



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.

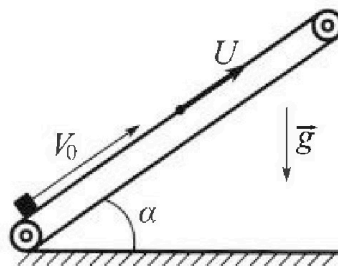
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке.

Сопrotивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

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

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



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

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

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

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

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

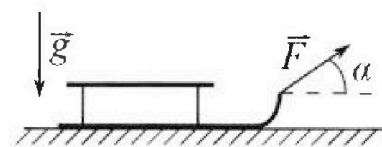
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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

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

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

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



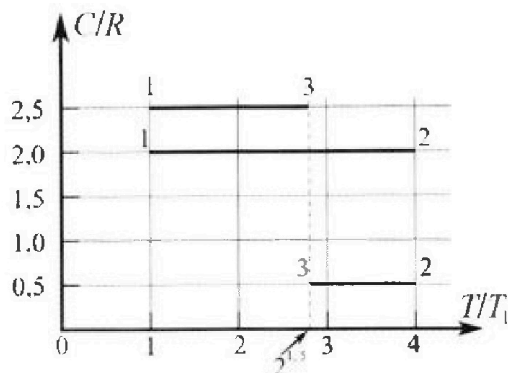
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



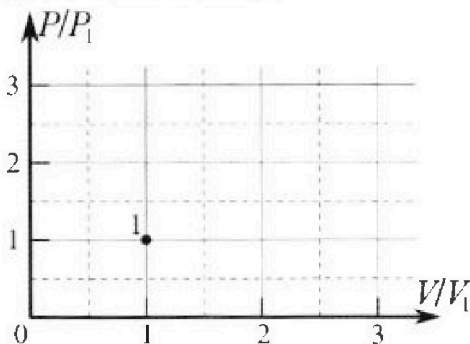
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.



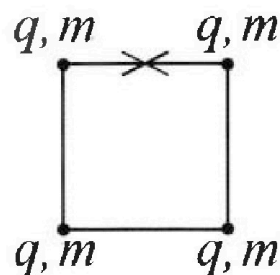
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 сверху (на рисунке)?



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



- 1 2 3 4 5 6 7

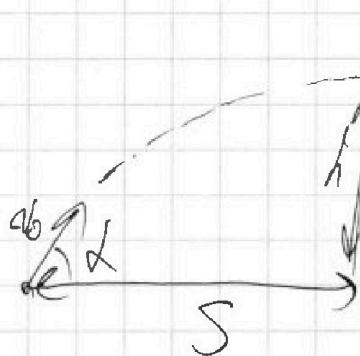
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Т.а. на максимальной высоте скорость мяча - 0 а он движется вертикально вверх, то мы можем сказать

Ответ: 1) $20 \frac{м}{с}$
2) $1 \frac{м}{с}$

$$v_0 = g \cdot T = 20 \frac{м}{с}$$

2)



1) Назовём h максимальной высотой d , тогда вертикальная скорость - $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$, а горизонтальная - $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$

2) Тогда время полёта до точки

$$T_2 = \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

3) Рассмотрим время перемещения

$$h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot T_2 - \frac{g T_2^2}{2} =$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

3) По

осн. тригоном. тожд.

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1, \text{ где}$$

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

$$-\frac{g S^2}{2 v_0^2} = -\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = -1 < 0,$$

след. макс. знач. в

вершине параболы, след.

$$S_{\text{max}} = x = \frac{-S}{-\frac{2gS^2}{2v_0^2}} = \frac{v_0^2 \cdot 20^2}{g S^2} = \frac{10 \cdot 20^2}{10 \cdot 20^2} = 1$$

след. высота будет $h = 2$

а след. время и $h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 10} = 20 \frac{м}{с}$

4) Найдем макс. h .

