



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

Вариант 10-01



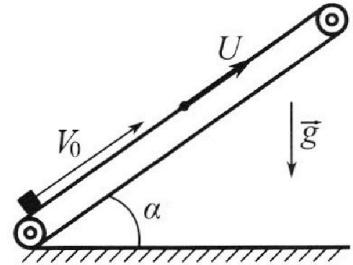
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 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.

- 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



- За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1 \text{ м}$?

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

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

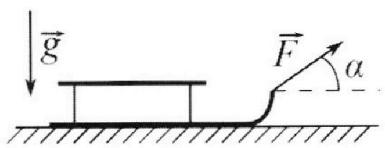
- Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

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.

- Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

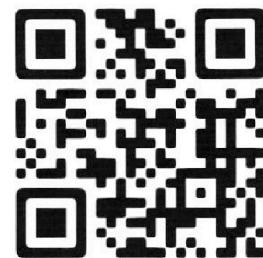
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.





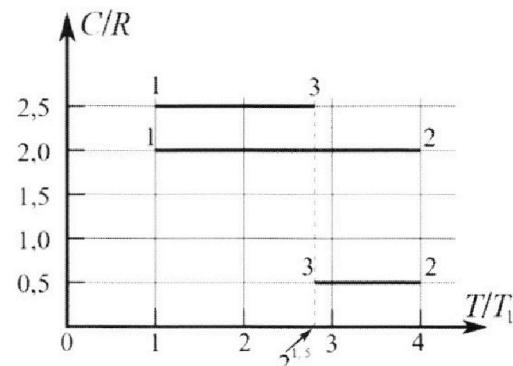
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

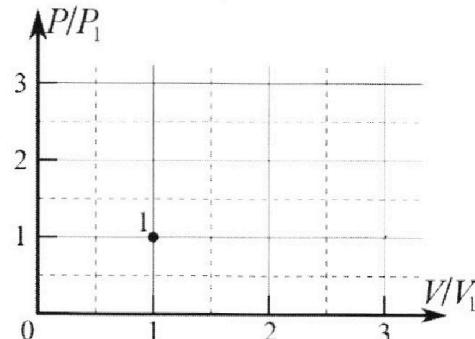


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

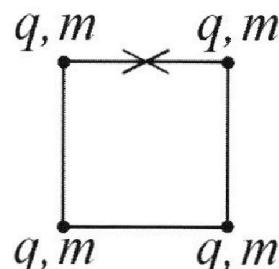


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1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

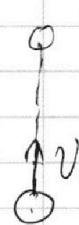
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

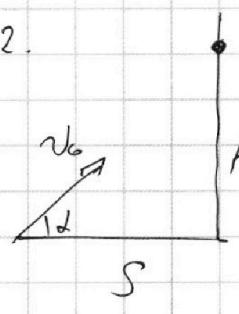
МФТИ.



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

1) 1.  На максимальной высоте скорость
шарика равна 0, поэтому $V_0 = gT =$
 $= 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м/с}$

Ответ: $V_0 = 20 \text{ м/с}$

2.  Ведётся угол α - угол между начальной
скоростью и горизонтом. Угол β - угол до саммита.
Н - высота.

$$\begin{cases} V_0 \cos(\alpha) T = S \Rightarrow T = \frac{S}{V_0 \cos(\alpha)} \\ V_0 \sin(\alpha) T - \frac{g T^2}{2} = H \end{cases}$$

$$\frac{V_0 \sin(\alpha) S}{V_0 \cos(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} = H$$

H - максимальная, поэтому $H' = 0$

$$H' = \cancel{\left(t g(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} \right)'} = 0$$

$$\left(t g(\alpha) S \right)' - \left(\frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} \right)' = 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$B H = 0 = -\frac{1}{\cos(\alpha)^2} S - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \cancel{\frac{1}{\cos(\alpha)^2}} f g(\alpha) = 0$$

$$\frac{1}{\cos(\alpha)^2} S \left(1 - \frac{g S}{V_0^2} f g(\alpha) \right) = 0$$

$$1 - \frac{g S}{V_0^2} f g(\alpha) = 0$$

$$1 = \frac{g S}{V_0^2} f g(\alpha)$$

$$\frac{V_0^2}{g S} = f g(\alpha) \quad \text{Уравнение угла под углом угла}$$

записано, что для этого угла максимальна высота.

