



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.

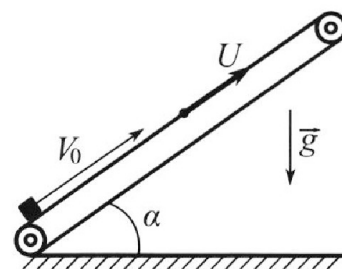
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

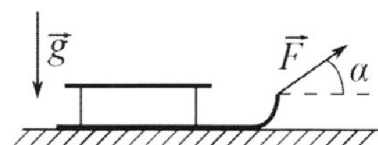
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

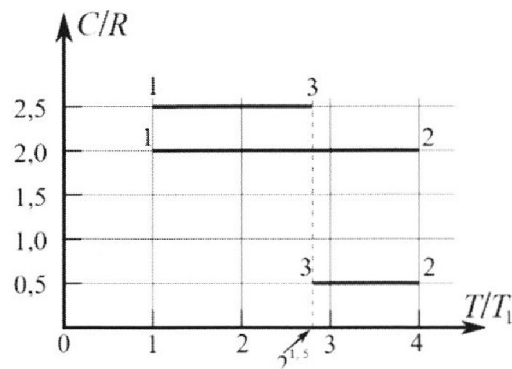


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

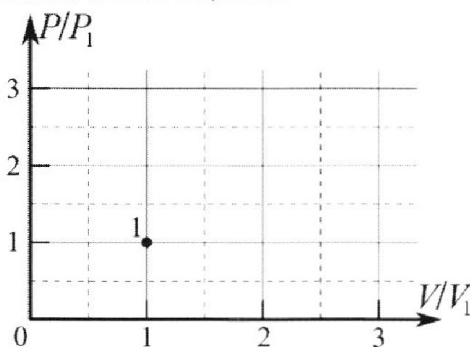
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



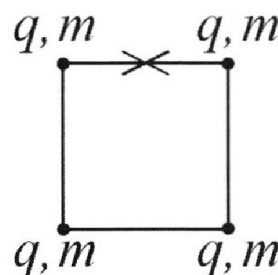
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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)?



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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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



Чистовик

2) $V_0^2 + V_0^2 \cos 2\alpha$ - м/с. м. к. при $\alpha = 45^\circ$ $\cos(2\alpha) = 0$ - м/с

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

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

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) $V_0 = 20 \text{ м/с}$

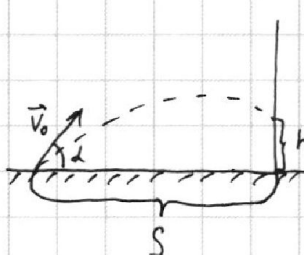
2) Дано:

$$S = 20 \text{ м}$$

Найти:

$$h_{\text{м. уд.}} = ?$$

Пусть $h_{\text{м. уд.}}$ - 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

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

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

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

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

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

①

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

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!



~~Черновик~~ Чистовик
мело, спроектированное ~~вертикально~~

$0 = v_0 - gt$, где t - время до остановки порабки

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

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

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

тогда $S = 1 \text{ м}$

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

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

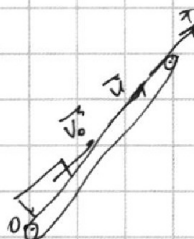
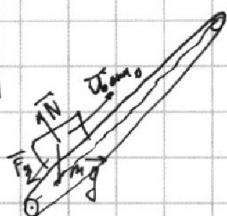
$$\mu = \frac{1}{3}$$

Найти:

$L = ?$

~~$v_0 = u + u_{\text{отн}}$, где $u_{\text{отн}}$ - начальная скорость порабки относительно транспорта~~

$$u_{\text{отн}} = v_0 - u \quad (1), \text{ где } v - \text{скорость порабки}$$



СО транспорта

ДСО

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

~~сила трения не уч. в равновесии~~

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

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

4

скорость в момент, когда скорость порабки u в



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

N2

1) Дано:

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

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

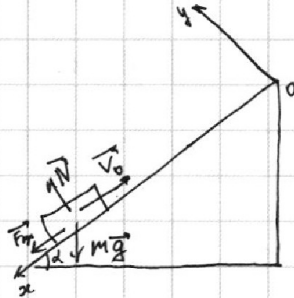
$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

Найти:

T - ?

Показавшая ленту транспортера представляет собой наклонную плоскость



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

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a} \quad \text{— динам. уравнение движения}$$

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

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

$$N = mg \cos \lambda; \quad mg \sin \lambda + \mu N = ma \quad \text{или} \quad mg \sin \lambda + \mu mg \cos \lambda = ma$$

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

Поспользуемся ф-лой для расчета пути без учета времени:

$$S = \left| \frac{V^2 - V_0^2}{2a} \right|, \quad V - \text{конечная скорость коробки, которую она приобретет на пути } S$$

$$S = \frac{V_0^2 - V^2}{2a} \quad \text{п.к. } V < V_0$$

$$2aS = V_0^2 - V^2 \rightarrow V = \sqrt{V_0^2 - 2aS}$$

$$V = V_0 - aT \rightarrow aT = V_0 - V \rightarrow T = \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2aS}}{a} =$$

$$= \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)S}}{g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)} \quad \text{---}$$

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

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

$$a = g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda) = 10(0,8 + \frac{0,6}{3}) = 10 \quad \text{п.к. } a = g$$

3)

Скорость остановки коробки будет равна нулю

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

3) Дано: u_0 - скорость поробки в поперечной плоскости времени,

$$u_0 = 0$$

Найти

Н?

