



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

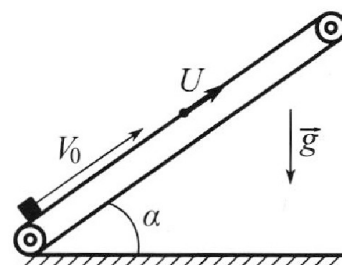
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

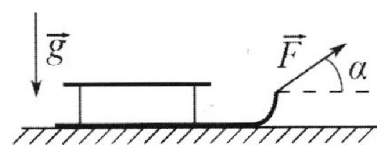
$U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



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

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

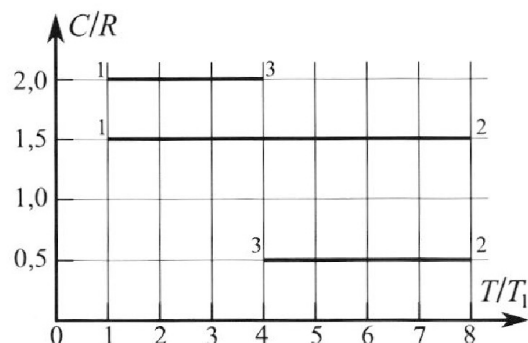
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

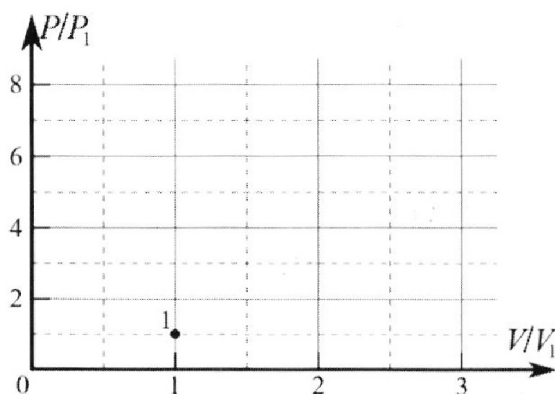
Вариант 10-02

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) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

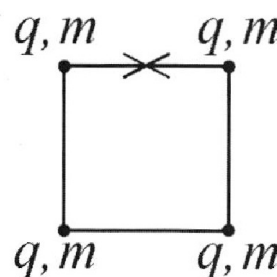


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K 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)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

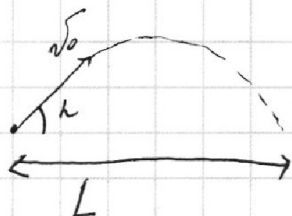
решение которой представлено на странице:

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!

1)

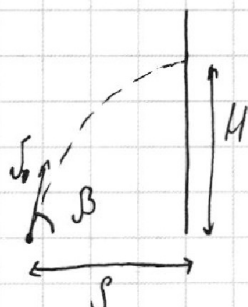


v_0 - ? Дано: $L = 20 \text{ м}$
 $\alpha = 45^\circ$

$$\left. \begin{aligned} L &= v_0 \cos \alpha \cdot t \\ t &= 2 \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{где } t - \\ &\text{время полета} \\ &\text{мяча} \end{aligned}$$

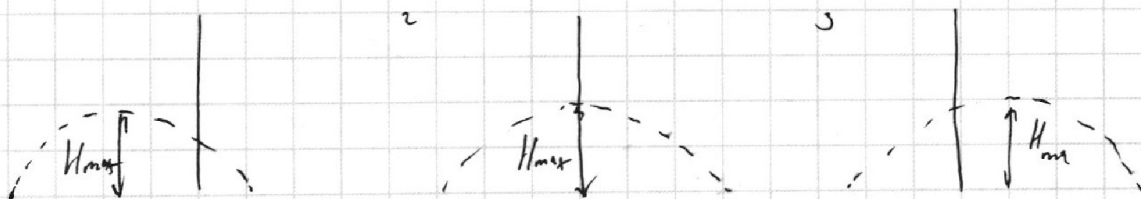
$$\Rightarrow L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2)



s - ? Дано: $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$
 $H = 3,6 \text{ м}$

как он мог бросить мяч?



~~$$\left. \begin{aligned} s &= v_0 \cos \beta \cdot t \\ H &= v_0 \sin \beta \cdot t \cdot \frac{gt}{2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &t - \text{время полета мяча} \\ &\text{до удара в стену.} \end{aligned}$$~~
$$t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

лист 1/14

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!

6. 2-м и 3-м игрокам бросая мяч. можно
бросить мяч еще выше $\Rightarrow$ этот вариант не подходит.

Вариант 2:

t - время полета мяча до стены.