$$H = f g(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos(\alpha)^2}$$

$$\frac{\cos(\alpha)}{\cos(\alpha)^2} \frac{1}{\cos(\alpha)^2} = 1 + f g(\alpha)^2$$

$$H = \frac{V_0^2}{g S} \cdot S - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \left(1 + \frac{V_0^2}{g S} \right) = \\ = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \cancel{\frac{V_0^2}{g S}} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} - \frac{S}{2}$$

Все величины нам даны, поэтому $H \approx 0$

$$H = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} - \frac{S}{2}$$



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

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

МФТИ.

$$H = \frac{(20 \text{ rad/s})^2}{\omega_{\text{н}}/c^2} - \frac{\omega_{\text{н}}/c^2 \cdot (20 \text{ rad/s})^2}{2 \cdot (20 \text{ rad/s})^2} - \frac{20 \text{ rad/s}}{2} =$$

$$= 40 \text{ rad} - 5 \text{ rad} - 10 \text{ rad} = 25 \text{ rad}$$

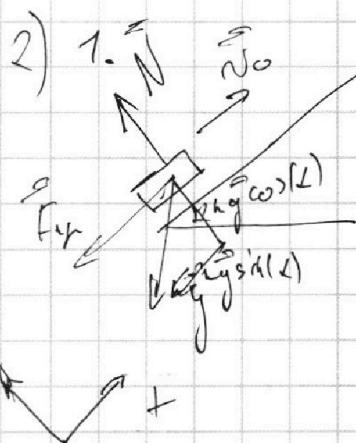
~~И_{max} = 25 rad~~ Ответ: И_{max} = 25 rad.



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



По 2. зи ~~д~~ ^{для} усекущий на оси
бернесущую прямую линия = 0
~~шаги будем упрощать~~, ~~быть~~
не можем быть, ибо если упрощать

на оси y

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} \quad \text{и } y = N - m \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$= \sqrt{1 - \frac{64}{100}} \quad m \cdot g \cdot \cos(\alpha) = N$$

$$= \sqrt{\frac{36}{100}} = \frac{6}{10} \quad \text{Из-за другого движения, и } F_{\text{нр}} - \\ \text{Сила трения скольжения, равняется}$$

$\mu N = F_{\text{нр}}$. а также и силы давления

~~Несмотря Закон движения по оси x:~~

Задача 2. 3. Н на оси x

$$m a_x = -m g \sin(\alpha) - \mu m g \cos(\alpha)$$

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

Закон движения на оси x:

$$v_0 t - \frac{g (\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)) t^2}{2} = s$$

$$\text{Поставлен соотношение } a_x = -10 \text{ м/с}^2 \left(\frac{8}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{10} \right)$$

$$= -10 \text{ м/с}^2 \left(\frac{8}{10} + \frac{2}{10} \right) = -10 \text{ м/с}^2$$

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!

Проверка, не уходит ли основная фаза за
пределы $S = 1m$

$$S = \frac{0^2 - V_0^2}{2a_k} = \frac{-16\pi^2/c^2}{-20\pi/c^2} = 0,8m$$

Задача описана основными же лено, как задача
лого 14.

Последний, сколько он добился за время, что
бы ванесе $V=0$

$$V_0 + a_k t = 0 \Rightarrow t = \frac{4\pi/c}{10\pi/c^2} = 0,4c$$

Причина описаны выше были, почему F_k для
изменения в другую сторону

Проверка включает на ось x :

$$m_{\max}' = -\mu g \sin(\alpha) + \mu g \cos(\alpha)$$

$$a_k' = -g \left(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha) \right) = -10\pi/c^2 \left(\frac{8}{10} - \frac{1}{3} \cdot \frac{8}{10} \right) =$$

$$= -10\pi/c^2 \left(\frac{6}{10} \right) = -6\pi/c^2$$

Задача имеет явное решение на ось x , что, что оно

Число $1m - 0,8m = 0,2m$

$$\frac{a_k' T^2}{2} = -0,2m \Rightarrow T = \sqrt{\frac{-0,2m \cdot 2}{-6\pi/c^2}} = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{T}{15}} c$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



