

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



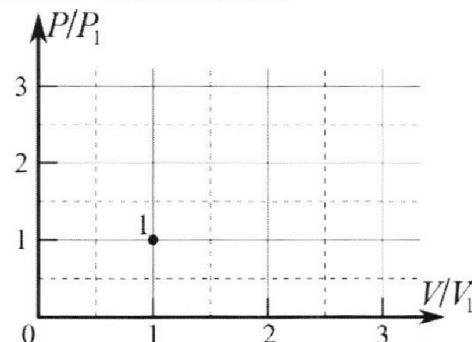
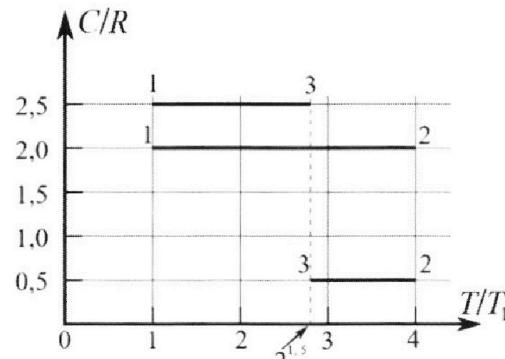
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .

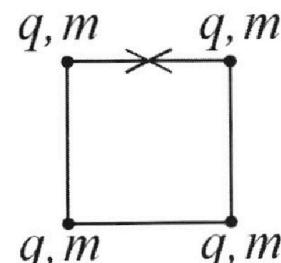
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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.





Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

Вариант 10-01



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

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

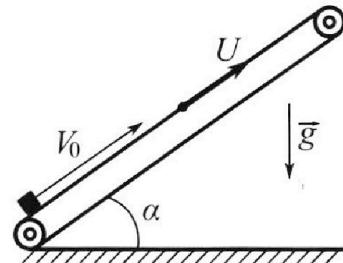
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посыпает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



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

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

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

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

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

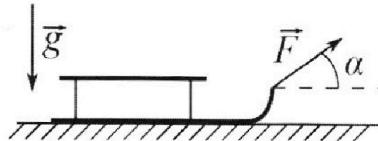
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



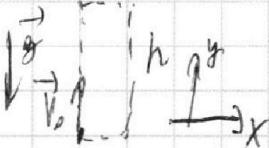
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

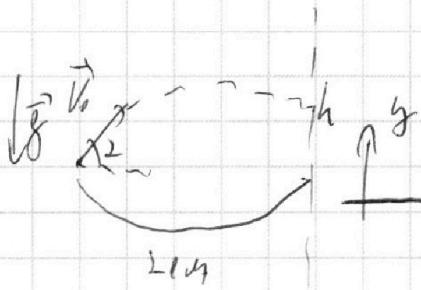
Задание №1

$$Oy: V(t) = V_0 - g \cdot t$$



$$h_{\max} \Rightarrow V_{\text{max}} = 0 \Rightarrow |V(0)| |V(2)| = V_0 - 2g = 0 \Rightarrow$$

$$V_0 = 2g = 20 \text{ м/с}$$



$$Ox: V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t_{\max} = s$$

$$Oy: h = V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t_{\max} - \frac{g \cdot t_{\max}^2}{2}$$

$$t_{\max} = \frac{s}{V_0 \cdot \cos(\alpha)} \Rightarrow h = V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{s}{V_0 \cdot \cos(\alpha)} - \frac{g \cdot s^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$= s \cdot \tan(\alpha) - \frac{g \cdot s^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} = 20 \cdot \tan(45^\circ) - \frac{20 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2 \cdot \cos^2(45^\circ)} =$$

$$= 20 \cdot 1 - \frac{5}{(\cos^2(45^\circ))} = 5 \cdot (4 - \frac{1}{(\cos^2(45^\circ))}) - \text{нужно}$$

найти максимальное значение тангенса высоты

$$\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1 \quad ; \quad \cos^2(45^\circ) = \frac{1}{2} \Rightarrow \tan^2(45^\circ) = \frac{1}{\cos^2(45^\circ)} =$$

$$h = 5 \left(4 - \frac{1}{\cos^2(45^\circ)} \right) = 5 \cdot (4 - 2) = 10 \quad \Rightarrow$$

$$+ f(t) = 4t - t^2; \quad t_0 = 1; \quad f(t_0) = 4 - 1 = 3$$

$$\text{при } \tan(45^\circ) = 2 \text{ будем использовать } h_{\max} = 5 \cdot (8 - 4 - 1) = 15 \text{ м.}$$

Ответ: 1) $V_0 = 20 \text{ м/с}$.

