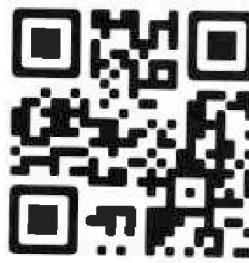




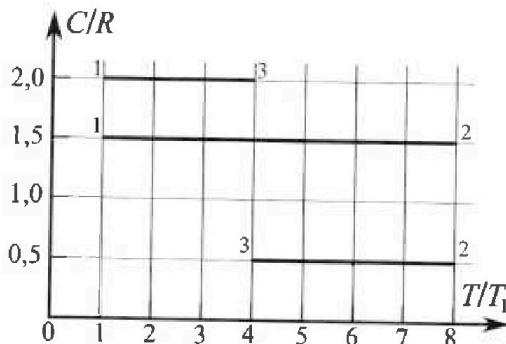
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 10-02**

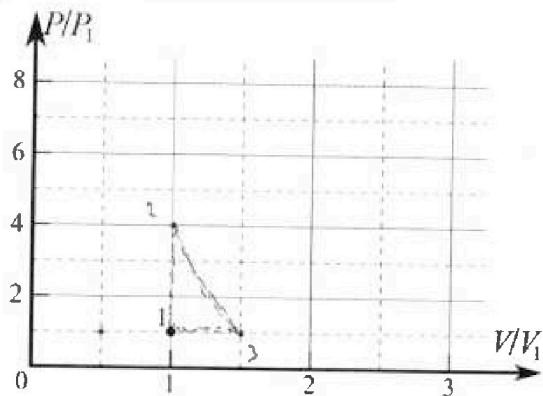


*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1 = 200$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

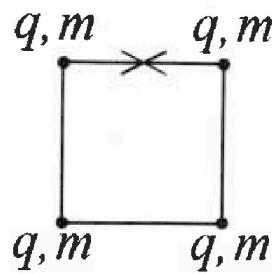


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 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  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

- 1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию  $K$  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)? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



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

**Вариант 10-02**



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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета  $L = 20$  м.

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью  $V_0$  к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна  $H = 3,6$  м.

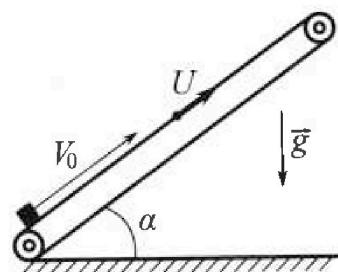
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = 0,5$ .

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь  $S$  пройдет коробка в первом опыте к моменту времени  $T = 1$  с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 1$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 6$  м/с (см. рис.).

2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

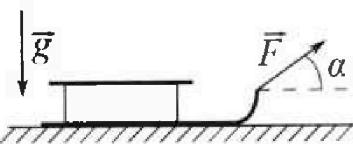
$$U = 1 \text{ м/с}?$$

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



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

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

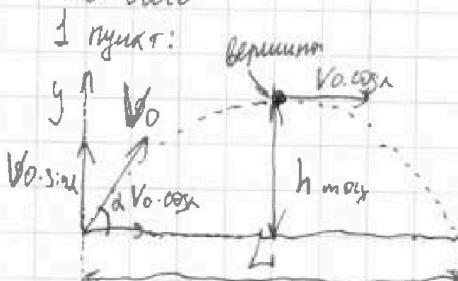
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Напоминание



$h_{\max}$  - максимальная высота подъёма  
футбольного мяча, при начальной  
скорости  $V_0$ , начальном узле  $\alpha$ .  
 $t_{\max}$  - время подъёма мяча на  
высоту  $h_{\max}$ .  $t_{\text{поп}}$  - полное время полёта мяча.

Строим  $V_0$  на оси  $x$  и  $y$ :  $Tk g \perp Ox \Rightarrow g$  не будет  
быстро на скорость по оси  $x \Rightarrow V_x = \text{const}$ ;  $V_x = V_0 \cdot \cos \alpha$ .

