



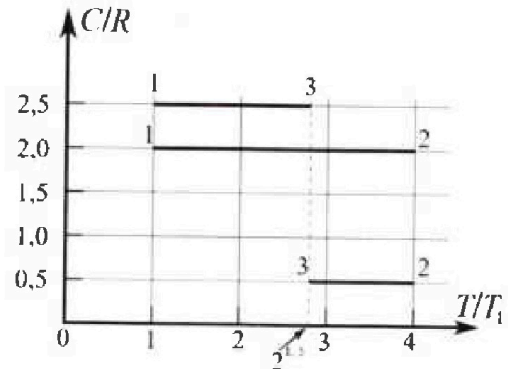
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



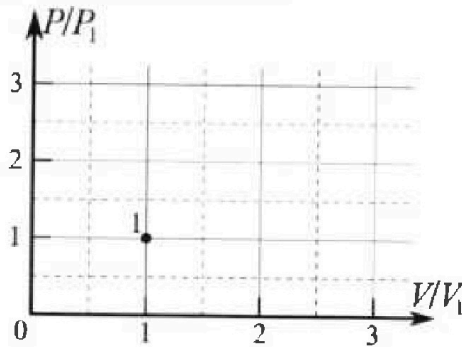
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



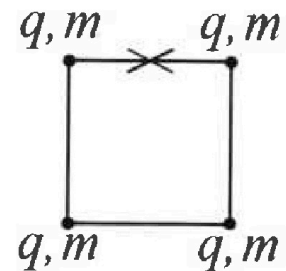
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 вверху (на рисунке)?

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

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.

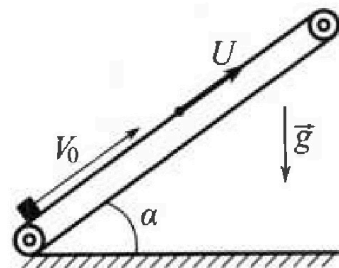
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 в воздухе 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.

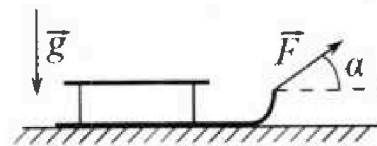
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

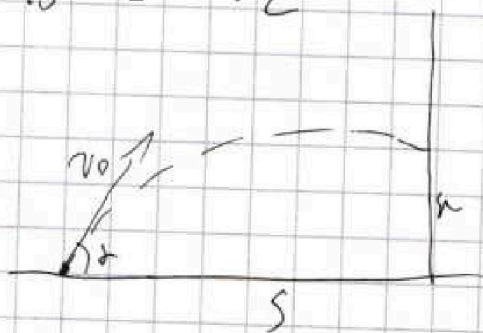
МФТИ

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

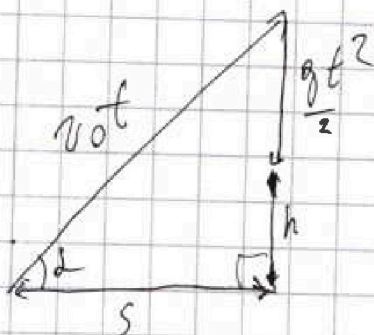
X1.

$$v_0 = gT$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$



через промежуточные перемещения



$$s = v_0 t \cos \alpha$$

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

$$s \cdot \tan \alpha = \frac{gt^2}{2} + h$$

$$s \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + h$$

$$h = \frac{2 \cdot s \sin \alpha \cos \alpha v_0^2 - gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{s \sin 2\alpha v_0^2 - gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h = \frac{s \cos 2\alpha \cdot 2 \cdot v_0^2 \cdot 2v_0^2 \cos^2 \alpha - 4v_0^2 \cos^2 \alpha (-\sin 2\alpha) \cdot (s \sin 2\alpha v_0^2 - gs^2)}{4v_0^4 \cos^4 \alpha}$$

$$h = \frac{8s v_0^4 \cos^3 \alpha \cdot \sin 2\alpha + 8v_0^4 s \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha \cdot \pi - 4v_0^4 s \cos^2 \alpha \sin 2\alpha}{4v_0^4 \cos^4 \alpha}$$