2) $h_{\max} = 15 \text{ м.}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

 МФТИ

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

Задание №

A free body diagram of a block on an incline. The forces shown are the applied force F_{app} pointing up the incline, the weight mg pointing vertically downwards, and the normal force R_g pointing perpendicular to the surface of the incline.

$$F_{\text{net}} + N - mg = ma$$

$$\begin{aligned} O_x: -F_{\text{mp}} - mg \cdot \sin(\alpha) &= -ma \\ O_z: N - mg \cdot \cos(\alpha) &= 0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad N = mg \cdot \cos(\alpha); \quad F_{\text{mp}} = m g \cdot \sin(\alpha)$$

$$\text{O}_y: N - nyz \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$F_{\text{app}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(1)$$

$$m \ddot{u} = F_{\text{app}} - mg \cdot \sin(2) = pmg \cdot (\cos(2)) + mg \cdot \sin(2) \Rightarrow$$

$$M = \rho \cdot g \cdot (\cos(2) + \sin(2)) = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{2}{8} + \frac{4}{3} \cdot 10 \cdot \frac{4}{8} = 10 \text{ N/m}^2$$

$$\cos(2) = \sqrt{1 - \sin^2(2)} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5} \text{ km}$$

$$V_0 = 0 \quad \cancel{L = 0} \quad \cancel{I = 0} \quad I_x: 2 \cdot a_x \cdot S = V_{ix}^2 - V_{ox}^2 = 1 \quad 2 \cdot (-a) \cdot S = 0 - V_o^2 = 1$$

$$S_1 = \frac{V_0}{2\alpha} = \frac{1b}{2\alpha} > \frac{g}{2} \text{ m} \quad \text{if } S_0 = 1 \text{ m} \Rightarrow \text{unstable equilibrium with } \frac{g}{2} \text{ m.}$$

$$\text{Satz } \underline{\text{N}}^2: \int_2 = \frac{af^2}{2} \Rightarrow f_2 = \sqrt{\frac{2f}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{5}} = \sqrt{\frac{2}{5}} > \frac{1}{5}.$$

$$V_0 - g t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{g} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \Rightarrow t_0 \leq t_1 + t_2 = \frac{3}{5}$$

~~4. Следует определить то значение, которое
Морган имеет ввиду, когда говорит, что Романес~~

$V_{\text{kip/komb.}} = f - L = 0$. Przedstawienie wykresu 1

$$\alpha_x = -10^{-4}/(2\pi V(t)) = V_{\text{trap-komb}}/m t$$

$$V_{\text{avg, Komb}} = h - 2 = 2 \Rightarrow 2 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{2}{a} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$h_{\text{max. const}} = V_{\text{originally}} \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{5} - \frac{10 \cdot 1}{2 \cdot 855} = \frac{1}{85} \cdot 9 > 1$$

$$r_0 = k \cdot t + k_{\text{begin, const}} = 2 \cdot \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{3}{5} \text{ m}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input 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 № 2 - ~~проверяйте~~



2). Аналитично пункту 1. $a_x = -10 \frac{m}{s^2}$

И.К. Контакт с землей фиксирован, то

$$V_{x,t} = V_{0x} + at = 4 + 2 = 6 \frac{m}{s}.$$

$$\text{Ox: } |V|t = V_0 - at; |V|t = 6 - 10t \Rightarrow t = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \text{ s.}$$

$$L = V_{0x} \cdot t - \frac{at^2}{2} = 4 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10}{2} \cdot \frac{9}{25} = \frac{12}{5} - \frac{9}{5} = \frac{3}{5} \text{ m.}$$

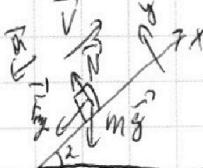
3). Аналитично пункту 1. $a_x = -10 \frac{m}{s^2}$

$$V_0 = V_{0x} + at = 6 \frac{m}{s}; \text{ Ox: } |V|t = V_0 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \text{ s.}$$

$$L' = V_0 \cdot t - \frac{at^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{18}{5} - \frac{9}{5} = \frac{9}{5} \text{ m.}$$

$$H = L' \cdot \sin(\alpha) = \frac{9}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{36}{25} \text{ m.}$$

Ответ: 1) из пункта 1) (- это пункто радиокомандной
навигации)



По закону Ньютона $\vec{F}_N + \vec{F}_{\text{пр}} + \vec{mg} = \vec{ma}$

$$\text{Ox: } m - mg \cdot \sin(\alpha) - F_{\text{пр}} = ma \Rightarrow$$

$$\text{Oy: } N - mg \cdot \cos(\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow F_{\text{пр}} = \mu mg \cdot \cos(\alpha)$$

$$ma = mg \cdot \sin(\alpha) + \mu mg \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow a = g \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cdot \cos(\alpha) - \\ = 10 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 8 + 2 = 10 \frac{m}{s^2} \quad (\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \frac{3}{5})$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задание №2

Пункт 7 - продолжение.

