

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

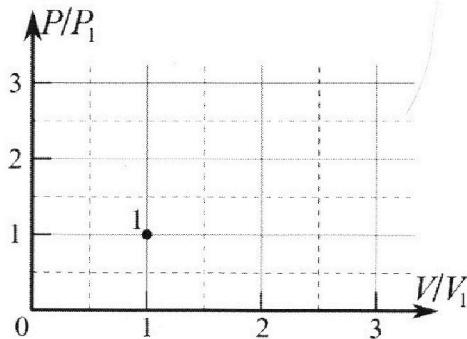
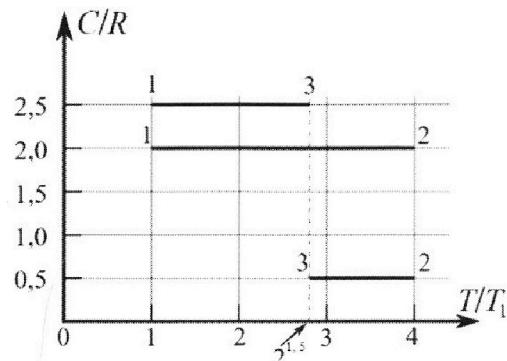
## Вариант 10-01



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).

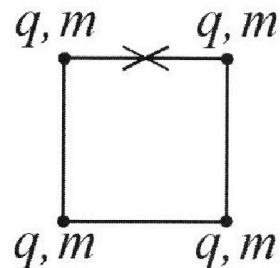
- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

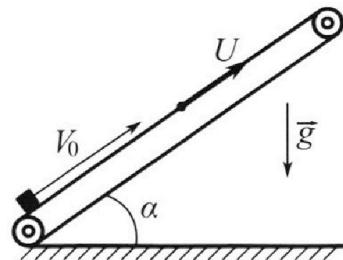
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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  $S = 1$  м?

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

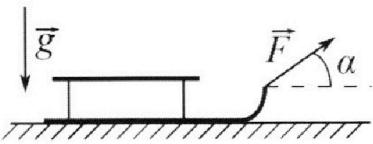
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?

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"/> |

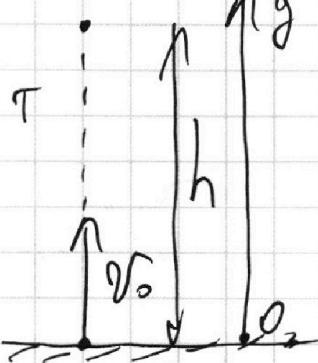
**МФТИ**



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

$$\sqrt{1} \text{ (стр. 1)}$$

$$T = 2c, S = 20m$$



$$1) V_0 - ?$$

2)  $H_{\max}$  - ? макс. высота на которой мяч  
ударится в землю

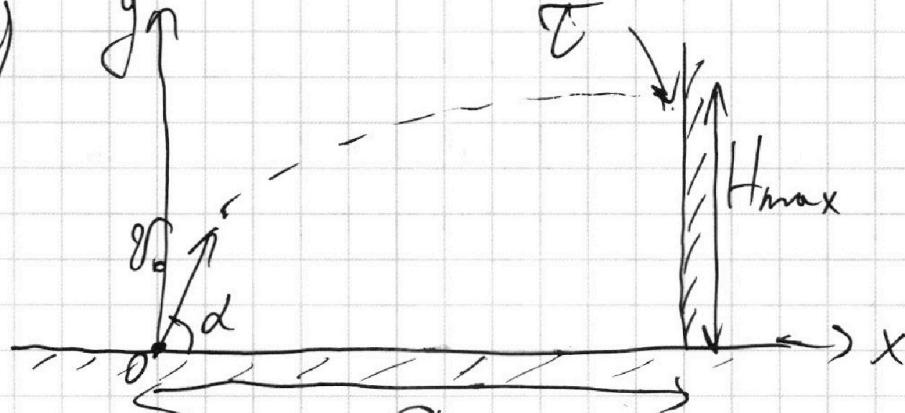
$$1) \text{Oy: } h = V_0 T - \frac{g T^2}{2}$$

$$V_0 - gT = 0 \Rightarrow V_0 = gT$$

$$V_0 = 10m/c^2 \cdot 2c = 20m/c$$

$$2) \quad y$$

$$T$$



$$\text{Oy: } y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Ox: } x(t) = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x(t)}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow y(t) = x(t) \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2(t)}{V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= x(t) \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2(t)}{V_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) \quad \begin{array}{l} \text{уравнение} \\ \text{траектории} \end{array}$$

$$3) \text{ при } t = T: x(T) = S; y(T) = H$$

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!