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

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

$$\begin{cases} \cos \alpha \neq 0 \\ 85v_0^4 \cos^3 \alpha \sin \alpha + 85v_0^4 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha - \\ - 4v_0^2 g^2 \cos \alpha \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\alpha \neq \frac{\pi}{8}$$

$$\begin{cases} 45v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha (2v_0^2 \cos^2 \alpha + 2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha - \\ - g^2) = 0 \end{cases}$$

$$\sin \alpha \cos \alpha (2v_0^2 \cos^2 \alpha + 2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha - g^2) = 0$$

$$90 < \alpha < 90 \quad \frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$$

$$2v_0^2 \cos^2 \alpha + 2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha - g^2 = 0$$

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

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

$$\frac{g^2}{2v_0^2} - \cos^2 \alpha = \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\left(\frac{g^2}{2v_0^2}\right)^2 - \frac{g^2}{v_0^2} \cos^2 \alpha + \cos^4 \alpha = \cos^2 \alpha - \cos^4 \alpha$$



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!

$$h = \frac{2 \int \sin \alpha \cos \alpha v_0^2 - g \int^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \neq$$

$$h' = \frac{(2 \int \cos^2 \alpha v_0^2 + 2 \int \sin^2 \alpha v_0^2) \cdot 2 v_0^2 \cos^2 \alpha + 4 v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot (2 \int \sin \alpha \cos \alpha v_0^2 - g \int^2)}{(2 v_0^2 \cos^2 \alpha)^2}$$

$$h' = \frac{2 \int v_0^4 \cos^4 \alpha - 4 \int v_0^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 8 \int v_0^4 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha - 4 v_0^2 \int^2 g \sin \alpha \cos \alpha}{(2 v_0^2 \cos^2 \alpha)^2}$$

$$h' = 0$$

$$4 \int v_0^2 \cos^2 \alpha - 4 \int v_0^4 \cos^4 \alpha + 4 \int v_0^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 4 v_0^2 \int^2 g \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$4 \int v_0^2 \cos \alpha (v_0^2 \cos^3 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha - \int g \sin \alpha) = 0$$

$$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$$

$$v_0^2 \cos^3 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha - \int g \sin \alpha = 0$$

$$v_0^2 \cos^3 \alpha + v_0^2 \cos \alpha - v_0^2 \cos^3 \alpha - \int g \sin \alpha = 0$$

$$v_0^2 \cos \alpha - \int g \sin \alpha = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{\int g}$$

$$4 \cos \alpha - 2 \sin \alpha = 0$$

$$2 \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$\tan \alpha = 2, \text{ где } h = h_{\max}$$

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!

$$h_{\max} = 20 \cdot 20^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha - \frac{g \cdot 5^2}{20^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$h_{\max} = 20 \cdot 2 = \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20 \cdot \cos^2(\arctan 2)}$$

$$= 40 - \frac{4000}{800 \cdot \cos^2(\arctan 2)} = 40 - \frac{5}{\cos^2(\arctan 2)}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{1 + 4} = \frac{1}{5}$$

$$h_{\max} = 40 - \frac{5}{\frac{1}{5}} = 40 - 25 = 15 \text{ (м)}$$

$$\text{Answer: } v_0 = 20 \text{ м/с}; h_{\max} = 15 \text{ м.}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

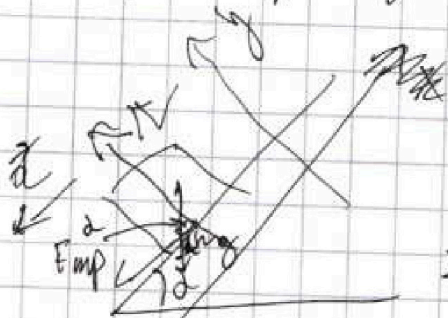
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№2
Пусть при фрикции вверх



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

$$23 \text{ Н} \cdot \cos \alpha \cdot N = mg \cos \alpha$$

$$23 \text{ Н} \cdot \cos \alpha \cdot \mu N = ma + mg \sin \alpha$$

$$ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

пусть при фрикции вверх:

$$S_{\text{вверх}} = v_0 t - \frac{g \cos \alpha \mu + g \sin \alpha}{2} t^2$$

$$a = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2} + 10 \cdot 0,8 =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 8 = 10 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$S_{\text{вверх}} = 4t - \frac{10t^2}{2} = 4t - 5t^2$$

и максимальная путь при фрикции

максимум вверх: $(v_0 = at) t = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} \text{ (с)}$

$$S_{\text{вверх max}} = 4 \cdot \frac{4}{10} - 5 \cdot \frac{4^2}{10^2} = 1,6 - \frac{80}{100} = 0,8$$

$$= 1,6 - \frac{80}{100} = 0,8 \text{ (м)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