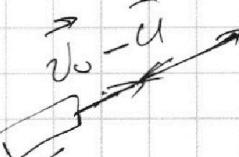
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

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

МФТИ

$$a_{\text{сп}} \cdot T = 0,4 \text{ c} + 2 \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ c}$$

2) Сила тяжести движущегося по наклонной плоскости



так $V_0 > U$, то физика движется

вверх, сила тяжести движущегося вверх

~~Когда $V_0 < U$, то движение вниз~~

~~недопустимо~~

Найдём высоту Задача, так как, как ранее упомянуто

движение a_k

$$\text{Изменяя } V_0 - U = -a_k T \Rightarrow T = \frac{V_0 - U}{-a_k} = \frac{4 \text{ м} / \text{с} - 2 \text{ м} / \text{с}}{-10 \text{ м} / \text{с}^2} = 0,2 \text{ с}$$

За это время в CO конвейер подъехал:

$$(V_0 - U) T + \frac{a_k T^2}{2} = 2 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,2 \text{ с} + \frac{10 \text{ м} / \text{с}^2 \cdot \frac{4}{100} \text{ м}^2}{2} =$$

$$= 0,4 \text{ м} + 0,2 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

За это время конвейер проехал: $U \cdot T = 2 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,2 \text{ с} = 0,4 \text{ м}$

$$\text{Итого } L = 0,4 \text{ м} + 0,2 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Когда движение движется может начать забирать U и при движении в другую сторону, сила тяжести движется

Следовательно, и ускорение станет либо a_k'

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!

Железо $-U - \frac{q}{c} = -a \cdot t_2 \Rightarrow \frac{-U - \frac{q}{c}}{-a} = t_2 \Rightarrow$

$$t_2 = \frac{-2a/c - \cancel{q/c} - 2a/c}{-6a/c^2} = \frac{2}{3} c$$

Дл.

$$t_2 = \frac{2}{3} c - \text{дл. лежа на машине, когда}$$

чесарка дала $2a/c$ то машине $-2a/c$

Все это время машине движение. С (0) начнется:

$$\text{т. } S_2 = 0a/c \cdot t_2 + \frac{a/c \cdot t^2}{2} = \cancel{-\frac{q}{c}c} - 6a/c^2 \cdot \frac{q/c^2}{2}$$

$$= -\frac{q}{3} c$$

Конец за это время будет: $\frac{2}{3} c \cdot 2a/c = \frac{4}{3} c$

Железо $L_2 = L_1 + \frac{4}{3} - \frac{4}{3} = L_1$, т.к. $L_1 = L_2$

Значит общее время: L_1

Общее: $L = 0,6 a$.

3) На каких L в коробке не будет звуковых волн?

$\sin(L)$ находит H .

Если находит время для которого чесарка движется

Она движется $0,6 a$, в этом случае не будет звука.

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"/> |

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

МФТИ.

0-212

$$0 - U + \alpha \cdot T_3 = 0$$

$$-2 \pi / c = -6 \pi / c^2 T_3$$

$$T_3 = \frac{1}{3} c$$

За это балл начислен! $U \cdot T_3 = \frac{2}{3} \cancel{\pi} \cdot \frac{1}{3} c \cdot 2 \pi c = \frac{2}{3} \cancel{\pi}$

Балл сок δ со начислен! член!

$$S_4 = (U - U) T_3 + \frac{\alpha \cdot T_3^2}{2} = \frac{\alpha \cdot T_3^2}{2} = \frac{-6 \pi k^2 \cdot \frac{1}{9} c^2}{2} = -\frac{1}{3} \pi$$

$$\text{Понял } S_{4y} = L + \frac{2}{3} \pi - \frac{1}{3} \pi = L + \frac{1}{3} \pi = 0,6 \pi + \frac{1}{3} \pi =$$

$$\frac{6}{10} + \frac{1}{3} = \frac{18}{30} + \frac{10}{30} = \frac{28}{30} \rightarrow \Rightarrow S_{4y} = \frac{28}{30} \pi$$

$$H = S_{4y} \sin(\lambda) = \frac{28}{30} \pi \cdot \frac{8}{10} = \frac{28 \cdot 2}{15 \cdot 5} = \frac{56}{75} \approx 0,74 \pi$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{56}{75} \pi \approx 0,74 \pi$$

