

### Первое начало термодинамики

6.25. Показать, что внутренняя энергия  $U$  воздуха в комнате не зависит от температуры, если наружное давление  $p$  постоянно. Вычислить  $U$ , если  $p$  равно нормальному атмосферному давлению и объем комнаты  $V=40 \text{ м}^3$ .

6.26. Два теплоизолированных баллона 1 и 2 наполнены воздухом и соединены короткой трубкой с вентилем. Известны объемы баллонов, а также давление и температура воздуха в них ( $V_1, p_1, T_1$  и  $V_2, p_2, T_2$ ). Найти температуру и давление воздуха, которые установятся после открытия вентиля.

6.27. Газообразный водород, находившийся при нормальных условиях в закрытом сосуде объемом  $V=5,0 \text{ л}$ , охладили на  $\Delta T=55 \text{ К}$ . Найти приращение внутренней энергии газа и количество отданного им тепла.

6.28. Какое количество тепла надо сообщить азоту при изобарическом нагревании, чтобы газ совершил работу  $A=2,0 \text{ Дж}$ ?

6.29. Найти молярную массу газа, если при нагревании  $m=0,50 \text{ кг}$  этого газа на  $\Delta T=10 \text{ К}$  изобарически требуется на  $\Delta Q=1,48 \text{ кДж}$  тепла больше, чем при изохорическом нагревании.

6.30. Один моль некоторого идеального газа изобарически нагрели на  $\Delta T=72 \text{ К}$ , сообщив ему количество тепла  $Q=1,60 \text{ кДж}$ . Найти приращение его внутренней энергии и величину  $\gamma=C_p/C_v$ .

6.31. Два моля идеального газа при температуре  $T_0=300 \text{ К}$  охладили изохорически, вследствие чего его давление уменьшилось в  $n=2,0$  раза. Затем газ изобарически расширили так, что в конечном состоянии его температура стала равной первоначальной. Найти количество тепла, поглощенного газом в данном процессе.

6.36. Три моля идеального газа, находившегося при температуре  $T_0=273 \text{ К}$ , изотермически расширили в  $n=5,0$  раз и затем изохорически нагрели так, что его давление стало равным первоначальному. За весь процесс газу сообщили количество тепла  $Q=80 \text{ кДж}$ . Найти  $\gamma$  для этого газа.

6.42. Объем моля идеального газа с показателем адиабаты  $\gamma$  изменяют по закону  $V=a/T$ , где  $a$  — постоянная. Найти количество тепла, полученное газом в этом процессе, если его температура испытала приращение  $\Delta T$ .

$$6.25. \bar{U} = p\bar{V}/(\gamma - 1) = 10 \text{ МДж.}$$

$$6.26. T = \frac{T_1 T_2 (p_1 V_1 + p_2 V_2)}{p_1 V_1 T_2 + p_2 V_2 T_1}, \quad p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}.$$

$$6.27. \Delta U = -p_0 V \Delta T / T_0 (\eta - 1) = -0,25 \text{ кДж}, \quad Q' = -\Delta U.$$

$$6.28. Q = A \gamma / (\gamma - 1) = 7 \text{ Дж.}$$

$$6.29. M = m R \Delta T / \Delta Q = 28 \text{ г/моль.}$$

$$6.30. \Delta U = Q - R \Delta T = 1,00 \text{ кДж}, \quad \gamma = Q / (Q - R \Delta T) = 1,6.$$

$$6.31. Q = \nu R T_0 (1 - 1/n) = 2,5 \text{ кДж.}$$

$$6.32. \gamma = \frac{\nu_1 \gamma_1 (\gamma_2 - 1) + \nu_2 \gamma_2 (\gamma_1 - 1)}{\nu_1 (\gamma_2 - 1) + \nu_2 (\gamma_1 - 1)} = 1,33.$$

$$6.33. c_v = 0,42 \text{ Дж/(г·К)}, \quad c_p = 0,65 \text{ Дж/(г·К)}.$$

$$6.34. A' = RT(n - 1 - \ln n).$$

$$6.35. A' = p_0 V_0 \ln[(\eta + 1)^2 / 4\eta].$$

$$6.36. \gamma = 1 + (n - 1) / (Q / \nu R T_0 - \ln n) = 1,4.$$

$$6.37. \text{ а) } T = T_0 \eta^{1-1/\gamma} = 560 \text{ К; б) } A' = R T_0 (\eta^{1-1/\gamma} - 1) / (\gamma - 1) = 5,6 \text{ кДж.}$$

