

10 класс

Задача 1. Шарик в сосуде с водой

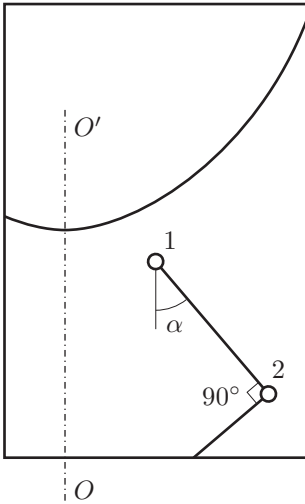


Рис. 5

Деревянный и металлический шарики связаны нитью и прикреплены одной нитью ко дну сосуда с водой. Сосуд вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси OO' (рис. 5).

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.

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

4. Найдите отношение сил натяжения верхней и нижней нитей.

Задача 2. Тепловая машина

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 теплой 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. 6).

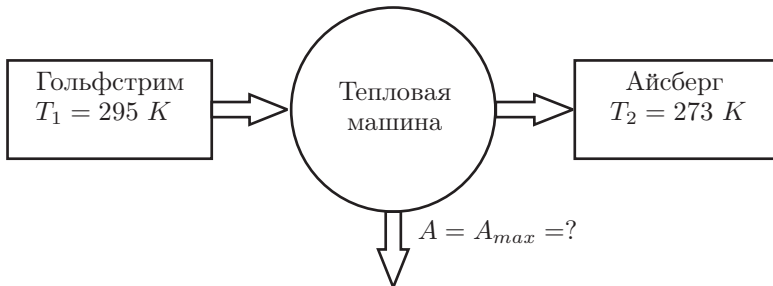


Рис. 6

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 $T_0 = 373 \text{ K}$ (рис. 7).

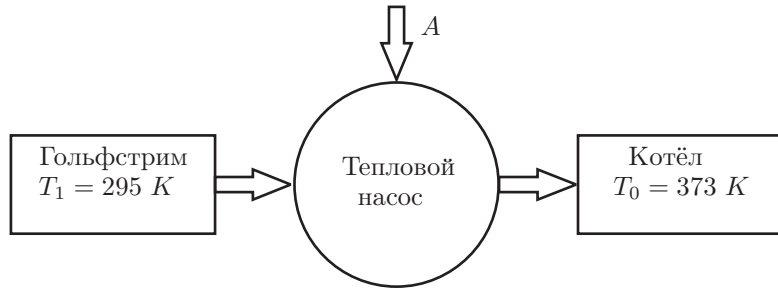


Рис. 7

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

Задача 3. Адиабатический процесс

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. 8). Над поршнем вакуум. Внизу в сосуде имеется небольшое отверстие перекрытое краном. Снаружи пространство заполнено тем же газом при давлении P_0 , температуре T_0 . Сосуд теплоизолирован.

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

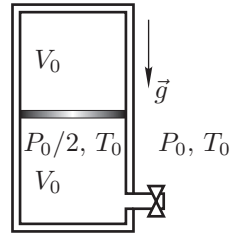


Рис. 8

Задача 4. Слоистый диэлектрик

Плоский конденсатор с расстоянием между обкладками d подсоединён к источнику постоянного тока с ЭДС, равной \mathcal{E} (рис. 9).

Конденсатор заполнен двумя слоями слабопроводящих сред с разными значениями 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 $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 1$. Найдите:

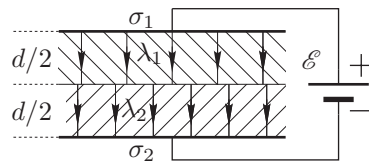


Рис. 9

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: $\lambda = 1/\rho$.

Задача 5. Перезарядка конденсаторов

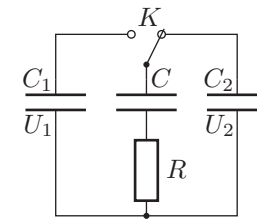


Рис. 10

Имеются два заряженных конденсатора с ёмкостями $C_1 = 18 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 19 \text{ мкФ}$. Напряжения на конденсаторах равны соответственно $U_1 = 76 \text{ В}$ и $U_2 = 190 \text{ В}$. Третий конденсатор с неизвестной ёмкостью C подсоединён к конденсатору C_2 (рис. 10). 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?