



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.

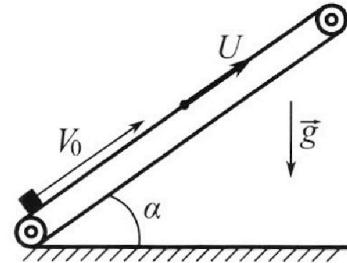
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $S = 1 \text{ м}$?

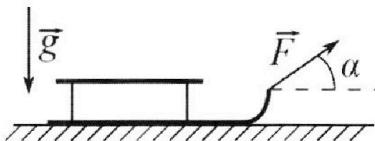
В втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

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

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

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

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



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

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

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

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



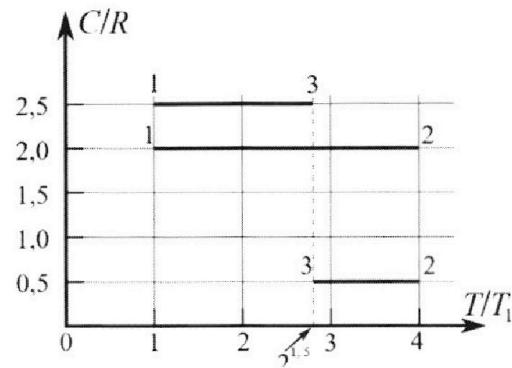
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

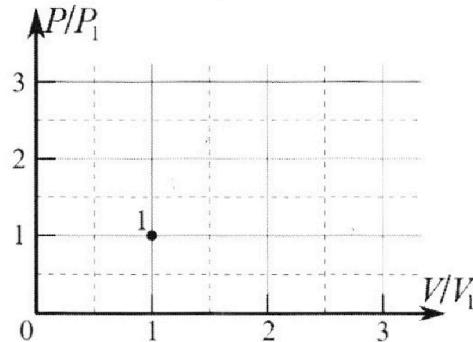


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

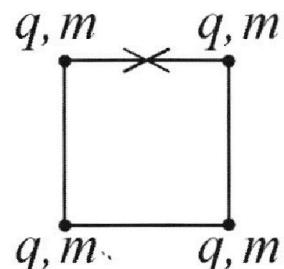


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1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



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 1) Найдите силу T натяжения нитей.
Одну нить пережигают.
- 2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

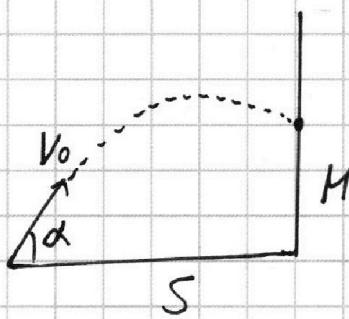
1

1) при падении вверх max высоты
будет, когда скорость мима = 0

$$V=0 = V_0 - gt \quad gt = V_0 = 20 \text{ м/c}$$

2) найден max высоту H

нужно лишь падение под углом α



построим треугольник
перемещений

t - время падения

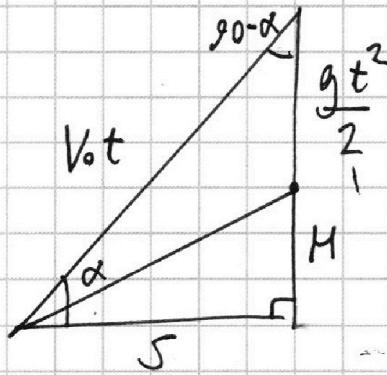
$$\cos \alpha = \frac{s}{V_0 t} \quad t = \frac{s}{V_0 \cos \alpha}$$

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

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

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

$$H = \frac{V_0 \sin \alpha s}{V_0 \cos \alpha} - \frac{gs^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$



