



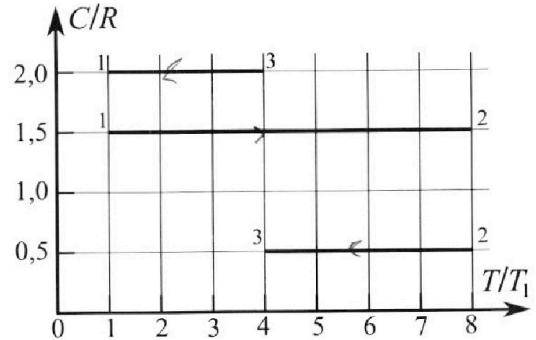
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

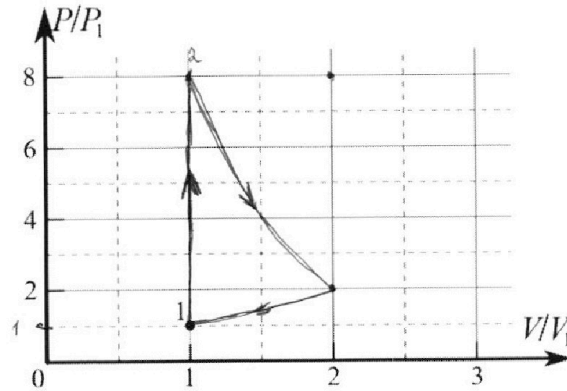
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

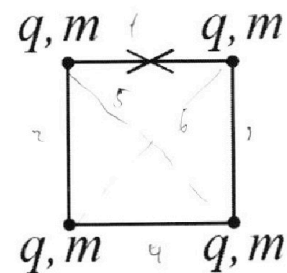
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K 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)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

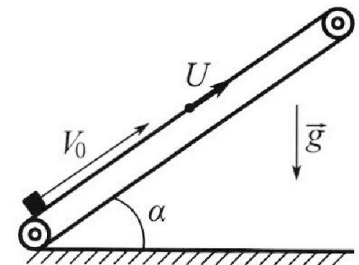
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Ка кой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

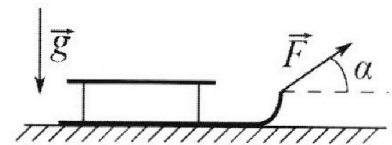
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. 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!

N 1

Дано:

$\alpha = 45^\circ$

$L = 20 \text{ м}$

1) $v_0 = ?$

$H = 3,6 \text{ м}$

2) $S = ?$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$1) y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = 0 \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 \cos \alpha t$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{2 \sin \alpha \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10 \cdot 4}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 4}{2 \cdot 2}}$$

$$v_0 = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ (камень не был выстрелен)}$$

$$2) H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \quad \left. \begin{array}{l} H = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \end{array} \right\}$$

Для достижения максимальной высоты: $\frac{dH}{dS} = 0$

$$0 = \left(S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \right)' = \frac{g}{\cos^2 \alpha} - \frac{2gS \tan \alpha \cos \alpha}{2v_0^2 \cos^4 \alpha} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{gS \sin \alpha}{v_0^2 \cos^3 \alpha} = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{gS}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \left(\frac{S^2 g^2 + v_0^4}{S^2 g^2} \right) \Rightarrow \frac{v_0^2}{g} - \frac{S^2 g}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{S^2 g}{2v_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{S^2 g}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - H \Rightarrow S = \sqrt{\frac{2v_0^2}{g} \left(\frac{v_0^2}{2g} - H \right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200}{10} \left(\frac{200}{2 \cdot 10} - 3,6 \right)}$$

$$S = \sqrt{40 (6,4)} = \sqrt{4 \cdot 64} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

$$S = 16 \text{ м}$$

~~$\Gamma \cos \alpha \sin \alpha + \Gamma \cos \alpha \sin \alpha + \Gamma \cos \alpha \sin \alpha \rightarrow \Gamma \cos \alpha = 0$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

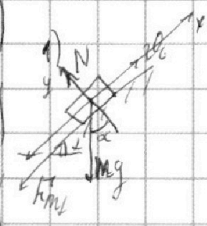
МФТИ

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!



