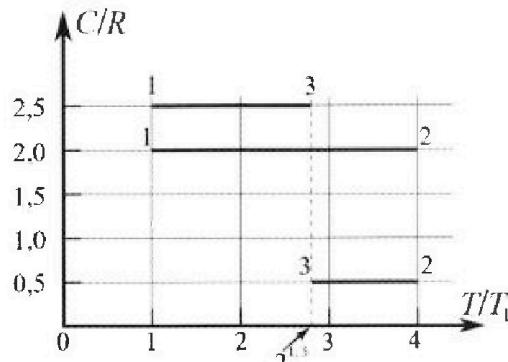


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

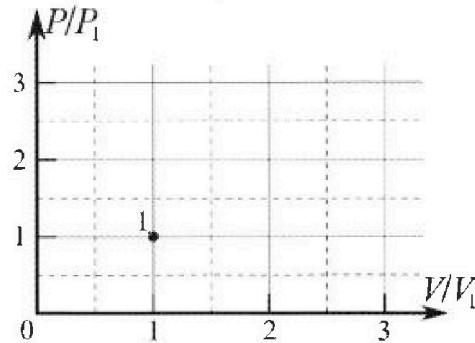
**Вариант 10-01**

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

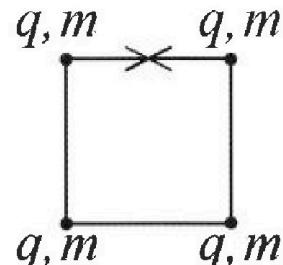


- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

- 1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.  
Одну нить пережигают.
- 2) Найдите скорость  $V$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

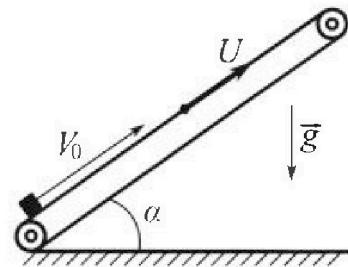
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посыпает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

*В первом опыте* небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь  $S = 1 \text{ м}$ ?

*В втором опыте* коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

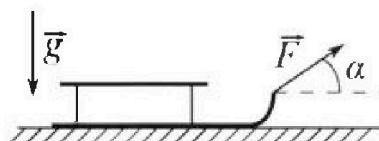
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во *втором опыте* будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во *втором опыте* станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

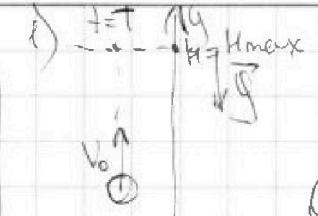
3. Задача:

$$T = 2v_0(H = H_{\max})$$

$$1) V_0 = ?$$

$$2) S = 20 \text{ м},$$

$$H_{\max} = ?$$

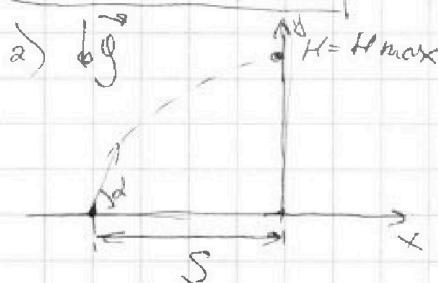


Выводим  $H = H_{\max}$   $v = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow g = \frac{2v_0 - 20}{t} \Rightarrow (m.k. v_0 = 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2v_0 = 20 \Rightarrow v_0 = 20 \text{ м/с}$$

Ответ:  $V_0 = 20 \text{ м/с}$



Пусковая массимальная высота угла  
генингивается при угле  $\alpha$ .

$$S = 2v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{S}{2v_0 \cdot \cos \alpha}$$

$$H_{\max} = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{S}{2v_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{g \cdot S^2}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$= S \cdot \tan \alpha = \frac{g \cdot S^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{S}{\cos^2 \alpha} \left( \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \frac{g \cdot S^2}{2 \cdot v_0^2} \right) =$$

$$= \frac{20}{\cos^2 \alpha} \left( \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 400} \right) = \frac{5}{\cos^2 \alpha} \left( 4 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - 5 \right) =$$

$$= \frac{5}{\cos^2 \alpha} \left( 4 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha \right) = - \frac{5}{\cos^2 \alpha} \left( (\sin \alpha - \cos \alpha)^2 - 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right) =$$

$$- 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \Rightarrow H_{\max} = - 5 \cdot \left( \frac{(\sin \alpha - \cos \alpha)^2 - 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} \right) (*)$$

