Решение типового варианта для 11 класса

З А Д А Ч А 1.

Ответ: $\boxed{\Delta W = W_1 - W_0 = 30 Дж}$ **.**

1. Кинетическая энергия тела $W_0 = \dfrac{P^2}{2m} = \dfrac{(F\cdot\Delta t)^2}{2m}$. (1)

2. Из (1) выразим массу $m = \dfrac{(F\Delta t)^2}{2W_0}$.

3. К концу второго интервала $2\Delta t = 0{,}2 c$ движения кинетическая энергия тела станет равна

$$W_1 = \frac{(F\cdot 2\Delta t)^2}{2m} = \frac{(F\cdot 2\Delta t)^2}{2(F\Delta t)^2} 2W_0 = 4W_0 .$$

4. Приращение кинетической энергии за следующий интервал $\Delta t = 0{,}1 c$

$$\Delta W = W_1 - W_0 = 4W_0 - W_0 = 3W_0 = 3\cdot 10 = 30 Дж .$$

З А Д А Ч А 2.

Ответ: $\boxed{\Delta T = 0{,}05 K}$**.**

Количество теплоты Q, выделяющееся при абсолютно неупругом столкновении стержней, равно уменьшению потенциальной энергии системы, считая при этом, что вся теплота идёт на нагревание стержней.

$Q = \Delta U = 2mg\dfrac{L}{2} = mgL$, где $L = 1{,}3$ $м$ - длина стержня.

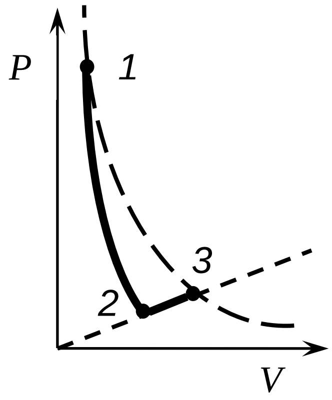
Из уравнения теплового баланса найдём, на сколько градусов повысится температура стержней

$\Delta T = \dfrac{Q}{2mc} = \dfrac{mgL}{2mc} = \dfrac{gL}{2c} = \dfrac{10\cdot 1{,}3}{2\cdot 130} = 0{,}05 K$, где $c = 130\dfrac{Дж}{кг\cdot град}$ - теплоёмкость свинца.

З А Д А Ч А 3.

Ответ: $\boxed{T_2 \approx 2569\ \ K}$.

Внутренняя энергия газа U увеличивается за счёт энергии, которая выделяется при распаде молекул азота.



Пусть N_1 - число молекул азота при температуре T_1. Тогда

$$U_1 = \frac{5}{2} N \cdot kT_1 \quad (1).$$

После распада молекул $U_2 = U_1 + qN = \frac{3}{2} 2N \cdot kT_2$ (2)

Из этих соотношений находим $\frac{3}{2} 2N \cdot kT_2 = \frac{5}{2} N \cdot k \cdot T_1 + qN$,

откуда

$$T_2 = \frac{5}{6} T_1 + \frac{q}{3k} = \frac{5}{6} 300 + \frac{0{,}6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}} = 2568{,}8 \approx 2569\, K$$

З А Д А Ч А 4.

Ответ: $\boxed{Q_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50\, Дж}$.

Работа в процессе 2 – 3 равна площади под графиком. Найдём её как разность площадей двух треугольников:

$$A_{23} = \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_2 V_2 = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

Тогда $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \frac{1}{2} \nu R \Delta T = 2 \nu R \Delta T$.

Следовательно, $A_{23} = \frac{1}{4} Q_{23} = 50\, Дж$;

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{4} Q_{23} = 150\, Дж.$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = -\Delta U_{23} + A_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50\, Дж$$

З А Д А Ч А 5.

Ответ: $\boxed{\Delta q = \varepsilon_0 \frac{SE}{6 \cdot d}}$.

Образовавшийся сложный конденсатор (рис.1) можно рассматривать как батарею из трех конденсаторов одинаковой ёмкости $C_o = \frac{\varepsilon_o S}{d}$ (рис.2): конденсатор I (пластины 2 и 3), конденсатор II (пластины 1 и 2) и конденсатор III (пластины 3 и 4). Конденсаторы I и II соединены параллельно: пластины 1 и 3 имеют равные потенциалы (т.к. они соединены проводником), а пластина 2 у них общая; конденсатор III присоединен к этой паре последовательно.