$Tk$  на высоте  $h_{\max}$  - максимальная  $\Rightarrow$  при этом у мяча  
не будет вертикальной составляющей скорости

$$\text{тогда равна } 0 \Rightarrow 0 = V_0 \sin \alpha - g t_{\max} \Rightarrow t_{\max} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$Tk$  траектории полёта - парабола  $\Rightarrow$  она симметрична  
относительно вершины параболы  $\Rightarrow t_{\max} = t_{\text{поп}} - t_{\max} \Rightarrow$

$$\Rightarrow t_{\text{поп}} = 2t_{\max}. \quad \left\{ \begin{array}{l} L = t_{\max} \cdot V_x = t_{\max} \cdot V_0 \cdot \cos \alpha \\ t_{\max} = 2 + \frac{V_0 \cdot \sin \alpha}{g} = 2 \frac{V_0 \cdot \sin \alpha}{g} \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{2V_0 \cdot \sin \alpha}{g} \cdot V_0 \cdot \cos \alpha = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ (м/c)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

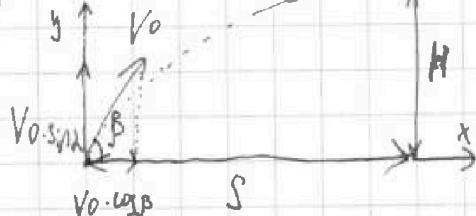
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

Найденные  
МУКТ 2:



$\beta$ -year, образование

между блоком начальной  
скорости и горизонтальной  
плоскостью.

Л наим- обще время наим-

$$V_{\text{ex}} = V_x$$

Слово мудрости.

Vx - cause

$$I_{\text{naüta}} \cdot V_{x=S} \Rightarrow S = I_{\text{naüta}} \cdot V_0 \cdot \cos \alpha \Rightarrow I_{\text{naüta}} = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \alpha}.$$

$$\begin{cases} H = V_0 \cdot \sin \beta \cdot t_{\text{nach}} - \frac{g t_{\text{nach}}^2}{2} \\ t_{\text{nach}} = \frac{s}{V_0 \cdot \cos \beta} \end{cases} \Rightarrow H = \frac{V_0 \cdot \sin \beta \cdot s}{V_0 \cdot \cos \beta} - \frac{gs^2}{2V_0^2 \cdot \cos^2 \beta}$$

$$= S \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \beta} = S \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \beta + 1) = S \cdot \operatorname{tg} \beta -$$

$$-\frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot \operatorname{tg}^2 \beta - \frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot \operatorname{Tk} S - \text{const} + \frac{gS^2}{2V_0^2} - \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = F(tg\beta) = - \frac{c}{2} g^2 \beta \cdot \frac{g S^2}{2k_0^2} + S \cdot t g \beta - \frac{g S^2}{2k_0^2} \Rightarrow \exists \tau_0$$

Марбаха, величина которой напоминает форму  $\Rightarrow \text{f}(t)g(t)$  мат. функции

б берилле параллел, ТК Н-максималы  $\rightarrow f(tg\beta)_{max} = H \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{EqB} = \frac{-S \cdot V_0^2}{-2gS^2} = \frac{V_0^2}{gS}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Конец

$$\begin{aligned} \rho t g \beta &= \frac{V_0^2}{g s} \\ H &= -t g^2 \beta \cdot \frac{g s^2}{2 V_0^2} + s \cdot t g \beta - \frac{g s^2}{2 V_0^2} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow H = \frac{V_0^2}{g s} \cdot s - \left( \frac{g s^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{V_0^4}{g^2 s^2} \right)$$

$$+ \frac{g s^2}{2 V_0^2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^4}{2 V_0^2 \cdot g} - \frac{g s^2}{2 V_0^2} \Rightarrow H = \frac{2 V_0^4}{2 g V_0^2} - \frac{V_0^4}{2 g V_0^2} - \frac{g^2 s^2}{2 V_0^2 g} =$$

$$= \frac{V_0^4 - g^2 s^2}{2 V_0^2 g} \Rightarrow s^2 g^2 = V_0^4 - 2 V_0^2 g H = V_0^2 (V_0^2 - 2 g H) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s^2 = \frac{V_0^2}{g^2} (V_0^2 - 2 g H) \Rightarrow s = \frac{V_0}{g} \sqrt{V_0^2 - 2 g H}$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{4 g}{s \sin 2\alpha}} \quad (\text{43 пункта})$$