при  $H_{\max} \rightarrow \infty \Leftrightarrow (*) \rightarrow -\infty$

$$\frac{(\sin \alpha - \cos \alpha)^2 - 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} = \left( \frac{\sin \alpha - \cos \alpha}{\cos \alpha} \right)^2 - 2 \cdot \tan \alpha = (\tan \alpha - 1)^2 - 2 \cdot \tan \alpha =$$

$$= \tan^2 \alpha - 4 \tan \alpha + 3 \quad (\text{найдена}), \text{ наименьшее значение имеет}$$

$$\text{запись в вершине при } \tan \alpha = \frac{-(-4)}{2 \cdot 1} = 2 \Rightarrow (*)_{\min} = -3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_{\max} = -5 \cdot (-3) = 15 \text{ м.}$$

Ответ:  $H_{\max} = 15 \text{ м.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Задача:

$$\mu = \frac{1}{3}; \sin \alpha = 0,8$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}; u = 0$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$$T = ?$$

$$\Rightarrow a = g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \Rightarrow g\left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right) = g$$

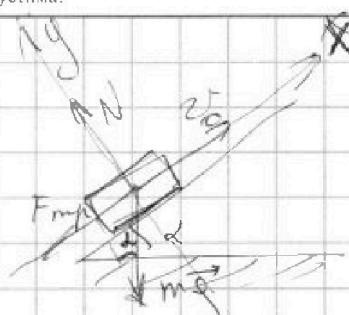
II з.н.:

$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{阻力}} = F_{\text{нр}} + mg \cdot \sin \alpha =$$

$$= \mu mg \cdot \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha =$$

$$= mg (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \Rightarrow$$



Пусть  $S_1$  - путь, который проходит тело по лесной тропинке:

$$S_1 = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \Rightarrow S_1 = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м}; t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{5} \text{ с.}$$

Тогда  $S_2 = S - S_1 = \frac{1}{5} \text{ м}$ , бросок, который надо сделать из  $S_2$  по координатам  $S_1$  и  $t_1$ .

$$S_2 = \frac{v_k^2 - v^2}{2g} \Rightarrow v_k = \sqrt{2gS_2}.$$

$$v_k = a t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_k}{a} = \sqrt{\frac{2gS_2}{g^2}} = \sqrt{\frac{2S_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{5}}{10}} = \frac{1}{10} \text{ с.}$$

$$T = t_1 + t_2 = \frac{2}{5} + \frac{1}{10} = \left( \frac{1}{2} \text{ с.} \right)$$

2) Задача:

$$u = 2 \text{ м/с}; V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$v_k = u = 2 \text{ м/с}$$

$$L = ?$$

скорость кораблика в инерциальной системе:  $v_k = v_{\text{кор}} + u \Rightarrow$  из  $v_k = u$  и  $v_{\text{кор}} = 0$ , т.е. относительного центра корабль движется с постоянной скоростью и ускорение кораблика остается таким же, как в нутри.

$$\text{значит } L = t_1 = \frac{2}{5} \text{ с.}$$

$$L = L_1 + L_2 \leq \frac{v_k \sin \alpha}{a} + ct = \left( \frac{v_k \sin \alpha}{a} + ct \right) t = (2+2) \cdot \frac{2}{5} = \frac{8}{5} \text{ м}$$

(корабль) (корабль)  
затраты затраты  
наивысший наивысший

$$\text{Ответ: } (L = \frac{8}{5} \text{ м})$$

3) скорость кораблика в обратной системе относительно центра рельсовой линии при  $v_{\text{кор}} = -u = -2 \text{ м/с}$ . Это приведёт нас в тупик, как кораблик не движется.