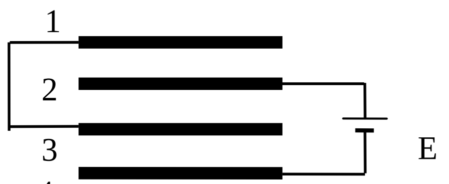


Рис. 1

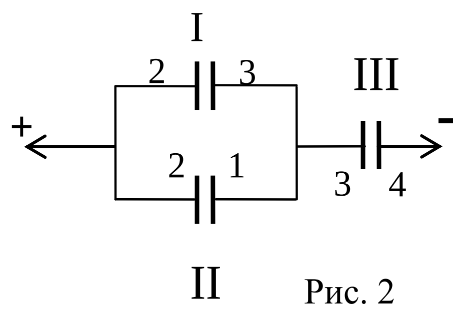


Рис. 2

Ёмкость конденсатора $C_1 = \frac{2}{3}C_0 = \frac{2}{3}\frac{\varepsilon_o S}{d}$.

После заполнения конденсатора I диэлектриком ёмкость батареи станет равна $C_2 = \frac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon}C_0$.

Заряд батареи до заполнения конденсатора диэлектриком $q_1 = C_1 E = \frac{2}{3}C_0 E$.

Заряд батареи после заполнения конденсатора диэлектриком $q_2 = C_2 E = \frac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon}C_0 E$.

Разница зарядов батареи $\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon}C_0 E - \frac{2}{3}C_0 E = C_0 E\frac{\varepsilon - 1}{(2+\varepsilon)3}$.

Этот заряд пройдёт через источник тока. При $\varepsilon = 4$, $\Delta q = \varepsilon_0 \frac{SE}{6\cdot d}$.

З А Д А Ч А 6.

Ответ: $\boxed{B = \frac{mg}{I\pi R}}$

На кольцо с током в магнитном поле действует момент сил Ампера, равный $I\pi R^2 B$, и момент силы тяжести, равный mgR. Из условия равновесия кольца, при нарушении которого начнётся подъём кольца $I\pi R^2 B = mgR$, находим $B = \frac{mg}{I\pi R}$.

Решение варианта 1

З А Д А Ч А 1

Ответ: $\boxed{S = \dfrac{m\upsilon^2 \alpha L}{4A}}$.

Из закона сохранения механической энергии для стержня $\dfrac{m\upsilon^2 \cdot}{2} = \mu mg \cdot S$ (1),

где $\mu = \dfrac{2A}{m \cdot g \cdot \alpha \cdot L}$.(2) Подставляя (2) в (1), получим $S = \dfrac{m\upsilon^2 \alpha L}{4A}$.

З А Д А Ч А 2

Ответ: $\boxed{\mu = \dfrac{\cos\alpha}{\dfrac{m_2}{m_1(3\sin\alpha - 2)} + \sin\alpha} = 0{,}16}$,

Запишем закон сохранения энергии и второй закон Ньютона для верхнего материального шарика:

$$m_1 g\ell = m_1 g\ell \cdot \sin\alpha + \frac{m_1\upsilon^2}{2} \qquad (1)$$

$$\frac{m_1\upsilon^2}{2} = m_1 g \cdot \sin\alpha - T\,, \qquad (2)$$

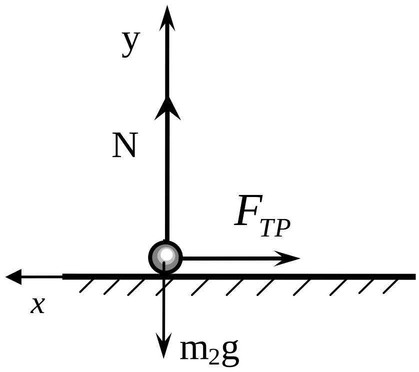
(Из (1) и (2) получим $T = m_1 g(3\sin\alpha - 2)$**)**

Условие равновесия нижней материальной точки:

$T\cos\alpha = F_{TP}$, где $F_{TP} = \mu \cdot N$.

