



# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

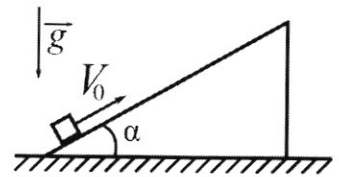
1. Фейерверк массой  $m = 1 \text{ кг}$  стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через  $T = 3 \text{ с}$  разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва  $K = 1800 \text{ Дж}$ . На землю осколки падают в течение  $\tau = 10 \text{ с}$ .

1) На какой высоте  $H$  взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени  $\tau$  осколки будут падать на землю?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\cos \alpha = 0,6$ . Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость  $V_0$  (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту



$H = 0,2 \text{ м}$ . Масса клина в два раза больше массы шайбы. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  шайбы.

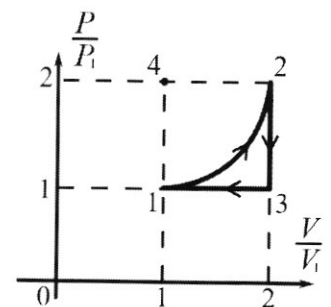
2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение  $a$  модели.

2) Вычислите минимальную допустимую скорость  $V_{MIN}$  равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 45^\circ$ . Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы  $\mu = 0,8$ , радиус сферы  $R = 1 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление  $P_1$  и объём  $V_1$ .



1) Какое количество  $Q$  теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

5. Заряд  $Q > 0$  однородно распределен по сфере радиуса  $R$ . В первом опыте на расстоянии  $3R$  от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом  $q > 0$ .

1) Найдите силу  $F_1$ , действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд  $q$  однородно распределяют по стержню длины  $R$ , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии  $3R$  от центра.

2) Найдите силу  $F_2$ , с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Явлениями поляризации пренебрегите.

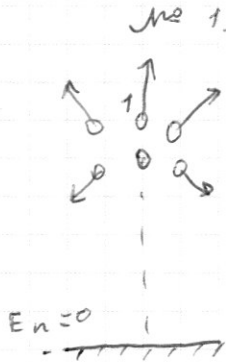


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m = 1 \text{ кг}$   
 $T = 3 \text{ с}$   
 $K = 7800 \text{ Па}$   
 ~~$X \times X \times X$~~   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   


---

 1)  $H = ?$   
 2)  $T = ?$



$K = K \cdot E_k(t)$ , где  $K$  - кол-во  
 витков,  $E_k$  - кин.  
 энергия одной витка

Время падения  $t$  определяется  
 временем падения самого верхнего (1)  
 витка и т.д.

$$H = v_0 T - \frac{g T^2}{2} \quad (1)$$

3)  $\Rightarrow$ :

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m v^2}{2}$$

Из 3) и следует, что  $v = 0$ .

$$v_0 = \sqrt{2 g H} \quad (3)$$

$$(3) \rightarrow (1): H = \sqrt{2 g H} T - \frac{g T^2}{2}$$

$$H + \frac{g T^2}{2} = \sqrt{2 g H} T$$

$$H^2 + 2 H g T^2 + \frac{g^2 T^4}{4} = \left( \sqrt{2 g H} T + \frac{g T^2}{2} \right)^2 = 2 g H T^2$$

$$= 2 g H T^2 - 4 H g T^2$$

$$4 H^2 + 4 H g T^2 + g^2 T^4 - 8 g H T^2 = 0$$

$$4 H^2 + 8 H g T^2 + g^2 T^4 - 8 g H T^2 = 0 \Rightarrow$$

$$H = \frac{4 g T^2 \pm \sqrt{16 g^2 T^4 - 16 g^2 T^4}}{8} = \frac{g T^2}{4} \pm \frac{\sqrt{16 g^2 T^4 - 16 g^2 T^4}}{4}$$

$$\times 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3^2 \times \sqrt{\dots}$$

$$\Rightarrow (2 H - g T^2)^2 = 0$$

$$2 H = g T^2$$

$$H = \frac{g T^2}{2} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3^2}{2} = 45 \text{ м.}$$

Ответ: 45 м.