$$v_k = a t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_k}{a} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \text{ с.} H = H_{\text{ макс}} - \beta H_{\text{ макс}}(S_2) = S_1 \cdot \sin \alpha - S_2 \cdot \sin \alpha =$$

$$S_2 = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \cdot t_2 = 1 \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{5} \text{ м}$$

$$H = H_k + H_1 = 0,48 + u(t_1 + t_2) \cdot \sin \alpha = 0,48 + 0,96 = 1,44 \text{ м}$$

Ответ:  $(H = 1,44 \text{ м})$



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) Дано:

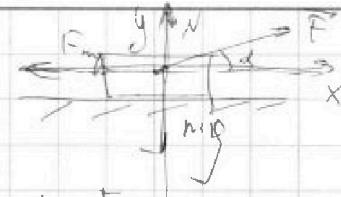
$$\begin{aligned} V_0, \alpha \\ F = \text{const} \\ t = \text{const} \end{aligned}$$

25)  $\mu = ?$

26)  $t_{\text{акт}} = ?$

3)  $\Sigma H:$   
 $N + F \cdot \sin \alpha = mg \Rightarrow$   
 $\Rightarrow N = mg - F \cdot \sin \alpha$

$$\begin{aligned} \Sigma a: & F \cdot \cos \alpha - F_{\text{нр}} = F \cdot \cos \alpha - \mu mg = \\ & \Rightarrow a = \frac{F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha)}{m} - \mu mg = \\ & \Rightarrow v_0 = \frac{F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) - \mu mg}{m} / \text{назад} \end{aligned}$$



25)  $\Sigma V: N = mg$

$$m a_1 = F - F_{\text{нр}} = F - \mu mg \Rightarrow a = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F - \mu mg}{m} / \text{назад}$$

$$\begin{aligned} \text{След., } & F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) - \mu mg = \\ & \Rightarrow \mu = \frac{F \cos \alpha}{mg} \cdot \text{назад} \end{aligned}$$

26) носке начавшее скользить:  $ma = F_{\text{нр}}, \Rightarrow a = \mu g$

$$v_k = 0 - v_0 - at_{\text{акт}} \Rightarrow t_{\text{акт}} = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Ошибки:  $T = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~4) Дано: 1-2-3-1

$$y = 1 \text{ моль}; i = 3$$

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$A_{12} = ?$$

$$y = ?$$

3б) график процесса

6 координаты  $(P_i, V_i)$

$$= (-0,07) \cdot 3 \cdot 400 = -840 \text{ Дж} < 0$$

$$2б) y = ?$$

$$\Delta Q_{23} = C_{23}(T_3 - T_2) < 0$$

$$A_{23} = (C_{23} - \frac{3}{2}k)(T_3 - T_2) > 0$$

$$y = \frac{A_{23}}{\Delta Q_{12}} = \frac{(C_{23} - \frac{3}{2}k)(T_3 - T_2)}{C_{12}(4 - 1)} = \frac{-1,57 \cdot 2\sqrt{2}(1 - \sqrt{2})}{2 \cdot 3}$$

$$= \frac{(-1,57 \cdot 2\sqrt{2} \cdot (\sqrt{2} - 1))}{6}$$

$$\text{Ответ: } y = \frac{(-1,57 \cdot 2\sqrt{2} \cdot (\sqrt{2} - 1))}{6}$$

3б)

$$C_{13} = 2,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$C_{12} = 2,0 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$C_{23} = 0,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$T_2 = 4T_1$$

$$T_3 = 2\sqrt{2}T_1$$

$$A_{12} = \Delta Q_{12} - \Delta U_{12}$$

$$C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{y^i \cdot \Delta T_{12}} \Rightarrow \Delta Q_{12} = C_{12}(T_2 - T_1) > 0$$

$$A_{12} = (C_{12} - \frac{3}{2}k)(T_2 - T_1) =$$

$$\text{Ответ: } A_{12} = -840 \text{ Дж}$$

$$\Delta Q_{31} = C_{31}(T_1 - T_3) < 0$$

$$A_{31} = (C_{31} - \frac{3}{2}k)(T_1 - T_3) < 0$$

$$y = \frac{A_{31}}{\Delta Q_{12}} = \frac{(C_{31} - \frac{3}{2}k)(T_1 - T_3)}{C_{12}(4 - 1)} = \frac{-1,57 \cdot 2\sqrt{2}(1 - \sqrt{2})}{2 \cdot 3}$$

$$\text{Ответ: } y = \frac{(-1,57 \cdot 2\sqrt{2} \cdot (\sqrt{2} - 1))}{6}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

