

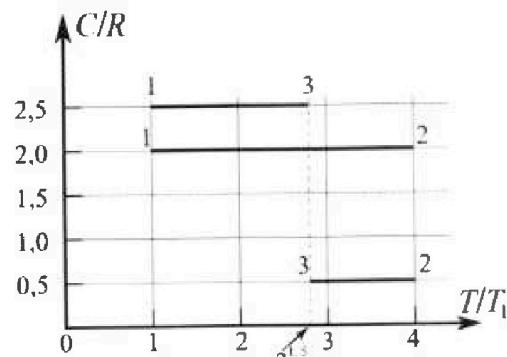
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01



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

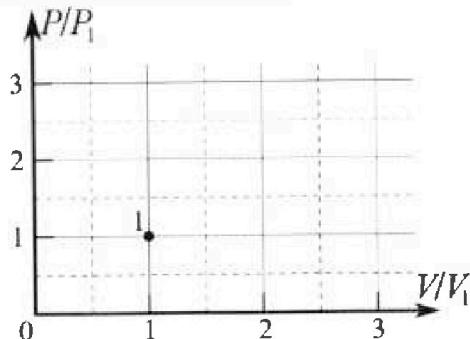
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессы: 1-2, 2-3, 3-1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



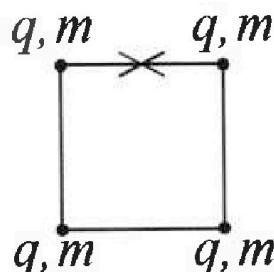
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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.



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.

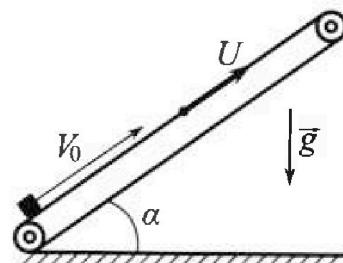
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². 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 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?

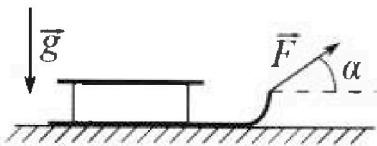
В втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

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/с². 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.



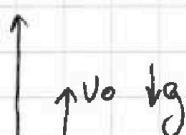
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

1.

1) Равнозамедленное движение.

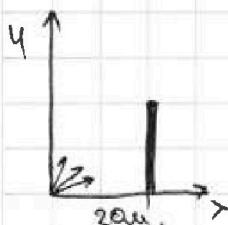


на ось y :

$V_0 - gT = 0$, т.к. скользит в верхней точке O .

$$V_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

2) Запишем проекции на оси x и y .



$$x: V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = S$$

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

здесь t - время полёта,
а α - угол под которым
был сделан бросок.

$$V_0 = 20 \text{ м/с}, S = 20 \text{ м} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} = \frac{20}{20 \cos 45^\circ} = \frac{1}{\cos 45^\circ}$$

Подставим в 2 ур-е по оси y .

$$V_0 \cdot \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} = H$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1$$

$$V_0 \cdot \tan \alpha - \frac{g}{2} (\tan^2 \alpha + 1) = H. \text{ Нам нужно } H_{\text{max}}.$$

$$H(\tan \alpha) \Rightarrow H_{\text{max}} \text{ при } \tan \alpha = -\frac{b}{2a} = -\frac{V_0}{g} = 2.$$

$$H_{\text{max}} = 2 \cdot 20 - 5 \cdot 4 - 5 = 15 \text{ м.}$$

Ответ: 1) 20 м/с 2) 15 м .



