



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.

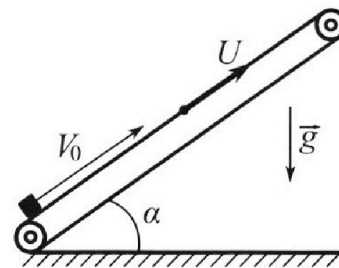
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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

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

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



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

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

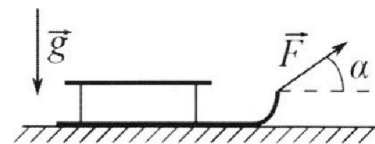
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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.

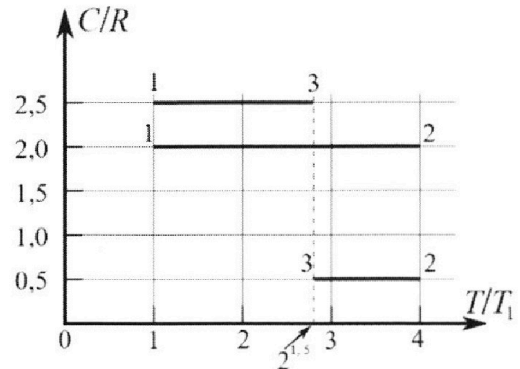
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



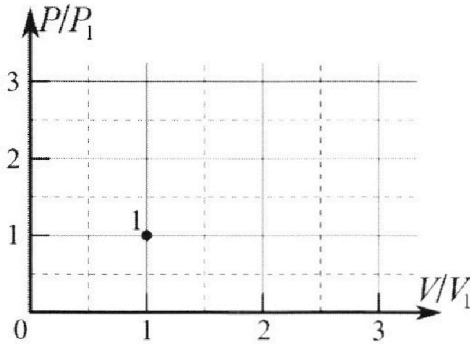
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



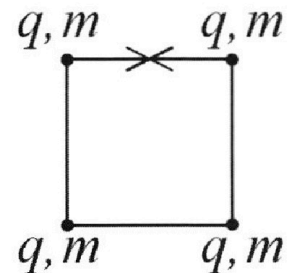
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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)?



Коэффициенты 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

МФТИ

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

Чистовик

2) $V_0^2 + V_0^2 \cos 2\alpha$ - мкм. м. к. при $\alpha = 45^\circ$ $\cos(2\alpha)$ - мкм

$$h_{\text{м. yg}} = \frac{S(V_0^2 - gS)}{V_0^2} = \frac{SV_0^2 - gS^2}{V_0^2} = S - \frac{gS^2}{V_0^2} = 20 - \frac{10 \cdot 20^2}{20^2} = 20 - 10 = 10 \text{ м}$$

Ответ: 2) $h_{\text{м. yg}} = 10 \text{ м}$.

②

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!

Чистовик

№ 1

1) Дано:

$T = 2 \text{ с.}$

Найти:

$V_0 = ?$

В точке высота которой максимальна

$V = 0$, где V - скорость мяча в точке с максимальной высотой

$V = V_0 - gT$

$V_0 = V + gT = 0 + 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$

Ответ: 1) $V_0 = 20 \text{ м/с}$

2) Дано:

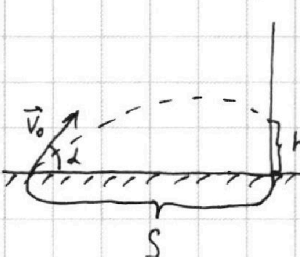
$S = 20 \text{ м}$

Найти:

$h_{\text{м. ур.}} = ?$

Пусть $h_{\text{м. ур.}}$ - максимальная высота удара

мяча о стенку



Пусть h - высота удара мяча о стенку

Уг. п. 1 $V_0 = 20 \text{ м/с}$

Пусть мяч бросим под углом α

мяча $S = V_0 t \cos \alpha$, где t - время полета мяча от начальной точки до стенки

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}; \quad h = 0 + V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = \frac{V_0 S \sin \alpha}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 S V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha - g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

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

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

$h = h_{\text{м. ур.}}$ при $\alpha = 45^\circ$ м. к. при $\alpha = 45^\circ$

1)

1) $S (V_0^2 \sin(2\alpha) - g S)$ - макс. м. к. при $\alpha = 45^\circ$ $\sin(2\alpha)$ - макс.

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!