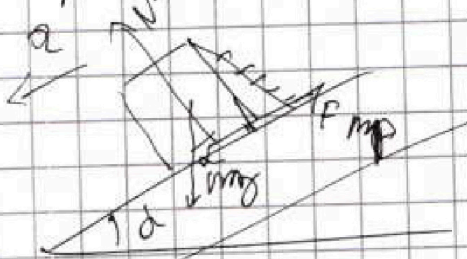
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Т.к. $S > S_{\text{верха макс}}$, то кубиком
идем вниз ($S_{\text{низ}}$ - путь вниз)

$$S = S_{\text{верха макс}} + S_{\text{низ}}$$

нм элементу вниз



$$23 \text{ Н} \cdot 0,3 - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = m a_{\text{вн}}$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_{\text{вн}}$$

$$a_{\text{вн}} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$= 10 \cdot 0,3 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 =$$

$$= 0,3 - 0,8 - 2 = 6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$S_{\text{низ}} = \frac{a_{\text{вн}} t_{\text{вн}}^2}{2}; \quad t_{\text{вн}} - \text{время спуска}$$

$$S = S_{\text{верха макс}} + S_{\text{низ}}$$

$$S = S_{\text{верха макс}} + \frac{a_{\text{вн}} t_{\text{вн}}^2}{2}$$

$$t_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{(S - S_{\text{верха макс}}) \cdot 2}{a_{\text{вн}}}} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 2}{6}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,4}{6}} \text{ (с)}$$

$$t_{\text{общ}} = t_{\text{вн}} + t = \sqrt{\frac{0,4}{6}} + \frac{4}{10} \text{ (с)} \quad (\text{используем время для}$$

минута 1)



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. Печать QR-кода недоступна!

Перейдём в С.О. трампортёра.
показан фронтальная в момент

С.О. будет такой же пока и в

пути 1, т.е. (мгнов v_0 меняется на

$$S_{\text{верт}} = 4t - 5t^2 \quad (v_0 = 4)$$

$$S_{\text{верт}} = 70t + (v_0 - 4)t - \frac{g(\cos \alpha \mu + g \sin \alpha) t^2}{2}$$

$$S_{\text{верт}} = 2t - 5t^2$$

Этот вертикальный перемещение в области трампортёра
С.О. равна 4, но в момент

штырь она равна 0 мм

24, но непрерывно в обратную

$$v_0 = 0 \quad v_0 = 4, \text{ м/с}$$

1) 1 путь, $v=4$ ~~2) 2~~ ~~3) 3~~ ~~4) 4~~ ~~5) 5~~ ~~6) 6~~ ~~7) 7~~ ~~8) 8~~ ~~9) 9~~ ~~10) 10~~ ~~11) 11~~ ~~12) 12~~ ~~13) 13~~ ~~14) 14~~ ~~15) 15~~ ~~16) 16~~ ~~17) 17~~ ~~18) 18~~ ~~19) 19~~ ~~20) 20~~ ~~21) 21~~ ~~22) 22~~ ~~23) 23~~ ~~24) 24~~ ~~25) 25~~ ~~26) 26~~ ~~27) 27~~ ~~28) 28~~ ~~29) 29~~ ~~30) 30~~ ~~31) 31~~ ~~32) 32~~ ~~33) 33~~ ~~34) 34~~ ~~35) 35~~ ~~36) 36~~ ~~37) 37~~ ~~38) 38~~ ~~39) 39~~ ~~40) 40~~ ~~41) 41~~ ~~42) 42~~ ~~43) 43~~ ~~44) 44~~ ~~45) 45~~ ~~46) 46~~ ~~47) 47~~ ~~48) 48~~ ~~49) 49~~ ~~50) 50~~ ~~51) 51~~ ~~52) 52~~ ~~53) 53~~ ~~54) 54~~ ~~55) 55~~ ~~56) 56~~ ~~57) 57~~ ~~58) 58~~ ~~59) 59~~ ~~60) 60~~ ~~61) 61~~ ~~62) 62~~ ~~63) 63~~ ~~64) 64~~ ~~65) 65~~ ~~66) 66~~ ~~67) 67~~ ~~68) 68~~ ~~69) 69~~ ~~70) 70~~ ~~71) 71~~ ~~72) 72~~ ~~73) 73~~ ~~74) 74~~ ~~75) 75~~ ~~76) 76~~ ~~77) 77~~ ~~78) 78~~ ~~79) 79~~ ~~80) 80~~ ~~81) 81~~ ~~82) 82~~ ~~83) 83~~ ~~84) 84~~ ~~85) 85~~ ~~86) 86~~ ~~87) 87~~ ~~88) 88~~ ~~89) 89~~ ~~90) 90~~ ~~91) 91~~ ~~92) 92~~ ~~93) 93~~ ~~94) 94~~ ~~95) 95~~ ~~96) 96~~ ~~97) 97~~ ~~98) 98~~ ~~99) 99~~ ~~100) 100~~