$$\Rightarrow s = \sqrt{\frac{4 g}{g^2 \cdot s \sin 2\alpha}} \cdot \sqrt{\frac{4 g}{s \sin 2\alpha} - 2 g H} = \sqrt{\frac{4}{s \sin 2\alpha} - 2 H} \cdot \sqrt{\frac{4 g^2}{g^2 \cdot s \sin 2\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4}{s \sin 2\alpha}} \cdot \sqrt{\frac{4}{s \sin 2\alpha} - 2 H} \quad ; \quad s = \sqrt{\frac{20}{1}} \cdot \sqrt{\frac{20}{1} - 3,6 \cdot 2} =$$

$$= \sqrt{20(20 - 7,2)} = \sqrt{20 \cdot 12,8} = \sqrt{256} = 16 \quad (\text{метод})$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 10 \sqrt{2} \left( \frac{m}{s} \right); \quad s = 16 \text{ (метод)}$$



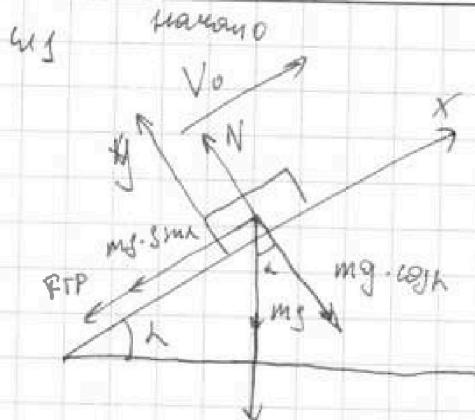
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



N - сила Решущий вид.

m - масса чужа

ТК чуж - мат - точка, а

CO, связанны с землёй -

- MCD  $\Rightarrow$  Записан II З-ой

$$\text{Ньютона } \sum \vec{F} = m \vec{a}. \begin{cases} OX: -F_{TP} - mg \cdot \sin \alpha = -m a_1, \\ OY: N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m a_1 = F_{TP} + mg \cdot \sin \alpha \rightarrow a_1 - ускорение чужа вдоль \\ N = mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$\text{но 3-ой Кулон - Ампера: } \begin{cases} F_{TP} = N \cdot \mu \\ N = mg \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow F_{TP} = mg \cos \alpha \cdot \mu.$$

$$m a_1 = mg (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha) \Rightarrow a_1 = g (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8 \text{ (TK OLLC 80). Пусть скошко не меньше нуля.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 - a_1 t = V_K = 6 - 10 (0,8 \cdot 0,5 + 0,6) = 6 - 10 = -4 \Rightarrow \text{Число}$$

ишущего падение. Наибольшее время, когда это

$$\text{остановилось: } V_0 - a_1 t_s = 0 \Rightarrow t_s = \frac{V_0}{a_1} = \frac{V_0}{g (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha)}.$$

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



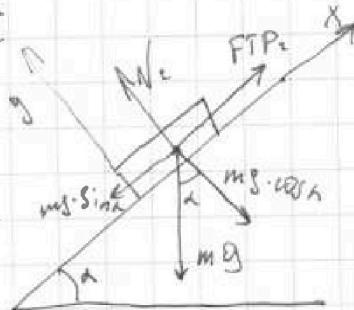
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Методика 3

Найдём путь, который прошёл тело, если бы оно имело  
изменявшееся по направлению:  $\ell = V_0 \cdot t_1 - \frac{\alpha_1 t_1^2}{2}$

$$= \frac{V_0^2}{\alpha_1} - \frac{V_0^2}{2\alpha_1} = \frac{V_0^2}{2\alpha_0} = \frac{V_0^2}{2g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)}$$

Часть I



Задача II из Методика для

Часть I:

$$\text{по } k: -m\alpha_2 = -mg \cdot \sin\alpha + F_{TP2} \Rightarrow$$

$$\text{то } y: N_2 - mg \cdot \cos\alpha = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N_2 = mg \cdot \cos\alpha \\ m\alpha_2 = mg \cdot \sin\alpha - F_{TP2} \end{cases}$$

