

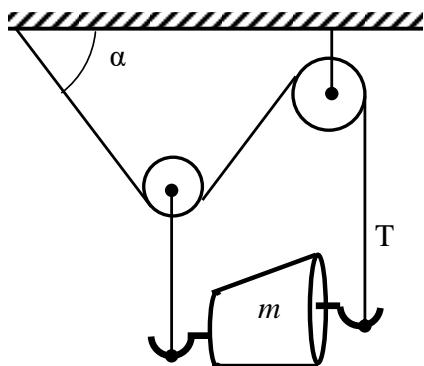
Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

Заключительный этап

Вариант: 2

Класс: 10

**Задача 1 (8 баллов).** Деревянную заготовку подвесили на легких нитях через систему блоков к горизонтальному потолку (см. рисунок). Нити привязаны к крючкам, которые вбиты в противоположные концы заготовки. Правая часть длинной нити вертикальна и натянута с силой  $T = 20 \text{ Н}$ , а левый наклонный отрезок этой нити составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с потолком. Считая блоки невесомыми, и пренебрегая трением нитей о блоки, найдите массу заготовки с крючками.

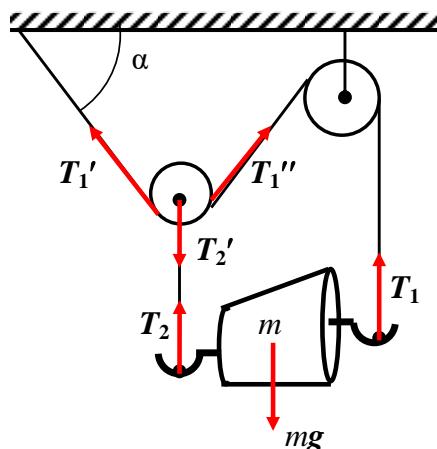


$$\text{Ответ. } m = \frac{T(1 + 2\sin \alpha)}{g} = 4 \text{ кг.}$$

Решение.

Т.к. нити легкие, то  $T_1' = T_1'' = T_1$ . Условие равновесия заготовки в проекции на вертикальную ось координат:  $T_1 + T_2 = mg$ . Т.к. сумма проекций сил натяжения на горизонтальную ось равна нулю, то наклонные отрезки нити расположены под углом  $90^\circ - \alpha$  к вертикалам. Поэтому  $T_2 = T_2' = 2T \sin \alpha$ .

$$\Rightarrow m = \frac{T(1 + 2\sin \alpha)}{g} = 4 \text{ кг.}$$



Критерии оценивания заданий	Баллы за задание
Решение отсутствует ИЛИ в решении нет ни одной правильной формулы.	0
Присутствует хотя бы одна правильная формула ИЛИ сделан рисунок, необходимый для решения задачи, но в целом задача не решена.	1 балл
Правильно понят смысл задачи и указано, какие законы должны использоваться для ее решения, но сами формулы, выражающие эти законы, записаны неверно	2 балла
В решении отсутствуют ИЛИ записаны неверно одна-две из исходных формул, необходимых для решения данной задачи, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	3 балла
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но отсутствуют какие-либо математические преобразования, или в этих преобразованиях содержатся грубые ошибки.	4 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	6 баллов

**Олимпиада школьников «Шаг в будущее»**

**Заключительный этап**

Правильно записаны все уравнения, требующиеся для решения задачи, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков.	7 баллов
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Незначительные математические погрешности в преобразованиях или вычислениях.</li> <li>✓ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения или не зачеркнуты.</li> <li>✓ Отсутствуют важные пояснения применяемых законов или физических величин.</li> <li>✓ Не представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</li> </ul>	
Задача полностью решена и получен правильный ответ.	8 баллов