Ветви параболы заметим $\tan^2 \alpha = x$, тогда ветви параболы $h = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} x + S x - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$ направлены

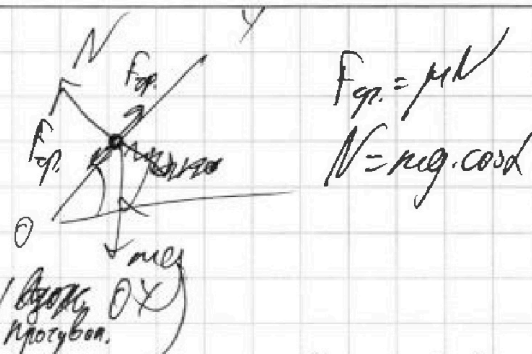
вниз



1 2 3 4 5 6 7

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

1) Найдем ускорение движущееся на коробку.



$$F_{fr} = \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

I когда она идет вверх

$$m a_1 = F_{fr} + mg \cdot \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

по осм. зная что

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1, \text{ следовательно}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5}$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{10 \cdot 1}{3} + 10 \cdot \frac{3}{5} = 10 \frac{11}{5} \text{ м/с}^2$$

II когда она идет вниз

$$m a_2 = F_{fr} + mg \cdot \sin \alpha = -\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_2 = -\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$= 10 \cdot 0,8 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 8 - 2 = 6 \frac{11}{5} \text{ м/с}^2$$

Проверим остановится ли коробка

до того как пройдет $S_1 = 1 \text{ м}$:

по формуле $v^2 = v_0^2 + 2 a s$ получим $v^2 = 0 + 2 a_1 s_1 = 2 \cdot 10 \cdot 1 = 20$, следовательно $v = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \text{ м/с}$

Ей останется пройти $S_2 = S_1 - S_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$

с нач. 0 ускорением и ускор. a_2 , следовательно

$$S_2 = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 S_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

первое время - S_1 она пройдет за $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{2\sqrt{5}}{10} = \frac{1}{\sqrt{5}} \text{ с}$

$$t = t_1 + t_2 = \frac{1}{\sqrt{5}} + \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{2}{\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{2\sqrt{3} + \sqrt{5}}{\sqrt{15}} \text{ с}$$

1) Ответ $\frac{2\sqrt{3} + \sqrt{5}}{\sqrt{15}} \text{ с}$

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!

2) Т.а. ч нас скорость Транспортера $U = 2 \frac{м}{с}$,
 то, следовательно когда скорость скорой
 в лав. системе отсчета скажет $U = 2 \frac{м}{с}$,
 она будет подходить к т.к. Транспортера.

след. ее скорость относ. грани скажет θ ,
 а значит v_0 , след. время $T = \frac{L}{v_0}$

Повторяя расчет.

Расстояние, пройденное скорой отск. грани.

~~$L = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{4}{2 \cdot 10} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ м}$~~
 $L = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}$

Время отсчета будет $T = \frac{L}{v_0} = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ с}$

след. в отсчете лав. системы отсчета скажет $L = L_T + T \cdot U = 0,2 \text{ м} + 0,05 \cdot 4 = 0,4 \text{ м}$

3) Скорая подвигает скажет θ , когда скорость
 подвигает будет равна $-U$ в лав. системе отсчета.

Т.а. мы знаем, когда скорая остановится на грани,
 мы можем сказать что она будет близ скажет θ

ускорение и ускорением $a_2 = 2 \cdot 6 \frac{м}{с^2}$, след. $L_{п2} = \frac{v_0^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 12} = \frac{1}{3} \text{ м}$

это произойдет за время $T = \frac{v_0}{a_2} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \text{ с}$

в норм. системе отсчета скорая пройдет $S = -L_1 + v_0 T = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \text{ м}$

след. общ. перемещение будет $L + S = 0,4 + \frac{1}{3} = \frac{1,2 + 1}{3} = \frac{2,2}{3} \text{ м}$

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"/>	<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!

Сред по вертикали 300 мекет $H = (L+S)^{5/4} =$
 $= 1 \frac{14}{15} \cdot 5 = \frac{29 \cdot 4}{15} = \frac{116}{15}$
 ~~$= 2 \frac{41}{15} M$~~

Ответ: 2) $1/6 M$
3) $1 \frac{41}{15} M$



~~Решение Т.а. санау
разогнали ч в первом
и во втором случае с 0
за одинаковое время
сред. ускорения равны
в этом случае $a = \frac{20}{t}$~~

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!

