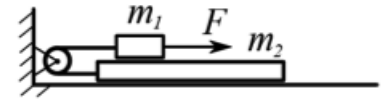


## Олимпиада «Физтех» по физике

## 10 класс, 2018 год, вариант 2

1. Систему из бруска массой  $m_1 = 3m$  и доски массой  $m_2 = m$ , находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая к бруску горизонтальную силу  $F$  (см. рис.). Коэффициент трения между столом и доской и между горизонтальной поверхностью доски и бруском равен  $\mu$ . Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.



- 1) Найти ускорение  $a_1$  бруска, если бы не было трения.
- 2) Найти ускорение  $a_2$  бруска, если есть трение и параметры  $F$ ,  $m$ ,  $\mu$  подобраны так, что есть движение.

$$\frac{m_1}{m_1 + m_2} = \mu v \quad (\mu : \frac{m_1}{F} = v) \quad (1)$$

2. Пустую стеклянную колбу массой  $m_0 = 500$  г опускают в цилиндрический сосуд с водой. Стенки сосуда вертикальны. Колба стала плавать, а уровень воды в сосуде поднялся на некоторую высоту  $H_1$ . Затем в колбу медленно наливают воду. Когда масса налитой воды достигает  $m = 500$  г, колба начинает тонуть. Уровень воды в сосуде за время наливания поднялся ещё на  $H_2$ . Плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>, плотность стекла  $\rho_0 = 2,5$  г/см<sup>3</sup>. Площадь внутреннего сечения сосуда  $S = 250$  см<sup>2</sup>.

- 1) Найти  $H_1$ .
- 2) Найти  $H_2$ .
- 3) Найти вместимость пустой колбы.

$$\rho_0 m_0 = \rho \frac{d}{d + 0.008} = \rho \left( \frac{d}{d} + \frac{d}{0.008} \right) = \rho \left( 1 + \frac{d}{0.008} \right) \quad (\rho : m_0 = \rho \left( 1 + \frac{d}{0.008} \right) = \rho \frac{d}{0.008} = \rho H) \quad (1)$$

3. Два коаксиальных цилиндра разного радиусами  $R_1 = 5$  см и  $R_2 = 25$  см помещены в вакуум. Вдоль образующей внутреннего цилиндра имеется узкая щель. Вдоль оси системы натянута платиновая проволочка, покрытая тонким слоем серебра. Если проволочку с помощью электротока раскалить до температуры  $T = 1000$  К, то образуется налёт в виде полосы на боковой поверхности внешнего цилиндра напротив щели. Цилиндры приводят во вращение вокруг их общей оси с некоторой угловой скоростью  $\omega$ . В результате на боковой поверхности внешнего цилиндра образуется ещё одна полоса налёта, смещённая относительно первой на  $S = 7$  см (расстояние отсчитывается вдоль боковой поверхности). Относительную атомную массу серебра считать  $A = 100$ .

- 1) Найти среднюю скорость атомов серебра.
- 2) Найти среднее время пролёта атомом промежутка между цилиндрами.
- 3) Найти угловую скорость  $\omega$  системы.

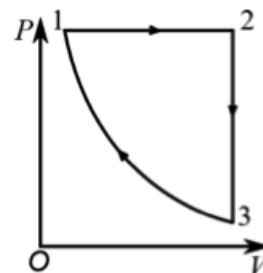
$$\frac{v}{v_{rms}} = \frac{v}{\sqrt{\frac{3kT}{m}}} = \frac{v}{\sqrt{\frac{3kT}{A m_p}}} = \frac{v}{\sqrt{\frac{3kT}{100 m_p}}} = \frac{v}{\sqrt{\frac{3kT}{100 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27}}}} = \frac{v}{\sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 1000}{100 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27}}}} = \frac{v}{\sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-20}}{1.67 \cdot 10^{-25}}}} = \frac{v}{\sqrt{2.45 \cdot 10^5}} = \frac{v}{495} = a \quad (1)$$

4. Два сосуда соединены короткой трубкой с закрытым краном. В одном сосуде объёмом  $V_1 = 3,5$  л находится влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 40\%$  при температуре  $T$ . В другом сосуде объёмом  $V_2 = 2,5$  л находится влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_2 = 60\%$  при той же температуре. Кран открывают, и влажный воздух в сосудах перемешивается. В сосудах устанавливается та же температура  $T$ . Найти относительную влажность  $\varphi$  воздуха в сосудах.

$$\varphi \approx \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = 48\%$$

5. Одноатомный идеальный газ расширяется в изобарическом процессе 1–2, затем охлаждается в изохорическом процессе 2–3 и сжимается в адиабатическом процессе 3–1 (см. рис.). Отношение работы над газом  $A_{31}$  ( $A_{31} > 0$ ) в процессе 3–1 к количеству теплоты  $Q_{12}$ , полученной газом в процессе 1–2, равно

$$\frac{A_{31}}{Q_{12}} = \frac{9}{140}.$$



В процессе расширения объём газа увеличивается в 8 раз.

- 1) Найти отношение температур  $T_1/T_3$  в состояниях 1 и 3.
- 2) Найти отношение количества теплоты  $Q_{12}$ , подведённой к газу в процессе 1–2, к количеству теплоты  $Q_{23}$  ( $Q_{23} > 0$ ), отведённой от газа в процессе 2–3.

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{8}{1} \quad (1) \quad \frac{Q_{23}}{Q_{12}} = \frac{9}{140} \quad (2)$$