



# 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.

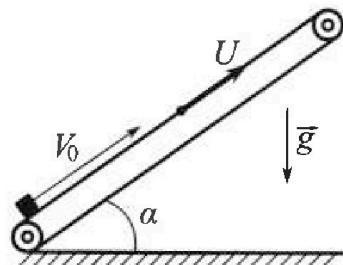
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $V_0 = 4$  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  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

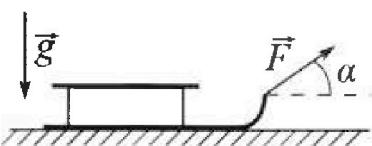
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

- 3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 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.

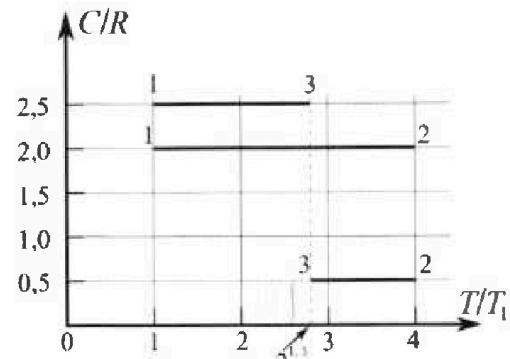
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 10-01**

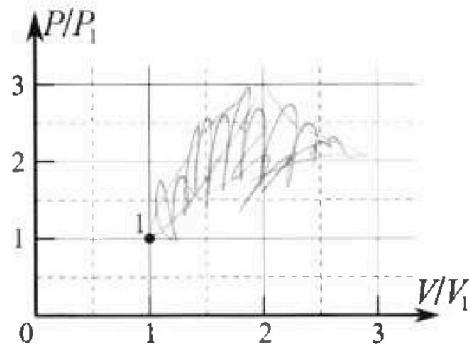


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 газа 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).

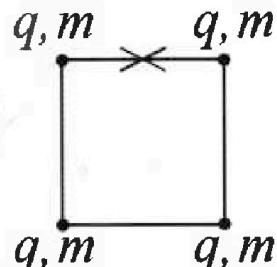


- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



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!

$$\text{1) } H = gt^2 = \frac{10 \cdot 2^2}{2} = 20 \text{ м}$$

$$\text{запишем 3(2) } \frac{mv_0^2}{2} = mgH \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = 20 \text{ м/с}$$

Приона удар будем максимальной,  
 $H_{\max}$  если ~~последняя~~ наивысшая точка  
траектории и будем местом удара

$\Rightarrow l$ -расстояние полета  $l = 25$ , при-  
зыва ~~на~~ ~~на~~ удариться в наивысшей точке

$$l = 25 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{2g l}{v_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{400} = 1$$

$$\Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ \quad \sin^2 \alpha = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} = 0,5$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{400 \cdot 0,5}{20} = 10 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  2)  $H_{\max} = 10 \text{ м}$

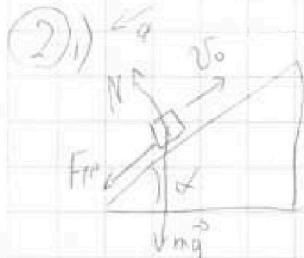
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Задачи из З.Н.

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = \mu N + mg \sin \alpha = \mu m g \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left( \frac{0,6}{0,8} + 0,8 \right) = 10 \text{ м/с}^2$$

$$S = V_0 t - \frac{at^2}{2} \quad 1 = 4t - 5t^2 \quad 5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$D = 16 - 20 < 0 \Rightarrow$$

→ коробка остановится  
раньше 1 с

$$2) U = V_0 - aT \Rightarrow T = \frac{V_0 - U}{a} = 0,2 \text{ с}$$

$$l = V_0 \cdot T - \frac{aT^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - 5 \cdot 0,2^2 = 0,6 \text{ м}$$

3) Скорость коробки уменьшится вдвое

⇒ относительное движение по рельсу  $U \Rightarrow$

⇒ как и в вопросе первом:  $l = 0,6 \text{ м} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{H}{l} = \sin \alpha \Rightarrow H = l \sin \alpha = 0,6 \cdot 0,8 = 0,48 \text{ м}$$

Ответ: 1) коробка не уедет со склоном  $S = 1 \text{ м}$

2)  $l = 0,6 \text{ м}$

3)  $H = 0,48 \text{ м}$ .

