Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

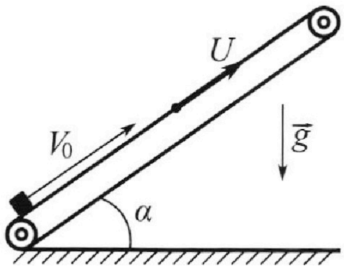
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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^2. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Со противление 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.).



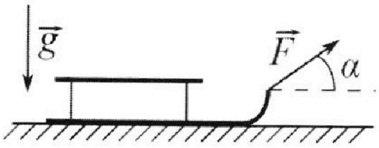
В первом опыте небольшую коробку ставят на *покоящуюся* ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.

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 расст оянии 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^2. 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.

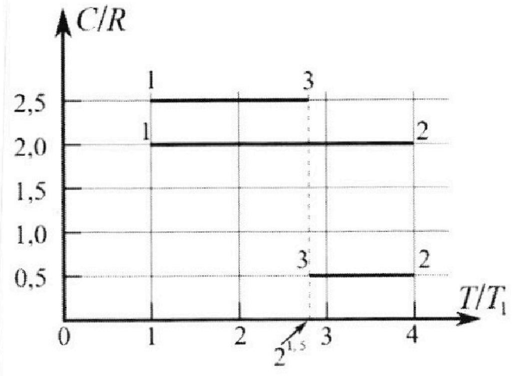
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

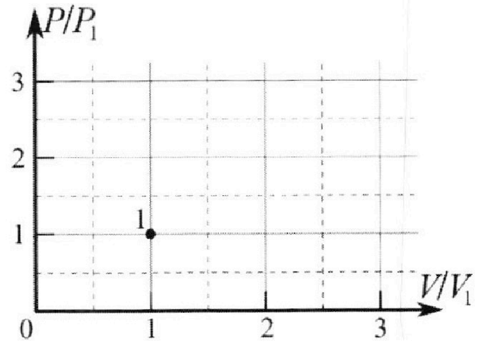
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



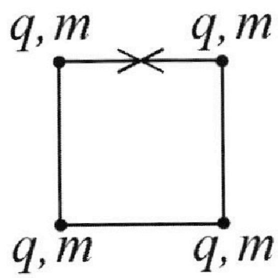
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 расс тоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

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

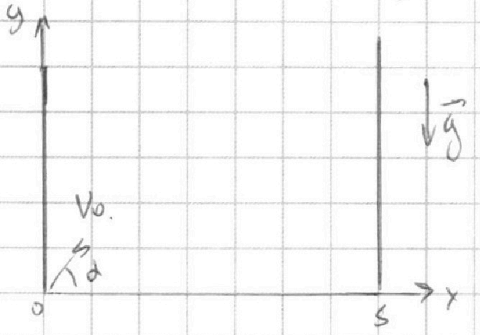
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [X] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

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

МФТИ

Тело, брошенное вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за время $t = \frac{V_0}{g}$ $\Rightarrow$ $T = \frac{V_0}{g}$ $\Rightarrow$ $V_0 = Tg = 20\,\frac{м}{с}$



Пусть угол α – угол к горизонту, под которым мяч был запущен.

$$x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$$

$$y(t) = V_0 \cdot \sin\alpha\, t - \frac{1}{2} g t^2$$

$S = V_0 \cos\alpha\, t_{пол}$, где $t_{пол}$ – время полета мяча до удара о стенку

$$t_{пол} = \frac{S}{V_0 \cos\alpha}$$

$$\frac{g}{V_0^2} = \frac{g}{g^2T^2} = \frac{1}{gT^2}$$

$$y(t_{пол}) = V_0 \sin\alpha \frac{S}{\cos\alpha \cdot V_0} - \frac{1}{2} g \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2\alpha}$$

$$y(t_{пол}) = S \cdot tg\alpha - \frac{S^2}{2gT^2 \cos^2\alpha}$$

$$\cos^2\alpha = \frac{1}{tg^2\alpha + 1} \Rightarrow y(t_{пол}) = S \cdot tg\alpha - \frac{S^2}{2gT^2} tg^2\alpha - \frac{S^2}{2gT^2}$$

