



Домашняя работа по физике.
Вариант 2.

Выполнил студент группы Р3114:
Гиниятуллин А. Р.

Преподаватель:
Куксова П. А

Санкт-Петербург, 2022г.

2. Движение двух велосипедистов относительно оси ОХ описывается уравнениями $x_1 = 10t$ и $x_2 = 300 - 15t$, координаты измеряются в метрах, время — в секундах. На каком расстоянии L от начала координат велосипедисты встретятся?

19. Мяч брошен горизонтально с начальной скоростью $v = 6,0$ м/с. Определить радиус R кривизны его траектории через $t = 1,2$ с после начала движения.

29. На рисунке 10 изображены тела, соединенные невесомой нитью, перекинутой через блок, закрепленный на краю стола. Массы тел, соответственно, $m_1 = 0,30$ кг и $m_2 = 0,50$ кг. Вся система находится в лифте, движущийся вверх с ускорением $a = 2,0$ м/с². Коэффициент трения между телом m_1 и столом $\mu = 0,4$. Рассчитать силу T натяжения нити.

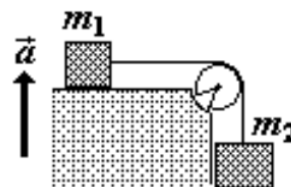


Рис. 10. К задаче 29.

43. Невесомая нить, перекинутая через блок в виде сплошного однородного цилиндра, соединяет два тела $m_1 = 0,50$ кг и $m_2 = 0,90$ кг. Масса цилиндра $m_3 = 0,20$ кг (рис. 14). Коэффициент трения тела массой m_1 , скользящего по горизонтальной поверхности стола, $\mu = 0,20$. Рассчитать силы натяжения нити T_1 и T_2 по обе стороны блока, а также величину a ускорения этих тел.

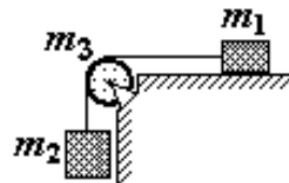
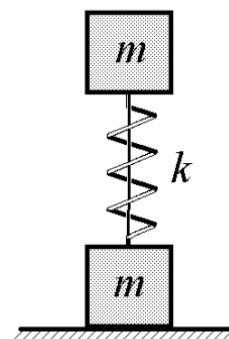


Рис. 14. К задаче 43.

62. Скатываясь по наклонной дорожке, велосипедист массы $M = 55$ кг делает «мертвую петлю» радиуса $R = 3,8$ м. (R — расстояние от центра окружности до центра массы системы человек + велосипед). С какой минимальной высоты h должен съехать велосипедист, чтобы не оторваться от дорожки в верхней точке петли. Масса велосипеда $m = 12$ кг, причем на колеса приходится масса $m_0 = 3,0$ кг. Колеса считать обручами.

64. Груз массой $m = 6,0$ кг падает на чашу пружинных весов жесткостью $k = 20$ Н/см с высоты $h = 0,50$ м. Рассчитать максимальную величину сжатия x_{\max} пружины. Массой чаши пренебречь.

77. Система состоит из двух одинаковых вертикально расположенных кубиков, каждый массы $m = 5,0$ г, между которыми находится прикрепленная к ним сжатая невесомая пружина жесткости $k = 5,0$ Н/м. (см. рисунок 16). Кубики связаны нитью. Определить начальное сжатие Δl пружины, при котором нижний кубик подскочит после пережигания нити.



2.

$$x_1(t) = 10t$$

$$x_2(t) = 300 - 15t$$

L - ?

L - расстояние от кн. до вагона до момента встречи.

Решение.

$$|v_1| = \frac{dx_1}{dt} = 10 \text{ м/с}$$

$$|v_2| = \frac{dx_2}{dt} = -15 \text{ м/с}$$

$$\vec{v}_1 \uparrow \vec{v}_2 \downarrow$$

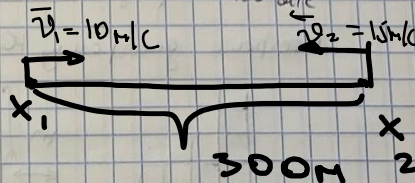
$$S = x_2(0) - x_1(0) = 300 \text{ м}$$

\vec{T} - время встречи, тогда

$$10 \cdot \vec{T} + 15 \cdot \vec{T} = 300 \text{ м} \Rightarrow \vec{T} = \frac{300 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 12 \text{ с}$$

$$L = 10 \cdot \vec{T} = 120 \text{ м}$$

Ответ: 120 м



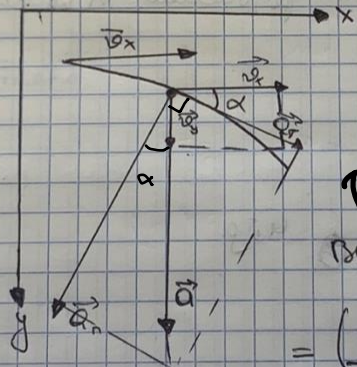
19.