$\sqrt{1}$  (стр. 2)

$$(\operatorname{tg}^2 \alpha)' = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$y(\alpha) = S' \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \quad (*)$$

Возьмем производную, чтобы найти  $y_{\max}(\alpha) = H_{\max}$ :

$$y'(\alpha) = S' \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\text{при } y'(\alpha) = H_{\max} \quad y'(\alpha) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{S'}{\cos^2 \alpha} = \frac{g S^2 \operatorname{tg} \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos \alpha \neq 0, \\ v_0^2 = g S' \operatorname{tg} \alpha \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha \neq \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}, \\ \operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0^2}{g S} \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(20 \text{ m/c})^2}{10 \text{ m/c}^2 \cdot 20 \text{ m}} = \frac{400}{200} = 2$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 2$$

Поставим  $\operatorname{tg} \alpha = 2$  в  $(*)$ :

$$H_{\max} = y(\alpha_0) = S \cdot 2 - \frac{g \cdot S^2}{2 v_0^2} \cdot (1 + 4) = 2 \cdot 20 \text{ m} - \frac{10 \text{ m/c}^2 \cdot (20 \text{ m})^2}{2 \cdot (20 \text{ m/c})^2} \cdot 5 = 40 \text{ m} - 125 \text{ m} = \underline{15 \text{ m}}$$



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"/> |

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

*МФТИ.*

$\sqrt{1}$  (мест 3)

Ответ: 1)  $20 \text{ м/c}$  ;  
2)  $15 \text{ м.}$



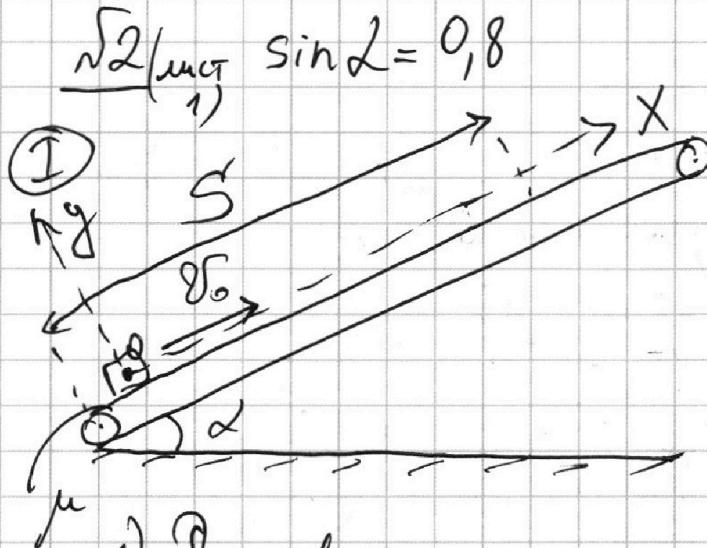
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$v_0 = 4 \text{ м/с}; \mu = \frac{1}{3}$$

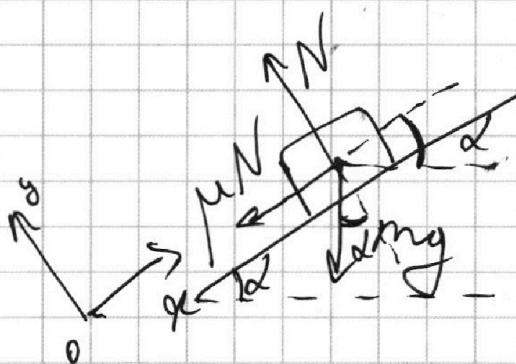
$$S = 1 \text{ м}$$

$$\downarrow \vec{g} \quad 1) T - ?$$

- начало отсчета ("0")
- точка начала движения коробки

1) Задача сила, действующие на коробку:

Задачу II задач Ньютона,  
спрекцировав его на  
оси  $Ox$  и  $Oy$ :



$$Ox: m a_x = -mg \sin \alpha - \mu N \quad | \Rightarrow$$

$$Oy: m \cdot 0 = N - mg \cos \alpha \quad | \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_x = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$2) v_x(t) = v_{0x} + a_x t \quad | \Rightarrow \cancel{v_x(t) = 4 \cos \alpha + (-3.33) t}$$

$$x(t) = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \quad | \Rightarrow \cancel{x(t) = 4 \cos \alpha t + (-0.5) t^2}$$

$$3) \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$



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 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!

$$4) \quad \underline{\chi(\mu \nu \tau^2)} = S, \quad T_{\alpha \beta \gamma}$$

$$\frac{axT^2}{2} + 85T - S = 0$$

$$\frac{gT^2}{2} (\sin \vartheta + \mu \cos \vartheta) - g_0 T + S = 0$$

Penny это японце отрасль - T:

$$D = D_0^2 - 2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)S = (4m/c)^2 - \\ - 2 \cdot 10m/c^2 \cdot \left(0,8 + \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{5}\right) \cdot 1m = (16 - 20)m^2/c^2 =$$

$= -4 m^2/c^2 < 0 \Rightarrow$  уп-ие не имеет решения  
 $\Rightarrow$  б. нервон ощущение коробка не имеет  
 проехать на  $S = 1m$  по часы остановлен

5) Народы myth S., которых "она"ывает" преследуют остатки:

$$\text{Cost}_{\text{min}} = \sum_{x=1}^n \alpha_x T_{\text{min}}^x + \beta_x T_{\text{max}}^x$$

$$\Rightarrow \overline{v}_{\text{out}} = \frac{\overline{v}_{\text{ox}}}{e^{-\alpha x}} = \frac{\overline{v}_0}{g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}$$

Также - времена,  
члены которых  
имеют  
одинаковую  
форму

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!

$$\sqrt{2} \text{ (мснг 3)}$$

$$S_1 = x(T_1) = 80T_{\frac{1}{2}} - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T_{\frac{1}{2}}^2}{2}$$

$$S_1 = 4 \text{ м/c} \cdot 0,4 \text{ c} - \frac{10 \text{ м/c}^2}{2} \cdot \left( \frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) \cdot 0,4^2 \text{ c} =$$

$$= 1,6 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,8 \text{ м}$$

9) Зная, что коробке осталось пройти:

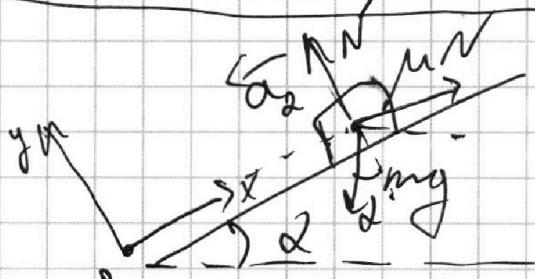
$$S_2 = S - S_1$$

$$S_2 = 1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

7) Кусок коробки катится  
вниз, тогда  $F_{\text{тр}} = \mu N$

Задачу будем раз

7) из-за горизонта,  
разделим ее на  
две:



$$Ox: ma_2 = mg \sin \alpha - \mu N \quad | \Rightarrow$$

$$Oy: m \cdot 0 = N - mg \cos \alpha \quad | \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$a_2 = 10 \text{ м/c}^2 \cdot \left( \frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) > 0 \Rightarrow \text{коробка}$$

может вниз

$$S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2} \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{2 S_2}{a}}$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (S - S_1)}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{10 \text{ м/c}^2 \cdot (0,8 - 0,4)}} = \sqrt{\frac{0,4 \text{ м}}{16}} = \sqrt{\frac{1}{40}} \text{ с} = \sqrt{\frac{1}{60}} \text{ с}$$



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

**МФТИ**

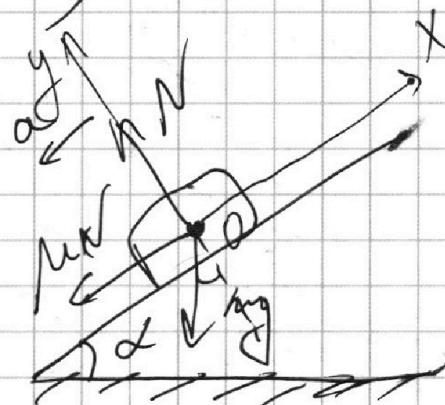
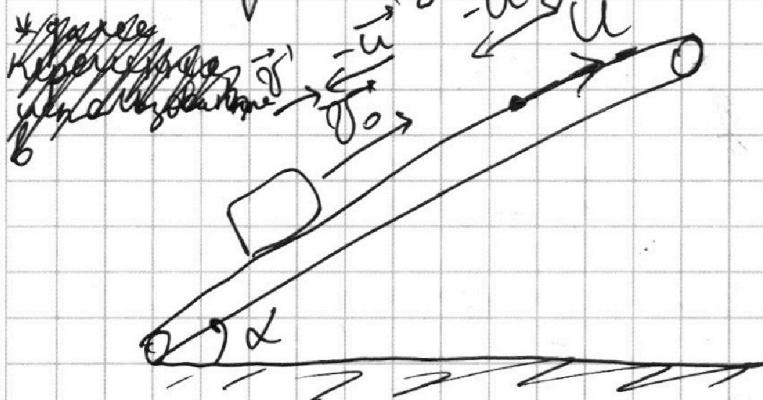
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{\sqrt{2}(\text{место})}{T_2 = \sqrt{\frac{1}{15}}} c$$

7)  $T = T_1 + T_2$

$$T = 0,4c + \sqrt{\frac{1}{15}}c = \frac{4}{10}c + \cancel{\frac{\sqrt{15}}{15}c}^2 = \frac{12+2\sqrt{15}}{30}c$$

8) II ауграин (действующее место):



Перенесу в CO ленты:  $\vec{v}' = \vec{v}_0 - \vec{u}$

$$v' = 4m/c - 2m/c = 2m/c$$

Тогда  $v' = u$  при  $v' = 0$  ~~уравн.~~

9) Запишу II 3-к Уравнения, спроецировав его  
на  $Ox$  и  $Oy$ :

$$Oy: N - mg \sin \alpha = 0$$

$$Ox: m a_x = -\mu N - mg \cos \alpha \Rightarrow a_x = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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 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!

$\sqrt{2}$  (лист 5)

10)  $T_{\text{ост}}$  - время остановки коробки относительно  
лестнице в II случае (второй)  $\dot{\sigma}(T_{\text{ост}}) = 0$

$$T_{\text{ост}} = \frac{\sigma_0 - u}{a} = \frac{\sigma_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 0,2 \text{ с}$$

$$11) L_1 = \sigma_0 T_{\text{ост}} - \frac{a T_{\text{ост}}^2}{2} = \sigma_0 \cdot \frac{\sigma_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} - \frac{(\sigma_0 - u)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

Квадрат

$$= \frac{\sigma_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \cdot \left( \sigma_0 - \frac{\sigma_0 - u}{2} \right) = \frac{\sigma_0^2 - u^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$L_1 = \frac{(4m/c)^2 - (2m/c)^2}{2 \cdot 10m/c^2 \cdot \left( \frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right)} = \frac{12m}{20} = 0,6 \text{ м.}$$

$$12) \underset{6 \text{ НСО}}{\dot{\sigma}(T_0)} = 0 \Rightarrow \vec{\sigma}' + \vec{u} = 0 \Rightarrow \vec{\sigma}' = -\vec{u} \underset{\text{const}}{\text{const}}$$

$\Rightarrow |\vec{\sigma}'| = |\vec{u}|$ ;  $\vec{\sigma}', \vec{u}, \vec{u}'$  - тогда  
скорость коробки

13)  $a_{2x} = g \cdot (-\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$  в лабораторной СД  
будет равна 0.