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

2.

$$N = mg \cos \alpha.$$

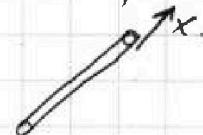
$$F_{Tx} = mg. \quad \sin \alpha = 0,8 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6,$$

$$F_{\text{тр} \text{ солны}} = \mu \cdot N.$$

1) Запишем 2 Закон Ньютона на ось x ,

параллельную траектории ленты.

$$x: m\ddot{x} = F_{\text{тр}} + F_{Tx}$$



Заметим, что пока ~~она~~ коробка поднимается вверх $\ddot{x} = -F_{\text{тр}} - F_{Tx}$ $= -\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$

$$\alpha_x = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = -10 \text{ м/с}^2$$

Запишем кинем. ур-е для нахождения T .

$$V_0 \cdot T - \frac{\alpha_x T^2}{2} = S.$$

$$-5T^2 + 4T - 1 = 0$$

~~Дискриминант~~ $D = \sqrt{16 - 20} < 0$ значит коробка не поднялась вверх на расстояние S .

Тогда найдём на сколько поднялась. $-S'$

$$V_0 - \alpha_x T_1 = 0 \quad T_1 = \frac{V_0}{\alpha_x} = \frac{4 \text{ м/c}}{10 \text{ м/с}^2} = 0,4 \text{ с.}$$

$$V_0 \cdot T - \frac{\alpha_x T^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 0,8 \text{ м.}$$

Тогда вниз коробка должна съезжать с высоты S' .

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!

При движении вниз

$$ma'_x = \cancel{F_{T\alpha}x_x} - F_{TP} = mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

$$a'_x = -g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = -10 \cdot (0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = -6 \text{ м/с}^2$$

$$0,2 \text{ м} = \frac{|a'_x| \cdot T_2^2}{2} \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$T = T_1 + T_2 = 0,4 + \frac{1}{15} = \frac{4\sqrt{15} + 10}{10\sqrt{15}}$$

2) Может записать закон сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} = F_{TP} \cdot L + \cancel{mgL \cdot \sin\alpha} + \frac{mU^2}{2}$$

$$F_{TP} = \mu \cdot mg \cos\alpha$$

$$\frac{U^2}{2} = gL \cdot (\mu \cos\alpha + \sin\alpha) + \frac{U^2}{2}$$

$$L = \frac{V_0^2 - U^2}{2g(\mu \cos\alpha + \sin\alpha)} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10 \cdot (1)} = 0,6 \text{ м.}$$

3) ~~Видела~~ Найдётся, что до этого момента, пока скорость коробки больше скорости ленты сила трения будет направлена вниз параллельно ленте, после вверх.

~~В~~ По моменту, когда скорость коробки стала равна скорости ленты коробка проехала вверх $L = 0,6$ (найдено из (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 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!

Тогда ~~запасное~~ ускорение коробки после

$$\text{этого момента } a_x' = \cancel{-6\text{м/с}^2}$$

По остановке проходит время t'

$$\text{Установка. } U' - (a_x) \cdot t' = 0$$

$$t' = \frac{U'}{|a_x|} = \frac{2\text{м/c}}{6\text{м/с}^2} = \frac{1}{3}\text{с.}$$

~~запасное~~

Пройденное расстояние L'

$$L' = U' \cdot t' - \frac{(a_x t')^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{6 \cdot \frac{1}{9}}{2} = \frac{1}{3}\text{ м.}$$

$$\text{Тогда } H = (L + L') \cdot \sin \alpha = (0,6 + \frac{1}{3}) \cdot 0,8 = \frac{8}{10} \cdot \frac{2}{3} =$$

$$= \frac{224}{300} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } T = \frac{U\sqrt{15} + 10}{10\sqrt{15}} \quad 2) 0,6 \text{ м} \quad 3) \frac{224}{300} \text{ м.}$$

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"/> |

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

МФТИ

3.

1) Запишем для обоих случаев закон из-
менения импульса.

$$\Delta p_{\text{танкет}} = m \cdot (V_0 - 0) = m V_0.$$

1) F под углом α .

$$N_1 = mg - F \sin \alpha. \quad F_{\text{тр},1} = \mu N_1$$

$$\Delta p_x = F \cos \alpha \cdot t - F_{\text{тр},1} \cdot t = (F \cos \alpha - F_{\text{тр},1})t = \\ = (F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha))at.$$

m - масса саней.

at - бредя разгона.

