



EXAMEN DE LA COMBUSTION (1h45 min)

Ⓢ IMPORTANT :

⇒ Dans le problème, on prendra pour la composition de l'air : 21% d'O₂ et 79% N₂

⇒ Le volume molaire dans tout le problème $V_m(n) = 24,5 \text{ l/mol}$

Une chaudière à gaz utilise un mélange (C₄H₁₀ 38% + C₅H₁₂ 62%). La combustion de mélange gazeux est faite avec un excès d'air de $e = 18\%$. La chaudière assure en continu un débit d'eau chaude $\dot{Q}_{eau} = 0,17 \text{ m}^3 / h$ à une température $T = 90^\circ\text{C}$. Le débit volumique du gaz est : $\dot{Q}_{gaz} = 1,5 \text{ m}^3 / h$.

Les pouvoirs Calorifique Inférieur : $PCI_{C_4H_{10}} = 49 \text{ MJ/m}^3$ et $PCI_{C_5H_{12}} = 56 \text{ MJ/m}^3$

I- Calcule des volumes

1. Calculer en m^3/m^3 de mélange gazeux, le pouvoir comburivore et les deux pouvoirs fumigènes
2. Déterminer le débit d'air utilisé et le débit des fumées secs en m^3/h

II- Calcule des puissances en MJ/h

1. Quelle est la puissance de combustion Φ_{comb} ?
2. Quelle est la puissance Φ_{eau} disponible à l'utilisation si cette eau est initialement à $T_0 = 10^\circ\text{C}$ (on prendra $C_{eau} \approx 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.K^{-1}$ et $\rho_{eau} = 1000 \text{ Kg/m}^3$). En déduire la valeur du rendement.
3. Déterminer les puissances perdues par les parois, par brûleur et par purge : **ces puissances sont estimées à 7 % de puissance de combustion.**
4. Quelle est la puissance emportée par les fumées sous forme sensible ?
5. calculer la température des fumées secs si on suppose que leur puissance sensible est donnée par

$$\Phi_{fumées} = \dot{m}_{fumées} \cdot c_{P_{fumées}} \cdot (T_{fumées} - 298), \text{ en donne } c_{P_{fumées}} = 945 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1} \text{ et } \rho_{fumées} = 0,98 \text{ kg.m}^{-3}$$

Pour améliorer le rendement de la chaudière nous avons **réglé l'excès d'air à 6%**, les pertes **sont réduites aussi à 3%** de la puissance de la combustion. Les fumées sont évacuées à la même température calculée dans la question 5.

6. Calculer les pertes par fumées et le rendement de la chaudière

III- Récupération d'une partie de puissance

1. Quelle serait la puissance d'un échangeur branché sur le circuit d'eau, destiné à récupérer une partie de la chaleur des fumées, permettant leur refroidissement **jusqu'à la température 100°C** ?
2. Quelle est dans ce cas la nouvelle température d'eau à l'admission de la chaudière ?
3. En déduire le nouveau rendement et Conclure ?

IV- Pour le cas d'une combustion avec un défaut d'air de 7% :

1. Calculer en m^3/m^3 de combustible gazeux, le pouvoir comburivore et les deux pouvoirs fumigènes
2. Calculer la quantité de combustible imbrûlé et la puissance de la combustion
3. Déterminer le débit d'air utilisé en m^3/h et le débit des fumées sèches utilisées en m^3/h .