~~Исходные~~ **Исходные**
 тело, брошенное ~~горизонтально~~ ~~вертикально~~ **вертикально**

$$0 = v_0 - gt, \text{ где } t - \text{ время до остановки каретки}$$

$$t = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}; L - \text{ расстояние, пройденное кареткой до остановки}$$

$$L = 0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$L = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gv_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ м}$$

тогда $S = 1 \text{ м}$

2) Дано: | Перейдем в СО транспорта, тогда по ЗСС

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

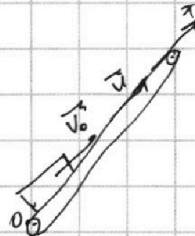
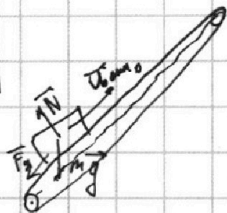
$$\mu = \frac{1}{3}$$

Найти:

$L = ?$

~~$\vec{v}_0 = \vec{u} + \vec{v}_{\text{отн}}$, где \vec{u} - скорость, с которой каретка движется относительно транспорта~~

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_0 - \vec{u} \quad (1), \text{ где } v - \text{ скорость каретки}$$



СО транспорта

ДСО

в момент когда $v = u$ Ох: $v_{\text{отн}x} = u - u = 0$

~~тогда сила трения по оси z в равновесии~~

В СО транспорта ускорение $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$$L = \frac{0^2 - u^2}{2a} = \frac{(v_0 - u)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

4

скорость в момент, когда скорость каретки u в

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!



Числовые

N2

1) Дано:

$$\sin \lambda = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

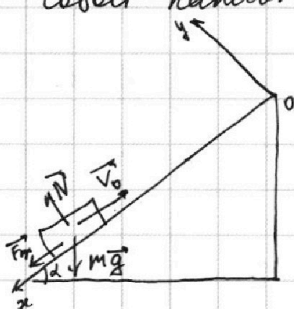
$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

Найти:

T - ?

Показывая ленту транспортера представляем собой наклонную плоскость



$\vec{F}_{\text{тр}}$ - сила трения скольжения в 1-м направлении; \vec{a} - ускорение коробки в 1-м направлении

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a} \quad \text{— закон ур-ние движения}$$

$$Oy: N - mg \cos \lambda = 0$$

$$Ox: mg \sin \lambda + \vec{F}_{\text{тр}} = ma$$

$$N = mg \cos \lambda; \quad mg \sin \lambda + \mu N = ma + mg \sin \lambda + \mu mg \cos \lambda = ma$$

$$a = g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)$$

Используем ф-лу для расчета пути без учета времени:

$$S = \left| \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \right|, \quad v \text{ — скорость коробки, } \mu \text{ в момент пока она пройдет путь } S$$

$$S = \frac{v_0^2 - v^2}{2a} \quad \text{п.к. } v < v_0$$

$$2aS = v_0^2 - v^2 \rightarrow v = \sqrt{v_0^2 - 2aS}$$

$$v = v_0 - aT \rightarrow aT = v_0 - v \rightarrow T = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{a} =$$

$$= \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)S}}{g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)} \quad \text{⊖}$$

$$\sin \lambda = 0,8 \quad \cos \lambda = \sqrt{1 - \sin^2 \lambda} = \sqrt{1 - \frac{64}{100}} = \sqrt{\frac{36}{100}} = 0,6$$

$$\text{⊖} \quad \frac{4 - \sqrt{16 - 2 \cdot 10(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \cdot 1}}{10(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)} = \frac{4 - \sqrt{16 - 20}}{10} = \frac{4 - 4}{10} = 0 \quad \text{— не сущ.}$$

$$a = g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda) = 10(0,8 + \frac{0,6}{3}) = 10 \rightarrow a = g$$

Ⓝ

Скорость остановки коробки будет равна нулю

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!



Именован

3) Дано: u_0 - скорость поезда в поперечной плоскости времени

$u_x = 0$

Физика

Н-?

Идентификация

Идентификация в СО транспорта

$\vec{u}_0 = \vec{u} + \vec{u}_{отн}$ $\rightarrow 0 = \vec{u} + \vec{u}_{отн}$ $\rightarrow \vec{u} = -\vec{u}_{отн}$
 - ~~... ..~~ поезда будет двигаться в ту же сторону с $u_{отн} = u$

Идентификация на какое расстояние / отрезок поезда разогнавшись до u

у п. 1 $a' = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$L' = \left| \frac{u^2 - v^2}{2a'} \right| \rightarrow L' = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} = \frac{2^2}{2 \cdot 10 \cdot (0,2 - 0,6)}$
 $= \frac{4}{4 \cdot 5 \cdot 0,6} = \frac{1}{3} \text{ м}$

Идентификация в СО транспорта

Скорость поезда, когда она остановилась относительно транспорта равна u и $\vec{v} = \vec{u} + \vec{u}_{отн}$
 $u_{отн} = 0$ и $\vec{v} = \vec{u}$, где v - скорость поезда в ЛСО.

