

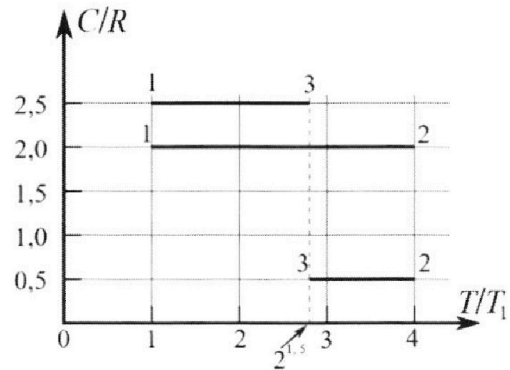
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



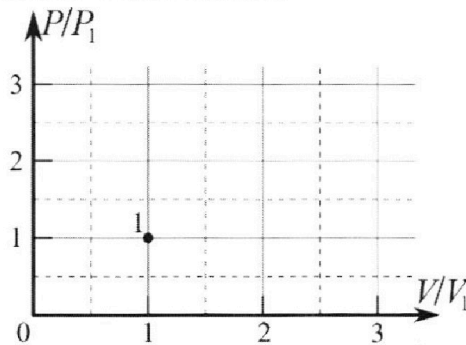
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



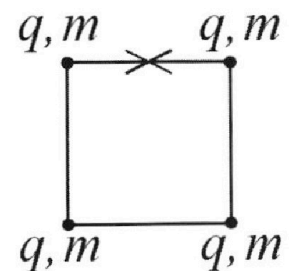
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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

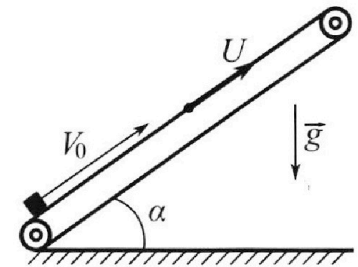
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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 воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

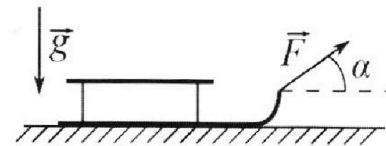
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?
- 3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

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

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
 - 2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .
- Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

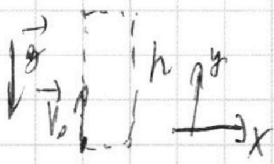
решение которой представлено на странице:

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!

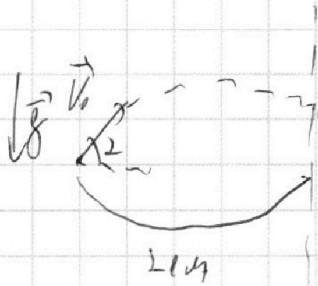
Задача №1



$$D_y: |v(t)| = v_0 - g \cdot t$$

$$h_{\max} \Rightarrow v_{\text{на высоте}} = 0 \Rightarrow |v(t)| (1/2) = v_0 - 2g = 0 \Rightarrow$$

$$v_0 = 2g = 20 \text{ м/с}^2$$



$$D_x: v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t_{\text{max}} = L$$

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

$$t_{\text{max}} = \frac{L}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} \Rightarrow h = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{L}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} - \frac{g \cdot L^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$= L \cdot \tan(\alpha) - \frac{g \cdot L^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} = 20 \cdot \tan(\alpha) - \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$= 20 \tan(\alpha) - \frac{5}{\cos^2(\alpha)} = 5 \cdot \left(4 \tan(\alpha) - \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \right) - \text{выражение}$$

минимум достигается при $\alpha = 45^\circ$

$$\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1 \quad | : \cos^2(\alpha) \Rightarrow \tan^2(\alpha) + 1 = \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \Rightarrow$$

$$h = 5 \left(4 \tan(\alpha) - \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \right) = 5 \cdot (4 \tan(\alpha) - \tan^2(\alpha) - 1) \Rightarrow$$

$$f(t) = 4t - t^2 - 1; \quad t_0 = 1; \quad f(t_0) = 8 - 4 - 1 = 3$$

$$\text{при } \tan(\alpha) = 2 \text{ достигается максимум } \Rightarrow h_{\text{на высоте}} = 5 \cdot (8 - 4 - 1) =$$

$$= 15 \text{ м.}$$

Ответ: 1. $v_0 = 20 \text{ м/с}$.

