

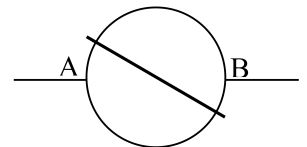
## Олимпиада «Росатом» по физике

## 11 класс, 2024 год, комплект 2

1. Сосуд объемом  $V = 1$  л заполнили азотом в количестве вещества  $\nu = 1$  моль под давлением  $p = 10^5$  Па (1 атмосфера). Затем азот стали медленно откачивать из сосуда, поддерживая температуру в сосуде постоянной. Какую массу азота нужно откачать, чтобы давление в сосуде упало в три раза? Какое количество теплоты нужно подвести за это время к сосуду, чтобы поддерживать постоянной его температуру? Вам могут понадобиться (а могут и не понадобиться) следующие данные. Молярная масса азота  $\mu = 28$  г/моль, температура кипения азота при атмосферном давлении  $T_k = 77$  К, температура плавления азота  $T_{пл} = 63$  К, удельная теплота испарения азота  $r = 2,0 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплота плавления азота  $\lambda = 2,6 \cdot 10^4$  Дж/кг. Газообразный азот считать идеальным газом.

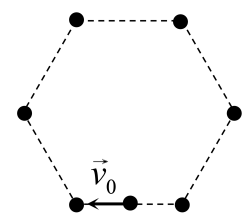
$$\mu \ln 3 = \left( \frac{\mu R}{p_0 V} - 1 \right) \nu \lambda = Q; \quad \frac{\mu R T_k}{\lambda} = w$$

2. Из проволоки сопротивлением  $2R = 2$  Ом сделали кольцо и включили его в электрическую сеть напряжением  $U = 10$  В между точками  $A$  и  $B$ , лежащими на противоположных концах одного диаметра. Переключку с пренебрежимо малым сопротивлением положили на кольцо так, что переключка касается кольца в двух противоположных концах одного диаметра, и в этих точках существует электрический контакт между кольцом и переключкой (см. рисунок). Какой максимальной мощности, выделяемой на участке  $AB$ , можно добиться, поворачивая переключку? Под каким углом к прямой  $AB$  её следует в этом случае расположить? Проволока кольца и переключка выдерживают максимальный ток  $I_0 = 20$  А. Напряжение сети не зависит от сопротивления нагрузки.



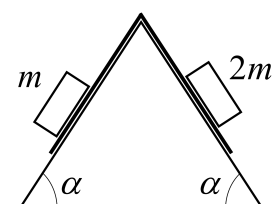
$$45^\circ; P_{\max} = \frac{3R}{2} = 267 \text{ Вт}$$

3. Шесть одинаковых гладких маленьких шайб расположены на гладкой горизонтальной плоскости в вершинах правильного шестиугольника со стороной  $a$ . Седьмая точно такая же шайба находится посередине одной из сторон шестиугольника. Седьмой шайбе сообщают такую скорость  $\vec{v}_0$  в направлении одной из вершин (см. рисунок), что она последовательно сталкивается со всеми «вершинными» шайбами. Какую скорость будет иметь эта шайба после шестого столкновения? Через какое время после первого столкновения произойдет шестое? Все столкновения шайб абсолютно упругие. Трение отсутствует.



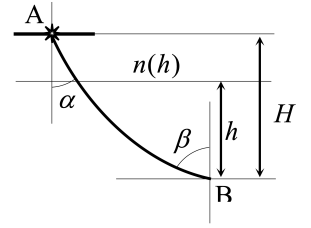
$$\frac{v_0}{v_0} = 7; \quad \frac{t_0}{a} = 9a$$

4. Через вершину гладкой закрепленной равнобедренной призмы с углами при основании  $\alpha$  переброшена невесомая нерастяжимая лента, на которую поставлены два бруска — массой  $m$  и  $2m$ . Коэффициенты трения между брусками и лентой одинаковы и равны  $\mu$ , между лентой и призмой трения нет. Найдите ускорение ленты.



$$\left( \frac{\tau}{v \cos \alpha} - v \sin \alpha \right) \beta = v$$

5. Гибкая массивная веревка подвешена к потолку в точке  $A$  и закреплена в точке  $B$ , находящейся на  $H$  ниже точки  $A$ . Известно, что угол между веревкой и вертикалью в точке  $A$  равен  $\alpha$ , в точке  $B$  —  $\beta$  (см. рисунок). В точке  $A$  находится точечный источник света. Как должен зависеть от высоты  $h$  над точкой  $B$  показатель преломления воздуха  $n(h)$ , чтобы один из лучей источника, преломляясь в воздухе, распространялся вдоль веревки до точки  $B$ ? Показатель преломления на высоте точки  $B$  равен  $n_0$ .



$$\frac{dn(h)}{dh} + n(h) = n_0$$