5) Дано:

$$m = q, b = ?$$

$$T = ?$$

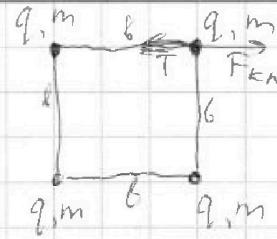
$$V = ?$$

$$d = ?$$

$$\text{Дно II з. н.} \\ T = F_{KA} = k \frac{q^2}{b^2}$$

$$(26) E_{\text{п. начальн.}} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} =$$

$$= kq^2 \left( \frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}b} \right)$$



При перемещении одной из них энергия системы  
когда заряд распределен, будь огней гравитации:

~~$$E_{\text{п.2}} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} = \frac{11kq^2}{b} = \frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} =$$~~

~~$$(E_{\text{п.2}} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} = \frac{11kq^2}{b}) \quad \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} = \frac{11kq^2}{b} - \frac{2kq^2}{b} = \frac{9kq^2}{b} =$$~~

~~$$\Delta E_{\text{п.}} = E_{\text{к.}} \Rightarrow E_{\text{п.1}} - E_{\text{п.2}} = \frac{m \cdot V^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{9kq^2}{b} \left( \frac{2\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2}} \right)}{m} - 2 \cdot \frac{11kq^2}{b}} =$$~~

~~$$= \sqrt{\frac{kq^2 (2\sqrt{2} + 1)}{m} \left( 4 + \sqrt{2} - \frac{11}{3} \right)}$$~~

$$\text{Однако: } V = \sqrt{\frac{kq^2}{b} \left( 4 + \sqrt{2} - \frac{11}{3} \right)}$$

38)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~4) Дано: 1-2-3-1

$$y = \text{иметь}, i = 3$$

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$P_1 = 8,31 \text{ Дарси}$$

$$C_{12} = 2,5 \frac{80 \text{ дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$C_{12} = 2,0 \frac{80 \text{ дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$C_{23} = 0,5 \frac{80 \text{ дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$T_2 = 4T_1$$

$$T_3 = 2\sqrt{2} T_1$$

16)  $A_{12} = ?$

26)  $y = ?$

36) уголок прямой  
б) координаты  $(\frac{P_1}{P_2}, \frac{V_1}{V_2})$

$$A_{12} = \Delta Q_{12} - \Delta U_{12} \quad (\text{I начало термодинамики})$$

$$C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{T_1 - T_2} \Rightarrow \Delta Q_{12} = C_{12}(T_1 - T_2) < 0$$

$$A_{12} = C_{12}(T_1 - T_2) - \frac{3}{2}k(T_1 - T_2) =$$

$$= \left(C_{12} - \frac{3}{2}k\right)(T_1 - T_2) = \left(2 - \frac{3}{2} \cdot 1,38\right)(-3 \cdot 400) \text{ Дарси} =$$

$$= (2 - 2,07)(-1200) \text{ Дарси} = 1200 \cdot 0,07 = 12 \cdot 7 = 84 \text{ Дарси}$$

2)  $y = ?$

Черниговка

$$\Delta Q_{23} = C_{23}(T_2 - T_3) > 0$$

$$\Delta Q_{31} = C_{31}(T_3 - T_1) > 0$$

$$A_{123} = (C_{23} - \frac{3}{2}k)(T_2 - T_3) < 0$$

$$A_{31} = (C_{31} - \frac{3}{2}k)(T_3 - T_1) > 0$$

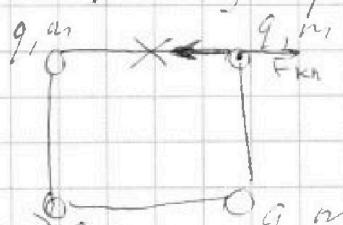
$$y = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{23} + Q_{31}} = \frac{(C_{12} - \frac{3}{2}k)(1-4) + (C_{31} - \frac{3}{2}k)(2\sqrt{2}-1)}{C_{23}(4-2\sqrt{2}) + C_{31}(2\sqrt{2}-1)}$$