Из последнего равенства находим

$$\mu = \frac{T\cos\alpha}{m_2 g + T\sin\alpha} = \frac{\cos\alpha}{\dfrac{m_2}{m_1(3\sin\alpha - 2)} + \sin\alpha}\,.$$



З А Д А Ч А 3.

Ответ: $\boxed{Q_{12} = -\dfrac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50\,Дж}$.

$$Q_{12}=\Delta U_{12}+A_{12}=-\Delta U_{23}+A_{12}=-\frac{3}{4}Q_{23}+A_{12}=50\,Дж$$

где. $A_{23}=\frac{1}{4}Q_{23}=50\,Дж$; $\Delta U_{23}=\frac{3}{4}Q_{23}=150\,Дж$.

Тогда $Q_{12}=\Delta U_{12}+A_{12}=-\Delta U_{23}+A_{12}=-\frac{3}{4}Q_{23}+A_{12}=50\,Дж$

З А Д А Ч А 4.

Ответ: $\boxed{I_{\max}=(U_O+E)\sqrt{\frac{C}{L}}=70\,мА}$

$$\boxed{U=2E+U_O=2\cdot5+2=12\,В},$$

Работа батареи $A=qE=CE(E+U_O)$.

Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C=\frac{CE^2}{2}-\frac{CU_O{}^2}{2}=\frac{C}{2}(E^2-U^2)$.

По закону сохранения энергии $A=\Delta W_C+\frac{L\cdot I^2{}_{\max}}{2}$.

Отсюда с учётом выражений для A и ΔW_C находим

$$I_{\max}=(U_O+E)\sqrt{\frac{C}{L}}=70\,мА.$$

З А Д А Ч А 5.

Ответ: $\boxed{A=\frac{2\upsilon}{9}\sqrt{\frac{2m}{k}}}$.

По второму закону Ньютона. $\vec{F}\Delta t=m\vec{\upsilon}_1-m\vec{\upsilon}$, где υ - скорость шара в момент удара.

При абсолютно упругом ударе сохраняется кинетическая энергия.

$\frac{m\upsilon^2}{2}=\frac{m_1\upsilon_1{}^2}{2}+\frac{m_1u^2}{2}$, (4) где u – скорость призмы, с которой она стала двигаться вдоль оси x.

Применяя закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии для системы призма – брусок, получим:

$$\boxed{A=\frac{2\upsilon}{9}\sqrt{\frac{2m}{k}}}$$

З А Д А Ч А 6.

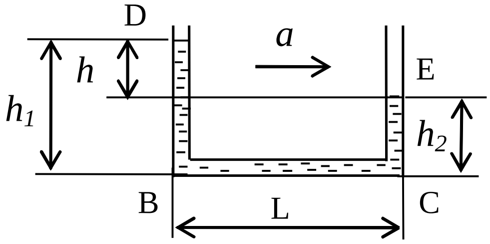
Ответ: $\boxed{N = \dfrac{m_O}{m_e}}$.

Для образования электронно-позитронной пары необходима энергия $2m_e c^2$, где m_e - масса покоя электрона. Пусть энергия гамма - кванта равна E_γ, тогда искомое число электронно-позитронных пар $N = 2\dfrac{E_\gamma}{2m_e c^2} = \dfrac{E_\gamma}{m_e c^2}$ (1). С учетом законов сохранения энергии и импульса число электронно-позитронных пар $\boxed{N = \dfrac{m_O}{m_e}}$.

Решение варианта 6

З А Д А Ч А 1.

Ответ: $\boxed{h = \frac{La}{g}}$.



Ртуть движется с ускорением *a;* следовательно, на неё действует горизонтальная сила. На ртутные столбики DB и EC действует сила со стороны стенок трубки. На горизонтальном участке BC на ртуть будет действовать сила. Эта сила возникает за счет разности давлений в сечениях B и C, то есть $P_B - P_C$.

$P_B = \rho g h_2$; $P_C = \rho g h_1$. $P_B - P_C = \rho g h_2 - \rho g h_1 = \rho g h$.