2. $h_{\text{max}} = 15 \text{ м}$.

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

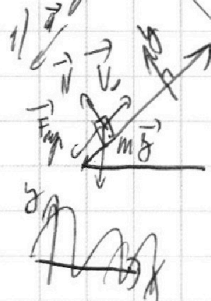
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

Задание №2



$$\vec{F}_{\text{нрп}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$O_x: -F_{\text{нрп}} - mg \cdot \sin(\alpha) = -ma$$

$$O_y: N - mg \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\Rightarrow N = mg \cdot \cos(\alpha); \Rightarrow$$

$$F_{\text{нрп}} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cdot \cos(\alpha)$$

$$m a = F_{\text{нрп}} + mg \cdot \sin(\alpha) = \mu mg \cdot \cos(\alpha) + mg \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow$$

$$a = \mu \cdot g \cdot \cos(\alpha) + g \cdot \sin(\alpha) = \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} + 10 \cdot \frac{4}{8} = 10 \text{ м/с}^2$$

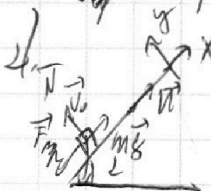
$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$V_0 = 0 \Rightarrow 0 = V_1^2 - V_0^2 \Rightarrow 2 \cdot a_x \cdot S = V_1^2 - V_0^2 \Rightarrow 2 \cdot (-a) \cdot S = 0 - V_0^2 \Rightarrow$$

$$S_1 = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м}; S_0 = 1 \text{ м} \Rightarrow \text{нужно преодолеть еще } \frac{1}{5} \text{ м.}$$

$$S_2 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{5}}{10}} = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} \text{ с.}$$

$$V_0 - g \cdot a \cdot t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \Rightarrow t_0 = t_1 + t_2 = \frac{3}{5} \text{ с.}$$



4. ~~См. задачу 1. Аналогично решению 1. Проверка: найти скорость на высоте 2 м, за 1 м.~~

$$V_{\text{нрп/комб}} = v - L = 0. \text{ Аналогично решению 1}$$

$$a_x = -10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow V(t) = V_{\text{нрп-комб}} - a t$$

$$V_{\text{нрп/комб}} = 4 - 2 = 2 \Rightarrow 2 - a t = 0 \Rightarrow t = \frac{2}{a} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \text{ с.}$$

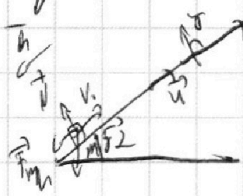
$$N_{\text{нрп/комб}} = V_{\text{нрп/комб}} \cdot t - \frac{at^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{5} - \frac{10 \cdot \frac{1}{25}}{2} = \frac{1}{5} \text{ м} \Rightarrow$$

$$v_0 = V \cdot t + N_{\text{нрп/комб}} = 2 \cdot \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{3}{5} \text{ м.}$$

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!

Задача №2 ~~решена~~



2). Дано: $a_x = -10 \text{ м/с}^2$

П.к. конечная скорость равна нулю, т.е.

$$V_{0x} = V_{0x} + u = 4 + 2 = 6 \text{ м/с.}$$

$$O_x: |v(t)| = V_0 - at; |v(t)| = 0 \Rightarrow 6 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \text{ с.}$$

$$L = V_{0x} t - \frac{at^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{18}{5} - \frac{9}{5} = \frac{9}{5} \text{ м.}$$

3). Дано: $a_x = -10 \text{ м/с}^2$

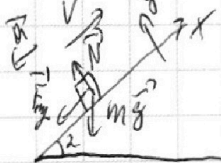
$$V_0 = V_{0x} + u = 6 \text{ м/с}; O_x: |v(t)| = V_0 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \text{ с.}$$

$$L' = V_0 t - \frac{at^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{18}{5} - \frac{9}{5} = \frac{9}{5} \text{ м.}$$

$$H = L' \cdot \sin(\alpha) = \frac{9}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{27}{25} \text{ м.}$$

Ответ: 1)

2) $\mu = \frac{1}{8}$ (его можно определить по условию задачи).



