

**Решение заключительного этапа
Республиканской юниорской олимпиады по физике, 2023
7 класс**

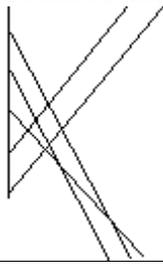
Задача 1 [8 баллов].

<p>При вытекании малой порции воды массой Δm потенциальная энергия системы уменьшается на Δmgh (эквивалентно перемещению порции воды с поверхности, на выход из отверстия) и переходит в кинетическую энергии порции $\Delta mgh = \frac{\Delta mv^2}{2}$</p> $v = \sqrt{2gH}$	[1 балл]
<p>Из условия сохранения объёма (уравнение неразрывности)</p> $\sigma vt = Svt$ $u = \frac{\sigma}{S} \sqrt{2gH}$	[1 балл]
<p>Если скорость меняется как $u = at + \frac{\sigma}{S} \sqrt{2gH}$</p> <p>то пройденный путь равен</p> $\frac{u + u(0)}{2} t = H - h$	[1 балл]
$\frac{\left(\frac{\sigma}{S} \sqrt{2gh} + \frac{\sigma}{S} \sqrt{2gH}\right) \left(\frac{\sigma}{S} \sqrt{2gh} - \frac{\sigma}{S} \sqrt{2gH}\right)}{2} = \frac{\left(\frac{\sigma}{S}\right)^2 g(h - H)}{a} = H - h$ $a = -\left(\frac{\sigma}{S}\right)^2 g$	[1 балл]
<p>Скорость меняется линейно от $\frac{\sigma}{S} \sqrt{2gH}$ до 0</p> <p>Средняя скорость является средним арифметическим</p> $u_{\text{cp}} = \frac{\sigma}{S} \sqrt{\frac{gH}{2}}$	[1 балл]
$t = \frac{H}{u_{\text{cp}}} = \frac{S}{\sigma} \sqrt{\frac{2H}{g}} = 31,6 \text{ c}$	[1 балл]

Задача 2 [8 баллов].

<p>Из закона сохранения энергии, а также из симметрии напрямую следует</p> $u_1 = u_2 = v$	[1 балл]
<p>Возможный вариант</p> <p>Найдём систему, в которой шарики движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями, поскольку для неё решение известно.</p> <p>Предположим, что она движется сонаправленно к v_1 со скоростью V, тогда в ней шарики налетают друг на друга со скоростями $v' = v_1 - V = v_2 + V$</p> $\frac{v_1 - v_2}{2} = V$	[1 балл]
<p>После удара они отлетают с теми же скоростями</p> <p>После возвращения в лабораторную систему</p> $u_1 = v' - V = v_2$ $u_2 = v' + V = v_1$ <p>то есть шарики обменялись скоростями</p>	[1 балл]
<p>Шарики меняются скоростями как если бы проходили сквозь друг друга</p> <p>Начертим качественно уравнения траекторий.</p>	[1 балл]

Их пересечения дадут количество встреч шариков, то есть количество столкновений - 8.



Задача_3 [7 баллов].

$x_1 = \frac{T}{k_1} = \frac{m_0 g}{2k_1} = 0,49 \text{ см}$	[1+0,5 балла]
$x_2 = \frac{2T}{k_2} = \frac{m_0 g}{k_2} = 1,96 \text{ см}$	[1+0,5 балла]
При удлинении пружины Δx_1 груз проходит $\Delta s_1 = \Delta x_1$	[1 балл]
При удлинении пружины Δx_2 груз проходит $\Delta s_2 = 2\Delta x_2$	[1 балл]
$\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 = \Delta m g \left(\frac{1}{k_1} + \frac{2}{k_2} \right)$	[1 балл]
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} g \left(\frac{1}{k_1} + \frac{2}{k_2} \right) = \mu g \left(\frac{1}{k_1} + \frac{2}{k_2} \right) = 1,17 \text{ мм/с}$	[0,5+0,5 балла]

Задача_4 [7 баллов].

Сила направлена перпендикулярно стержню. $Rl = mg \frac{l}{2\sqrt{2}}$	[1 балл]
$R = \frac{mg}{2\sqrt{2}}$	[0.5 балла]
Проекция – катеты равнобедренного треугольника с гипотенузой R $R_x = R_y = \frac{R}{\sqrt{2}} = \frac{mg}{4}$	[0.5 балла]
Условие равновесия куба в проекциях на вертикаль и горизонталь $R_y + mg = N$	[1 балл]
где N сила реакции поверхности, на которой стоит куб $R_x = F_{\text{тр}}$	[1 балл]
Но $F_{\text{тр}} \leq \mu N$	[1 балл]
$\mu \geq \frac{R_x}{R_y + mg} = \frac{1}{5}$	[1 балл]