, где  $N_2$  - сила реакции опоры

$$\text{тогда по II чл. } F_{TP2} = N_2 \cdot \mu = mg \cdot \cos\alpha \cdot \mu \text{ (но это)$$

$$\text{Кудоха - Аммонитов) } \Rightarrow m\alpha_2 = mg \cdot \sin\alpha - mg \cos\alpha \cdot \mu \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_2 = g(\sin\alpha - \cos\alpha \cdot \mu). \quad \text{Найдём оставшийся путь:}$$

$$S + \ell = \frac{\alpha_2 \cdot (T - t_1)^2}{2} = \frac{\alpha_2 \cdot \left(T - \frac{V_0}{g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)}\right)^2}{2} =$$

$$= g \cdot (\sin\alpha - \cos\alpha \cdot \mu) \cdot \left(T - \frac{V_0}{g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)}\right)^2$$

$$S = \ell + \ell = \frac{g(\sin\alpha - \cos\alpha \cdot \mu) \cdot \left(T - \frac{V_0}{g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)}\right)^2}{2} + \frac{V_0^2}{2g(\cos\alpha \cdot \mu + \sin\alpha)} \Rightarrow$$

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!

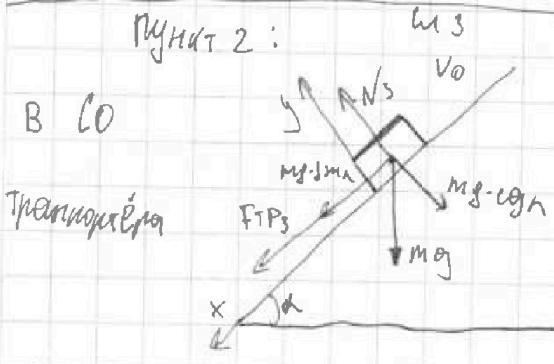
Часть 2

$$\Rightarrow S = \frac{10 \cdot (0,6 - 0,8 \cdot 0,5) \cdot \left(1 - \frac{6}{10(0,6 + 0,8 \cdot 0,5)}\right)^2}{2} + \frac{36}{2 \cdot 10(0,6 + 0,8 \cdot 0,5)}$$

$$= \frac{10 \cdot 0,2 \cdot \left(1 - \frac{6}{10}\right)^2}{2} + \frac{36}{2 \cdot 10} = \frac{2 \cdot (1 - 0,6)^2}{2}$$

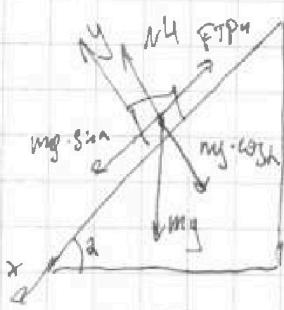
$$+ 1,8 = 0,4^2 + 1,8 = 0,16 + 1,8 = 1,96 \text{ (м)}$$

Часть 2:



Часть 2

ч. 4



Перевод в CO Трансформация

для того, чтобы учесть силу  
скорости  $v$  необходимо, чтобы  
(ч. 1)  
учесть обе силы с одинаково  
1 ч. 5)  
скоростью первой  $v$  и второй.

Компенсировать силу с

Трансформация направление  
движения и скорость трансформации  
в лабораторной СО).

Часть 1: Заданы II 3-ии силы бы учесть,

$$\text{для ч. 3: } N_3 - mg \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N_3 = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{TP3} + mg \cdot \sin \alpha = ma_3 \quad F_{TP3} = N_3 \cdot \mu = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu$$

(но 3-тих Кинематикой)

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!

Часть первая 3

$$m \ddot{a}_3 = m g (S \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu) \Rightarrow \ddot{a}_3 = g (S \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 - \ddot{a}_3 t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{\ddot{a}_3} = \frac{V_0}{g (S \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с.}$$

Сл 5: Задача II 3-ой частицы для этого случая см 4:

$$\begin{cases} N_4 - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ mg \cdot S \sin \alpha - F_{T4} = ma_4 \end{cases} \quad \begin{cases} N_4 = mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow F_{T4} = mg \cos \alpha \cdot \mu \\ F_{T4} = N_4 \mu \text{ но есть Контакт Амплоном} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\sim 2m \ddot{a}_4 = m g (\cos \alpha \cdot \mu) \Rightarrow \ddot{a}_4 = g \cdot \cos \alpha \mu \text{ ( } S \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu \text{ )}$$