Разность сил давлений в сечениях BD и EC равна $F = \rho g h S$.

По второму закону Ньютона $ma = F_B - F_C$, где $m = \rho LS$.

Тогда $\rho LS \cdot a = \rho g h S$, откуда $h = \frac{La}{g}$.

З А Д А Ч А 2.

Ответ: $\boxed{\Delta t = \frac{3}{5}\frac{\upsilon^2}{c}}$.

Так как $Q = (m_1 + m_2)c\Delta t$, то $\frac{1}{2}\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}(\upsilon_1{}^2 + \upsilon_2{}^2) = (m_1 + m_2)c\Delta t$,

откуда найдём на сколько градусов нагреются пули после удара

$$\Delta t = \frac{1}{2}\frac{m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)^2 c}(\upsilon_1{}^2 + \upsilon_2{}^2).$$

При $m_1 = 2m$ и $m_2 = 3m$; $\upsilon_1 = \upsilon$, $\upsilon_2 = 2\upsilon$, $\Delta t = \frac{3}{5}\frac{\upsilon^2}{c}$

З А Д А Ч А 3.

Ответ: $\boxed{A_{12} = \frac{2}{3}A_{23} = 500\,Дж}$

В изобарном процессе 1 – 2 работа $A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = (c_P - c_V)\nu\Delta T$, где $\Delta T = \dfrac{A_{23}}{\nu \cdot c_V}$.

Тогда $A_{12} = \dfrac{2}{3} A_{23} = \dfrac{2}{3} 750 = 500\,Дж$.

З А Д А Ч А 4.

Ответ: $\boxed{\dfrac{\Phi_1}{\Phi} = \dfrac{\sigma}{\sigma + \alpha(S - \sigma)} \approx \dfrac{1}{3}}$.

По закону сохранения энергии поток, поступающий в камеру за единицу времени, $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$. $\Phi = E \cdot \sigma + E \cdot (S - \sigma)\alpha = E(\sigma + \alpha(S - \sigma))$. Из этих соотношений найдём часть светового потока, падающего на входное отверстие, которая выходит обратно:

$$\frac{\Phi_1}{\Phi} = \frac{E \cdot \sigma}{E(\sigma + \alpha(S - \sigma))} = \frac{\sigma}{\sigma + \alpha(S - \sigma)} = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 10^{-2}(2 - 1 \cdot 10^{-2})} = \frac{1}{1 + 2 - 10^{-2}} \approx \frac{1}{3}.$$

З А Д А Ч А 5.

Ответ: $\boxed{A = \dfrac{\varepsilon_O \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2}{d(1 + 2\varepsilon)}.}$

Работа, совершённая внешними силами $A = \dfrac{1}{2} C_2 E^2 - \dfrac{1}{2} C_1 E^2 - A_{БАТ}$.

После подстановки работы батареи получим

$$A = \frac{1}{2} E^2 (C_1 - C_2) = -\frac{1}{2} \varepsilon_O \cdot \varepsilon \cdot S \cdot E^2 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d + \varepsilon \cdot x} \right) = \frac{\varepsilon_O \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2 \cdot x}{2d(d + \varepsilon \cdot x)}.$$

При $x = 2\,d$ $\quad A = \dfrac{\varepsilon_O \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2 \cdot 2d}{2d(d + \varepsilon \cdot 2d)} = \dfrac{\varepsilon_O \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2}{d(1 + 2\varepsilon)}$.

З А Д А Ч А 6.

Ответ: $\boxed{\mu = \dfrac{1}{5}\mu_1 + \dfrac{4}{5}\mu_2 = 0{,}62}$.

Ускорение системы тел $\boxed{a = \dfrac{F_{ТР}}{m_1 + m_2} = \dfrac{g}{L}\left[\mu_1 (L - x) + \mu_2 x\right]}$ (1)

Х- длина брусков на правой плоскости

Проскальзывание верхнего бруска начинается при условии $\boxed{a = \mu g}$ (2)

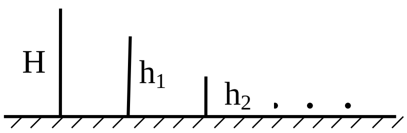
Приравняв (1) и (2), находим коэффициент трения μ между брусками

$$\boxed{\mu = \frac{1}{5}\mu_1 + \frac{4}{5}\mu_2 = 0{,}62}.$$

Решение варианта 14

З А Д А Ч А 1.