6.38. При адиабатическом сжатии работа больше в  $n = (\eta^{\gamma-1} - 1) / (\gamma - 1) \ln \eta = 1,4$  раза.

$$6.39. T = T_0 [(\eta + 1)^2 / 4\eta]^{(\gamma-1)/2}.$$

$$6.40. \omega = S \sqrt{2 \gamma p_0 / m V_0}.$$

$$6.41. v = \sqrt{2 \gamma R T / (\gamma - 1) M} = 3,3 \text{ км/с.}$$

$$6.42. Q = R \Delta T (2 - \gamma) / (\gamma - 1).$$

$$6.43. C = R(n - \gamma) / (n - 1)(\gamma - 1), \quad C < 0 \text{ при } 1 < n < \gamma.$$

$$6.44. C = C_v(n - \gamma) / (n - 1) = -4,2 \text{ Дж/(К·моль)}, \quad n = \ln \beta / \ln \alpha.$$

$$6.46. \text{ а) } Q = C_v(n - \gamma) \Delta T / (n - 1) = 0,11 \text{ кДж; б) } A = -R \Delta T / (n - 1) = 0,43 \text{ кДж.}$$

$$6.47. \text{ а) } \Delta U = \alpha V_0^2 (\eta^2 - 1) / (\gamma - 1); \quad \text{ б) } A = \alpha V_0^2 (\eta^2 - 1) / 2;$$

$$\text{ в) } C = C_v + R/2$$

$$6.48. \text{ а) } C = -R / (\gamma - 1); \quad \text{ б) } T V^{(\gamma-1)/2} = \text{const.}$$

$$6.49. \text{ а) } A = (1 - \alpha) R \Delta T; \quad \text{ б) } C = C_v + R(1 - \alpha); \quad C < 0 \text{ при } \alpha > \gamma / (\gamma - 1).$$

$$6.50. \text{ а) } A = \Delta U (\gamma - 1) / \alpha; \quad \text{ б) } C = C_v + R / \alpha.$$

$$6.51. C = C_v + R/2.$$

$$6.52. \text{ а) } C = C_v + R / \alpha V; \quad \text{ б) } C = C_v + R / (1 + \alpha V).$$

$$6.53. \text{ а) } C = \gamma R / (\gamma - 1) + \alpha R / p_0 V; \quad \text{ б) } Q = p_0 (V_2 - V_1) C_p / R + \alpha \ln(V_2 / V_1).$$

$$6.54. \text{ а) } C = C_p + R T_0 / \alpha V; \quad \text{ б) } Q = \alpha C_p (V_2 - V_1) + R T_0 \ln(V_2 / V_1).$$

$$6.55. \text{ а) } V e^{-\alpha T / R} = \text{const}; \quad \text{ б) } T e^{R / \beta V} = \text{const}; \quad \text{ в) } V - \alpha T = \text{const.}$$

$$6.56. \text{ а) } A = \alpha \ln \eta - R T_0 (\eta - 1) / (\gamma - 1); \quad \text{ б) } p V^\gamma e^{-\alpha(\gamma-1)/pV} = \text{const.}$$

$$6.57. A = R T \ln[(V_2 - b) / (V_1 - b)] + a / V_2 - a / V_1.$$

$$6.58. Q = R T \ln[(V_2 - b) / (V_1 - b)] = 3,8 \text{ кДж.}$$

$$6.59. T(V - b)^\alpha = \text{const}, \quad \text{ где } \alpha = R / C_v.$$

$$6.60. C_p - C_v = R / (1 - 2\alpha(V - b)^2 / R T V^3).$$

$$6.61. \Delta T = -\nu a V_2 (\gamma - 1) / R V_1 (V_1 + V_2) = -3,0 \text{ К}$$