**Задача 2 (8 баллов).** На дне сосуда, заполненного воздухом, лежит груз массой  $m = 30$  г, к которому привязан воздушный шарик радиусом  $r = 10$  см. Шарик заполнен гелием. При каком минимальном давлении внутри сосуда воздушный шарик сможет поднять груз? Температуры гелия внутри шара и воздуха в сосуде одинаковы и равны  $t = 27^\circ\text{C}$ . Молярная масса воздуха  $\mu = 29$  г/моль. Считайте, что масса оболочки шарика гораздо меньше массы груза. Давления снаружи и внутри шарика одинаковы. *Объём шара радиусом  $r$  вычисляется по формуле*

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3.$$

Ответ.  $p_{\min} = \frac{3mRT}{4(\mu_e - \mu_{He})\pi r^3} = 7,14 \cdot 10^5$  Па.

Решение.

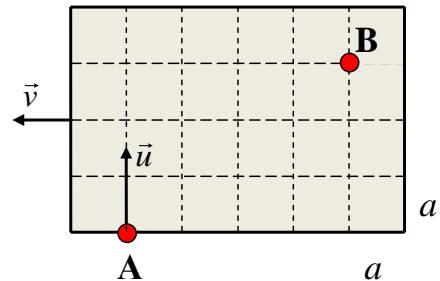
Найдем массу гелия в шарике  $m_{He} = \frac{\mu_{He} p V}{RT}$  и плотность воздуха снаружи шара  $\rho_e = \mu_e p / (RT)$ . Условие подъема шарика с грузом:  $mg + m_{He}g \leq F_A$ , где сила Архимеда равна  $F_A = \rho_e g V$ .  $\Rightarrow p_{\min} = \frac{3mRT}{4(\mu_e - \mu_{He})\pi r^3} = 7,14 \cdot 10^5$  Па.

Критерий оценивания заданий	Баллы за задание
Решение отсутствует ИЛИ в решении нет ни одной правильной формулы.	0
Присутствует хотя бы одна правильная формула ИЛИ сделан рисунок, необходимый для решения задачи, но в целом задача не решена.	1 балл
Правильно понят смысл задачи и указано, какие законы должны использоваться для ее решения, но сами формулы, выраждающие эти законы, записаны неверно	2 балла
В решении отсутствуют ИЛИ записаны неверно одна-две из исходных формул, необходимых для решения данной задачи, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	3 балла
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но отсутствуют какие-либо математические преобразования, или в этих преобразованиях содержатся грубые ошибки.	4 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	6 баллов
Правильно записаны все уравнения, требующиеся для решения задачи, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков.	7 баллов
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Незначительные математические погрешности в преобразованиях или</li> </ul>	

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»  
Заключительный этап

вычислениях. ✓ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения или не зачеркнуты. ✓ Отсутствуют важные пояснения применяемых законов или физических величин. ✓ Не представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	
Задача полностью решена и получен правильный ответ.	8 баллов

**Задача 3 (14 баллов).** По горизонтальной поверхности стола движется с постоянной скоростью  $\vec{v}$  прямоугольная доска с квадратными клетками; сторона одной клетки  $a = 5$  см (см. рисунок). Из точки А доски запустили кусочек цветного мелка, который остановился в точке В доски.

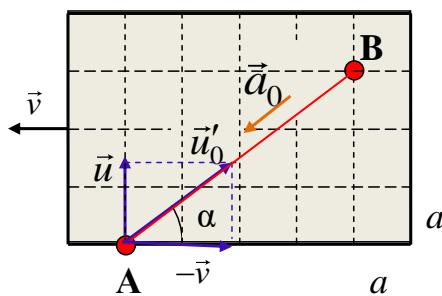


В начальный момент скорость мелка  $\vec{u}$  относительно стола направлена перпендикулярно вектору скорости  $\vec{v}$ . Определите коэффициент трения между мелком и доской, если скорость доски  $v = 0.9$  м/с. Векторы  $\vec{v}$  и  $\vec{u}$  на рисунке изображены без соблюдения масштаба между ними.

Ответ.  $\mu = \frac{5v^2}{32ga} = 0,25$ .

Решение.