$$v_0 = 6,0 \text{ м/с}$$

$$t = 1,2 \text{ с}$$

$R_{\text{упр.}} = ?$

Решение:



Проекции v :

$$0x: v_x = v_0 \text{ (запис. } \Delta p = 0)$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = g \sin \alpha \text{ (из геометрии непл. гл.)}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, \sin \alpha = \frac{v_y}{v}$$

$$Dy: v_y = gt \text{ (} v_{0y} = 0 \text{)}$$

$$\text{Выразим } R = \frac{(v_x^2 + v_y^2) \cdot \frac{v_y}{g}}{v_y}$$

$$= \frac{(g^2 t^2 + v_0^2) \cdot (v_0 t)}{v_0 t}$$

$$= \frac{(1,2 \text{ с} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2)^2 + (6 \text{ м/с})^2 \cdot (1,2 \text{ с} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2) + (6 \text{ м/с})^2}{(6 \text{ м/с}) \cdot (9,8 \text{ м/с}^2)}$$

$$\approx 39 \text{ м}$$

Ответ: 39 м.

$$I: \begin{cases} O_x: T - F_{tr} = m_1 a \\ O_y: N - m_1 g = 0 \end{cases}$$

$$II: O_y: -m_2 g + T = -m_2 a$$

2-й. Уравнения I: $\vec{F}_{tr} + \vec{N} + m_1 \vec{g} + \vec{T} = m_1 \vec{a}$

II: $\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$ Решение:

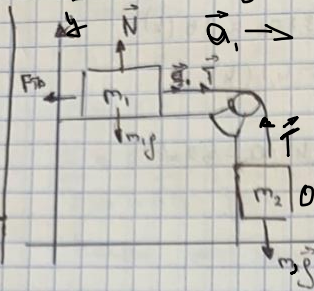
$m_1 = 0,30 \text{ кг}$

$m_2 = 0,50 \text{ кг}$

$a_g = 2,0 \text{ м/с}^2$

$\mu = 0,4$

$T = ?$



По условию 3. Уравнения: (проекции)

$O_y: m_1 a = N - m_1 g$

$O_y: m_2 (a - a_g) = m_2 g - T$

$O_x: m_1 a = T - \mu N$

a - ускор. относ. осей.

Тогда $T = \frac{m_1 m_2 (1 + \mu) (a + g)}{m_1 + m_2} = \frac{0,30 \cdot 0,50 (1,4) (2,8 + 2)}{0,80} =$

$\approx 3,1 \text{ Н}$, при $\mu m_1 < m_2 \Leftrightarrow 0,12 < 0,5$.

2-й. Уравнения I: $\vec{F}_{tr} + \vec{N} + m_1 \vec{g} + \vec{T} = m_1 \vec{a}$

II: $\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$

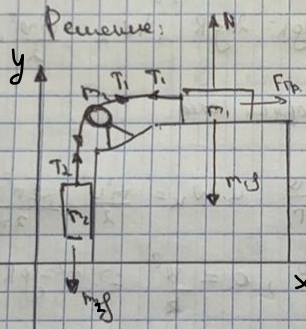
$m_1 = 0,50 \text{ кг}$

$m_2 = 0,80 \text{ кг}$

$m_3 = 0,20 \text{ кг}$

$\mu = 0,20$

$T_1 = ?$, $T_2 = ?$, $a = ?$



2-й. Уравнения для тела 1

$m_1 a = T_1 - F_{tr} - T_2 - m_1 g \mu$ (1)

2-й. Уравнения для тела 2.

$m_2 a = m_2 g - T_2$ (2)

2-й. Уравнения для

для тела 3:

$J_3 \epsilon = T_1 R - T_2 R$; $J_3 = 0,5 m_3 R^2$ (для. мериум. гир.)

$\epsilon = a/R$, a - ускор. гир.

мериум. мериум. гир.

Решение: $(\text{из } J_3 \epsilon = T_2 R - T_1 R) \Rightarrow$

$0,5 m_3 R^2 \cdot \frac{a}{R} = (T_2 R - T_1 R) / R \Leftrightarrow 0,5 m_3 a = T_2 - T_1$ (3)

из (1) и (2) $\Rightarrow T_1 = m_1 a + m_1 g \mu$ (1), $T_2 = m_2 g - m_2 a$ (2)

Подставим в (3)

$0,5 m_3 a = \frac{T_2}{m_2 g - m_2 a} - \frac{T_1}{m_1 a + m_1 g \mu}$

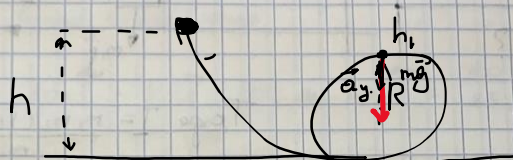
$a = g \cdot \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2 + \frac{m_3}{2}} = 9,8 \cdot \frac{0,8 - 0,2 \cdot 0,5}{0,5 + 0,8 + 0,5 \cdot 0,2} \approx 5,2 \text{ м/с}^2$