(см. н. 6 - Испущен - расстояние  
или здесь не написано)

• и не зависит от  $\sigma$ )



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!

$$\underline{\sqrt{2}(\text{mcg})}$$

$$14) T_0 = T_{\text{act}} + T' \Rightarrow T' = T_0 - T_{\text{act}}$$

- $T_0$  - время, через которое  $\sigma(T_0) = 0$   
(абсолютно)
  - $T_{abs}$  - время, через которое  $\sigma'(T_{abs}) = 0$   
(относитель)
  - $T'$  - время, за которое кардинально разогнался  
с  $0 \text{ m/s}$  до  $2 \text{ m/s}$  в СД и остановился  
с  $2 \text{ m/s}$  до  $0 \text{ m/s}$  в АСД

$$15) \frac{d}{dx} \frac{f(x)}{g(x)}$$

$$v(t) = \overset{\circ}{\delta} \sin \theta \overset{\circ}{\omega} \cos \theta$$

$$U_x + \alpha_x T' = 0$$

$$U = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)^2$$

$$T' = \frac{u}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{2m/c}{10m/c^2 \cdot \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}\right)} = \frac{2}{10 \cdot \frac{2}{5}} = 5$$

$$= \frac{1}{5} : \frac{3}{5} c = \frac{1}{3} c \Rightarrow T_0 = T_{\text{out}} + \mathcal{E}^1 =$$

$$= \frac{g_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} + \frac{u}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} =$$

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

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!

$$\frac{\sqrt{2}(\text{место})}{\text{ }} =$$

$$T_0 = \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + 2\mu \sin \alpha}{g(\sin^2 \alpha - \mu^2 \cos^2 \alpha)} = \frac{8}{15} \text{ с}$$

$$16) S_k' = \frac{a_2 t'^2}{2} -$$

- путь корабли за  $t'$  (от  $2 \text{ м/c}$  в  $1 \text{ дс}$   
 $\Rightarrow 0 \text{ м/c}$ )

$$17) S_{\text{норм}} = l_1 - S_k = l_1 - \frac{a_2 t'^2}{2} - \cancel{\text{Перемещение корабли в}}$$

$$S_{\text{норм}} = l_1 + S_k' - S_k = l_1 + u t' - \frac{a_2 t'^2}{2}$$

↑  
нормальная  
корабли за всё время

$$\begin{aligned} S_{\text{норм}} &= 0,6 \text{ м} + 2 \text{ м/c} \cdot \frac{8}{15} \text{ с} - \\ &- 10 \text{ м/c}^2 \cdot \left(0,8 - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}\right) \cdot \left(\frac{8}{15}\right)^2 = 0,6 \text{ м} + \frac{16}{15} \text{ м} - \frac{64}{5 \cdot 15} \text{ м} = \\ &= \frac{3}{5} \text{ м} + \frac{16}{15} \text{ м} - \frac{64}{75} \text{ м} = \frac{45+80-64}{75} \text{ м} = \frac{61}{75} \text{ м} \end{aligned}$$

$$18) H = S_{\text{норм}} \sin \alpha = \frac{61}{75} \text{ м} \cdot 0,8 = \frac{244}{75} \text{ м.}$$



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 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!

$\sqrt{2}$  (мст 8)

Ответ: 1)  $T = \frac{12 + 15\sqrt{2}}{30}$  с

2)  $L = 0,6$  м

3)  $H = \frac{244}{375}$  м

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 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!

$$(\sqrt{3} \text{ (номер 3)}) \text{ при } \theta = 30^\circ \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

II з-я Ньютона, спроектированный на } Ox \text{ и } Oy :

$$Ox: m a_x = -\mu N$$

$$Oy: \cancel{N} = N - mg \Rightarrow m a_y = -\mu mg \\ a_x = -\mu g$$

$$\Rightarrow T = \frac{\theta_0}{\mu g} = \frac{\theta_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$$

Решение:

$$1) \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$
$$2) T = \frac{\theta_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$$



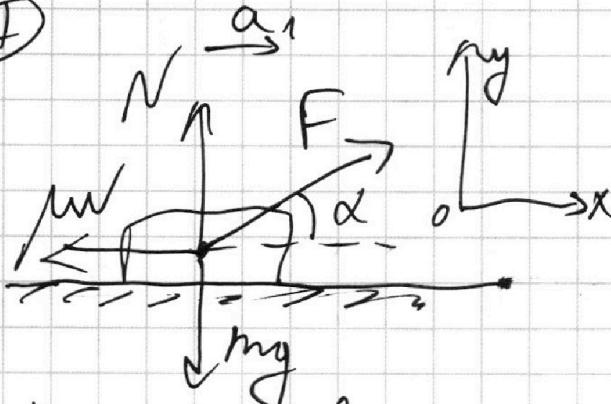
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