В системе отсчета, связанной с доской, начальная скорость мелка  $\vec{u}'_0 = \vec{u} - \vec{v}$ . Т.к. сила трения направлена противоположно вектору  $\vec{u}'_0$ , то направление скорости мелка меняться не будет. Будет меняться лишь модуль относительной скорости мелка. Это означает, что кусочек мелка движется по прямолинейной траектории АВ с замедляющим ускорением  $a_0 = \mu g$ , направленным параллельно АВ (см. рис.). Тогда  $u'^2 = 2a_0 s$ , где  $s = AB = 5a$ . Из рис.  $\frac{u}{v} = \tan \alpha = \frac{3}{4}$ ,  $\Rightarrow u = \frac{3}{4}v$ .  $u'^2 = u^2 + v^2 = \frac{25}{16}v^2$ . Тогда  $\mu = \frac{5v^2}{32ga} = 0,25$ .



Критерии оценивания заданий	Баллы за задание
Решение отсутствует ИЛИ в решении нет ни одной правильной формулы.	0
Присутствует хотя бы одна правильная формула ИЛИ сделан рисунок, необходимый для решения задачи, но в целом задача не решена.	1 балл
Правильно понят смысл задачи и указано, какие законы должны использоваться для ее решения, но сами формулы, выраждающие эти законы, записаны неверно	2 балла

**Олимпиада школьников «Шаг в будущее»**

**Заключительный этап**

В решении отсутствуют ИЛИ записаны неверно одна-две из исходных формул, необходимых для решения данной задачи, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	4 балла
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но отсутствуют какие-либо математические преобразования, или в этих преобразованиях содержатся грубые ошибки.	8 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	11 баллов
Правильно записаны все уравнения, требующиеся для решения задачи, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков.	13 баллов
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Незначительные математические погрешности в преобразованиях или вычислениях.</li> <li>✓ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения или не зачеркнуты.</li> <li>✓ Отсутствуют важные пояснения применяемых законов или физических величин.</li> <li>✓ Не представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</li> </ul>	
Задача полностью решена и получен правильный ответ.	14 баллов

**Задача 4 (14 баллов).** Где-то во Вселенной четыре точечных тела одинаковой массы  $m$  движутся с постоянными по модулю скоростями. В процессе движения тела остаются все время в вершинах квадрата со стороной  $a$ , лежащего в одной и той же плоскости. С какой скоростью движутся эти четыре тела? Считайте, что в этой области Вселенной на данные точечные тела не действуют никакие другие силы, кроме сил собственного гравитационного притяжения.

Ответ.  $v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Gm(4 + \sqrt{2})}{a}}$ .

Решение.

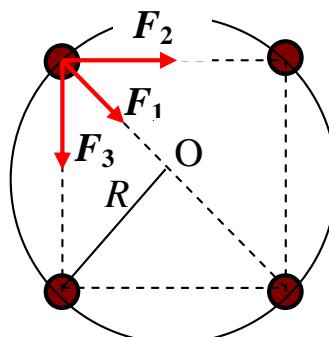
Поскольку на тела действуют только силы тяготения между ними, и они все время остаются в вершинах квадрата, то тела движутся по окружности радиуса  $R = \frac{a}{\sqrt{2}}$  (см. рисунок).

Уравнение динамики вращательного движения

тел:  $F_1 + F_2 \cos 45^\circ + F_3 \cos 45^\circ = \frac{mv^2}{R}$ ,

где  $F_1 = G \frac{m^2}{(2R)^2} = G \frac{m^2}{2a^2}$ ,  $F_2 = F_3 = G \frac{m^2}{a^2}$ . Тогда

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Gm(4 + \sqrt{2})}{a}}.$$



Критерии оценивания заданий	Баллы за задание
Решение отсутствует ИЛИ в решении нет ни одной правильной формулы.	0
Присутствует хотя бы одна правильная формула ИЛИ сделан рисунок, необходимый для решения задачи, но в целом задача не решена.	1 балл