По II закону Ньютона $\vec{N} + \vec{F}_{tr} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$$O_x: m - mg \cdot \sin(\alpha) - F_{tr} = -ma \Rightarrow$$

$$O_y: N - mg \cdot \cos(\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow F_{tr} = \mu mg \cdot \cos(\alpha)$$

$$ma = mg \cdot \sin(\alpha) + \mu mg \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow a = g \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cdot \cos(\alpha) = 10 \cdot \frac{3}{5} + \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 6 + 2 = 8 \text{ м/с}^2 \quad (\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \frac{4}{5})$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Задача №2

Пункт 7-программисте.

* Умножив на 2 , получим $2(-a) \cdot S = 0 - V_0^2 \Rightarrow$
 $S = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} \text{ м.} \Rightarrow$ между автомобилями проехали еще $\frac{4}{5} \text{ м.}$

$$V_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{a}} = \sqrt{\frac{1}{5} \cdot \frac{2}{10}} = \frac{1}{5} \text{ л.}; t_1 = \frac{V_0 - at_1}{a} = \frac{16 - a t_1}{a} = \frac{16}{10} - \frac{1}{10} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2} \text{ л.} \Rightarrow$$

$$t_0 = t_1 + t_2 = \frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5} \text{ л.}$$

Ответы: 1) $\frac{3}{5} \text{ л.}$

2) $\frac{8}{5} \text{ м.}$

3) $\frac{36}{25} \text{ м.}$



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!

Задача №2 - программа

3) ~~однозначно ответ 1. $a_x = -10 \text{ м/с}^2$~~

~~4) Условно одномерное движение. Тогда для того, чтобы тело одномерно t - безумно мало, то есть, не различимо, тогда движение катящегося шарика было $2-4 = -2 \text{ м/с}$.~~

~~$$a_x: V(t) = V_{\text{катящегося}} - at = -2 \Rightarrow t = \frac{V_{\text{катящегося}} + 2}{a} = \frac{2 + 2}{10} = \frac{2}{5} \text{ с}$$~~

~~$$V_0 = ut + v_{\text{катящегося}} = u \cdot t + V_{\text{катящегося}}$$~~

~~$$v_0 = u \cdot t + v_{\text{катящегося}}$$~~

~~$$t_1: \frac{v_0}{V_{\text{катящегося}}} - at_1 = 0 \Rightarrow$$~~

~~$$t_1 = \frac{v_0}{a V_{\text{катящегося}}} = \frac{2}{5} \text{ с}$$~~

~~$$t_2 = t - t_1 = \frac{2}{5} \text{ с}$$~~

~~$$v_{\text{катящегося}} = v_1 + v_2 = V_{\text{катящегося}}$$

$$v_{\text{катящегося}} = 2 \cdot \frac{2}{5} - \frac{10}{2} \left(\frac{2}{5}\right)^2 = \frac{2}{5} - \frac{10}{25} =$$

$$= \frac{2}{5} - \frac{2}{5} = 0 \Rightarrow v_0 = u \cdot t = 2 - \frac{2}{5} = \frac{4}{5} \text{ м/с}; \frac{v_0}{V_{\text{катящегося}}} = \sin(\alpha) \Rightarrow$$~~

~~$$h = v_0 \cdot \sin(\alpha) = \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{16}{25} \text{ м}$$~~

~~Ответ: 1) $\frac{2}{5} \text{ с}$~~

~~2) $\frac{2}{5} \text{ м}$~~

~~4) $\frac{16}{25} \text{ м}$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,

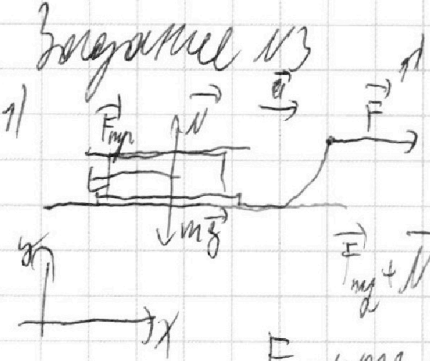
решение которой представлено на странице:

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!