№2
 Дано:
 $\sin \alpha = 0,6$
 $v_0 = 6 \frac{m}{c}$
 $\mu = 0,5$
 1) $S = ?$
 $T = 1c$
 2) $v = ?$
 $v_0 = 6 \frac{m}{c}$
 $T_1 = ?$
 3) $L = ?$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$



$$\begin{aligned} \text{оx: } ma &= -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} \\ \text{оy: } N &= mg \cos \alpha \\ F_{\text{тр}} &= \mu N \\ a &= -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2} \\ t &= T \\ S &= 6 - \frac{10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1}{2} = 6 - 5 \cdot 1 = 1 \text{ м} \end{aligned}$$

2) В системе отсчета относительно земли, скорость коробки через время T_1 после старта $v_{\text{отн.к}} = 0 \frac{m}{c}$, а в системе земли $v_{\text{к}} = v$

Ускорение / замедление коробки относительно земли:
 $ma_{\text{отн.к}} = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = -mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

Из этого скорость коробки через время T_1 относительно земли:

$$v_{\text{отн.к}} = v_{\text{отн.к}} + a_{\text{отн.к}} T_1 = 0$$

$$v_{\text{отн.к}} = v_0 \quad T_1 = -\frac{v_{\text{отн.к}}}{a_{\text{отн.к}}} = \frac{v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{6}{10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8)}$$

$v_{\text{отн.к}}$ - начальная относительная скорость коробки относительно земли

$$T_1 = 0,6 \text{ c}$$

2) Пройденное расстояние L_0 коробки относительно земли равно $v_{\text{отн.к}} = -v$

3) Если коробка пройдя расстояние L_0 относительно земли, приобретет скорость $v_{\text{отн.к}} = -v$, а в лоб. систем $v_{\text{к}} = 0 \frac{m}{c}$ $\vec{v}_{\text{к}} = \vec{v} + \vec{v}_{\text{отн.к}}$ $v_{\text{отн.к}} = v_0$

$$L_0 = v_{\text{отн.к}} t + \frac{at^2}{2} = v_{\text{отн.к}} t - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2}{2}$$

Продолжить в 7 стр

$$v_{\text{отн.к}} = v_{\text{отн.к}} + at \Rightarrow$$

$$L_0 = v_0 t - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2}{2}$$

$$\Rightarrow t = \frac{-v_0 - v_0}{a} = \frac{v_0 + v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$\Delta L = v t = \frac{(v_0 + v_0) v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

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!



$\sqrt{3}$
 Дано: 1- случай
 2) $k, 2$
 1) $M=2$
 2) $S=?$
 2- случай
 $k = \frac{M\omega^2}{2}$

1) $N_1 - Mg + F \sin \alpha = 0$
 $F \cos \alpha - F_{fr1} = M a_1$
 $F_{fr1} = \mu N_1$
 $a_1 = \frac{d^2 x_1}{dt^2}$
 $a_2 = \frac{d^2 x_2}{dt^2}$

2) $N_2 - Mg = 0$
 $F - F_{fr2} = M a_2$
 $F_{fr2} = \mu N_2$
 $\frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{d^2 x_2}{dt^2} \cdot \frac{dx_1}{dx_2} = \frac{dx_1}{dx_2} \frac{d^2 x_2}{dt^2}$
 $\frac{d^2 x_2}{dt^2} = \frac{d^2 x_2}{dt^2} \cdot \frac{dx_2}{dx_2} = \frac{dx_2}{dx_2} \frac{d^2 x_2}{dt^2}$