Тогда

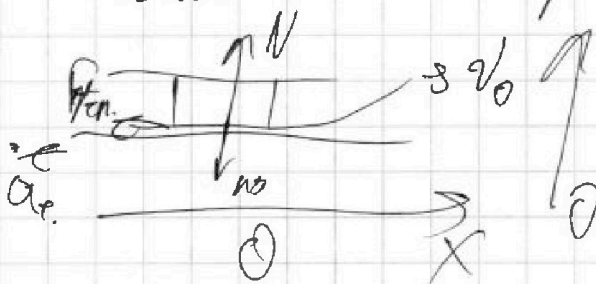
$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg$$

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

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

2) Т.д. после преобразования гайды $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$
или F сама преобразована

v_0 , и на этих по оси Ox гайды
только сила тяжести, то, если



зависит
второй закон
Ньютона

$$Oy: N = mg$$

$$Ox: m \cdot a_x = -F_{тр.}$$

Силу, сама полностью
остановится по положению

$$F_{тр.} = \mu N = \mu mg, \text{ а.д.}$$

времени

$$v_0 = a_x T$$

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

$$T = \frac{v_0}{a_x} = \frac{v_0}{-\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g - g \cos \alpha}$$

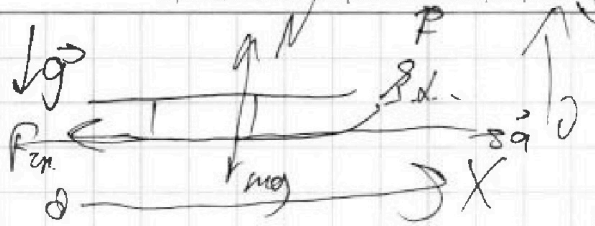
Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

2) $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g - g \cos \alpha}$

1 2 3 4 5 6 7

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

3



I случай - сила F под углом α тогда $F_{\text{гор}} = F \cos \alpha$ закон Ньютона

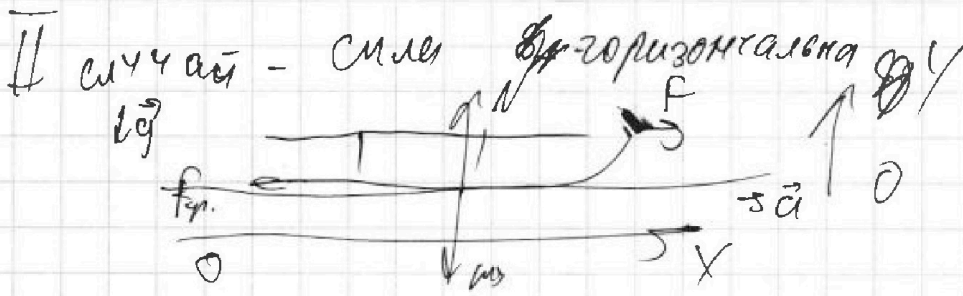
$$Ox: F_{\text{гор}} - F_{\text{тр}} = ma$$

$$Oy: N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg - \mu F \sin \alpha, \text{ следовательно}$$

$$ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha \quad (1)$$



II случай - сила F горизонтальна $F_{\text{гор}} = F$ закон Ньютона

$$Ox: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$Oy: N = mg$$

$$(2) F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg, \text{ следовательно}$$

$$F - \mu mg = ma$$

Т.к. массы равны и ускорения тоже, то сравниваем (1) и (2)

Решая Т.к. массы равны и в первом и во втором случае с 0 за одинаковое время до одинаковой скорости, то ускорения в обоих случаях равны $a_1 = a_2 = a = \frac{v_0}{t}$

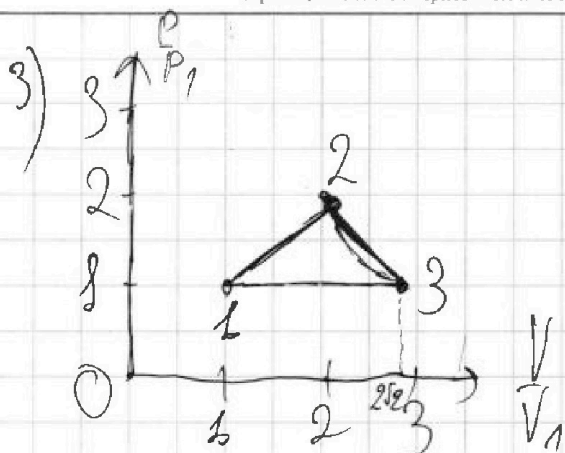
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 непустима!



