



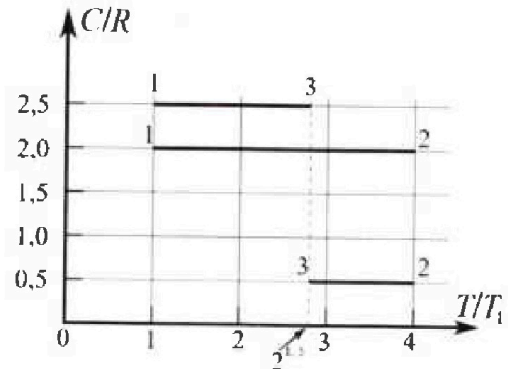
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



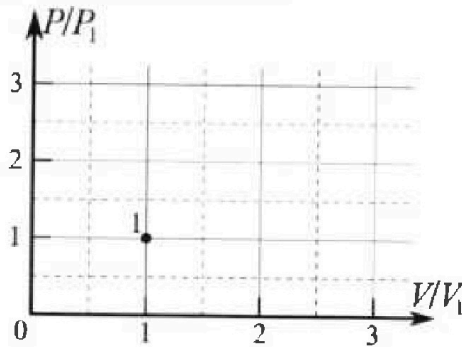
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



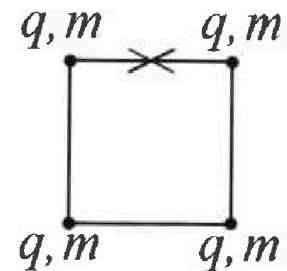
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД  $\eta$  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.

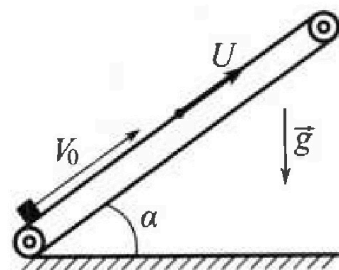
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>. 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.

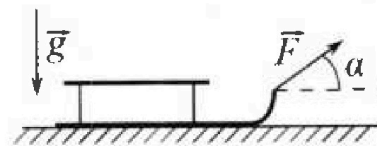
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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  $\mu$  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

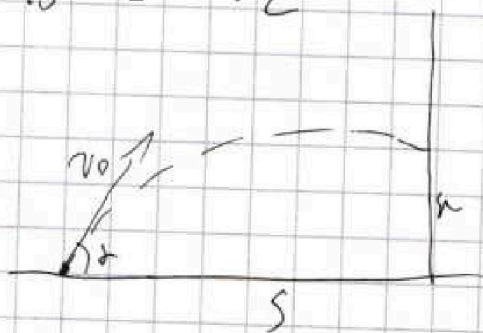
МФТИ

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

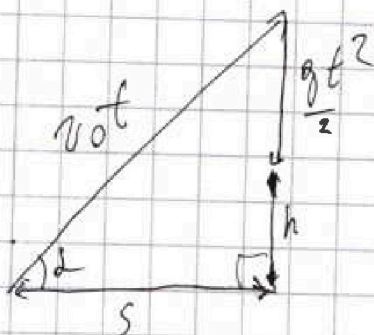
№1.

$$v_0 = gT$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$



через промежуточные перемещения



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

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

$$90^\circ < \alpha < 0 \frac{\pi}{2} < \alpha < 0$$

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

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

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

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

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





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!

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

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

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

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

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

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





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

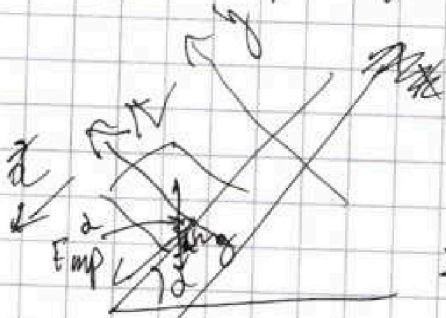
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                                   | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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  
Пусть при фрикции вверх



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

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

$$23 \text{ Н} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha : ma = F_{mp} + mg \sin \alpha$$

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

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

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 максимизируем путь при фрикции

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

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

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

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

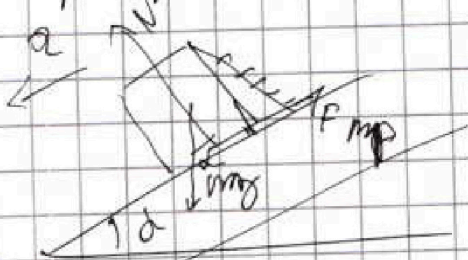
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