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

Заключительный этап

Правильно понят смысл задачи и указано, какие законы должны использоваться для ее решения, но сами формулы, выражающие эти законы, записаны неверно	2 балла
В решении отсутствуют ИЛИ записаны неверно одна-две из исходных формул, необходимых для решения данной задачи, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	4 балла
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но отсутствуют какие-либо математические преобразования, или в этих преобразованиях содержатся грубые ошибки.	8 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	11 баллов
Правильно записаны все уравнения, требующиеся для решения задачи, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Незначительные математические погрешности в преобразованиях или вычислениях.</li> <li>✓ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения или не зачеркнуты.</li> <li>✓ Отсутствуют важные пояснения применяемых законов или физических величин.</li> <li>✓ Не представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</li> </ul>	13 баллов
Задача полностью решена и получен правильный ответ.	14 баллов

**Задача 5 (18 баллов).** Однородный тонкий обруч катится без проскальзывания по наклонной плоскости с ускорением  $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$ . Если обруч заклинить, чтобы он не вращался, то он будет скользить по той же самой наклонной плоскости, с ускорением  $a_2 = 5 \text{ м/с}^2$ , при этом обруч в процессе скольжения остается в вертикальной плоскости. Чему равен коэффициент трения  $\mu$  между обручем и поверхностью наклонной плоскости?

Ответ.  $\mu = \frac{2a_1 - a_2}{\sqrt{g^2 - 4a_1^2}} = 0,5$ .

Решение.

1. Получим формулу для ускорения обруча. При качении обруча без проскальзывания скорость нижней точки всегда равна нулю, что означает, что между обручем и плоскостью действует сила трения покоя, работа которой равна нулю. Проще всего найти ускорение  $a_1$  обруча из закона сохранения энергии.

Пусть обруч за время движения  $t$  приобрел скорость  $v = a_1 t$  и прошел расстояние

$$s = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{a_1 t^2}{2}, \text{ где } \alpha - \text{угол наклона плоскости к горизонту, } h - \text{перепад высот за время}$$

движения  $t$ . Тогда  $mgh = E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$ , где  $m$  – масса обруча,  $E_k$  – его кинетическая

энергия,  $I = mR^2$  – момент инерции обруча,  $\omega = \frac{v}{R}$  – угловая скорость вращения обруча,  $R$  –

$$\text{радиус обруча. } \Rightarrow mgh = mv^2, \Rightarrow g \frac{a_1 t^2}{2} \sin \alpha = (a_1 t)^2, \Rightarrow a_1 = \frac{g}{2} \sin \alpha, \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2a_1}{g}.$$

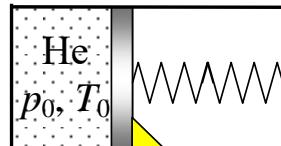
2. Ускорение бруска  $a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2a_1 - \mu \sqrt{g^2 - 4a_1^2}$

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»  
Заключительный этап

$$\Rightarrow \mu = \frac{2a_1 - a_2}{\sqrt{g^2 - 4a_1^2}} = 0,5.$$

Критерии оценивания заданий	Баллы за задание
Решение отсутствует ИЛИ в решении нет ни одной правильной формулы.	0
Присутствует хотя бы одна правильная формула ИЛИ сделан рисунок, необходимый для решения задачи, но в целом задача не решена.	1 балл
Правильно понят смысл задачи и указано, какие законы должны использоваться для ее решения, но сами формулы, выражающие эти законы, записаны неверно	2 балла
В решении отсутствуют ИЛИ записаны неверно одна-две из исходных формул, необходимых для решения данной задачи, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	5 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но отсутствуют какие-либо математические преобразования, или в этих преобразованиях содержатся грубые ошибки.	10 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	14 баллов
Правильно записаны все уравнения, требующиеся для решения задачи, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Незначительные математические погрешности в преобразованиях или вычислениях.</li> <li>✓ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения или не зачеркнуты.</li> <li>✓ Отсутствуют важные пояснения применяемых законов или физических величин.</li> <li>✓ Не представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</li> </ul>	17 баллов
Задача полностью решена и получен правильный ответ.	18 баллов