Ответ: $\boxed{S = H\,\dfrac{n^2+1}{n^2-1} = \dfrac{17}{15}H}$



$\upsilon_o = \sqrt{2gH}$; $\upsilon_1 = \dfrac{\upsilon_o}{n}$; $\upsilon_2 = \dfrac{\upsilon_1}{n} = \dfrac{\upsilon_o}{n^2}$, где $n = 4$ - коэффициент, показывающий, во сколько раз уменьшается скорость шарика при отскоке. $h_1 = \dfrac{\upsilon_1^{\,2}}{2g} = \dfrac{H^2}{n^2}$; $h_2 = \dfrac{\upsilon_2^{\,2}}{2g} = \dfrac{H}{n^4}$;

$$S = H + 2(h_1 + h_2 + ...) = H + \frac{2H}{n^2}\left(1 + \frac{1}{n^2} + \frac{1}{n^4} + .. + \right)$$

$\sum = \dfrac{1}{1-\dfrac{1}{n^2}} = \dfrac{n^2}{n^2-1}$; $S = H + \dfrac{2H}{n^2-1}$; $S = H\,\dfrac{n^2+1}{n^2-1}$; Подставив n = 4, найдём путь, пройденный шариком до остановки $S = H\,\dfrac{4^2+1}{4^2-1} = \dfrac{17}{15}H$.

З А Д А Ч А 2.

Ответ: $\boxed{U_2 = \dfrac{2C_1 \cdot U_0^{\,2}}{C_1 + C_2} = 200\ \ B}$.

Так как процесс перезарядки происходит медленно, потерями энергии на электромагнитное излучение можно пренебречь. Потерь на тепло тоже нет. Следовательно, электрическая энергия, запасённая в конденсаторе C_1, должна сохраняться:

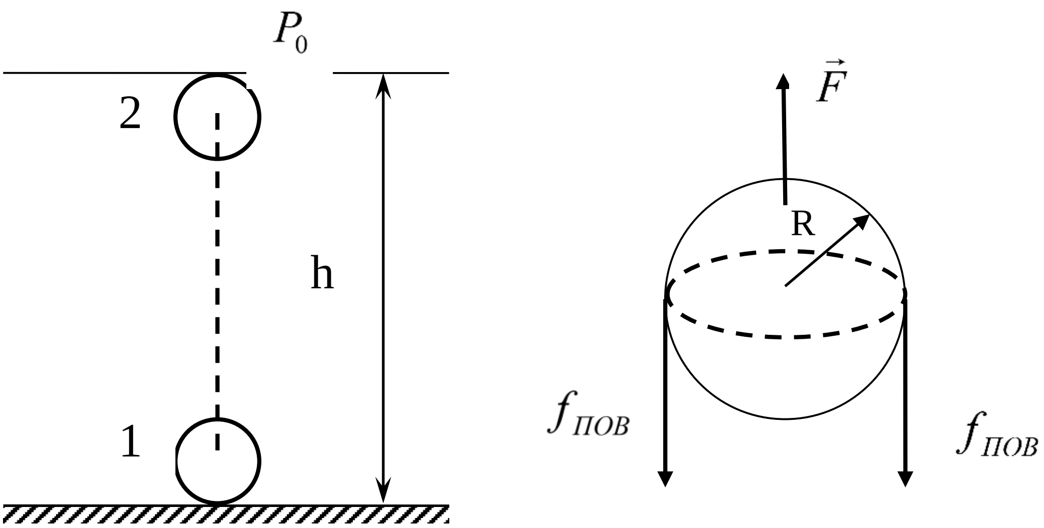
$$\frac{C_1 \cdot U_0^{\,2}}{2} = \frac{C_1 \cdot U_1^{\,2}}{2} + \frac{C_2 \cdot U_2^{\,2}}{2} \qquad (1).$$

Кроме того, сохраняется заряд: $\quad C_1 \cdot U_0 = C_1 \cdot U_1 + C_2 \cdot U_2 \quad$ (2)

Решая эту систему уравнений, находим, что конденсатор C_2, заряжается до разности потенциалов $U_2 = \dfrac{2C_1 \cdot U_0^{\,2}}{C_1 + C_2} = 200\ \ B$. Результат не зависит от индуктивности L. Она нужна в цепи для обеспечения медленной перезарядки, когда можно пренебречь потерями на электромагнитное излучение.