$T_1 = t_1$  - время достижения скорости 100 м/с

$$\text{Достигнуто. } 2U = \ddot{a}_4 (T_1 - t_1) = 0 \Rightarrow T_1 - t_1 = \frac{2U}{\ddot{a}_4} = \frac{2U}{g (S \sin \alpha - \cos \alpha \mu)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{2U}{g (S \sin \alpha - \cos \alpha \mu)} + \frac{V_0}{g (S \sin \alpha + \cos \alpha \mu)}$$

$$T_1 = \frac{2}{10 \cdot (0,6 - 0,5 \cdot 0,5)} + \frac{6}{10 \cdot (0,6 + 0,5 \cdot 0,5)} = \frac{2}{5} + \frac{6}{10} = 1,6 \text{ с.}$$

Пункт 3:

Вид

Транспортёр

Перед ён 6 с о

транспортёра. Яв

того, что при скорости

Тема 6 изображена

с о. Была равна 0 необходимо, чтобы скорость  
чужая 6 с о Транспортёра. Была равна и в движении



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 4  
Противоводействие по научному спросу

Транспортная (изменение спроса транспорта в  
составе издержек).

Установлено  $l_1$ -уть, который имеет форму, подобную  
 $l_2$  - утту, который имеет форму, опрокинутую,  $l_3$  - утту,  
который имеет форму трапеции.

$$\begin{cases} l_1 = V_0 t_1 - \frac{\alpha_3 \epsilon_1^2}{2} \\ \alpha_3 \epsilon_1 = V_0 \end{cases} \Rightarrow l_1 = \frac{V_0 t_1}{2}$$

$$\begin{cases} l_2 = \frac{\alpha_4 \cdot t_2}{2} \\ t_2 \alpha_4 = U \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_2 = \frac{\alpha_4 \cdot t_2}{2} \\ t_2 = \frac{U}{\alpha_4} \end{cases} \Rightarrow \alpha_4 = g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)$$

$$\Rightarrow l_2 = \frac{U^2}{2 \alpha_4} = \frac{U^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} \quad \cdot \quad l_3 = U(t_1 + t_2) =$$

$$= M \cdot \left( \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{U}{g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} \right)$$

$$L = |l_3 + l_1 - l_2| = \frac{M \cdot V_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{U^2}{g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} - \frac{M^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0 \cdot t_1}{2} = \frac{U \cdot V_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{M^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu)} + \frac{V_0 \cdot t_1}{2}$$



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!

корень.

$$L = \frac{6}{10 \cdot 1} + \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 0,2} + \frac{6 \cdot 0,6}{2} = 0,6 + 0,25 + 1,8 = 2,4 + 0,25 = \\ = 2,65 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 3,36 \text{ м} ; \begin{cases} T_1 = 0,6 \text{ (с)} \\ L = 2,65 \text{ м} \end{cases}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

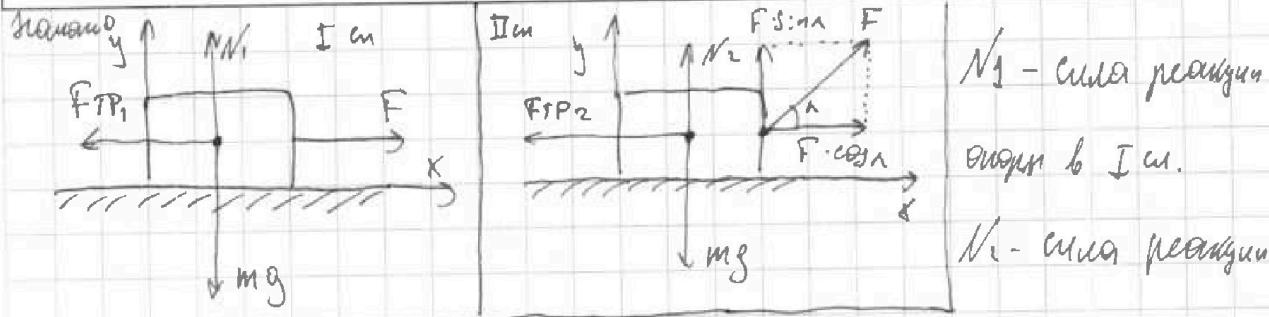
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