$H > 0$ H_{\max} будет при $H' = 0$

$$H' = s \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' - \frac{gs^2}{2V_0^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)'$$

$$\text{известно, что } \left(\frac{a}{b} \right)' = \frac{a'b - b'a}{b^2}$$

ч. 1 из 11



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

1) уравнение

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' = \frac{\sin' \alpha \cos \alpha - \cos' \alpha \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' = \frac{\cos^2 \alpha - 2(\cos \alpha)'}{\cos^4 \alpha} = \frac{\cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha}{\cos^4 \alpha}$$

$$M' = \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \left(\frac{\cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha}{\cos^4 \alpha} \right) = 0$$

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

$$2 V_0^2 \cos^2 \alpha S = g S^2 (\cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha)$$

$$(2 V_0^2 S - g S^2) \cos^2 \alpha = 2 g S^2 \sin \alpha$$

$$(2 V_0^2 S - g S^2) (1 - \sin^2 \alpha) = 2 g S^2 \sin \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{(1 - \sin^2 \alpha)} = \frac{2 V_0^2 S - g S^2}{2 g S^2} = 1,5$$

$$\sin \alpha = 1,5 - 1,5 \sin^2 \alpha$$

$$1,5 \sin^2 \alpha - 1,5 + \sin \alpha = 0$$

$$3 \sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha - 3 = 0$$

$$D = 36$$

$$\sin \alpha = \frac{-2 \pm \sqrt{36}}{6}$$

$$\sin \alpha = \frac{-2 - \sqrt{36}}{6}$$

$$\sin \alpha < -1$$

$$\sin \alpha = \frac{-2 + \sqrt{36}}{6}$$

$$\cos^2 \alpha =$$

$$\frac{5}{9}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$M = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} S - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2}{\sqrt{5}} S - \frac{g S^2 \cdot 9}{2 V_0^2 \cdot 5} = \frac{90}{\sqrt{5}} \tilde{m} g M = 70 M$$

Ответ:
M = 70 M

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

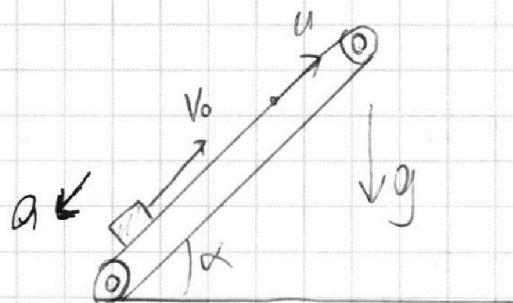


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

N2



нужно привести к инерции
движения коробки, и
сделать уравнение для
не приведенной к ней скорости

$$a = mg \cos \alpha + g \sin \alpha =$$

$$= 10 \text{ m/s}^2$$

$$S \leq V_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{at^2}{2} + V_0 t - S \leq 0$$

$$t = -V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2as}$$

$$S = V_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$t = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2as}}{a}$$

$$-\frac{a t^2}{2} + V_0 t - S = 0 \quad + > 0$$

Ответ:

$$t = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2as} - V_0}{a} = 0,2 \text{ s}$$

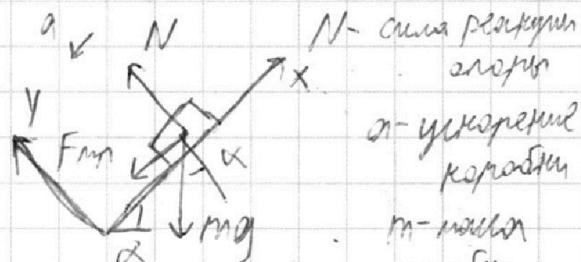
$$\sin \alpha = 0,8 \quad \sin^2 \alpha = 0,64$$

$$M = \frac{1}{3} \quad \cos^2 \alpha = 0,36$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

I) первый этап

на коробку действует
сила: $F_{\text{тр}}$ - сила трения



II 3-й закон

$$\text{JX: } -ma = -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\text{JY: } 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

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

$$a < 0$$

использовали 2-й закон Ньютона
(коэф. скольжения без вспомог)

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a} = \frac{-V_0^2}{2 \mu g \cos \alpha + 2g \sin \alpha}$$