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** 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"/> |

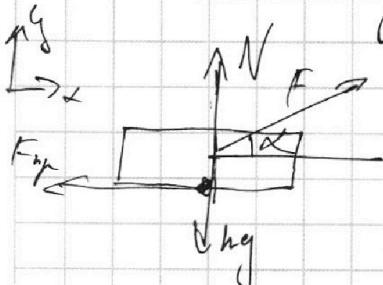
МФТИ



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

3) Запишем 2 з. и для этого сначала, когда

силы не меняются ~~затемнением и низ угла~~.



Случай 1: т.к. силы не изменяются, то

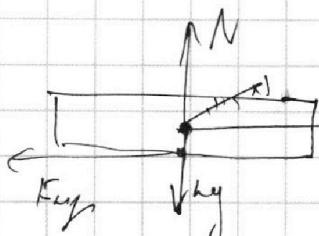
$$F_f = \mu N$$

но они ~~и~~ ~~затемнение~~ не изменяются.

$$N + F \sin(\alpha) = mg \Rightarrow N = mg - F \sin(\alpha)$$

то есть:

$$\begin{aligned} ma_x &= F \cos(\alpha) - F_f = F \cos(\alpha) - \mu g N \\ &= F \cos(\alpha) - \mu (mg - F \sin(\alpha)) = \\ &= F (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g \\ a_x &= \frac{F}{m} (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g \end{aligned}$$



При этом силы не изменяются:

$$F_f = \mu N$$

$$mg - N = ma_y = 0 \Rightarrow mg = N$$

$$ma_x = F - F_f = F - \mu mg$$

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

Если забыть про то что сила тяжести не изменяется
и сила трения тоже, но т.к. $V = a \cdot t$, то ускорение может быть

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

$$a_x = a_x'$$

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

$$\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha) = 1$$

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

Однако: $\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

Задача синяя:

$$N \rightarrow \quad 23 \text{Н.Лег} \quad F_{fric} = \mu N$$
$$N = mg \quad F_{fric} = \mu mg$$

$$23 \text{Н.Лег} : m a_{3x} = F_{fric} = \mu N \Rightarrow a_{3x} = \mu g$$

Также синяя задача:

$$V_0 = a_{3x} \cdot T$$

$$V_0 = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} g T$$

$$T = \frac{V_0}{g} \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}$$

Однако: $T = \frac{V_0}{g} \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}$

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. Порча QR-кода недопустима!

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

$$Q = C \Delta T \cancel{\text{ж}}$$

$$\sqrt{C} \Delta T = A + \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T$$

$$A = \sqrt{C} \Delta T - \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T = \sqrt{C} \Delta T \left(1 - \frac{i}{2\sqrt{R}} \right)$$

$$\Delta T_{12} \text{ б. узел } 1-2 = \cancel{\frac{3}{T_1}} \text{ 1200 K} \text{ ик } \frac{\Delta T_{12}}{T_1} = 3$$

$$\text{Ж.к раз ощущение } i = 3 \Rightarrow \Delta T_{12} = \frac{T_1}{T_1 - 3} = 1200 \text{ K}$$

$$\text{Дж } 1-2 \frac{C}{R} = 2,0$$

$$A_{12} = 1200 \cdot 1200 \text{ K} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \left(2 - \frac{3}{2} \right) =$$

$$= 1200 \cdot 600 \cdot 8,31 \text{ Дж} =$$

$$= 4986 \text{ Дж}$$

2. $\eta = \frac{A_2}{Q_H}$ ~~ж~~

Значит, 41,0 мк ~~Ж~~ разогрев раз вдвое

б. узел 1-2, б. основное б. узел разогрев раз вдвое

Составим задачу A_{23} в виде формулы из п. 1. ?