~~y(t) является квадратичной~~

Мы получили зависимость высоты удара $h = y(t_{пол})$ от $tg\alpha$

Зависимость квадратичная $\Rightarrow$ максимальное значение h достигается при

$$tg\alpha = -\frac{S}{-\frac{S^2}{2gT^2}\cdot 2} = \frac{gT^2}{S} = \frac{10 \cdot 2^2}{20} = 2$$

$$h_{max} = 20\,м \cdot 2 - \frac{(20\,м)^2}{2 \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot (2с)^2} \cdot 2^2 - \frac{(20\,м)^2}{2 \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot (2с)^2} = 40\,м - 20\,м - 5\,м =$$

$= 15\,м$

Ответ: 1) $V_0 = 20\,\frac{м}{с}$

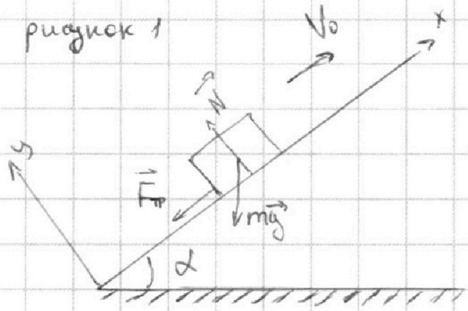
2) $h_{max} = 15\,м$

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!

рисунок 1



Направим ось OX вдоль ленты транспортера, а ось Oy перпендикулярно ей.

$N - mg\cdot\cos\alpha = 0$ — по оси Oy

$-F_{тр} - mg\cdot\sin\alpha = a_1 m$ — по оси OX,

где $F_{тр}$ — сила трения скольжения коробки по ленте, N — сила реакции опоры.

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-(0,8)^2} = 0,6$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

$a_1 = \frac{-F_{тр} - mg\sin\alpha}{m} = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = -g\cdot\left(0,8 + \frac{1}{3}0,6\right) = -g$

$x_1(t) = V_0 t + \frac{a_1 t^2}{2}$

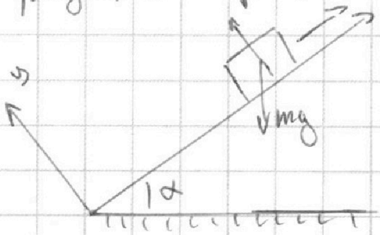
$x_1(t) = V_0 t - \frac{g t^2}{2}$

коробка остановится через $t_{ост} = \frac{V_0}{g} = \frac{4\frac{м}{с}}{10\frac{м}{с^2}} = 0,4 с$

За это время она пройдет расстояние $x_1 = 4\frac{м}{с}\cdot 0,4 с - \frac{10\frac{м}{с^2}(0,4с)^2}{2} = 0,8 м$

После этого коробка начнет соскальзывать вниз, т.к. $mg\sin\alpha > F_{тр}$ и

рисунок 2



$N - mg\cos\alpha = 0$

$F_{тр} - mg\sin\alpha = a_2 m$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha = 0,2 mg$

$mg\sin\alpha = 0,8 mg > F_{тр} = 0,2 mg \Rightarrow$ коробка начнет соскальзывать вниз

$a_2 = \frac{F_{тр} - mg\sin\alpha}{m} = 0,6g$

Чтобы коробка прошла путь S, ей надо соскользнуть вниз на $S - x_1 = 0,2 м$

$x_2(t) = \frac{a_2 t^2}{2} = -\frac{0,6g t^2}{2}$ (считая время и координату от момента остановки и положения коробки в этот момент)

$-\frac{0,6g t_2^2}{2} = -0,2 (м) \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{0,2\cdot 2}{0,6g}} = \sqrt{\frac{2}{3\cdot 10}} = \frac{1}{\sqrt{15}} (с)$

$T = t_{ост} + t_2 = \left(0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}}\right) с$

Если лента транспортера движется со скоростью U, то если скорость коробки по оси OX $v_x > U$, то силы, действующие на коробку, направлены как на рисунке 1. Если же $v_x < U$, то силы, действующие на коробку, ~~направлены~~ направлены как показано на рисунке 2.