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

МФТИ

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

③) Рассмотрим все силы, которые действуют на

один из блоков:  $F_{\text{Fr}} = \mu N$  Запишем 2 ЗН.

$$\text{Oy. } mg = N + F \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

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

$$\text{Ox. } ma_1 = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{Fr}} = F \cdot \cos \alpha - \mu N = F \cdot \cos \alpha - \mu mg + \mu F \cdot \sin \alpha$$

и для второго случая запишем 2 ЗН. т.к.

$$\text{Oy. } N = mg$$

$$\text{Ox. } ma_2 = F - F_{\text{Fr}} = F - \mu N = F - \mu mg$$

Так как скорость, до которой, разгоняется один,

и пределы в обеих случаях одинаковы  $\Rightarrow$  и  
их ускорения тоже одинаковые ( $a_1 = a_2$ )  $\Rightarrow$

$a_1 = a_2 = g$ . Так как и ускорен. и массы в  
обоих случаях одинаковы, для искажения прирав-  
нить уравнения на обе ОХ

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

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

2) Запишем ЗН:  $\frac{m v_0^2}{r} = F_{\text{Fr}} \cdot s = \mu m g s \Rightarrow$

$$F_{\text{Fr}} = \mu m g \left( \text{то } \theta \text{ общий} \right) \Rightarrow s = \frac{v_0^2}{\mu g} \Rightarrow \mu = \frac{v_0^2}{\mu g r} \Rightarrow \mu = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

$$\text{Однако: 1) } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad 2) \text{ if } t = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

⑨ 1) Всех трех процессах  $C = \text{const}$  (шарм темн.)  
 $\Rightarrow$  это изотермические процессы  
Они них можно заменить следующими.

$$Q_n = C\Delta U + A = C\Delta ST$$

$$\frac{C_n}{R} = 2 \Rightarrow C_n = 2R$$

(из графика)

$$Q_{n_2} = \frac{3}{2} JR(T_2 - T_1) + A_{n_2} = C_n J(T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} JR(T_2 - T_1) + A_{n_2} = 2JR(T_2 - T_1) \Rightarrow A_{n_2} = \frac{JR(T_2 - T_1)}{2}$$

$$T_2 = 4T_1 \quad (\text{из уравнения}) \Rightarrow A_{n_2} = \frac{JR(4T_1 - T_1)}{2} = \frac{3}{2} JR T_1$$

$$A_{n_2} = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = 9972 \text{ Дж}$$

2)  $\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_n} ; Q_n = Q_{12} ; Q_x = Q_{23} + Q_{31}$

$$Q_{12} = 2JR(T_1 - T_1) = 6JR T_1 ; C_{23} = \frac{R}{2} ; C_{31} = 2,5R \quad (\text{из уравнения})$$

$$Q_{23} + Q_{31} = C_{23} J(T_2 - T_3) + C_{31} J(T_3 - T_1) = \frac{JR}{2}(T_2 - T_3) + 2,5JR(T_3 - T_1)$$

$$T_2 = 4T_1 ; T_3 = \frac{14}{5}T_1 \quad (\text{из уравнения}) \Rightarrow \text{поставляем } T_2 \text{ и } T_3$$

$$\frac{JR}{2} \cdot \frac{6}{5} T_1 + \frac{5}{2} JR \cdot \frac{9}{5} T_1 = 5,1 JR T_1 \Rightarrow \eta = 1 - \frac{5,1 JR T_1}{6 JR T_1} =$$

