<h2 style="text-align:center">参考答案</h2>

一、选择题

题号	1	2	3	4	5
答案	C	D	D	D	C

二、填空题

1. -84.35J

2. 24.93J；75.07J

3. 等压

4. 一

5. 物体做宏观位移：分子之间相互作用

三、计算题

1. 等温膨胀过程中，

$$\Delta E_1 = 0$$

$$Q_1 = W_1 = \upsilon RT \ln\frac{V}{V_0} = R(273+20)\ln 2 = 293R\ln 2$$

等容升温过程中，

$$W_2 = 0$$

$$\Delta E_2 = Q_2 = \upsilon C_v \Delta T = \frac{5}{2}R(60-20) = 100R$$

$$\therefore Q = Q_1 + Q_2 = (293\ln 2 + 100)R$$

$$W = W_1 + W_2 = 293R\ln 2$$

$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2 = 100R$$

2. 设气泡的质量为m，视气泡中气体为理想气体，气泡上升为准静态过程，气泡内气体的压强和温度随深度h的变化由下列方程给出：

$$p = p_0 + \rho g h$$

$$T = T_0 - \frac{a}{H}h$$

取微分得：

$$dp = \rho g dh$$

$$dT = -\frac{a}{H}dh$$

气泡在海水中和在海平面上的状态方程分别为：

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

$$p_0 V_0 = \frac{m}{M}RT_0$$

由状态方程求微分得：

$$pdV = \frac{m}{M}RdT - Vdp = \frac{p_0 V_0}{T_0}(dT - \frac{T}{p}dp) = -\frac{p_0 V_0}{T_0}\frac{\frac{a}{H}p_0 + \rho g T_0}{p_0 + \rho g h}dh$$

对上式从 h=H 积分到 h=0，得到气泡从海底升到海平面对外所做的功：

$$W = \int pdV = -\frac{p_0 V_0}{T_0}\int_H^0 \frac{\frac{a}{H}p_0 + \rho g T_0}{p_0 + \rho g h}dh = \frac{p_0 V_0}{T_0}\left(\frac{a p_0}{\rho g H} + T_0\right)\ln\frac{p_0 + \rho g H}{p_0}$$

气泡内能增加为

$$\Delta E = \frac{m}{M}C_V[T_0 - T(H)]$$

取空气的 $C_V = \frac{5}{2}R$，$\frac{m}{M}R = \frac{p_0 V_0}{T_0}$，$T(H) = T_0 - a$，代入得：

$$\Delta E = \frac{5}{2}\frac{p_0 V_0}{T_0}a$$

故气泡从海底升到海平面吸收的热量为：

$$Q = \Delta E + W = \frac{p_0 V_0}{T_0}\left[\frac{5}{2}a + \left(\frac{a p_0}{\rho g H} + T_0\right)\ln\frac{p_0 + \rho g H}{p_0}\right]$$