Найдем ~~Дадим~~ ответ на второй вопрос:

Пока скорость коробки изменяется от $V_0 > U$ до U, сила направлена как на рисунке 1,

По закону сохранения энергии $\Delta E_k + \Delta E_п = A_{тр}$

ΔE_k и $\Delta E_п$ – изменения кинетической и потенциальной энергий, $A_{тр}$ – работа силы трения.

$$\frac{m(U^2 - V_0^2)}{2} + mg\Delta h_1 = -\mu mg\cos\alpha \cdot L$$ ($A_{тр} = -\mu mg\cos\alpha L$, т.к. $F_{тр}$ направлена противоположно перемещению)

$\Delta h_1 = L \cdot \sin\alpha$

$$mgL(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) = \frac{m(V_0^2 - U^2)}{2}$$

$$L = \frac{V_0^2 - U^2}{2g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} = \frac{16\frac{м^2}{с^2} - 4\frac{м^2}{с^2}}{2 \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 0{,}6 + 0{,}8\right)} = 0{,}6 \text{ м}$$

Найдем ответ на третий вопрос.

Движение коробки можно разделить на 2 части: когда скорость коробки меньше U, и когда больше. Часть, где скорость коробки больше U, мы ~~уже~~ рассмотрели, когда искали ответ на второй вопрос. Рассмотрим оставшуюся часть движения. Теперь сила направлена как на рисунке 2, и работа силы трения положительна.

По закону сохранения энергии

$$\frac{m(0^2 - U^2)}{2} + mg\Delta h_2 = \mu mg\cos\alpha \cdot L_2 \quad ; \; h_2 = L_2 \cdot \sin\alpha$$

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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

~~mg L_2~~

$$\cancel{m}g L_2 \cdot (\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = \frac{\cancel{m}u^2}{2}$$

$$L_2 = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} = \frac{1}{3}\ (м)$$

$$H = \Delta h_1 + \Delta h_2 = L_1 \cdot \sin\alpha + L_2 \cdot \sin\alpha = 0{,}6\,м \cdot 0{,}8 + \frac{1}{3} \cdot 0{,}8\,м =$$

$$= \frac{224}{300}\,м = \frac{56}{75}\,м$$

Ответ: 1) $T = \left(0{,}4 + \frac{1}{\sqrt{15}}\right)$ с

2) $L_1 = 0{,}6$ м

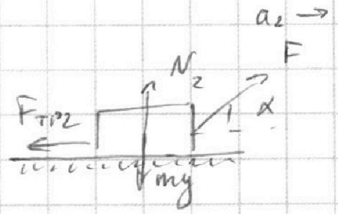
3) $H = \frac{56}{75}$ м

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!



$$\begin{cases} N_1 - mg = 0 \\ F - F_{тр1} = ma_1 \end{cases}$$

$N_1 = mg$

$F_{тр1} = \mu mg$

$F - \mu mg = ma_1$

$$\begin{cases} N_2 - mg + F\cdot\sin\alpha = 0 \\ F\cdot\cos\alpha - F_{тр2} = ma_2 \end{cases}$$

$N_2 = mg - F\sin\alpha$

$F_{тр2} = \mu mg - \mu F\sin\alpha$

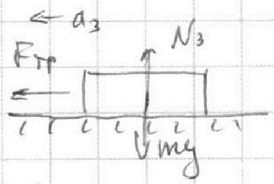
$F\cdot\cos\alpha + \mu F\sin\alpha - \mu mg = ma_2$

Санки разгоняются до V_0 за одно время $\Rightarrow a_1 = a_2$

$ma_1 = ma_2 \Rightarrow F - \cancel{\mu mg} = F\cos\alpha + \mu F\sin\alpha - \cancel{\mu mg}$

$\cancel{F} = \cancel{F}\cos\alpha + \mu\cancel{F}\sin\alpha$

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



$$\begin{cases} N_3 - mg = 0 \\ -F_{тр} = a_3 m \end{cases}$$

$N_3 = mg$

$F_{тр} = \mu mg = \dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} mg$

$a_3 = -\dfrac{F_{тр}}{m} = \dfrac{\cos\alpha - 1}{\sin\alpha} g$

$\cancel{t = \dfrac{V_0}{a_3} = \dfrac{V_0}{\cos\alpha - 1}}$

Тогда санки остановятся через $T = \frac{\Delta V}{a} = \frac{-V_0}{\frac{\cos\alpha - 1}{\sin\alpha} g} = \frac{V_0 \sin\alpha}{(1-\cos\alpha) g}$