$$= 1 - \frac{5,1}{6} = \frac{0,9}{6} = \frac{9}{60}$$

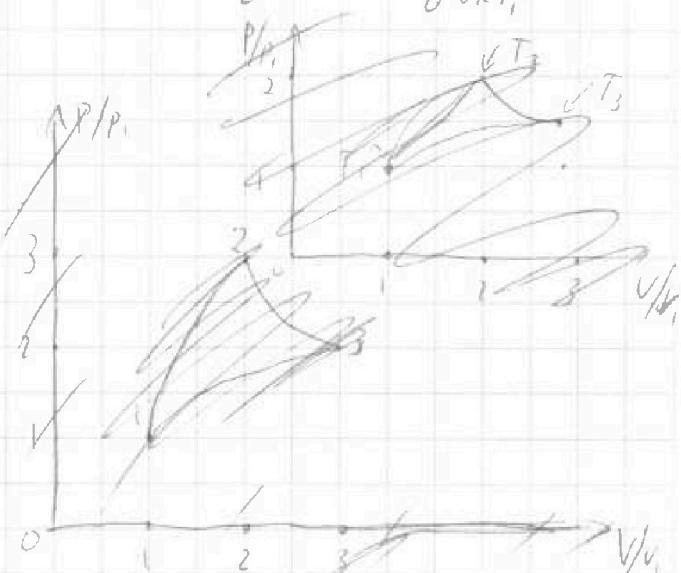
3)  $pV^c = \text{const}$

занимает изотермического  
процесса

$C_{12} > 1 \Rightarrow$  параллельн.

$C_{23} < 1 \Rightarrow$  инверсии.

$(3_1 > 1 \Rightarrow$  паралл.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

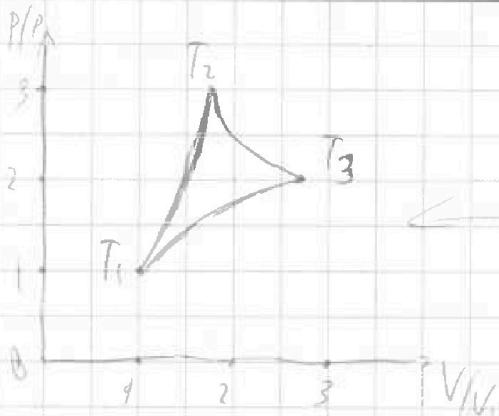
5

6

7

МФТИ

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



Отвѣт: 1)  $A_{12} = 99.72 \text{ лн}$

2)  $\Omega = \frac{9}{60}$

3) см. рис.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

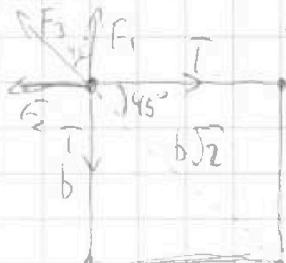
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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.

⑤) Paramebwa bee amu na kaken-paibya wapak.  
Tas naa fei one uanom opusakobee napa mampi,  
mo a uanu namanembi <sup>ta</sup>numi palow.



Sammens 2 3. H. na oeb oy:

$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2} \quad F_3 = \frac{kq^2}{(b\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2b^2} \Rightarrow$$

$$|F_1| = |F_2| \Rightarrow T = \frac{kg^2}{b^2} + \frac{kg^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kg^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) = \frac{kg^2}{4b^2} (4 + \sqrt{2})$$

$$2) \text{ Запишем } 3(\exists): 4 \frac{kq^2}{b} + 2 \frac{kq^2}{b\sqrt{2}} = \frac{2mV^2}{2} + \frac{2mU^2}{2} + \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

$$+ 3 \frac{kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} \Rightarrow b \overset{\text{у}}{\cancel{U}} b \overset{\text{у}}{\cancel{U}} b \overset{\text{у}}{\cancel{U}} b \overset{\text{у}}{\cancel{U}}$$

$$\text{as assumed } 364: 0 = 2mV + 2mU \Rightarrow V = -U$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{kq^2}{b}(4t\sqrt{2})}{b} = 2mV^2 + \frac{4kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = 2mV^2 + \frac{kq^2(4t\frac{1}{3})}{b}$$

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

$$\Rightarrow V = \frac{kq^2(3\sqrt{2}-1)}{6mb} \Rightarrow V = q\sqrt{\frac{k(3\sqrt{2}-1)}{6mb}}$$

3)  $\exists x$  Знайдем  $B$  як. Опорне:  $de = b - dx =$

$$\text{d}x = 14 \pi r dt \quad dU = \frac{2dS}{dt} \quad (\text{as given in problem})$$

$\Rightarrow dC = b - \frac{1}{2}dS \Rightarrow C = b - 2(b - b + C) = b - 2C$



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!

$$c = b - 2a \Rightarrow 3c = b \Rightarrow c = b/3$$

$$d = \sqrt{b^2 + c^2} = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{9}} = b\sqrt{\frac{10}{9}} = \frac{b\sqrt{10}}{3}$$

решение: 1)  $T = \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{4b^2}$  2)  $\mathcal{D} = q\sqrt{\frac{k(3\sqrt{2}-1)}{6mb}}$

3)  $\mathcal{D} = \cancel{\frac{b\sqrt{10}}{3}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

 МФТИ

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

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!

