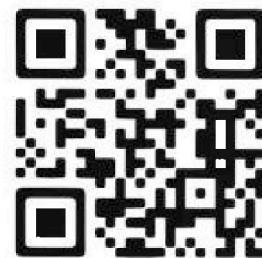


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

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.

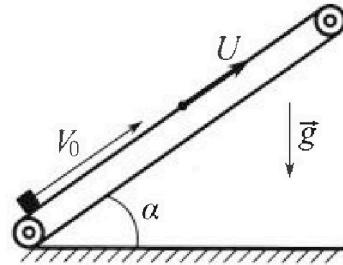
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покояющуюся 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?

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

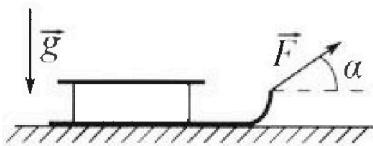
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

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

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

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α 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 μ 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.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

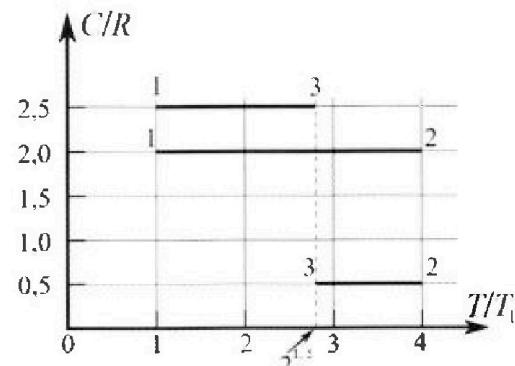
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 η 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 .

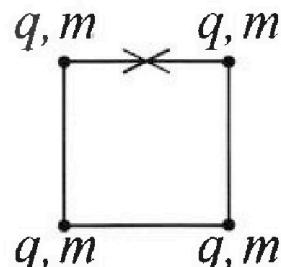
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

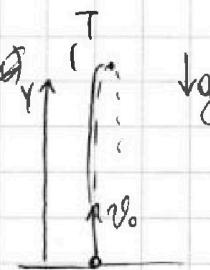


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

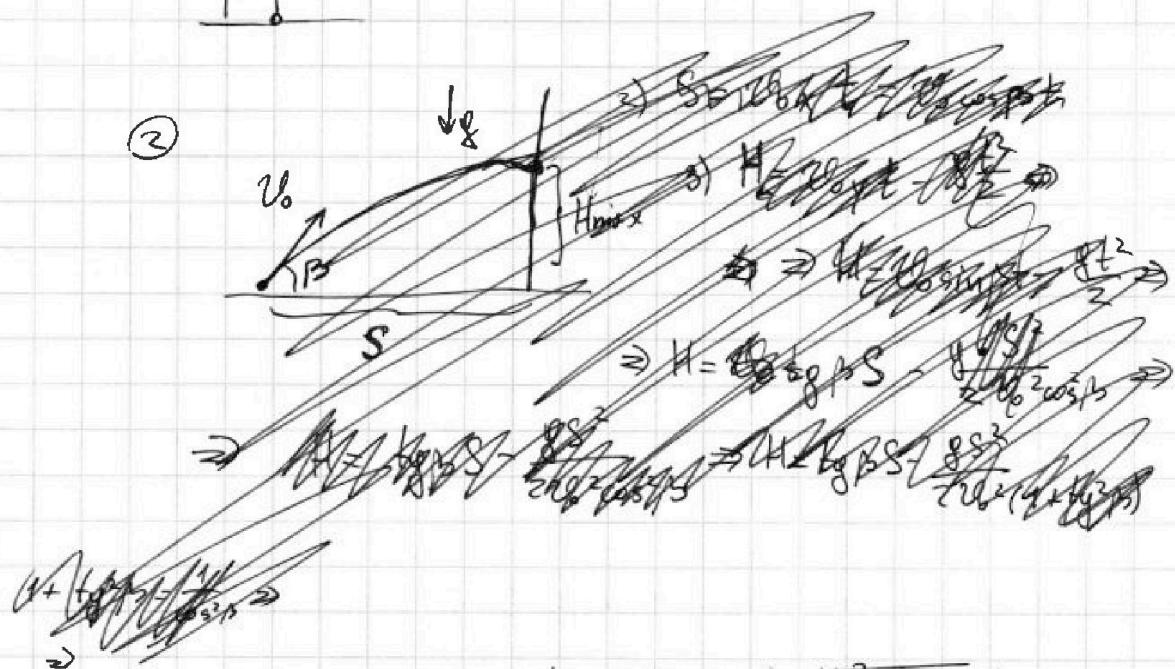
МФТИ

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

$$\begin{aligned} S &= 20 \text{ м} \\ T &= 2 \text{ с} \\ V_0 &=? \\ H_{\max} &=? \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 1) \vec{V} &= \vec{V}_0 + \vec{g}t \Rightarrow y: 0 = V_0 - gt \Rightarrow \\ &\Rightarrow V_0 = gt = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$



$$1) S = \frac{V_0^2 \sin(\alpha + \beta)}{g}$$

$$\Rightarrow \sin(\alpha + \beta) = \frac{30}{20^2} = \frac{30}{400} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\alpha + \beta = 30^\circ$$