По ВСС:

Ускорение в СО транспорта

$$\vec{u}_0 = \vec{u} + \vec{u}_{отн} \quad \text{и} \quad 0 = \vec{u} + \vec{u}_{отн} \quad \text{и} \quad \vec{u} = -\vec{u}_{отн} \quad \text{и}$$

в СО транспорта - ~~скорость поробки~~ поробка будет двигаться влду с $u_{отн} = u$

Найдем на какое расстояние / смещение поробки разогнавшись до u

$$\text{из п. 1} \quad a' = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$L' = \left| \frac{u^2 - 0^2}{2a'} \right| \quad \text{и} \quad L' = \frac{u^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{2^2}{2 \cdot 10 \cdot (0,8 - 0,6 \cdot 0,6)} =$$

$$= \frac{4}{4 \cdot 5 \cdot 0,6} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

Для ~~нахождения~~ ~~в~~ ~~СО~~ ~~транспорта~~ ~~на~~ ~~в~~ ~~СО~~

Скорость поробки, 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 поробки в ЛСО.

$$\rightarrow v = u \quad \text{и} \quad L' = \left| \frac{0^2 - u^2}{2a'} \right| = \frac{u^2}{2a'} = \frac{u^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} =$$

$$= \frac{4}{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 0,6} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

Нахождение L

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

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad \text{из п. 1}$$

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10 \cdot (0,8 + 0,6 \cdot 0,6)} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6$$

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) $L = 0,6 \text{ м.}$

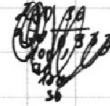
продолжение 3

$$L_{\text{осг}} = L + L' = 0,6 + \frac{1}{3} = 0,933 \text{ м}$$

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

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

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



$$\begin{array}{r} 80 \overline{) 30} \\ 80 \overline{) 30} \\ \hline 200 \\ 160 \\ \hline 400 \\ 400 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 8 \\ \hline 224 \end{array}$$

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!

МФТИ



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

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

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

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

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

2) Дано: $\lambda; V_0;$
Найти: $T - ?$

$$0 = V_0 - aT \rightarrow V_0 = aT \rightarrow T = \frac{V_0}{a}$$

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

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

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

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!

Исходник

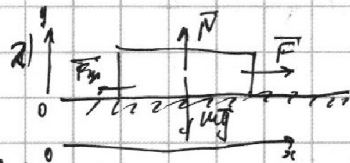
№ 3

1) Дано:

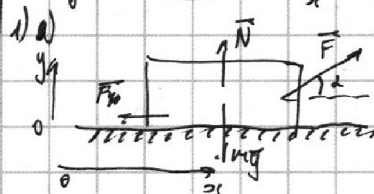
V_0 ; 2

Найти:

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 динам. уравн. 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.

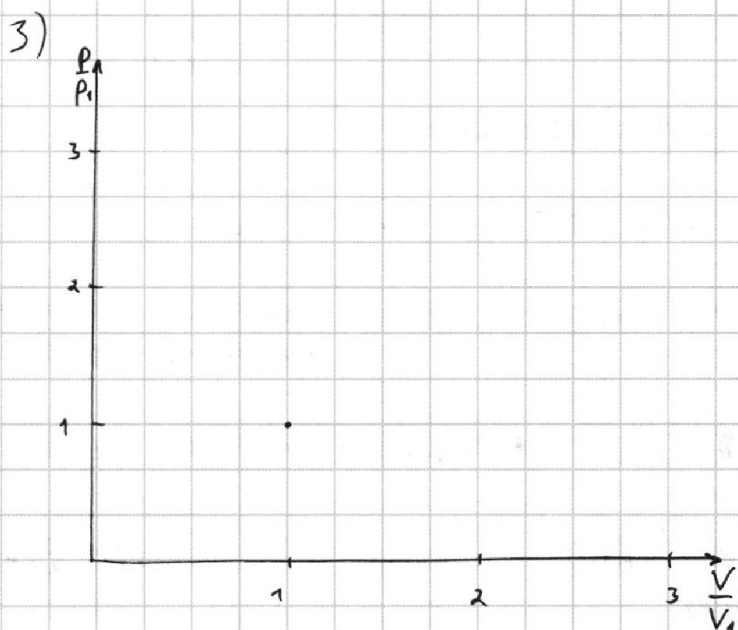
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐



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

Исмаилов



По p - V - диаг. Менделеева - Клапейрона!

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

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

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

11

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!