**МФТИ.**

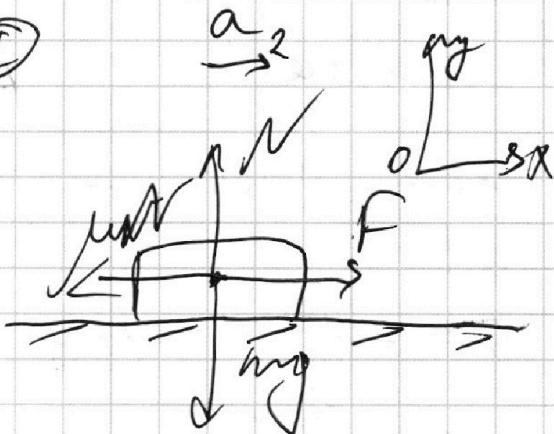
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

( $\sqrt{3}$  чист)  $\tau_0; \alpha; \cancel{\text{}}$

①



②



- 1)  $T_1, T_2$  - время, за которое разгоняют машину  
б) I и II случаев соответств.

$$\tau_{01} = \tau_{02} = \tau_0 ; T_1 = T_2 = T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = a_2 = \frac{\tau_{01}}{T_1} = \frac{\tau_{02}}{T_2} = a$$

$a_1$  и  $a_2$  - ускорение, с которым разгоняют машину в I и II случаях

( $F = \text{const}$ ;  $\mu N = \text{const} \Rightarrow a_1 = \text{const}$ )  $\Rightarrow a_2 = \text{const}$

$$\Rightarrow a = \text{const}$$

2) Запишем II з-н Ньютона, спроектировав его на оси  $Ox$  и  $Oy$  для I-го и II-го случаев:

$$\text{I: } Ox: ma = F - \mu N_1 \quad \text{II: } ma = F - \mu N_2$$

$$Oy: 0 = N_1 - mg \Leftrightarrow N_1 = mg \quad 0 = N_2 - mg \Leftrightarrow N_2 < mg$$

$$a = \frac{F}{m} - \mu g$$

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!

$\sqrt{3}$  (мнг 2)

~~1)  $F_x \cdot \cos \alpha = F \cdot \sin \alpha$~~   
~~By:  $N_1 = 0$~~

$$Ox: F \cos \alpha - \mu N_1 = ma$$

$$Oy: 0 = N_1 + F \sin \alpha - mg \Rightarrow N_1 = mg - F \sin \alpha \rightarrow$$

$$\Rightarrow ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$$a = \frac{F \cos \alpha}{m} - \mu g + \frac{\mu F \sin \alpha}{m}$$

3)  $a_1 = a_2 = a$ : (из I и II)

$$\frac{F}{m} - \mu g = \frac{F \cos \alpha}{m} - \mu g + \frac{\mu F \sin \alpha}{m}$$

$$\frac{F}{m} \cdot (1 - \cos \alpha) = \mu \cdot \frac{F \sin \alpha}{m}$$

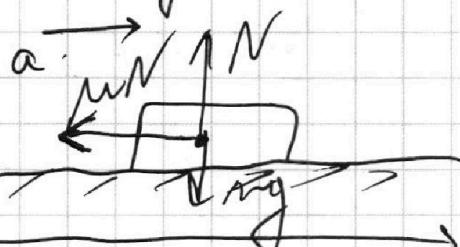
$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$(a < 0)$$

4) III: без движение F:  $v_x(t) = v_{0x} + a_x t =$

~~0 (затормозил)~~

$$v_x(T) = 0 \Rightarrow T = -\frac{v_{0x}}{a_x}$$



Изменение скорости в 0.2 м/с



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

$$\sqrt{4(\text{шест})} \quad 1/A_{12} - ?$$

$$T_1 = 400 \text{ K}, J = 1 \text{ моль; } i = 3$$

$$1) Q = A + \Delta U$$

$$Q = C J \Delta T$$

Две стадии процесса  $1 \rightarrow 2$ :  $C = 2R$  (но графику)

$$\Delta T_{12} = 4T_1 - T_2 = 3T_1 \text{ (но графику)}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} J R \Delta T; \Delta U_{12} = \frac{3}{2} J R \cdot 3T_1$$

$$\Rightarrow A_{12} = Q - \Delta U = 2RJ \cdot 3T_1 - \frac{9}{2} J R T_1 = \\ = J R T_1 \cdot (6 - 9,5) = \frac{3}{2} J R T_1$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} J R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 400 \text{ K} = \\ = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{A}{Q} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+}$$

$$3) Q = C J (T_2 - T_1)$$

но графику: цикл состоит из 3-х процессов, который - с постоянной теплоемкостью ( $C$ ), значит, в каждом процессе  $Q$  линейно зависит от  $\Delta T$ , при этом если  $\Delta T > 0$ , то  $Q = Q_+$ , если  $\Delta T < 0$ , то  $Q = -Q_-$ .