$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Он сделал ошибку



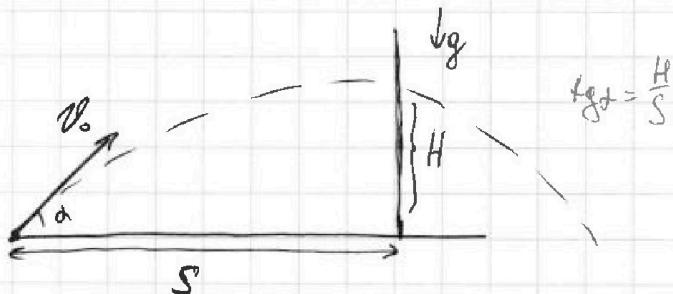
На одной странице можно оформлять только одну задачу

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!



$$x: S = v_0 \cos \theta E \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \theta}$$

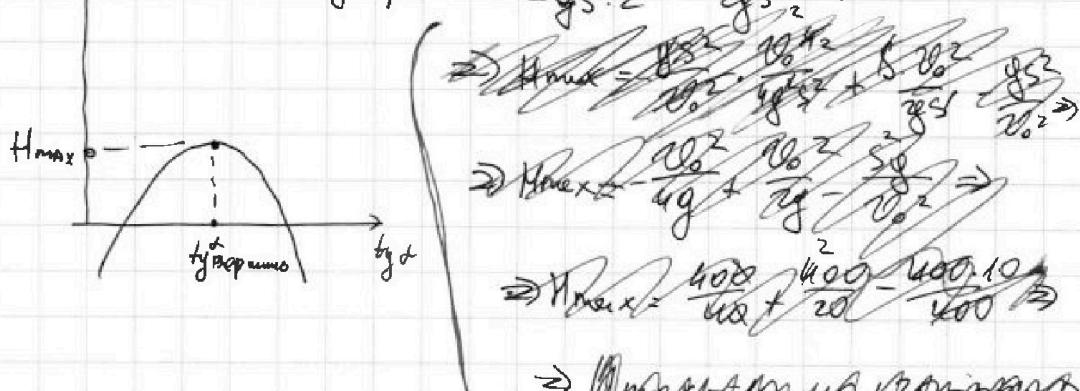
$$V: H = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow H = V_0 S \tan \alpha + - \frac{\frac{g S^2}{2} \cos^2 \alpha}{S^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = S \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{4S^2}{28^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \rightarrow$$

$$\Rightarrow U = S \bar{g} y J - \frac{y S^2}{2 \theta_0^2} + \frac{y S^2}{2 \theta_0^2} \bar{b} \bar{g}^2 J \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = -\frac{gS^2}{2\theta^2} \cdot ty^2 + S \cdot ty + -\frac{gS^2}{2\theta^2}$$

$$\Rightarrow H \uparrow \quad \Rightarrow t_{\text{gängbar}} = \frac{-gV_0}{-gs^2 \cdot 2} = \frac{V_0}{2gs} \quad \text{?} \Rightarrow$$



$$\text{Ombew!: } H_{\max} = 20 \text{ m}; V_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$H = S \tan \theta = S \cdot \frac{V_0^2}{2gS} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{400}{20} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = 20 \text{ m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