2) F - горизонтально.

$$\Delta p_x = F \cdot t - F_{\text{тр},2} \cdot t = at(F - \mu mg)$$

$$F_{\text{тр},2} = \mu \cdot N_2 \quad N_2 = mg.$$

В обоих случаях изменение импульса
саний одинаково, т.е. можно их при-
равнить. Время из условия тоже равно.

$$(F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha))at = at(F - \mu mg).$$

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



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!

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

2) Напишите импульс саней после
отпускания mV_0 , когда они останавливаются.

$$\Delta p = 0 - mV_0$$

Сила изъятия в виде импульса это сила
трения $F_{TP} = \mu \cdot N = \mu mg$,

$$\Delta p = - F_{TP} \cdot T, \text{ где } T - \text{ время через которое сани остановятся.}$$

$$-mV_0 = -\mu mg T.$$

$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ 2) $T = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$



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 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. Использование QR-кода недопустимо!

4.

~~Дано~~ $T_0 = 400 \text{ K}$, $J = 1 \text{ Ватт}$

$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$

$T_1 = T_0 = 400 \text{ K}$ $T_2 = 4T_0 = 1600 \text{ K}$ $T_3 = T_0 \cdot 2^{1,5} = \sqrt[2]{8} \cdot 400$

~~Решение~~

1) Задача о 1 замене термоизолации.

$Q = \Delta U + A$.

$A = Q - \Delta U$.

В процессе 1-2. $\Delta U = \frac{3}{2} J R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 1000 \cdot R = 1800 R$.

$Q = C_{T_2} \Delta T \cdot J = 2 \cdot 1200 \cdot R = 2400 R$

$C_{1-2} = 2 R$

Тогда $A = Q - \Delta U = 600 R$

2) $\eta = \frac{A_{\text{ном}}}{Q_{\text{общ}}}$

$Q_{\text{общ}} = Q_{12} + (Q_{23}) + Q_{31}$.

~~Дано~~. $Q_{1-2} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} \cdot J = C_{12} \cdot \delta T_{12} \quad \Delta T_{12} = 1200 \text{ K}$

$Q_{2-3} = C_{23} \Delta T_{23} \quad \Delta T_{23} = 400 (2^{1,5} - 1)$

$Q_{3-1} = C_{31} \cdot \Delta T_{31} \quad \Delta T_{31} = 400 (1 - 2^{1,5})$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$Q_{\text{osyg}} = \frac{400}{\pi} \cdot 2R \cdot 1200 - \frac{1}{2}(0,5R \cdot (2^{1,5} - 4) - 2,5R \cdot (1 - 2^{1,5}))$$

$$= R (2400 - 200 \cdot 2^{1,5} + 800 - 1000 + 1000 \cdot 2^{1,5}) = \\ = (2200 + 800 \cdot 2^{1,5}) R.$$

$$\eta = \frac{A_n}{Q_0} = \frac{A_{12}}{Q_0} = \frac{600}{2200 + 800 \cdot 2^{1/5}}$$

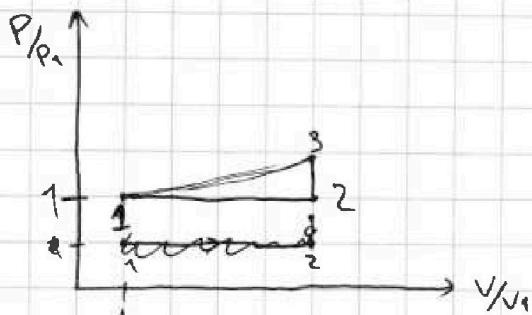
3.) Заметки, etc

$$C_{1-2} - C_{2-3} = \frac{1}{2} R \quad \text{to ype Maera}$$

Cells:

29c C_{1-2} - изобарный процесс. $P = \text{const}$

$C_2 - 3$ - изокорный $V = \text{const.}$



1-2 изобарный

2-3 Изокорный

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{4T_1}{2^{1.5}T_1} = 2^{0.5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



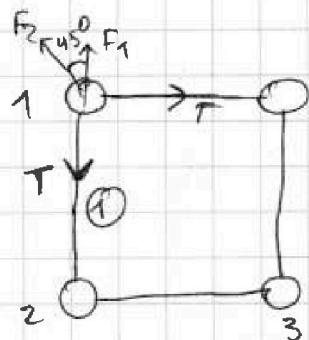
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

5

1) Рассмотрим сдвиг из шариков
и ~~нитей~~ нитей.



Вертикальные нити ①.

Компенсирует силы по
оси параллельной ей (1)
Это сила отталкивания между

1 и 2 шариками и 1 и 3.

Расстояние между 1 и 3 $\sqrt{2}b$

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

$$F_2 = k \cdot \frac{q^2}{2b}$$

Тогда U_3 (1) $T = F_1 + F_2 \cdot \cos 45^\circ = k \left(\frac{1+\sqrt{2}}{4} \right) F_1$

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

2) ~~Надо~~ как шарики развернутся

~~мы будем~~ ~~на~~ ~~написанной~~ ~~скорости~~
~~и~~ ~~движение~~ будет представить движ.
~~но~~ ~~окружности~~

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!

$$m a_3 = F_{03}$$

~~F₀₃ - это сила между электромагнитом и сферой~~
~~супермагнитом и сферой.~~

2) Работа совершенная силой поля
на извлечение заряженных шариков (Верх 4)

$$\frac{m V^2}{2} = F_{0\text{так}} \cdot 2b.$$

F_{0так} (расстояние) - эта сила зависит
от расстояния

$$F_{0\text{так}} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{\kappa q^2 (1 + f)}{b} = \frac{\kappa q^2}{b} \cdot \frac{10}{18}.$$

$$V = \sqrt{\frac{20 \kappa q^2}{18 m \cdot 2}} = \sqrt{\frac{10}{18} \frac{\kappa q^2}{m}}$$

3) На расстоянии $d = \frac{b}{2} \cdot \sqrt{2}$

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

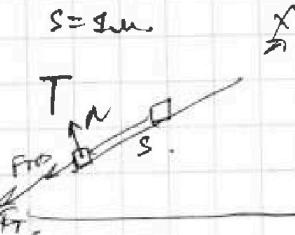
О отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ



$$g + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,36 = 9,2.$$

$$v_0 T - \frac{(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) T^2}{2} = 0.$$

$$U = 2\pi l/c.$$

$$V_0 = 4\pi l/c.$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m U^2}{2} + \dots$$

$$m g l \cdot \sin \alpha + \mu m g l \cos \alpha + \mu l.$$

$$v_0 = u.$$

$$-4,6 T^2 + 4T = 1.$$

$$T_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 4 \cdot 4,6}}{-9,2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = m g s \sin \alpha + \mu m g s \cos \alpha \cdot S + \frac{m U^2}{2}.$$

$$x: m a_x = -\mu N - m g s \sin \alpha = -(\mu m g \cos \alpha + g s \sin \alpha) = -m g (\cos \alpha \cdot \mu + s \sin \alpha)$$

$$a_x = g (\cos \alpha \cdot \mu + s \sin \alpha) = 10 \cdot (0,36 \cdot \frac{1}{3} + 0,8) = 9,2 \text{ м/с}^2.$$

Установка v_0 :

$$S = v_0 \cdot T - \frac{9,2 T^2}{2} = 1.$$

$$\frac{m g s \sin \alpha}{8} = \frac{\mu m g \cos \alpha \cdot S}{1,2}$$

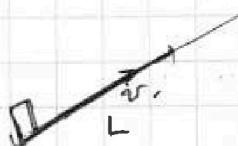
$$-4,6 T^2 + 4T - 1 = 0.$$

$$T_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 4 \cdot 4,6}}{-9,2}$$

$$\begin{cases} \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu = 0,8 + \\ + \frac{1}{3} \cdot 0,6 = 1. \end{cases}$$