нм элементу вниз



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$t_{\text{общ}} = t_{\text{вн}} + t = \sqrt{\frac{0,4}{6}} + \frac{4}{10} \text{ (с)} \quad (\text{используем время для минимума 1)}$$





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 как и в

мышле 1, т.е. (машинка  $v_0$  движется на

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

$$S_{\text{бегера}} = 20t(20-4)t - \frac{g(\cos \alpha \mu + g \sin \alpha) t^2}{2}$$

$$S_{\text{бегера}} = 2t - 5t^2$$

Если скорость человека в области трампортёра  
С.О. равна  $u$ , то в момент

штыле она равна 0 км

$2u$ , но по направлению в обратную

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

1) 1 шаг (в  $v=4$ ) ~~состояние~~ с ~~исходными~~

$$a t_{21} = (v_0 - u) \quad ; t_{21} - \text{время для 2 шагов}$$

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

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

$$= 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ (м)}$$

2) шаг:

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

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

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

$$t_2 = \frac{2 - d_1}{a_{kn}} = \frac{2 - 0,2}{6} = \frac{1,8}{6} = \frac{3}{10} \text{ (с)}$$

$$d_2 = d_1 + S_{kn} t_2 - d_1$$

$$d_2 = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 - 0,2 = \frac{1}{3} - 0,2 =$$

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

3) Если человек пробежал в 3 раза

быстрее, то в 3 раза больше времени.

В 3 раза больше времени значит в 3 раза

меньше скорость.

$d_3$  - расстояние от старта до

финиша (по модулю)

$$d_3 = |S_{kn} t_3 - d_1| = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot t_3^2 - 0,2$$

$$a_{kn} t_3 = \frac{1}{3}$$

$$t_3 = \frac{1}{3} \text{ (с)}$$

$$d_3 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot \frac{1}{9} - 0,2 = \frac{1}{3} - 0,2 = \frac{1}{3} - \frac{2}{10} = \frac{2}{15} - \frac{2}{15} = \frac{2}{15} \text{ (м)}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

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

ответ:  $H = \frac{16}{15} \text{ м}; d = 2,2 \text{ м}; T = \sqrt{\frac{2}{30} + \frac{4}{10} L}$

$d = \frac{14}{15} \text{ м, целая часть берем}$

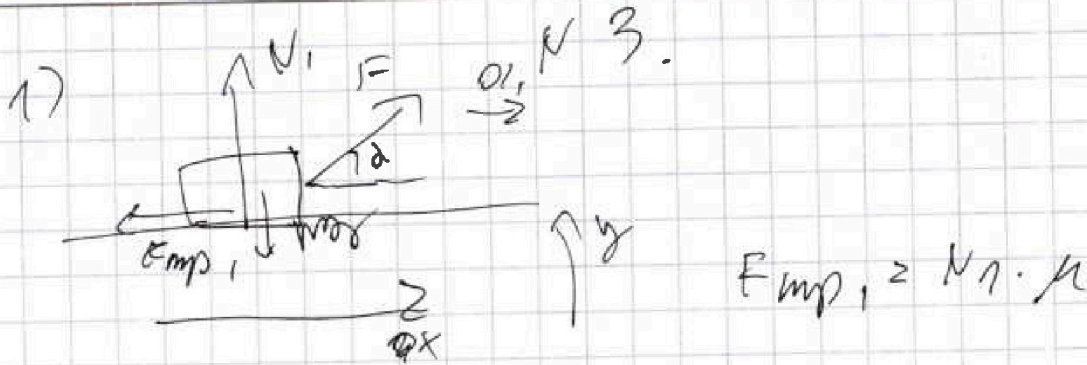
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/>

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

МФТИ



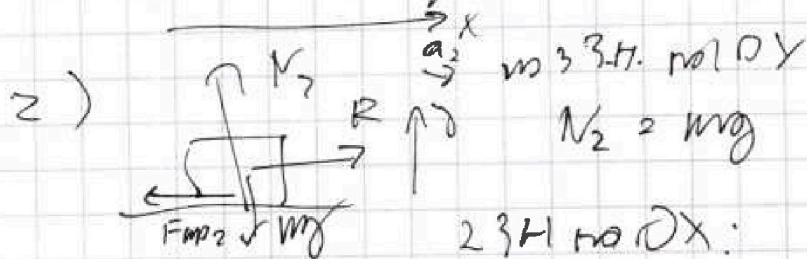
2 3 Н. Ох:

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

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  
сопоставлена

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

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

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



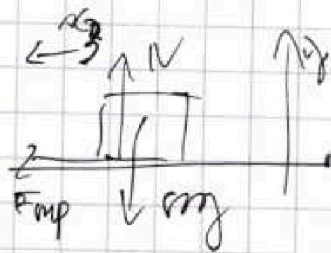
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$m a_3 = F_{\text{тр}}$$

$$m a_3 = \mu m g \cos \alpha$$

$$T a_3 = v_0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$C_{12} = 2R$$

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

$$A_{12} = 2R V \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} V R \cdot 3T_1 =$$

$$= 2 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 8,31 - \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400 =$$

$$= 8,31 (1200 \cdot 2 - 1200 \cdot \frac{3}{2}) =$$

$$= 8,31 \cdot 600 \text{ (Дж)}$$

$$Q = A + U;$$

$$C_{31} = 2,5R; C_{23} = 2,5R$$

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

$$\Delta T_{31} = -(4 - 2^{1,5})T_1; \Delta T_{23} =$$

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

$$\Delta T_{23} = (2^{1,5} - 1)T_1$$

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

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

$Q_{23} < 0$ ;  $Q_{31} < 0$ , значит все

материалы охлаждаются.



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!

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

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

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

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

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

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

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



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.

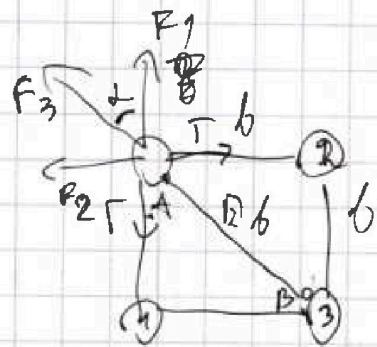
Отметьте крестиком номер задачи.

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.

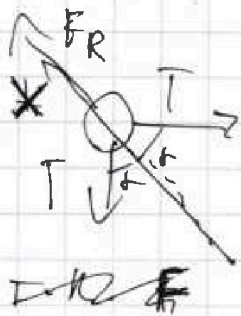
$$F_1 = F_2 = k \frac{q^2}{b^2}$$

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

т.к. силы симметричны относительно  $AB$ , 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  $b$  сила 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:

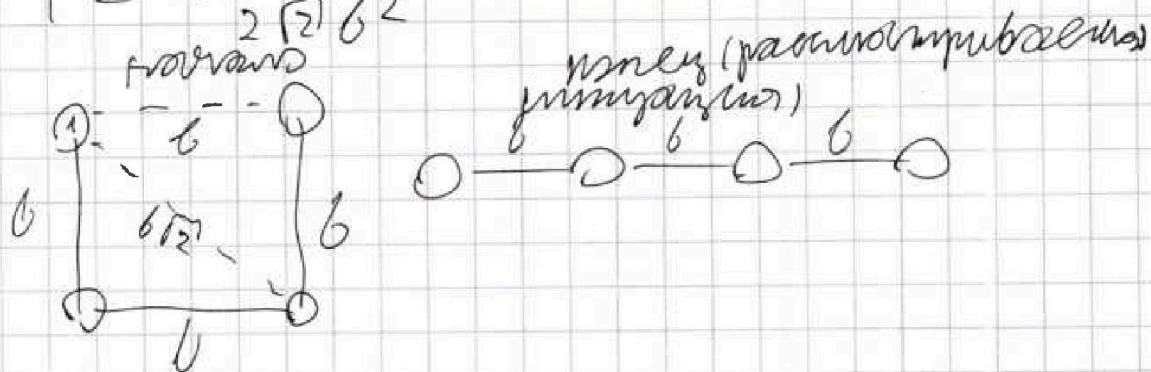
1  2  3  4  5  6  7

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 марш 1 (представим энергию  
поля как сумму энергии зарядов  
3 пары)

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

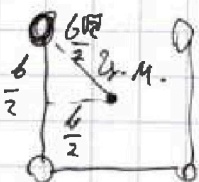
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

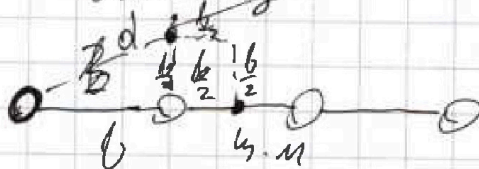
III. х. Система замкнутого, но  
центр на ее действии  
внутре шара, но центр  
на ее всей системы будет  
состоится неравновесия: 1)

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!

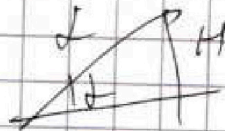
$$\operatorname{tg} 45^\circ = 1$$

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

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

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

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





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!

