



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.

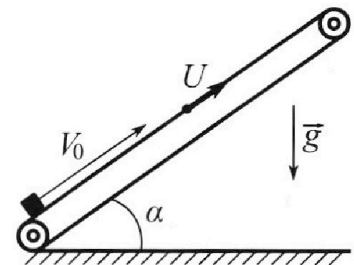
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

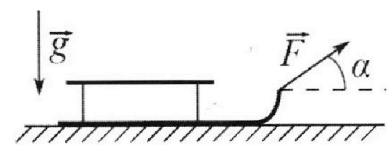
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

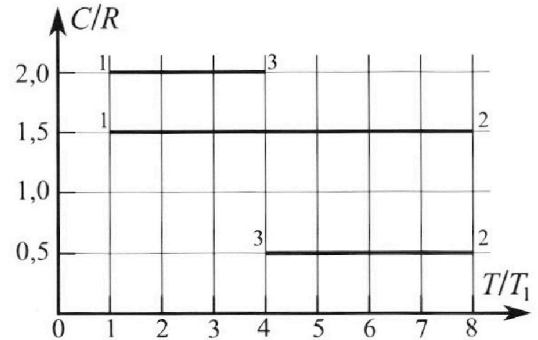
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



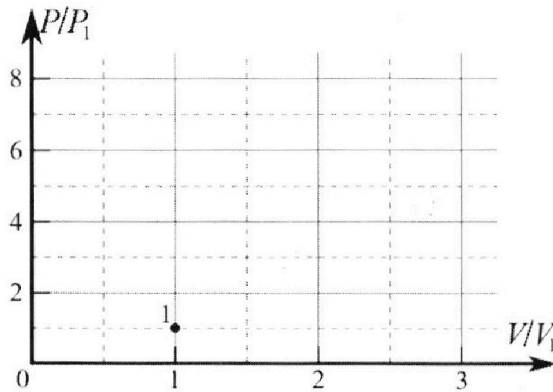
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

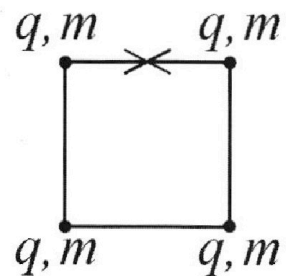
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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:

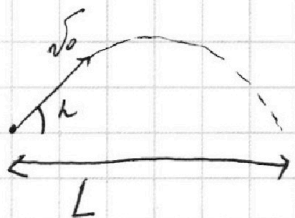
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

1) N_1

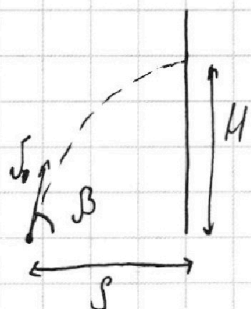
v_0 - ? Дано: $L = 20 \text{ м}$
 $\alpha = 45^\circ$



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

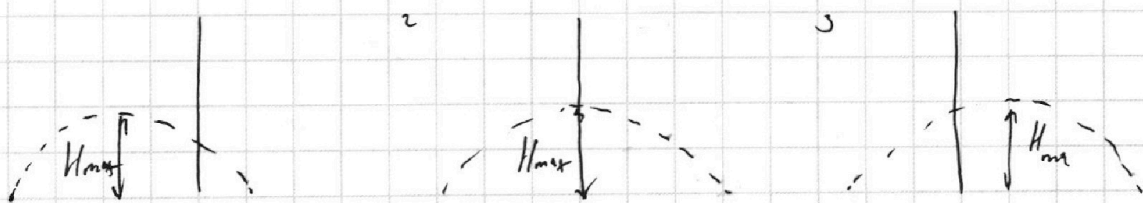
$$\Rightarrow L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2)



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

как он мог бросить мяч?



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

$$t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$~~

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
<input checked="" 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!

во 2-м и 3-м случае бросая мяч, можно
бросить мяч еще выше \Rightarrow этот вариант не подходит.

вариант 2:

t - время полета мяча до стены.

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

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

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

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

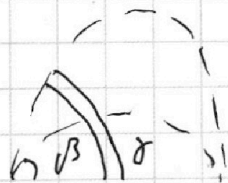
$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{4}{5}$$

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

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

\Rightarrow я могу бросить мяч под углом

δ так, что $\sin \delta = \cos \beta$ и он прилетит в
 $\cos \delta = \sin \beta$ то же место, но
на большую высоту



\Rightarrow не подходит.