В. с. о. МРНТБЛ

$$V_0' = 4\pi l/c - 2\pi l/c = 2\pi l/c. U' = 0\pi l/c.$$



$$U = 2\pi l/c.$$

$$U_0' - a t = U$$



$$\frac{m V_0^2}{2} - \frac{m U^2}{2} =$$

$$= \mu m g l \cdot (s \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu).$$

$$\frac{4}{2} - \frac{2}{2} = 6 = 10 \cdot L \cdot I. L = 0,6 \text{ м.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

MFTI

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

$$V_0 - gT = 0 \quad V_0 = gT = 20 \text{ м/с.}$$

$$V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = 20 \text{ м.} \quad t = \frac{1}{\cos \alpha}.$$

$$H = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 20 \cdot t \tan \alpha - \frac{g t^2}{2 \cos^2 \alpha} = 20 \cdot t \tan \alpha - \frac{g}{2} (\tan^2 \alpha + 1) t$$

$$\frac{dH}{dt} = \tan^2 \alpha + 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + 1.$$

• H_{\max} .

$$H = -\tan^2 \alpha \frac{g}{2} t + 20 \tan \alpha - 5$$

$$x = -\frac{b}{2a} = -\frac{20}{2 \tan^2 \alpha} = -\frac{20}{g \tan^2 \alpha} = 2 \text{ м.}$$

$$\tan \alpha = t \quad -4 \cdot 5 + 20 \cdot 2 - 5 = 15 \text{ м.}$$

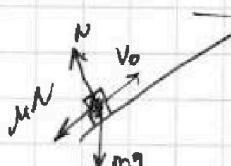
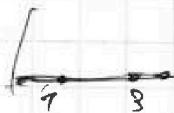
$$-5t^2 + 20t - 5 < H. \quad t_{1,2} = \frac{-20 \pm \sqrt{400 - 4 \cdot 25}}{-10}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_0 \cos \alpha \cdot t = 20 \text{ м} \quad t = \frac{1}{\cos \alpha} \\ V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 20 \cdot t \tan \alpha - 5 \cdot (\tan^2 \alpha + 1) \end{array} \right.$$

$$-5 \tan^2 \alpha + 20 \tan \alpha - 5 = H.$$

$$\text{Найдем } x: -\frac{b}{2a} = -\frac{20}{-10} = 2.$$

$$-5 \cdot 4 + 20 \cdot 2 - 5 = 15 \text{ м.}$$



$$H = 8 \cdot \sin \alpha = 0,8 \text{ м.}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \mu N \cdot S + mgh. \quad N = mg \cos \alpha$$

$$v^2 = 2 \mu g \cos \alpha + 2gh = 16 \text{ м}^2/\text{s}^2.$$

$$\frac{2}{3} \cdot 10 \cdot 0,86 + 20 \cdot 0,8$$

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

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!

$$m \frac{V^2}{r} = F \cos \alpha.$$

$$m \frac{V^2}{r} = F \cos \alpha \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$\approx \frac{\Delta P}{\Delta t} = F.$$

$$m \frac{V^2}{r} = k^2 \cdot \frac{q^2}{C^2} \cdot c.$$

$$m V_0 = F \cos \alpha \cdot t = \mu \cdot N \cdot t = (F \cos \alpha - \mu N) t. \quad \text{OK.}$$

$$\frac{m V_0}{t}$$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha.$$

$$\frac{m V_0}{t} = F \cos \alpha \cdot t - \mu \frac{mg}{N_2} N_2 \quad N_2 = mg.$$

$$- \mu mg + F \cdot t = (F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)) t.$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha.$$