Задача №1



$$\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

$$\frac{6kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{b\sqrt{2}} = mU^2 + mU^2 + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} =$$

$$0 = 2mU^2 + 2mU = 2mU^2 + \frac{4kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b}$$

$$U = -V$$

$$\frac{kq^2}{b}(4 + \sqrt{2}) = 2mU^2 + \frac{13}{3} \frac{kq^2}{b} \quad 2mU^2 = \frac{kq^2}{b}(4 + \sqrt{2} - 4 - \frac{1}{3}) =$$
$$2mU^2 = \frac{kq^2}{b}(\sqrt{2} - \frac{1}{3})$$

$$25 = \frac{kq^2(3\sqrt{2}-1)}{6bm}$$

$$dc = b - \frac{1}{3}t \quad dt = \frac{1}{3}dt \quad 1 + \frac{1}{3} = \frac{10}{9}$$

$$dC = b - \frac{1}{3}t \quad dt = \frac{2dS}{3t}$$
$$S = \frac{a}{2}t^2 \quad \int dC = \int b - \frac{1}{3}t \, dt$$

$$C = b - \frac{1}{2}t^2(b - b + c) = b + 2c$$

$$3c = b$$

$$c = \frac{b}{3}$$

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!

$$A_n = -\Delta U = -\frac{3}{2} \Delta R(T_2 - T_1) = -\cancel{\Delta R} \cancel{T_2}$$

1-10

3-10

4-7

5-

$$\mathcal{Q}_n = \Delta U + A_m = C \cancel{\Delta R}(T_2 - T_1) \quad (= 2R)$$

$$\frac{3}{2} \Delta R(T_1 - T_0) + A_{17} = 2 \Delta R(T_2 - T_1)$$

$$P_i V_i = 4 P_0 V_1$$

$$A_{12} = \underline{\Delta R(T_0 - T_1)}$$

$$P_i V_i - P_0 V_1 = 3 P_0 V_1$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_n}$$

$$Q_n = Q_m = 2 \Delta R(T_2 - T_1) = 6 \Delta R T_1$$

$$Q_x = Q_{13} + Q_{31} = \frac{\Delta R}{2} (T_1 - T_3) + 2,5 \Delta R (T_3 - T_1) =$$

$$C_n = \frac{R}{2}$$

$$T_1 = 4 T_1 \quad = \frac{\Delta R}{2} \frac{3}{5} T_1 + 2,5 \Delta R \frac{9}{5} T_1 =$$

$$C_n = 2,5 R$$

$$T_2 = \frac{14}{5} T_1 \quad = \frac{30 \Delta R T_1}{5} + \frac{9}{2} \Delta R T_1 = 5,1 \Delta R T_1$$

~~$$Q_x = Q_m$$~~

$$4 - \frac{14}{5} = -\frac{6}{5} \quad \Rightarrow \quad \frac{Q_x}{Q_n} = \frac{5,1}{6}$$

$$2 + \frac{9}{5} = \frac{14}{5}$$

$$\frac{14}{5} - 1 = \frac{14-5}{5} = \frac{9}{5}$$

$$1 - \frac{5,1}{6} = \frac{0,9}{6} = \frac{9}{60}$$

$$\frac{5}{7} \cdot \frac{9}{10} = \frac{3}{5} + \frac{9}{2} = \frac{6+45}{10} = 5,1$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 3 \\ \hline 6 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 24,93 \\ \times 400 \\ \hline 9572,00 \end{array}$$

$$\frac{9}{10} \cdot \frac{1}{6} = \frac{9}{60}$$



$$F = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F + F \cdot \cos 45^\circ = T =$$

$$F - \frac{kq^2}{2b^2} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2\sqrt{2}}{4b^2} =$$

$$= \frac{kq^2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

$$T = \frac{kq^2}{4b^2} \cdot (4 + \sqrt{2})$$



• • • •

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!