1) **Задача №3**



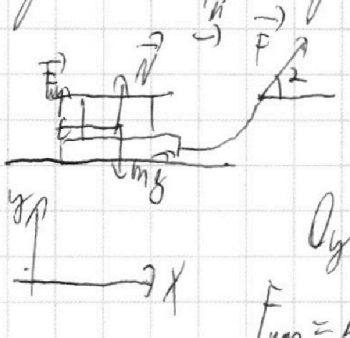
Рассмотрим II закон Ньютона для перемещения:

$$\text{по } Ox: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$\text{по } Oy: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

III. К. тело из состояния покоя за определенное время достигло скорости v_0 , но ускорения в обеих экспериментах равны.



II закон Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

$$\text{по } Ox: F \cdot \cos(\alpha) - F_{\text{тр}} = ma$$

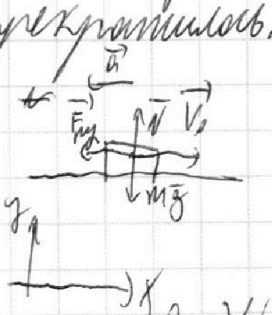
$$\text{по } Oy: N - mg + F \cdot \sin(\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg - F \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg - \mu F \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow$$

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

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

2) Как долго тело достигло скорости v_0 , но движение прекратилось.



$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

$$\text{по } Ox: -F_{\text{тр}} = -ma; \text{ по } Oy: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu \cdot g$$

$$\text{по } Ox: v(t) = v_0 - at, \text{ но } v(t) = 0 \Rightarrow v_0 = at = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu \cdot g} =$$

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

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$; $t = \frac{v_0 \cdot \sin(\alpha)}{g \cdot (1 - \cos(\alpha))}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



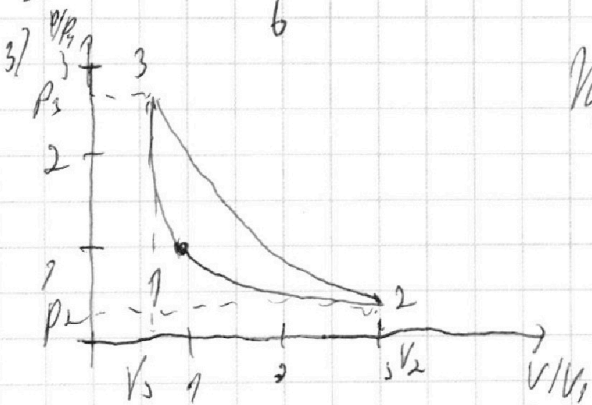
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) $C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C \Delta T$, По I закону Термодинамики $Q = \Delta U + A \Rightarrow$
 $Q_{1 \rightarrow 2} = C \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 3T_1 = \Delta U + A_{1 \rightarrow 2} \Rightarrow A_{1 \rightarrow 2} = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} \cdot 2R \cdot (T_2 - T_1) =$
 $= 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} \cdot R \cdot 5T_1 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot 3T_1 = \frac{1}{2} \cdot 1200 R = 600 R$

2) $C = \frac{Q}{\Delta T}$, В процессе $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$ $\Delta T < 0 \Rightarrow$ масса вещества мала
 считаем газы идеальными $\Rightarrow Q_4 = Q_{1 \rightarrow 2}$; $Q_4 = Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 1}$
 $\mu = 1 - \frac{|Q_{out}|}{|Q_{in}|}$

$Q_{1 \rightarrow 2} = 2R \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 3T_1$; $Q_{2 \rightarrow 3} = 0,5R \cdot (2^{1,5} T_1 - 4T_1)$
 $Q_{3 \rightarrow 1} = 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5} T_1) \Rightarrow \mu = 1 - \frac{|Q_{out}|}{|Q_{in}|} = 1 - \frac{|0,5R(2^{1,5} T_1 - 4T_1)|}{|2R \cdot 3T_1|} =$
 $= 1 - \frac{|0,5R(2^{1,5} - 4)| + 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5} T_1)|}{2R \cdot 3T_1} = 1 - \frac{0,5(2^{1,5} - 4) + 2,5(1 - 2^{1,5})}{6} =$
 $= 1 - \frac{0,5(4 - 2^{1,5}) + 2,5 \cdot (2^{1,5} - 1)}{6} = 1 - \frac{4 - 2^{1,5} + 5 \cdot 2^{1,5} - 5}{12} = 1 - \frac{4 \cdot 2^{1,5} - 1}{12} = \frac{13 - 4 \cdot 2^{1,5}}{12}$