* ситуация, когда $V_x=0 \Rightarrow \Delta F: 2(-a) \cdot S = 0 - V_0^2 \Rightarrow$
 $S \leq \frac{V_0^2}{2 \cdot a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} \text{ м.} \Rightarrow$ между отложенными промежутками есть $\frac{4}{5} \text{ м.}$

$$V_1 = \frac{at_1^2}{2} = 1 t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{a}} = \sqrt{\frac{4}{5 \cdot 10}} = \frac{2}{\sqrt{50}} = \frac{1}{5} l; t_2 = \Delta t_1 = \frac{V_0 - at_1}{a} = \frac{16}{10} = \frac{8}{5} \text{ м.} \Rightarrow$$

$$t_0 = t_1 + t_2 = \frac{1}{5} + \frac{8}{5} = \frac{3}{5} l.$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5} l$

2) $\frac{8}{5} \text{ м}$

3) $\frac{36}{25} \text{ м}$

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Задание №2 - программист

3) движущуюся по кругу из у. $a_x = -10\%t^2$

+ изменяющуюся относительно времени. Тогда для того,

чтобы не было относительно т. кей изменениями
скорости, необходимо, чтобы относительно константа
скорости стала $2 - 4t = -2\%t$.

$$Q_x: V(t) = V_{\text{окр/конв}} - at = -2 \Rightarrow t = \frac{V_{\text{окр/конв}} + 2}{a} = \frac{2+2}{10} = \frac{2}{5} \text{ с.}$$

~~$V_0 = Ut + V_{\text{уп.}} = U \cdot t + V_{\text{окр/конв}}$~~

~~$t_1 \neq: V_{\text{окр/конв}} - at_1 = 0 \Rightarrow$~~

~~$V_0 = U \cdot t + V_{\text{уп.}}$~~

$$t_1 = \frac{V_{\text{окр/конв}}}{U} = \frac{1}{5} \text{ с.}$$

$$V_{\text{уп.}} = V_1 + V_2 = V_{\text{окр/конв}} + \frac{at_1^2}{2} - \frac{at_2^2}{2} \Rightarrow$$

$$t_2 = t - t_1 = \frac{1}{5} \text{ с.}$$

$$V_{\text{уп.}} = 2 \cdot \frac{1}{5} - 2 \left(\frac{1}{5} \right)^2 - \frac{10}{2} \cdot \left(\frac{1}{5} \right)^2 = \frac{2}{5} - \frac{10}{25} = \\ = \frac{2}{5} - \frac{2}{5} = 0 \Rightarrow V_0 = U \cdot t = 2 \cdot \frac{2}{5} = \frac{4}{5} \text{ м.}$$

$$\frac{h}{r_0} = \sin 45^\circ \Rightarrow$$

$$h = r_0 \cdot \sin 45^\circ = \frac{8}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{16}{25} \text{ м.}$$

Ответ: $h = \frac{16}{25} \text{ м.}$

$\boxed{2} \frac{3}{5} \text{ м.}$

$\boxed{4} \frac{16}{25} \text{ м.}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

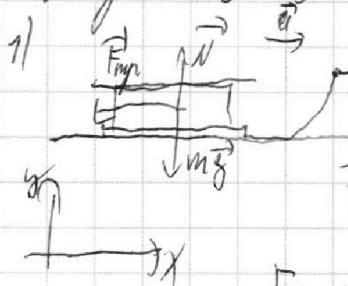
7

МФТИ



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

Задача №3



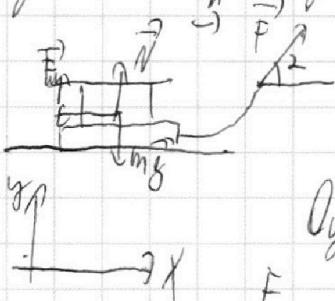
Задача №3 (закон Ньютона для неравн.