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

2) $T = \frac{V_0 \sin\alpha}{(1-\cos\alpha) g}$

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

1	2	3	4	5	6	7
			X			

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

МФТИ

В изобарическом процессе молярная теплоемкость $C = \frac{i+2}{2} R$

$\Rightarrow$ процесс ~~1→~~ 3 → 1 изобарический $\left(C = \frac{3+2}{2} = 2,5\right)$

$T_2 = 4T_1 = 1600\,K$

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

$\cancel{2R(T_2 - T_1) = A_{12} + \frac{3}{2}R}$

$2R \cdot \nu (T_2 - T_1) = A_{12} + \frac{3R}{2}\nu (T_2 - T_1)$

$A_{12} = \frac{1}{2}R\nu (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} \cdot 8,31 \cdot 10 (1600\,K - 400\,K) =$

$= 8,31 \cdot 600 = 831 \cdot 6 = 4986$ Дж

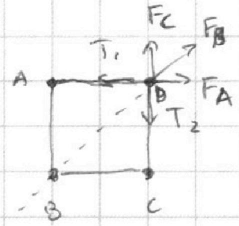
Ответ: 1) $A_{12} = 4986$ Дж

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ



Так как система симметрична, мы можем рассмотреть любой шарик (сила натяжения нитей T равны)

Рассмотрим шарик D. F_A, F_B и F_C - силы взаимодействия с другими шариками. Т.к. заряды шариков одинаковые, будем считать их положительными.

$$\vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{F_C} + \vec{F_B} + \vec{F_A} = 0$$

В проекции на AD:

$$-T_1 + F_A + F_B \cdot \cos 45^\circ = 0$$

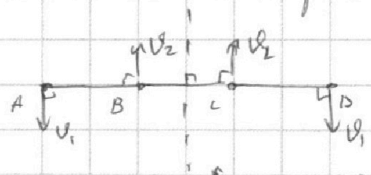
$$F_A = k\frac{q \cdot q}{b^2}$$

$$F_B = k\frac{q\cdot q}{(\sqrt{2}b)^2} = \frac{k\, q\cdot q}{2b^2}$$

$$T = T_1 = F_A + F_B \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{k\cdot q^2}{b^2} + \frac{k\cdot q^2}{2b^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = k\frac{q^2}{b^2}\cdot\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

Найдём ответ на второй вопрос.

Поскольку заряды шариков одинаковы, они будут отталкиваться друг от друга, и нити останутся ~~все~~ натянутыми. Поскольку нити нерастяжимы, а система симметрична, ~~эти~~ скорости шариков будут такими.

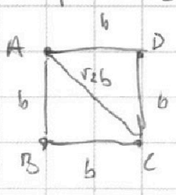


(Система симметрична относительно серединного перпендикуляра к BC (любой момент времени после разрезания)

Ось симметрии

Т.к. вначале импульс системы был равен 0, то $2v_1 m - 2v_2 m = 0$ (по закону сохранения импульса) $\Rightarrow v_1 = v_2 = v$

Энергия взаимодействия системы вначале:



$$W_1 = W_{AB} + W_{AC} + W_{AD} + W_{BC} + W_{BD} + W_{CD} = kq^2\left(\frac{4}{b} + \frac{2}{\sqrt{2}b}\right) = kq^2\left(\frac{4}{b}+\frac{\sqrt{2}}{b}\right) = \frac{kq^2}{b}(4+\sqrt{2})$$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

Энергия системы после взаимодействия:

$$W_2 = W_{AB} + W_{AC} + W_{AD} + W_{BC} + W_{BD} + W_{CD} =$$

$$= kq^2\left(\frac{3}{b} + \frac{2}{2b} + \frac{1}{3b}\right) = \frac{kq^2}{b}\cdot\frac{13}{3}$$

$$\Delta E_k = -\Delta W$$

$$4\frac{mv^2}{2} = W_1 - W_2$$

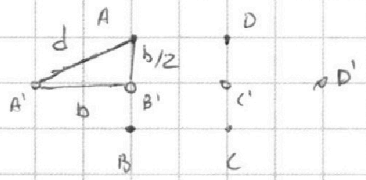
$$2mv^2 = \frac{kq^2}{b}\left(4+\sqrt{2} - \frac{13}{3}\right) =$$

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

$$v = q\sqrt{\frac{k\left(\sqrt{2}-\frac{1}{3}\right)}{2mb}}$$

На систему не действуют внешние силы $\Rightarrow$ центр масс остался на месте:

Тогда крайние шарики сместились



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

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

2) $v = q\sqrt{\frac{k\left(\sqrt{2}-\frac{1}{3}\right)}{2mb}}$

3) $d = \frac{\sqrt{5}}{4}b$

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!