$M \cdot \frac{dx_1}{dx_2} \frac{d^2 x_2}{dt^2} = F \cos \alpha - \mu (Mg - F \sin \alpha)$
 $M \int_0^L dx_1 = (F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu Mg) \int_0^L dx_1$
 $M \frac{dx_2}{dx_2} \frac{d^2 x_2}{dt^2} = F - \mu (Mg)$
 $M \int_0^L dx_2 = (F - \mu Mg) \int_0^L dx_2$

$$\frac{M\omega^2}{2} = (F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu Mg) L = (F - \mu Mg) L \Rightarrow F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu Mg = F - \mu Mg \Rightarrow$$

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

2) $F=0$ $k = \frac{M\omega^2}{2} = \mu N_3 S$ $k = \mu Mg S \Rightarrow$

$$N_3 - Mg = 0 \Rightarrow N_3 = Mg \Rightarrow S = \frac{k}{\mu Mg} = \frac{k \sin \alpha}{Mg(1 - \cos \alpha)}$$

M - масса санки, она известна

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!

№4 Дано

$T_1 = 200\text{K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1) $T_3 = 4T_1$ $C_{31} = 2R$ $C_V = \frac{3}{2}R$ (идеальный газ)

2) $A_{31} = ?$
 3) $Q_{31} = \sqrt{C_{31}}(T_1 - T_3) = \Delta U + A_{31} = \sqrt{C_V}(T_1 - T_3) + A_{31} \Rightarrow$
 $\Rightarrow A_{31} = \sqrt{(C_{31} - \frac{3}{2}R)}(T_1 - T_3) = \sqrt{(2 - \frac{3}{2})R}(T_1 - 4T_1)$

3) $A_{31} = -1 \cdot (\frac{1}{2}) \cdot 8,31 \cdot (3 \cdot 200) = -300 \cdot 8,31 = -2493 \text{ Дж}$

$A_{31} = -2493 \text{ Дж}$

2) $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_+}$

1-2) $Q_{12} = \sqrt{C_{12}}(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R(7T_1) = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 200 = 300 \cdot 7 \cdot 8,31$
 $C_{12} = 1,5R$
 $T_2 = 8T_1$
 $Q_{12} = 17451 \text{ Дж}$

$A_{12} = \sqrt{(C_{12} - \frac{3}{2}R)}(T_2 - T_1) = \sqrt{0}(T_2 - T_1) = 0 \text{ Дж}$

2-3) $Q_{23} = \sqrt{C_{23}}(T_3 - T_2) = \frac{1}{2}R(4T_1 - 8T_1) = -2RT_1 = -2 \cdot 8,31 \cdot 200 = -3324 \text{ Дж}$
 $T_3 = 4T_1$
 $A_{23} = \sqrt{(C_{23} - \frac{3}{2}R)}(T_3 - T_2) = \sqrt{(\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R)}(4T_1 - 8T_1) = 1 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 4 \cdot 200$
 $A_{23} = 6648 \text{ Дж}$

3-1) $A_{31} = -2493 \text{ Дж}$ $Q_{31} = \sqrt{C_{31}}(T_1 - T_3) = \frac{1}{2}R(T_1 - 4T_1) = -\frac{3}{2}T_1 R$
 $Q_{31} = -\frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 200 = -2493 \text{ Дж}$ $Q_+ = Q_{12}$

$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{0 + 6648 - 2493}{17451} = \frac{4155}{17451} \approx 0,24 = 24\%$

$\eta = 24\%$

IMO Успех

Продолжение в 6 стр.