мисс 2/14

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

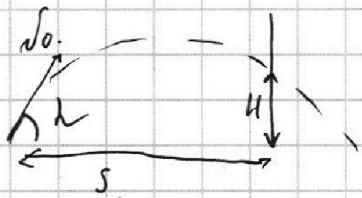
1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

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



вариант 3:



$$S = v_0 \cos \alpha t \quad \left| \begin{array}{l} t - \text{время} \\ \text{полёта} \\ \text{метра до} \\ \text{удара об} \\ \text{стену} \end{array} \right.$$

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

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

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

- в этой формуле при производной по

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

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

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

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

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

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

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

~~$$= \sqrt{\frac{54 \cdot 9^2}{5^2 \cdot 9^4 + 10^4}}$$~~

ответ 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!



$$\Rightarrow \cancel{S \sin k} \quad \sin k = \sqrt{1 - \cos^2 k} = \sqrt{1 - \frac{v_0^4}{s^2 g^2 + v_0^2}}$$

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

$$U = S \operatorname{tg} k - \frac{s^2 g}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 k + 1)$$

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

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

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

$$s^2 = \left(\frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{2 \cdot 200}{10} = 6,4 \cdot 4 \cdot 10 = 64 \cdot 4 \cdot 10 = 2560$$

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

Ответ: $10\sqrt{2}$ м/с
16 м.

Миса 4/14

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

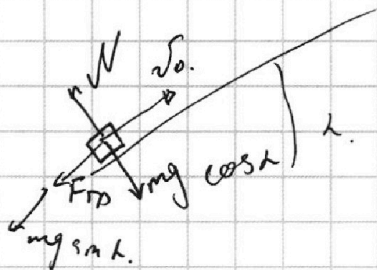
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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)



$\sqrt{2}$

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

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

N - сила реакции опоры на призму.

$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

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

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

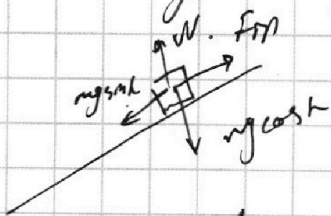
призма будет на максимальной высоте спустя время

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

и она пройдет расстояние

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

→ дальше будет спуск.



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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

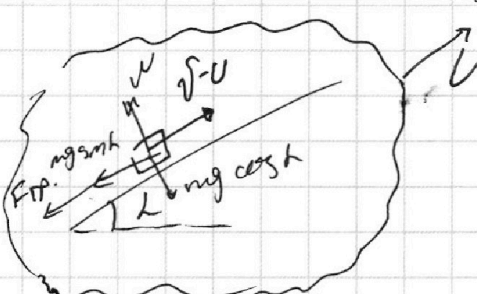
Отметьте крестиком номер задачи,

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!

2)  $\sqrt{2}$ (проходимости) лист 6/14
 → коробка движется относительно ленты транспортера со скоростью $(v-U)$

в момент когда скорость коробки совпадает с лентой будет равна нулю ее скорость в ленте со будет равна $1 \text{ м/с} = U$

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

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

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

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

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

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

↑ 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
<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!

№ 2

Ответ. 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:

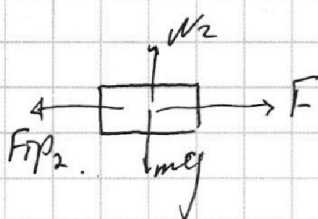
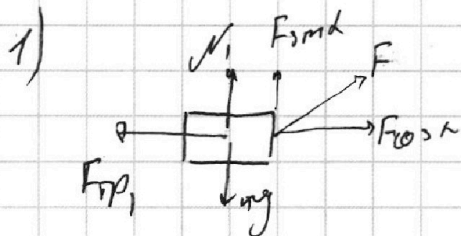
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№3



m - масса
саней

$F_{тр1}, F_{тр2}$ - силы трения, действующие во время движения

N_1, N_2 - силы реакции опоры

$$mg = N_1 + F_{смк}$$

$$mg = N_2$$

$$F_{тр1} = \mu N_1 = \mu (mg - F_{смк})$$

$$F_{тр2} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - F_{тр1}$$

$$ma_2 = F - F_{тр2}$$

$$= F \cos \alpha - \mu (mg - F_{смк})$$

$$= F - \mu mg$$

$a_1 = a_2$, т.к. саней разгоняют

на одинаковую дистанцию пути.