$$\cancel{\frac{A}{Q}} \Delta T_{23} = \cancel{\frac{Q}{T_2}} T_1 (2^{1,5} - 1) = \cancel{\frac{T_2^{1,5}}{T_1}} \cancel{\frac{Q}{T_1}} =$$

$$= \cancel{\frac{Q}{T_2}} (2\sqrt{2} - 1) \cdot T_1 ; \frac{C}{R} = 0,5$$

$$A_{23} = 1 \cdot (2\sqrt{2} - 1) \cdot 400 \cdot 8,31 (0,5 - 1,5) = -1200 \text{ Дж}$$

$$= (4 - 2\sqrt{2}) \cdot 400 \cdot 8,31 \text{ Дж}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

$$A_{32} \Delta T_{12} = T_1 \left(1 - 2^{\frac{3}{2}}\right) = T_1 (1 - 2\sqrt{2})$$

$$\cancel{C_{31}} = 2,5$$

$$A_{31} = 1 (1 - 2\sqrt{2}) \cancel{400 \cdot 8,31} (2,5 - 1,5) = \\ = (1 - 2\sqrt{2}) \cdot 400 \cdot 8,31$$

$$\eta = \frac{A_{31}}{Q_u} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{P C_m \Delta T_{12} R} = \frac{4986 + 8,31 \cdot 400 / (5 - 4\sqrt{2})}{1200k \cdot 8,31}$$
$$= \frac{600 \cdot 8,31 + 8,31 \cdot 400 / (5 - 4\sqrt{2})}{1 \cdot 2 \cdot 1200k \cdot 8,31} = \frac{600 + 400 / (5 - 4\sqrt{2})}{2400k}$$

$$\frac{2600 - 160\sqrt{2}}{2400} = \frac{26 - 16\sqrt{2}}{24} \approx \frac{26 - 16 \cdot 1,4}{24}$$

$$= \frac{26 - 22,4}{24} = \frac{3,6}{24} \cancel{3 \frac{1}{20}} = \frac{15}{20} = 0,75$$

Ответ:
 $\eta \approx 0,75 = 75\%$.

3. Задача, т.к. спрос однакового роста

$$потребности = \frac{3}{2}R + R = 2,5R \quad \frac{C}{R} = 2,5, \text{ т.к.}$$

составлены в единицах \Rightarrow 3-1, значит

он производит при заданном спросе

Уменьшить издержки для уменьшения

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

Это упражнение.

~~Р = P₀V₀/T₀~~

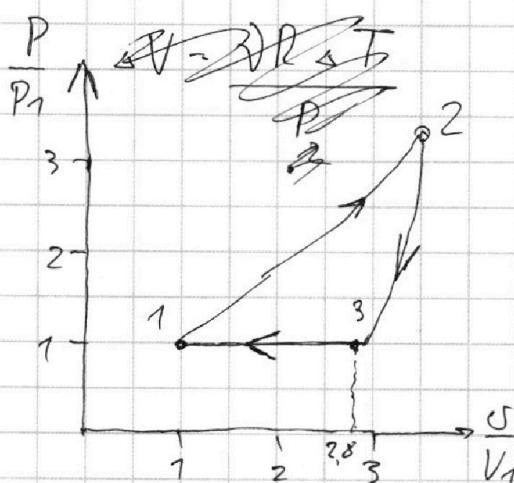
$$P_1 V_1 = \sqrt{R} T_1$$

~~Р₂ = Р₁V₂/V₁T₂~~

$$P_1 V_1 = \sqrt{R} T_1 \quad P_2 V_2 = \sqrt{R} (T_1 + \Delta T)$$

~~P₂ΔV = √RΔT~~

$$P_1 (V_1 + \Delta V) = \sqrt{R} (T_1 + \Delta T)$$



$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\Delta V = V_1 \cdot \frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\Delta V = V_1 \cdot \frac{(2\sqrt{2} - 1)}{T_1} = V_1(2\sqrt{2} - 1)$$

$$\Delta V \approx 1.8 V_1$$

$$V_3 = V_1 + \Delta V = 2.8 V_1$$

Из-за неподвижности поршня теплоемкость, то есть теплоудельная
уравненіе $PV^k = \text{const}$