$\rightarrow v = u$ и $L' = \left| \frac{v^2 - u^2}{2a'} \right| = \frac{u^2}{2a'} = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$
 $= \frac{4}{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 0,6} = \frac{1}{3} \text{ м}$

Идентификация λ

$L = \left| \frac{u^2 - v_0^2}{2a} \right| = \frac{v_0^2 - u^2}{2a}$

$a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ у п. 1

⑥ $L = \frac{v_0^2 - u^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10(0,2 + 0,6 \cdot 0,3)} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6$

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!



100) **равно нулю так как**

Числовый

по ЗСС:

$\vec{u} = \vec{u} + u_{\text{порт}} \vec{e}_x$, где $u_{\text{порт}}$ - скорость портовой воды относительно берега

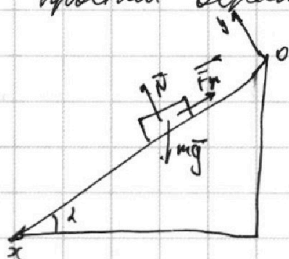
$u_{\text{порт}} = 0$ и $u_{\text{порт}} = 0$; ~~Числовый ответ: 0,4 с~~

Числовый ответ: $\frac{(u+z)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{4}{2 \cdot 10(0,8 + \frac{0,6}{3})} = \frac{4}{2 \cdot 10} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ с}$

~~Числовый ответ: 0,4 с~~

продолжение п. 1

Числовый ответ: коробка прошла путь $S = 1 \text{ м}$ она достигла вершины дерева расстояние $S - L = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$



$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = m\vec{a}'$ \vec{a}' - ускорение при движении вверх

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

$Oy: N - mg \cos\alpha = 0$

$N = mg \cos\alpha$

$mg \sin\alpha - \mu N = mg \sin\alpha - \mu mg \cos\alpha = ma'$

$a' = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)$

v' - скорость в точке, где тело проходит путь $S = 1 \text{ м}$

$S - L = \left| \frac{v'^2 - 0^2}{2a'} \right|$ $2a'(S - L) = v'^2$ и $v' = \sqrt{2a'(S - L)}$

$v' = 0 + a't'$, t' - время от начала движения до момента, когда коробка прошла $S = 1 \text{ м}$

$\frac{v'}{a'} = t'$ и $t' = \frac{\sqrt{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)(S - L)}}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6)(1 - 0,8)}}{10 \cdot (0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6)} =$

$T = t + t' = \frac{\sqrt{2 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 10}}{10 \cdot 0,6} = \frac{2\sqrt{0,6}}{6} = \frac{1}{3}\sqrt{0,6}$

$= 0,4 + \frac{1}{3}\sqrt{0,6}$

⑤

Ответ: 1) $T = 0,4 + \frac{1}{3}\sqrt{0,6}$

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!



Исходные

Ответ: 2) $L = 0,6 \text{ м.}$

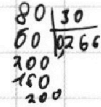
продолжение 3)

$$L_{\text{осг}} = L + L' = 0,6 + \frac{1}{3} = \frac{1,4}{3} = 0,467 \text{ м}$$

$$H = L_{\text{осг}} \sin \alpha = \left(0,6 + \frac{1}{3}\right) 0,8 = 0,48 + \frac{8}{30} = 0,48 + 0,267 =$$

$$= 0,747 \text{ м} = \frac{28}{30} \cdot \frac{8}{10} = \frac{224}{300} = \frac{112}{150} = \frac{56}{75}$$

Ответ: 3) $H = \frac{56}{75} \approx 0,747 \text{ м}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$a' = a \rightarrow \frac{F}{m} - \mu g = \frac{F \cos \lambda}{m} + \frac{\mu F \sin \lambda}{m} - \mu g \quad \text{Используем}$$