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

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

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{gH \cdot 2}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{72}{200}} = \sqrt{\frac{36}{100}} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

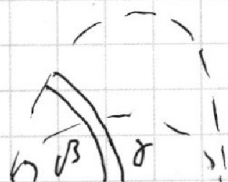
$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$S = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{2 \cdot 10} = \frac{12 \cdot (10\sqrt{2})^2}{25 \cdot 10} = \frac{12 \cdot 200}{250} = 9,6 \text{ м.}$$

НО! в этом случае $\sin \beta < \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \beta < 45^\circ$

$\Rightarrow$ я могу бросить мяч под углом

γ так, что $\sin \gamma = \cos \beta$ и он прилетит в
 $\cos \gamma = \sin \beta$ то же место, но
на большей высоте



$\Rightarrow$ не подходит.

мисс 2/14

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

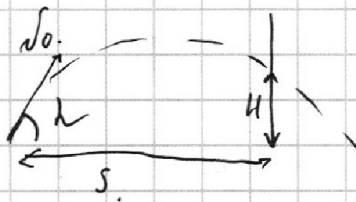
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



Вариант 3:



$$\begin{aligned} S &= v_0 \cos \alpha \cdot t \\ H &= v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} t - \text{время} \\ \text{полёта} \\ \text{мяча до} \\ \text{удара об} \\ \text{стену} \end{array} \right.$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = S \tan \alpha - \frac{S^2 \cdot g}{2v_0^2} \cdot \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) = S \tan \alpha - \frac{S^2 g}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)$$

- в экстремуме при производная 0

- это функция, в точке экстремума которой производная равна 0 и H - максимум

$$0 = S(\tan \alpha)' - \frac{S^2 g}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha)' = -\frac{S^2 g}{2v_0^2}$$

$$0 = \frac{-1}{\cos^2 \alpha} S - \frac{S^2 g}{2v_0^2} (2 \tan \alpha \cdot \frac{-1}{\cos^2 \alpha})$$

$$S(\tan^2 \alpha + 1) = \frac{S^2 g}{2v_0^2} \cdot 2 \tan \alpha \cdot (1) \cdot (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$S = \frac{+S^2 g}{v_0^2} \cdot \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{+S v_0^2}{S^2 g} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{v_0^2}{S g}$$

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

$$1 = \cos^2 \alpha + \frac{v_0^4}{S^2 g^2} \cos^2 \alpha \quad \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{v_0^4}{S^2 g^2}}}$$

$$= \sqrt{\frac{S^2 g^2}{S^2 g^2 + v_0^4}}$$

числ 3/14

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!

$$\Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2}{\sqrt{s^2 g^2 + v_0^4}}$$

$$U = v_0^2 \cdot \frac{v_0^2}{\sqrt{s^2 g^2 + v_0^4}} \cdot \frac{s}{v_0 \cdot s^2 g} \cdot \sqrt{s^2 g^2 + v_0^4} - \frac{g \cdot s^2}{2 v_0^2}$$

$$U = s \lg \alpha - \frac{s^2 g}{2 v_0^2} (\lg^2 \alpha + 1)$$

$$U = \frac{s \cdot v_0^2}{s^2 g} - \frac{s^2 g}{2 v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{s^2 g^2} - \frac{s^2 g}{2 v_0^2}$$

$$U = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{s^2 g}{2 v_0^2}$$

$$\frac{s^2 g}{2 v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - U$$

$$s^2 = \left(\frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{2 \cdot 200}{10} = 6,4 \cdot 4 \cdot 10 = 256 \cdot 4 \cdot 10 = 10240$$

$$s = 8 \cdot 2 \text{ м} = 16 \text{ м}$$

Ответ: $10\sqrt{2} \text{ м/с}$
 16 м

мис 4/14

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

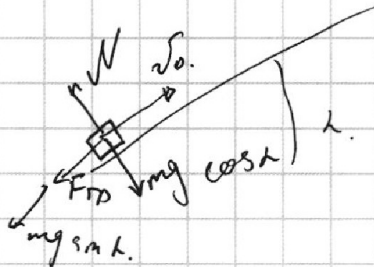
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

1)



$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \quad \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$F = mg \sin \alpha + \underbrace{\mu mg \cos \alpha}_{F_{\text{тр}}} = mg$$

N - сила реакции опоры на призму.

$$N = mg \cos \alpha$$

$F_{\text{тр}}$ - сила трения, действующая на призму.