Перейдем во II сл.  $F_{fP_1}$  - сила трения в I сл  $\Rightarrow F_{fP_2}$  - сила трения в II сл.  $a_1$  - ускорение бруска в сл I,  $a_2$  - ускорение бруска в сл II.  $t_1$  - время достижения кинетической энергии  $K$  в сл I ( $t_2$  - время)

$$K = \frac{mv^2}{2}$$
, где  $v$  - скорость бруска, когда он достигает кин.энергии  $K$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} L = \frac{a_1 t_1^2}{2} \\ L = \frac{a_2 t_2^2}{2} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a_1 t_1 = v \\ a_2 t_2 = v \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{a_1 t_1}{2} = \frac{a_2 t_2}{2} \Rightarrow \frac{v t_1}{2} = \frac{v t_2}{2} \Rightarrow t_1 = t_2 \\ a_1 t_1 = v \\ a_2 t_2 = v \end{array} \right. \Rightarrow a_1 t_1 = a_2 t_2$$

$\Rightarrow a_1 = a_2$ . Т.к. брускок может двигаться под углом  $\theta$  к горизонту, а

CO, связанным с горизонтальной поверхностью - ИСО  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  Запишем II з-и Ньютона для бруска:  $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

$$\text{Из: } \left\{ \begin{array}{l} \text{Ox: } F - F_{fP_1} = ma_1 \\ \text{Oy: } N_1 - mg = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F - F_{fP_1} = ma_1, \text{ из 3-го сл} \\ N_1 = mg \end{array} \right.$$

Кинетич. - закономерь:  $\left\{ \begin{array}{l} F_{fP_1} = N_1 \cdot \mu = g \cdot m \cdot \mu \\ F - F_{fP_1} = ma_1 \end{array} \right. \Rightarrow F - g \cdot \mu \cdot m = ma_1$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представалено на странице:

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

МФТИ.

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

Установка  
Задачем № 3-и 9дл II вр:

$$\begin{cases} \text{Ox: } F \cdot \cos\alpha - F_{TP_2} = m a_2 \\ \text{Oy: } N_2 + F \cdot \sin\alpha - mg = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m a_2 = F \cdot \cos\alpha - F_{TP_2}, \text{ из-з-зако} \\ N_2 = mg - F \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

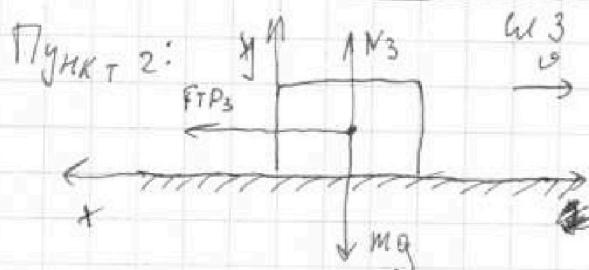
Кулонова-Ламонтгана:  $F_{TP_2} = N_2 \cdot \mu = (mg - F \cdot \sin\alpha) \mu \Rightarrow$

$$\begin{cases} m a_2 = F \cdot \cos\alpha - (mg - F \cdot \sin\alpha) \mu \\ m a_1 = F - g \bar{m} \mu \end{cases} \Rightarrow F \cdot g \bar{m} \mu = F \cdot \cos\alpha - mg \mu +$$

$$m a_1 = m a_2$$

$$+ F \cdot \sin\alpha \cdot \mu \Rightarrow F = F(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot \mu) \Rightarrow 1 - \cos\alpha = \sin\alpha \cdot \mu \Rightarrow$$

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



Q\_3 - условие б сч. 3

$F_{TP_3}$  - сила трения б сч. 3

Задачем № 3-и Решение

для Груса, для гдз с. 3:

$$\begin{cases} \text{Ox: } N_3 - mg = 0 \\ \text{Oy: } F_{TP_3} = m a_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{TP_3} = m g \\ N_3 = mg \end{cases}$$