$a t_{21} = (v_0 - 4)$; t_{21} - время для 2 пути

$$t_{21} = \frac{v_0 - 4}{a} = 0,2 \text{ (с)}$$

$$d = d_{21} = 2 t_{21} - 5 t_{21}^2 = 0,4 - 5 \cdot 0,2^2 =$$

$$= 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ (м)}$$

2 пути:

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

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

2 секунды

$$d_1 t_1 + a_{kn} \cdot t_{k2} = 2$$

$$a_{kn} t_2 = 2 - d_1 t_1$$

$$t_2 = \frac{2 - d_1 t_1}{a_{kn}} = \frac{2 - 2}{6} = \frac{2}{3} \text{ (с)}$$

$$L = L_2 = S_{kn} t_2 - d_1$$

$$L = \frac{21}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 - 0,2 = \frac{4}{3} - 0,2 =$$

$$= \frac{4}{3} - \frac{2}{10} = \frac{4}{3} - \frac{1}{5} = \frac{20}{15} - \frac{3}{15} = \frac{17}{15} \text{ (м)}$$

3) Если человек пробежал в 2 раза

быстрее, то в 2 раза больше времени.

В 2 раза больше времени значит в 2 раза быстрее.

$v = u$ и направление противоположно.

L_3 - расстояние от старта до

момента встречи (по модулю)

$$L_3 = |S_{kn} t_3 - d_1| = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot t_{kn3}^2 - 0,2$$

$$a_{kn} t_3 = \frac{L_3}{d_1}$$

$$t_{kn3} = \frac{L_3}{3} \text{ (с)}$$

$$L_3 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot \frac{1}{9} - 0,2 = \frac{1}{3} - 0,2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{5} =$$

$$= \frac{5-3}{15} = \frac{2}{15} \text{ (м)}; H = t_3 \cdot H = \frac{2}{15} \cdot \frac{1}{0,8} = \frac{2}{15} \cdot \frac{5}{4} = \frac{1}{6} \text{ (м)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$H = \frac{16}{15} \text{ (m)}$$

$$H = d_3 \cdot \sin \alpha$$

ответ: $H = \frac{16}{15} \text{ м}$; $d = 2,2 \text{ м}$; $T = \sqrt{\frac{2}{30} + \frac{1}{10} L}$
 $d = \frac{14}{15} \text{ м, с учетом кривизны}$

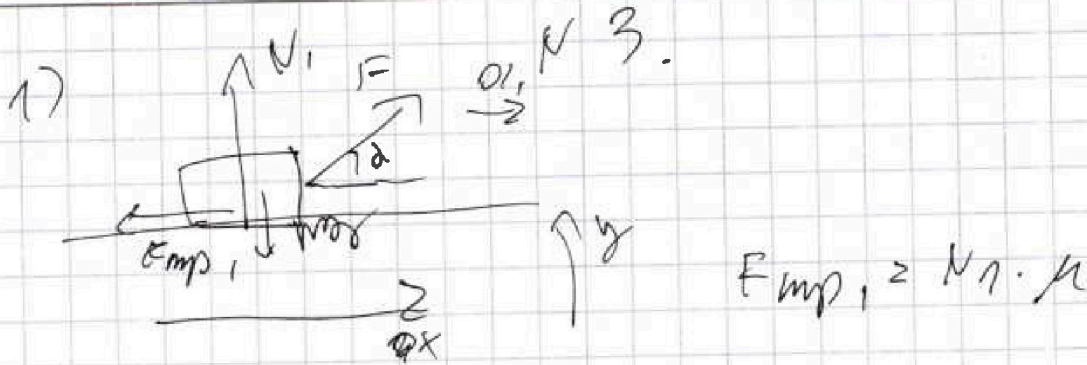
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