Из уравнения Клапейрона следует, что $\frac{pV}{T} = const \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3} = 1$
 $p_1 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) \cdot p_2$. И.е. этот график будет на интервалах, где газ нагревается или охлаждается.
 процесс $2 \rightarrow 3$ - интервал, где газ нагревается от $2^{1,5}$ до 4 .
 $3 \rightarrow 1$ - интервал, где газ охлаждается от 4 до $2^{1,5}$.

Ответ: 1) $600 R$; 2) $\frac{13 - 4 \cdot 2^{1,5}}{12}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

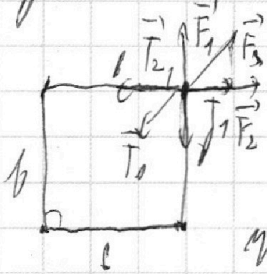
решение которой представлено на странице:

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!

Задача 15



\vec{T}_1, \vec{T}_2 — это векторы в узлах вершины угла, если разложить \vec{T}_0 по осям координат, получим, что

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{T}_0 = \vec{0}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = k \cdot \frac{q_1^2}{b^2}; \quad |\vec{F}_3| = k \frac{q_1^2}{(\sqrt{2}b)^2} = k \frac{q_1^2}{2b^2}$$

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| \Rightarrow |\vec{T}_0| = \sqrt{2} T \quad (T = |\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|)$$

$$\vec{F}_3 \uparrow \uparrow (\vec{F}_1 + \vec{F}_2); \quad \vec{F}_4 \uparrow \downarrow \vec{T}_0 \Rightarrow |\vec{F}_0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3| =$$

$$|\vec{F}_0| = \sqrt{2} F_1 + F_3 = \sqrt{2} \cdot k \frac{q_1^2}{b^2} + k \frac{q_1^2}{2b^2} = \sqrt{2} T \text{ (из условия задачи)}$$

$$T = 2 k \frac{q_1^2}{b^2} + k \frac{q_1^2}{2\sqrt{2}b^2}$$

2) Если нить разрезана, то нить это будет считать как

вектор нить. Тогда $T_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}'_0 = \vec{F}_0 + \vec{T}_1;$

$$T = k \frac{q_1^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right); \quad F_0 = k \frac{q_1^2}{b^2} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2} \Rightarrow T = F_0 \cdot \sqrt{2}; \quad |\vec{F}_0; \vec{T}_0| = 155^\circ \Rightarrow$$

$$|\vec{F}_0 + \vec{T}_0| = |\vec{F}'_0| = T \text{ (это мы находим по теореме косинусов)}$$

не знаем. На рисунке ниже изображены векторы \vec{F}_0 и \vec{T}_1 .

$$|\vec{F}'_0| = k \frac{q_1^2}{b^2} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \text{ (в векторном треугольнике найдем}$$

длину гипотенузуса и выразим левый член $|\vec{F}'_0|$, выразим

длину гипотенузуса \vec{F}_0 и \vec{T}_1 — это и есть искомая величина

снова \vec{F}'_0 из условия задачи.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

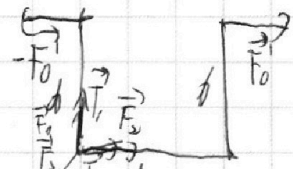


1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

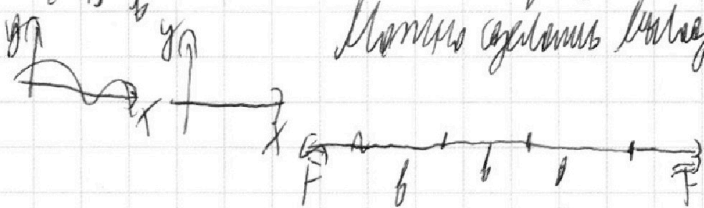
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 5 - прохождение
П.е. Кома Коринтика Анома Команды КМК - то так



Когда все 3 шарика будут на одной прямой,
то сила притяжения будет направлена по Ox .