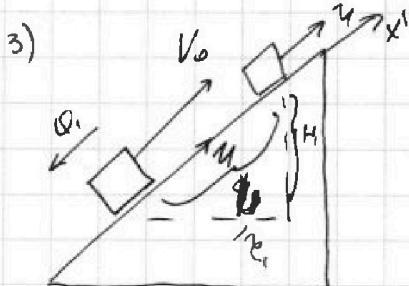
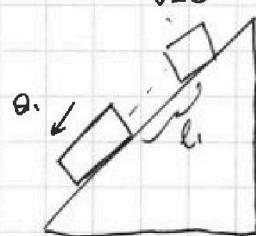
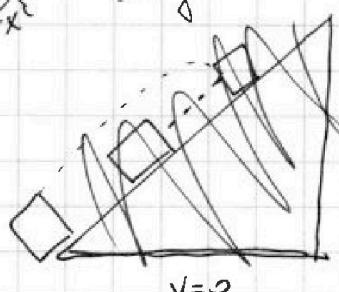
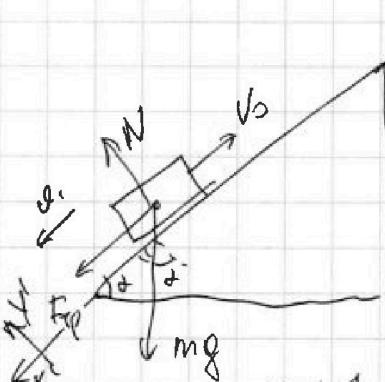
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



3) Сколько коробок спустят равна ~~0,8 м~~,
в случае если коробки остаются стоя. Ищем:

$$\text{1: } U = V_0 - \alpha_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0 - U}{\alpha_1} = 0,2 \text{ с} \\ \Rightarrow l_1 = V_0 t_1 - \frac{\alpha_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - 10 \cdot 0,04 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_1 = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м} \Rightarrow H_1 = l_1 \cdot \sin \theta = 0,6 \cdot \frac{8}{10} = 0,48 \text{ м}$$

(14. след. лист)

$$x' 1) 23. Найдем коробки: \\ x: F_{\text{тр}} + mg \sin \theta = m a_1 \\ y: N - mg \cos \theta = 0 \Rightarrow N = mg \cos \theta \Rightarrow \\ \Rightarrow \mu mg \cos \theta + mg \sin \theta = m a_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow a_1 = g(\mu \cos \theta + \sin \theta), \\ \text{по ОТТ: } \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow \cos^2 \theta = 1 - \frac{64}{100} \Rightarrow \cos \theta = \frac{6}{10} \Rightarrow \\ \Rightarrow a_1 = g(1; \frac{6}{10} + 0,8) = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$l_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 0,8 \text{ м}$$

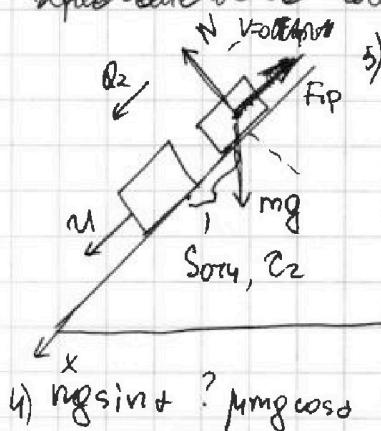
$$x: 0 = V_0 - a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}, \text{ заменим коробки подъем вниз:} \\ 2) 23. Найдем коробки вниз \\ 2) 2) \text{ ситуация:} \\ x: m a_{2x} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta \\ \Rightarrow a_{2x} = g(\sin \theta - \mu \cos \theta) \Rightarrow \\ \Rightarrow a_{2x} = g(0,8 - 0,2) = 6 \frac{m}{s^2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \text{чтобы тело прошло путь } s, \\ \text{ону достаточно проехать вниз} \\ \text{если } l_2 = s - l_1 = 0,2 \text{ м} \Rightarrow$$

$$l_2 = \frac{a_{2x} t_2^2}{2} \Rightarrow t_2^2 = \frac{2 l_2}{a_{2x}} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 l_2}{a_{2x}}} \\ \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{30}} = \sqrt{\frac{2}{15}} \Rightarrow \\ \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \Rightarrow T = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

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

2) Рассмотрите движение квадрата U под углом



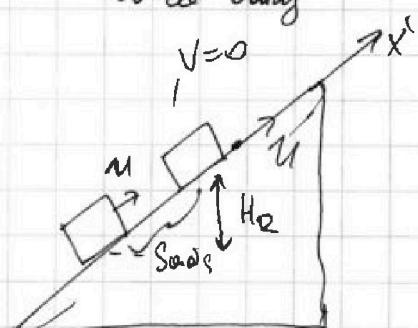
$$4) mg \sin \theta_2 ? \mu mg \cos \theta_2$$

$$g \sin \theta_2 ? \mu g \cos \theta_2$$

$$6 ? 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg \sin \theta_2 > \mu mg \cos \theta_2 \Rightarrow$$

⇒ горизонтальное
движение возможно
вправо вниз



5) Перейдем в CO началь:

В этой ситуации ускорение равно нулю
достаточно из решения первого пункта:

6) Адекватная ему скорость по радиусу
окружности будет равна тому
же самому, но горизонтальная составляющая
будет в противоположном
направлении, чтобы быть равной нулю
 $U: \Rightarrow$

\Rightarrow в CO началь: (ускорение во всем
исходе одинаково):

$$X: U = 0 + \theta_2 T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{U}{\theta_2} = \frac{\pi}{6} = \frac{1}{3} c \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{024} = \frac{\theta_2 T_2^2}{2} = \frac{61}{18} \approx \frac{1}{3} m, \text{ это здорово}$$

Время плавания прошлое:

$$S_{\text{нр}} = U \cdot T_2 = 2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3} m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{\text{аде}} = S_{\text{нр}} - S_{024} = \frac{2}{3} m - \frac{1}{3} m = \frac{1}{3} m$$

$$\Rightarrow H_2 = S_{\text{аде}} \cdot \sin \theta_2 = \frac{1}{3} \cdot 0,8 = \frac{8}{30} = \frac{4}{15} m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = H_1 + H_2 = 0,8 \left(\frac{1}{3} + 0,6 \right) = 0,8 \cdot \frac{28}{30} = \frac{56}{75} m$$

$$\text{Ответ: } T = 0,6 + \sqrt{\frac{1}{15}} c ; U = 0,6 m ; H = \frac{56}{75} m$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

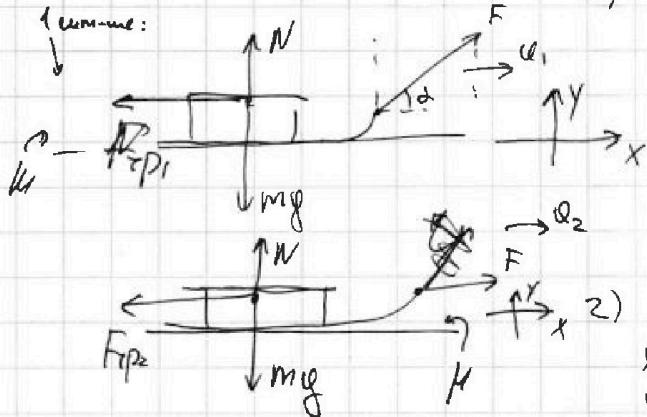
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



1) 2 3. Идея решения:

$$X: F \cos \theta - F_{f1} = m a_1$$

$$Y: N + F \sin \theta - mg = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = mg - F \sin \theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F \cos \theta - \mu_1 N g + \mu_1 F \sin \theta = m a_1$$

$$a_1 = \frac{F \cos \theta - \mu_1 N g + \mu_1 F \sin \theta}{m}$$

2) 2 3. Идея 2 решения:

$$X: F - F_{f2} = m a_2$$

$$Y: N = mg \Rightarrow F - \mu_2 N g = m a_2$$

$$a_2 = \frac{F - \mu_2 N g}{m}$$

3) угловой координаты тела:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{ нач}} + \vec{\omega} t \Rightarrow \text{две суммы: } v_0 = 0 + \alpha_1 t \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 \Rightarrow$$

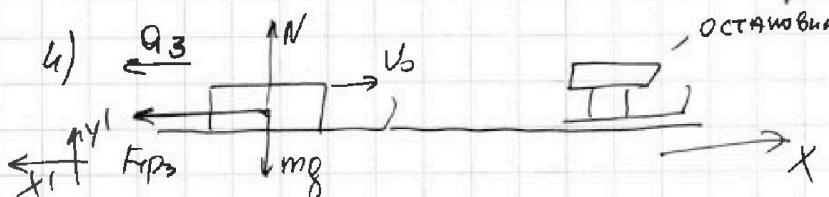
~~$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{ нач}} + \vec{\omega} t + \vec{v}_{\text{ пер}}$$~~

$$F \cos \theta - \mu_1 g + \mu_1 F \sin \theta = \frac{F}{m} - \mu_1 g \Rightarrow$$

~~$$\Rightarrow F \cos \theta - \mu_1 g + \mu_1 F \sin \theta = \frac{F}{m} - \mu_1 g \Rightarrow$$~~

$$\Rightarrow \cos \theta + \mu_1 \sin \theta = 1 \Rightarrow \cos^2 \theta + \mu_1^2 \sin^2 \theta = 1 \Rightarrow$$

$$\mu_1 \sin \theta = 1 - \cos \theta \Rightarrow \boxed{\mu_1 = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}}$$



2 3. Идея решения: X: $F_{f3} = m a_3$

$$Y: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{f3} = \mu_3 N g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu_3 N g = m a_3 \Rightarrow a_3 = \mu_3 g \Rightarrow \text{угловые координаты тела:}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{ нач}} + \vec{\omega} t \Rightarrow x(0) = v_0 - a_3 T \Rightarrow \boxed{T = \frac{v_0}{a_3} = \frac{v_0 \sin \theta}{\mu_3 g} = \frac{v_0 \sin \theta}{g(1 - \cos \theta)}}$$

$$\text{Ответ: } \mu_1 = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}; T = \frac{v_0 \sin \theta}{g(1 - \cos \theta)}$$

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!

