

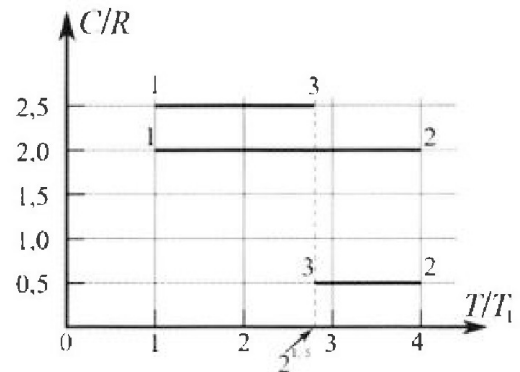
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



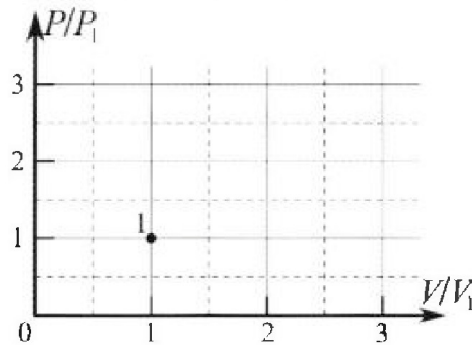
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



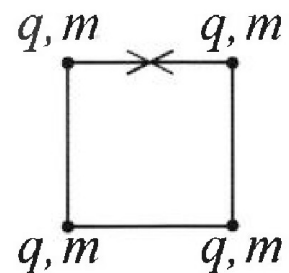
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 сверху (на рисунке)?

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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

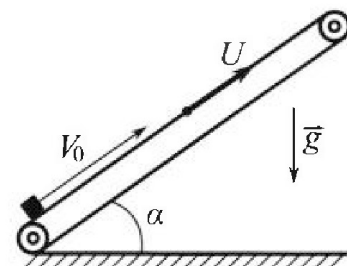
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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. Сопр отивление 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?

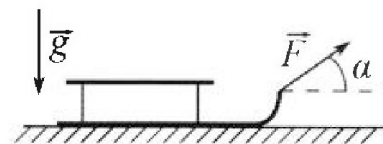
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



1.) $\vec{v} = 0$
 $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}T$
 $\vec{v}_0 = \vec{v} - \vec{g}T$
 $v_0 = gT$
 $T = \frac{v_0}{g}$
 $v_0 = 10^4 \text{ c}^2 \cdot 2 \text{ c} = 20^4 \text{ c}$

2) Запишем ур-е траектории при бросе под углом α к горизонту из уравнений сообразности:

$$x = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}, \text{ но}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha. \text{ Тогда: } y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha).$$

Представим вместо $g = 10^4 \text{ c}^2$, вместо $x = R = 20 \text{ м}$.

$$y = h = 20 \tan \alpha - 5 \cdot \frac{20^2}{v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha). v_0 = 20^4 \text{ c (чунит)}$$

$$h = 20 \tan \alpha - 5 \cdot \frac{20^2}{20^2} (1 + \tan^2 \alpha) = 20 \tan \alpha - 5 - 5 \tan^2 \alpha.$$

Ур-е $h(\tan \alpha)$ — квадратный трёхчлен, графиком которого является парабола с ветвями вниз,

т.е. наибольшее значение h достигается в вершине параболы, а её макс найдем, как $(-\frac{b}{2a})$,

где b, a найдем случаи, $b = +20, a = -5$. Тогда,

$\tan \alpha = 2$ — значение тангенса, когда h — максимальное



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!

Тогда, подставив $\tau x = 2$ в ур-е траектории:

$$h = 20 \cdot 2 - 5 \cdot \frac{20^2}{20^2} (1 + 2^2) = 40 - 5 \cdot 5 = 15 \text{ (м)}.$$

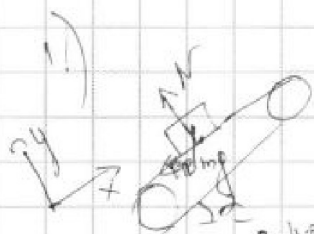
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



Нарисуем все силы, действующие на коробку. Найдем откуда данные

известно $a_{x1} = -g \sin \alpha - F_{тр}$ $\left\{ \begin{array}{l} a_{x1} = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \\ T \cdot \mu \sin \alpha = g \text{ то} \\ \cos \alpha = 0,6 \text{ (из ПТ)} \end{array} \right.$

ср: $N = mg \cos \alpha$; $F_{тр} = \mu N$

$$a_{x1} = -g(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = -g$$

Тогда, проводим на нашу длину скорости
движения коробки при начальной скорости $v_0 = 4 \text{ м/с}$.