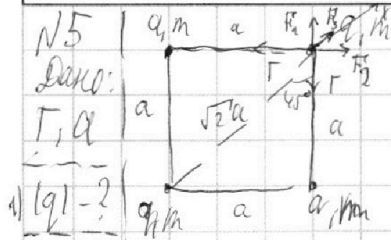
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$|F_1| = |F_2| = \frac{kq^2}{a^2}$

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

OX: $F_3 + (F_2 + F_1) \cos 45^\circ = 2T \cos 45^\circ$

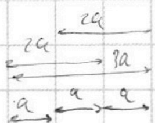
$T = F_2 + F_3 \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow q^2 \left(\frac{k}{a^2} + \frac{k}{2a^2} \right) = T \Rightarrow$

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$\Rightarrow \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = \frac{kq^2}{a^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right) = T \Rightarrow$

$\Rightarrow q = \sqrt{\frac{4T a^2}{k(4 + \sqrt{2})}} = \sqrt{\frac{4T a^2 \cdot 16 \cdot k \epsilon_0}{4 + \sqrt{2}}} = 4 \sqrt{\frac{T a^2 \pi \epsilon_0}{4 + \sqrt{2}}}$



2) $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = \frac{mq^2}{2} = k$

$4 \cdot \frac{mq^2}{2} + \left(3k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{q^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} \right) = 4k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{q^2}{\sqrt{2}a} \Rightarrow$

$\Rightarrow 4k = \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 1 - \frac{1}{3} \right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 2}{2} - \frac{1}{3} \right) = \frac{kq^2}{6a} (6\sqrt{2} - 2)$

$k = \frac{kq^2}{24a} (6\sqrt{2} - 2) = \frac{q^2}{96\pi a} (6\sqrt{2} - 2)$

$k = \frac{a^2}{96\pi a} (6\sqrt{2} - 2)$

3) $d^2 = a^2 + a^2 + a^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{a^2}{4} + \frac{9a^2}{4}} = a \sqrt{\frac{10}{4}} = \frac{a}{2} \sqrt{10}$

$d^2 = 2a^2$

$d = \frac{a}{2} \sqrt{10}$

$d = \sqrt{2} a$

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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!



3) $\frac{p_1 k_1}{T_1} = \frac{p_2 k_2}{T_2}$ $C = \frac{dq}{dt} = C_p dT + p dk \Rightarrow C_p dT + p dk = C - C_p \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{p dk}{C - C_p} = -dT \Rightarrow \int \frac{p dk}{C - C_p} = -\int dT \Rightarrow \frac{p}{C - C_p} \ln \left(\frac{k}{k_0} \right) = -\ln \left(\frac{T}{T_0} \right) \Rightarrow \ln \left(\frac{k}{k_0} \right) = \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) \frac{C - C_p}{C_p}$
 $C = \text{const} \quad (p \text{ const } 1-2-3-4)$

1-2) $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} e^{\frac{C_p - C}{C_p} \frac{p_2}{p_1}}$ $\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} e^{\frac{C_p - C}{C_p} \frac{p_2}{p_1}}$
 $A_{12} = 0$, соизменчиво $V = \text{const}$
 $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$ $p_2 = 4p_1$

2-3) $\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow d \left(\frac{pV}{T} \right) = 0 \Rightarrow \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} - \frac{dT}{T} = 0$
 $pV^n = \text{const} \quad (n = \frac{C - C_p}{C - C_p}) \quad n_{23} = \frac{\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R} = \frac{-4R}{-2R} = 2$
 $pV^2 = \text{const} \quad TV^{\text{mol}} = TV = \text{const} \quad T_3 V_3 = T_2 V_2 =$
 $\Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \left(\frac{V_3}{V_2} \right)^2 = (4) \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = 4$
 $\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_2}{V_3} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = 2$

3-1) $n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{-\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1 \quad \frac{p}{T} = \text{const}$

График задачи герман

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!