6) Рассмотрим процесс 3-1:

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = \frac{5}{2} \partial R (1 - 2\sqrt{2}) T_1$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_u} = 1 + \frac{Q_{31} + Q_{23}}{Q_{12}} = 1 + \frac{\frac{5}{2} \partial R (1 - 2\sqrt{2}) T_1 + \frac{1}{2} \partial R T_1 / (2\sqrt{2} - 4)}{6 \partial R T_1}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{5}{2}(1 - 2\sqrt{2}) + \sqrt{2} - 2}{6} = 1 + \frac{2,5 - 5\sqrt{2} + \sqrt{2} - 2}{6} \Rightarrow$$

$$\boxed{\eta = 1 + \frac{0,5 - 4\sqrt{2}}{6}} = 1 + \frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{1}{12} = \frac{0,5 - 4\sqrt{2}}{6}$$

8) б) м.1: $p_1 V_1 = \partial R T_1 \Rightarrow$ б) м.2: $p_2 V_2 = \partial R T_2 \Rightarrow$

~~$$p_2 V_2 = p_1 V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = u \Rightarrow p_2 V_2 = u p_1 V_1$$~~

зависимость прямая пропорция $\Rightarrow p_2 = 2p_1$, $V_2 = 2V_1$ ~~из~~

9) ~~найдем~~ ~~последовательно~~ ~~последовательно~~ T_4

~~из~~ ~~последовательно~~ ~~последовательно~~ $\Rightarrow p_3 = p_1$

процесс 31 - изобарный \Rightarrow

(10) дадут м. 2 и м. 3 в процессе 23:

~~из~~

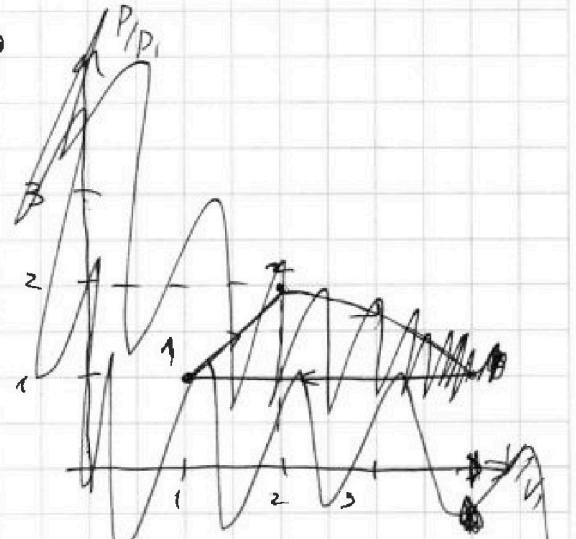
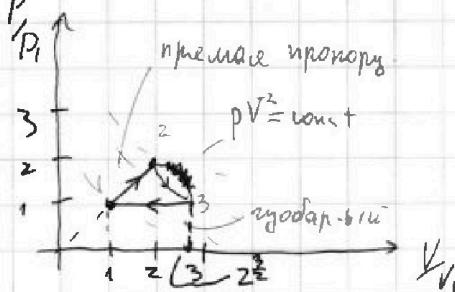
$$2p_1 \cdot 4V_1^2 = p_1 \cdot V_3^2 \Rightarrow$$

~~из~~

$$2p_1 \cdot 4V_1^2 = p_1 \cdot V_3^2 \Rightarrow$$

$$8V_1^2 = V_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_3 = 2\sqrt{2}V_1$$



Ответ: $A_{12} = 4836 \text{ Дж}$

$$\eta = \frac{13 - 4\sqrt{2}}{6}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