Пусть  $m_0$  - масса одного шарика. Тогда  $K = \frac{K m_0}{m_0}$ ,

Время падения шариков  $\tau_1$  с высоты  $H$ .

$$E_k = \frac{K}{r} \Rightarrow \frac{m_0 v_0^2}{2} = \frac{K m_0}{m} \Rightarrow v_0^2 = \frac{2K}{m} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}} \quad (5)$$

( $v_0$  - скорость шариков в момент отрыва).

$$H = v_0 \tau_1 + g \frac{\tau_1^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$g \tau_1^2 + 2v_0 \tau_1 - 2H = 0$$

$$\tau_1 = \frac{-2v_0 + \sqrt{4v_0^2 + 8Hg}}{2g} \quad (6)$$

$$= \frac{-2 \cdot \sqrt{\frac{2K}{m}} + \sqrt{4 \cdot \frac{2K}{m} + 8Hg}}{2g}$$

$$= \frac{-\sqrt{\frac{2K}{m}} + \sqrt{\frac{2K}{m} + 2Hg}}{g} = \frac{-\sqrt{\frac{2K}{m}} + \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{K}{m} + Hg}}{g}$$

$$= \frac{-\sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1}} + \sqrt{2} \cdot \sqrt{1800 + 45 \cdot 10}}{10} = \frac{-60 + \sqrt{2} \cdot \sqrt{2250}}{10}$$

$$= -6 + \sqrt{\frac{4500}{100}} \text{ c} = -6 + 3\sqrt{5} \text{ c} \approx -6 + 3 \cdot 2,236 \text{ c} = 0,6 \text{ c}.$$

~~Ответ: 0,6 c.~~

№ 2) вторая часть (продолжение стр. 4).

$B = 1 \Rightarrow$

$$x = \frac{v_0 \cos \tau + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \tau + 2gH(1 + \cos \tau)}}{1 + \cos \tau} ; \text{ где } v_0 = v_0 \cos \tau$$

$$\Rightarrow x = \frac{-v_0 \cos^3 \tau + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \tau + 2gH(1 + \cos \tau)}}{1 + \cos \tau}$$

$$= \frac{-2 - 0,270 \frac{m}{c} + \sqrt{4 + 0,7236 + 4 \cdot 1,36} \frac{m}{c}}{1,36}$$

$$= \frac{-0,437 \frac{m}{c} + \sqrt{0,5184 + 5,44} \frac{m}{c}}{1,36} = \frac{-0,437 + 2,54 \frac{m}{c}}{1,36} = \frac{2}{1,36} \frac{m}{c} \approx 1 \frac{m}{c}$$

Ответ:  $1/2 \frac{m}{c}$ ;  $1 \frac{m}{c}$ .

№ 1) (продолжение).

Время падения шариков с высоты  $H$ .

$$H = v_0 \tau_2 + g \frac{\tau_2^2}{2} \quad | \cdot 2 \Rightarrow g \tau_2^2 + 2v_0 \tau_2 - 2H = 0 \Rightarrow \tau_2 = \frac{-2v_0 + \sqrt{4v_0^2 + 8Hg}}{2g}$$

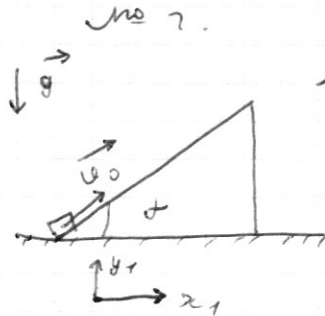
$$|7| - (6) : \tau_2 - \tau_1 = \frac{4v_0^2 + 2v_0}{2g} = \frac{2}{g} \sqrt{\frac{2K}{m}} = \frac{2}{10} \sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1}} \text{ c}$$

$$= \frac{2}{10} \cdot 60 \text{ c} = 12 \text{ c}, \text{ время между падением первого и второго шарика.}$$

Ответ: ~~45 м~~; ~~2 c~~.

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$M = \beta m$   
 $H = 0,2 \text{ м}$   
 $\cos \alpha = 0,6$   
 $\beta = 2$   
 1)  $v_0 \rightarrow$   
 2)  $u \rightarrow$



$M = \beta$   
 1) ЗСЭ:  $\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{M u^2}{2}$  (1)

(шарик зафиксирован, и скорость клина).