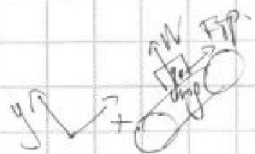
$$v_0 + a_{x1} t_1 = 0 \text{ (исходя из скорости - 0, "остановка")}$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g}; t = 0,4 \text{ с. Пройдем, какой путь она пройдет}$$

$$\text{за эти } 0,4 \text{ с: } S_1 = v_0 t_1 + \frac{a_{x1} t_1^2}{2}; S_1 = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 = 0,8 \text{ м.}$$

То есть за $t_1 = 0,4 \text{ с}$ коробка прошла путь, равный
в 0,8 м. "остановка" пройден $S_2 = S - S_1 = 0,2 \text{ м}$.

После того малого количества, когда коробка
покажется повзвизгивать следующая ситуация:



$F_{тр}$ направлено в другую сторону, так

как $F_{тр}$ направлено против относительного

движения (раньше - коробка двигалась вверх,

теперь - вниз). Заменим g на $-g$ в уравнении на оси:

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!



$$\text{ог: } N - mg \cos \alpha = 0 ; F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\text{ох: } -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_{x_2} \Rightarrow a_{x_2} = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha =$$

$$= g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = g\left(\frac{1}{3} - 0,6 - 0,8\right) = -0,6g$$

Из ур-я кинематики найдем за какое время t_2 коробка пройдет путь $S_2 = 0,2$ м (по направлению движения - 0, т.к. тело ранее остановилось).

$$-S_2 = \frac{a_{x_2} t_2^2}{2} \quad (\text{"перед } S_2, \text{ т.е. м, "проецируем" изменение расстояния на ось } x_2) \cdot S_2 = 0,3g t_2^2$$

$$0,2 = 0,3 \cdot 10 t_2^2 ; t_2^2 = \frac{1}{15} ; t_2 = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с (от времени "но")}$$

Тогда, всё время $T = t_1 + t_2$, за которое коробка прошла путь $S = 1$ м, равно

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

2.) Во втором этапе на скорость коробки относительно ЛСО траектория будет равна $u_0 = v_0 + u = 6 \text{ м/с}$ т.е. на расчетном L — скорость коробки

относительно Топа, найдем L из ур-я кинематики.

$$L = \frac{u^2 - u_0^2}{2a_x}, \text{ но } a_x = a_{x_1} = -g, \text{ т.е. ситуация аналогична}$$

$$L = \frac{u^2 - u_0^2}{2g} ; L = \frac{6^2 - 2^2}{2 \cdot 10} ; L = 1,6 \text{ м}$$

3.) из тех же соображений: $A = \frac{0 - u_0^2}{2a_n} ; A = \frac{u_0^2}{2g} ; H = \frac{u_0^2}{2g} = 1,8 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

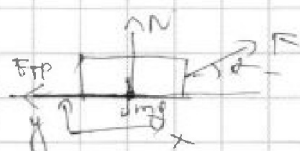
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

1) Запишем 23.Н. на оси x и y в двух случаях:



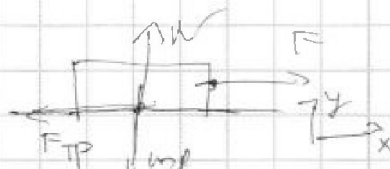
23.Н.

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

$$Oy: N + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$



23.Н.

$$Ox: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$Oy: N - mg = 0$$

$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Но т.к. санки в обоих случаях достигают

одной и той же скорости из состояния покоя

за одну и ту же время, то их ускорения

из ур-н кинематики, очевидно, равны $a_1 = a_2 = a$. Тогда:

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

$$F - \mu mg = ma$$

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

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

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

2.) После того, как санки перестали ускоряться на санки в горизонтальном направлении, против их движения (направленая) скорости действует лишь одна сила — $F_{\text{тр}}$.

