

Correction

PREMIERE PARTIE : Gaz réels et effets de compressibilité

1. $K_T = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T$, $z=1$ for ideal gas.

$$K_T^{ex} = K_T - K_T^{id} = -\frac{1}{z} \left(\frac{\partial z}{\partial p} \right)_T$$

2. $p=1030 \text{ atm}$, $T=240 \text{ K}$, $z = 1,44 \cdot 10^{-3}(p - 930) + 2$

$$K_T^{ex} = -\frac{1,44 \cdot 10^{-3}}{2,144} = -6,72 \cdot 10^{-4}$$

3. $pV = z \frac{m}{M_{mol}} RT$; $m^{id} = 1497 \text{ kg}$; $m = 1497/2,44 = 698 \text{ kg}$.

DEUXIEME PARTIE: Turbine à gaz à cycle de Brayton

Dans une centrale thermique, de l'air, supposé parfait, décrit de façon irréversible un cycle moteur de Brayton dans le sens 1-2-3-4. Il entre dans la turbine, à la pression de 7 bar et à la température de 1227K, et sort à la pression de 1 bar. Un compresseur comprime l'air qu'il reçoit, à la température 288K, de 1 à 7 bar. Rendements isentropiques de compresseur et de turbine : $\eta_c = 0.9$; $\eta_t = 0.85$

1. Représenter le cycle dans le diagramme T-s.
2. Calculer l'efficacité de la machine.

(2) 理想压缩时状态 2 点的温度:

$$T_{2,is} = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 288 \times 7^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 502.17 \text{ K}$$

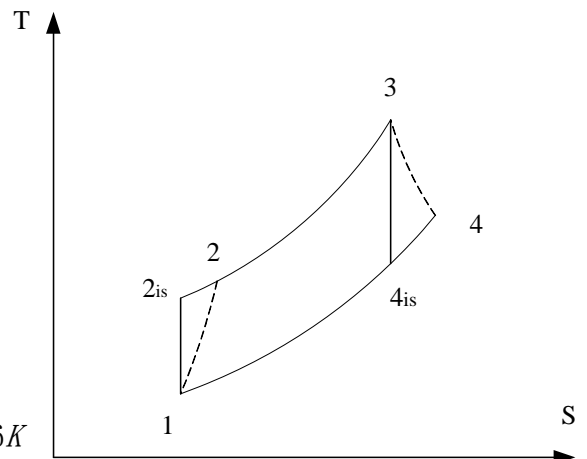
实际压缩时状态 2 点的温度:

$$T_2 = T_1 + \frac{T_{2,is} - T_1}{\eta_c} = 288 + \frac{502.17 - 288}{0.9} = 525.96 \text{ K}$$

理想循环 4 状态点的温度:

$$T_{4,is} = T_3 \left(\frac{p_4}{p_3} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 1227 \times \left(\frac{1}{7} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 703.7 \text{ K}$$

实际循环时 4 状态点的温度:



$$T_4 = T_3 - (T_3 - T_{4, is}) \eta_t = 1227 - (1227 - 703.7) \times 0.85 = 782.2K$$

单位质量工质吸收的热量：

$$q_1 = c_p (T_3 - T_2)$$

(3) 循环的净功：

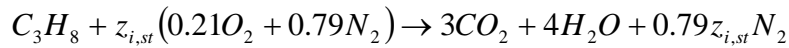
$$w = c_p (T_3 - T_4 - T_2 + T_1)$$

(4) 循环的热效率

$$\eta = \frac{w}{q_1} = \frac{T_3 - T_4 - T_2 + T_1}{T_3 - T_2} = \frac{1227 - 782.2 - 525.96 + 288}{1227 - 525.96} = 29.65\%$$

TROISIEME PARTIE : THERMOCHIMIE

(1) 恰当燃烧时，反应生成物为水和二氧化碳，即



根据氧平衡，可得 $z_{i, st} = \frac{3+2}{0.21} = 23.8$

(2) 恰当燃烧时的空燃比

$$D_{st} = \frac{m_{air}}{m_{fuel}} = \frac{23.8 \times (0.21 \times 32 + 0.79 \times 28)}{44} = 15.6$$

(3) 释放的热量

反应焓 (3 分)

$$H_F = 3H_F^* CO_2 + 4H_F^* H_2O - H_F^* C_3H_8 = 3 \times (-94.05) - 4 \times 57.8 + 24.8 = -488.55 kcal / mole(C_3H_8)$$

释放的热量

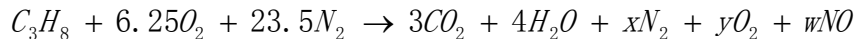
$$q = -H_F + 4H_{latent, H_2O} = 488.55 + 4 \times 10.5 = 530.55 kcal / mole(C_3H_8)$$

若水为气态 (假想)，则释放热量为 488.55 kcal/mol C₃H₈

(4) 因为 $r < 1$ ，为贫油状态，含有氢气的裂解反应不是主要的，再根据反应平衡常数，可以知道最主要的反应为 $N_2 + O_2 = 2NO$ 。

$$Z_i = \frac{D_{st} M_{fuel}}{r M_{air}} = \frac{15.6 \times 44}{0.85 \times (0.21 \times 32 + 0.79 \times 28)} = 29.75$$

反应可以写成



据此可得：

氧平衡方程： $6.25 = 3 + 2 + y + 0.5w$

氮平衡方程： $23.5 = x + 0.5w$

化学平衡方程： $K_p = 0.0035 = \frac{w^2}{xy}$

根据上述三个方程可以解得： $x = 23.33$ ； $y = 1.08$ ； $w = 0.34$