$$= \frac{0,21 + 0,86\sqrt{2} - 0,43}{2 - \sqrt{2} + 5\sqrt{2} - 2,5} = \frac{0,86\sqrt{2} - 0,22}{4\sqrt{2} - 0,5}$$

$$\frac{0,5 - 0,07}{6} = \frac{0,43}{6} = \frac{0,07}{12}$$

3) 1-2:  $T \uparrow \cdot A \downarrow \Rightarrow$  изображе

$$P_1 =$$



$$= 3,14 \cdot 2(\sqrt{2} - 1) \cdot 9 \text{ м}$$

$$\frac{1,57 \cdot 4}{6} + \frac{1,57 \cdot 2\sqrt{2}}{6} =$$

$$\frac{6,28}{6} + \frac{3,14 \cdot 2\sqrt{2}}{6} =$$

$$\frac{0,28}{6} + \frac{6}{6} + \frac{6}{26} + \frac{6}{36} =$$

дано: 6, m, g  
1)  $T = ?$

$$E_T = \frac{kq^2}{6}$$

$$T = F_{kn} = k \frac{q^2}{l^2}$$

$$E_{T\text{ макс}} = \frac{2kq^2}{6} + \frac{kq^2}{12 \cdot 6} = \frac{kq^2(2\sqrt{2} + 1)}{72} = \frac{11kq^2}{6l}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\Delta Q_{12} = U \cdot A_{12} = \frac{3}{2}k(T_1 - \frac{3}{2}kT_2 + A_{12})$$

$$C_{12} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta Q_{12}}{T_1 - T_2} \Rightarrow \Delta Q_{12} = C_{12}(T_1 - T_2) < 0$$

$$k = 1,38 \frac{200}{0,06 \cdot 0,07} \text{ кВт}$$

$$A_{12} = \Delta Q_{12} - U_{12} = C_{12}(T_1 - T_2) - \frac{3}{2}k(T_1 - T_2) = \\ = (C_{12} - \frac{3}{2}k)(T_1 - T_2) = (2 - \frac{3}{2} \cdot 1,38)(-3 \cdot 400) = \\ = (2 - 2,07) \cdot (-1200) \text{ кВт} = 1200 \cdot 0,07 = 84,69 \text{ кВт}$$

2) В?

~~$A_{12} + A_{23} = C_{23} = \frac{\Delta Q_{23}}{\Delta T_{23}} \Rightarrow \Delta Q_{23} = C_{23}(T_2 - T_3) > 0$~~

~~$A_{23} = (C_{23} - \frac{3}{2}k)(T_2 - T_3) = (0,5 - 2,07)(400 - 200) = \\ = (-1,57) \cdot 200 = -314 \text{ кВт} \leq 0$~~

~~$A_{31} = (C_{31} - \frac{3}{2}k)(T_3 - T_1) = (2,5 - 2,07)(200 - 1) = 43 \text{ кВт}$~~

$$y = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{31} + Q} \quad y = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{23} + Q_{31}} = \frac{84,69 + 43(1,07)}{172} =$$

$$y = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{23} + Q_{31}} = \frac{(C_{12} - \frac{3}{2}k)(T_1 - T_2) + (C_{31} - \frac{3}{2}k)(T_3 - T_1)}{C_{23}(T_2 - T_3) + C_{31}(T_3 - T_1)} = \\ = \frac{(C_{12} - \frac{3}{2}k)(1 - 4) + (C_{31} - \frac{3}{2}k)(2\sqrt{2} - 1)}{-0,07(-3) + 0,43(2\sqrt{2} - 1)} =$$

$$= \frac{C_{23}(4 - 2\sqrt{2}) + C_{31}(2\sqrt{2} - 1)}{2\sqrt{2} + 5\sqrt{2} - 2,5} = \frac{0,86\sqrt{2} - 0,22}{4\sqrt{2} - 0,5} =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дл. 3. Н:

$$N + F \cdot \sin \alpha = mg \Rightarrow N = mg - F \cdot \sin \alpha$$



$$ma = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{fr}} = F \cdot \cos \alpha - \mu mg + \mu F \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) - \mu mg}{m} \Rightarrow v_0 = \frac{F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) - \mu mg}{m} t_p$$

