

Инженерная олимпиада

11 класс, 2023 год

1. Если смешать некоторые количества растворов соли с массовой концентрацией соли $\eta_1 = 0,3$ и $\eta_2 = 0,7$ и добавить к смеси $m = 5$ кг чистой воды, получится раствор соли с массовой концентрацией η_1 . А если бы вместо воды к смеси добавить (и растворить) массу $2m$ соли, получился бы раствор соли с массовой концентрацией η_2 . Найти массы m_1 и m_2 первого и второго растворов.

$$m_1 \eta_1 + m_2 \eta_2 = \eta_1 (m_1 + m_2 + m) \quad ; \quad m_1 \eta_1 + m_2 \eta_2 = \eta_2 (m_1 + m_2 + 2m)$$

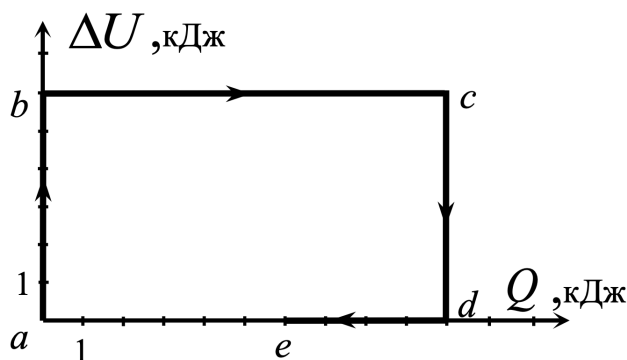
2. Из двух видов оловянной проволоки сделали предохранители. Проволока диаметром $d_1 = 0,2$ мм плавится (и предохранитель разрывает электрическую цепь) при пропускании через нее тока $I_1 = 1,8$ А. Проволока диаметром $d_2 = 0,5$ мм плавится при пропускании тока $I_2 = 5$ А. При каком токе разорвет цепь предохранитель, составленный из тонкой и толстой проволок одинаковых длин, соединенных параллельно? Из десяти тонких и одной толстой проволоки одинаковых длин, соединенных параллельно? Считать, что сопротивление предохранителя много меньше сопротивления цепи.

$$I = I_1 + I_2 \quad ; \quad I = I_1 \frac{d_1^2}{d_1^2 + d_2^2} + I_2 \frac{d_2^2}{d_1^2 + d_2^2}$$

3. Массивное тело падает с высоты h на легкий упругий мячик, лежащий на полу. Происходит абсолютно упругое столкновение. Оцените, на какую высоту подпрыгнет мячик после этого. Масса тела много-много больше массы мячика. Силой сопротивления воздуха пренебречь. Размеры мячика и тела — малы.

$$\frac{h}{4}$$

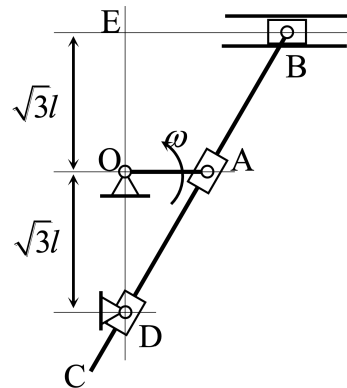
4. С одноатомным идеальным газом проходит процесс $a-b-c-d-e$, для которого дан график зависимости изменения внутренней энергии газа с начала процесса от количества теплоты, сообщенной газу с начала процесса (см. рисунок; единицы на осях показывают принятые для осей масштабы). Известно, что максимальная температура газа в течение всего процесса составляла $T_{\max} = 1000$ К, минимальная $T_{\min} = 500$ К. Качественно построить график зависимости давления газа от его объема в этом процессе и обосновать построение. Количество вещества газа не менялось.



5. 2023 конденсатора соединили параллельно и подключили к источнику электрического напряжения. Затем источник отключили. Придумайте простейшее механическое устройство, которое меняло бы соединение всех конденсаторов на последовательное при одном переключении. Опишите конструкцию этого устройства и принцип его работы. Как изменится при таком переключении напряжение на батарее конденсаторов и ее энергия?

$$\frac{2}{2023C^2} = \text{нож}, M, \text{ЭЭЭЭЭ} = U$$

6. Кривошипно-кулисный механизм состоит из кривошипа OA — рычага, который может вращаться вокруг неподвижной оси O , ползуна B — детали, которая может двигаться вдоль направляющих, кулисы BC — стержня, шарнирно соединенного с ползуном B , и двух поворотных втулок A и D , в которых кулиса может скользить без трения (см. рисунок). Кривошип OA вращается (в некоторых пределах) с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O . Найти мгновенную скорость и мгновенное ускорение ползуна B в тот момент времени, когда кривошип перпендикулярен отрезку OD . Длина кривошипа OA равна l , $OE = OD = \sqrt{3}l$ (см. рисунок).



$$l\omega \frac{v}{l} = v : \frac{v}{l\omega} = a$$