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

сила $N \perp$ пов-ти и равна $mg \cos \alpha$ по III.П.

$$a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = g$$

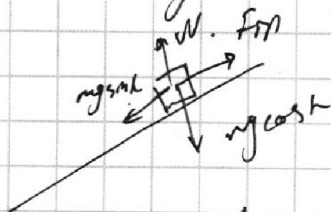
призма будет на максимальной высоте спустя время

$$t = \frac{v_0}{a_1} = \frac{6 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} \right)} = \frac{6}{10 \cdot 1} \text{ с} = 0,6 \text{ с}$$

и она пройдет расстояние

$$L_1 = v_0 t - \frac{t^2 a_1}{2} = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м}$$

→ дальше будет спуск.



$$a_2 = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = \frac{g}{5}$$

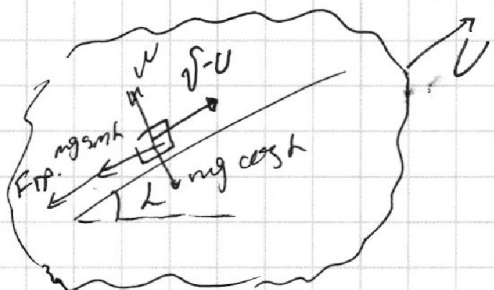
$$L_2 = \frac{a_2 (T-t)^2}{2} = \frac{9 (1-0,6)^2}{5 \cdot 2} = 0,16 \text{ м}$$

$$S = L_1 + L_2 = 1,8 \text{ м} + 0,16 \text{ м} = \underline{\underline{1,96 \text{ м}}} \quad \text{мис 5/4}$$

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!

2)



$\sqrt{2}$ (прогнозирование)

лист 6/14

→ коробка движется относительно
ленты транспортера со скоростью
 $(V-U)$

в момент когда скорость коробки совп. ленте
будет равна нулю ее скорость в лаб СО будет
равна $1 \text{ м/с} = V$

$$a_1 = \frac{mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}}{m} = g \sin \alpha + g \cos \alpha \cdot \mu = g \left(\sin \alpha + \mu \cos \alpha \right) = g \left(\frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \right) = g$$

$$T_1 = \frac{V-U}{a_1} = \frac{V-U}{g} = \frac{6 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 0,5 \text{ с.}$$

3) в момент времени T_1 коробка относительно
ленты разворачивается и начинает съезжать

$$\Rightarrow a_2 = \frac{mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}}{m} = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{g}{5}$$

$$T_2 = \frac{V}{a_2} = \frac{1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 / 5} = \frac{5}{10} \text{ с} = 0,5 \text{ с.} \rightarrow \text{время, через которое после } T_1 \text{ скорость коробки станет 0.}$$

$$\Rightarrow L = L_1 - L_2 = (V-U)T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_2 T_2^2}{2} = 5 \text{ м/с} \cdot 0,5 \text{ с} - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} - \frac{10}{2 \cdot 5} \cdot 0,5^2 = 1 \text{ м.}$$

↑
коробка едет в 1 направлении с лентой

↓
коробка едет в обратном направлении относительно ленты.



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

Отвеч. 1,36 м.

0,5 с

1 м.

лист 7/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

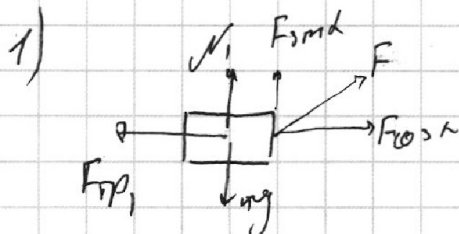
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



№3

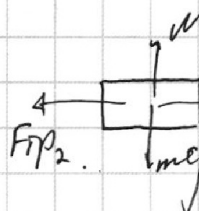


$$mg = N_1 + F \sin \alpha$$

$$F_{тр1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - F_{тр1} =$$

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



$$mg = N_2$$

$$F_{тр2} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$ma_2 = F - F_{тр2} =$$

$$= F - \mu mg$$

$a_1 = a_2$, т.к. санки разогнаны
на одинаковых участках пути.

$$\Rightarrow ma_1 = ma_2$$

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

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

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

2) кинетическая энергия $K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

$$S = vt - \frac{F_{тр}}{m} t^2$$

, где t - время от прекращения
действия внешней
силы до остановки.

$$t = \frac{v}{F_{тр}/m}$$

полет 8/4



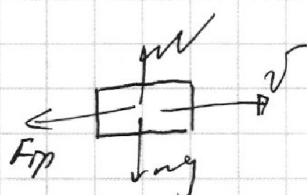
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$N = mg$$

$$F_{\text{сп}} = \mu mg$$

$$\Rightarrow t = \frac{v}{F_{\text{сп}}/m} = \frac{v}{\mu mg/m} = \frac{v}{\mu g}$$

$$s = vt - \frac{\mu g t^2}{2} = \frac{v^2}{\mu g} - \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2k}{m} : 2\mu g = \frac{k}{\mu mg}$$

мет 9/4

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!