$$L_0 = v_0 \cdot \frac{v + v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} - \frac{(v + v_0)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$L_0 = \frac{2(v + v_0)v_0 - (v + v_0)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \quad L = L_0 + \Delta L$$

$$L = \frac{2vv_0 + 2v_0^2 + 2v^2 + 2vv_0 - v^2 - 2v_0v - v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{v_0^2 + 4vv_0 + v^2 - 2v_0v}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$L = \frac{(v_0 + v)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{(6 + 1)^2}{2 \cdot 10(0,6 + 0,8 \cdot 0,5)} = \frac{49}{20} = 2,45$$

$$L = 0,7 \text{ м}$$



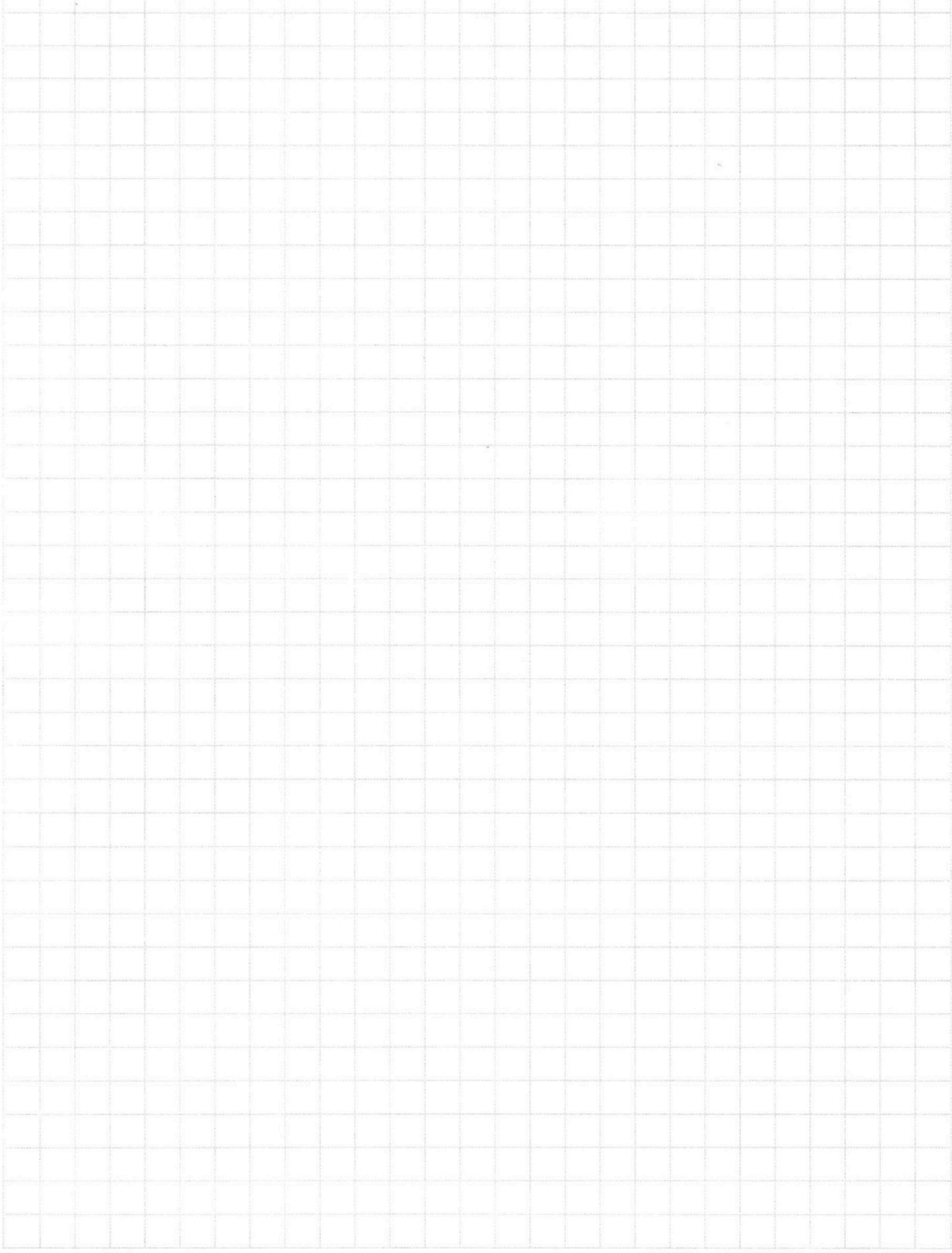
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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!