$$\Rightarrow ma_1 = ma_2$$

$$F \cos \alpha - \mu (mg - F_{смк}) = F - \mu mg$$

$$F \cos \alpha + \mu F_{смк} = F$$

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

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.

$$t = \frac{v}{F_{тр}/m}$$

мет 8/4

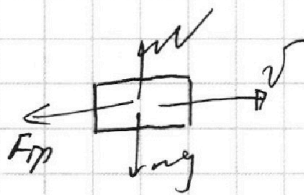
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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"/>

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



$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

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

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

счет 9/4

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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"/>

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

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

ΔT (изменение температуры газа)

V - количество газа

ΔU - изменение энергии газа

A - работа газа.

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

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

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

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

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 подведенное к газу.~~

шсб 10/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

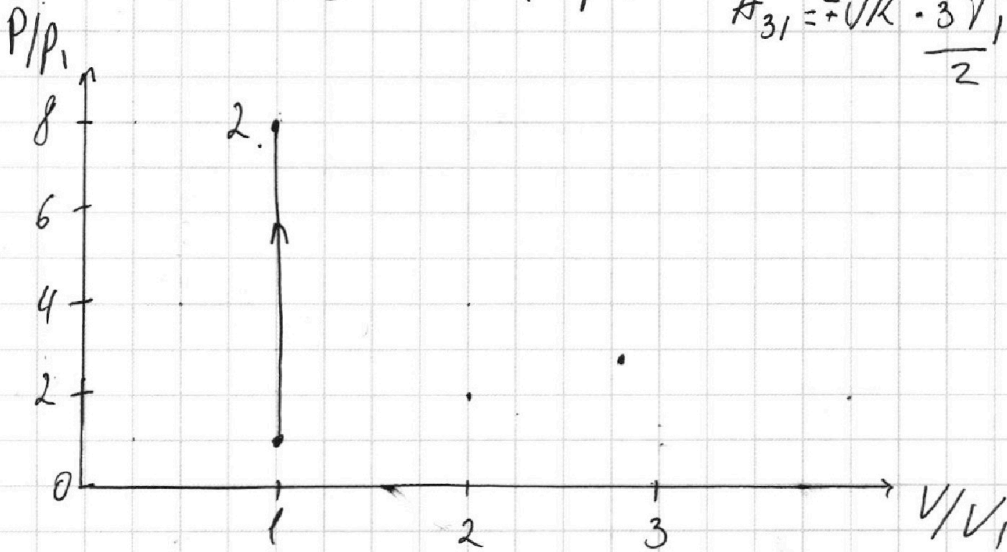
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$3) \quad \begin{aligned} \nu R T_1 &= P_1 V_1 \\ \nu R T_2 &= P_2 V_2 = 8 \nu R T_1 = 8 p_1 V_1 \\ \nu R T_3 &= P_3 V_3 = 4 \nu R T_1 = 4 p_1 V_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= \frac{0}{2} \nu R \Delta T = \frac{0}{2} \nu R \Delta T \\ A_{23} &= \frac{\nu R}{2} \cdot 4 T_1 = 2 \nu R T_1 = 4 p_1 V_1 \\ A_{31} &= \frac{-\nu R}{2} \cdot 3 T_1 = -\frac{3}{2} p_1 V_1 \end{aligned}$$



~~не знаем что идет процесс.~~ \Rightarrow больше

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

в $2 \rightarrow 3$ ~~на~~ падает давление растет объем,
потом ~~энергия~~ энергия уменьшается,
а ~~работа~~ работа положительна

$3 \rightarrow 2$ падает объем и давление.

$$A_{23} = \frac{8p_1 + p_3}{2} (V_3 - V_1) \text{ а}$$

~~хпз~~

числ 12/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

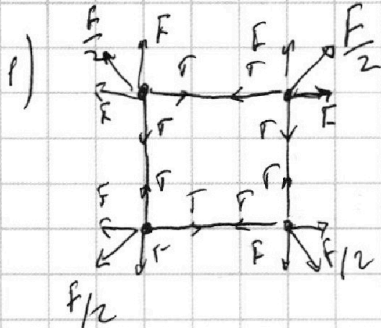
1 2 3 4 5 6 7

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 ближайшей ячейки

$\frac{F}{2}$ - сила с которой действует заряд ближайшей ячейки (по диагонали)