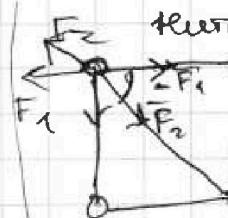
$$F \cdot (1 - \cos \alpha) = \mu \cdot F \cdot \sin \alpha$$

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

$$\frac{m V_0^2}{r} = \mu mg \cdot s.$$

$$\text{или: } m(0 - V_0) = - \mu mg \cdot \Delta t.$$

$$\Delta t = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{\left(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}\right) g} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}. \quad C = \frac{\partial k^2}{\partial \sin \alpha}$$



$$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ =$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{8}\right)$$

$$F_2 = k \cdot \frac{q^2}{(b\sqrt{2})^2} = \frac{k q^2}{4 b}.$$

$$T = \frac{F_1}{\cos 45^\circ}$$

$$T$$

ср сн

$$\frac{\partial k}{\partial \sin \alpha} \text{ жестко} \quad \frac{\partial k \cdot \sin \alpha}{\partial \alpha} \text{ сн}$$

$$\frac{\partial k \cdot \sin \alpha}{\partial \alpha} =$$

жестко

$$= \frac{\sin \alpha^2 \cdot k}{2 \cdot \alpha}$$

$$\frac{\partial k}{\partial \sin \alpha} = \frac{\text{жестко}}{M \cdot \alpha}$$

$$\frac{\partial k}{\partial \sin \alpha} \cdot \frac{1}{\text{жестко}} = k.$$

жестко

$$\frac{\partial k}{\partial \sin \alpha}$$

жестко

$$C = \frac{\partial k^2}{\partial \sin \alpha}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

~~✓~~ 5

8
~~20~~

$$\frac{mV_0^2}{2} = (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g m \cdot 5 + \frac{\mu V^2}{2}$$

1.

$$8 = 10$$

~~V₀₀~~
~~a~~ ~~10~~ ~~8~~

$$\frac{mV_0^2}{2} = (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) mg \cdot 5$$

0°

$$s = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ м.}$$

$$a = \mu \cos \alpha + \sin \alpha.$$

$$V_0 - (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)t = 0.$$

$$\frac{(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)t^2}{2} = 0,8.$$

$$t = \frac{4}{\sqrt{2}} = 4 \text{ с}$$

$$t = \sqrt{\frac{0,8}{0,6}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}}.$$

$$10 \text{ м} = \frac{180 \text{ град}}{180} = \frac{60 \text{ град}}{60}$$

$$0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6.$$

$$T = \sqrt{\frac{2}{3}} + 4 \text{ с.}$$

ЭКСПРИС
240

Для моделирования $V' = 2 \text{ м/с}$. $\alpha = \mu \cos \alpha + \sin \alpha$

~~V₀~~ ~~10~~

$$\text{После } \alpha = -\mu \cos \alpha + \sin \alpha = 0,6 \text{ м/с}^2$$

~~10~~ ~~8~~

$$2 - 0,6t = 0.$$

$$t = \frac{20}{6}.$$

$$L' = 2 \cdot t - \frac{0,6t^2}{2} = \frac{20}{3} - \frac{0,6 \cdot 400}{22} = \frac{480 - 240}{22} =$$

$$H = (L - L') \sin \alpha = (0,8 - 3\frac{2}{3}) \cdot 0,8 = = \frac{240}{72} = 3\frac{24}{72} = 3\frac{1}{3}.$$

$$= \left(\frac{8}{10} - \frac{10}{3} \right) \cdot 0,8 = \frac{-82}{30} \cdot \frac{8}{10} = \frac{656}{300}$$

$$6 \text{ м} \quad L' = 2 \cdot \frac{20}{6} = \frac{40}{6} = \frac{20}{3} \text{ м} \quad \frac{60}{180} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$= \frac{120 - 60}{180} = \frac{60}{180} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