ЗСД:  $\sum \vec{F}_{x1} = 0$   
 $m v_0 \cos \alpha = M u$  (2)

$u = \frac{m v_0 \cos \alpha}{M}$  (2)

(2) → (1):

$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{M \cdot \frac{m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{M^2}}{2}$  (2)

$v_0^2 = 2 g H + \frac{m v_0^2 \cos^2 \alpha}{M}$  (3)

2) ЗСЭ:

$\frac{M u^2}{2} + m g H = \frac{M u_2^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$

$u_2$  - скорость клина после возвращения шарика в точку старта.

$\beta u^2 + m g H = \frac{\beta u_2^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$  (2)

$\beta u^2 + 2 g H = \beta u_2^2 + v^2$  (4)

ЗСД:  $\sum \vec{F}_{x1} = 0$   
 $M u = M u_2 - m v \cos \alpha$

$\beta u = \beta u_2 - m v \cos \alpha$

$\beta u + v \cos \alpha = \beta u_2$  (5)

$u_2 = \frac{\beta u + v \cos \alpha}{\beta}$  (5)

$\beta u + v \cos \alpha = \beta \left( \frac{\beta u + v \cos \alpha}{\beta} \right) + \frac{m v^2}{2}$  (6) | (5)

(3)  $v_0^2 \left( \frac{m \cos^2 \alpha}{M} - 1 \right) = -2 g H$

$v_0^2 \left( 1 - \frac{m}{M} \cos^2 \alpha \right) = 2 g H$

$v_0^2 \left( 1 - \frac{\beta}{\beta} \cos^2 \alpha \right) = 2 g H$

$v_0^2 \left( 1 - \frac{\cos^2 \alpha}{\beta} \right) = 2 g H$

$v_0^2 = \frac{2 g H \beta}{\beta - \cos^2 \alpha}$

$v_0 = \sqrt{\frac{2 g H \beta}{\beta - \cos^2 \alpha}}$

$= \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 2}{2 - 0,36}}$

$= \sqrt{\frac{8 \cdot \frac{m^2}{12}}{1,64}} \approx 2 \frac{m}{12}$

$\frac{200}{-650} \mid \frac{764}{4309}$   
 $\frac{144}{-10}$   
 $\frac{764}{7640}$

(6)  $\beta^2 u^2 + 2 g H = \beta^2 u_2^2 +$

$+ 2 \beta u v \cos \alpha + v^2 \cos^2 \alpha$  (5) → (4):

$v^2 \left( \beta + \cos^2 \alpha \right) = 2 g H - 2 \beta u v \cos \alpha$

$v^2 \left( \beta + \cos^2 \alpha \right) + v^2 \beta u \cos \alpha - 2 g H = 0$

$v = \frac{-2 \beta u \cos \alpha + \sqrt{4 \beta^2 u^2 \cos^2 \alpha + 8 g H (\beta + \cos^2 \alpha)}}{2 (\beta + \cos^2 \alpha)}$  =  $\frac{-\beta u \cos \alpha}{(\beta + \cos^2 \alpha)} + \frac{\sqrt{\beta^2 u^2 \cos^2 \alpha + 2 g H (\beta + \cos^2 \alpha)}}{\beta + \cos^2 \alpha}$

$$v = \frac{-\beta u \cos^2 \alpha + \sqrt{\beta^2 u^2 \cos^2 \alpha + 2gh \cdot (\beta + \cos^2 \alpha)}}{\beta + \cos^2 \alpha} \quad (7)$$

$$(7) \rightarrow (7) : \quad v = \frac{-\beta u_0 \cos^3 \alpha + \sqrt{\beta^2 u_0^2 \cos^4 \alpha + 2gh \cdot (\beta + \cos^2 \alpha)}}{\beta + \cos^2 \alpha}$$

$$v = \frac{-u_0 \cos^3 \alpha + \sqrt{u_0^2 \cos^4 \alpha + 2gh(\beta + \cos^2 \alpha)}}{\beta + \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{-2 \frac{m}{c} \cdot 0,36^3 + \sqrt{4 \frac{m^2}{c^2} \cdot 0,36^4 + 2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,27 \cdot 7,36}}{7,36}$$

$$= \frac{-2 \frac{m}{c} \cdot 0,3775 + \sqrt{4 \cdot 0,1725 + 3,944} \frac{m}{c}}{7,36}$$

$$= \frac{-0,432 \frac{m}{c} + \sqrt{0,5784 + 3,944} \frac{m}{c}}{7,36} \approx \frac{-0,432 \frac{m}{c} + 3,2 \frac{m}{c}}{7,36}$$