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

$$1 - \cos \lambda = \mu \sin \lambda$$

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

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

2) Дано: $0 = V_0 - aT \rightarrow V_0 = aT \rightarrow T = \frac{V_0}{a}$

$\lambda; V_0;$
Найти:
 $T - ?$

Используем $\mu = \frac{1 - \cos \lambda}{\sin \lambda}$ и $a = \frac{F}{m} - \mu g$

$$T = \frac{V_0 m}{F - \mu m g} = \frac{m V_0}{F - \frac{1 - \cos \lambda}{\sin \lambda} m g} = \frac{m V_0 \sin \lambda}{F \sin \lambda - m g + m g \cos \lambda}$$

Ответ: 2) $T = \frac{m V_0 \sin \lambda}{F \sin \lambda + m g (\cos \lambda - 1)}$

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{уп}} = m\vec{a}$$

Oy: $N - mg = 0 \rightarrow N = mg$

Ox: $\mu N = mg a$

$$a = \mu g$$

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

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

9

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!



Черновик

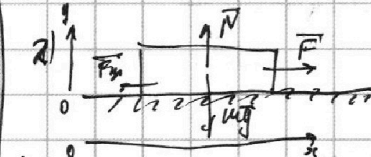
№ 3

1) Дано:

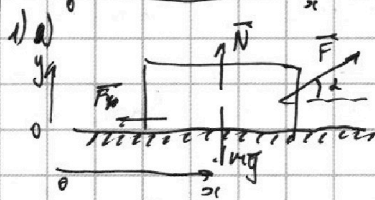
v_0 ; 2

Трение

μ - ?



$$v_0 = 0 - at$$



$$v_0 = 0 - a't$$

a - ускорение в 1-м случае

a' - ускорение во 2-м случае

t - время разгона

$$v_0 = at \rightarrow a = \frac{v_0}{t} ; v_0 = a't \rightarrow a' = \frac{v_0}{t} = a$$

Запишем для них уравнения движения

$$2) \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{fr} = m\vec{a}$$

$$Oy: N - mg = 0$$

$$Ox: F - \mu N = ma$$

$$\frac{F}{m} - \frac{\mu mg}{m} = a \rightarrow a = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$1) \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{fr} = m\vec{a}'$$

$$Oy: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

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

$$Ox: F \cos \alpha - \mu N = ma'$$

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

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

8

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

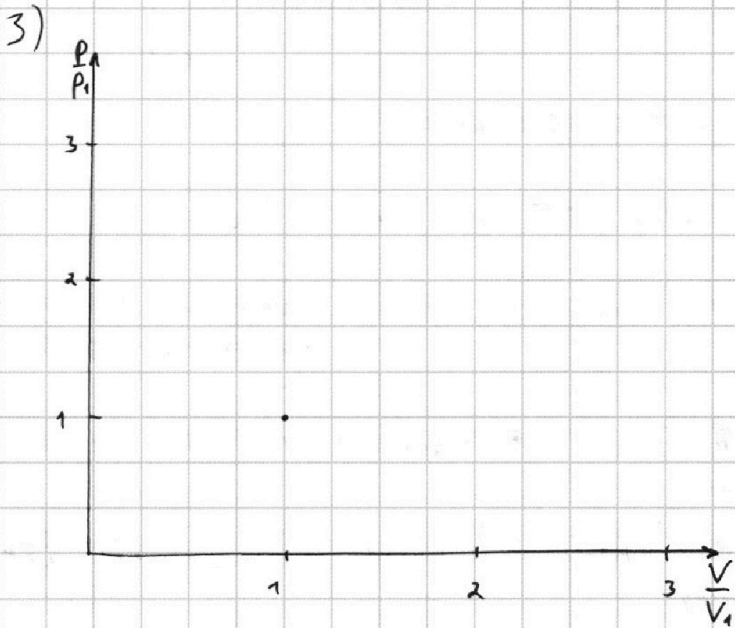
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Шестаков



По уравнению Менделеева - Клапейрона:

$$\begin{aligned} p_2 V_2 &= \nu R T_1 \cdot 4 \\ p_1 V_1 &= \nu R T_1 \end{aligned} \quad \left| \rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = 4 \right.$$

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_3 V_3 &= \nu R T_1 \cdot 2^{1,5} \end{aligned} \quad \left| \rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = \frac{1}{2^{1,5}} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \right.$$

$$\frac{p_2 V_1}{p_3 V_3} = \frac{4}{2^{1,5}} = \sqrt{2}$$

(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

МФТИ

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



Черновик

№4

$$\begin{array}{r} 1 \\ \wedge 831 \\ \wedge 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

1) Дано:
 $v = 1 \text{ м/с}$
 $T_1 = 400 \text{ К}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
Найти:
 $A_{1-2} = ?$