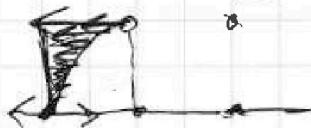


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

$$F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{R^2}$$



$$C = \frac{q}{2} R = i \cdot R$$

$$\Delta x = \frac{3}{2} JRF$$

$$\frac{\Delta x}{\text{мом.к}} =$$

$$A_{1,2} =$$

$$\frac{\Delta x}{\text{мом.к}}$$

$$\frac{Q}{T} = C$$

$$\frac{C}{R} \cdot \frac{T}{T_1} = \frac{AP-U}{T}$$

$$\frac{\Delta x}{\text{мом.к}} =$$

$$\frac{Q}{T \cdot \text{ед.к}} =$$

$$\frac{C}{R} \cdot \frac{T_1}{T}$$

$$A_{1,2} = \Delta x$$

$$\frac{C}{R} \text{ const.}$$

$$A = \Delta x$$

$$\frac{C}{R} = \frac{1}{3} MR$$

$$\frac{C}{R} = \frac{\Delta x}{\text{мом.к}} \cdot \frac{\text{мом.к}}{\Delta x}$$

$$J = 1 \text{ мом.к}$$

$$R = 8,31$$

$$T = \frac{8}{3}$$

След.

$$C_{1,2} = 2 \cdot R$$

$$C_{1,2} = 2 \cdot \frac{\Delta x}{\text{мом.к}}$$

$$C \cdot J = \frac{2 \Delta x}{k}$$

Б.т.

$$\Delta T = 4T_1 - T_1 = 1200 \text{ к.}$$

$$A = \frac{8}{3} J R \delta T$$

$$A = C \cdot J$$

$$\Delta T =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31$$

$$\frac{C}{R} \quad C \cdot \Delta T \cdot J = 2R = \frac{\Delta x}{\text{мом.к}} \cdot K$$

$$\Delta F = 4200$$

$$A_{\frac{1}{2}} = C \cdot J T$$

$$\frac{C}{R} = 2 \quad C = 2R$$

$$A = Q \cdot \Delta T = Q \cdot \frac{8}{3} J R \Delta T$$

$$Q = C \cdot J \Delta T = 2 R J \Delta T =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot R \cdot \Delta T = 1200 = 600 \cdot 8,31$$



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!

1-2.

$$2-3 \quad \Delta T = 4T_1 - \sqrt{2}^3 T_1 = T_1 \cdot 2(2 - \sqrt{2})$$

$$A = Q_1 - Q_2$$

$$2R \cdot J_{\Delta T} - \frac{3}{2} R J_{\Delta T} = A_{1,2} = \frac{7}{2} R J_{\Delta T} =$$

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

$$T_2 = 160 \text{ K}$$

$$T_3 = 2^{1.5} \cdot 400$$

$$n = \frac{A}{Q}$$



$$Q_{\text{loss}} = Q_{13} + Q_{23} - Q_{21} =$$

$$C_J \Delta T,$$

$$= C_{13} \cdot \Delta T + C_{12} \Delta T - C_{23} \Delta T =$$

$$C_P - C_V = \frac{g}{2}$$

$$= 2 \cdot 1200 \text{ J} + 2.5 \cdot (400)(2^{1.5} - 1) -$$

$$1-2 \text{ изобарный } p = \text{const} \quad A = p \cdot \Delta V = 0.5(400) \cdot (4 - 2) =$$

$$2-3 \text{ изохорный. } V = \text{const} \quad A = 0.$$

$$\frac{3}{2} R J_{\Delta T} = Q_{23}$$

$$C_J Q_{\text{loss}} = 2R \cdot J_{\Delta T} - \frac{3}{2} R J_{\Delta T} = A = \frac{1}{2} R \cdot \Delta T = 600 \text{ J}$$

$$2400 \text{ J} - 1000 \text{ J} + 1000 \cdot 2^{1.5} - 800 + 800 \cdot 2^{1.5} =$$

$$= 600 + 1200 \cdot 2^{1.5} = 358$$



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$