N4
 $1 \rightarrow 2 \quad C_{12} = \text{const} = 1,5R$
 $2 \rightarrow 3 \quad C_{23} = \text{const} = 0,5R$
 $3 \rightarrow 1 \quad C_{31} = \text{const} = 2,0R$

$dQ_{12} = C_{12}dT$
 $pV^0 = \text{const}$
 $pV = \text{const}$

$n = \frac{C - C_b}{C - C_a} = 0$
 $C - C_p = C - C_v \rightarrow C - C_p = 0$

$C_V = \frac{3}{2}R$
 $T_3 = 4 \cdot T_1 = 800K$

$\int C_{12}(\Delta T_{12}) = \int C_V(\Delta T_{12}) + A_{12}$
 $\int C_{31} \Delta T_{31} = \int C_V \Delta T_{31} + A_{31} \Rightarrow A_{31} = \int (C_{31} - \frac{3}{2}R) \Delta T_{31}$

$n = \frac{C_{31} - C_p}{C_v - C_p} = \frac{R}{0}$

$A_{31} = 1 \cdot (2 - \frac{3}{2})R (T_1 - T_3) = 1 \cdot (\frac{1}{2})R (T_1 - T_3) = -(\frac{1}{2})R \cdot 3(T_1) =$
 $A = \frac{3}{2}RT_1 = -\frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 200 = -300 \cdot 8,31 = -2493 \text{ Дж}$

2) $A_{12} = \int (C_{12} - \frac{3}{2}R) \Delta T_{12} = \int (\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R) \Delta T_{12} = 0$

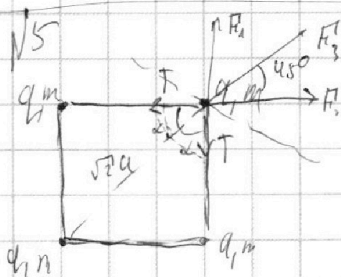
$\frac{p}{V} = \text{const} \Rightarrow$
 $V \cdot V \Rightarrow TV^{-2} = \text{const}$

3) $A_{23} = \int (C_{23} - \frac{3}{2}R) \Delta T_{23} = \int (\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R) (T_3 - T_2) = 1 \cdot (-\frac{2}{2})R (4T_1 - 8T_1)$

$A_{23} = (-1) \cdot 8,31 \cdot (-4 \cdot 200) = 800 \cdot 8,31 = 8 \cdot 831 = 6648 \text{ Дж}$
 $F_1^2 = F_2^2 + F_3^2 \text{ const}$

$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_1} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{a_1}$

$\Gamma = F_1 + F_3 \cos 45$
 $\frac{T_3}{V_3^2} = \frac{T_2}{V_2^2}$



$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = \frac{k|q|^2}{a^2}$
 $F_3 = \frac{k|q|^2}{2a^2}$

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$\cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$
 $\cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$a^2 + a^2 = 2a^2$
 $c^2 = 2a^2$
 $c = \sqrt{2}a$

$2T \cos \alpha = (F_1 + F_2) \cos \alpha + F_3 = \left(\frac{kq^2}{a^2}\right) \cos \alpha + \frac{kq^2}{2a^2} \Rightarrow \frac{1}{2a^2} = \frac{1}{\sqrt{2}a^2} = \frac{2}{\sqrt{2}}$

$8 \cdot 1 = 4 \cdot 2$

$\Rightarrow q^2 \left(\frac{2k}{a^2} \cos \alpha + \frac{k}{2a^2} \right) = 2T \cos \alpha \Rightarrow q = \sqrt{\frac{2T \cos \alpha}{k}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