Числовик

✓4

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

1) Дано:
 $V = 1 \text{ моль}$
 $T_1 = 400 \text{ К}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
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 $C_{m,1-2} = 2R$, где $C_{m,1-2}$ ~~мольная теплоемкость~~ *мольная теплоемкость* - *в процессе*
 $1-2$

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

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:
 $V = 1 \text{ моль}$
 $T_1 = 400 \text{ К}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
Найти:
 $\eta_{цикла} = ?$

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}} - |Q_{\text{отг}}|}{Q_{\text{пол}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{отг}}|}{Q_{\text{пол}}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Имитация



После как шарик движется и в
вершинах квадрата, то силы
напряжения одинаковые и равные T

так как шарик в равновесии

$$\vec{F}_{31,2} + \vec{F}_{31,3} + \vec{F}_{31,4} + \vec{F}_{31,5} + \vec{F}_{31,6} + \vec{F}_{31,7} + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0$$

$$Oy: F_{31,2} - F_{31,6} - T_2 - F_{31,4} \cdot \cos 45^\circ + F_{31,5} \cos 45^\circ = 0$$

$$Ox: F_{31,3} - F_{31,7} - T_3 - F_{31,4} \cos 45^\circ + F_{31,5} \cos 45^\circ = 0$$

Углы ~~отличаются~~ одинаковые и $F_{31,2} = F_{31,3}$
 $F_{31,6} = F_{31,7}$ и $F_{31,4} = F_{31,5}$ шарик движется
и в вершинах квадрата

и-по:

$$F_{31} - F_{31,6} - T - F_{31,4} \cos 45^\circ + F_{31,5} \cos 45^\circ = 0$$

$$T = F_{31} - F_{31,6} + \cos 45^\circ (F_{31,4} - F_{31,5})$$

$$F_{31} = k \frac{q \cdot q}{b^2} = k \frac{q^2}{b^2}; \quad F_{31,6} = G \frac{m^2}{b^2};$$

$$F_{31,4} = k \frac{q \cdot q}{b^2 + b^2}; \quad F_{31,5} = G \frac{m^2}{b^2 + b^2} \text{ и.к. (по м. Пирамиды расен между 1 и 4 - } r_{1,2}^2 = b^2 + b^2$$

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

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

12

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

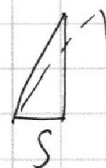
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



Черновик



$$\frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS^2}{V_0^2(2-\sqrt{3})}$$

$$\frac{-2SV_0^2+SV_0^2\sqrt{3}+2gS^2}{V_0^2(2-\sqrt{3})}$$

$$\frac{2SV_0^2(\sqrt{3}-1)+2gS^2\sqrt{3}}{V_0^2(2-\sqrt{3})}$$

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

$$\frac{S}{V_0^2(2\cos^2 \lambda - 1 + 1)}$$

$$\frac{S}{V_0^2(\cos 2\lambda + 1)}$$

$$\frac{S}{V_0^2 + V_0^2 \cos(2\lambda)}$$

$$gS = V_0 g \pm \cos \lambda$$

$$\frac{SV_0^2\frac{\sqrt{3}}{2}-gS^2}{V_0^2(1-\frac{\sqrt{3}}{2})} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2}$$

$$\frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2} = \frac{S\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}} = \frac{gS^2}{V_0^2(1-\frac{\sqrt{2}}{2})} + \frac{gS^2}{V_0^2} - S^2$$

$$\frac{S\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}} = \frac{gS^2}{V_0^2(1-\frac{\sqrt{2}}{2})} + \frac{gS^2}{V_0^2} - S^2$$

$$\frac{S\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}} = \frac{gS^2}{V_0^2(1-\frac{\sqrt{2}}{2})} + \frac{gS^2}{V_0^2} - S^2$$

$$\frac{S\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}} = \frac{gS^2}{V_0^2(1-\frac{\sqrt{2}}{2})} + \frac{gS^2}{V_0^2} - S^2$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} - S = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} - S = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} - S = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} - S = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} - S = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} - S = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$-\frac{S}{\sqrt{2}-1} - \frac{gS^2}{V_0^2(\frac{2}{2-\sqrt{2}}-1)} = \frac{SV_0^2-gS^2}{V_0^2(\sqrt{2}-1)}$$

$$\frac{V_0}{g} = t$$



$$S = 0 + V_0 t - \frac{gT^2}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{gV_0^2}{2g^2} = \frac{V_0^2}{2g} = \cos 2\lambda = \sqrt{1 - \sin^2 2\lambda}$$

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

$$\frac{SV_0^2\frac{\sqrt{3}}{2}-gS}{\frac{1}{2}V_0^2} = \frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2}$$

$$\frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2} = \frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2}$$

$$\frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2} = \frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2}$$

$$\frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2} = \frac{SV_0^2\sqrt{3}-2gS}{V_0^2}$$

$$S = V_0 \cos \lambda t$$

$$2\lambda = 30$$

$$\lambda = 15$$

$$2\lambda = 150$$

$$\lambda = 75$$

$$= \frac{10 \cdot 20}{20^2} = \frac{1}{2}$$

$$= \frac{1}{2}$$

$$t = 2 \frac{V_0 \sin \lambda}{g}$$

$$\frac{gS}{V_0^2} = \sin 2\lambda$$

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

$$\frac{V_0^2 \sin(2\lambda)}{g}$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