Можно сделать вывод, что сила F в моменты времени
будет направлена



будет направлена

А когда все шарика будут на одной прямой, очевидно, что

шарик, находящийся в центре шарикам радиуса a , без сил

притяжения будет находиться. Тогда получаем, что шарик
будет только между шариками

* в центре шарика будет равно b .

$$\text{Ответ: 1) } T = k \frac{4q^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$$

2) -

3) b

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

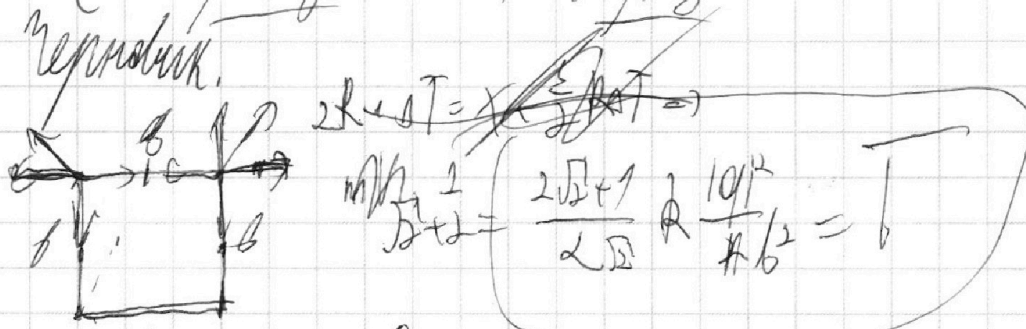
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$F - \mu mg = ma$ *черновик* $F_1 \sin(\alpha) + N - mg = 0 \Rightarrow$
 $F \cdot \cos(\alpha) - F_{\text{тр}} = ma$ $N = mg - F \cdot \sin(\alpha)$
 $F - \mu mg = F \cdot \cos(\alpha) - \mu mg + \mu F \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow$
 $\cos(\alpha) + \mu \cdot \sin(\alpha) = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$
 $\vec{F}_{\text{тр}} = -\mu \cdot mg = -\mu a \Rightarrow a = \mu \cdot g \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$



$C = \frac{2R}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T + A_{12}}{\Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{A_{12}}{\Delta T}$
 $\frac{1}{2} R \cdot \Delta T = 6000 R$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:




- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

Решение задачи 4



$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} \Rightarrow p_1 v_1 = p_2 v_2$
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} \Rightarrow p_1 v_1 = p_2 v_2$
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} \Rightarrow p_1 v_1 = p_2 v_2$
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} \Rightarrow p_1 v_1 = p_2 v_2$

$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow s = \int v dt$
 $p_1 v_1 = p_2 v_2$
 $p_1 v_1 = p_2 v_2$

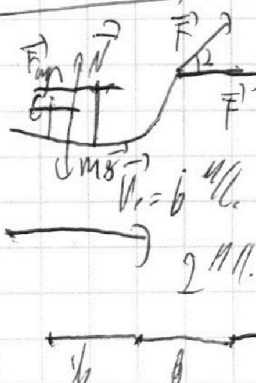
$p v = \text{const}$
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}$
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}$

$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}$
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}$

$5 \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \dots$
 $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$
 $5(4t^2 - 1 - t^2)$

$t_0 = 2; y_0 = 5(8 - 1 - 4) = 5 \cdot 3 = 15 \text{ м}$

Решение задачи 5



$F \cdot \cos \alpha - F_{\text{упр}} = ma$
 $F \cdot \cos \alpha - \mu mg = ma$
 $F \cdot \cos \alpha - \mu mg = ma$

$b - at \Rightarrow t = \frac{b}{a} = \frac{2}{5} b$
 $6 \cdot \frac{2}{5} - \frac{10}{2} \cdot \frac{2}{5} = \frac{12}{5} - \frac{10}{5} = \frac{2}{5} \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

Решение.