$F_{\text{тр}} = \mu N$ в обоих случаях и N в обоих случаях одинакова, т.к. в горизонтальном направлении действует лишь сила тяжести, и ускорения в этой плоскости нет, и равна $N = mg$.

Тогда, ускорение по горизонтальной оси направлено против направления скорости и равно по модулю $a_{\text{т}} = g$. Значит, время

T найдем из уравнений кинематики. Конечная скорость — 0, тогда:

$$0 = v_0 - gT \Rightarrow T = \frac{v_0}{g}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$1) Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} ; \Delta T_{12} = T_2 - T_1 ; T_2 = 4T_1 ; T_1 = T_1 ; \Delta T_{12} = 3T_1 ;$$

$$C_{12} = 2R \left(\text{из 3-го условия} \right)$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} ; \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} ; \Delta T_{12} = 3T_1$$

$$A_{12} = 6 \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{9}{2} \nu R T_1$$

$$A_{12} = \frac{9}{2} \cdot 1,8 \cdot 31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж.}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{\text{пол}} - Q_{\text{отп}}}{Q_{\text{пол}}} ; Q_{\text{пол}} = Q_{12} ; Q_{\text{отп}} = |Q_{31}| + |Q_{23}| ;$$

($|Q_{31}|$ и $|Q_{23}|$) — отрицательная или положительная теплота, т. к. ΔT у них — отрицательное

$$|Q_{31}| = 2,5 R \nu \Delta T_{31} ; \Delta T_{31} = T_1 (2^{1,5} - 1) = T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$|Q_{31}| = \frac{5}{2} \nu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$|Q_{23}| = \frac{1}{2} R \nu \Delta T_{32} ; \Delta T_{32} = T_1 (4 - 2^{1,5}) = T_1 (4 - 2\sqrt{2})$$

$$|Q_{23}| = \frac{1}{2} \nu R T_1 (4 - 2\sqrt{2})$$

$$Q_{12} = 2 \nu R \Delta T_{12} ; \Delta T_{12} = 3T_1 ; Q_{12} = 6 \nu R T_1$$

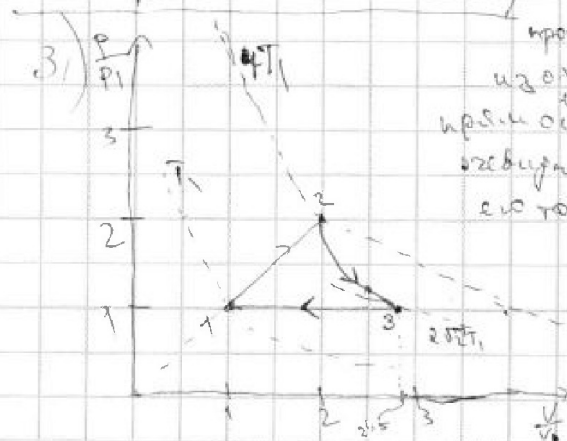
$$\eta = \frac{6 \nu R T_1 - \frac{5}{2} \nu R T_1 (2\sqrt{2} - 1) - \frac{1}{2} \nu R T_1 (4 - 2\sqrt{2})}{6 \nu R T_1}$$

$$= \frac{6 - \frac{5}{2} (2\sqrt{2} - 1) - \frac{1}{2} (4 - 2\sqrt{2})}{6} = \frac{6 - 5\sqrt{2} + 2,5 - 2 + \sqrt{2}}{6} = \frac{6,548 - 4\sqrt{2}}{6}$$

$$\eta = \frac{6,548 - 4\sqrt{2}}{6}$$

Из уравнения $\eta = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v}$, где η — степень повышения температуры, это процесс 1-2 — нагрев, проходящий через начало координат, нарисован изотермой, находим точку пересечения этой изотермы и изотермы $4T_1$. Процесс 2-3, очевидно, — изобара, т. к. $C_p = \frac{5}{2} R$. Значит, это также ро изотерма $2\sqrt{2} T_1$.

График процесса 2-3 из степени повышения температуры $pV^2 = \text{const}$ нарисован (обозначено это не обязательно), его, комбинируя с изотермой, строим график цикла.





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!