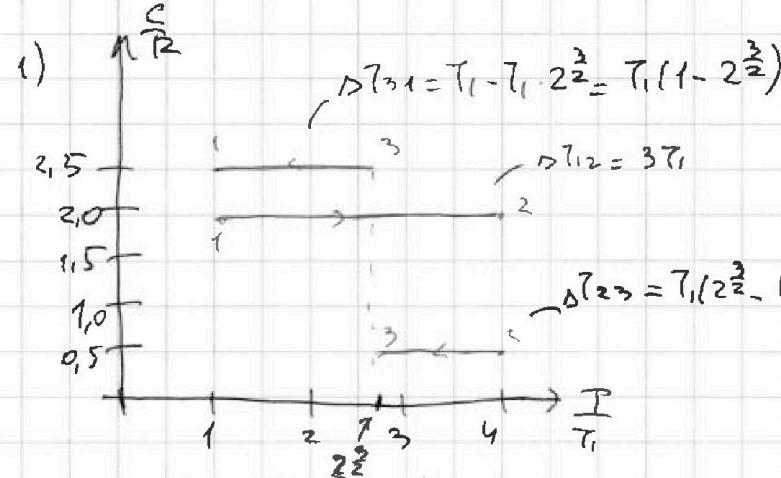
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} J &= 1 \\ i &= 3 \\ T_1 &= 400 \text{ K} \end{aligned}$$

$$1) A_{12} = ?$$

$$2) \eta = ?$$

$$3) (P/P_1)_{\text{ср}} (V/V_1)$$



$$1) C_{12} = 2R \Rightarrow n = \frac{C_V - 2R}{CP - 2R} = \frac{\frac{5}{2}R - 2R}{\frac{3}{2}R - 2R} = \frac{\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow PV^{\frac{1}{2}} = \text{const} \Rightarrow P = V \text{ const} \Rightarrow 1-2: \text{изотермический закон}$

$$2) C_{31} = 2,5R \Rightarrow n = \frac{C_V - 2,5R}{CP - 2,5R} = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R} = -0 \Rightarrow PV^0 = \text{const} \Rightarrow$$

$\Rightarrow P = \text{const} \Rightarrow 3-1: \text{изобарический процесс}$

$$3) C_{23} = 0,5R \Rightarrow n = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{1}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{1}{2}R} = \frac{2R}{\frac{1}{2}R} = 4 \Rightarrow P \cdot V^{\frac{1}{2}} = \text{const} \Rightarrow$$

4) Рассчитанный процесс 1-2: $A_{12} = Q_{12} + \Delta U_{12}$

$$\bullet Q_{12} = C_{12} J \cdot \Delta T_{12} = 2JR \cdot 3T_1 = 6JR T_1 \Rightarrow A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \left(\frac{12}{2} - \frac{9}{2}\right)JR T_1$$

$$\bullet \Delta U_{12} = \frac{3}{2}JR \cdot \Delta T_{12} = \frac{3}{2}JR \cdot 3T_1 = \frac{9}{2}JR T_1$$

$$\Rightarrow A_{12} = \frac{3}{2}JR T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 400 = 6 \cdot 831 = 4886 \text{ Дж}$$

5) Рассчитанный процесс 2-3:

$$\bullet Q_{23} = C_{23} J \cdot \Delta T_{23} = \frac{1}{2}R J \cdot T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow A_{23} = -JR T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow$$

$$\bullet \Delta U_{23} = \frac{3}{2}JR \Delta T_{23} = \frac{3}{2}JR T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow A_{23} = JR T_1 (4 - 2^{\frac{3}{2}})$$

См. следующий лист



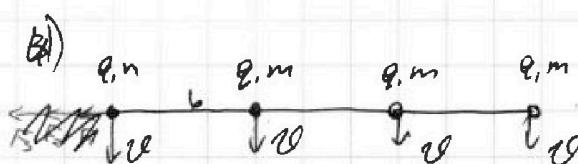
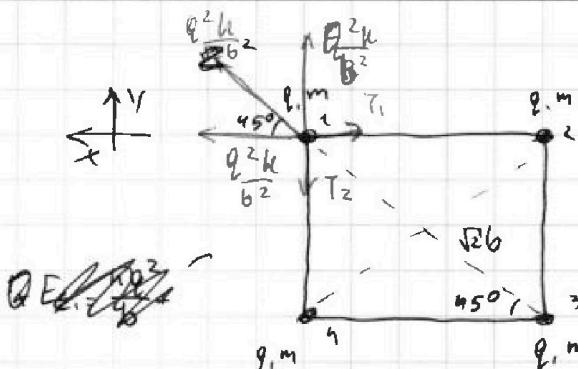
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\begin{aligned} E_{\Sigma_2} &= \frac{4q^2}{b} + \frac{4q^2}{2b} + \frac{4q^2}{3b} + \frac{4q^2}{b} + \frac{4q^2}{2b} + \frac{4q^2}{b} = \\ &= \frac{3hq^2}{b} + \frac{4q^2}{b} + \frac{4q^2}{3b} = \frac{4hq^2}{b} + \frac{16q^2}{3b} = \\ &= \frac{13Kq^2}{3b} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow E_{\Sigma_1} = E_{\Sigma_2} + \frac{4m\mathcal{V}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\Sigma_1} - E_{\Sigma_2} = 2m\mathcal{V}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2Kq^2(2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}b} - \frac{13Kq^2}{3b} = \frac{hq^2(12\sqrt{2}+6-13\sqrt{2})}{3\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m\mathcal{V}^2 = \frac{hq^2(6-\sqrt{2})}{6\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{\mathcal{V} = \sqrt{\frac{hq^2(6-\sqrt{2})}{6\sqrt{2}m}}}$$