$\frac{P_3 K}{2^{1.5}} = P_1 V_1 = \frac{P_2}{\rho_1} = \left(\frac{K}{V_1}\right)^{1.5} \cdot \frac{1}{\rho_1}$

$F_0 = F_1 + F_2 + F_3 \Rightarrow |F_0| = \sqrt{2} \cdot K \cdot \frac{|q_1|^2}{b^2} + K \cdot \frac{|q_1|^2}{2b^2} =$

$= \sqrt{2} T_2 \Rightarrow T = K \frac{|q_1|^2}{b^2} + K \frac{|q_1|^2}{2\sqrt{2}b^2} = K \frac{|q_1|^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$

$T = \frac{K q^2}{b^2} + K \frac{q^2}{4b^2} = K \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}\right)$

$\frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow 2 \Rightarrow \dots$

$C = 2.5R = \frac{Q}{T} = 2.5R \cdot \Delta T$

$1 \rightarrow 2 \Rightarrow \dots \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot 1200$

$Q = \epsilon \cdot \pi \cdot C \cdot \Delta T = 2R \cdot \Delta T = 1200 \cdot 2R$

$\frac{P_3 K}{T_1} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_3 K}{T_2} = \frac{P_3 K}{T_1} \Rightarrow T_2 = T_1$

$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 2R \cdot 1200$

$A = R \cdot 1200 + \frac{1}{2} = 11600R$

$Q_{1 \rightarrow 2} = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{1 \rightarrow 2} = \mu = 1 - \frac{|Q_{12}|}{|Q_H|}$

$1 \rightarrow 2 - \text{newy. memo}$

$Q_x = 1.5R \cdot \left(\frac{1}{4} T_2 - 2^{1.5} T_1\right) + 2.5R \cdot (2^{1.5} T_1 - T_1) = \frac{4 \cdot 2^{1.5} - 1}{12}$

$Q_H = 2R \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow \frac{Q_x}{Q_H} = \frac{1.5(4 \cdot 2^{1.5}) + 2.5(2^{1.5} - 1)}{2 \cdot 3} = \frac{12 + 1 \cdot 4 \cdot 2^{1.5}}{12}$

$\mu = \frac{4 \cdot 2^{1.5} - 1}{12}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Решение

$$2as = v_0^2 \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot \frac{10}{5}} = \frac{16 \cdot 5}{20} = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ м}$$

$$1,6 = \frac{10}{20} t^2 \Rightarrow 1 = 4t - \frac{10}{20} t^2 \Rightarrow 10t^2 - 4t + 6 = 0 \quad | :2$$

$$5t^2 - 2t + 3 = 0; D = 4$$

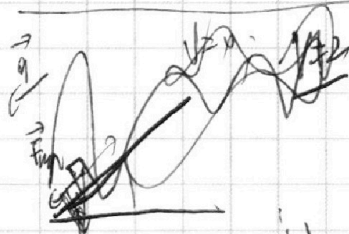
$$F_{\text{уп}} + mg \cdot \cos \alpha = ma \Rightarrow a = \mu g \cdot \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha = \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} +$$

$$F_{\text{уп}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$1 = 4t - 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$2as = v_0^2 \Rightarrow S = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м}$$

$$\frac{1}{5} = 15t^2 \Rightarrow t = \frac{1}{25} \text{ сек.} \Rightarrow t_0 = \frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5} \text{ с}$$



$$-F_{\text{уп}} - mg \cdot \cos \alpha = -ma$$

$$F_{\text{уп}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a = \mu mg \cdot \sin \alpha + g \cdot \cos \alpha =$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} + 10 \cdot \frac{3}{4} =$$

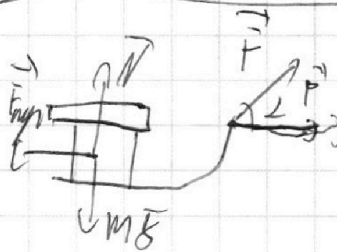
$$= 10 \text{ м/с}^2$$

$$mg \cdot \sin \alpha \quad v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 0$$

$$2 - 10t = 0 \Rightarrow t = \frac{1}{5} \text{ с} \quad t = \frac{2}{5} \text{ с}$$

$$h = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 = 2 \cdot \frac{2}{5} + 0 = \frac{4}{5} \text{ м} \Rightarrow h = \frac{4}{5} \cdot \sin \alpha = \frac{16}{25} \text{ м}$$



$$F \cdot \cos(\alpha) - F_{\text{уп}} = ma$$

$$F_{\text{уп}} = \mu \cdot m \cdot g \Rightarrow F \cos \alpha - \mu mg = ma$$

$$a_1 t = a_2 t \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{F \cdot \cos \alpha - \mu mg}{m} = \frac{F \cdot \sin \alpha}{m} \Rightarrow \cos \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$\mu mg \quad F \cdot \cos(\alpha) - \mu mg = ma =$$

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!