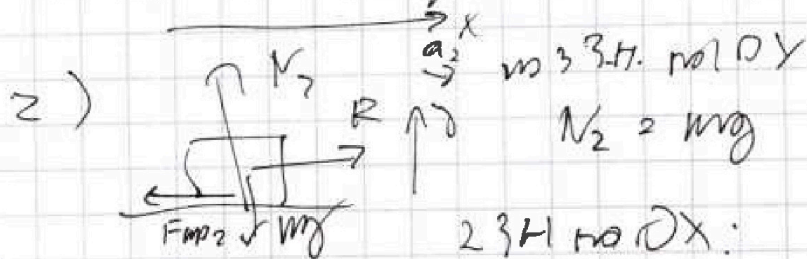
2 3 Н. Ох:

$$m a_1 = F \cos \alpha - F_{mp1}$$

2 3 Н. Оу:

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

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$



$$F = F_{mp2} \quad m a_2 = F - F_{mp2}$$

$$m a_2 = F - \mu mg$$

$a_1 \geq a_2$, т.к. первая формула справедлива
всегда

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

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

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

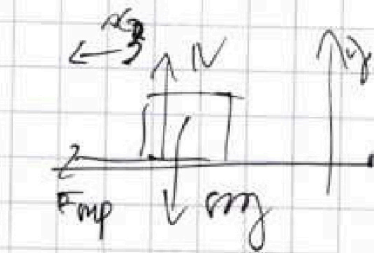
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu$$

$$N = mg$$

$$m a_3 = F_{\text{тр}}$$

$$m a_3 = \mu mg$$

$$T a_3 = v_0$$

$$a_3 = \frac{v_0}{T}$$

$$a_3 = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g$$

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

$$\text{Итак: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} ; T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) \cdot g}$$

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!

106

$$Q_{12} = A_{12} + U_{12}$$

$$Q_{12} = C_{12} \cdot V \cdot \Delta T_{12}$$

$$U_{12} = \frac{3}{2} \cdot V R \cdot \Delta T_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} - U_{12} = C_{12} V \Delta T_{12} - \frac{3}{2} V R \Delta T_{12}$$

$$C_{12} = 2R$$

$$\Delta T_{12} = 3T_1$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= 2R V \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} V R \cdot 3T_1 = \\ &= 2 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 8,31 - \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400 = \\ &= 8,31 (1200 \cdot 2 - 1200 \cdot \frac{3}{2}) = \\ &= 8,31 \cdot 600 \text{ (Дж)} \end{aligned}$$

$$Q = A + U;$$

$$Q = C \cdot V \cdot \Delta T$$

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

$$Q_{31} = A_{31} + U_{31}$$

т.к. $\Delta T_{31} \neq \Delta T_{23} < 0$, то $A_{23} \neq A$

$$Q_{23} < 0; Q_{31} < 0, \text{ значит } \text{возь}$$

материал отпалек немы.

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!

$$h) = \frac{A_{\text{мкд}}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{31} + A_{23}}{Q_{12}}$$

$$A_{31} = C_{31} V \Delta T_{31} - \frac{3}{2} V R \Delta T_{31}$$

$$A_{31} = 2,5 R V \cdot \Delta T_{31} - \frac{3}{2} V R \Delta T_{31} = \\ = 2,5 R V \cdot (4 - 2^{1,5}) T_1 + \frac{3}{2} V R (4 - 2^{1,5})$$

$$A_{23} = -0,5 R \cdot V \cdot (2^{1,5} - 1) T_1 + \\ + \frac{3}{2} V R (2^{1,5} - 1) T_1$$

$$h) = \frac{2 V R \cdot 3 T_1 - \frac{3}{2} V R \cdot 3 T_1 - 2,5 R V (4 - 2^{1,5}) T_1 + \\ + \frac{3}{2} V R (4 - 2^{1,5}) - 0,5 R \cdot V (2^{1,5} - 1) T_1 + \\ + \frac{3}{2} V R (2^{1,5} - 1) T_1}{Q_{12}}$$

$$= \frac{V R T_1 (6 - \frac{3}{2} \cdot 3 - 2,5 \cdot 4 + 2,5 \cdot 2^{1,5} + \\ + \frac{3}{2} \cdot 4 - \frac{3}{2} \cdot 2^{1,5} - 0,5 \cdot 2^{1,5} + 0,5 + \frac{3}{2} \cdot 2^{1,5} - \\ - \frac{3}{2})}{Q_{12}}$$

$$= \frac{V R T_1 (6 - 4,5 - 10 + 2^{1,5} \cdot 2 + 6 + 0,5 - 1,5)}{Q_{12}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



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

$$= \frac{U R T_1 (2^{2,5} - 3,5)}{2 R U \cdot 3 T_1}$$

$$= \frac{2^{2,5} - 3,5}{6}$$

Пример: $A_{1-2} = 8,31 \cdot 600 \text{ Дж/К}$

$$\eta = \frac{2^{2,5} - 3,5}{6} \cdot 100\% = \frac{2^{2,5} - 3,5}{6} \cdot 100\%$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

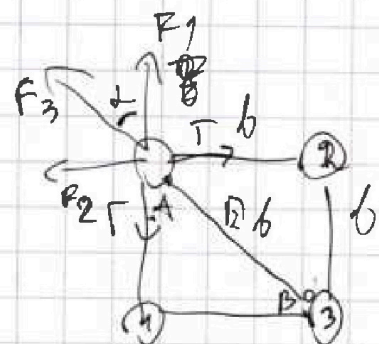
Отметьте крестиком номер задачи.