$$Ответ: T = \frac{q^2h(4+\sqrt{2})}{4b^2}; \quad \mathcal{V} = \sqrt{\frac{hq^2(6-\sqrt{2})}{6\sqrt{2}m}}$$

1) Для 1 шагами:

$$x: \frac{q^2h}{b^2} + \frac{q^2h}{b^2} \cos 45^\circ = T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{\frac{q^2h}{b^2}} + \frac{q^2h \cdot \sqrt{2}}{4b^2} = T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{T_1 = \frac{q^2h(4+\sqrt{2})}{4b^2}}$$

$$T_1 = \frac{q^2h(4+\sqrt{2})}{4b^2}$$

$$2) \forall: \frac{q^2h}{b^2} + \frac{q^2h}{2b^2} \sin 45^\circ = T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{q^2h}{b^2} + \frac{q^2h \cdot \sqrt{2}}{2b^2 \cdot 2} = T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \cancel{\frac{q^2h(4+\sqrt{2})}{4b^2}} \Rightarrow$$

отмечено 2 шагами
всё остальное

$$T = \frac{q^2h(4+\sqrt{2})}{4b^2}$$

$$3) E_{\Sigma_1} = \frac{hq^2}{b} + \frac{hq^2}{b} + \frac{hq^2}{b} + \frac{hq^2}{b} + \frac{2hq^2}{\sqrt{2}b} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\Sigma_1} = \frac{4hq^2}{b} + \frac{2hq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{24q^2(2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}b}$$



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:

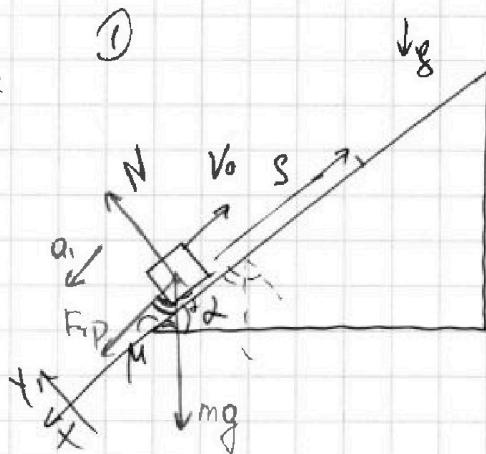


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

$$\begin{aligned} \sin\alpha = 0,8 \\ \textcircled{1} \quad V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ \mu = \frac{1}{3} \\ t = ? \end{aligned}$$

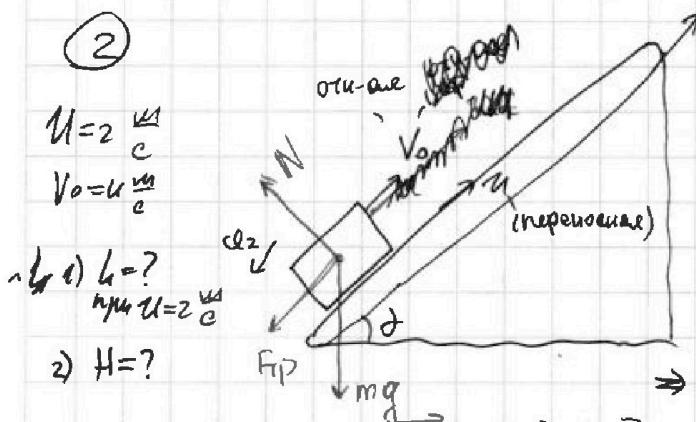


1) Запишем 23.Н для
коробки в первом отрыве:

$$\begin{aligned} X: F_{ip} + mg \sin\alpha &= ma_1 \\ Y: N - mg \cos\alpha &= 0 \\ F_{ip} &= \mu mg \cos\alpha \\ ma_1 &= mg (\sin\alpha + \mu \cos\alpha) \Rightarrow \\ a_1 &= g (\sin\alpha + \mu \cos\alpha) \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_1 &= 10 \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \Rightarrow \\ &\Rightarrow a_1 = 10 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10}) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \boxed{a_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \Rightarrow \end{aligned}$$

