

**Решение заключительного этапа  
Республиканской юниорской олимпиады по физике, 2022  
7 класс**

**Задача\_1 [6 баллов].**

$$F \Delta x = \Delta E = \frac{m}{2} \Delta (v^2) \quad (1) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$F = \frac{\frac{m}{2} \Delta (v^2)}{\Delta x} \quad (2) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

Выпишем значения координат и скоростей. Рассчитаем квадраты скоростей и их изменения на каждые 0,1 м, а также силы на этих участках. Когда доска заедет полностью сила перестанет расти.

X, м	v, м/с [1 балл]	v <sup>2</sup> [1 балл]	Δ (v <sup>2</sup> ) [1 балл]	F, Н [1 балл]
0	3	9	0.19	9.46
0.1	2.97	8.81	0.53	26.28
0.2	2.88	8.29	0.80	39.87
0.3	2.74	7.49	1.00	50.24
0.4	2.55	6.48	1.15	57.47
0.5	2.31	5.33	1.20	60.00
0.6	2.03	4.13	1.20	60,00
0.7	1.71	2.93	1.20	60,00
0.8	1.32	1.73		

После 0,5 м доска уже заехала полностью, после 0,4 ещё нет. Для уточнения можно провести расчёт при координатах 0,55 и 0,45 скорости 2,43 и 2,17 м/с).  $F = \frac{10(2.43^2 - 2.17^2)}{2*0.1} = 59.8 \text{ Н}$ .  
При 0,45 м доска ещё не заехала. С допустимой погрешностью возьмём длину равной 0,5 м.

$$L=5 \text{ м} \quad (3) \quad [1 \text{ балл}]$$

**Задача\_2 [8 баллов].**

2.1. Для двух труб соединённых последовательно разность давлений складывается

$$\Delta p = 2 \frac{q}{k} = 5,11 \text{ Па} \quad (1) \quad [1 \text{ балл}]$$

2.2. В параллельно соединённых трубах разность давлений одинакова, а поток будет суммой потока двух труб

$$q = 2k \Delta p \quad (2) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$\Delta p = \frac{q}{2k} = 1,28 \text{ Па} \quad (3) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

2.3 Поток равен сумме потоков в двух ветвях

$$q = q_1 + q_2 \quad (4) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$q = \frac{\Delta p}{k} + \frac{\Delta p}{2k} = \frac{3 \Delta p}{2k} \quad (5) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$\Delta p = \frac{2q}{3k} = 1,70 \text{ Па} \quad (6) \quad [1 \text{ балл}]$$

2.4. Разъединение среднего узла по оси симметрии не изменяет потоков схемы поэтому схему можно разделить на две симметричные части несущие половину потока  $q/2$ . [1 балл]  
На каждой одиночной трубе в них теряется

$$\Delta p' = \frac{q}{2} \frac{1}{k} \quad (7) \quad [1 \text{ балл}]$$

На каждой ветви параллельного соединения посередине (через неё идёт уже поток  $q/4$ ):

$$\Delta p - 2 \Delta p' = 2 \frac{q}{4} \frac{1}{k} \quad (8) \quad [1 \text{ балл}]$$

$$\Delta p = 2 \frac{q}{2} \frac{1}{k} + 2 \frac{q}{4} \frac{1}{k} = \frac{3}{2} \frac{q}{k} = 3,83 \text{ Па} \quad (9) \quad [1 \text{ балл}]$$

### Задача\_3 [8 баллов].

3.1 Наиболее устойчивое положение при минимальном значении высоты центра тяжести системы. При полном и пустом стакане оно равно Пусть вода налита до высоты  $h$ . Её масса

$$m = \pi r^2 h \rho \quad (1) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

Центр масс стакана находится на высоте  $H/2$  а всей системы на высоте

$$h_c = \frac{\frac{mh}{2} + \frac{MH}{2}}{m + M} = \frac{\pi r^2 h^2 \rho + MH}{2(\pi r^2 h \rho + M)} \quad (2) \quad [2 \text{ балл}]$$

Перепишем формулу

$$h^2 - 2hh_c + M(H - h_c)/\pi r^2 \rho = 0 \quad (3)$$

Для каждого значения  $h_c$  при прочих постоянных, может быть либо два, либо одно значение  $h$ . Очевидно, если минимум есть, это случай с одним корнем, а выражение должно представлять собой полный квадрат и при этом  $h = h_c$ . [1 балла]

Для этого необходимо

$$h_c^2 = M(H - h_c)/\pi r^2 \rho \quad (4) \quad [2 \text{ балл}]$$

$$h_c^2 + \frac{Mh_c}{\pi r^2 \rho} - \frac{MH}{\pi r^2 \rho} = 0 \quad (5) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$h_c^2 + \frac{10h_c}{4} - \frac{150}{4} = 0 \quad (6) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$\left(h_c + \frac{5}{4}\right)^2 = \frac{625}{16} = 0 \quad (7) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

$$h = h_c = \frac{25}{4} - \frac{5}{4} = 5 \text{ см} \quad (8) \quad [1 \text{ балл}]$$

### Задача\_4 [8 баллов].

4.1 Из  $\eta$ ,  $r$ ,  $v$  создается единственным способом комбинация, имеющая размерность силы

$$F = \eta r v \quad (1) \quad [1,5 \text{ балла}]$$

Реальное выражение для силы  $F = 6\pi\eta r v$

$$F = 6\pi\eta r v \quad (2) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

4.2. В цилиндре объёмом  $\pi r^2 l$  находится одна капля перекрывающая видимость

$$\pi r^2 l n = 1 \quad (3) \quad [1 \text{ балл}]$$

$$r = \frac{1}{\sqrt{\pi l n}} = 5 \text{ м.м} \quad (4) \quad [1 \text{ балл}]$$

4.3. Скорость падения капель определится из (Архимедовой силой в воздухе пренебрежём)

$$6\pi\eta r v = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 g \quad (5) \quad [1 \text{ балл}]$$

$$v = \rho \cdot \frac{2r^2}{9\eta} g = 3,1 \text{ м/с} \quad (6) \quad [1 \text{ балл}]$$

Высота слоя:

$$h = vt = 186 \text{ м} \quad (7) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

В воздухе над каждым квадратным метром ( $S=1$  кв.м.) содержится  $N$  капель

$$N = nhS = 2,98 \cdot 10^5 \quad (8) \quad [0,5 \text{ балла}]$$

А их масса

$$m = N \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = 156 \text{ кг} \quad (9) \quad [1 \text{ балл}]$$