✓4

газу подводимая тепло $Q = cV\Delta T = \Delta U + A$

ΔT (изменение температуры газа)

V - количество газа

ΔU - изменение энергии газа

A - работа газа.

$$1) cV\Delta T_{31} = \frac{i}{2}VR\Delta T_{31} + A_{31} \quad C = 2R \text{ в процессе 31}$$

$$0,5VR\Delta T_{31} = A_{31} = \frac{1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{2} \cdot \Delta T_{31} \Rightarrow$$

$$\Delta T_{31} = T_{(1)} - T_{(3)} = 1 \cdot T_1 - 4 \cdot T_1 = -3T_1 = -600 \text{ К.}$$

$$\Rightarrow A = \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{2} \cdot (-600 \text{ К}) = -2493 \text{ Дж}$$

A - работа газа

$$A' = -A = 2493 \text{ Дж} \text{ - работа над газом.}$$

2) $\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}}$, где A - работа газа за весь цикл
 $Q_{\text{н}}$ - тепло подводимое к газу.

итого 10/14

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) $1 \rightarrow 2$:

$$1,5 R \Delta T_{12} = \frac{1}{2} R \Delta T_{12} + A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{\text{нагревания}} \text{ (тепло производится)}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} R \Delta T_{12}$$

$2 \rightarrow 3$

$$0,5 R \Delta T_{23} = \frac{1}{2} R \Delta T_{23} + A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{\text{отвода}} \text{ (тепло отводится)}$$

$$A_{23} = -\frac{1}{2} R \Delta T_{23}$$

$3 \rightarrow 1$

$$2 R \Delta T_{31} = \frac{1}{2} R \Delta T_{31} + A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{\text{отвода}} \text{ (тепло отводится)}$$

$$A_{31} = -0,5 R \Delta T_{31}$$

$$\eta = \frac{\sum A}{\sum Q_{\text{нагревания}}} = \frac{R \left(\frac{1}{2} \Delta T_{12} - \frac{1}{2} \Delta T_{23} + \frac{1}{2} \Delta T_{31} \right)}{1,5 R \Delta T_{12}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot 7 \cdot 200 \text{ K} - 0,5 \cdot (4) \cdot 200 \text{ K} +$$

$$= \frac{0,5 \cdot 200 \text{ K} \cdot (8-1)}{1,5 \cdot 200 \text{ K} \cdot (8-1)} =$$

$$= \frac{0 + 4 - 3}{7 \cdot 1,5} = \frac{1}{10,5} = \frac{2}{21}$$

$$= \frac{2,5}{7 \cdot 1,5} = \frac{5}{7 \cdot 3} = \frac{5}{21}$$

или $11/14$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

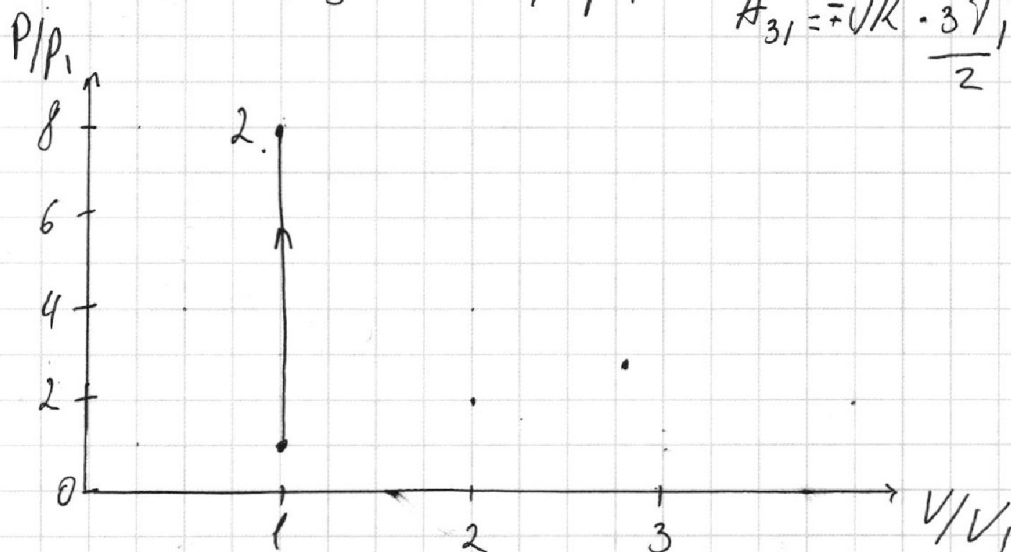
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

3) $\nu R T_1 = P_1 V_1$
 $\nu R T_2 = P_2 V_2 = 8 \nu R T_1 = 8 P_1 V_1$
 $\nu R T_3 = P_3 V_3 = 4 \nu R T_1 = 4 P_1 V_1$

$A_{12} = \frac{0}{2} \cdot \cancel{\nu R T_1} = \cancel{\frac{1}{2} \nu R T_1}$
 $A_{23} = \frac{\nu R}{2} \cdot 4 T_1 = 2 \nu R T_1 = 2 P_1 V_1$
 $A_{31} = \frac{-\nu R}{2} \cdot 3 T_1 = -\frac{3}{2} P_1 V_1$



~~не знаем что идет процесс.~~ $\Rightarrow$ ~~важно~~

в процессе $1 \rightarrow 2$ $A = 0 \Rightarrow$ изотермический.