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

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

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

2) излучаемая энергия с-волн

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

сила в3-я
левого верхнего
соседа

сила в3-я
правого нижнего
соседа

сила в3-я
зарядов по
диагонали



Конечная энергия с-м

$$E_{\text{с}} = 2m \frac{v^2}{2} + 2m \frac{v^2}{2} + kq^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a} \right) + 4q^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} \right) + kq^2 \frac{1}{a} = m(v^2 + v^2) + 4q^2 \left(\frac{3}{a} + \frac{1}{a} + \frac{1}{3a} \right) + kq^2 \frac{1}{a}$$

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 (продолжить)

$$E_n = E_n$$

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

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

$$2mV_y = 2mV_y$$

$$V_y = V_y$$

т.е. в этот момент скорости по Ox и Oy будут.

т.е. по Ox и Oy скорости взаимноперпендикулярны и тогда будет равна

~~$V_x = V_x$~~

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

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

лист 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!

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

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

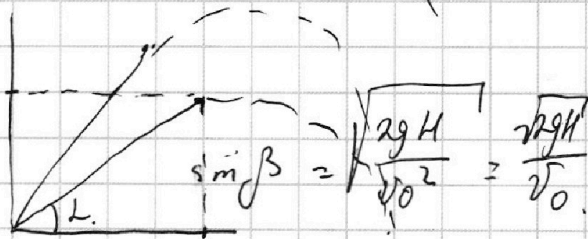
$$H = S \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{S^2 \cdot g}{v_0^2 \cdot 2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \beta + 1) - \text{берём производную}$$

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

$$0 = S \cdot \frac{-1}{\cos^2 \beta} - 0 - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \beta)' = \frac{v_0^2}{g} \boxed{\sin 2\alpha}$$

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

вернобаи



$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0} = \frac{\sqrt{200 - 20 \cdot 36}}{20}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 2 \\ \hline 72 \\ \times 10 \\ \hline 200 \\ - 72 \\ \hline 128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sin \frac{2\alpha}{2} \\ \sin 60 \\ \frac{60}{50} \rightarrow \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \end{array}$$



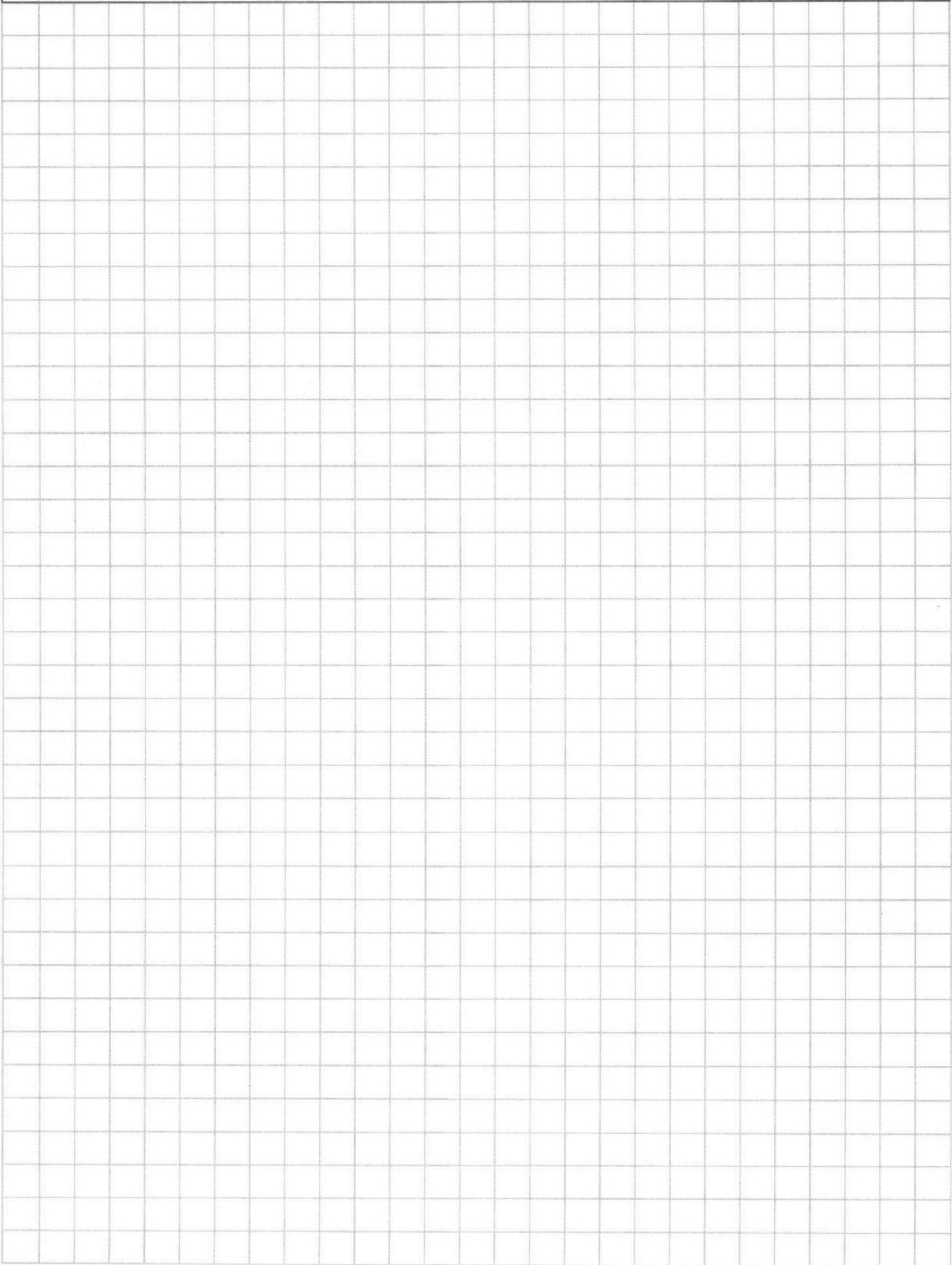
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