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. Печать QR-кода недоступна!



X 5.

~~теорема~~

F_1 - сила действующая на равнодействующую зарядов со стороны 1

аналогично F_2 и F_3 со стороны 2 и 3.

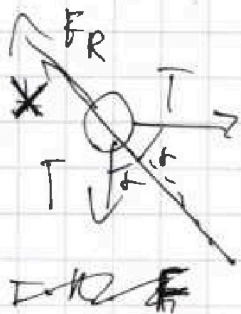
$$F_1 = F_2 = k \frac{q^2}{b^2}$$

$$F_3 = \frac{kq^2}{2b^2}$$

т.к. силы симметричны относительно A и B , то равнодействующая направлена по AB : $\alpha = 45^\circ$

$$F_R = F_3 + F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \alpha =$$

$$= \frac{kq^2}{2b^2} + k \frac{q^2}{b^2} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{2b^2} (1 + 2\sqrt{2})$$



Сила действующая со стороны 1 будет равна b силы симметричны.

2 3 Н. по OX :

$$F_R = T \cos \alpha + T \cos \alpha$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

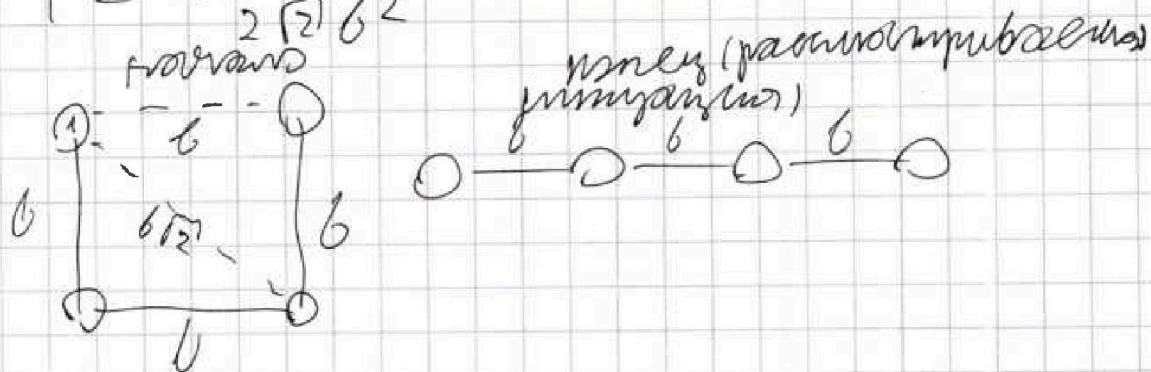
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\frac{kq^2}{2b^2} (1+2\sqrt{2}) = 2T \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{kq^2 (1+2\sqrt{2})}{2\sqrt{2}b^2}$$



3 (7) для заряда 1 (предположим энергию поля как сумму энергии зарядов 3 тела)

$$\frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b\sqrt{2}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kq^2}{b} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kq^2}{b} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$v = \sqrt{\frac{2kq^2}{bm} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

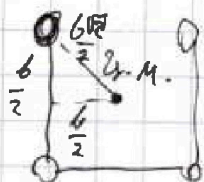
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

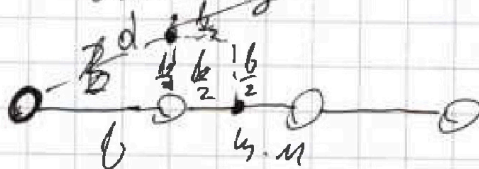
III. х. Система замкнутого, но
центр на ее действии
внутре шара, но центр
на ее всей системы будет
состоится неравновесия: 1)

начало



конец

марка центра



$$d = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{5}{4} b^2} = \frac{b\sqrt{5}}{2}$$

$$\text{Объем: } T = \frac{\pi g^2 (1 + 2\sqrt{2})}{2\sqrt{2} b^2}; \quad \rho = \sqrt{\frac{2\pi g^3}{b \cdot m} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2}\right)}$$

$$d = \frac{b\sqrt{5}}{2}$$

1) шары будут расположены
на горизонтальной прямой в
шару симметрично относительно
вертикальной оси проходящей
через центр масс.