З А Д А Ч А 3.

Ответ: $\boxed{h = \dfrac{1}{\rho g}\left[P_0(n^3 - 1) + \dfrac{4\sigma}{d}\cdot(n^2 - 1)\right]}$



За счёт поверхностного натяжения добавочное давление в пузырьке найдём из условия

$2\pi R\cdot\sigma = P_{ДОБ}\cdot\pi R^2$. Отсюда $P_{ДОБ} = \dfrac{2\cdot\sigma}{R} = \dfrac{4\sigma}{d}$, где $d = 2R$.

В положении 1 пузырька $P_1\cdot V_1 = \left(P_0 + \rho g h + \dfrac{4\sigma}{d}\right)\cdot\dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{d}{2}\right)^3$.

В положении 2 пузырька $P_2\cdot V_2 = \left(P_0 + \dfrac{4\sigma}{n\cdot d}\right)\cdot\dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{n\cdot d}{2}\right)^3$. Так как $T = const$,то

$P_1\cdot V_1 = P_2\cdot V_2$. Тогда $\left(P_0 + \rho g h + \dfrac{4\sigma}{d}\right) = \left(P_0 + \dfrac{4\sigma}{n\cdot d}\right)\cdot n^3$. Отсюда

$$h = \frac{1}{\rho g}\left[P_0(n^3 - 1) + \frac{4\sigma}{d}\cdot(n^2 - 1)\right].$$

З А Д А Ч А 4.

Ответ: $\boxed{A_{23} = \dfrac{3}{5}\cdot Q_{12} = 600\ \ Дж}$.

В изобарном процессе 1-2**:**

$$Q_{12} = \nu\cdot c_P \Delta T$$

$\Delta U_{12} = \nu\cdot c_\upsilon\cdot\Delta T$, поэтому $\Delta U_{12} = \dfrac{c_\upsilon}{c_P}\cdot Q_{12} = \dfrac{3}{5}\cdot Q_{12}$.

В адиабатическом процессе 2- 3:

$$A_{23} = -\Delta U_{23} = +\Delta U_{12} = \frac{3}{5} \cdot Q_{12} = \frac{3}{5} \cdot Q = 600 \;\; \text{\textit{Дж}}$$

З А Д А Ч А 5.

Ответ: $\boxed{L = 2R_1 - 2R_2 = \frac{2m\upsilon_0}{e}\left(\frac{1}{B_1} - \frac{1}{B_2}\right)}$.

Так как $R = \frac{m\upsilon_o}{e \cdot B}$ то за время полуоборота электрон переместится на расстояние

$$L = 2R_1 - 2R_2 = \frac{2m\upsilon_0}{e}\left(\frac{1}{B_1} - \frac{1}{B_2}\right).$$

З А Д А Ч А 6.

Ответ: $\boxed{F = F_C = \frac{2\rho\upsilon^2 S^2}{\pi \cdot L^2 + S}}$.

Пусть n – число пылинок в единице объёма.

Тогда $\rho = n \cdot m$, где m - масса пылинки.

Число пылинок, падающих на ракету в единицу времени

$$N = n \cdot S \cdot \upsilon = \frac{\rho \cdot S \cdot \upsilon}{m}.$$

Сила сопротивления по второму закону Ньютона

$$F_C = N \cdot \Delta p_x = \frac{\rho \cdot S \cdot \upsilon}{m} \cdot 2m\upsilon \cdot \sin^2 \alpha = 2\rho\upsilon^2 S \sin^2 \alpha = \frac{2\rho\upsilon^2 S^2}{\pi \cdot L^2 + S}.$$

Сила тяги $F = F_C = \frac{2\rho\upsilon^2 S^2}{\pi \cdot L^2 + S}$.