По I закону термодинамики

$$Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} \quad \text{или} \quad A_{1-2} = Q_{1-2} - \Delta U_{1-2}$$

По графику $C_{m12} = 2R$, где C_{m12} *мольная теплоемкость* - *в процессе*
 $1-2$

$$Q_{1-2} = \nu C_{1-2} \Delta T = \nu C_{m12} (4T_1 - T_1) = 2\nu R \cdot 3T_1 = 6\nu RT_1$$

по графику

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1 = \frac{9}{2} \nu RT_1$$

по графику

$$A_{1-2} = 6\nu RT_1 - \frac{9}{2} \nu RT_1 = \frac{12-9}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = 3 \cdot 831 \cdot 2 = 4986 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $A_{1-2} = 4986 \text{ Дж}$

2) Дано:
 $v = 1 \text{ м/с}$
 $T_1 = 400 \text{ К}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
Найти:
 $\eta_{цикла} = ?$

$$\eta = \frac{Q_{out} - |Q_{in}|}{Q_{out}} = 1 - \frac{|Q_{in}|}{Q_{out}}$$

$$Q_{out} = C_{2-3} (2^{1,5} - 4) T_1 + C_{3-1} (4 - 2^{1,5}) T_1 =$$

$$= \frac{1}{2} \nu RT_1 (2^{1,5} - 4) + \frac{5}{2} \nu RT_1 (1 - 2^{1,5}) =$$

$$= \frac{1}{2} \nu RT_1 2^{1,5} - 2\nu RT_1 + \frac{5}{2} \nu RT_1 - \frac{5}{2} \nu RT_1 2^{1,5} =$$

$$= \frac{1}{2} \nu RT_1 + \nu RT_1 2^{1,5} \left(\frac{1}{2} - \frac{5}{2} \right) \quad \text{и} \quad |Q_{in}| = \nu RT_1 (2 \cdot 2^{1,5} - \frac{1}{2})$$

$$Q_{in} = Q_{1-2} = 6\nu RT_1$$

$$\eta = 1 - \frac{\nu RT_1 (2 \cdot 2^{1,5} - \frac{1}{2})}{6\nu RT_1} = 1 - \frac{2 \cdot 2^{1,5} - \frac{1}{2}}{6} =$$

$$= 1 - \frac{4 \cdot 2^{1,5} - 1}{12} = \frac{12 - 4 \cdot 2^{1,5} + 1}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

Ответ 2) $\eta = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

(10)

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!



№ 5 Шитовкин

После как шарик движется и в
вершинах квадрата, то силы
натяжения одинаковые и равные T
так как шарик в равновесии

$$\vec{F}_{21} + \vec{F}_{23} + \vec{F}_{24} + \vec{F}_{21} + \vec{F}_{23} + \vec{F}_{24} + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0$$

$$Oy: F_{21} - F_{23} - T_2 - F_{24} \cdot \cos 45^\circ + F_{21} \cos 45^\circ = 0$$

$$Ox: F_{23} - F_{24} - T_3 - F_{24} \cos 45^\circ + F_{23} \cos 45^\circ = 0$$

Углы ~~одинаковые~~ одинаковые и $F_{21} = F_{23}$
 $F_{23} = F_{24}$ и шарик движется
и в вершинах квадрата

и-но:

$$F_{21} - F_{24} - T - F_{24} \cos 45^\circ + F_{21} \cos 45^\circ = 0$$

$$T = F_{21} - F_{24} + \cos(45^\circ)(F_{21} - F_{24})$$

$$F_{21} = k \frac{q \cdot q}{b^2} = k \frac{q^2}{b^2}; \quad F_{24} = G \frac{m^2}{b^2};$$

$$F_{21}' = k \frac{q \cdot q}{b^2 + b^2}; \quad F_{24}' = G \frac{m^2}{b\sqrt{2}} \text{ и. н. (по м. Пифагора расем между 1 и 4 - } r_{1-2}^2 = b^2 + b^2$$

$$T = \frac{kq^2 - Gm^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2 - Gm^2}{\sqrt{2}b^2} = \frac{kq^2 - Gm^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$\text{Ответ: } 1) T = \frac{kq^2 - Gm^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right).$$