~~PV = const~~

$(\sqrt{RT})V^{k-1} = \text{const}$ Гессионное ~~значение~~ значение

$$\text{известно} \quad dC \cdot dt = P \cdot dV + \frac{1}{2} \cdot \partial R \cdot dE$$

$$C = P \frac{dV}{dt} + 1.5 \partial R$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$\frac{dV}{dt} = \sqrt{R} \left(\frac{C - \sqrt{V}}{R} \right)$$

$$\frac{dV}{\sqrt{t}} = \text{Чтобы } \text{ сделать } V \text{ со } \sqrt{\text{умножить на }} t$$

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

$$P(\sqrt{RT})V^{h-1} = \text{const}$$

~~$$\frac{1}{V^{h-1}} = \sqrt{RT}$$~~

~~$$T_n R \frac{1}{V^{h-1}} = \sqrt{RT}$$~~

$$\frac{1}{\sqrt{RT}} = V^{h-1}$$

$$V^{1-h} = \sqrt{RT}$$

$$(1-h) V^{-h} = \sqrt{R}$$

$$C_n \left(\frac{T_e}{T_n} \right) \frac{1}{\sqrt{R}} = \frac{V^{h-1}}{dt}$$

Такое выражение называется кривой

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

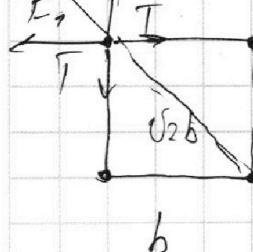
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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. Живут 2 сына, изменяющие, то ли лягушка, а либо,

F_2 Ещё одна
 F_1 лягушка
Изменение
Сын
Лягушка



Движение один зверь
 F_2 F_1
 T U_{20}
 b

Зверь живет

Живут 2 сына, изменяющие

Что живут сидят либо:

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

$$F_1 = h \frac{q^2}{b^2} \quad F_2 = \frac{h q^2}{2 b^2}$$

$$\cos(45^\circ) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

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

$$\text{Ответ: } \frac{h q^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)$$

Задача 2. Живут 2 сына, изменяющие, что

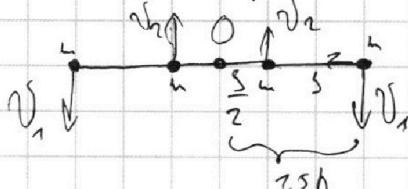
У них есть лягушка О, а значит Зверь живет
У них есть лягушка О.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |



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

Когда пускали в водной машине



O - центральный центр баланса

и т.к. скорость в НСО равна 0

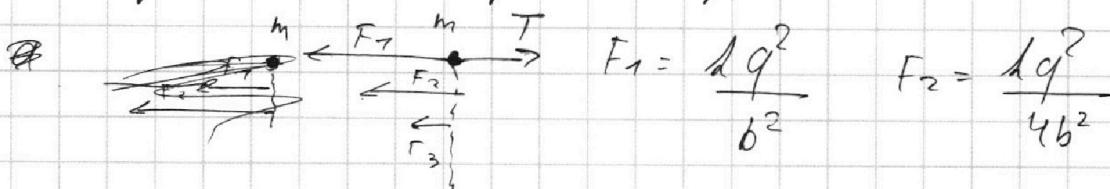
$$\text{так } \dot{V}_{\text{нр}} = 0, \text{ то } \frac{2mU_2 - 2mU_1}{4b} = 0$$

$$\Rightarrow 2mU_2 = 2mU_1 \Rightarrow U_1 = U_2 = U$$

В данной машине есть еще одна машина

дополнительные сопротивления уменьшит.