$F_{TP_3} = N_3 \cdot \mu$  (VJ с-за Кулон-Ламонтгана)  $\Rightarrow \begin{cases} F_{TP_3} = \mu g m \\ F_{TP_3} = m a_3 \end{cases} \Rightarrow$

$$\Rightarrow m a_3 = \mu g m \Rightarrow a_3 = \mu g .$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

Конус  
свернут  
 $m \cdot v^2$

~~Конус вращается в горизонтальной плоскости~~

~~Изображение конуса вращается в горизонтальной плоскости~~

~~Изображение конуса вращается в горизонтальной плоскости~~

~~Изображение конуса вращается в горизонтальной плоскости~~

Запишем 3 СЭ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{так} K = |\Delta r|, \text{то } \Delta r - \text{радиус сина трека} \\ |\Delta r| = F_{TP_3} \cdot s \Rightarrow K = m g \mu \cdot s \Rightarrow \\ F_{TP_3} = m g \mu \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \begin{cases} s = \frac{K}{m g \mu} \\ \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \end{cases} \Rightarrow s = \frac{K \cdot \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$

(43 + пункта)

$$\text{Отвим: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad s = \frac{K \cdot \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Начало

$$C_{31} = 2R. \quad \text{Сл. - начальное теплоемкость в процессе K.}$$

$$C_{31} = \frac{\alpha_{31}}{\Delta T_{31}}$$

$$\Rightarrow \cancel{Q_{31}} = \frac{A_{31} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}}{\Delta T_{31}} = C_{31} \Rightarrow$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} \quad \text{из}$$

$$\Rightarrow A_{31} = -C_{31} \cdot \Delta T_{31} - \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} \quad A_{31} = 2R \cdot 600 - \frac{3}{2} \cdot R \cdot 600 = \\ = 0,5 \cdot R \cdot 600 = 300R = 300 \cdot 6,31 = 1993 \text{ дж.}$$

Второй  $\Delta T_K$ - изменение температуры в процессе K.

Q\_{12} - темп. начальная, в 2 процессе K

модуль, соблюд. 1-го закона.

A\_{31} - работа в процессе K, кроме A\_{31}

$\Delta U_K$ - модуль изменения фн. энергии в процессе K.

Пункт 2: ТК начало удастся в процессе 1-2.

$$A_{\text{начн}} = A_{23} + A_{12} + A_{31}$$

$$Q_{\text{начн}} = Q_{12}$$

$$y = \frac{A_{\text{начн}}}{\text{андр.}}$$

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \quad \dots$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}}$$

$$C_{12} = 1,5 R$$

$$\Rightarrow A_{12} = \Delta T_{12} (C_{12} - \frac{3}{2} \nu R) = 0 \Rightarrow 12 - \text{ изокора.}$$

$$A_{31} = -2493 \text{ дж.}$$

$$A_{23}$$

$$A_{23} + \Delta U_{23} = Q_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}}$$

$$C_{23} = 0,5 R$$

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!

Изображ.

$$A_{23} + \Delta A_{23} = Q_{23}$$

$$\Delta A_{23} = \frac{3}{2} VR \Delta T_{23} \Rightarrow A_{23} + \frac{3}{2} VR \Delta T_{23} = 0,5 R \cdot \Delta T_{23} = 2$$

$$C_{23} = \frac{\Delta A_{23}}{\Delta T_{23}}$$

$$C_{23} = 0,5 R$$

$$\Rightarrow A_{23} = \bar{A}_{23} (0,5 R - \frac{3}{2} VR) = -\Delta T_3 \cdot R = R \cdot 800 = 8,31 \cdot 800 = \\ = 6648 \text{ дж}$$

$$\text{Аналогия: } 6648 - 2493 = 4155 \text{ дж}$$

$$Q_{\text{най}} = Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 4 \cdot 200 \cdot 1,5 = 4 \cdot 300 R = 2100 R$$

$$\text{Аналогия: } 800R - 300R = 500R$$

$$\eta = \frac{\text{Аналогия}}{Q_{\text{най}}} = \frac{500R}{6648} = \frac{500R}{2100R} = \frac{500}{21}\%$$

