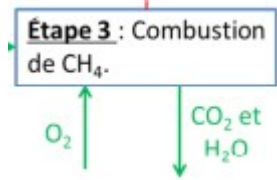


Ressources d'énergie renouvelables

1. Justifier pour chacune des étapes 2 et 3 du procédé si elle est endothermique ou exothermique.

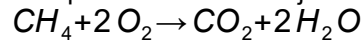
Une réaction exothermique dégage de la chaleur. On voit sur le schéma que c'est le cas des étapes 2 et 3 qui sont donc exothermiques

2. Écrire l'équation de la réaction de combustion complète du méthane de formule brute CH_4 .



La combustion complète nécessite du dioxygène O_2 et produit du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O , on peut donc écrire : $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Telle quelle, cette équation n'est pas équilibrée : le nombre d'atomes de chaque espèce n'est pas conservé. On ajuste donc la stoechiométrie :



3. Montrer, en détaillant les calculs, que la valeur expérimentale obtenue pour le pouvoir calorifique massique PC du méthane est de l'ordre de $29 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

On calcule l'énergie libérée en appliquant la formule :

$$E_{\text{libérée}} = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) = 1,00 \times 4,18 \times (100,0 - 20,2) = 333 \text{ kJ} = 3,33 \times 10^{-1} \text{ MJ}$$

La masse moyenne de méthane consommée vaut

$$m = \frac{12,1 + 10,9 + 11,6 + 11,0 + 11,8 + 10,9}{6} = 11,4 \text{ g} = 1,14 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

Le pouvoir calorifique massique du méthane vaut donc $PC = \frac{E_{\text{libérée}}}{m} = 29,2 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

4. Proposer une explication pour interpréter l'écart entre la valeur expérimentale du pouvoir calorifique massique du méthane et sa valeur de référence.

On ne connaît rien du dispositif utilisé, mais il est probable que cet écart provienne des pertes lors du transfert de la chaleur de la flamme du méthane vers le récipient dans lequel est chauffé l'eau, et également du refroidissement de l'eau pendant l'expérience.

5. Répondre à la problématique 1 en déterminant la proportion d'énergie intermittente pouvant être considérée comme ayant été stockée par ce procédé. On utilisera la valeur de référence du pouvoir calorifique massique du méthane.

- On nous indique qu'un kilogramme de méthane est produit, cela correspond à une énergie thermique possible de 50MJ.

- Seuls 25 % de cette énergie pourra effectivement produire de l'électricité : un kilogramme de méthane permettra donc de produire $50 \times 0,25 = 12,5 \text{ MJ}$ d'électricité.

- La proportion d'énergie intermittente pouvant être stockée par ce procédé vaut donc :

$$p = \frac{E_{\text{électrique}}}{E_{\text{consommée}}} = \frac{12,5}{117} = 10,7 \%$$

6. Exprimer la variation de l'énergie potentielle de pesanteur ΔE_{pp} de cette masse M d'eau lors de sa chute à travers la conduite forcée, en fonction de ρ_{eau} , V_{inf} , g , z_{sup} et z_{inf} . Montrer que la valeur de ΔE_{pp} est de l'ordre de -950 GJ .

La variation d'énergie potentielle de pesanteur d'un objet de masse M entre 2 points A et B d'altitude z_A et z_B s'écrit $\Delta E_{pp} = M \times g \times (z_B - z_A)$

La masse M d'un objet de masse volumique ρ et de volume V vaut $M = \rho \times V$

En combinant ces 2 relations, on obtient la variation d'énergie potentielle de pesanteur lors du remplissage du réservoir inférieur :

$$\Delta E_{pp} = \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{inf}} \times g \times (z_{\text{inf}} - z_{\text{sup}}) = 1000 \times 150000 \times 9,81 \times (50 - 700) = -9,56 \times 10^{11} \text{ J} = -956 \text{ GJ}$$

7. En considérant que l'eau est immobile dans le réservoir supérieur et que la chute à travers la conduite s'effectue sans frottement, déterminer la valeur de l'énergie cinétique de cette masse M d'eau lorsqu'elle actionne les turbines.

Si l'on considère que la chute de l'eau s'effectue sans frottement, alors on peut utiliser la conservation de l'énergie mécanique $E_{meca}(\text{sup}) = E_{meca}(\text{inf})$ avec $E_{meca} = E_{pp} + E_c$ avec E_{pp} énergie potentielle de pesanteur et E_c énergie cinétique.

Au niveau du réservoir supérieur, on a $E_{pp}(\text{sup}) = 956 \text{ GJ}$ et $E_c(\text{sup}) = 0 \text{ J}$ et au niveau du réservoir inférieur on a $E_{pp}(\text{inf}) = 0 \text{ J}$. La conservation de l'énergie mécanique nous permet de déterminer que $E_c(\text{inf}) = E_{pp}(\text{sup}) = 956 \text{ GJ}$

8. Sachant que le rendement de la phase de turbinage est de 90 %, calculer la valeur de l'énergie électrique que peut fournir la centrale hydro-électrique.

Le rendement $\eta = \frac{E_{produite}}{E_{disponible}}$, donc $E_{produite} = \eta \times E_{disponible} = 0,90 \times 956 \text{ GJ} = 860 \text{ GJ}$

9. Répondre à la problématique 2 en déterminant le nombre de jours d'autonomie sans vent que représente la réserve d'eau des bassins.

La consommation annuelle sur l'île est de 42,0 GWh, soit $(42,0 \times 360) \text{ GJ} = 1,51 \times 10^5 \text{ GJ}$.

Cela correspond à une consommation quotidienne de $\frac{1,51 \times 10^5}{365} = 414 \text{ GJ}$.

L'autonomie sans vent que représente la réserve d'eau est donc de $t = \frac{860}{414} = 2 \text{ jours}$