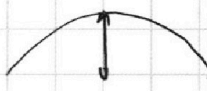
МФТИ

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



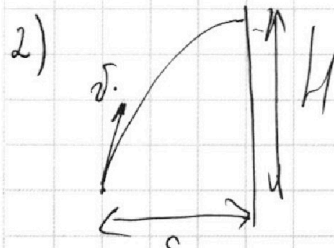
$\frac{m \cdot v_0 \cdot \cos^2 \alpha}{m \cdot g \cdot t}$

Криволинейное движение - $tg^2 \alpha \cdot const + S \cdot tg \alpha \cdot (const + H)$
 D
 $tg \alpha = 5^2 + 4 \cdot const \cdot (const + H)$

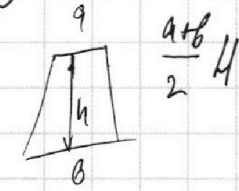


$H \cdot L = v_0 \cos \alpha \cdot t$

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



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

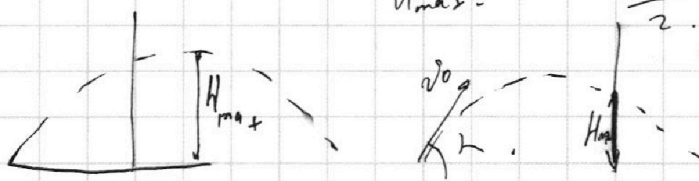


$S = v_0 \cos \alpha \cdot t_{max}$

$t_{max} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$ $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $H_{max} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

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

$H_{max} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
 $S = v_0 \cos \alpha \cdot t$



$2.5 - \frac{5}{4} - \frac{1}{4} = 2.5 - 1.25 - 0.25 = 1$
 $2.5 - \frac{6}{4} - \frac{3}{4} = 2.5 - 1.5 - 0.75 = 0.25$

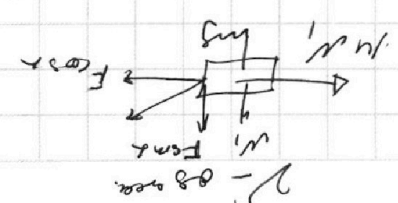
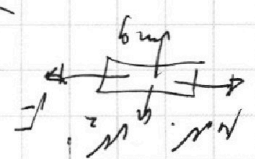
$H =$

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

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

$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{10^2 \cdot 0.4}{2 \cdot 10} = 5 \cdot 6.9 \cdot 4 \cdot 10$