$$C_{12} = P_2 V_2 - P_1 V_1$$

$$C_{23} = P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$C_{31} = P_1 V_1 - P_3 V_3$$

$$\text{Ответ: } A_{31} = 2493 \text{ дж} ; \eta = \frac{500}{21}\%$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$



$$v \cdot \sin \alpha - g t = 0$$

$$20 - 7t = 12,8$$

$$t = 2,8 \text{ с}$$

$$t \cdot \sin \alpha = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$6648$$

$$2493$$

$$9155$$

$$t_{\text{наклона}} = 2t \sin \alpha$$

1. ДА

$$L_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_{\text{наклона}} = \frac{v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow$$

$$4155$$

$$2493$$

$$6648$$

$$R = 8,31$$

$$19$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{3}} = \sqrt{101,7}$$

$$8,31$$

$$x \quad 3$$

$$2493$$



$$256$$

3

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{v_0 \cdot \cos \beta}$$

$$H = v_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2} = \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{\cos \beta} - \frac{g t^2}{2} =$$

$$= S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{v_0^2} \left( \frac{1}{\cos^2 \beta} \right) = S \tan \beta - \frac{g S^2}{v_0^2} \left( \tan^2 \beta + 1 \right) = - \frac{\tan^2 \beta \cdot g S^2}{v_0^2} +$$

$$+ S \tan \beta + \frac{g S^2}{v_0^2} \Rightarrow T K H - m g + \frac{-S \cdot v_0^2}{2 g S^2} = \frac{v_0^2}{2 g S^2}$$

$$8,31$$

$$x \quad 8$$

$$6648$$

$$8,31$$

$$x \quad 8$$

$$6648$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

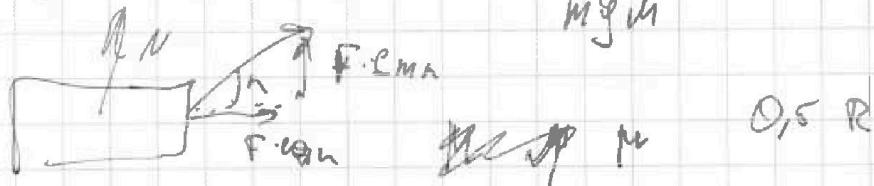
МФТИ

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

K

$$K = \cancel{F \cdot S / A} = F \cdot R \cdot \zeta$$

$$Q = \cos S + 27$$



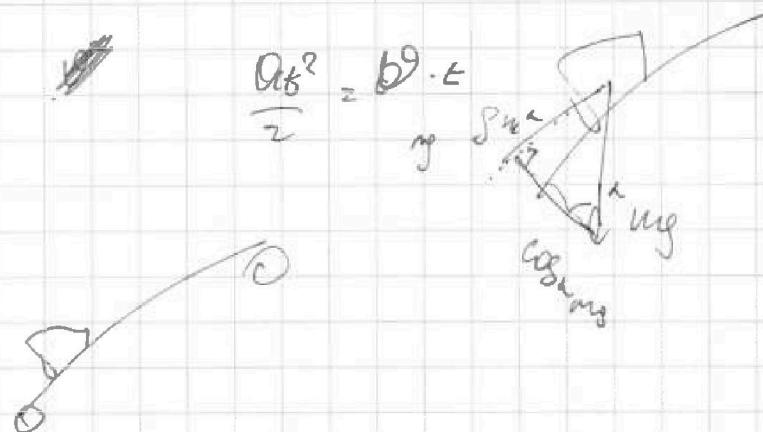
$$\mu \cdot \cancel{N} = 0,5 \cdot R \cdot \cancel{F}$$

~~$$(m g - F \cdot \sin \alpha) \cdot \cancel{m} =$$~~

$$- m \cdot \cancel{\frac{3}{2} R} \cdot \cancel{\zeta}$$

$$\frac{F - m g \cdot \sin \alpha}{m} = \zeta \quad g (0,8 \cdot M + 8 \cdot m)$$

$$\frac{F \cdot \cos \alpha - (m g - F \cdot \sin \alpha) \cdot m}{m} = \zeta$$



$$m \cdot \cancel{(g_R \cdot M + 8 \cdot m)} =$$