в $2 \rightarrow 3$ ~~на~~ падает давление, растёт объём,
 потому ~~энергия~~ ~~энергия~~ ~~энергия~~ уменьшается,
 а работа положительна

$3 \rightarrow 1$ падает объём и давление.

$A_{23} = \frac{8P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1)$
~~или~~

числ 12/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

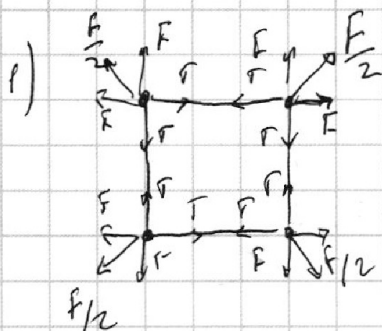
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



№6.



$$F = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$\frac{kq^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{F}{2}$$

F - сила с которой действует заряд ближайшего соседа

$$\frac{F}{2}$$

$\frac{F}{2}$ - сила с которой действует заряд по диагонали

$$T = F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = F + F \frac{\sqrt{2}}{4} = \frac{kq^2}{a^2} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4} \right)$$

$$q^2 = \frac{4a^2 T}{k(4+\sqrt{2})} \Rightarrow q = 2a \sqrt{\frac{T}{k(4+\sqrt{2})}} \left(k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) = a \sqrt{\frac{T}{\pi\epsilon_0(4+\sqrt{2})}}$$

Ответ: $2a \sqrt{\frac{T}{k(4+\sqrt{2})}} = a \sqrt{\frac{T}{\pi\epsilon_0(4+\sqrt{2})}}$

2) излучательная энергия с-м

$$E_{\text{изл}} = 2 \frac{kq^2}{a} + 2 \frac{kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}a} = \frac{kq^2}{a} (4+\sqrt{2})$$

сила вл-я
левого верхнего
с соседней

сила вл-я
правого нижнего
с соседней

сила вл-я
зарядов по
диагонали



Конечная энергия с-м

$$E_{\text{изл}} = 2 \frac{mV^2}{2} + 2 \frac{mV^2}{2} + kq^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a} \right) + 4q^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} \right) + kq^2 \cdot \frac{1}{a} = m(V^2 + V^2) + 4q^2 \left(\frac{3}{a} + \frac{1}{a} + \frac{1}{3a} \right) + kq^2 \cdot \frac{1}{a}$$

или $13/14$



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 (продолжение)

$$E_n = E_n$$

$$\frac{4q^2}{a} (4 + \sqrt{2}) = \frac{4q^2}{a} (4 + \frac{1}{3}) + m(v^2 + V^2)$$

$$m(v^2 + V^2) = \frac{4q^2}{a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})$$

$$2mV_y = 2mV_y$$

$$V_y = V_y$$

т.е. по
з.и. в этот
момент
скоростей по O_x и O_y
будет.

из-за симметрии
скорости взаимного
движения и после
будут равны

$$\Rightarrow \frac{4q^2}{a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3}) = 2mV^2 \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = \frac{4q^2}{4a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})$$

$$\text{Провер. } \frac{4q^2}{4a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3}) = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})$$

Мисб 14/14

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!

$$\Rightarrow H = v_0 \sin \beta \cdot \frac{S}{v_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$H = S \cdot \tan \beta - \frac{S^2 \cdot g}{v_0^2 \cdot 2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} \quad \left| \frac{1}{\cos^2 \beta} = \tan^2 \beta + 1 \right.$$