Р-чин ~~среди~~ 2 и 3. Выводим на ось x, что
шарик 1:

$$T - F = 0 \Rightarrow T = F, \text{ где } F - \text{сила тяжести}$$

найдем из закона Кулона: $F = k \cdot \frac{q^2}{r^2}$

Тогда, $T = k \cdot \frac{q^2}{r^2}$ (она равна силе веса
шарика в силу симметрии задач)

2)



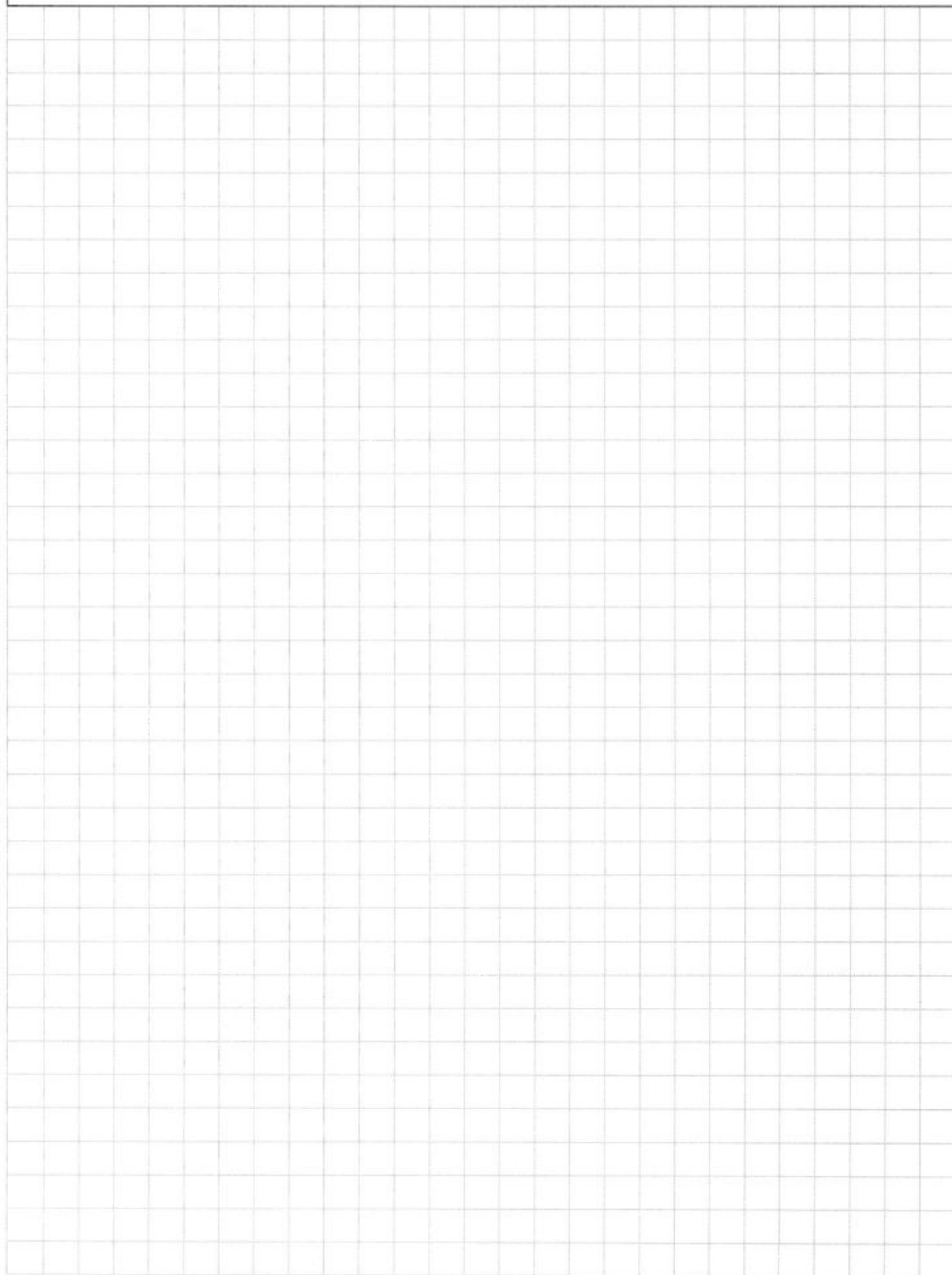
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