В точке 2 заданы
 уравнение состояния газа

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$T_2 = 4 T_1$$

$$P_2 V_2 = 4 P_1 V_1$$

Заметим, что

$$A_{32} = 2 \int_{V_1}^{2V_1} P dV - \int_{V_1}^{2V_1} P dV =$$

$$= 2 \int_{V_1}^{2V_1} P_1 V_1^{-1} dV - \int_{V_1}^{2V_1} P_1 V_1^{-1} dV = 2 \int_{V_1}^{2V_1} P_1 V_1^{-1} dV - \int_{V_1}^{2V_1} P_1 V_1^{-1} dV =$$

$$= 2 P_1 V_1 \ln 2 - P_1 V_1 \ln 2 = P_1 V_1 \ln 2$$

или график
 этого процесса -
 прямая, идущая
 от V_1

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = 4 P_1 V_1$$

аналогично для
 т. 3, или

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$T_3 = 2\sqrt{2} T_1$$

$$P_3 V_3 = 2\sqrt{2} P_1 V_1$$

работа в 1 случае -
 $\frac{1}{2} \nu R T_1$, или

$$A_{12} = 1,5 \frac{P_1 V_1}{1}$$

Работа в 2 случае

~~$$A_{23} = \int_{V_2}^{3V_2} P dV - \int_{V_2}^{3V_2} P dV =$$

$$= (4-2\sqrt{2}) R T_1 \cdot 0,5 \nu =$$

$$= \frac{1}{2} (4-2\sqrt{2}) R T_1 =$$

$$= -1 (4-2\sqrt{2}) R T_1 =$$

$$= 2\sqrt{2} R T_1 - 4 R T_1$$~~

Учтем в 1 случае

$$A_{12} = 6 R T_1 - 4,5 R T_1$$

работа в 3 случае

~~$$A_{31} = \int_{V_3}^{V_1} P dV - \int_{V_3}^{V_1} P dV =$$

$$= (4-1) \cdot 2 R T_1 - \frac{3}{2} \cdot R T_1 (4,2) =$$

$$= (2\sqrt{2}-1) R T_1 \cdot 2\sqrt{2} = \frac{3}{2} R (2\sqrt{2}-1)$$

$$= 0,5 (4-1) R T_1 = (2\sqrt{2}-1) R T_1$$~~

1 2 3 4 5 6 7

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



④ 1) Теплоёмкость в каждом процессе постоянна, следовательно, количество переданной теплоты можно посчитать как

$$Q = \left(\frac{C}{R}\right) \cdot R \cdot \left(\frac{T}{T_1}\right) \cdot T_1$$

Не трудно заметить, что на участке 1-2 тепло производится, а на участках 2-3 и 3-1 отводится

Рассмотрим процесс 1-2: $A_{12} + \Delta U_{12} = Q_{12}$

исчисляем $Q_{12} = \left(\frac{C_{12}}{R}\right) \cdot R \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} - \frac{T_1}{T_1}\right) T_1 =$

Изменение внутренней энергии:

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R \left(\frac{T}{T_1}\right) T_1 = 2.3 T_1 R = 6 T_1 R$

$= \frac{3}{2} \cdot R \cdot 3 T_1 = \frac{9}{2} R T_1$, следовательно работа

2) Физик Температура в конце и в начале равна, следовательно, общее изменение

внутренней энергии $\Delta U = 0$, следовательно

$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 6 T_1 R - \frac{9}{2} R T_1 = 1.5 R T_1 = 600 \cdot 1.5 \cdot 400 = 40800 \text{ Дж}$

КПД как $\eta = 1 - \frac{Q_{отв.}}{Q_{прв.}}$

$Q_{отв.} = Q_{23} + Q_{31}$

$Q_{прв.} = Q_{12}$

$Q_{23} = \left(\frac{C_{23}}{R}\right) \cdot R \cdot \left(\frac{T_{23}}{T_1} - \frac{T_{32}}{T_1}\right) T_1 = 0.5 R \cdot (4 - 2\sqrt{2}) \frac{T_1}{T_1} = (2 - \sqrt{2}) R T_1$

$6.31 = \frac{40800}{Q_{отв.}}$

4986

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!