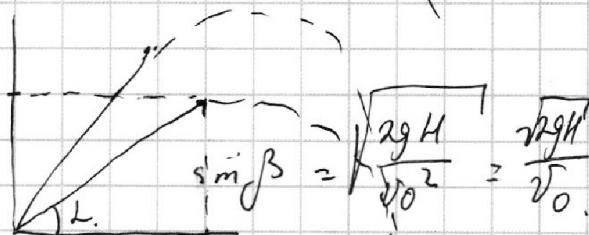
$$H = S \cdot \tan \beta - \frac{S^2 \cdot g}{v_0^2 \cdot 2} \cdot (\tan^2 \beta + 1) - \text{берём производную}$$

$$(\tan \beta)' = \left(\frac{\sin \beta}{\cos \beta} \right)' = \frac{\sin \beta \cdot (\cos \beta)' - \cos \beta (\sin \beta)'}{(\cos \beta)^2} = \frac{-\sin^2 \beta - \cos^2 \beta}{\cos^2 \beta} = -\frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$0 = S \cdot \frac{-1}{\cos^2 \beta} - 0 - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot (\tan^2 \beta)' = \frac{v_0^2}{g} \tan^2 \beta$$

$$0 = S \cdot (-\tan^2 \beta + 1) - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot 2 \tan \beta \cdot (-\tan^2 \beta + 1)$$

черновик



$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0}$$

$$S = \frac{v_0 \cdot \sin 2\beta}{g} = \frac{v_0 \cdot 2 \sin \beta \cdot \cos \beta}{g}$$

$$S = \frac{v_0 \cdot 2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g} = \frac{2H}{g} \cdot \cos \beta$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 2 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$= \frac{\sqrt{200 - 20 \cdot 36}}{v_0}$$



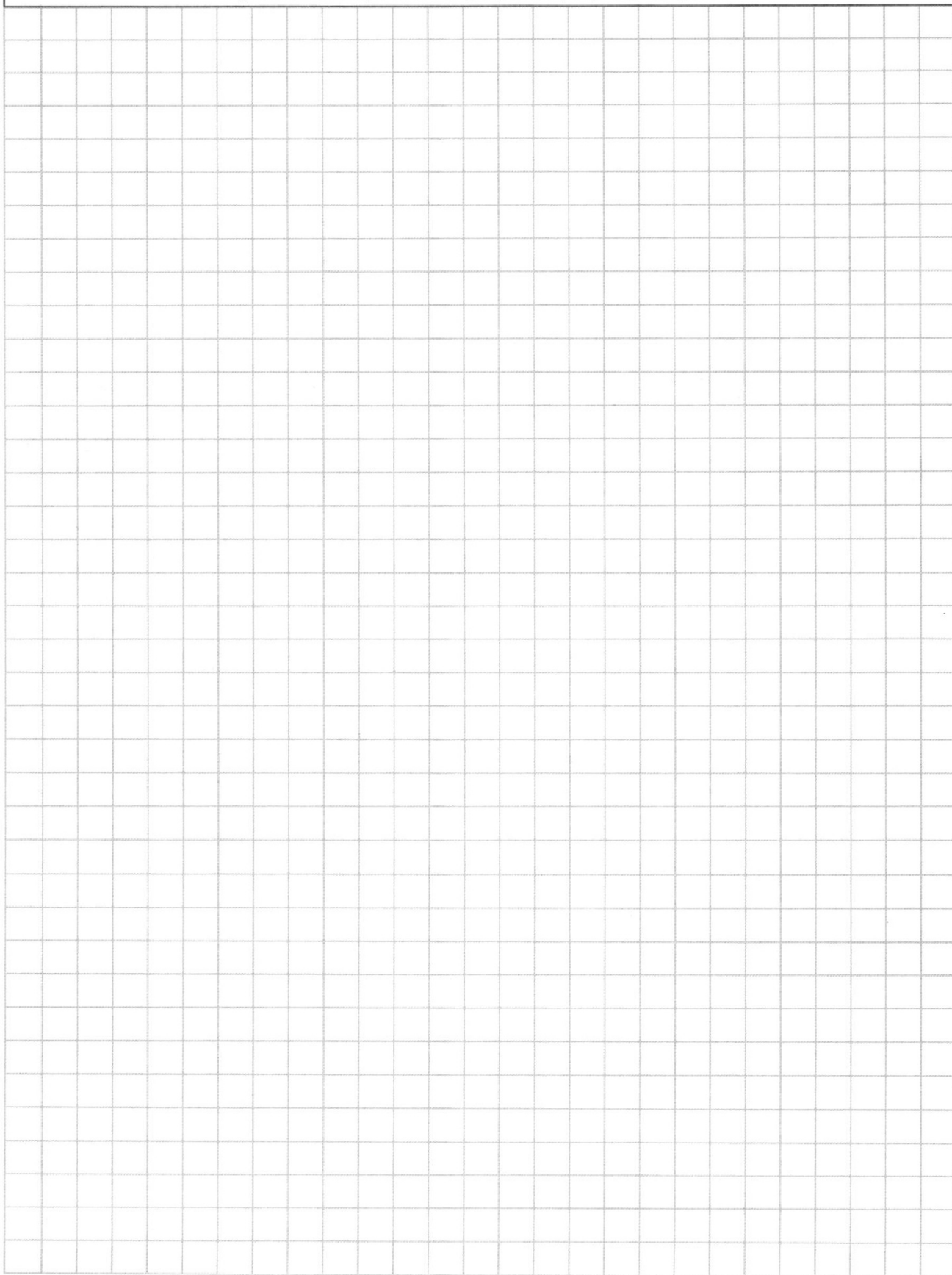
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!