Спр З из 91



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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

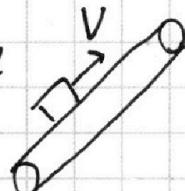
МФТИ

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

2) лерейская в систему отнесена гравитация

N2

уравнение



$$V = V_0 - at = 2 \text{ m/s}$$

at неизменна

$$at = 10 \text{ m/s}^2$$

переход в CO гравитации при $V = 2 \text{ m/s} =$
= скорости корабля

$$V_{\text{норм}} = 0 \text{ m/s} \quad t = \frac{V - V_{\text{норм}}}{a} = 0,2 \text{ с}$$

$$L_{\text{CO}} = Vt - \frac{at^2}{2} = 0,4 \text{ м} - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,2 \text{ м}$$

но сама гравитация приводит $L = Vt = 0,4 \text{ м}$

$$\text{значит } L = L_{\text{г}} + L_{\text{CO}} = 0,6 \text{ м}$$

3) падает в CO нр. колебка скользит вниз

at нр. катр. вверх

$$at = Mg \cos \alpha + g \sin \alpha = 6 \text{ m/s}^2$$

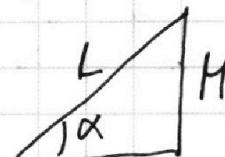
$$2 \text{ m/s}^2 \quad 8 \text{ m/s}^2$$

$$L'_{\text{CO}} = Vt' - \frac{at'^2}{2} = t' = \frac{2 \text{ m/s}}{at} = \frac{1}{3} \text{ с}$$

$$= \frac{at'^2}{2} = \frac{6 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 3} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$L' = -\frac{1}{3} \text{ м} + 2 \text{ м/s} \cdot \frac{1}{3} \text{ с} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$M = L' \sin \alpha = \frac{8}{30} \text{ м}$$



чертеж 11

Ответ 1) $t = 0,2 \text{ с}$

2) $L = 0,6 \text{ м}$

3) $M = 8/30 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



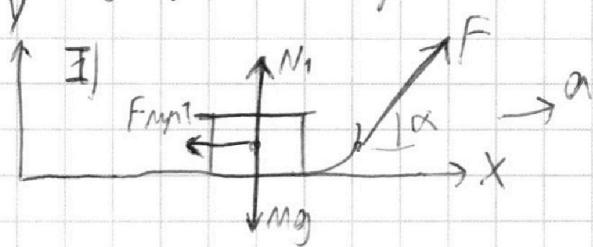
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

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

N3] роликоподобный сноп, действующие на снопа

в 2x случаях



мгнов t1, t2 = время полета

мгнов танка снопок M

F_N1,2 - сила трения лавинки

N1,2 - сила реакции земли

мгнов снопки удаляются

и снап M3 снап не
изменяется в процессе
движения \Rightarrow движение
равнотактическое

но OY ускоряется?

$\alpha_{1,2} = \alpha_{1,2}$

ускорение по OX = $a_{1,2}$

2 3-и Кинематика для 2x случаев
но снап

$$I) OX: m_1 = F \cos \alpha - F_N1$$

$$F_N1 = M N1$$

$$m_1 = F \cos \alpha - M N1 \quad (1)$$

$$OY: 0 = F_N1 + N1 - mg$$

$$N1 = mg - F_N1 \quad (2)$$

$$II) OX: m_2 = F - M N2 \quad (3)$$

$$F_N2 = M N2 \quad OY: 0 = N2 - mg \quad (4)$$

$$N2 = mg$$

снап 5 из 11

в 1-м случае можно сказать,
что снопки движутся
одной и той же скоростью
за то что в это время
никогда не было временных
разгонов/замедлений

$$\alpha_1 = \frac{v_0}{t_1}, \alpha_2 = \frac{v_0}{t_2}$$

$$t_1 = t_2 \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$$

известны α и α

$$ma = F \cos \alpha - M(mg - F \sin \alpha)$$

$$ma = F - Mg$$

$$F \cos \alpha - Mg + MF \sin \alpha = F - Mg$$

$$F \cos \alpha + MF \sin \alpha = F$$

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

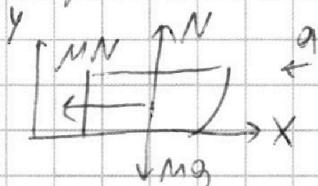
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

