10-5. С учетом 1-го начала термодинамики имеем

$$\Delta Q = \Delta U + A, \qquad (1)$$

где $\Delta U = \frac{3}{2} R\Delta T$ — изменение внутренней энергии газа, A — работа по деформированию пружины, ΔQ — количество теплоты, сообщаемое системе. При малом изменении объема работа вычисляется по формуле

$$\Delta A = P\Delta V = \frac{kV\Delta V}{S^2}, \qquad (2)$$

где $P = kV$.

Суммируя, получим

$$A = \sum P_i \Delta V_i = \frac{k}{S^2} \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}$$

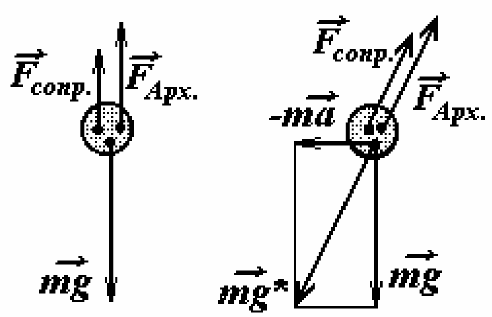
Из уравнения состояния:

$$PV = RT \Rightarrow \frac{k}{S^2} V^2 = RT. \qquad (3)$$

Из (1)-(3) получаем:

$$\Delta Q = \frac{3}{2} R\Delta T + \frac{R\Delta T}{2} = 2R\Delta T \Rightarrow C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 2R = 16{,}6\,Дж / моль.$$

11-1. Так как сила сопротивления зависит от скорости, то по прошествии небольшого промежутка времени шарик будет двигаться равномерно. При движении шарика в покоящемся баке скорость установившегося движения может быть найдена из уравнения



$$m\vec{g} + \vec{F}_{арх} + \vec{F}_{сопр} = \vec{0}.$$

Это уравнение можно переписать в виде

$$(\rho - \rho_0)Vg = \beta v_0^2, \qquad (1)$$

где ρ, ρ_0 — плотности шарика и жидкости соответственно, V — объем шарика, β — коэффициент пропорциональности между силой сопротивления и квадратом скорости.

Так как, по условию, бак высокий, можно пренебречь начальным участком движения, на котором скорость шарика изменяется, тогда $v_0 = \frac{h}{\tau_0}$, где h — высота бака. Подставим в (1)

$$\left(\rho - \rho_0\right)Vg = \beta\left(\frac{h}{\tau_0}\right)^2. \qquad (2)$$

Падение шарика в ускоренно движущемся баке удобно рассматривать в неинерциальной системе отсчета, связанной с баком. В этом случае необходимо учесть силу инерции — $m\vec{a}$ действующую на шарик. (Отметим, что задачу можно решать и в инерциальной системе отсчета, связанной с поверхностью земли).

Можно воспользоваться уравнением (1), в котором следует заменить ускорение свободного падения $\vec{g}$ на эффективное $\vec{g}^* = \vec{g} - \vec{a}$. Шарик будет двигаться вдоль линии, по которой направлен вектор $\vec{g}^*$, и пройдет до дна путь

$$l = h\frac{g^*}{g} = h\frac{\sqrt{a^2 + g^2}}{g},$$

тогда уравнение аналогичное (2) имеет вид

$$\left(\rho - \rho_0\right)V\sqrt{a^2 + g^2} = \beta\left(\frac{gh}{\tau\sqrt{g^2 + a^2}}\right)^2. \qquad (3)$$

Разделим почленно (2) на (3)

$$\frac{g}{\sqrt{a^2 + g^2}} = \frac{\tau^2}{\tau_0^2}\frac{g^2}{a^2 + g^2}.$$

Откуда

$$\tau = \tau_0\left(1 + \frac{a^2}{g^2}\right)^{\frac{1}{4}}. \qquad (4)$$

11-2. Процесс испарения заключается в том, что часть молекул жидкости вылетает из ее поверхности. Непосредственно подсчитать количество таких молекул довольно трудно. Однако можно найти количество молекул, попадающих из пара в жидкость. Если жидкость и пар находятся в равновесии (а такой пар называется насыщенным), то количество молекул, покидающих поверхность жидкости, в среднем равно