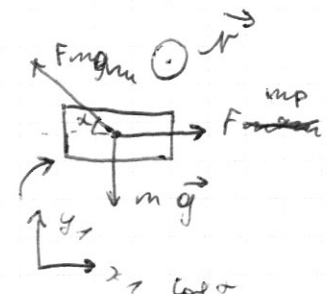
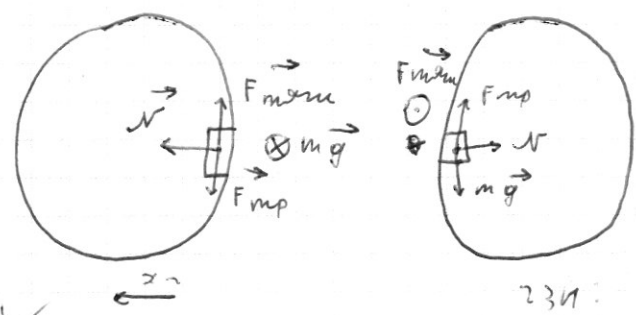
$$\approx \frac{3,2 - 0,432 \frac{m}{c}}{7,36} = \frac{2,768}{7,36} \approx 1 \frac{m}{c}$$

Ответ: 1)  $2 \frac{m}{c}$ ; 2)  $1 \frac{m}{c}$ .

$$1) u_0 = \sqrt{\frac{2gh\beta}{\beta + \cos^2 \alpha}}$$

1)  $F = 2F_T$

- 2)  $\alpha = 45^\circ$
- $\mu = 0,8$
- $R = 1 \text{ m}$
- $g = 10 \frac{m}{c^2}$



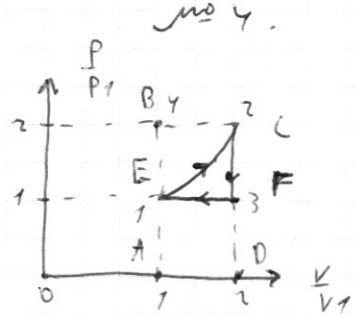
1)  $N = m a_y \Rightarrow 2 \cdot mg = m a_y \Rightarrow a_y = 2g = 20 \frac{m}{c^2}$

$0_{xT} : F_{mp} = F_{mp}$   
 $0_{yT} : mg = F_{mp}$



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\Gamma = 3$   
 $P_1, V_1$   
 1)  $Q = ?$   
 2)  $A = ?$   
 3)  $\eta = ?$



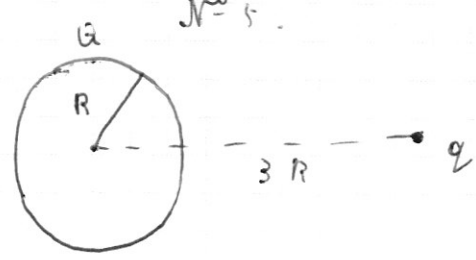
1-2 - расширение  
 $1/Q = Q_{12} = \Delta U + A = \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) + \int_{1,2} P dV$   
 Работа  $A = S_{12}$  (площадь под графиком)  
 $S_{12} = S_{ABCD} - S_{BECS} =$   
 $= (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) - \pi \cdot (P_2 - P_1) \cdot \frac{(V_2 - V_1)}{4} =$   
 $= P_2 (V_2 - V_1) - \frac{\pi}{4} (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) =$   
 $= (V_2 - V_1) \left( P_2 - \frac{\pi}{4} (P_2 - P_1) \right) \quad (2)$   
 $(1) \rightarrow (1) : Q = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) +$   
 $+ (V_2 - V_1) \left( P_2 - \frac{\pi}{4} (P_2 - P_1) \right) =$   
 $= \frac{3}{2} (2 P_1 - 2 V_1 - P_1 V_1) +$   
 $+ V_1 \cdot \left( 2 P_1 - \frac{\pi P_1}{4} \right) =$   
 $= \frac{9}{2} P_1 V_1 + V_1 P_1 \left( 2 - \frac{\pi}{4} \right) =$   
 $= P_1 V_1 \left( \frac{9}{2} + 2 - \frac{\pi}{4} \right) = P_1 V_1 \left( \frac{18 + 8 - \pi}{4} \right) =$   
 $= P_1 V_1 \frac{(26 - \pi)}{4} \quad (3)$