N3 пружинка

в одних случаях на схеме движущим
ускорением a' \rightarrow $0x - Ma' = -MN$



$$0y: 0 = N - mg \quad N = mg$$

$$Ma' = Mg$$

$$a' = g$$

если a' = const \rightarrow силы будут со временем \propto

$$\text{и время уменьшится} \quad T = \frac{V_0 - 0}{a'} = \frac{V_0}{g}$$

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

Ответ: 1) $M = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$

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

Стр 6 в з 11

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

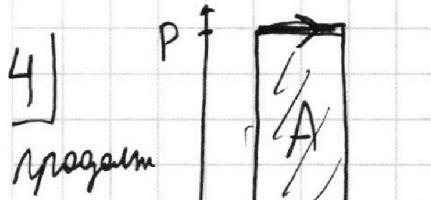
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

3) Заметить что при изобаре



$$A = P(V_2 - V_1)$$

$$V = \frac{3}{2} VR \Delta T = \frac{3}{2} P(V_2 - V_1)$$

$$Q = \frac{5}{2} P(V_2 - V_1) = \frac{5}{2} VR \Delta T$$

т.е. значит, что $C = \frac{5}{2} R$

т.е. 13 изобара

$$A_{13} = -VR \Delta T_{31} = -P(V_3 - V_1)$$

$$\text{тогда } A_{12} = 0,5 VR \Delta T_{12}$$

$$\Delta V_{12} < 1,5 VR \Delta T_{12}$$

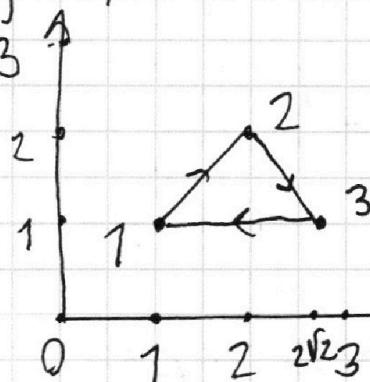
т.е. координаты 2 - это

T_2 в 2 раза больше T_1 (2:2)

могут использовать треугольник биполярной магнит

ответ:

3) P/P_1



1) $A_{12} = 1,5 VR \Delta T_1;$

$$= 9986 \text{ дм}^3$$

2) $M = \frac{1}{9};$

ан. 8 из 11



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!

4

$$1 T_1 = 900 K$$

Q - тепло, передаваемое между (тепл)

$$Q = C V \Delta T$$

ΔT - изменение темпер.

идем по пути 1 → 2 → 3 → 1

V - кон-бо б-бо

$$Q_{12} = 2R \cdot V \cdot 3T_1 = 2RV \Delta T_{12}$$

$$Q_{23} = -0,5RV \cdot (9T_1 - 2^{1,5}T_1) = -0,5RV \Delta T_{23}$$

$$Q_{31} = -2,5RV(2^{1,5}T_1 - 1T_1) = -2,5RV \Delta T_{31}$$

$$Q = A + \Delta U \quad A - работа раза$$

ΔU - изм. фн. состояния раза

$$\Delta U = \frac{1}{2}VR\Delta T \quad i=3 \quad \text{число ст. свободы, } T_K \\ \text{раз одновременный } i=3$$

$$\Delta U_{12} = 1,5VR\Delta T_{12} \quad A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 0,5VR\Delta T_{12}$$

$$\Delta U_{23} = -1,5VR\Delta T_{23} \quad A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = VR\Delta T_{23}$$

$$\Delta U_{31} = -1,5VR\Delta T_{31} \quad A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -VR\Delta T_{31}$$