Требуется найти вес машинки пуска:



$$F_1 = \frac{1}{b^2} q^2 \quad F_2 = \frac{1}{4b^2} q^2$$

$$T = F_1 + F_2 + F_3 \quad F_3 = \frac{1}{9b^2} q^2$$

$$m g = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = \frac{1}{b^2} q^2 \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right)$$

$$g = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}$$

$$\frac{q^2}{1.5b} = g = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}$$

$$q^2 = \sqrt{1.5b \cdot \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}} = \sqrt{1.5b \cdot \frac{1}{m \cdot b^2} q^2 \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right)}$$

$$= \sqrt{1.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) \cdot \frac{1}{m \cdot b}} = \sqrt{1.5 \cdot \frac{49}{36} \cdot \frac{1}{m \cdot b}} = \sqrt{1.5 \cdot \frac{49}{36} \cdot \frac{q^2}{m \cdot b}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

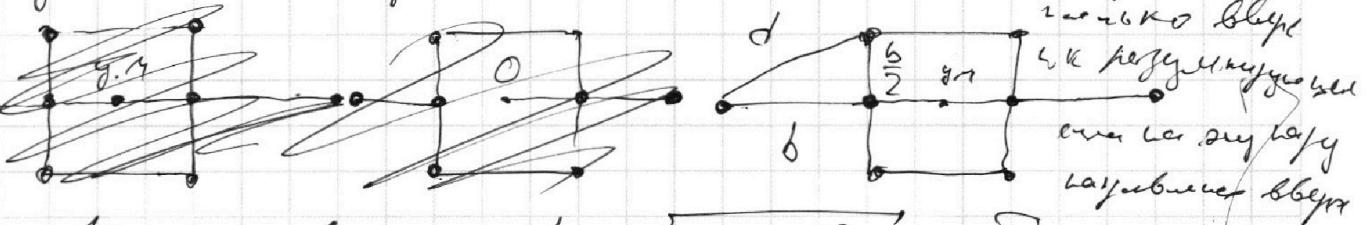
Ответ:

$$V = q \sqrt{\frac{k}{mb}} \cdot \frac{7}{6} \cdot \sqrt{1,5} \text{ м}^3/\text{с} \approx q \sqrt{\frac{d}{mb}} \cdot \frac{7}{6} \cdot \frac{85}{6} \approx q \sqrt{\frac{d}{mb}} \cdot 1,41$$

3. Их все саны вынуждены, значит $S_{\text{шн}} = 0$

Дадим вращение звея кардана с одинаковыми

ч. м. и постоянной на концах. Желая что вращение



$$\text{Как мы видим } d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

Ответ: $d = \frac{\sqrt{5}}{2} b$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Число государственных членов в группе S: $\frac{3}{1,6}$

225

Решение

$$\begin{array}{r} \times 7,5 \\ - \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ - \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ - \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ - \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ - \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ - \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 1,6 \\ 1,6 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{aligned} & \text{Уравнение} + \frac{a_2^2}{2} = S \quad \frac{1,5}{1,4} \approx 1,1 \\ & \sqrt{4b^2 + b^2} \frac{\sqrt{5}}{2} b = 2S = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 600. \\ 831. \\ 256 \\ \hline 4986 \end{array}$$

$$\begin{aligned} & T = \frac{-2U_0 \pm \sqrt{4U_0^2 + 85a_2^2}}{2a_2} = \frac{36}{36} + \frac{92129}{36} = 36 \\ & U_0 = -2 \cdot 4 \frac{1}{10} = \sqrt{4 \cdot 16 \cdot 1^2 + 8 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{49}{36} = \frac{7^2}{6^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{7}{6} \frac{2\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{7}{2\sqrt{3}} = \frac{7}{2\sqrt{6}} = \frac{7}{2\sqrt{6}} = \frac{7}{2\sqrt{6}} = \frac{7}{2\sqrt{6}} = 6 \\ & U_0 = -8 \frac{1}{10} = -560 = \frac{38}{15} = \frac{49}{24} = \frac{175}{144} = \frac{0,74}{3,24} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{29}{100} = 0,2 - \frac{350 \cdot 75}{30075} = \frac{2}{75} = \frac{2}{75} = 26,22,4 \\ & PV = c_0 V + \frac{8,5}{6} \frac{16}{2,5} = \frac{16 \cdot 2}{2,5} = \frac{16 \cdot 2}{2,5} = \frac{16 \cdot 2}{2,5} = 3,6 \end{aligned}$$