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 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!

$$\sqrt{4} \text{ (мкт 2)}$$

но график + предпосл. виноград:

в процессах 1-2 ~~1-2~~  $\rightarrow Q_+$  (тепло, находящееся)

2-3 и 3-1  $\rightarrow Q_-$  (тепло отводится)

$\Rightarrow Q_+ = Q_{12}$  в процессе 12

$$|Q_-| = |Q_{23} + Q_{31}|$$

$|Q_{23}|$  - тепло, отводимое в процессе 23

$|Q_{31}|$  - тепло отводимое в процессе 31

4) Насчитать  $Q$  же какого из процессов:

$$\bullet Q_{12} = C_{12} J_s T_{12} = 2R J (4T_1 - T_1) = 6JRT_1$$

$$\bullet Q_{23} = C_{23} J_s T_{23} = 0,5R J (2\frac{3}{2} - 4)T_1 = 0,5JRT_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot (2\sqrt{2} - 4) = (\sqrt{2} - 2)JRT_1$$

$$\bullet Q_{31} = C_{31} J_s T_{31} = 2,5R J (T_1 - 2\frac{3}{2}T_1) = 2,5JRT_1 \cdot \frac{5}{2} \cdot (1 - 2\sqrt{2}) = \left(\frac{5}{2} - 5\sqrt{2}\right)JRT_1$$

$$5) Q_+ = Q_{12} = 6JRT_1$$

$$|Q_-| = |Q_{23} + Q_{31}| = JRT_1 \cdot \left( \sqrt{2} - 2 + 2,5 - 5\sqrt{2} \right) = JRT_1 \cdot \left( \frac{1}{2} - 4\sqrt{2} \right) = JRT_1 \cdot \frac{8\sqrt{2} - 1}{2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

( $\sqrt{4(\text{числ}3)})$

$$6) \eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_i} = 1 - \frac{\text{Дж}_{\text{на}} \cdot \frac{8\sqrt{2}-1}{2}}{\text{Дж}_{\text{на}} \cdot 6} = \\ = 1 - \frac{8\sqrt{2}-1}{12} = \frac{12 - 8\sqrt{2} + 1}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \\ \boxed{\eta = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}}$$

7) Для построения графика необходимо  
найти координаты точек 1, 2, 3

• ~~уравнение~~ состояние 1:

$$P_1 V_1 = \text{Дж} T_1 \quad - \text{уравнение Менделеева} - \\ - \text{Капиллерона}$$

• состояние 2:

$$P_2 V_2 = \text{Дж} T_2 ; \quad P_2 V_2 = 4 \text{Дж} T_1 \quad \Rightarrow$$

• состояние 3:

$$P_3 V_3 = \text{Дж} T_3 ; \quad P_3 V_3 = 2\sqrt{2} \text{Дж} T_1$$

$$\Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = 4 ; \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = 2\sqrt{2}$$

8) процесс 3-1:  $C = 2,5R$

известно, что  $C_p = \frac{i+2}{2} R$  - процесс при  $p = \text{const}$

$$\text{значит ул. } i=1 \Rightarrow C_p = 2,5R \Rightarrow$$

в процессе 3-1 можно считать, что  $p = \text{const}$

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 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!

$\sqrt{4}$  (лист 4)

в процессе  $3 \rightarrow 1$   $p = \text{const} \Rightarrow p_1 = p_3$

$$\frac{V_3 p_3}{V_1 p_1} = 2\sqrt{2} \Rightarrow V_3 = 2\sqrt{2} \cdot V_1$$

$$\eta = \frac{A_{1231}}{Q_+} \Rightarrow A_{1231} = \eta Q_+ = 6 \sqrt{R T_1} \cdot \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} = \\ = \underline{\underline{13 - 8\sqrt{2}} \sqrt{R T_1}}$$

10) Построить работу зоха в процессе  $2 \rightarrow 3$ :

$$Q_{23} C_{23} \Delta T_{23} = \frac{1}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} \\ Q_{23} = A_{23}^{\text{газа}} + \Delta U_{23} = A_{23}^{\text{газа}} + \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{23}^{\text{газа}} = - \sqrt{R} \Delta T_{23} = \sqrt{R} (4 - 2\sqrt{2})$$

$$11) A_{12}^{\text{газа}} = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_1$$

$$\Rightarrow A_{12}^{\text{газа}} = \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$12) P_1 V_1 = \sqrt{R} T_1$$

$$P_{23}^{\text{газа}} = (4 - 2\sqrt{2}) P_1 V_1$$

13) если  $C = \text{const}$ , то

этот процесс — изотермический  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow P V^n = \text{const}, \quad n = \frac{C - Cp}{C - Cv}, \quad \text{где } Cp = \frac{5}{2} R \\ Cv = \frac{3}{2} R \\ (\text{при } i=3)$$

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!

$$\sqrt{4(\text{шаг 5})}$$

• где процесса  $2 \rightarrow 3$ :

$$n_{23} = \frac{0,5R - 2,5R}{0,5R - 1,5R} = 2 \Rightarrow PV^2 = \text{const}$$

$$\Rightarrow P \sim V^{-2}$$

- квадратичная парабола  
(на графике)