$$KPD \text{ цикла} = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_{\text{излучен.}}} = \frac{A_{12} + A_{13} + A_{23}}{Q_{12}} =$$

$$= \frac{0,5VR\Delta T_{12} - VR\Delta T_{31} + VR\Delta T_{23}}{2RV\Delta T_{12}} = \frac{0,5VR\Delta T_{12}}{2RV\Delta T_{12}} = \frac{1}{4}$$

$$A_{12} = 0,5VR\Delta T_{12} = 0,5VR3T_1 = 4986 \text{ Дж}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } A_{12} = 4986 \text{ Дж} = 1,5VR T_1 ; \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \text{ кпд}} \quad \text{супер}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

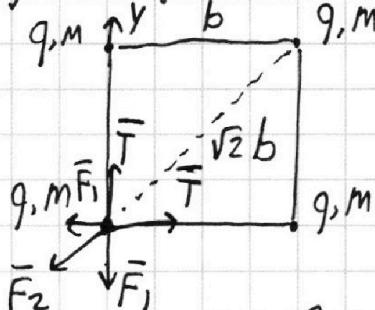


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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) найдем Тension в начале: от всех оставшихся



~~от остальных~~ шаров на 1 шар
действуют силы \bar{F}_1, \bar{F}_2

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

2 силы \bar{T} ~~равны~~ \Rightarrow макс же можно действовать

$$\text{по } Oy: 0 = -\bar{F}_1 - \bar{F}_2 \cos 45^\circ + \bar{T}$$

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

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

$$\boxed{T = \frac{4 + \sqrt{2}}{4} \frac{kq^2}{b^2}}$$

2) считаем потенциальную энергию системы
из 2х зарядов

$$\text{она равна } W = k \frac{q_1 q_2}{L}$$

но если эта энергия изменится, то

она перейдет в кинетическую при некотором
зарядах мы добавляем по одному заряду
и считаем сумму энергий со всеми оставшими
мы считаем радиус, получую при этом
чтобы сократить Запись пишем

смр 9 из 11

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

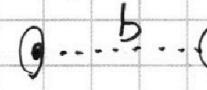
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

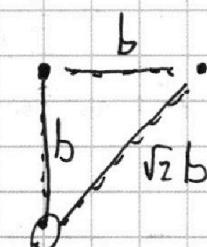
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

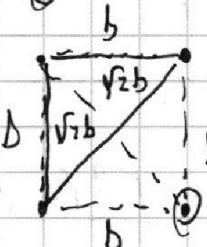
МФТИ

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

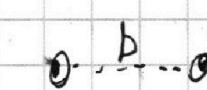
5 | предложение

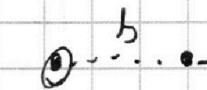
1)  $W_1 = \frac{kq^2}{b}$

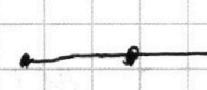
2)  $W_2 = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b}$

3)  $W_3 = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b}$
 $\sum W = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b}$

меньше Медиан содержит 4 звуково в минуту
мутно

1)  $W_1 = \frac{kq^2}{b}$

2)  $W_2 = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b}$

3)  $W_3 = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b}$

$\sum W = \frac{4kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b}$ разница $W = \frac{\sqrt{2}kq^2}{b} - \frac{kq^2}{3b} =$

$$= \frac{(3\sqrt{2}-1)kq^2}{3b}$$

Суп 10 из 11



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

5

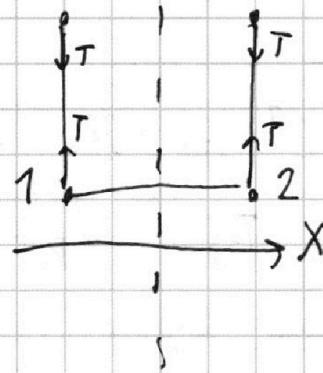
задача №2

изначально все заряды и все массы

одинаковы относительно оси x

то

эти массы и заряды

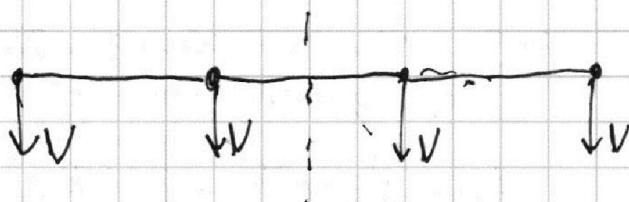


а потому ~~что~~

но эти X заряды 1 и 2

следовательно не будут

и скорости всех
зарядов будут одинаковы
может:



$$E_K = \frac{4mV^2}{2} = 2mV^2$$

$$2mV^2 = \frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{3b}$$

$$V = \sqrt{\frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{6m}}$$

Ответ: 1) $T = \frac{4+\sqrt{2}}{4} \frac{kg^2}{b^2}$

2) $V = \sqrt{\frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{6m}}$

(чп 11 из 11)



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

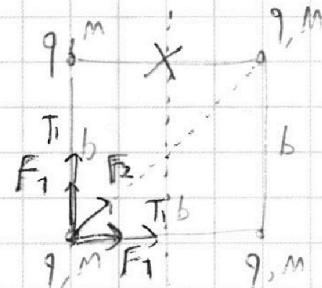
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

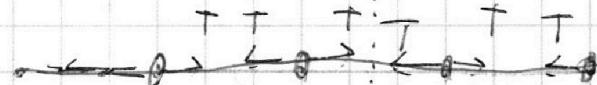
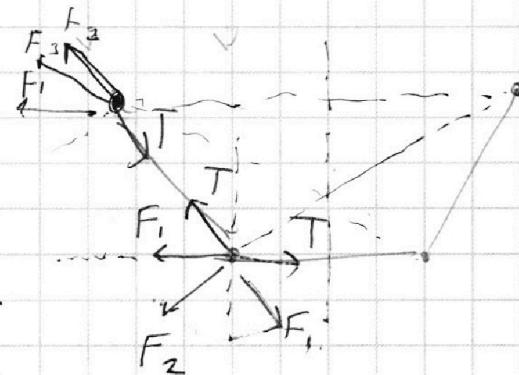
МФТИ

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

Черновик



$$l = 3$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



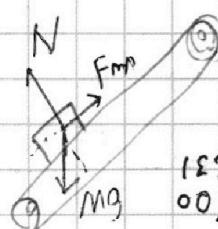
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

18'8. 009 - Чертюбик

002L · 18'8 · L · 5'0 *

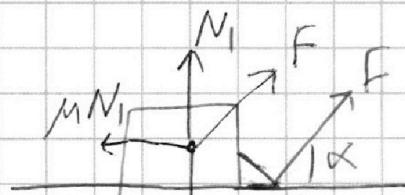


$$\sin^2 \alpha = 0,64$$

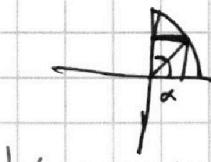
$$\cos^2 \alpha = 0,36$$

$$\cos \alpha = \sqrt{0,36} = 0,6$$

18'8

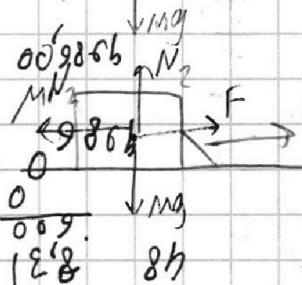


$$\cos^2$$



$$V_0 \quad t$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$



22

$$\frac{900}{18} \cdot \frac{22}{18}$$

$$t_1 = t_2$$

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

$$F_{p1} = F_{p2}$$



$$s^2 + h^2 = V_0^2 + t^2 + g^2 t^2 -$$

$$F_{p1} \leq \mu N_1 \leq \mu M g \cos \alpha$$

$$F_{p1} + N_1 \leq M g$$

$$N_1 \leq M g - F_{p1}$$

$$2 V_0 t g^2 \cos 90^\circ - \alpha$$

$$M g \sin \alpha$$

36-56

$$F_p = F \cos \alpha - \mu (M g - F \sin \alpha) = F \cos \alpha - \mu M g + \mu F \sin \alpha$$