2a)  $N = mg$

$$ma = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{fr}} = F - \mu mg \Rightarrow a = \frac{F - \mu mg}{m}$$

~~$v_0 = \frac{F - \mu mg}{m} t_p \Rightarrow \cancel{\frac{F - \mu mg}{m} t_p}$~~

~~$v_0 = \frac{F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) - \mu mg}{m} t_p$~~

$$\frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) - \mu mg}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

2b)  $T = ?$

$$a = \frac{F_{\text{fr}}}{m} = \mu g$$

$$0 = v_0 - at_{\text{acc}} \Rightarrow t_{\text{acc}} = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$$

4) Дано: 1-2-3-1  $C_{13} = 2,5 \frac{\Delta T}{\text{исход.к}}$

$\eta = 1 \text{ маш.}$

$i = 3$

$T_1 = 400 \text{ K}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$

$\Delta T_{12} = ?$

$\Delta T = ?$

3б) изотр. б. опрес  
коэффициент  $\left( \frac{P_2}{P_1}, \frac{V_2}{V_1} \right)$

$$C_{12} = 2,0 \frac{\Delta T}{\text{исход.к}}$$

$$C_{23} = 0,5 \frac{\Delta T}{\text{исход.к}}$$

$$T_2 = 4T_1 ; T_3 = 2^{1,5} T_1 = \sqrt[4]{2} T_1$$

$$fS = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$



На странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,

$t = \frac{s}{v_0 \cdot \cos \alpha}$  решение которой представлено на странице:

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$H = S \cdot \tan \alpha - \frac{S \cdot g}{2 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$H = 20 \cdot \tan 45^\circ - \frac{5}{800 \cdot \cos^2 \alpha} = 20 \cdot \tan 45^\circ - \frac{5}{\cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{5}{\cos^2 \alpha} (4 \sin \alpha \cdot \cos \alpha - 1)$$

$$\frac{5}{\cos^2 \alpha} (4 \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha) = - \frac{5}{\cos^2 \alpha} (\sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \cos^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha)$$

$$= - \frac{5}{\cos^2 \alpha} ((\sin \alpha - \cos \alpha)^2 - 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha) =$$

$$= - \frac{5}{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \text{Diagram of a circle with radius } \sqrt{2}/2 \text{ and angle } 45^\circ \Rightarrow \sin \alpha = \cos \alpha \Rightarrow$$

$$= - \frac{5}{\frac{1}{2}} = -10 \cdot (-1) = 10 \text{ m}$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

~~Diagram of a circle with radius 1 and angle 45^\circ~~

$$\begin{aligned} \cos 2\alpha &= (\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha) \\ &= 2\sin \alpha \cdot \cos \alpha = \\ &= \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \end{aligned}$$

$$-(\sin \alpha - \cos \alpha)^2 = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$2(\sin \alpha - \cos \alpha) \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha) + 2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 0$$

$$= 2(\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha) + 2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha =$$

$$= -2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 0 \Rightarrow \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \sqrt{2} \cos \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{2} \sin(90^\circ + \alpha) \Rightarrow$$

$$\frac{(\sin \alpha - \cos \alpha)^2}{\cos^2 \alpha} = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \quad \uparrow \downarrow \quad \frac{(\sin \alpha - \cos \alpha)^2}{\cos^2 \alpha} - 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$$

$$\sin^2 \alpha = (\tan \alpha - 1)^2 - 2 \tan \alpha = \tan^2 \alpha + 1 - 2 \tan \alpha - 2 \tan \alpha = \tan^2 \alpha - 4 \tan \alpha + 1$$

$$\tan \alpha = x \Rightarrow x^2 - 4x + 1 = 0 \quad (\text{квадратное уравнение решаем})$$

$$\text{при } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = 2$$

$$4 - 8 + 1 = -3$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

1) Дано:

