



Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh

Khoa Cơ khí

Bộ môn Công nghệ nhiệt lạnh

ĐỀ KIỂM TRA GIỮA KỲ

Môn: **Nhiệt động lực học kỹ thuật**

Ngày thi: 14-10-2012

Thời gian làm bài: 45 phút. Sinh viên được sử dụng tài liệu

Bài 1: Một hỗn hợp khí lý tưởng gồm có 0,12 kg O₂, 0,18 kg CO và 0,1 kg CO₂. Cho biết áp suất của hỗn hợp là 180 kPa. Xác định:

- số mũ đoạn nhiệt của hỗn hợp, **(3 điểm)**
- hằng số chất khí của hỗn hợp, **(2 điểm)**
- phân áp suất của từng thành phần, **(2 điểm)**
- công kỹ thuật khi nén đoạn nhiệt hỗn hợp đến áp suất 1,2 MPa, nhiệt độ 235 °C. Nhận xét kết quả. **(2 điểm)**

Bài 2:

- (0.5 điểm)** Một chất khí thỏa mãn phương trình trạng thái van der Waals như sau:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

trong đó a và b là các hằng số.

Hãy lập công thức tính công do sự thay đổi thể tích từ v₁ đến v₂ trong quá trình đẳng nhiệt.

- (0.5 điểm)** Cho biết chất khí có a = 1,4.10³ N.m⁴/kg² và b = 3,2.10⁻⁵ m³/kg. Tính công ở trên khi chất khí H₂ giãn nở từ thể tích 10 lit/kg đến thể tích 22,4 lit/kg trong quá trình đẳng nhiệt ở nhiệt độ 20°C.

Chủ nhiệm bộ môn

Giảng viên ra đề

GS. TS. Lê Chí Hiệp

TS. Nguyễn Minh Phú

Bài 1:

a) $g_{O_2} = 0,12 / (0,12 + 0,18 + 0,1) = 0,3$
 $g_{CO} = 0,18 / (0,12 + 0,18 + 0,1) = 0,45$
 $g_{CO_2} = 0,25$
 $c_p = g_{O_2}c_{pO_2} + g_{CO}c_{pCO} + g_{CO_2}c_{pCO_2} = 0,3 \times 29,3/32 + 0,45 \times 29,3/28 + 0,25 \times 37/44$
 $= 0,9558 \text{ kJ/kg.K}$
 $c_v = g_{O_2}c_{vO_2} + g_{CO}c_{vCO} + g_{CO_2}c_{vCO_2} = 0,3 \times 20,9/32 + 0,45 \times 20,9/28 + 0,25 \times 29,3/44$
 $= 0,6983 \text{ kJ/kg.K}$
 $k = c_p / c_v = 1,37$

b) $R = 8314(0,3/32 + 0,45/28 + 0,25/44) = 258,8 \text{ J/kg.K}$

($\mu = 32,125 \text{ kg/kmol}$)

c) Đối với từng chất khí: $p_i V = G_i R_i T$

Đối với hỗn hợp: $pV = GRT$

Lập tỉ số ta được: $p_i = p g_i R_i / R$

$p_{O_2} = 180 \times 0,3 \times (8314/32) / 258,8 = 54,2 \text{ kPa}$

$p_{CO} = 180 \times 0,45 \times (8314/28) / 258,8 = 92,9 \text{ kPa}$

$p_{CO_2} = 180 \times 0,25 \times (8314/44) / 258,8 = 32,9 \text{ kPa}$

$$r_{O_2} = g_{O_2} \frac{\mu}{\mu_{O_2}} = 0,3012$$

$$p_{O_2} = p r_{O_2} = 54,2 \text{ kPa}$$

cách khác: $r_{CO} = g_{CO} \frac{\mu}{\mu_{CO}} = 0,5163$

$$p_{CO} = p r_{CO} = 92,9 \text{ kPa}$$

$$r_{CO_2} = g_{CO_2} \frac{\mu}{\mu_{CO_2}} = 0,1825$$

$$p_{CO_2} = p r_{CO_2} = 32,9 \text{ kPa}$$

d)

$$T_1 = T_2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1-k}{k}} = (235 + 273) \left(\frac{1200}{180} \right)^{\frac{1-1,37}{1,37}} = 304 \text{ K}$$

$$W_{kt} = m \frac{k}{1-k} R (T_2 - T_1) = 0,4 \frac{1,37}{1-1,37} 258,8 (235 + 273 - 304) = -78 \text{ kJ}$$

Bài 2:

a) Biến đổi phương trình trạng thái: $p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$

Công thay đổi thể tích

$$w = \int_1^2 p dv = \int_1^2 \left(\frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2} \right) dv = RT \ln(v-b) \Big|_1^2 + \frac{a}{v} \Big|_1^2$$

$$w = RT \ln \frac{v_2 - b}{v_1 - b} + a \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right)$$

b) $v_1 = 10 \text{ lit/kg} = 10^{-2} \text{ m}^3/\text{kg}$; $v_2 = 22,4 \text{ lit/kg} = 22,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

Áp dụng công thức trên với $a = 1,4 \cdot 10^3 \text{ N.m}^4/\text{kg}^2$ và $b = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$

$$w = \frac{8314}{2} (20 + 273) \ln \frac{22,4 \cdot 10^{-3} - 3,2 \cdot 10^{-5}}{10^{-2} - 3,2 \cdot 10^{-5}} + 1,4 \times 10^3 \left(\frac{1}{22,4 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{10^{-2}} \right)$$

$$= 984451 - 77500 = 906951 \text{ J/kg}$$