2)  $A = S_{EBCF}$  (площадь фигуры под графиком).  
 $A = S_{EBCF} =$   
 $= S_{12} - S_{AFFF} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  с учетом уравн. (2)  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow A = (V_2 - V_1) \left( P_2 - \frac{\pi}{4} (P_2 - P_1) \right) -$   
 $- P_1 V_1 =$   
 $= V_1 \left( 2 P_1 - \frac{\pi P_1}{4} \right) -$   
 $- P_1 V_1 = P_1 V_1 \left( 2 - \frac{\pi}{4} \right) -$   
 $- P_1 V_1 = P_1 V_1 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) =$   
 $= P_1 V_1 \frac{(4 - \pi)}{4} \quad (4)$

3)  $\eta = \frac{A}{Q_{полез}} = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{P_1 V_1 (4 - \pi) \cdot 4}{4 P_1 V_1 (26 - \pi)} = \frac{4 - \pi}{26 - \pi} \approx \frac{1}{23}$

Ответ: 1)  $Q = P_1 V_1 \frac{(26 - \pi)}{4}$ ; 2)  $A = P_1 V_1 \frac{(4 - \pi)}{4}$ ; 3)  $\eta = \frac{4 - \pi}{26 - \pi}$

$Q > 0$   
 $R$   
 $E = 3R$   
 $q > 0$   
 1)  $F_1 = ?$   
 2)  $F_2 = ?$



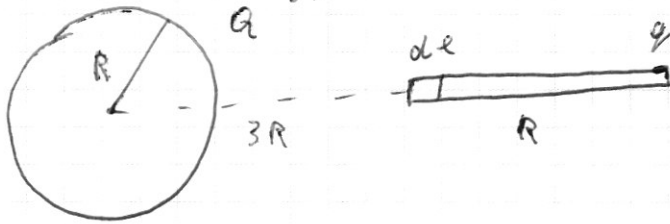
1) Задача распределена равномерно  $\Rightarrow$  заряд  $Q$  можно заменить на точечный, помещенный в центре кольца.



(no 5)

$$F_1 = k \frac{Qq}{e^2} = k \frac{Qq}{9R^2} \quad (1)$$

2)



Вблизи маленького  
элемента заряда  
 $p = \frac{q}{R}$ . Возьмем  
маленький элемент длины  
 $dl$  с зарядом  $dq$ .  $p =$

Сила, действующая на элемент  $dl$  -  $F_i = k \frac{dl \cdot q}{R^2} = dl \cdot \frac{q}{R} \quad (2)$

Суммарная сила, действующая на элемент -  $F_2 = \sum_i F_i =$

$$= \int_{3R}^{4R} k \frac{q \cdot dl}{R^2} = k \frac{q}{R} \cdot \int_{3R}^{4R} \frac{dl}{e^2} = k \frac{q}{R} \cdot \int_{3R}^{4R} e^{-2} dl =$$

$$= -\frac{kqQ}{R} \cdot \left( \frac{1}{e} \right) \Big|_{3R}^{4R} = -\frac{kqQ}{R} \cdot \left( \frac{1}{4R} - \frac{1}{3R} \right) = \frac{kqQ}{R} \cdot \left( \frac{1}{3R} - \frac{1}{4R} \right) =$$

$$= \frac{kqQ}{R} \cdot \frac{1}{12R} = \frac{kqQ}{12R^2} \quad (3)$$

Ответ:  $\frac{1}{12} k \frac{Qq}{R^2}$  ;  $\frac{1}{12} k \frac{Qq}{R^2}$   
no 1 (задача 11)