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



$10,0$
 $- 3,6$

 $6,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

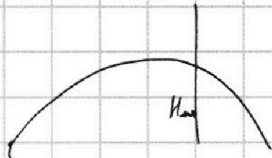
- 1 2 3 4 5 6 7

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



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

вертикаль



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

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

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

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

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

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

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

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

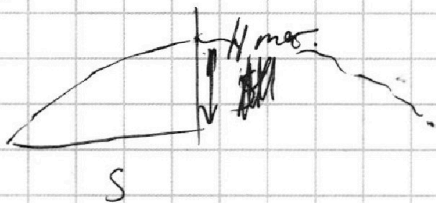
$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1$

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

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

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

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



$y(g(x)) = y(g)' \cdot g(x)'$
 $y(g) = g^2 = 2g \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$
 $g(x) = \tan \alpha$

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

$0,4^2 = 0,16$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Черновик

$$Q = c m \Delta T = \sqrt{R} A T = \sigma p a V.$$

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

$$c V_1 \Delta T = c_1 R \Delta T \quad \left(\frac{4 p a V_1}{c} - 2\sqrt{2} \right) (2\sqrt{2} + c) = 4$$

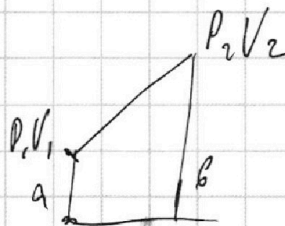
$$c m \Delta T = \sqrt{R} A T + A$$

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

$$\frac{A}{\sqrt{R} \Delta T} = R \quad \frac{f}{b} = \frac{b}{b^2} \cdot b = \sqrt{2}$$

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

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



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

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

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

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

14.42
2.8.62516
1810
516
- 976

084
2
1.4
+ 1.7

3.1
1.4

2.38

$$11 \cdot 0,5 = \frac{11}{2} =$$

$$= 5,5$$

$$\begin{array}{r} 5,5 - 3 \\ \hline 2,2 \end{array}$$

1.3

$$\begin{array}{r} 1,5 \\ + 7 \\ \hline 10,5 \\ 1 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 1 \\ 831 \\ + 6 \\ \hline 837 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ + 1,2 \\ \hline 2,8 \\ 1,4 \\ \hline 1,68 \end{array} \quad | \quad 25$$

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!



$$\rho p d$$

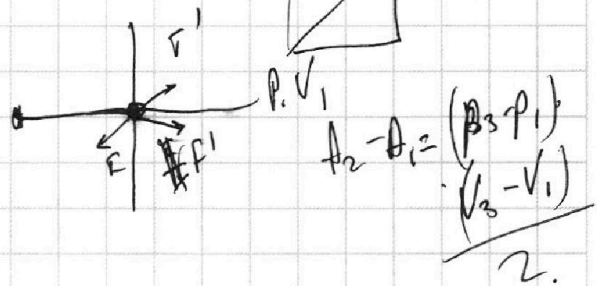
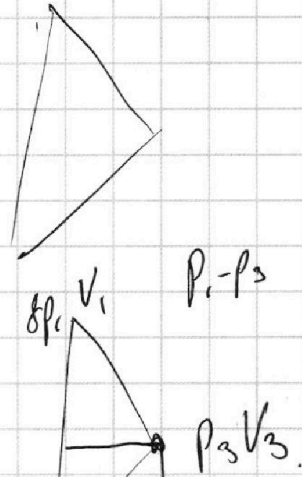
$$(\rho + \rho p)(V + \Delta V) = U R \Delta T.$$

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

$$R, \quad \begin{matrix} 831 \\ + 3 \\ \hline 2983 \end{matrix}$$

$$i=3$$

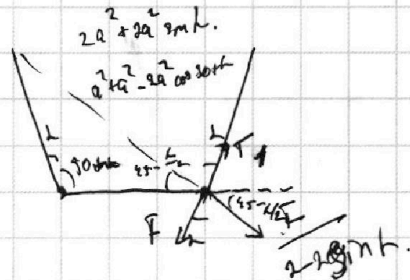
$$A = p(V) dV.$$



$$A = p(V) dV$$

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

$$\sin \alpha$$



$$F \cos \beta + T_1 \sin \alpha = F \sin \alpha$$

$$2 - 2 \sin \alpha.$$

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

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

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