12

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

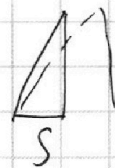
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Черновик



$$\frac{S v_0^2 \sqrt{3} - 2g S^2}{v_0^2 (2 - \sqrt{3})}$$

$$- 2S v_0^2 + S v_0^2 \sqrt{3} -$$

$$+ 2g S^2$$

$$\frac{2S v_0^2 (\sqrt{3} - 1)}{2g S^2 \sqrt{3}}$$

$$\frac{2S v_0^2 (\sqrt{3} - 1)}{v_0^2 (2 - \sqrt{3})}$$

$$\frac{S}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{S}{v_0^2 (2 \cos^2 \alpha - 1 + 1)}$$

$$= \frac{S}{v_0^2 (\cos 2\alpha + 1)}$$

$$= \frac{S}{v_0^2 + v_0^2 \cos(2\alpha)}$$

$$gS = v_0 g t \cos \alpha$$

$$\frac{S v_0^2 \frac{\sqrt{3}}{2} - g S^2}{v_0^2 (1 - \frac{\sqrt{3}}{2})}$$

$$= \frac{S v_0^2 - g S^2}{v_0^2}$$

$$= \frac{S \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}}$$

$$= \frac{g S^2}{v_0^2 (1 - \frac{\sqrt{3}}{2})} + \frac{g S^2}{v_0^2} - S^2$$

$$- S^2$$

$$= \frac{S}{\sqrt{2} - 1} - \frac{g S^2}{v_0^2} \left(\frac{2}{2 - \sqrt{2}} - 1 \right) - S = \frac{S}{\sqrt{2} - 1} - \frac{g S^2}{v_0^2} \left(\frac{2 - 2 + \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}} \right) - S = \frac{S v_0^2 - g S^2}{v_0^2}$$

$$= \frac{S}{\sqrt{2} - 1} - \frac{g S^2}{v_0^2 (\sqrt{2} - 1)}$$

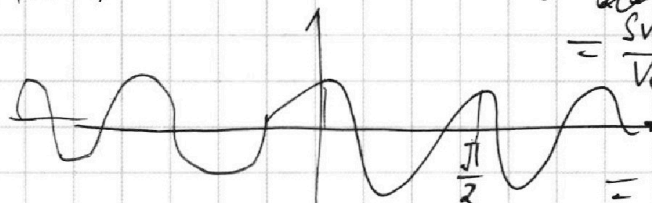
$$= \frac{S v_0^2 - g S^2}{v_0^2 (\sqrt{2} - 1)}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{S v_0^2 - g S^2}{v_0^2 - \frac{1}{2} \sqrt{3} v_0^2} = \frac{S v_0^2 - 2g S^2}{v_0^2 (2 - \sqrt{3})}$$

$$= \frac{2 \sqrt{3} (v_0^2 - g S)}{v_0^2 (2 - \sqrt{3})}$$

$$= \frac{2 \sqrt{3} (v_0^2 - g S) - 2S v_0^2}{v_0^2 (2 - \sqrt{3})}$$

$$\frac{v_0}{g} = t$$



$$S = 0 + v_0 t - \frac{g t^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{2g} = \cos 2\alpha = \sqrt{1 - \sin^2 2\alpha}$$

$$= \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м.}$$

$$\frac{S v_0^2 \frac{\sqrt{3}}{2} - g S^2}{\frac{1}{2} v_0^2} = \frac{S v_0^2 \sqrt{3} - 2g S^2}{v_0^2}$$

$$= \frac{S \sqrt{3} - \frac{2g S^2}{v_0^2}}{v_0^2} = \frac{10 \cdot 20}{20^2} = S \left(\sqrt{3} - \frac{1}{\sqrt{2} - 1} \right)$$

$$= \frac{10 \cdot 20}{20^2} \frac{1}{2} - \frac{g S}{v_0^2} \left(\frac{1}{\sqrt{2} - 1} - 2 \right) =$$

$$= \frac{10 \cdot 20}{20^2} \frac{1}{2} - \frac{g S}{v_0^2} \left(\frac{1}{\sqrt{2} - 1} - 2 \right) =$$

$$S = v_0 \cos \alpha t$$

$$2\alpha = 30 \quad \alpha = 15$$

$$2\alpha = 150 \quad \alpha = 75$$

$$= \frac{10 \cdot 20}{20^2} \frac{1}{2} - \frac{g S}{v_0^2} \left(\frac{1}{\sqrt{2} - 1} - 2 \right) =$$

$$= \frac{10 \cdot 20}{20^2} \frac{1}{2} - \frac{g S}{v_0^2} \left(\frac{1}{\sqrt{2} - 1} - 2 \right) =$$

$$t = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$S = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

$$2 \in [0; 90^\circ]$$



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!