$$\frac{m \cdot \pi \cdot R^2}{m \cdot R^2}$$

$$\text{Криволинейная} - \frac{1}{2} g t^2 \cdot \cos \alpha + S g t \quad \left(\cos \alpha + \frac{1}{2} g t^2 \right)$$

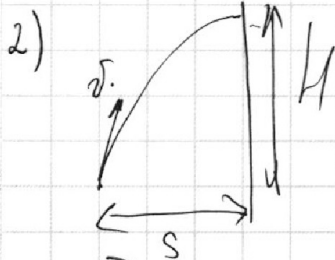
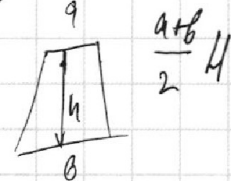
$$g t^2 = 5^2 + 4 \cdot \cos \alpha \cdot (\cos \alpha + \frac{1}{2} g t^2)$$



$$H = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

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



$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{max}}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{max}} - \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

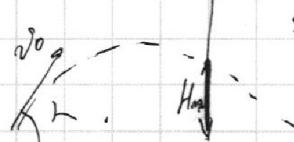
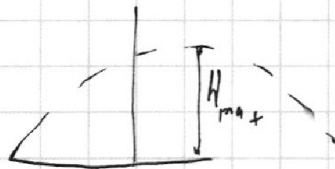
$$t_{\text{max}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$t_{\text{max}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H_{\text{max}} = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{max}} - \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$H_{\text{max}} = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{max}} - \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{max}}$$



$$H =$$

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

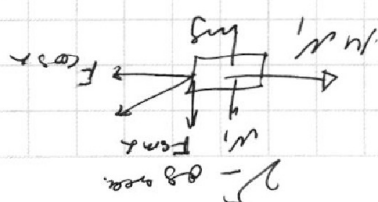
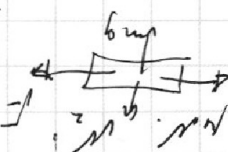
$$H_{\text{max}} = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{max}} - \frac{g (v_0 \sin \alpha)^2}{2 g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2 g}$$

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

$$= \frac{10^2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10} = 5$$

$$6,9 \cdot 4 \cdot 10$$

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



$$\frac{10^2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10} = 5$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

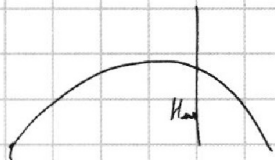
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$A_{12} = \frac{g \cdot h}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{g \cdot h}{4}$
 $g \cdot (h+1) = 8 \cdot h$



черновик

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

$\frac{3}{5} + \frac{2}{5} = 1$
 $\frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} = 1$

$\frac{1}{\sin^2 \alpha} = \frac{1}{1 - \cos^2 \alpha}$

$t = \frac{g v_0}{v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$

$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{1 - \sin^2 \alpha}$

$H = S \tan \alpha - \frac{g \cdot S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

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

$H = S \tan \alpha - \frac{S^2 \cdot g}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)$

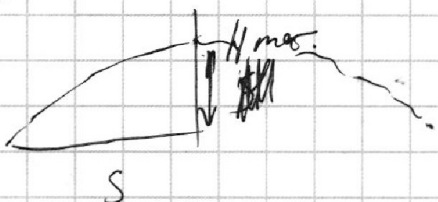
$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1$

$\max H = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

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

$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $L = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{2g}$

$\frac{2H}{S} = \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$



$y(g(x)) = y(g)' \cdot g(x)'$
 $y(g) = g^2$
 $g(x) = \tan \alpha$

$S = v_0 \cos \alpha t$

$H_{\max} = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$

$0,4^2 = 0,16$

$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} =$
 $= \frac{1}{5}$

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

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



Черновик

$$Q = cm\Delta T = \sqrt{R\Delta T} = \sigma p\Delta V$$

$$Q = \frac{\sqrt{R}}{M}$$

$$cV_1\Delta T = c_1R\Delta T$$

$$cm\Delta T = \sqrt{R\Delta T} + A$$

$$C = R + \frac{A}{\sqrt{\Delta T}}$$

$$96 \neq 8$$

$$96 = 32 \cdot 3$$

$$\frac{b+c}{2} U = 2p_1V_1$$

$$(1+2\sqrt{2})C = 2p_1V_1$$

$$(1+2\sqrt{2})C = 2p_1V_1$$

$$\frac{1.4}{2.8}$$

$$4\sqrt{2} \pm 2\sqrt{6}$$

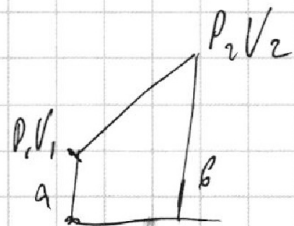
$$C = \frac{8\sqrt{2} \pm 4\sqrt{6}}{2} U = 2\sqrt{2} - 1$$