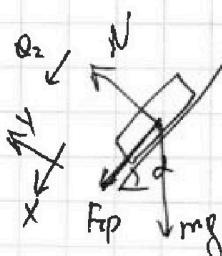
$$\begin{aligned} S = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow \frac{a_1 t^2}{2} - V_0 t + S = 0 \Rightarrow \\ 5t^2 - 4t + 1 = 0 \Rightarrow \end{aligned}$$



2) ЗСС: $V_{0,2} = V_{0,1} + V_{\text{пер}}$, в таком случае V_0 - это та скорость коробки относительно целика; V_1 - переходная скорость целика \Rightarrow

$$\Rightarrow x: V_n = V_0 + V_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3) 23.4 для коробки:



$$\begin{aligned} X: mg \sin\alpha + F_{ip} &= ma_2 \\ Y: N - mg \cos\alpha &= 0 \Rightarrow F_{ip} = \mu mg \cos\alpha \Rightarrow \\ mg (\sin\alpha + \mu \cos\alpha) &= ma_2 \Rightarrow \\ a_2 &= g (\sin\alpha + \mu \cos\alpha) \end{aligned}$$

$$\frac{631}{6}$$

4980

$$L_1 = V_{0,1} t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 1,6 - \frac{10 \cdot 0,96}{2} = 0,8$$

$$\begin{aligned} &\frac{10+18}{30} = \frac{28}{30} = \frac{14}{15} \text{ м} \\ &\frac{10+18}{30} = \frac{28}{30} = \frac{14}{15} \text{ м} \end{aligned}$$

$$\frac{34}{16}$$

$$\begin{aligned} \mu &= 0,8 (0,6 + \frac{1}{3}) = 0,8 \cdot (\frac{6}{10} + \frac{1}{3}) = 0,8 \left(\frac{48}{30} + \frac{10}{30} \right) = \frac{8}{10} \cdot \frac{58}{30} = \\ &= \frac{4}{5} \cdot \frac{29}{15} = \frac{4 \cdot 29}{10 \cdot 15} = \frac{56}{75} \text{ м} \end{aligned}$$

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!

6) Рассмотрим процесс $\rightarrow -1$:

$$\cdot Q_{31} = C_{31} \partial_{\Delta} T_{31} = \frac{5}{2} \partial R \cdot T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}}) < 0$$

7) $Q_{11} = Q_{12}$

$$Q_x = -(Q_{23} + Q_{31}) \Rightarrow \eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_{11}} = 1 + \frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{11}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\cancel{\frac{5}{2} \partial R T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}})} + \cancel{\frac{1}{2} \partial R T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}})}}{\cancel{6 \partial R T_1}}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\cancel{\frac{5}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1)} + \cancel{\frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1)}}{\cancel{6}} = \frac{\cancel{1} + \cancel{\frac{5}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1)}}{\cancel{6}}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\cancel{\frac{5}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1)} + \cancel{\frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1)}}{\cancel{6}} = \frac{\cancel{1} + \cancel{\frac{5}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1)}}{\cancel{6}} \Rightarrow$$

$$\eta = 1 + \frac{\frac{1}{2} \partial R T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 1) + \frac{1}{2} \partial R T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6 \partial R T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1) + \frac{1}{2} (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6} = 1 + \left(\frac{1 - 4 \cdot 2^{\frac{3}{2}}}{12} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \left(\frac{2^{\frac{3}{2}+2} - 1}{12} \right) = 1 + \frac{\sqrt{2^7} - 1}{12} = 1 + \left(\frac{8\sqrt{2} - 1}{12} \right)$$

$$\frac{\frac{1}{2} \partial R - \frac{5}{2} \partial R}{\frac{1}{2} \partial R - \frac{3}{2} \partial R} + \frac{-2R}{-R} = 2$$

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!



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

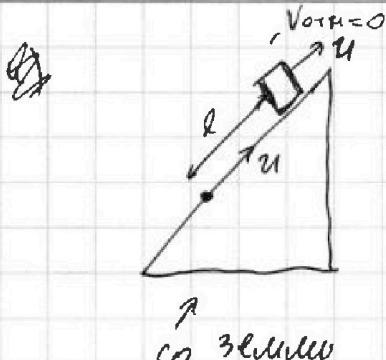
5

6

7

МФТИ.

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



и) Перейдите в со чертежом:



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!

1
1
1
1
1