

Всероссийская олимпиада школьников по физике

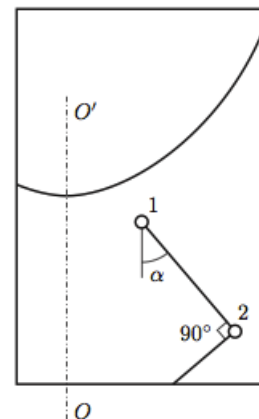
10 класс, финал, 2010/11 год

ЗАДАЧА 1. Деревянный и металлический шарики связаны нитью и прикреплены другой нитью ко дну сосуда с водой. Сосуд вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси OO' (рис.).

В результате шарики, оставаясь полностью в воде, расположились так, как показано на рисунке. Деревянный шарик (1) находится от оси вращения на расстоянии втрое меньшем, чем металлический (2). Верхняя нить составляет угол α ($\sin \alpha = 4/5$) с вертикалью. Угол между нитями равен 90° . Размеры шариков малы по сравнению с их расстояниями до оси вращения.

1) Под каким углом к вертикали направлена сила Архимеда, действующая на деревянный шарик? Дайте объяснение.

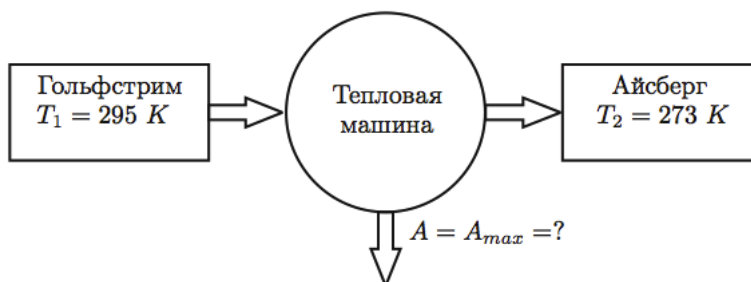
2) Найдите отношение сил натяжения верхней и нижней нитей.



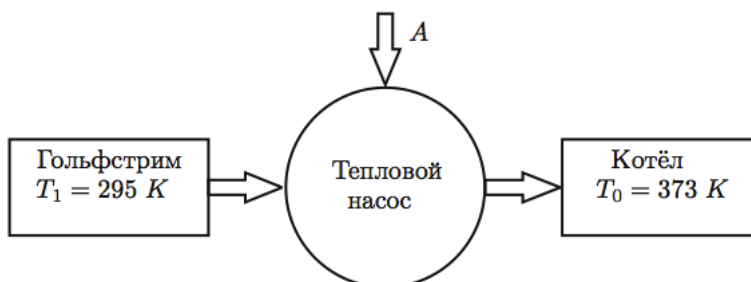
8/19 (2) 19/8 (1)

ЗАДАЧА 2. Гигантский айсберг массой $m = 9 \cdot 10^8$ кг (куб $100 \times 100 \times 100$ м³), имеющий температуру $T_2 = 273$ К, дрейфует в течении Гольфстрим, температура воды которого $T_1 = 295$ К.

1) Пренебрегая прямым теплообменом между айсбергом и тёплой водой, найдите максимальную работу тепловой машины, использующей Гольфстрим в качестве нагревателя и айсберг в качестве холодильника, за то время, пока весь айсберг не растает (рис.).



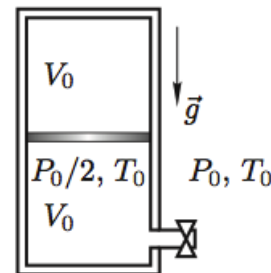
2) Определите, сколько воды можно испарить в котле за счёт работы, количество которой найдено в первом пункте, если использовать её в тепловом насосе для «перекачки» тепловой энергии из течения Гольфстрим в котёл с температурой $T_0 = 373$ К (рис.).



Теплота плавления льда $q = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, теплота испарения воды $\lambda = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг.

$$\frac{V_0}{2V_0} \approx \frac{(V_0 - 0) \chi}{\chi_{\text{max}}} = \chi_{\text{min}} \quad \text{или} \quad \frac{z}{z_{\text{max}}} \approx \frac{z_{\text{min}}}{z_{\text{max}}} = \chi_{\text{min}} \quad (1)$$

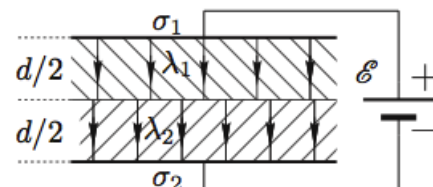
ЗАДАЧА 3. В цилиндрическом сосуде объёма $2V_0$ под тяжёлым поршнем находится одноатомный идеальный газ при температуре T_0 и давлении $P_0/2$, занимающий объём V_0 (рис.). Над поршнем вакуум. Внизу в сосуде имеется небольшое отверстие, перекрытое краном. Снаружи пространство заполнено тем же газом при давлении P_0 и температуре T_0 . Сосуд теплоизолирован.



Кран приоткрывают так, что поршень медленно поднимается вверх, и после того как давление внутри и снаружи выравнивается, кран закрывают. Определите температуру газа после закрытия крана.

$$0L \frac{V}{z} = L$$

ЗАДАЧА 4. Плоский конденсатор с расстоянием между обкладками d подсоединён к источнику постоянного тока с ЭДС, равной \mathcal{E} (рис.).



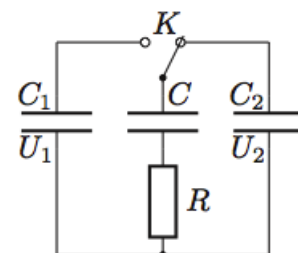
Конденсатор заполнен двумя слоями слабопроводящих сред с разными значениями удельной проводимости λ_1 и λ_2 . Оба слоя находятся в электрическом контакте между собой и с пластинами конденсатора. Толщина каждого слоя $d/2$, диэлектрическая проницаемость обоих слоёв $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$. Найдите:

- 1) поверхностные плотности σ_1 и σ_2 зарядов на пластинах конденсатора;
- 2) поверхностную плотность σ заряда в плоскости контакта слоёв.

Примечание. Удельная проводимость — это величина, обратная удельному сопротивлению: $\lambda = 1/\rho$.

$$\frac{\epsilon \chi + \chi}{\epsilon \chi - \chi} \frac{p}{\rho^0 \epsilon z} = \rho, \quad \frac{\epsilon \chi + \chi}{\chi} \frac{p}{\rho^0 \epsilon z} = \tau \rho, \quad \frac{\epsilon \chi + \chi}{\epsilon \chi} \frac{p}{\rho^0 \epsilon z} = \tau \rho$$

ЗАДАЧА 5. Имеются два заряженных конденсатора с ёмкостями $C_1 = 18$ мкФ и $C_2 = 19$ мкФ. Напряжения на конденсаторах равны соответственно $U_1 = 76$ В и $U_2 = 190$ В. Третий конденсатор с неизвестной ёмкостью C подсоединён к конденсатору C_2 (рис.). Ключ K перекидывают из правого положения в левое, а после перезарядки конденсаторов возвращают в исходное положение.



Известно, что после выполнения 44 таких циклов разность напряжений $(U_2 - U_1)_{44}$ составила 1% от первоначальной $(U_2 - U_1)_0$.

- 1) Чему равна ёмкость конденсатора C ?
- 2) Какое напряжение U_∞ установится на конденсаторах после большого числа циклов?
- 3) Какая тепловая энергия выделится на резисторе R после большого числа циклов?

$$C = 1 \text{ мкФ}, U_\infty = 136 \text{ В}, U = 69 \text{ мВ}$$