$$\text{шагов}: \sum_x: F - f_{\text{тр}} = ma$$

$$\sum_y: N + mg - F_{\text{нр}} = 0 \Rightarrow N = mg - F_{\text{нр}} \Rightarrow f_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

III. К. мес изломания некий за соприкосновение брашировано
шарнири V_0 , то ускорения в обеих экспериментальных рабочих.



II. закон Ньютона: $\sum_x: F + N + mg + F_{\text{нр}} = ma$

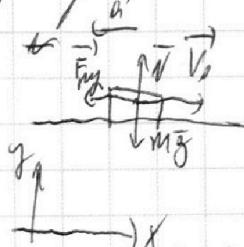
$$\sum_x: F \cos(\alpha) - f_{\text{тр}} = ma$$

$$\sum_y: N - mg + F \sin(\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin(\alpha) =$$

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

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

2). Как когда мес достичь шарнири V_0 , то действующие брашировки
прекращаются.



$$\sum_x: N + mg + F_{\text{нр}} = ma$$

$$\sum_x: -f_{\text{тр}} = -ma; \sum_y: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg =$$

$$f_{\text{тр}} > \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu \cdot g,$$

$$\sum_x: V(t) = V_0 - a t, \text{ при } V(t) = 0 \Rightarrow V_0 = a t \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{\mu \cdot g} =$$

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

$$\text{Однако: } \mu / g = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}; t = \frac{V_0 \cdot \sin(\alpha)}{g(1 - \cos(\alpha))}$$

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 checked="" 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) $C = \frac{Q}{\Delta T} = 1 Q = C \Delta T$, По Иванову Переводчикова $Q = \Delta H + f =$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = C \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 3T_1 = \Delta H + f_{1 \rightarrow 2} \Rightarrow f_{1 \rightarrow 2} = 2R \cdot 3T_1 - 2T_2^2 \cdot R \cdot (T_2 - T_1) / 2 \\ = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} \cdot R \cdot 3T_1 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot 3T_1 = \frac{1}{2} \cdot 1200 \cdot R = \underline{\underline{600R}}$$

2) $C = \frac{Q}{\Delta T}$, В пределах $2 \rightarrow 3 \cup 3 \rightarrow 1 \Delta T = 0$ с малым рабочим темпом
отработки $\Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2} = Q_{1 \rightarrow 2}$; $Q_f = Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 1}$

$$\rho = 1 - \frac{|Q_f|}{|\Delta H|}$$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = 0,2R \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 3T_1; Q_{2 \rightarrow 3} = 0,5R \cdot (2^{15}T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{3 \rightarrow 1} = 2,5R \cdot (T_1 - 2^{15}T_1) \Rightarrow \rho = 1 - \frac{|Q_f|}{|\Delta H|} = 1 - \cancel{\frac{|Q_f| + 2^{15}T_1 - 4T_1}{|\Delta H|}} =$$

$$= 1 - \frac{|0,5R(2^{15}T_1 - 4T_1) + 2,5R(T_1 - 2^{15}T_1)|}{|\Delta H|} = 1 - \frac{|0,5(1^{15}-4) + 2,5(1-2^{15})|}{|\Delta H|} =$$

$$= 1 - \frac{0,5(4-2^{15}) + 2,5(1^{15}-1)}{6} = 1 - \frac{4-2^{15} + 5 \cdot 2^{15} - 5}{12} = 1 - \frac{4 \cdot 2^{15} - 1}{12} = \frac{73-4 \cdot 2^{15}}{12}$$

$$P_3 \xrightarrow{3} P_2 \xrightarrow{2}$$

Из уравнения Капиларного подъема, что

$$\frac{P_1 V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} - \frac{P_2 V_3}{4T_3} = 1$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{1}{2}}, \text{ т.е. эти три участка}$$

будут изотермами, на которых

изменится от 1 до 4.

отработка $2 \rightarrow 3$ - изотерма, где изотермическое изменение от 2 до $\frac{2}{4} \cdot 4$ и

$3 \rightarrow 1$ - изотерма, где изотермическое изменение от $\frac{1}{2} \cdot 4$ до 1 до $\frac{1}{2} \cdot 4$

$$\text{Ответ: 1. } 600R; 2. \frac{73-4 \cdot 2^{15}}{12}$$

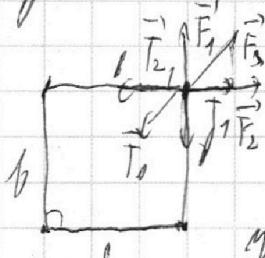


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задание №5



1) $\vec{F}_1 + \vec{T}_2$ зовут силойкса вправо вертикальную,

если рассматривать \vec{F}_1 зовут сильой, полученной,

$$\text{тогда } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = k \cdot \frac{|q|^2}{b^2}; \quad |\vec{F}_3| = k \frac{|q|^2}{(2b)^2} = k \frac{|q|^2}{2b^2}$$