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

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

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

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

$$\cos^2 \alpha = 1 + \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 0^2} \pm \sqrt{\left(1 + \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 0^2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{2 \cdot 0^2}}$$

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

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

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

$$\frac{g\lambda^2}{2} = \frac{2 \cdot 0^2}{2g}$$

$$g^2 \lambda^2 = v_0^2$$

$$\cos 45 = 1$$

$$\cos 60$$

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

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!



N 3.

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

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

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

Дж  
моль·К

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

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

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

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

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

$\frac{a}{b}$

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

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

$$Q = C v \Delta T$$

$$\int p dV$$

2 const.

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

Q<sub>12</sub>

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

$$\frac{A}{dT}$$

Q dms.

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

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

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

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

= const.

$$v R \Delta T$$

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

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

$$C v \Delta T = v R \Delta T$$

$$C = R$$



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!



Handwritten solution on grid paper:

$$F = \frac{K g^2}{r^2} = \dots$$

$$2^{1.5} = \sqrt{2^3}$$

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

$$\frac{K g^2}{b^2 \cdot 2}$$

$$\frac{K g^2 (1 + 2\sqrt{2})}{2 b^2}$$

$$\gamma = \frac{1 + 2\sqrt{2}}{2} = \frac{5}{3}$$

$$\gamma = \frac{C \rho}{C \nu}$$

$$\frac{K g^2}{r^2}$$

$$\frac{K g^2}{r^2}$$

$$F \cdot l$$

$$K \cdot M$$

$$F \cdot l$$

$$\frac{K g^2}{r^2}$$

$$p v \gamma$$



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.

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

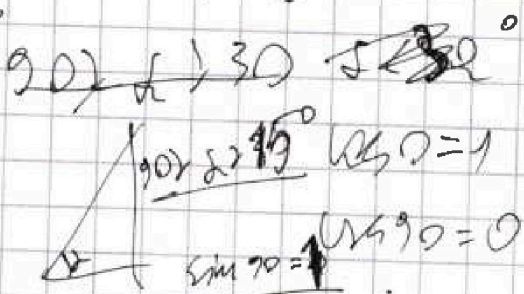
$$\frac{gt^2}{2} = \frac{v^2}{2g}$$

$$gt^2 = v^2$$

$$v_0 = gt$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

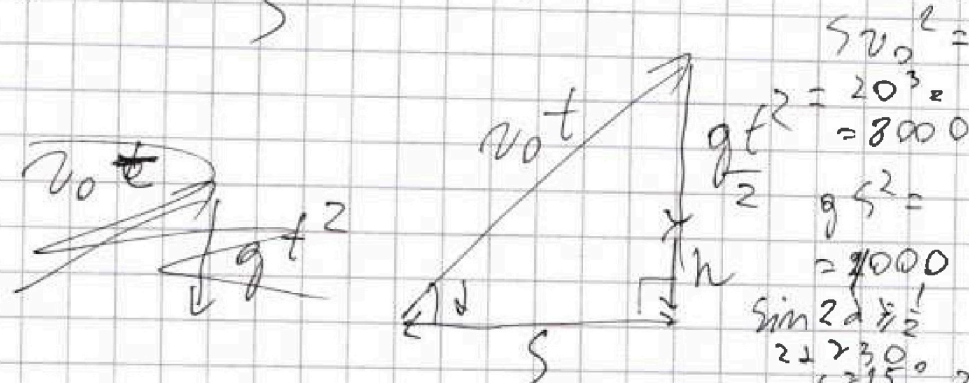
$\sin 2\alpha \uparrow \Rightarrow \alpha \uparrow$   
 $\cos^2 \alpha \downarrow$   
 $2\alpha > 30^\circ$   
 $\alpha > 15^\circ$



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

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

$1 - \sin^2 \alpha$



$$S v_0^2 =$$

$$\frac{gt^2}{2} = 20^3 = 8000$$

$$g S^2 = 20000$$

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

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

$$\alpha > 15^\circ$$

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

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 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!

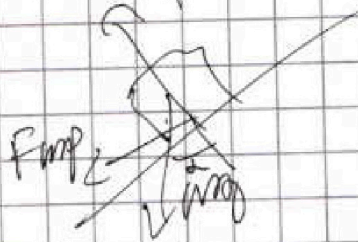
N2

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

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

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

~~175 = 25 \cdot 7~~



$$m g \cos \alpha + m + m g \sin \alpha$$

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

N3



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

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

~~$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = m a$$~~

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

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

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

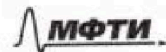
$$m = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$



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!