Продолж. 43

$$T_1 = m_1 a + m_2 g = 0,5 \cdot 5,2 + 0,5 \cdot 9,8 \approx 3,6 \text{ (H)}$$

$$T_2 = m_2 g - m_2 a = 0,5 \cdot 9,8 - 0,5 \cdot 5,2 \approx 4,1 \text{ (H)}$$

Ответ: $T_1 = 3,6 \text{ H}$, $T_2 = 4,1 \text{ H}$, $a = 5,2 \text{ м/с}^2$



62

$$M = 55 \text{ кг}$$

$$R = 3,8 \text{ м}$$

$$m = 13 \text{ кг}$$

$$m_0 = 3 \text{ кг}$$

h - ?

Решение: (Полное тело, $m_t = m + M = 67 \text{ кг}$)

Условие безскользящего скатывания "вертикально" W_n (насыщ. шаг на б. н)

Полное тело \geq сумма насыщ. шаг. в верней точке $2R$

и минимальный шаг безскольз. и кач. в

Рассчитаем h_{min} , значение $\geq h_0 =$

$$W_n = mgh, W_n = mgh = 2mgR, W_k = \frac{m v^2}{2} + \frac{J \omega^2}{2}$$

$$J = \frac{2 m_0 r^2}{2} = m_0 r^2, J - \text{момент инерции колеса}$$

Условие сцепки безскольз. $\omega = \frac{v}{r}$ и $W_k = \frac{m v^2}{2} + \frac{m_0 r^2 v^2}{2 r^2} = \frac{v^2}{2} (m + m_0)$

В верней точке $h, \Rightarrow m g = m \frac{v^2}{R}, a_g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v^2 = g R$

Условие = условием.

ЗСД: (в верней)

$$mgh = 2mgR + \frac{gR}{2} (m + m_0), \text{ откуда } h = 5R + \frac{m_0 R}{2m} = \frac{5 \cdot 3,8}{2} + \frac{3 \cdot 3,8}{67} \approx 9,6 \text{ м}$$

Ответ: 9,6 м.

64.

$$m = 6,0 \text{ кг}$$

$$h = 0,50 \text{ м}$$

$$k = 20 \text{ Н/см}$$

 $x_{\text{max}} = ?$

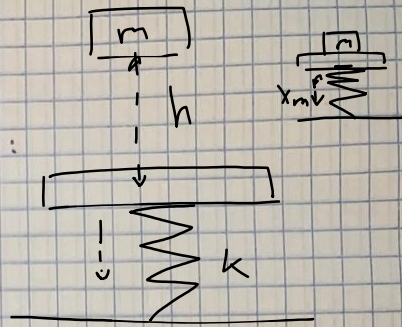
Решение:

ЗСЭ при в.о. пруж. и кин. энергии:

$$mg(h+x) = \frac{kx^2}{2}$$

$$2 \cdot 6 \cdot 9,8(50+x) = 20 \cdot x^2$$

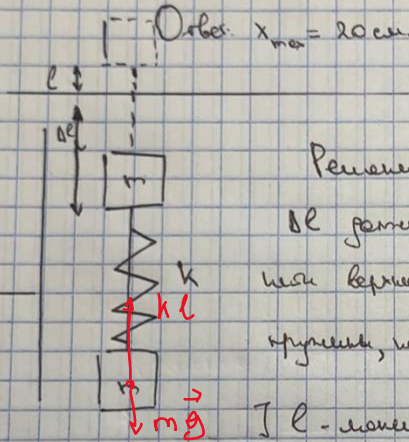
$$25x^2 = 147x + 7350$$

Найдём корни уравн.: $x_1 = 20 \text{ см} = x_{\text{max}}$ 

77

$$m = 502$$

$$k = 5,0 \text{ Н/м}$$

 $\Delta l = ?$


Решение:

Δl — расстояние, на которое масса растянет пружину, чтобы вернуться в исходное положение. При этом масса будет двигаться с постоянной скоростью, поэтому пружина будет растягиваться на Δl .

Т.к. масса находится в равновесии, то $k\Delta l = mg$.

$$1) k\Delta l = mg \quad (\Delta l - \text{расстояние, на которое масса растянет пружину, чтобы вернуться в исходное положение})$$

$$2) \text{ Из ЗСЭ: } \frac{1}{2}k\Delta l^2 = mg(\Delta l + l) + \frac{1}{2}k\Delta l^2$$

Т.к. масса находится в равновесии, то пружина будет растягиваться на Δl .

Получим из (1) и (2):

$$\Delta l^2 - \frac{2mg\Delta l}{k} - \frac{2mgl}{k} = 0 \Rightarrow$$

$$\Delta l = \frac{3mg}{k}$$

$$\Delta l = \frac{3mg}{k} = \frac{3 \cdot 0,005 \cdot 9,8}{5} \cdot 100 \approx 2,9 \text{ см}$$

Ответ: 2,9(см)