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!

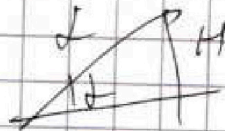
$$\operatorname{tg} 45^\circ = 1$$

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

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

$$\cos^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

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



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!

$$\left(\frac{g\delta}{2v_0}\right)^2 = \cos^2 \alpha (1 - 2\cos^2 \alpha)$$

$$\left(\frac{g\delta}{2v_0}\right)^2 = -2\cos^4 \alpha + \cos^2 \alpha \left(1 + \frac{g\delta}{v_0^2}\right)$$

$$2\cos^4 \alpha - \cos^2 \alpha \left(1 + \frac{g\delta}{v_0^2}\right) + \left(\frac{g\delta}{2v_0}\right)^2 = 0$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \frac{g\delta}{v_0^2} \pm \sqrt{\left(1 + \frac{g\delta}{v_0^2}\right)^2 - 4 \cdot 2 \left(\frac{g\delta}{2v_0}\right)^2}}{2}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 + \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 20^2} \pm \sqrt{\left(1 + \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 20^2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^4}}$$

$$= \frac{1 + 0,5 \pm \sqrt{1,5^2 - 0,5}}{2}$$

$$= \frac{1,5 \pm \sqrt{2,25 - 0,5}}{2} \quad \begin{matrix} \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \end{matrix}$$

$$= \frac{1,5 \pm \sqrt{1,75}}{2} \quad \begin{matrix} \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \\ \cos 30^\circ \end{matrix}$$

$$\frac{g\delta^2}{2} = \frac{20^2}{2g}$$

$$g^2 \delta^2 = v_0^2$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\cos 60^\circ$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\frac{v_0^2}{1 - \cos 2\alpha} = T$$

$$\frac{x}{x} = \frac{2x^2 - x^2}{x^2} = \frac{1 \cdot x^2}{x^2} = 2N4$$

$$C = \frac{Q}{v \Delta T} = \frac{VR \Delta T}{v \Delta T} = R$$

$$\frac{D_{MK}}{mm \cdot K}$$

$$a \cdot b^{-1} = a^2 \cdot b^{-1}$$

$$a \cdot \frac{1}{b} = a^2 \cdot b^{-1} = b^{-2} \cdot b^1 a$$

$$\frac{1}{2} v R \Delta T$$

$$C v \Delta T - \frac{1}{2} v R \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{v \Delta T}$$

$$\frac{a}{b}$$

$$p = \frac{v R T}{V}$$

$$\frac{\int p dV}{v R \Delta T}$$

$$Q = C v \Delta T$$

$$\int p dV$$

$$v R \Delta T$$

$$A_{12} - A_{32} - A_{13}$$

$$\frac{3}{2}$$

$$Q_{12}$$

$$\frac{A}{dt}$$

$$Q \cdot dt$$

$$\frac{3}{2} + \frac{p R T dV}{v R \Delta T}$$

$$= \frac{3}{2} + \frac{T dV}{v \Delta T}$$

$$\frac{\frac{3}{2} v R \Delta T + \int p dV}{v R \Delta T}$$

$$= \frac{3}{2} + \frac{\int p dV}{v R \Delta T}$$

$$= v R \Delta T$$

N 3.

$$25 \cdot \cos 2\alpha \cdot v_0^2 - 2v_0^2 \cos^2 \alpha - (5 \sin 2\alpha \cdot v_0^2 - g \cdot 5^2) \cdot \frac{1}{2} v_0^2 - 2(-1) v_0^2 \sin \alpha \cdot 4 v_0^2 \cdot \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 5 v_0^2 \cdot \cos 2\alpha \cdot \cos^2 \alpha + 4$$

$$\frac{C}{v} = \text{const}$$

$$C v^{\gamma} = v R \Delta T$$

$$\gamma = \frac{C}{v}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Handwritten solution on a grid background:

At the top, there is a diagram of a particle on a circular path with radius r and forces T and $F = \frac{kg^2}{r^2}$. The angle between the forces is 150° . To the right, there are calculations:
$$2 \sqrt{2^2 + 2^2 + 2 \cdot 2 \cdot \cos 120^\circ}$$
$$= 2 \sqrt{2}$$