1)  $H = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м}$   $\frac{20 \cdot 2}{2} = 20 \text{ м}$  ~~14~~  $\frac{2}{3} = \frac{23}{15}$

~~14~~  $v = \sqrt{gt^2} = \sqrt{10 \cdot 10} = 20 \text{ м/с}$

2)  $H_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}$

~~14~~  $25 = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}$   $\frac{25}{v_0^2} = \sin^2 \alpha = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{400} = 1$

~~14~~  $\sin^2 \alpha = 1$   $\alpha = 90^\circ$   $\alpha = 45^\circ$

~~14~~  $H_{\max} = v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha$

~~14~~  $\frac{400 \cdot 0,5}{20} = 10 \text{ м}$

3)  $\mu g \cos \alpha + mg \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + m \sin \alpha) = 10 \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) = 10 \text{ м/с}^2$

~~14~~  $M = \frac{1}{3}$

~~14~~  $S = v_0 \cdot t - \frac{\alpha t^2}{2} = 4 \cdot t - 5t^2$

~~14~~  $5t^2 - 4t + 16 = 0$

~~14~~  $t = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$

~~14~~  $\alpha = 0,6$

~~14~~  $\mu g \cos \alpha + mg \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + m \sin \alpha) = 10 \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) = 10 \text{ м/с}^2$

~~14~~  $\frac{m v_0^2}{2} = \mu m g \cos \alpha + \frac{m \alpha t^2}{2} + m g S \sin \alpha$

~~14~~  $\frac{v_0^2}{2} = 2 \mu g \cos \alpha t + \alpha t^2 + 2g S \sin \alpha$

~~14~~  $t = \frac{4 \cdot 2}{10} = 0,8 \text{ с}$

~~14~~  $t = \frac{4+6}{10} = 1 \text{ с}$

~~14~~  $v = v_0 - \alpha t = 16 - 2 \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1 = 2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,8 = 16 - 9 - 16 = 9 \text{ м/с}$

~~14~~  $A = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ м}$

~~14~~  $T = \frac{v_0 - v}{g} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ с}$

~~14~~  $\frac{m v_0^2}{2} = \mu m g H = 0,64$

~~14~~  $H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \mu$

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!

$$V_{\text{min}} = \sqrt{2l/c}$$

$$\frac{m}{2} V_{\text{min}}^2 = \frac{mg(l + \mu g \cos \alpha)}{\sin \alpha} \quad \ell - \frac{l}{\sin \alpha} = \frac{l}{5} \cdot \frac{10}{\sin \alpha} = \frac{10}{5} = 2 \text{ м}$$

$$16 - 2 \cdot 10$$

$$\frac{m}{2} V_{\text{min}}^2 = \frac{gl}{\sin \alpha} + \mu g \cos \alpha$$

$$\ell \left( \frac{g}{\sin \alpha} + \mu \cos \alpha \right) = 2$$

$$S = \frac{V^2}{2g}$$

$$S = V \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{10}{t} = 10 \cdot \frac{10}{2} = \frac{100}{2} = 0,2$$

$$4 \cdot 1 - 5 \cdot 1 = -1$$

3.



$$ma_1 = F_{\text{cos} \alpha} - \mu m g \cos \alpha \quad N = mg - F_{\text{sin} \alpha}$$

$$ma_1 = F - \mu mg \quad m \frac{V_0^2}{2} = mgH + \frac{m U^2}{2}$$

$$V_0 = at \quad a = a_1$$

$$N = mg - F_{\text{sin} \alpha}$$

$$Q_1 = C J \Delta T = 2 J R (T_2 - T_1) = 2 J R \cdot 3 \Delta T = 6 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 1700$$

$$\frac{C}{R} = 2 \quad T_1 = 471 \quad T_2 = 471 + \frac{49,66}{1200} = 497,22 \text{ K}$$

$$(= 2R) \quad Q_1 = -H_1 = -59332 \text{ J}$$

$$+ \frac{49,66}{1200} = 497,22 \text{ K}$$

$$F_{\text{cos} \alpha} - \mu mg \cos \alpha + \mu F_{\text{sin} \alpha} = F - \mu mg$$

$$\mu F_{\text{sin} \alpha} = F - F_{\text{cos} \alpha} = F (1 - \cos \alpha)$$

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

$$\frac{m V_0^2}{2} = \mu \mu g S \quad S = \frac{V_0^2}{2 \mu g} \quad 2S = \frac{V_0^2}{\mu g}$$

$$S = \frac{V_0}{4} \cdot \frac{V_0}{2} \cdot t \quad t = \frac{2S}{V_0} = \frac{V_0}{\mu g} \cdot \frac{1}{8} = \frac{V_0}{\mu g}$$