$$Q_{32} = \left(\frac{C_{31}}{R} \right) R \cdot \left(\frac{T_{31}}{T_1} - \frac{T_{13}}{T_1} \right) T_1 = 2,5 R \cdot (2\sqrt{2} - 1) T_1 =$$

$$= (5\sqrt{2} - 2,5) T_1 R,$$

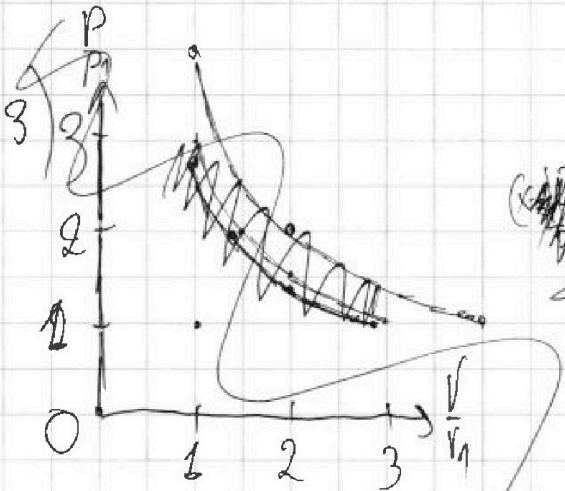
слес. $\eta = 1 - \frac{Q_{13} + Q_{32}}{Q_{12}} = 1 - \frac{5\sqrt{2} - 2,5 + 2 - \sqrt{2}}{6} =$

$$= 1 - \frac{4\sqrt{2} - 0,5}{6} = \frac{6 - 4\sqrt{2} + 0,5}{6} =$$

$$= \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} =$$

$$= \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} \cdot 100\%$$

- Ответ: 1) 4980 Дж
2) $\frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} \cdot 100\%$



~~$(x-1)(y-1) = 4xy$~~
 ~~$xy = 4 - x + 1 - y = 3$~~
 ~~$x - y = 4 - x + y$~~
 ~~$2x - 2y = 4 - 2y$~~
 ~~$x = 2$~~
 ~~$y = 2$~~
 ~~$4 - 2 + 2 = 0$~~
 ~~$2 - 2 + 2 = 0$~~
 ~~$y = 2$~~
 ~~$4 - 2 + 2 = 0$~~
 ~~$y = 2 \pm \sqrt{8}$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

След. $A_{12} = \frac{1}{2} \cdot cRT_1 - \frac{1}{2} RT_1 = \frac{1}{2} pV_2 - \frac{1}{2} p_1V_1$

след. графика A_{12} - прямая с углом.

И процесс 2-3 это
процесс ~~изотермический~~, соед.
две точки 2 и 3
адиабатично.

и 3 точки p_1 и p_2
и 3 точки пересечения
один из них равен
1. p_1V_1 и всегда
2. p_2V_2 и p_1V_1
и изотермический
 $p_1V_1 = \text{const}$

(Все изменение внутр. энергии
не 0, следовательно отриц.)

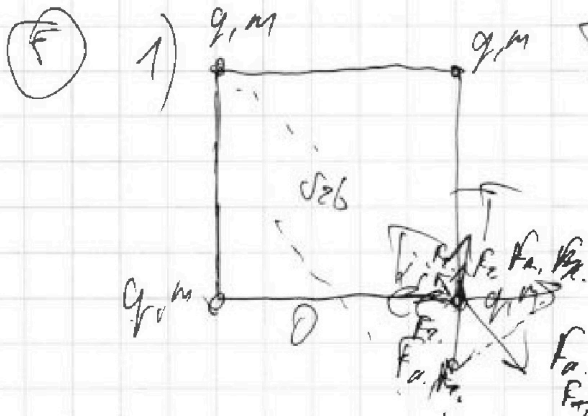
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~Угол между силой и диагональю равен 45°~~
~~Сила направлена по диагонали~~
~~то же самое~~

Рассмотрим любой шарик:

Ма него действуют силы

гравитации и силы отталкивания

$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$

в проекции на ось Ox

$\alpha = 45^\circ$

$2T \cdot \sin \alpha \cos \alpha + 2F_r \cdot \cos \alpha + F_{r,x} = 2F_n \cdot \cos \alpha + F_{n,x}$

$F_r = \frac{6m^2}{b^2}$

$F_{r,x} = \frac{6m^2}{2b^2}$

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

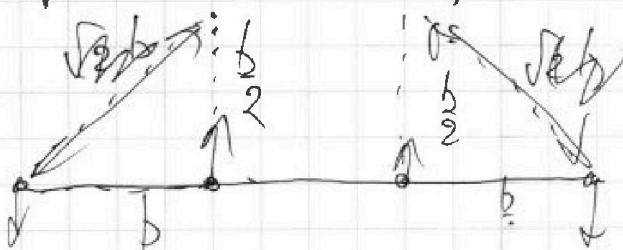
$F_{n,x} = \frac{kq^2}{2b^2}$

след.