$$PV = \gamma R T$$

$$\frac{2}{75} = \frac{2}{75} = \frac{2}{75} = \frac{2}{75} = 22,4$$

$$\begin{aligned} & \frac{8,5}{6} \cdot \frac{13}{9} = \frac{3010}{3} = \frac{85}{6} = \frac{85}{6} = \frac{85}{6} = 28 \cdot 2 = \frac{28 \cdot 2}{75,5} \\ & 2 \frac{3}{2} = \sqrt[3]{2^3} = 2\sqrt{2} = \frac{8,5}{6} = \frac{8,5}{6} = \frac{8,5}{6} = \frac{8,5}{6} = 1,7 \end{aligned}$$

$$(dV) = P dV + \frac{i}{2} \gamma R dT$$

$$P dV = \frac{1,7}{1,4}$$



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!

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$

~~Граф~~

$$C_v + R = C_p$$

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

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{\gamma} = \frac{\left(\frac{i}{2}+1\right)R}{\frac{i}{2}R}$$

$$\frac{i}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Задача 1-3 - это одна



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!

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\begin{cases} V_0 \cos(\alpha) t = S \\ g t^2 - \frac{g \bar{t}^2}{2} = H \end{cases} \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos(\alpha)}$$

$$\frac{g \bar{t}^2}{2 V_0^2} \frac{\sqrt{S}}{g \bar{t}}$$

$$H = f g(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} = 0$$

$$\frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} = H \quad \left[\frac{1}{\cos^2(\alpha)} = 1 + f g(\alpha)^2 \right]$$

$$V_0 \cos(\alpha) t = S \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos(\alpha)}$$

$$V_0 \sin(\alpha) t - \frac{g \bar{t}^2}{2} = H$$

$$(\cos(\alpha))^2 =$$

$$\frac{V_0 \sin(\alpha) S}{V_0 \cos(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} = H \quad \cancel{2 \cos(\alpha) \sin(\alpha) = -S \cancel{V_0^2}}$$

$$(\cos(\alpha)^{-2})^{\frac{1}{2}} =$$

$$\left[+ \frac{1}{\cos(\alpha)^3} \sin(\alpha) \right]$$

$$H' = 0$$

$$S \cdot \frac{1}{\cos^3(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 V_0^2}$$

$$f 2 \frac{1}{\cos(\alpha)^3} \sin(\alpha)$$

$$S \cdot \frac{1}{\cos^2(\alpha)} - 2 \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{1}{\cos^2(\alpha)} f g(\alpha) = 0$$

$$S - \frac{g S^2}{V_0^2} f g(\alpha) = 0 \quad f g(\alpha) = \frac{S V_0^2}{S^2 g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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. 0 v_0

$\downarrow g$

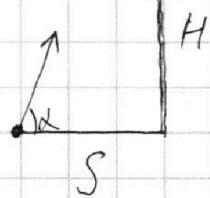
На максимальной высоте скорость
шарика равна 0, потому.

$\uparrow v_0$

$$v_0 = gT = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$

2.



Введем угол α - угол наклона
расходящейся пары. T - время до столкновения

$$v_0 \cos(\alpha) T = S \quad H - \text{высота}$$

$40 \text{ м} - 10 \text{ м}$

- 5

4000

$$\frac{10}{2} = 5$$

Скорость высокой пары. Значит ее будем

$$\frac{2 \cdot 2}{10} = 0,4 \quad \text{столкновение } V_y - (\text{вертикальная скорость})$$

пары} = 0 \Rightarrow v_0 \sin(\alpha) = gT

~~$\frac{x_1}{c^2} + \frac{x_2}{c^2} = 1$~~

Получим систему уравнений

$$\begin{cases} v_0 \cos(\alpha) T = S \\ v_0 \sin(\alpha) = gT \end{cases}$$



$$\frac{x_1}{x_2} \cdot \frac{1}{x_3}$$

$$\begin{cases} v_0 \sin(\alpha) = gT \\ v_0 \sin(\alpha) T - \frac{gT^2}{2} = H \end{cases}$$
$$V_{yA} = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2}$$