**Задача 6 (18 баллов).** Горизонтально расположенный теплоизолированный цилиндр разделен поршнем на две части: слева от поршня находятся два моля гелия при давлении  $p_0$  и абсолютной температуре  $T_0$ , а справа – вакуум (см. рисунок). Поршень закреплен с помощью упора и соединен с правой стенкой легкой пружиной, которая находится в недеформированном состоянии. После того как поршень освободили от упора, то в новом положении равновесия объем, занимаемый гелием, увеличился вдвое. Найдите температуру и давление гелия в конечном состоянии. Теплоемкостью цилиндра, поршня и пружины пренебречь. Трение между поршнем и боковой поверхностью цилиндра отсутствует.



Ответ.  $T_1 = \frac{6}{7}T_0$ ,  $p_1 = \frac{3}{7}p_0$ .

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

Заключительный этап

Решение.

Уравнение состояния гелия в начальном состоянии:  $p_0 V_0 = \nu R T_0$ , где  $V_0$  – первоначальный объем гелия,  $\nu = 2$  моль. После того, как поршень освободили, и он занял новое положение равновесия, его объем  $V_1 = 2V_0$ , давление  $p_1$  и температура  $T_1$ . Тогда  $p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow p_1 \cdot 2V_0 = \nu R T_1$ .

Т.к. сосуд теплоизолирован, то  $\Delta U + A = 0$ , где изменение внутренней энергии гелия  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0)$ , а работа, совершаемая гелием, равна изменению потенциальной энергии пружины  $A = \frac{kx_1^2}{2}$ , где  $x_1 = \frac{\Delta V}{S} = \frac{V_0}{S}$  – смещение поршня,  $S$  – площадь сечения поршня.

Т.к. после установления равновесия, поршень находится в покое, то сила упругости пружины равна силе давления газа:  $kx_1 = p_1 S$ . Тогда

$$2p_1 x_1 S = \nu R T_1, \Rightarrow 2kx_1^2 = \nu R T_1 \Rightarrow A = \frac{\nu R T_1}{4}.$$

После подстановки в первое начало термодинамики выражений для  $\Delta U$  и  $A$ ,  $\Rightarrow \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0) + \frac{\nu R T_1}{4} = 0, \Rightarrow T_1 = \frac{6}{7} T_0$ .

Разделив уравнения начального и конечного состояний гелия одно на другое, получим,  $p_1 = \frac{p_0}{2} \cdot \frac{T_1}{T_0} = \frac{3}{7} p_0$ .

Критерий оценивания заданий	Баллы за задание
Решение отсутствует ИЛИ в решении нет ни одной правильной формулы.	0
Присутствует хотя бы одна правильная формула ИЛИ сделан рисунок, необходимый для решения задачи, но в целом задача не решена.	1 балл
Правильно понят смысл задачи и указано, какие законы должны использоваться для ее решения, но сами формулы, выражающие эти законы, записаны неверно	2 балла
В решении отсутствуют ИЛИ записаны неверно одна-две из исходных формул, необходимых для решения данной задачи, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	5 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но отсутствуют какие-либо математические преобразования, или в этих преобразованиях содержатся грубые ошибки.	10 баллов
Представлены все уравнения, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	14 баллов

**Олимпиада школьников «Шаг в будущее»**  
**Заключительный этап**

Правильно записаны все уравнения, требующиеся для решения задачи, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков.	17 баллов
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Незначительные математические погрешности в преобразованиях или вычислениях.</li> <li>✓ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения или не зачеркнуты.</li> <li>✓ Отсутствуют важные пояснения применяемых законов или физических величин.</li> <li>✓ Не представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</li> </ul>	
Задача полностью решена и получен правильный ответ.	18 баллов

### **Задача 7 - Ситуационная задача**

Подводный самолет – аппарат с положительной плавучестью, способный погружаться при движении за счет небольших крыльев, создающих направленную вниз силу.