2) $4 \cdot \frac{kg^2}{a} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}a}$ $v_0 + L = v_0 \cos \alpha t = \frac{2v_0 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$ $8H = 2 \cdot 2^2$
 $H = v_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2}{2}$ $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ $0 = v_0 \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$
 $H = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$ $\Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

$S \cos \alpha = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$ $H = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$ $\frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{S}{v_0}\right)^2 = 4$

$\frac{dH}{dS} = 0$ $0 = S \cdot \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha}\right) - \frac{gS^2}{v_0^2} \left(\frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}\right)$ $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{4}$

$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right)' = \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^3 \alpha} = \frac{1}{\cos^3 \alpha}$ $\Rightarrow 1 = \frac{gS}{v_0^2} \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right) \Rightarrow v_0^2 = gS \tan \alpha$

$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$ $\left(\frac{1}{\cos^2 \alpha}\right)' = \frac{0 + 2 \sin \alpha \cos \alpha}{\cos^4 \alpha} = \frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$ $\Rightarrow \frac{1}{gS} \tan \alpha = \frac{v_0^2}{gS}$

$(\cos^2 \alpha)' = (\cos \alpha \cdot \cos \alpha)' = -\sin \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \cos \alpha = -2 \sin \alpha \cos \alpha$

$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \left(\frac{S^2 g^2 + v_0^4}{S^2 g^2}\right) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{S^2 g^2 + v_0^4}{2v_0^2 g}$ $\textcircled{1}$

$\frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{v_0^4}{gS^2} \Rightarrow gS^2 - gS^2 \cos^2 \alpha = v_0^4 \cos^2 \alpha \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{S^2 g^2}{S^2 g^2 + v_0^4}$

$\Rightarrow -H + \frac{v_0^4}{g} = \frac{S^2 g^2}{2v_0^2 g} + \frac{v_0^4}{2v_0^2 g} = \frac{S^2 g}{2v_0^2} + \frac{v_0^2}{2g}$ $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{1 - \sin^2 \alpha}$

$\Rightarrow \frac{S^2 g}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - H \Rightarrow S = \sqrt{\frac{2v_0^2}{g} \left(\frac{v_0^2}{2g} - H\right)}$ $(\cos^2 \alpha)' = (\cos \alpha \cdot \cos \alpha)'$

$\frac{C \cdot L_p}{C \cdot L_p} = 1$ $1 = -2 \sin \alpha \cos \alpha$ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{v_0^2}{S^2 g}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$L = v_0 \cos 45 \cdot t = \frac{2v_0^2 \cos 45 \sin 45}{g} \Rightarrow$$

$$y = v_0 \sin t - \frac{gt^2}{2} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{2 \cos 45 \sin 45}} = v_0 \sqrt{\frac{20 \cdot 10 \cdot 4}{2 \cdot 2}} = 100$$

$$\cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \cos^2$$

$$L = v_0 \sin t - \frac{gt^2}{2}$$

$$C = \frac{dQ}{dT} = C_V + p \frac{dV}{dT} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow p dV = (C - C_V) dT \Rightarrow$$

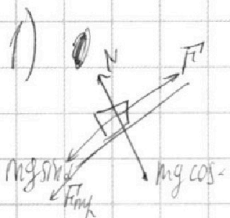
$$L = S \cdot t g - \frac{g \cdot S^2}{2 v_0^2 \cos^2}$$

$$\frac{dH}{dL} = 0 \Rightarrow \frac{dRT \cdot dV}{V} = (C - C_V) dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_{V_0}^{V_1} \frac{dV}{V} = \frac{(C - C_V)}{R} \int_{T_0}^{T_1} \frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} e^{\frac{C_V}{R} \ln \frac{T_2}{T_1}}$$

2.