$$\frac{A}{\sqrt{\Delta T}} = R$$

$$\frac{f}{b} = \frac{b}{f} \cdot b = \sqrt{2}$$

$$A = \sqrt{R\Delta T}$$

$$(1+b)h = 7 = (1+b)\left(\frac{f}{b} - 1\right)$$



$$\frac{P_1 + P_2}{2\sqrt{V_2}} (V_2 - V_1) = \frac{7}{2} p_1 V_1$$

$$(1+b)h = 7$$

$$A_{1,2} = \frac{1+b}{2} h = \frac{7}{2}$$

$$b \cdot (1+b) = 8 \quad h = \frac{f}{b} - 1$$

$$\begin{array}{r} 14.42 \\ 2.8 \cdot 5.16 \\ 14.42 \\ 5.16 \\ - 9.76 \\ \hline 0.84 \end{array}$$

$$11 \cdot 0.5 = \frac{11}{2} =$$

$$= 5.5$$

$$\begin{array}{r} 5.5 - 3 \\ \hline 2.2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1.3 \\ + 1.5 \\ \hline 2.8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \overline{) 5} \\ 10 \quad 21 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1.4 \\ + 1.2 \\ \hline 2.8 \\ 1.4 \\ \hline 1.6 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\Delta p \Delta$$

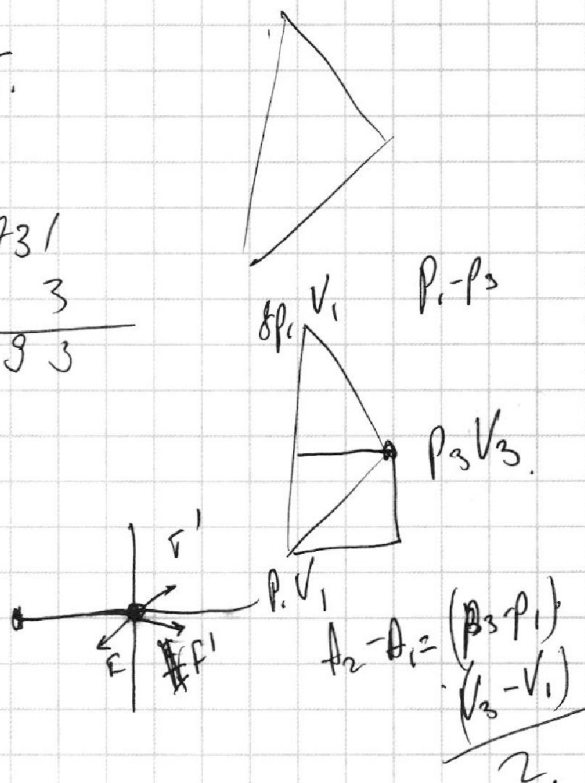
$$(p + \Delta p)(V + \Delta V) = \Delta R \Delta T.$$

$$2R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T.$$

$$i=3$$

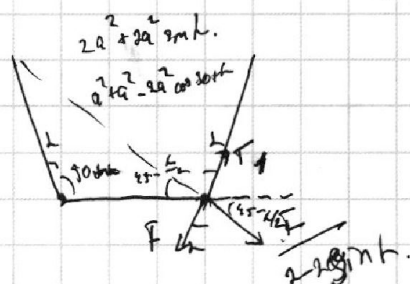
$$A = p(V) dV.$$

$$\begin{array}{r} R, \Delta T \\ + 3 \\ \hline 29.93 \end{array}$$



$$\frac{p \Delta V}{p \Delta V + p \Delta V} = \frac{p \Delta V}{2 p \Delta V} = \frac{1}{2}$$

$$T_1 = f \left(\sin \alpha - \frac{\cos \beta}{2(1 - \sin \alpha)} \right)$$



$$\frac{F}{2-2 \sin \alpha} \cdot \cos \beta + T_1 \sin \alpha = F \sin \alpha$$

$$T_1 \cos \alpha = F \cos \alpha + \frac{F}{2-2 \sin \alpha} \cdot \sin \beta$$

$$T_1 = F - \frac{\cos \beta}{2 \sin \alpha - 2 \sin^2 \alpha} F$$

$$T_1 = F + F \frac{\sin \beta}{2 \sin \alpha}$$