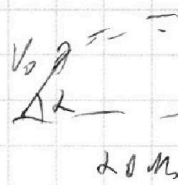
№1 $T=2l$
 $h = v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

$v(t) = v_0 - g t = 0 \Rightarrow v_0 = g \cdot t = 20 \text{ м/с}$

Уравнение $a = 2.15 R \cdot \sigma T$

$\frac{pV}{T} = \text{const}$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow$
 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$



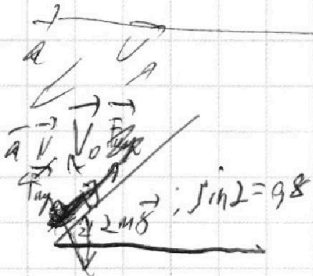
$v_0 \cdot \cos(60^\circ) \cdot t = 20 \text{ м} \Rightarrow t = \frac{20}{v_0 \cdot \cos 2}$

$h = v_0 \cdot \sin(60^\circ) \cdot t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \cdot \sin(60^\circ) \cdot \frac{20}{v_0 \cdot \cos 2} - \frac{g \cdot 20^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 2}$
 $= 20 \cdot \tan 2 - \frac{g \cdot 20^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 2} = 20 \cdot \tan 2 - \frac{g}{\cos^2 2} \cdot \frac{20^2}{2 \cdot v_0^2}$

$= 20 \left(2 \tan 2 - \frac{1}{\cos^2 2} \right) = 20 \cdot \left(2 \cdot \frac{\sin 2}{\cos 2} - \frac{1}{\cos^2 2} \right) = 20 \cdot \left(\frac{2 \sin 2 \cos 2 - 1}{\cos^2 2} \right) = \frac{20 \cdot (2 \sin 2 \cos 2 - 1)}{\cos^2 2}$

~~$h = v_0 \cdot \sin 2 \cdot t - \frac{g t^2}{2}$~~

$h = v_0 \cdot \sin 2 \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 5 \cdot \frac{\sin 2}{\cos 2} - \frac{g \cdot 5^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 2} = 20 \cdot \tan 2 - \frac{10}{\cos^2 2} \cdot \frac{1}{20^2 \cdot \cos^2 2}$
 $= 5 \cdot \left(4 \tan 2 - \frac{1}{\cos^2 2} \right) = 5 \cdot \left(\frac{4 \sin 2 \cos 2 - 1}{\cos^2 2} \right) = 5 \cdot \left(\frac{2 \sin 2 \cos 2 - 1}{\cos^2 2} \right)$



$v_0 = 9 \text{ м/с}$. $F_{\text{упр}} - mg \cdot \cos(60^\circ) = mg(\mu \cdot \sin 2 - \cos 2)$

$F_{\text{упр}} = \mu \cdot mg \cdot \sin 2 = mg \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \right) = \frac{1}{3} mg$

$\frac{1}{3} mg - mg \cdot \cos 2 = \mu mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} mg - mg \cdot \frac{3}{5} = mg \left(\frac{1}{3} - \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \right) = mg \left(\frac{1}{3} - \frac{7}{5} \right) = mg \left(\frac{1 - 7 \cdot 3}{15} \right) = mg \left(\frac{1 - 21}{15} \right) = mg \left(\frac{-20}{15} \right) = -\frac{4}{3} mg$

$u = \frac{1}{15} g - \frac{3}{5} g = 10 \cdot \left(\frac{1}{15} - \frac{3}{5} \right) = 10 \cdot \left(\frac{1 - 9}{15} \right) = 10 \cdot \left(\frac{-8}{15} \right) = -\frac{80}{15} \text{ м/с}^2$
 $h = \frac{10}{5} t^2 = 2 \cdot 15 \cdot \frac{10}{5} = 60 \text{ м} \Rightarrow v = \frac{60 - 3}{20 - 2}$