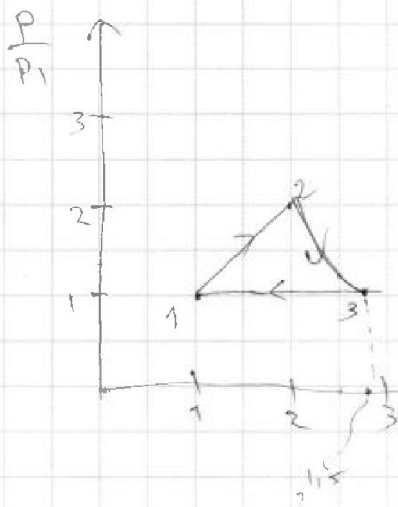
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\mu = \frac{\frac{1}{2} - \frac{5}{2}}{\frac{1}{2} - \frac{3}{2}} = \frac{-2}{-2} = 2$$

$$\rho V^2 = \text{const.}$$

$$\rho_1 \cdot (2.15 V_1)^2 = \rho_2 \cdot 2^3 V_1^2$$

$$\cancel{2.15} \cdot V_2^2 = \cancel{\rho_1} \cdot 2^3 V_1^2$$

$$2 V_2^2 = 2^3 V_1^2$$

$$V_2^2 = 4 V_1^2$$

$$V_2 = 2 V_1$$

$$(2.15 V_1)^2 \cdot \rho_1 = \rho_2 \cdot 2^3 V_1^2$$

$$\rho = \rho_1 \cdot \frac{2.8}{6.25}$$

$$\begin{aligned} \frac{800}{6.25} &= \frac{160}{1.25} = \\ &= \frac{32}{0.25} = \\ &= 128 \\ &= 1.28 \end{aligned}$$

$$\rho = \rho_1 \cdot \frac{2.8}{6.25}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

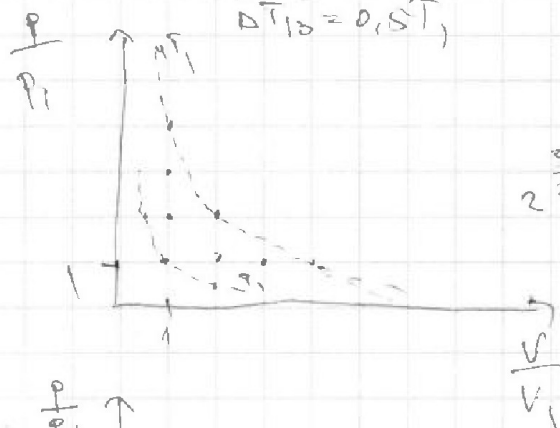
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$h = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{5}{2}R} = -\frac{\frac{R}{2}}{\frac{R}{2}} = 1$$

$$\frac{5}{2} R \Delta T_{13} = \frac{3}{2} R \Delta T_{13} + R \Delta T_{13} = A_{13}$$

$$\Delta T_{13} = 0,5 T_1$$



$$h = \frac{R - \frac{5}{2}R}{\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R} = \frac{R - 2,5R}{\frac{R}{2} - 1,5R} = \frac{-1,5R}{-1R} = 1,5$$

$$pV^{\frac{5}{2}} = \text{const.}$$

$$2^{\frac{5}{2}} = 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = p = \frac{\text{const.}}{V^{\frac{1}{2}}}$$

$$= 2\sqrt{2}$$

$$p_1 V_1 = 5 R T_1$$

$$\frac{p_1 V_1}{2} = 5 R T_1$$

$$V_1 \cdot \frac{3 p_1}{2} = 5 R T_1 A_{12}$$

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

$$A_{12} = \frac{3}{2} 5 R T_1$$

$$\sqrt{2} \approx 1,4 \quad \eta = \frac{A_{12} - A_{13} - A_{23}}{Q_{12}}$$

$$A_{13} = \frac{5 R T_1}{2}$$

$$A_{23} =$$

$$Q_{12} - Q_{23} - Q_{13}$$

$$= 5 R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} 5 R \Delta T_{12} + A$$

$$\frac{2 \cdot 5 R T_1 \cdot 3/4 - 5 R T_1 (2\sqrt{2} - 1) - 5 R T_1 (4 - 2\sqrt{2})}{2 \cdot 5 R T_1 \cdot 3/4} =$$

$$A = -\frac{1}{2} 5 R \Delta T_{12} =$$

$$= \frac{2 \cdot 5 R T_1 (6 - 2,5(2\sqrt{2} - 1) - 9,5(4 - 2\sqrt{2}))}{6 \cdot 5 R T_1} = \frac{6 - 5\sqrt{2} + 2,5 - 2 + \sqrt{2}}{6} =$$