$T = \frac{kq^2}{b^2} - \frac{6m^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2} - \frac{6m^2}{2\sqrt{2}b^2}$

т.е. сила взаимного отталкивания $T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2}$

3) В этот момент, когда все шарик движутся на прямой вертикальные шарик сближаются на



вертикальные шарик сближаются на

$d = \sqrt{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{2} + b^2\right)}$
 $= b\sqrt{2}$

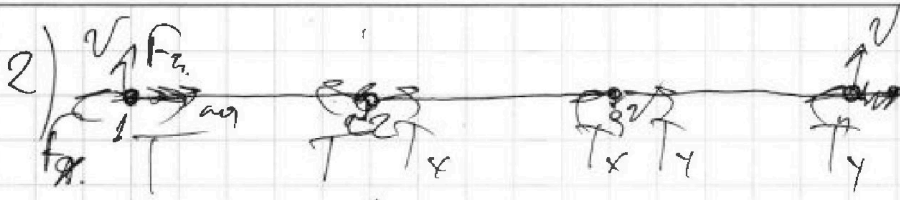
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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



для 1. $F_a = kx + kx + kx + kx = \frac{kx}{r} + \frac{kx}{r} + \frac{kx}{r} + \frac{kx}{r} = \frac{kx}{r} \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{27} \right) = \frac{kx}{r} \left(\frac{36+12+4+1}{36} \right) = \frac{kx}{r} \cdot \frac{53}{36}$

$F_a - T - T_x = ma$
 $T - F_a = ma$

$F_a = \frac{6m^2}{r} \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{27} \right) = \frac{6m^2}{r} \cdot \frac{53}{36} = \frac{m^2}{r} \cdot \frac{53}{6}$

av
 $a = \frac{v^2}{R}$
 $a = \frac{v^2}{b}$

$T - ma = T + F_b - F_a$

$v = b$

для 2. $T = T_x + F_b - F_a$

$F_{a,2} = \frac{kx}{r} \left(\frac{53}{6} \right)$

$F_{b,2} = \frac{6m^2}{r} \left(\frac{53}{6} \right)$, т.д.

силы зависят от времени мало,

то $ma = F_a$, $a = \frac{v^2}{b}$

$a = \frac{kx}{b^2 m} \cdot \frac{49}{36}$

$v^2 = \frac{kx}{b^2 m} \cdot \frac{49}{36}$

$v = \frac{7}{6} \sqrt{\frac{kx}{b^2 m}}$

Ответ: $\frac{7}{6} \sqrt{\frac{kx}{b^2 m}}$

2) $\frac{7}{6} \sqrt{\frac{k}{b^2 m}}$ 3) $b \frac{\sqrt{5}}{2}$

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 type="checkbox"/>	<input 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!



Handwritten physics solution on grid paper. The text includes various equations and diagrams related to mechanics, such as kinematics and dynamics.

Key equations and notes visible:

- $mg h = \frac{mv^2}{2}$
- $v = \sqrt{2gh}$
- $g t^2 = 2gh$
- $h = \frac{g t^2}{2}$
- $t = 0.4$
- $v = 20$
- $v_y = v_0 \sin \alpha$
- $v_x = v_0 \cos \alpha$
- $t = \frac{v_y}{g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
- $S = v_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$
- $\sin 2\alpha = \frac{2Sg}{v_0^2}$
- $\sin 2\alpha = \frac{2 \cdot 16 \cdot 10}{20^2} = \frac{320}{400} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$
- $2\alpha = \arcsin \frac{4}{5}$
- $\alpha = \frac{1}{2} \arcsin \frac{4}{5}$
- $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$
- $v_x = 20 \cdot \frac{3}{5} = 12$
- $v_y = 20 \cdot \frac{4}{5} = 16$
- $v = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{144 + 256} = \sqrt{400} = 20$
- $\alpha = \arctan \frac{16}{12} = \arctan \frac{4}{3}$

There are also several diagrams showing vectors and trajectories, and some calculations involving forces like $F_{\text{cent}} = \frac{mv^2}{r}$ and $F_{\text{grav}} = mg$.



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