$$T = 2s \quad (H = H_{\max})$$

1)  $v_0 = ?$

2)  $v_0$ ;  $S = 20m$  ( $H_{\max} = ?$ )

$$\begin{aligned} 1) H_{\max} &= \frac{v_0 + v_k}{2} t_{by} \\ &= \frac{v_0 + v_k}{2} t_{by} \Rightarrow v_0 = \frac{2H_{\max}}{t_{by}} - v_k \end{aligned}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow$$



$$\cancel{\frac{v_0^2}{2g}} - \cancel{\frac{v_0 \cdot t_{by}}{2}} \Rightarrow v_0 = g t_{by} = 10$$

$$g = \frac{v_k - v_0}{T} \Rightarrow (\text{м.н. } v_k = 0) \Rightarrow v_0 = -gt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = 20 \text{ м/с}$$

2)   $H_{\max} = ?$

Пуск максимальное броска  
уголе достигается при угле  $\alpha$ .

$$\begin{cases} S = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_n \\ H_{\max} = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_n - \frac{gt_n^2}{2} \end{cases}$$

$$\text{Бросок под углом: } t_n = \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha} \quad \text{Для него, зная } H_{\max} \quad \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{-\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = -\frac{\tan \alpha}{\cos \alpha}$$

$t_n$  является  $\frac{1}{\cos \alpha}$ , т.е.  $\cos \alpha$

$$\frac{H_{\max}}{S} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{gt_n}{2}}{v_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{gt_n}{2v_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{g t_n}{2v_0 \cdot \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_{\max} = S \left( \frac{gt_n}{2v_0 \cdot \cos \alpha} \right) = \frac{S}{\cos \alpha} \left( \frac{gt_n}{2v_0} - \frac{gt_n}{2v_0} \right)$$

$$\cancel{\frac{gt_n}{2v_0} + \frac{gt_n}{2v_0} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}} = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$a = g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = g$$

$$\text{Решение} \rightarrow l_1 = l_{\text{нач}} + l_{\text{перем}} \quad l_1 = l_{\text{нач}} + l_{\text{перем}} = \frac{25}{200} - at \rightarrow ut = \frac{25}{200} + t(a-u)$$

(перем.) (перем.)  
(затем  
остановка  
перем.)

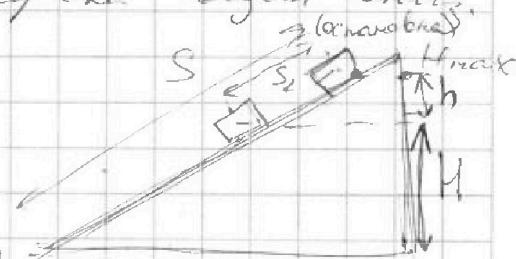
$$= \frac{v_{0\text{ нач}} \cdot t}{2} + ut = \left( \frac{v_{0\text{ нач}}}{2} + u \right) t_{\text{зам}} = (2 + 2) \cdot \frac{2}{5} = \frac{8}{5} \text{ м}$$

$$\text{так} \quad v_k = 0 = v_{0\text{ нач}} - at \rightarrow t = \frac{v_{0\text{ нач}}}{a} = \frac{4}{2} = \frac{2}{10} = \frac{2}{5} \text{ с.}$$

3) Скорость корабли в лабораторной системе  
равна нулю при  $v_{\text{над}} = -4 \text{ м/с} = -0,4 \text{ м/с}$   
Это произойдёт позже него, как корабль падет быстрее.

$$v_k = at \rightarrow t = \frac{v_k}{a} = \frac{4}{2} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \text{ с}$$

$$S_2 = \frac{v_{0\text{ нач}} + v_k}{2} \cdot t = 1 \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{5} \text{ м}$$



$$H = H_{\text{max}} - h(S_2) = S_2 \cdot \sin \alpha - S_2 \cdot \sin \alpha =$$

$$= (S - S_2) \sin \alpha = \frac{3}{5} \cdot 0,8 = \frac{24}{25} = 0,6 \cdot 0,8 = 0,48$$

$$2 \cdot \left( \frac{2}{5} + \frac{1}{5} \right) \cdot 0,8 = 2 \cdot 0,48 = 0,96$$

