

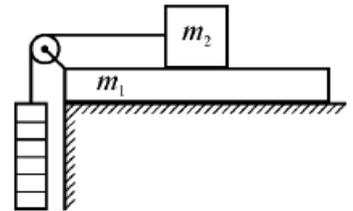
# Московская олимпиада школьников по физике

## 10 класс, первый тур, 2017 год

**ЗАДАЧА 1.** Две самоходные баржи равномерно движутся по озеру во взаимно перпендикулярных направлениях. Скорость одной баржи  $v_1 = 3$  м/с, а другой —  $v_2 = 4$  м/с. На каждой барже установлен анемометр — прибор для измерения модуля скорости ветра. В течение некоторого времени на каждом из кораблей каждую минуту снимают показания анемометров. По результатам измерений обнаружилось, что значения скорости ветра, полученные на первой барже, не превышали скорости баржи  $v_1$ , а на второй — не превышали  $v_2$ . Какого максимального значения могла достигать скорость ветра относительно озера во время измерений? Какой угол  $\alpha$  составляла скорость первой баржи  $\vec{v}_1$  с направлением ветра в момент, когда скорость ветра относительно озера была максимальной?

$$v_{\text{ветра}} \approx \frac{c}{v} \cos \alpha = \frac{v_1 + \frac{1}{2}v_2}{v_1} \cos \alpha = v_1 \cdot \frac{v_1 + \frac{1}{2}v_2}{v_1} = v_1 \cos \alpha$$

**ЗАДАЧА 2.** На горизонтальном столе лежит доска массой  $m_1 = 1$  кг, на которой находится брусок массой  $m_2 = 2$  кг. К бруску привязана лёгкая нерастяжимая нить, второй конец которой перекинут через идеальный блок, закреплённый на краю доски. Коэффициент трения между доской и бруском  $\mu = 0,2$ . Вертикальный участок нити начинают аккуратно нагружать одинаковыми гирьками массами  $\Delta m = 75$  г каждая. При каком минимальном количестве  $n$  гирек система придёт в движение? Найдите модули и направления ускорений, с которыми в этом случае начнут двигаться доска и брусок. Трением между доской и поверхностью стола можно пренебречь, модуль ускорения свободного падения можно принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



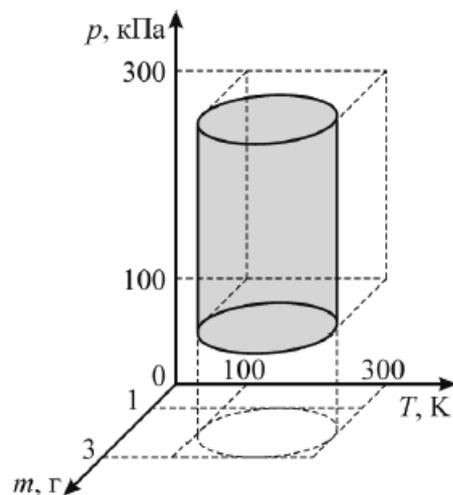
$$(оценка) \quad v_{\text{доска}} \approx b \frac{\frac{m_2 \Delta m g}{m_1} + \frac{1}{2}m_2 g + 1}{1 - \frac{m_2 \Delta m g}{m_1}} = v_{\text{доска}} \quad (оценка) \quad v_{\text{брусок}} \approx b \frac{\frac{m_2 \Delta m g}{m_2} + \frac{1}{2}m_2 g + 1}{\frac{m_2 \Delta m g}{m_2} - 1} = v_{\text{брусок}} \quad g = 10$$

**ЗАДАЧА 3.** Частица массой  $m$ , свободно летящая со скоростью  $V$ , попадает в область пространства, в которой в течение времени  $\tau = 1$  с на неё действует постоянная по модулю и направлению сила  $\vec{F}$ . К моменту прекращения действия этой силы частица движется со скоростью  $2V$  в направлении, перпендикулярном первоначальному. Какое время потребовалось бы такой же по модулю и направлению силе, чтобы совершить над частицей вдвое большую работу (при той же начальной скорости частицы)? Влиянием других сил пренебречь.

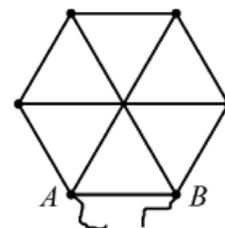
$$v_{\text{доска}} \approx \frac{g}{1 + \frac{m_2}{m_1}} = 7$$

ЗАДАЧА 4. Кислород находится в специальном устройстве, которое обеспечивает ограничение на возможные значения объёма, давления  $p$ , температуры  $T$  и массы  $m$  газа. Все возможные значения  $p$ ,  $T$  и  $m$ , будучи нанесёнными на трёхмерную  $p$ - $T$ - $m$ -диаграмму (см. рис.), лежат внутри цилиндрической поверхности, ограниченной диапазонами изменения давления от 100 кПа до 300 кПа, массы — от 1 г до 3 г и температуры — от 100 К до 300 К. Найдите минимальное и максимальное значение, которое может принимать объём газа, и укажите значения  $p$ ,  $T$  и  $m$ , которые соответствуют этим состояниям. Молярная масса кислорода  $\mu = 32$  г/моль.

См. конец листа



ЗАДАЧА 5. Определите сопротивление  $R_{AB}$  между точками  $A$  и  $B$  проводочной сетки, показанной на рисунке. Сопротивление каждого из проводников (вне зависимости от его длины), из которых спаяна сетка, равно  $R$ . Места спайки проводников обозначены точками. В центре сетки электрический контакт отсутствует.



$$R_{AB} = \frac{6}{5}R$$

#### Ответ к задаче 4

Используются обозначения  $m_0 = 1$  г и  $T_0 = 100$  К.

- $V_{\min} = \left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{m_0 R T_0}{\mu p_{\max}} \approx 0,145$  л; достигается при  $p = 300$  кПа,  $m = \left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) m_0 \approx 1,29$  г  
и  $T = \left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) T_0 \approx 129$  К;
- $V_{\max} = \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{m_0 R T_0}{\mu p_{\min}} \approx 0,903$  л; достигается при  $p = 100$  кПа,  $m = \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) m_0 \approx 2,71$  г  
и  $T = \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) T_0 \approx 271$  К.