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) $\omega_0 = 6 \text{ rad/s}$

2) $\omega_0 = 6 \text{ rad/s}$

$a_x = g$

$pv^2 = \text{const}$

$\frac{1}{2} R$

$n = \frac{\frac{R}{2} - \frac{5R}{2}}{\frac{R}{2} - \frac{3R}{2}} =$

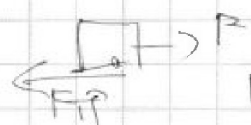
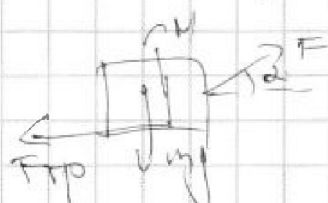
$L = \frac{u^2 - u_0^2}{2g}$

$= \frac{R - 5R}{R - 3R} = \frac{-4R}{-2R} = 2$

$L = \frac{u^2 - u_0^2}{2g} = \frac{6^2 - 2^2}{2 \cdot 10} = 1.6 \text{ m}$

3) $\omega_0 = 6 \text{ rad/s}$

$\omega = \frac{u^2 - u_0^2}{2g} = \frac{6^2 - 2^2}{2 \cdot 10} = 1.6 \text{ rad/s}$



$F - \mu mg = ma$

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

$N - mg + F \sin \alpha = 0$

$N = mg - F \sin \alpha$

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

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

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

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

$2 \text{ OR } \Delta T_2 = \frac{3}{2} \Delta T_1 + A_{12}$

$\frac{1}{2} \Delta T_2 = A_{12}$

$\Delta T_{12} = T_2 - T_1 = 4T_1 - T_1 = 3T_1$

$= 3T_1$

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

$A_{12} = \frac{1}{2} \Delta T_2 = \frac{3}{2} \Delta T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8.31 \cdot 100 = 1246.5$

$\begin{array}{r} 1246.5 \\ + 1246.5 \\ \hline 2493.0 \end{array}$

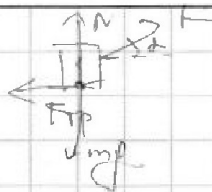
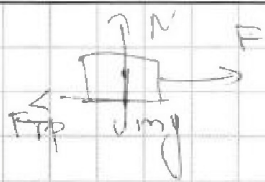
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



т.е. $a_1 = a_2$ (очев.)

$$F - \mu mg = ma \quad N = mg - F \sin \alpha$$

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

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

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

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

$$\sqrt{\mu^2 + 1} \left(\frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} \cos \alpha + \frac{\mu}{\sqrt{\mu^2 + 1}} \sin \alpha \right) = 1$$

$$\sqrt{\mu^2 + 1} (\cos \varphi \cos \alpha + \sin \varphi \sin \alpha) = 1$$

$$\varphi = \arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\sqrt{\mu^2 + 1} \cos(\varphi - \alpha) = 1$$

$$\cos(\varphi - \alpha) = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\varphi - \alpha = \arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} - \alpha = \arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} + 2\pi k$$

$$\alpha = 0$$

$$\Rightarrow$$

$$\sqrt{\mu^2 + 1} \sin(\varphi + \alpha) = 1$$

$$1) \mu = 0$$

$$???$$

$$\varphi = \arcsin \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$2) \text{ нулевой}$$

$$\alpha = \pi$$

$$??$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐

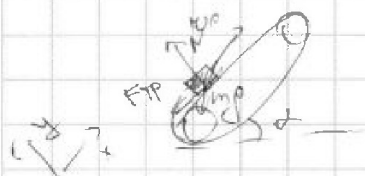
МФТИ

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



N2

$$v_0 = 4 \text{ м/с}; \mu = \frac{1}{3}$$



$$1) \text{ для } N = mg \cos \alpha; F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = mg \sin \alpha$$

