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.

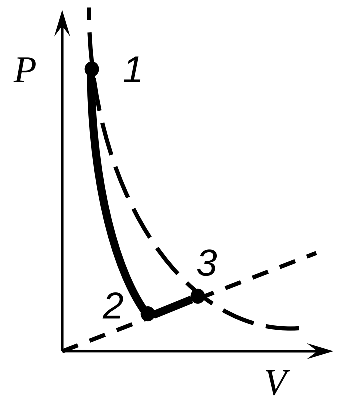
Из уравнения теплового баланса найдём, на сколько градусов повысится температура стержней

$\Delta T = \dfrac{Q}{2mc} = \dfrac{mgL}{2mc} = \dfrac{gL}{2c} = \dfrac{10 \cdot 1{,}3}{2 \cdot 130} = 0{,}05 K$, 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

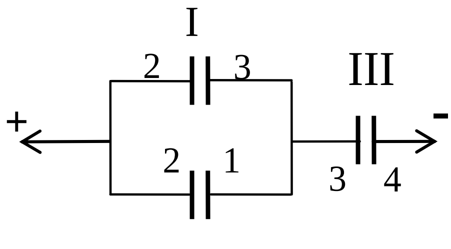


Рис. 2

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 $B = \dfrac{mg}{I\pi R}$.

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

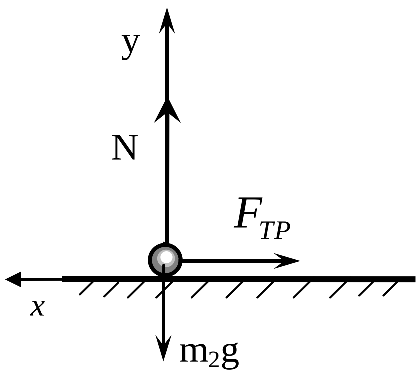
Ответ: $\boxed{\mu = \dfrac{\cos\alpha}{\dfrac{m_2}{m_1(3\sin\alpha - 2)} + \sin\alpha} = 0{,}16}$,

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

$\boxed{U = 2E + U_O = 2\cdot 5 + 2 = 12\,В}$,

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.

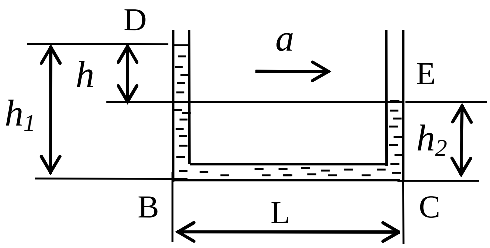
Ответ: $\boxed{N = \dfrac{m_O}{m_e}}$.

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 $m = \rho L S$.

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

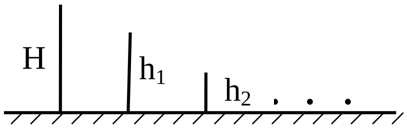
X- длина брусков на правой плоскости
Проскальзывание верхнего бруска начинается при условии $\boxed{a = \mu g}$ (2)
Приравняв (1) и (2), находим коэффициент трения μ между брусками

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

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.. $h_1 = \dfrac{\upsilon_1^{\,2}}{2g} = \dfrac{H^2}{n^2}$;

$$h_2 = \frac{\upsilon_2^{\,2}}{2g} = \frac{H}{n^4};\quad S = H + 2(h_1 + h_2 + ...) = H + \frac{2H}{n^2}\left(1 + \frac{1}{n^2} + \frac{1}{n^4} + .. + \right)$$

$$\sum = \frac{1}{1-\dfrac{1}{n^2}} = \frac{n^2}{n^2-1};\qquad S = H + \frac{2H}{n^2-1};\quad S = H\,\frac{n^2+1}{n^2-1};$$ 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.:

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

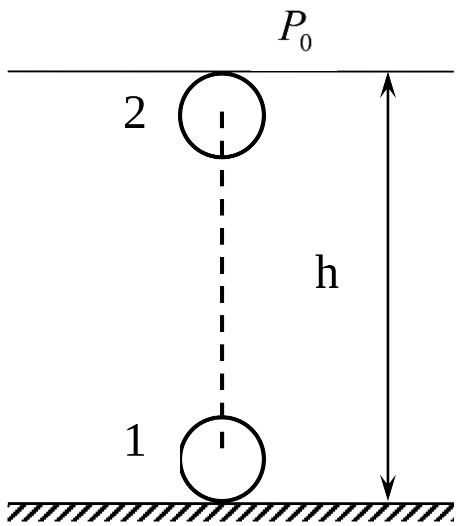
Кроме того, сохраняется заряд: $C_1 \cdot U_0 = C_1 \cdot U_1 + C_2 \cdot U_2$ (2)

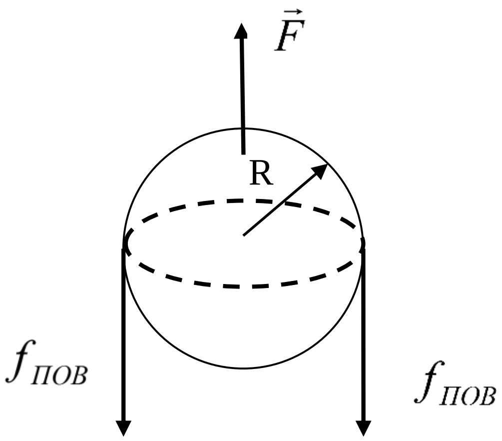
Решая эту систему уравнений, находим, что конденсатор C_2, заряжается до разности потенциалов

$U_2 = \dfrac{2C_1 \cdot U_0{}^2}{C_1 + C_2} = 200 \;\; B$. 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: $\boxed{A_{23} = \dfrac{3}{5} \cdot Q_{12} = 600 \ \ \text{Дж}}$.

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:

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

З А Д А Ч А 5.

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

Так как $R = \dfrac{m\upsilon_o}{e \cdot B}$ 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: $\boxed{F = F_C = \dfrac{2\rho\upsilon^2 S^2}{\pi \cdot L^2 + S}}$.

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

Пояснения и критерии для членов экспертной комиссии

по проверке ситуационной задачи

3. Членам экспертной комиссии предоставляется один из возможных вариантов решения экзаменационных задач. Решение школьника может отличаться от авторского варианта решения, предоставленного комиссии.

4. Корректная проверка решения не может быть осуществлена только по ответам. Основным критерием правильности решения является верное использование физических законов и разумный учёт технических параметров, характеристик и ограничений.

	Верные элементы решения	**Количество баллов**
1	Сформулирована расчётная схема (в том числе, графически), выделены и правильно формализованы все необходимые физические законы	0-9
2	Составлена система уравнений и математическая модель	0-7
3	Верно учтены технические параметры, характеристики и ограничения	0-7
4	Проведены расчеты, получен верный ответ	0-7
	Итого	max 30