$$\underline{\underline{0,48}}$$

$$3) V_0; t_1 = t_2 \quad \boxed{N = mg; F_{\text{норм}} = \mu N = \mu m g \Rightarrow}$$

$$\boxed{F = \text{const}; \alpha = \mu g \cdot \cos \alpha; F_{\text{норм}} = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{норм}} =}$$

$$\boxed{F = F_0, \alpha = 0^\circ \Rightarrow F \cdot \cos \alpha - \mu m g =}$$

$$\boxed{F_0 = \mu m g}$$

$$\boxed{2) T_{\text{зам}} = ? \quad \boxed{m a = F - F_{\text{норм}} \Rightarrow a = \frac{F - \mu m g}{m} \Rightarrow}}$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{F - \mu m g}{m} \cdot t$$

$$\boxed{N = F_{\text{норм}}}$$

$$\boxed{F_{\text{норм}} = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{норм}}}$$

$$\boxed{F_{\text{норм}} = F \cdot \cos \alpha - \mu m g}$$

$$\boxed{F_{\text{норм}} = F \cdot \cos \alpha - \mu m g}$$

$$\boxed{F_{\text{норм}} = F \cdot \cos \alpha - \mu m g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

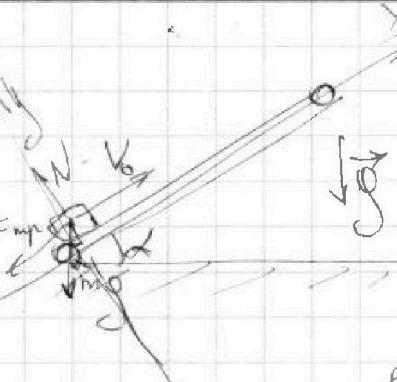


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1 2 3 4 5 6 7

1) 

$\mu = \frac{1}{3}$ ;  $\sin \alpha = 0,8$ ;  $V_0 = 4 \text{ m/s}$ ;  $a = ?$

$S = ?$ ;  $T = ?$

$N = mg \cdot \cos \alpha$

$F_{\text{par},x} = F_{\text{fric}} + m g \cdot \sin \alpha =$

$$= \mu m g \cdot \cos \alpha + m g \cdot \sin \alpha = m g (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$
 $a = \frac{F}{m} = g (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \Rightarrow a = g$ 
 $S = V_0 t - \frac{at^2}{2} = V_0 t - \frac{g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)t^2}{2} \Rightarrow$ 
 $\Rightarrow g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)t^2 - 2V_0 t + 2S = 0$ 
 $t = \frac{2V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2Sg(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}}{2g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{2 \cdot 4 \pm \sqrt{16 - 2 \cdot 4 \cdot 10 \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right)}}{2 \cdot 10 \cdot \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right)}$ 
 $\Rightarrow t_1 = \frac{16 - 20}{20} = \frac{-4}{20} = -\frac{1}{5} \text{ s}$ 
 $\Rightarrow t_2 = \frac{16 + 20}{20} = \frac{36}{20} = \frac{9}{5} \text{ s}$ 
 $S = \frac{2V_0 t_2}{2} = \frac{2 \cdot 4 \cdot \frac{9}{5}}{2} = \frac{36}{5} \text{ m}$ 
 $\frac{2V_0^2}{2g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = \frac{2}{5} \text{ s}^2$ 
 $\Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2V_0^2}{2g(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16}{2 \cdot 10 \cdot \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right)}} = \sqrt{\frac{32}{5}} = \frac{4\sqrt{5}}{5} \text{ s}$ 
 $\Rightarrow T = t_1 + t_2 = \frac{5}{2} = \frac{5}{2} \text{ s}$ 

2)  $U = 2 \text{ m/s}$ ;  $V_0 = 4 \text{ m/s}$

$V_K = U = 2 \text{ m/s}$ ;  $L = ?$  (от момента)

(корень кордки вспоминаем)  
найдем гравит.:  $2t = 2t_{\text{ко}}$ ;  $2t = 4t \Rightarrow$

 $\Rightarrow 2t_{\text{ко}} = 0$ 
