2-\frac{v^2}{4})(u+v) + BD(u^2-v^2)(u-\frac{v}{2})}{t_1(u^2-v^2)(u^2-\frac{v^2}{4}) + AD(u^2-\frac{v^2}{4})(u-v) + BD(u^2-v^2)(u+\frac{v}{2})}$$



Ваше решение: 1) обозначим массу веревки рычага за M

2) запишем условие равновесия для случая с грузом

$$\begin{cases} M \cdot g \cdot a_1 = a_2 F_x \\ F_x \cdot b_2 = M g (b_1 + b_2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_x = \frac{M \cdot g \cdot a_1}{a_2} \\ M = \frac{M \cdot g \cdot a_1 \cdot b_2}{a_2 \cdot (b_1 + b_2)} \end{cases}$$

3) запишем условие равновесия для

случая с человеком

$$\begin{cases} M \cdot g \cdot a_1 = F_y \cdot a_2 \\ F_y \cdot b_2 = (M \cdot g + F) \cdot (b_1 + b_2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_y = \frac{M \cdot g \cdot a_1}{a_2} \\ M \cdot g = \frac{F_y \cdot b_2}{b_1 + b_2} - F \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_y = \frac{M \cdot g \cdot a_1}{a_2} \\ F = \frac{M \cdot g \cdot a_1 \cdot b_2}{a_2 \cdot (b_1 + b_2)} - M \cdot g \end{cases}$$

подставим M в формулу для нахождения F

$$F = \frac{M \cdot g \cdot a_1 \cdot b_2}{a_2} - M \cdot g$$

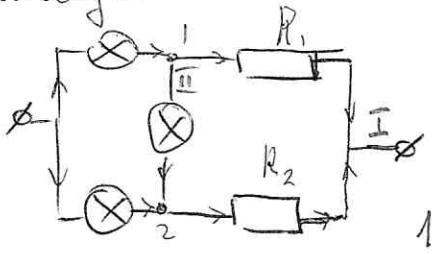
$$M = \frac{M \cdot g \cdot a_1 \cdot b_2}{a_2 \cdot (b_1 + b_2)} \Rightarrow F = \frac{M \cdot g \cdot a_1 \cdot b_2}{a_2} - \frac{M \cdot g \cdot a_1 \cdot b_2}{a_2 \cdot (b_1 + b_2)} \cdot g \cdot (b_1 + b_2)$$

$$F = \frac{86 \cdot 10 \cdot 0,275 \cdot 0,085}{0,13} - \frac{3,7 \cdot 10 \cdot 0,275 \cdot 0,085 \cdot 10}{0,13} = \frac{154,6 - 66,6}{0,82} = 107,3$$

Ответ: человек должен тянуть рычаг на себя с силой ~~107,3 Н~~.

лист 2.

н5. Решение: П.к. амперметра идёмки, заменим их на соединительные провода.

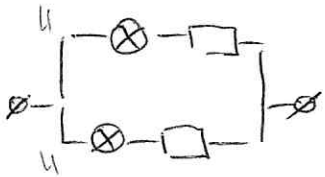


Заметим что амперметр ставший на месте I показывал силу тока всей цепи, а амперметр I_x , только часть от неё, поэтому $I_x = I_1$, $I_y = I_2$

$I_x = I_{общ}$.

2) Обозначим сопротивления резисторов за R_1 и R_2 , для определённости, пусть $R_1 \geq R_2$, тогда ток будет течь по цепи из точки 1 в точку 2: или в случае $R_1 = R_2$ не будет течь по цепи вообще. 1

3) в случае $R_1 = R_2$



Падения на одинаковых элементах будет равна, так же будет равна на резисторах.

2 Улит