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



$$ma = -mg \sin \alpha - \mu N \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow ma = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = \frac{dv}{dt} \Rightarrow$$

$$\int_{v_0}^{v} dv = - \int_0^t (mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha) dt$$

$$S = v_0 T + \frac{aT^2}{2} = v_0 T + \frac{-(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) T^2}{2} \quad p dV = k dT = A$$

$$S = 6 \cdot 1 - \frac{(10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8) \cdot 1^2}{2} = 6 - \frac{(6 + 4)}{2} = 1 \text{ m}$$

$$S = 1 \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$C = C_V + p \frac{dV}{dT} = \text{const} \Rightarrow p \frac{dV}{dT} = \text{const}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

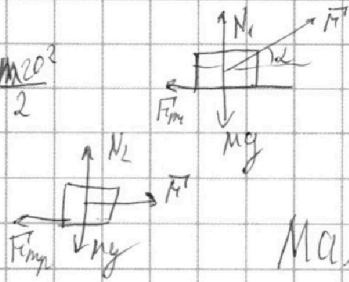
1 2 3 4 5 6 7



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

№3

1) $k = \frac{Mg \cos^2 \alpha}{2}$



$$\left. \begin{aligned} 1. N_1 + Ft \sin \alpha - Mg &= 0 \\ 2. N_2 &= Mg \end{aligned} \right\} N_1 = Mg - Ft \sin \alpha$$

$$\left. \begin{aligned} Ma_1 &= Ft \cos \alpha - \mu N_1 \\ Ma_2 &= Ft - \mu N_2 \end{aligned} \right\}$$

$$p \frac{dV}{dt} = C - C_v \Rightarrow$$

$$M \frac{dx}{dt} = M \frac{dx}{dt} = Ft \cos \alpha - \mu (Mg - Ft \sin \alpha) \Rightarrow \frac{dV}{V} = (C - C_v) dt$$

$$M \frac{dx}{dx} \frac{dV}{dt} = Ft - \mu Mg \Rightarrow \int \frac{dV}{V} = \left(\frac{C - C_v}{V R} \right) dt$$

$$\mu N S = k \Rightarrow \mu = \frac{k}{N S} \Rightarrow \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \left(\frac{C - C_v}{R} \right)$$

$$\int_{V_1}^{V_2} M v dv = \int_{T_1}^{T_2} (Ft \cos \alpha + \mu Ft \sin \alpha - \mu Mg) dV$$

$$\int_{T_1}^{T_2} M v dv = \int_{T_1}^{T_2} (Ft - \mu Mg) dx$$

$$\begin{array}{r} 41510 \quad | \quad 17451 \\ 34902 \quad | \quad 0,23 \\ \hline 66480 \\ 52353 \\ \hline 141270 \end{array}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} e^{\frac{C - C_v}{R}}$$

$$\frac{M v^2}{2} = (Ft \cos \alpha + \mu Ft \sin \alpha - \mu Mg) L = (Ft - \mu Mg) L \Rightarrow$$

$$Ft \cos \alpha - Ft = \mu (Mg - Ft \sin \alpha) \Rightarrow Ft \cos \alpha + \mu Ft \sin \alpha - \mu Mg = Ft - \mu Mg$$

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

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

$$k = \mu N_3 \cdot S = \mu Mg S \Rightarrow \boxed{S = \frac{k}{\mu Mg}}$$

$$N_3 = Mg (Ft = 0)$$

$$\frac{1}{\lambda p} = \frac{1}{\lambda p} + \frac{d}{\lambda p} \quad C dt = C_1 dt + p dV$$

$$\frac{1}{\lambda p} = \frac{1}{\lambda p} + \frac{d}{\lambda p} \quad \leftarrow 0 = \frac{1}{\lambda p} + \frac{d}{\lambda p}$$

$$\begin{array}{r} 6648 \\ 2493 \\ \hline 4155 \\ \hline 831 \\ 21 \\ \hline 851 \\ 1062 \\ \hline 17451 \end{array}$$