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| \Rightarrow |\vec{T}_0| = \sqrt{2} T \quad (T = |\vec{F}_1| = |\vec{T}_1|)$$

$$\vec{F}_3 \parallel (\vec{F}_1 + \vec{F}_2), \quad \vec{F}_0 \perp \vec{T}_0 \Rightarrow |\vec{F}_0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3| =$$

$$|\vec{F}_0| = \sqrt{2} \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \sqrt{2} \cdot k \frac{|q|^2}{b^2} + k \frac{|q|^2}{2b^2} = \sqrt{2} T \quad (\text{доказано})$$

Нормально =

$$T = 2 \frac{|q|^2}{b^2} + k \frac{|q|^2}{2b^2}$$

2) Если быть, нагрузка, то пусть это будет сильой F_0

силой. Тогда $T_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}_0 = \vec{F}_0 + \vec{T}_1$;

$$T = k \frac{|q|^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right); \quad F_0 = k \frac{|q|^2}{b^2} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2} = T = F_0 \cdot \sqrt{2}; \quad (\vec{F}_0; \vec{T}_0) = 155^\circ$$

$|\vec{F}_0 + \vec{T}_0| = |\vec{F}_0| = T$ (это из попарно непересекающихся прямых \vec{F}_0 и \vec{T}_0)

$$|\vec{F}_0'| = k \frac{|q|^2}{b^2} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \quad (\text{важно из симметрии трапеции})$$

мы действуем и правой левой стороны). Всегда мы

стремимся ~~этот~~ ~~этот~~ к тому чтобы перпендикулярна

одной из сторон трапеции,

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

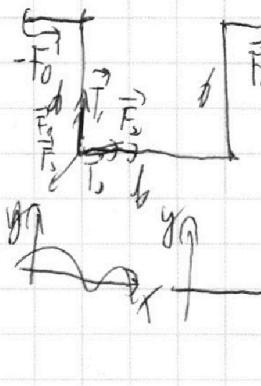
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Логотип МФТИ.

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

Задание № 5 - Продолжение

П.с. Несколько картинок Ставлю баллы в зависимости от критерия



Когда все 3 маркса будут на одной прямой,
то инициальный импульс сохраняется Ox .

Марки сидят на x_1 , то инициальный импульс
будет ~~сохраняться~~

бумаги будет ~~сохраняться~~

А когда все марксы будут на одной прямой, очевидно, что
стартует, ~~убегающий~~ маркс Максимович O , ведь они
приблизятся к концу полосы. Тогда получается, что ~~убегающий~~
будут только кипятки Маркса

* Результаты ошибочно будем писать в.

$$\text{Ответ: } \text{1) } T = R \frac{|q_1|^2}{b^2} \left| \frac{2\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}} \right)$$

2) -

3) б

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!

Гермостик $F - \mu mg = ma$ $\Rightarrow F = mg + \mu mg = mg(1 + \mu)$

$F \cdot \cos(\alpha) - F_{\text{норм}} = m a$ $\Rightarrow F_{\text{норм}} = F \cdot \sin(\alpha)$

$N = mg - F \cdot \sin(\alpha)$

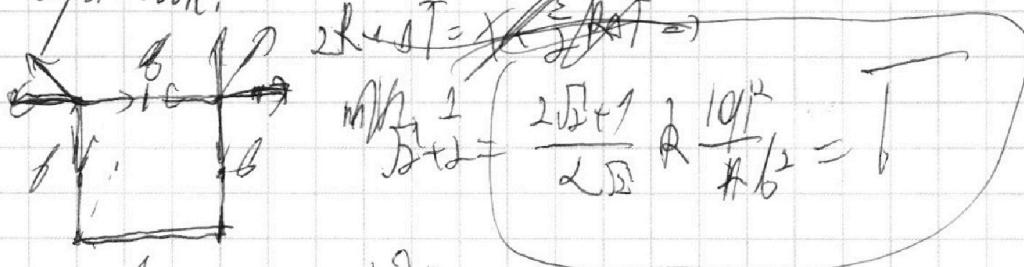
$N = mg - F \cdot \sin(\alpha)$

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

$mg(1 - \cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

$\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} = \frac{1 - \cos(60^\circ)}{\sin(60^\circ)} = \frac{1 - 0.5}{0.866} = \frac{0.5}{0.866} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

Гермостик.