$$C_s \frac{Q}{D_A t}$$

$$F_p = F - M N_2$$

$$N_2 = M g$$

$$\frac{30}{36} \cdot \frac{40}{40} - 10$$

$$Q =$$

$$F \cos \alpha - \mu M g + \mu F \sin \alpha = F - M M g$$

$$Q = \frac{1}{2} V R T$$

$$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha \leq F$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha \leq 1$$

$$\frac{40}{10} \cdot \frac{90}{10} \leq \frac{4+90-4\sqrt{90}}{36}$$

2.5-9

$$4+90-4\sqrt{90}$$

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

$$\sin^2 \alpha \leq$$

$$Q = \frac{1}{2} V R T$$

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

$$T = \frac{V_0}{n} = \frac{V_0}{\frac{40}{10} - \frac{9000 \cdot 9}{20 \cdot 400}}$$

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

$$\frac{V_0 S M X}{(1-\cos \alpha) g}$$

13 изобум

$$Q = \frac{1}{2} V R T$$

$$-2 \pm \sqrt{90}$$

$$6$$

$$D = 90$$

$$D = \frac{90}{\sqrt{3}}$$

$$Q = U + A \quad 3$$

$$Q \rightarrow Q \leftarrow$$

$$D = 2^2 + 9 \cdot 4$$

I-

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

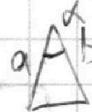
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

М

1)

$$T = 2C$$



$$\vec{V}_0 \downarrow g$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha$$

$$a^2 + b^2 - c^2$$

$$2ab \cos \alpha$$

$$V_0 \dots$$

$$\cos \beta = \frac{V_0^2 t^2 + (g^2 + H)^2 - S^2}{2}$$

$$\sqrt{16 + 20 - 4} \frac{V_0 t}{10} \quad V_0 t \quad \begin{array}{l} 90^\circ - \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{g t^2}{2} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{a'^2 b - b'^2 a}{b'^2}$$

$$\frac{6-4}{10}$$

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \frac{S}{S}\right)$$

$$\frac{26}{10} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 + 2 \cdot 10$$

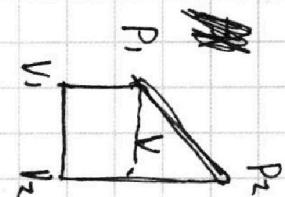
$$\frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\sin \alpha \cos \alpha \dots \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \frac{S}{S} = \frac{3S^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = 3 \times 55 = \frac{3S^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$V = V_0 - gt$$

$$0 = V_0 - g t_{\max}$$



$$V_0 = g t_{\max} = 20 \text{ m/c} + \frac{P_1 + P_2}{2} \frac{V_0}{L^2 - V_0}$$

$$\frac{P_1 + P_2}{2} \frac{V_0}{L^2 - V_0} = 7 (\cos^2 \alpha) - (\cos^2 \alpha)$$

$$H_{\max} ? \quad \cos^2 \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha \quad \cos^2 \alpha$$

$$S \quad \frac{V_0 t}{\cos \alpha}$$

$$V_0 t = \frac{S}{\cos \alpha} \quad t =$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\left(\frac{1}{\cos^2 \alpha}\right)$$

$$\cos \alpha = \frac{S}{V_0 t}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{S^2}{V_0^2 t^2}$$

$$S^2 + (H^2 + \frac{g t^2}{2})^2 =$$

$$\cos S \sin \alpha = \frac{\frac{g t^2}{2} + H}{V_0 t}$$

$$\cos S \sin \alpha = \frac{\frac{g t^2}{2} + H}{V_0 t}$$

$$S^2 \sin^2 \alpha = 1 - \frac{S^2 V_0^2 t^2}{V_0^2 t^2}$$

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

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