• где процесса ~~2 → 3~~  $1 \rightarrow 2$ :

$$n_{12} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1 \Rightarrow PV = \text{const}$$

$$P \sim V$$

$$\begin{aligned} & P_2 = 2P_1 \\ & V_2 = 2V_1 \end{aligned}$$

$$\text{н. 7: } \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = 4$$

$$\Rightarrow \frac{2^2 P_1 V_1}{P_1 V_1} = 4 \Rightarrow 2 = 2$$

- 1 → 2 -
- прямой пропор-ти
- 2 → 3 -

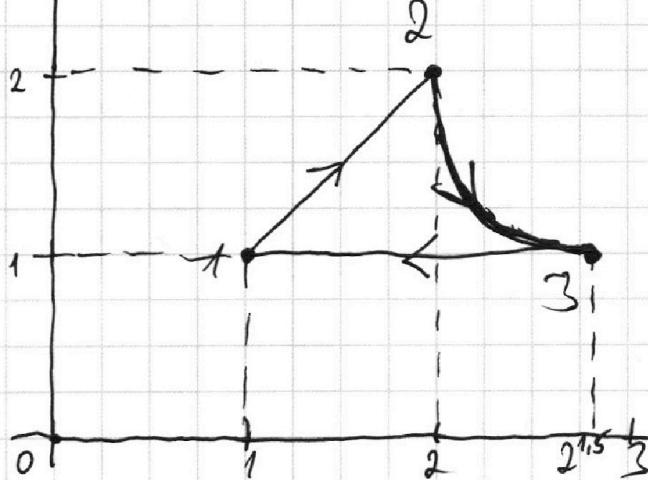
$$\Rightarrow P_2 = 2P_1 ; \quad V_2 = 2V_1$$

- квадратичная парабола  
( $P \sim \frac{1}{V^2}$ )

• 3 → 1 -

линейная зависимость

( $p = \text{const}$ )



Orbital: 1)  $A_{12} = \frac{3}{2}JR_0T = 4986 \text{ J} \times$   
 $2) \eta = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$   
 $3) \text{см. график}$

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

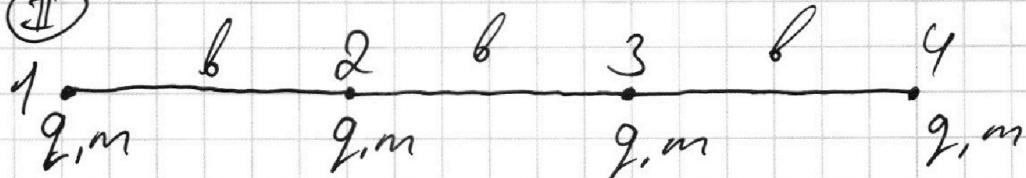
**МФТИ**



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

$$\sqrt{5} \text{ (мсг2)}$$

3) ①



рассмотрим аналогично с механическими  
взаимодействиями:

$$E_n = mg h \rightarrow E_n = q Eh = F_k h =$$

$\underbrace{F_T}_{\frac{kq^2}{r^2}} h$

4) ЗСЭ где система:  $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V$

$$4 \cdot \frac{mb^2}{2} + \frac{kq^2}{b} \cdot 6 + \frac{kq^2}{2b} \cdot 4 + \frac{kq^2}{3b} \cdot 6 =$$
$$= \frac{kq^2}{b} \cdot 8 + \frac{kq^2}{6b} \cdot 4$$

$$2mb^2 = \frac{kq^2}{b^2} \cdot (8) + (\cancel{2} \sqrt{2} - 2 - \cancel{2} - \cancel{6})$$
$$V^2 = \frac{kq^2}{2mb^2} \cdot (2\sqrt{2} - 2) = \frac{kq^2(\sqrt{2} - 1)}{mb^2}$$

$$V = \frac{q}{b} \cdot \sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-1)}{m}} \quad \text{ответ:}$$



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

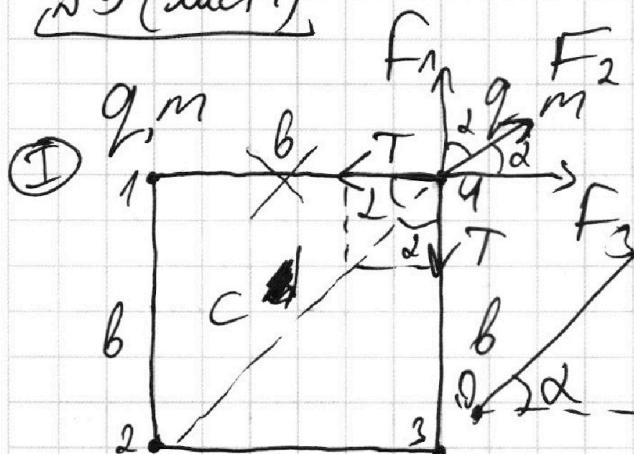
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

№5 (лист 1)



1) расставить силы,  
действующие на  
один из шариков:

$$F_k = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

система симметрична,  
 поэтому на оставшие  
себя силы

$$F_1 = \frac{k q^2}{b^2} = F_3$$

$$F_2 = \frac{k q^2}{c^2}, \quad c = b\sqrt{2} \Rightarrow F_2 = \frac{k q^2}{2b^2}$$

2) Строим векторы всех сил, действующих  
на один шарик, на OX:

$$F_2 + \cancel{F_1 \cos \alpha} + F_3 \cos \alpha = 2T \cos \alpha$$

$$\frac{k q^2}{2b^2} + 2 \frac{k q^2}{b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2T \frac{\sqrt{2}}{2};$$

$$T = \frac{k q^2}{b^2} \cdot \left( \frac{1}{2\sqrt{2}} + 1 \right) = \frac{k q^2}{b^2} \cdot \frac{\sqrt{2} + 2\sqrt{2}}{4}$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{T} = \frac{2\sqrt{2} + \sqrt{2}}{4}$$

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!