$$a_{x1} = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$\times 0,33333$$

$$\begin{array}{r} 0,2 \\ 0,066666 \end{array}$$

$$\sqrt{0,66666} = 2 = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = -g$$

$$\sqrt{0,66666} = 2, \quad v = v_0 T = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \frac{T^2}{2} = 1$$

$$\frac{1}{10} = \sqrt{0,66666} = 2, \quad 4T - 10,5 T^2 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 1$$

$$= 10^{-1} \cdot 2,6 = 0,26 \text{ м} \quad 4T - 5 T^2 \cdot 1 = 1$$

$$\times 0,16$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 0,80 \end{array}$$

$$5 T^2 - 4 T + 1 = 0$$

$$T = 1 \text{ — не верно} \quad D_1 = 4 - 5 = -1$$

$$\sqrt{0,66666} = 2,58 \approx 2,6$$

$$\times 4 \frac{1}{3} = 2,66$$

$$\times 508 \frac{1}{3} = 4,66$$

$$\frac{1}{3} = 0,33$$

$$1,000000$$

$$0,0 v_0 - g t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} = 0,2 \cdot 0,3333$$

$$\text{то } t_1 = v_0 t_1 - g \frac{t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

То есть за $t_1 = 0,4 \text{ с}$ коробка пройдёт путь s_1

$$a_{x2} = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) =$$

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

$$= -0,6g$$



$$s = \frac{a_{x2} t_2^2}{2} \Rightarrow 0,2 \text{ м}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + 0,66 = 1,06 \text{ с}$$

$$0,6g \cdot t_2^2 = 0,4 \quad t_2^2 = \frac{0,4}{6} = \frac{0,2}{3}$$

$$6 t_2^2 = 0,4 \quad t_2 = \sqrt{\frac{0,2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

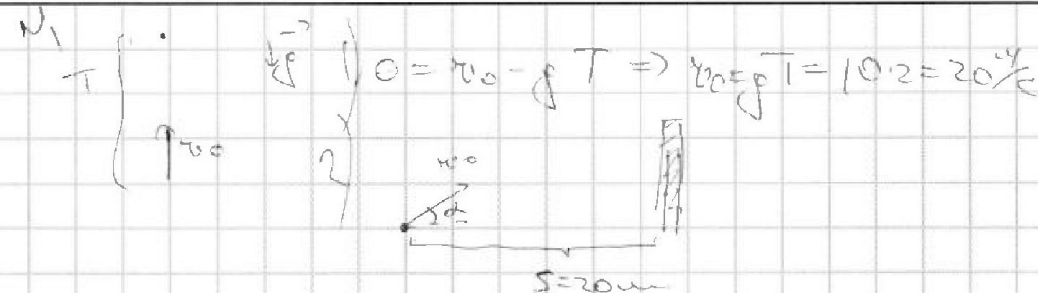
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$$v_0 \cos \alpha \cdot t = x \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g}{2} t^2 = y$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = y$$

$$x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = y$$

$$x = S = 20 \text{ м}$$

$$20 \tan \alpha - 5(1 + \tan^2 \alpha) = y$$

$$4 \tan \alpha - 1 - \tan^2 \alpha = 0$$

$$\alpha = 4$$

$$\tan \alpha = -\frac{b}{a} = -\frac{4}{-1} = 4$$

$$\tan \alpha = 2$$

$$20 \tan \alpha - \frac{5 \cdot 20^2}{200} (1 + \tan^2 \alpha) = y$$

$$20 (\tan \alpha - 100 (1 + \tan^2 \alpha)) = y$$

$$\tan \alpha - 100 - 100 \tan^2 \alpha = 0$$

$$100 \tan^2 \alpha - \tan \alpha + 100 = 0$$

$$D = 1 - 40000 = -39999$$

$$y = 40 - 5 \cdot 5 = 15$$

$$\tan \alpha = -\frac{b}{2a}$$

$$\tan \alpha = -\frac{1}{2 \cdot (-100)} = \frac{1}{200}$$

$$y = 20 \cdot \frac{1}{200} - 5 \cdot 20^2 \left(1 + \frac{1}{200}\right)$$

$$y = \frac{1}{10} - 5 \cdot 20^2 \cdot \frac{201}{200} = \frac{1}{10} - \frac{20 \cdot 201}{2} =$$

$$=$$