Below this, there is a force triangle with sides $\frac{kg^2}{b^2}$, $\frac{kg^2}{b^2}$, and $\frac{kg^2}{b^2}$. The angle between the two $\frac{kg^2}{b^2}$ sides is 120° . To the right, there are more calculations:
$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$
$$\frac{kg^2}{b^2}$$
$$\frac{kg^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$
$$\gamma = \frac{142}{2} = 71$$

Further down, there is a diagram of a particle on a circular path with radius b and forces F_1 and F_2 at a 45° angle. To the right, there are calculations:
$$\frac{kg^2(1+\sqrt{2})}{b^2}$$
$$\frac{kg^2(1+2\sqrt{2})}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

The bottom part of the page contains several diagrams of particles on circular paths and force vectors. One diagram shows a particle on a circular path with forces F_1 and F_2 and a distance l . Another diagram shows a particle on a circular path with forces F_1 and F_2 and a distance 2 . There are also calculations:
$$\gamma = \frac{Cp}{Cv}$$
$$\frac{kg^2}{r}$$
$$\frac{kg^2}{r^2}$$
$$M \cdot M$$
$$F \cdot l$$



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 1.

$$\frac{gt^2}{2} = h$$

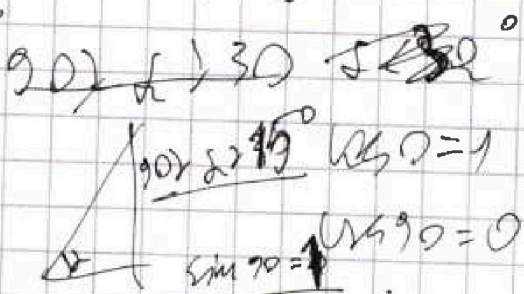
$$\frac{gt^2}{2} = \frac{v^2}{2g}$$

$$gt^2 = v^2$$

$$v_0 = gt$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

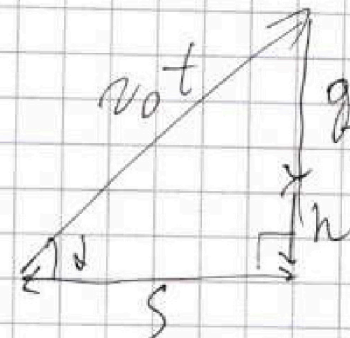
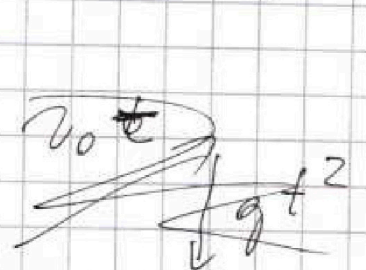
$\sin 2\alpha \uparrow \Rightarrow \alpha \uparrow$
 $\cos^2 \alpha \downarrow$
 $2\alpha > 30^\circ$
 $\alpha > 15^\circ$



$\cos 90 = 0$
 $\sin 90 = 1$
 $\lim_{\alpha \rightarrow 0} \sin \alpha = 0$
 $\lim_{\alpha \rightarrow 0} \cos \alpha = 1$

$\sin 2\alpha \downarrow$
 $(\cos 45)^2 = \frac{1}{2}$

$1 - \sin^2 \alpha$



$$S v_0^2 =$$

$$gt^2 = 20^3 = 8000$$

$$g S^2 = 20000$$

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

$$2\alpha > 30^\circ$$

$$\alpha > 15^\circ$$

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

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

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

$$\frac{gt^2}{2} + h = S \cdot \tan \alpha$$

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

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

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



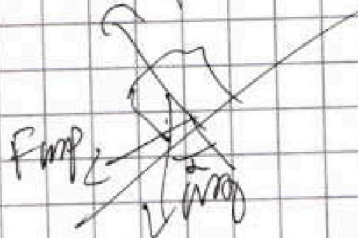
N2

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

~~$$S = v_0 t - g t^2$$~~

~~$$S = v_0 t - g t^2$$~~

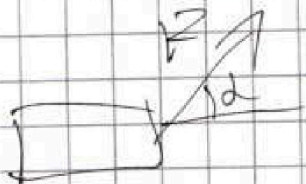
~~175 = 25 \cdot 7~~



$$m g \cos \alpha \text{ и } m + \mu m g \sin \alpha$$

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

N3



$$F \cos \alpha$$

$$- \mu (m g - F \sin \alpha)$$

$$F \cos \alpha = m a$$

~~$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha$$~~

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

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

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

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



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!