Черновик  $\alpha_1 = 3$

$$\alpha_2 = 1$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ x^6, 31 \\ \hline 600 \\ \overline{4986} \\ 4986 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$y(\alpha_1) = 20n \cdot 3 - \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 20^2} \cdot (1+3^2) = 4986,00$$

$$= 60 - 5 \cdot 10$$

$$y(\alpha_2) = 20 \cdot 1 - 5 \cdot (1+1^2) = 20 - 10$$

$$m_{\max} = -\mu g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$$

$$S = \frac{V_0^2}{2a}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

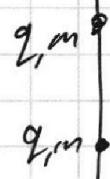
$$E_h = q \frac{ES}{2} \quad a = 10 \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= 8 + 2$$

$$2 \frac{3}{2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} \quad S = \frac{V_0^2 - V_x^2}{2a}$$

$$V_0^2 = V_x^2 + 2a \cdot q \cdot \frac{1}{2}$$

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2} = V_0 \frac{V_0 - V_x}{a} + \frac{a}{2} \cdot V_0$$



$$V_x^2 = (V_0/c)^2 - 2 \cdot 10 \cdot \left( \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) \cdot 1_m = 2m$$

$$F_p = \frac{i+2}{2} = \frac{5}{2} \quad F_v = \frac{3}{2}$$

$$x(0,4c) = 4 \cdot 0,4 -$$

$$V_0 \left( V_0 t + \frac{at^2}{2} \right) = V_0 - at - \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 1,6 - \frac{16}{2} =$$

$$t = \frac{q_m/c}{10 \cdot 1} = 0,4c = 0,8$$



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!

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!

$\sqrt{2}$  (номер 7)

Черновик

$$T' = \vartheta_0 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) =$$

$$\frac{g}{\vartheta_0} = \frac{4 \pi / c}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}} =$$

$$T' = \frac{\vartheta_0 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{2 \pi \sin \alpha} = \frac{8}{15}$$

$$g (\sin^2 \alpha - \mu^2 \cos^2 \alpha)$$

$$= \frac{4 \pi / c \cdot \left(\frac{4}{3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}\right)}{2 \cdot 2 \pi / c \cdot 0,8} = \frac{12}{20} \mid \frac{5}{2,7}$$

$$10 \pi / c^2 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^2 - \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}\right) =$$

$$\frac{125}{64}$$

$$= \frac{12}{5} - 3,2$$

$$T' = \frac{8 \pi}{5}$$

$$g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = \frac{4 \pi / c}{10 \pi / c^2 \cdot \frac{12}{5}} = 0,4 c$$

$$T' = \frac{\vartheta_0 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + 2 \mu \sin \alpha \cos \alpha}{10 \pi / c^2} = \frac{32}{60}$$

$$g (\sin^2 \alpha - \mu^2 \cos^2 \alpha)$$

$$= \frac{4 \pi / c \cdot \frac{12}{5} + 2 \cdot 2 \pi / c \cdot 0,6 \frac{1}{3}}{10 \pi / c^2 \cdot \frac{15}{25}} = \frac{2,4 + 2,4 \frac{1}{3}}{6} \mid 0,8$$

$$\times \frac{75}{5}$$

$$\frac{3}{25}$$



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"/> |

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

**МФТИ**

$\sqrt{2}$  (черт 8)

Ответ: 1)  $T = \frac{12 + 2\sqrt{15}}{30} \text{ с};$

2)  $L = 0,6 \text{ м};$

3)  $\frac{244}{375} \text{ м.}$

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 type="checkbox"/> |

МФТИ

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

чертежах ( $2 \rightarrow 3$ )

$$Q = C \Delta T = JR \Delta T$$

$$Q = A_{21}^{\text{разA}} + \Delta U = A_{21}^{\text{разA}} + \frac{3}{2} JR \Delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{21}^{\text{разA}} = -JR \Delta T_{21} = JR(4T_1 - 2\sqrt{2}T_1)$$

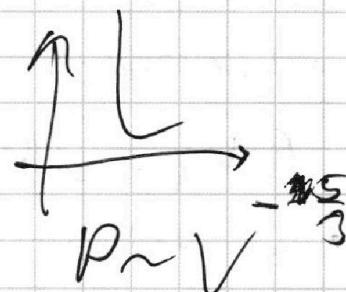
$3 \rightarrow 1$

$$Q = A_{31}^{\text{разA}} + \frac{3}{2} JR \Delta T = \frac{5}{2} JR \Delta T$$

$$A_{31}^{\text{разA}} = JR \Delta T_{31} = -JR(2\sqrt{2}T_1 - T_1)$$

$$\text{если } c = \text{const} \Rightarrow PV^n = \text{const}$$

$$PV^2 = \text{const}$$



$$n = \frac{C - CP}{C - CV}$$

$$n_{23} = \frac{0,5 - 2,5}{0,5 - 1,5} = 2 = \frac{-2}{-1}$$

$$PV^2 =$$

$$P = \frac{1}{V^2}$$

$$PV^2 = \text{const}$$

$$-2 = \frac{C - 2,5}{C - 1,5}$$

$$n_{31} = 2 - 2$$

$$-2c + 3 = C - 2,5$$

$$\frac{3c}{c} = 5,5$$

$$c = \frac{11}{6}$$

$$P'(V) = (V^{-2})' = -2 \cdot V^{-3}$$