МФТИ

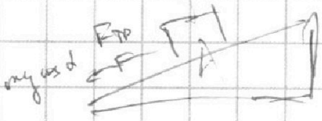
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

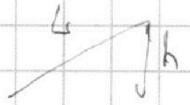
$a = \frac{26}{30} g = \frac{13}{15} g$



$t = \frac{\Delta V}{a} = \frac{2 \cdot 15}{13 g} = \frac{30}{13 \cdot 10} = \frac{3}{13}$

$h = L \cdot \sin\alpha$

$x = V_0 t - \frac{a t^2}{2}$



$\Delta E_k + \Delta E_п = A$

$t_m = \frac{-b}{2a} = \frac{-V_0}{-g} = 0{,}4$

$\frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{2} + mg\Delta h = -\mu mg \sin\alpha \cdot L$

$x = V_0 t - \frac{g t^2}{2} = \frac{10 \cdot (0{,}4)^2}{2}$

$\frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{2} + mgL\sin\alpha = -\mu mgL\sin\alpha$

$x_m = 4 \cdot 0{,}4 - \frac{10 \cdot 0{,}16}{2} = 0{,}8$

$= 1{,}6 -$

$mgL(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = \frac{m(V_1^2 - V_2^2)}{2}$

$-\frac{g t_2^2}{2} = -0{,}2$

$t_2^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}2}{0{,}6 g}}$

$\frac{0{,}4}{0{,}6} = \frac{2}{3}$

$\Delta E_k + \Delta E_п$

$\frac{12}{2 \cdot 10 \cdot 1} = 0{,}6$

$0{,}6 \cdot 0{,}8 + \frac{1}{3} \cdot 0{,}8$

$48 \cdot 3 = 144$

$\frac{6}{10} \cdot \frac{8}{10}$

$\frac{2^2}{2 \cdot 10 \cdot (0{,}8 - 0{,}2)} = \frac{2}{2 \cdot 10 \cdot 0{,}6} = \frac{1}{5 \cdot 0{,}6}$

$\frac{6 \cdot 8}{100} + \frac{8}{30} = \frac{154}{300}$

$\frac{144}{300} + \frac{80}{300} = \frac{224}{300} = \frac{112}{150} = \frac{56}{75}$

$\frac{0{,}6}{2 \cdot 10}$

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

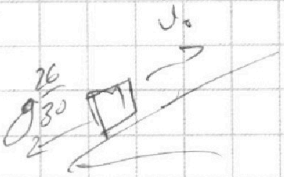
1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

$a = \frac{26}{30} g$ $\quad \frac{4 \cdot 30}{26 \cdot 10} = \frac{12}{26}$

$t = \frac{v}{a} = \cancel{\frac{4 \cdot 30}{26}}$

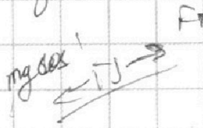


$\cancel{x(t) = v_0 t - g\frac{26}{30}t}$

$x(t) = v_0 t - \frac{1}{2} g \frac{26}{30} t^2$

$x_{max} = 4 \cdot \frac{12}{26} - \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{26}{30} \cdot \frac{12^2}{26^2} = \frac{1}{26}\left(4 \cdot 12 - \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{30} \cdot 12^2\right) =$

$= \frac{1}{26}\left(4 \cdot 12 - \frac{2 \cdot 12 \cdot 12}{6}\right) = \frac{1}{26}(24) = \frac{24}{26} = \frac{12}{13}$ – максимум поднимется



$x_1(t) = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{1}{13}$

$\cancel{t_2^2 = \frac{1}{13} \cdot \frac{2}{g} = \frac{1}{13} \cdot \frac{2}{2 \cdot 13} \cdot 30 = \frac{30}{13^2}}$