$2R \cdot \sin(\alpha) = F$

$R = \frac{F}{2 \sin(\alpha)} = \frac{F}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{F}{\sqrt{3}}$

$\frac{1}{2} R = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{\sqrt{3}} = \frac{F}{2\sqrt{3}}$

$\frac{1}{2} R \cdot \sqrt{3} = \frac{F}{2}$

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!

Задача

$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$ $\Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$ $\Rightarrow P_2 = 600 \text{ Pa}$ $\Rightarrow P_1 = \frac{P_2 T_1}{T_2} = \frac{600 \cdot 273}{300} = 546 \text{ Pa}$

$P_1 = \text{const}$ $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$ $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$ $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$ $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$

$V = \frac{P_2}{P_1} V_1 = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} V_1 = \sqrt{2} V_1$

$P_1 V_1 = \frac{P_2 V_2}{T_1}$ $\Rightarrow P_1 = \frac{P_2 V_2}{V_1 T_1}$

$P_1 = \text{const}$ $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$ $\Rightarrow P_1 = \frac{P_2 V_2}{V_1}$

$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{V_1 T_1} = \frac{P_1 V_1 \cdot 273}{V_1 \cdot 300} = \frac{P_1 \cdot 273}{300} = \frac{546 \cdot 273}{300} = 499.8 \text{ Pa}$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{\frac{V_1 \sqrt{2}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$

$t_0 = 2 \text{ s} \Rightarrow g_0 = 5(8 - 1 - 4) = 5 \cdot 8 = 15 \text{ m/s}^2$

Решение

$F_{\text{норм}} = F \cdot \cos \alpha$ $F_{\text{сил}} = F \cdot \sin \alpha$

$F \cdot \cos \alpha - F_{\text{норм}} = m g$ $m \cdot g \cdot 8$ $F \cdot \cos \alpha = m g$ $4 \cdot 2 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$

$F - F_{\text{норм}} = m g$ $F_{\text{норм}} = m g$ $F = \frac{m g}{\cos \alpha}$

$F = \frac{m g}{\cos \alpha} = \frac{m g}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$ $\alpha = \arctan \frac{1}{2}$ $\alpha = 26.57^\circ$

$F = \frac{m g}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2}} = \frac{m g}{\sqrt{1 + \frac{1}{4}}} = \frac{m g}{\sqrt{\frac{5}{4}}} = \frac{m g}{\frac{\sqrt{5}}{2}} = \frac{2 m g}{\sqrt{5}}$

$F = \frac{2 m g}{\sqrt{5}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 8}{\sqrt{5}} = \frac{160}{\sqrt{5}} = \frac{160 \sqrt{5}}{5} = 32 \sqrt{5} \text{ N}$

$t = 0 \text{ s} \Rightarrow t = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \text{ s}$

$b \cdot \frac{2}{3} - \frac{10}{2} \cdot \frac{4}{25} = \frac{12}{5} - \frac{4}{5} = \frac{8}{5} \text{ m}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

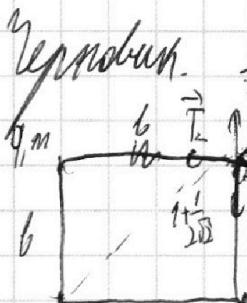
решение которой представлено на странице:



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



$$F_0 = R \cdot \frac{|q_1| + |q_2|}{2}$$

$$F_1 = R \cdot \frac{|q_1|}{2}$$

$$F_2 = \sqrt{F_0^2 + F_1^2} = \sqrt{R^2 \cdot \frac{|q_1|^2}{4} + R^2 \cdot \frac{|q_2|^2}{4}} = \frac{\sqrt{2} \cdot R \cdot |q_1|}{2}$$

$$\frac{P_3 V_2}{2^{1.5}} = P_1 V_1 = \frac{P_3}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{1}{1.5}}$$

$$|F| = \sqrt{R^2 \cdot \frac{|q_1|^2}{4} + R^2 \cdot \frac{|q_2|^2}{4}} = \frac{\sqrt{2} \cdot R \cdot |q_1|}{2}$$

$$= R \cdot T_2 = R \cdot \frac{|q_1|^2}{2} + R \cdot \frac{|q_2|^2}{2} = R \cdot \frac{|q_1|^2}{2} \left(1 + \frac{|q_2|^2}{|q_1|^2} \right)$$

$$F = \frac{R}{2} \cdot \frac{|q_1|^2}{2} + R \cdot \frac{|q_2|^2}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{|q_2|^2}{|q_1|^2}} = \frac{R}{2} \cdot \frac{|q_1|^2}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{3}} = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2} =$$