(6)  $T_1 = -2 \text{ и } 0.4 \sqrt{4 \cdot 0.2 \cdot 9.8}$

(5)  $u_0 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$

Время падения ~~вернее~~ скачка:  $h = u_0 T_2 - \frac{g T_2^2}{2} \quad (2)$

$$g T_2^2 - 2u_0 T_2 + 2h = 0$$

$$T_2 = \frac{2u_0 \pm \sqrt{4u_0^2 - 8hg}}{2g} = \frac{u_0}{g} \pm \sqrt{\frac{u_0^2}{g^2} - \frac{2h}{g}} =$$

$$= \frac{u_0}{g} \pm \sqrt{\frac{2k}{g^2 m} - \frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{3600}{100}} \text{ c} \pm \sqrt{36 - 9} \text{ c} =$$

$$= 6 \text{ c} \pm 3\sqrt{3} \text{ c} \quad \text{и} \quad 6 \text{ c} + 3\sqrt{3} \text{ c} \approx 6 + 3 \cdot 1.73 = 11.2 \text{ c}$$

$$T = \Delta T = T_2 - T_1 = 11.2 \text{ c} - 0.6 \text{ c} = 10.6 \text{ c}$$

(второй корень  
отбрасываем,  
т.к. не  
подходит  
по условию)

Ответ:  $11.45 \text{ м}$  ;  $10.6 \text{ c}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

$$1) F = 2 F_T$$

$$2) \alpha = 75^\circ$$

$$\mu = 0,8$$

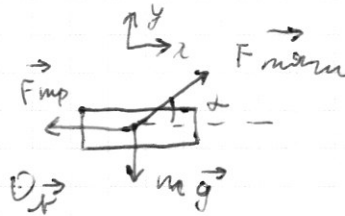
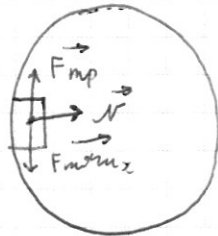
$$R = 1 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$


---


$$1) a = ?$$

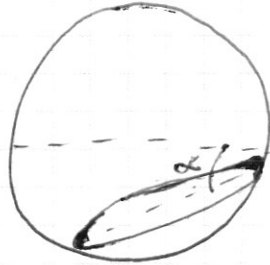
$$2) v_{\text{min}} = ?$$



$$O_y: F_{\text{mprz}} \sin \alpha = mg$$

$$O_x: F_{\text{mprz}} \cos \alpha = F_{\text{mpr}}$$

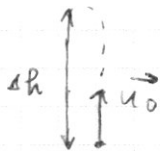
2/



№ 1 (часть II).

$$1) \tau_1 = \frac{-2u_0 + \sqrt{4u_0^2 + 8hg}}{2g}$$

$$15) u_0 = \frac{\sqrt{2h}}{m}$$



Время падения верхней части:

$$\tau_2 = \tau_1 + \Delta t$$

где  $\Delta t$  — время, за которое осколок пролетел расстояние  $\Delta h$ .

$$\Delta h = \frac{u_0^2}{2g}$$

$$\Delta t = t_1 + t_2$$

$$0 = u_0 - gt_1$$

$$t_1 = t_2 = \frac{u_0}{g}$$

$$\Delta t = \frac{2u_0}{g}$$

$$\tau_2 = \tau_1 + \Delta t$$

$$\tau_2 = \Delta \tau = \tau_2 - \tau_1 = \Delta t$$

$$= \Delta t = \frac{2u_0}{g} = \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{2h}}{m}}{g}$$

$$= \frac{2}{\frac{10 \text{ м}}{5 \text{ с}^2}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1900 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \frac{1 \text{ с}^2}{5 \text{ м}} \cdot \sqrt{\frac{3800 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \frac{1 \text{ с}^2}{5 \text{ м}} \cdot \sqrt{380 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{1 \text{ с}^2}{5 \text{ м}} \cdot \sqrt{380} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 12 \text{ с}$$

Ответ: 2) 2 с ; 1) 45 м.





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)