$a = g(\cos\alpha - \frac{1}{3}\sin\alpha)$

$= g(0{,}6 - \frac{1}{3} \cdot 0{,}8) =$

$t_2 = \frac{\sqrt{30}}{13}$ $\quad 5 < \sqrt{30} < 6$

$= \frac{6}{10} - \frac{8}{30} =$

$T = t_2 + t_1 = \frac{\sqrt{30}}{13} + \frac{6}{13} = \frac{6 + \sqrt{30}}{13}$

$= \frac{18}{30} - \frac{8}{30} = \frac{10}{30} =$

$= \boxed{\frac{1}{3} g}$

$x_1(t) = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{1}{13}$

$\frac{\frac{1}{3} g t_2^2}{2} = \frac{1}{13}$ $\quad -\frac{b}{2a} =$ $\quad 40 - \frac{20 \cdot 20}{210 \cdot 4} \cdot 2^2$

$g t_2^2 = \frac{6}{13}$ $\quad 40 - \frac{20^2}{210 \cdot 2^2} \cdot 2^2 - \frac{20^2}{210 \cdot 2^2}$

$t_2^2 = \frac{6}{130} = \frac{3}{65}$ $\quad 40 - 20 - 5$

$t_2 = \sqrt{\frac{3}{65}}$

$T = \frac{6}{13} + \sqrt{\frac{3}{65}}$

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

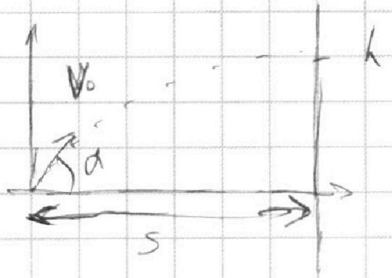
1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

h за время T

$V_0 = gT = 20 \frac{м}{с}$



$V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_{пол} = S$

$V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t_{пол} - \frac{g t_{пол}^2}{2} = h$

$\frac{g}{V_0^2} = \frac{g}{g^2T^2} = \frac{1}{gT^2}$

$S \cdot tg\alpha - \frac{S^2}{gT^2} tg^2\alpha - \frac{S^2}{gT^2} = h$

$t_{пол} = \frac{S}{V_0 \cos\alpha}$

$V_0 \sin\alpha \cdot \frac{S}{V_0 \cos\alpha} - \frac{g S^2}{V_0^2 \cos^2\alpha} = h$

$-\frac{b}{2a}$

$f(tg\alpha) = -\frac{S^2}{gT^2} tg^2\alpha + S tg\alpha - \frac{S^2}{gT^2}$

$S \cdot tg\alpha - \frac{S^2}{gT^2 \cdot \cos^2\alpha} = h$

$tg\alpha_{max} = -\frac{b}{2a} = +\frac{S}{2 \cdot (+\frac{S^2}{gT^2})} =$

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

$= \frac{S}{2\frac{S^2}{gT^2}} = \frac{S gT^2}{2S^2} = \frac{gT^2}{2S} = \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot 20} = tg\alpha = 1$

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

$h_{max} = -\frac{S^2}{gT^2} \cdot 1^2 + S \cdot 1 - \frac{S^2}{gT^2} =$

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

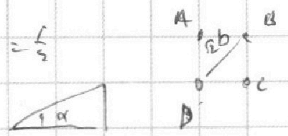
$= -\frac{20^2}{10 \cdot 4} + 20 - \frac{20^2}{10 \cdot 4} = -10 + 20 - 10 = 0$

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

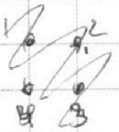
$h_{\frac{1}{2}} = \underbrace{-\frac{20^2}{10 \cdot 4} \cdot \frac{1}{4}}_{-2,5} + \underbrace{20 \cdot \frac{1}{2}}_{10} - \underbrace{\frac{20^2}{10 \cdot 4}}_{10} = -2,5$

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

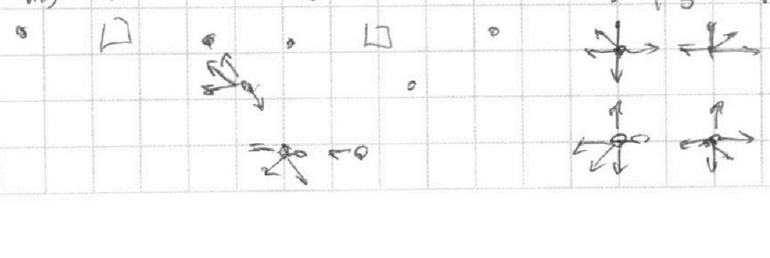
$tg\alpha = \frac{5}{5}$



$F_1 = k\frac{q^2}{b^2}$ $W_1 = \frac{kq^2}{r}$



$W_1 = W_{AB} + W_{AC} + W_{AD} + W_{BC} + W_{BD} + W_{CD} = kq^2\left(\frac{4}{b} + \frac{2}{\sqrt{2}b}\right) = kq^2\left(\frac{4}{b} + \frac{\sqrt{2}}{b}\right)$