~~$$C = \frac{Q}{T} = \frac{2R \cdot \Delta T}{T}$$~~

$$\rightarrow 2 \Rightarrow \alpha \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot 1.200$$

~~$$Q = F \cdot T \cdot C \cdot \alpha \cdot \Delta T =$$~~

$$= 2R \cdot 1.1 \cdot \Delta T = 1.200 \cdot 2R$$

~~$$2R \cdot 1.2 = 2400$$~~

~~$$\frac{P_3 V_2}{P_1} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_3 V_2}{P_2} = \frac{P_3 V_2}{P_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_3}{P_2} \cdot \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_3}{P_2} \cdot \frac{1}{2^{1.5}} \Rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 2R \cdot 1.200$$~~

~~$$A = R \cdot 1.200 + \frac{1}{2} = 11.600 R$$~~

~~$$Q = C \cdot \Delta T$$~~

$$1/ Q_{1-2} = \frac{3}{2} R \cdot (T_2 - T_1) + A_{1-2} = \mu = j - \frac{Q_{1-2}}{Q_H}$$

$$\frac{1-2}{2+5-5} = \frac{12}{212}$$

1-2 - новый метод

$$Q_{1-2} = 0.5 R \cdot \left(4T_1 - 2^{1.5} T_2 \right) / \left(12 + 2.5 R / (2^{1.5} T_1 - T_2) \right) = \frac{4 \cdot 2^{1.5} - 1}{12}$$

$$Q_{1-2} = \frac{0.5 (4 - 2^{1.5}) + 2.5 / 2^{1.5} - 1}{2 \cdot 3} = 1$$

$$\mu = \frac{12 + 7 \cdot 4 \cdot 2^{1.5}}{12} =$$

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!

Чертёж

$$2\pi s = V_0^2 \Rightarrow S = \frac{V_0^3}{2\pi g} = \frac{16}{2\pi \cdot \frac{10}{8}} = \frac{16 \cdot 3}{20\pi} = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ м} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$16 = \frac{10}{8} \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{16}{10}} = 1,2 \text{ с} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$5t^2 - 24t + 16 = 0; \Delta = 4 \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

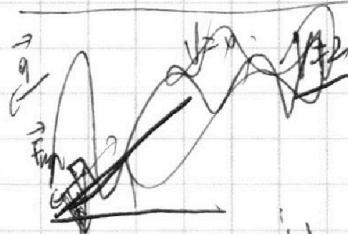
$$F_{\text{нр}} + mg \cdot \cos 2 = ma \Rightarrow a = \mu \cdot g \cdot (\cos 2 + \sin 2) = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{10}{8} \cdot \frac{3}{8} + \right)$$

$$F_{\text{нр}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 2 + 10 \cdot \frac{3}{8} = 10 \text{ Н} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$1 = 4t - 5t^2 \Rightarrow t^2 - 4t + 1 = 0 \quad 4 - 10t = 0 \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$2\pi s = V_0^2 \Rightarrow S = \frac{16}{2 \cdot \frac{10}{8}} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м}. \quad t = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \text{ с} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$\frac{1}{5} = 15t^2 \Rightarrow t = \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ с. ex.} \Rightarrow t_0 = \frac{1}{\sqrt{5}} + \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{3}{\sqrt{5}} \text{ с.} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$



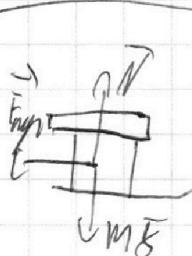
$$-F_{\text{нр}} - mg \cdot \cos 2 = -ma \Rightarrow a = \mu \cdot m \cdot g \cdot \sin 2 + g \cdot \cos 2 \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$F_{\text{нр}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \sin 2 = \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{8} = 10 \text{ Н} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$mg \cdot \sin 2 \quad V_0 = 2 \text{ м/c.}$$

$$V_0 = 0 \quad f = \frac{1}{5} \text{ с.} \quad t = \frac{2}{3} \text{ с.} \quad F_{\text{нр}} - \mu m g = m a \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$V_0 = V_1 + at \Rightarrow 0 = \frac{2}{3} + 0 = \frac{2}{3} \text{ м.} \Rightarrow h = \frac{2}{3} \cdot \sin 2 = \frac{16}{25} \text{ м.}$$