Аппарат имеет сухую массу 1000 кг. Находясь на глубине 200 м, вытесняет объем воды 0,9 м<sup>3</sup> и еще дополнительно 24 дм<sup>3</sup> в виде воздушного пузыря, свободно сообщающегося с окружающей средой.

Температуру газа в воздушном пузыре считать постоянной и равной 20°C. Молярная масса воздуха  $\mu = 29$  г/моль. Определите необходимую скорость движения аппарата для погружения у поверхности, если площадь крыльев составляет 0,1 м<sup>2</sup>, а коэффициент подъемной силы 0,8.

Подъемная сила определяется соотношением

$$F_{\text{под}} = C_y S_{\text{крыла}} \frac{\rho U^2}{2}$$

$C_y$  – коэффициент подъемной силы,  $S_{\text{крыла}}$  – площадь крыльев,  $\rho$  – плотность воды,  $U$  – скорость движения аппарата относительно воды.

### **Возможное решение**

На движущийся аппарат действуют три значимые вертикальные силы:

Сила тяжести

$$F_T = mg$$

Сила Архимеда

$$F_A = \rho g V$$

Погружающая сила крыла

$$F_{n\partial} = C_y S_{\text{крыла}} \frac{\rho U^2}{2}.$$

При этом вытесняемый объем складывается из объема аппарата и объема газового пузыря.

Запишем второй закон Ньютона для аппарата у поверхности (при 0 глубине) :

$$\rho g V_{\text{аппарат}} + \rho g V_{z0} - mg - C_y S_{\text{крыла}} \frac{\rho U^2}{2} = 0.$$

Для определения объёма газа в пузыре запишем уравнения Менделеева-Клайперона для воздуха при атмосферном давлении  $p_{\text{атм}}$  и давлении на глубине  $p$

$$p_{\text{атм}} V_{z0} = \frac{m_e}{\mu_B} RT$$

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

Заключительный этап

$$pV_e = \frac{m_e}{\mu_B} RT$$

тогда

$$V_{e0} = \frac{pV_e}{p_{atm}} = \frac{V_e(p_{atm} + \rho gh)}{p_{atm}}.$$

Тогда

$$\rho g V_{apparata} + \rho g \frac{V_e(p_{atm} + \rho gh)}{p_{atm}} - mg - C_y S_{крыла} \frac{\rho U^2}{2} = 0.$$

Откуда скорость равна

$$u = \sqrt{\frac{2g \left( \rho V_{apparata} + \rho \frac{V_e(p_{atm} + \rho gh)}{p_{atm}} - m \right)}{C_y S_{крыла} \rho}}$$

$$u = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \left( 10^3 \cdot 0.9 + 10^3 \frac{0.024(10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 200)}{10^5} - 1000 \right)}{0.8 \cdot 0.1 \cdot 10^3}} = 10 \text{ м/с}$$

**Ответ:** скорость движения аппарата равна 10 м/с.

**Пояснения и критерии для членов экспертной комиссии по проверке ситуационной задачи**

- Членам экспертной комиссии предоставляется один из возможных вариантов решения экзаменационных задач. Решение школьника может отличаться от авторского варианта решения, предоставленного комиссии.
- Корректная проверка решения не может быть осуществлена только по ответам. Основным критерием правильности решения является верное использование физических законов и разумный учёт технических параметров, характеристики и ограничений.

	<b>Верные элементы решения</b>	<b>Количество баллов</b>
1	Сформулирована расчётная схема (в том числе, графически), выделены и правильно formalizованы все необходимые физические законы	0-5
2	Составлена система уравнений и математическая модель	0-5
3	Верно учтены технические параметры, характеристики и ограничения	0-5
4	Проведены расчеты, получен верный ответ, разумный с точки зрения физического смысла	0-5
	Итого	max 20