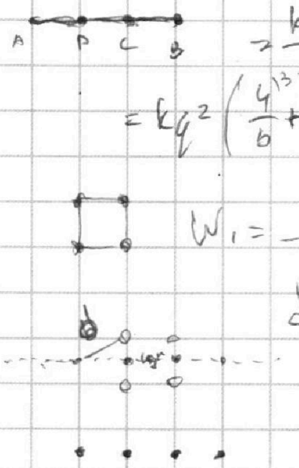


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

$W_2 = W_{AB} + W_{AC} + W_{AD} + W_{BC} + W_{BD} + W_{CD} =$

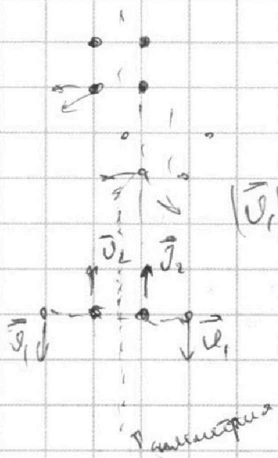


$= \frac{kq^2}{3b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{b} = kq^2\left(\frac{3}{b} + \frac{2}{2b} + \frac{1}{3b}\right)$

$= kq^2\left(\frac{4}{b} + \frac{1}{3b}\right) = \frac{13kq^2}{3b}$

$W_1 = \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{b}$

$d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \sqrt{\frac{5}{4}}b = \frac{\sqrt{5}}{2}b$



$|\vec v_1| = |\vec v_2| = v$

$\Delta E_k = -\Delta W$

$4\cdot\frac{mv^2}{2} = -(W_2 - W_1) = W_1 - W_2 =$

$= \frac{kq^2}{b}\left(4 + \sqrt{2} - \frac{13}{3}\right) = \frac{kq^2}{b}\left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)$

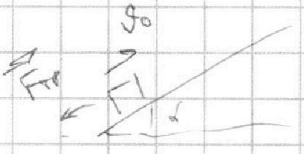
$2mv^2 = \frac{kq^2}{b}\left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)$

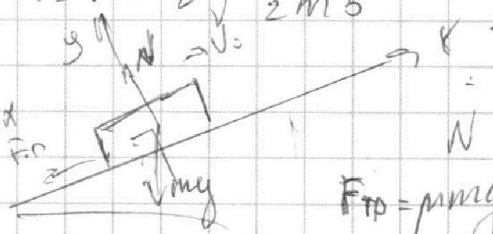
$v^2 = \frac{kq^2\left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)}{2mb} \Rightarrow v = q\sqrt{\frac{k\left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)}{2mb}}$

$\cos = \sqrt{1 - 0{,}8^2} = 0{,}6$

$\mu\sin\alpha = \frac{1}{3}\cdot 0{,}8 = \frac{8}{30}$

$k = \frac{8}{30} + \frac{6}{10} = \frac{26}{30}$





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

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

$N = mg\sin\alpha$

$F_{тр} = \mu mg\sin\alpha$

$x = v_0t - \frac{at^2}{2} = v_0t - \frac{g(\mu\sin\alpha + \cos\alpha)t^2}{2}$ $\quad F_{тx} = 0{,}6mg$

$\frac{1}{2}g(\mu\sin\alpha + \cos\alpha)t^2 - v_0t + x = 0$

$\frac{26}{2} = 13 \quad \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$

$\frac{1}{2}\cdot 10\cdot\frac{26}{30}t^2 - 4t + 1 = 0$

$\frac{13}{3}t^2 - 4t + 1 = 0 \mid \cdot 3$

$-\frac{b}{2a} = \frac{12}{26} = \frac{6}{13}$

$13t^2 - 12t + 3 = 0$

$D = 144 - 4\cdot 13\cdot 3$

$13\frac{6^2}{13^2} - 12\frac{6}{13} + 3 = 0$