$$F \cdot \cos(\theta) - F_{\text{нр}} = ma \quad F_{\text{нр}} = \mu m g$$

$$F_{\text{нр}} = \mu m g \Rightarrow F_{\text{нр}} \cdot a = \frac{F \cdot \cos(\theta) - \mu m g}{m} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$a \cdot t = a_1 t = a_2 t \Rightarrow \frac{F \cdot \cos(\theta) - \mu m g}{m} = \frac{F_{\text{нр}}}{m} \quad \text{1+2+3+4+5+6+7}$$

$$\mu m g \quad F \cdot \cos(\theta) - \mu m g = ma =$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

M1 T=21

$$h = h_0 - \frac{gt^2}{2}$$

$$V(t) = V_0 - gt = 0 \Rightarrow V_0 = g \cdot t = 20 \text{ m/s}$$

$$V_0 \cos(\theta) \cdot t = 20 \text{ s} \Rightarrow t = \frac{2}{V_0 \cos(\theta)}$$

$$h = V_0 \cdot \sin(\Omega t) - \frac{g t^2}{2} = V_0 \cdot \sin(\Omega t) - \frac{g}{4} \frac{\Omega^2}{V_0^2} \cos^2(\Omega t) = \sqrt{B} = \frac{p_2}{p_1} \cdot g$$

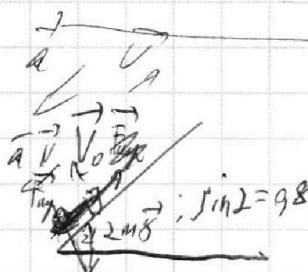
$$= 5 \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g \cdot 5^2}{V_0^2 \cdot 105^2} = 20 \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g \cdot 20^2}{V_0^2 \cdot 105^2} = 20 \operatorname{tg} 2 - \frac{g}{\cos^2 2} \frac{20^2}{105^2} = \frac{V_0 \cdot 105^2}{V_0^2} \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g}{\cos^2 2} \frac{20^2}{105^2} = \frac{105^2}{V_0^2} \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g}{\cos^2 2} \frac{20^2}{105^2}$$

$$= 10 \left(2t g 2 - \frac{1}{\cos^2 2} \right) = 10 \cdot \left(2 \cdot \frac{\sin 2}{\cos 2} - \frac{1}{\cos^2 2} \right) = 10 \cdot \left(\frac{2 \cdot \sin 2 \cdot (\cos 2 - 1)}{\cos^2 2} \right) = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2 P_3 V_3} =$$

$$h = V_0 \cdot \sin(2 \cdot \frac{\pi}{T} t) - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{g t^2}{2} = S_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S_1^2}{U_p^2 \cdot (\cos \alpha)^2} = 20 \cdot \tan 2 - \frac{10}{2} \cdot \frac{20^2}{80^2 \cdot \cos^2 2}$$

$$= \left(5 \cdot \left(4 \tan 2 - \frac{1}{\cos^2 2} \right) \right) \Big|_{\tan 2 = 1} = 5 \cdot \left(\frac{5 \cdot \sin 2 \cdot \cos 2 - 1}{\cos^2 2} \right) = 5 \cdot \left(\frac{2 \sin 2 - 1}{\cos^2 2} \right)$$



$$V_{\text{sp}} = 9.9\% \quad F_{\text{app}} - mg \cdot \cos(\alpha) = mg / \mu \cdot \sin(2\alpha) - \cos(2\alpha) -$$

$$F_{\text{app}} = m_8 \cdot g \cdot \sin 2 = m_8 \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3} - \frac{4}{75} \right) = \frac{3}{5} \quad \frac{9}{15} - \frac{3}{5} = \frac{2}{5}$$

$$F_{\text{app}} - mg \cos 2 = \mu mg \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{5} \cdot mg - mg \cdot \frac{3}{5} = \cos$$

$$u = \frac{9}{75}g - \frac{3}{5}g = 10 \cdot \left(\frac{9}{75} - \frac{3}{5} \right) = 10 \cdot \left(-\frac{1}{5} \right) = -\frac{10}{5} \frac{m}{s^2}$$

$$\text{the } g = \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{3} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ from } \frac{v_0^2}{g} = 10 \Rightarrow v_0 = \sqrt{10 \cdot 2.5} = \sqrt{25} = 5 \text{ m/s}$$