

MOTORISATION ET RESSOURCE ÉNERGÉTIQUE

La croissance de la demande énergétique pose des questions essentielles pour la sauvegarde de nos modes de vie et pour le développement durable de la planète. L'approvisionnement énergétique doit satisfaire, en temps réel et de la façon la plus écologique possible, une demande variable dans le temps et dans l'espace.

Ce problème s'intéresse au domaine du transport. Il a pour but d'étudier des solutions thermiques et électriques tant au niveau de la motorisation que de l'approvisionnement en énergie.

Partie I - Véhicule automobile thermique

Étude comparative des différents carburants

Les principaux combustibles automobiles sont :

- l'essence SP98 dont l'octane C_8H_{18} est le principal constituant ;
- le GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié) constitué en proportion molaire d'environ 50 % de propane C_3H_8 et 50 % de butane C_4H_{10} . Une mole de GPL se compose ainsi de 0,5 mole de propane et de 0,5 mole de butane ;
- le GNV (Gaz Naturel pour Véhicules) essentiellement constitué de méthane CH_4 .

- Q1.** Écrire les réactions de combustion d'une mole de ces hydrocarbures par le dioxygène de l'air qui aboutit à la formation de vapeur d'eau et de dioxyde de carbone.
- Q2.** Évaluer pour la combustion du méthane l'enthalpie de réaction $\Delta_r H_1^\circ$ à 298 K. Commenter son signe.
- Q3.** Pour les combustions respectives d'une mole de GPL et d'une mole d'essence SP98, on a $\Delta_r H_2^\circ = -2\,351 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\Delta_r H_3^\circ = -5\,068 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. En déduire pour chacun de ces trois combustibles, l'énergie libérée par mole de CO_2 formée.
- Q4.** Le « bonus écologique », allègement de taxe accordé pour le GPL, est-il de nature à contribuer à limiter les émissions de CO_2 ?

Production industrielle du dihydrogène

Le dihydrogène est généralement produit par vaporeformage du gaz naturel. La réaction chimique principale est catalysée par le nickel (Ni). Son équation bilan notée (a), est la suivante :



À l'entrée du réacteur, le mélange gazeux contient uniquement du méthane et de l'eau. Le méthane est la substance économiquement coûteuse de cette synthèse.

- Q22.** Sur quel(s) paramètre(s) peut-on jouer pour optimiser cette synthèse ?

La **figure 5** donne graphiquement l'évolution de la constante d'équilibre $K^\circ_{(a)}$ de la réaction (a) en fonction de la température.

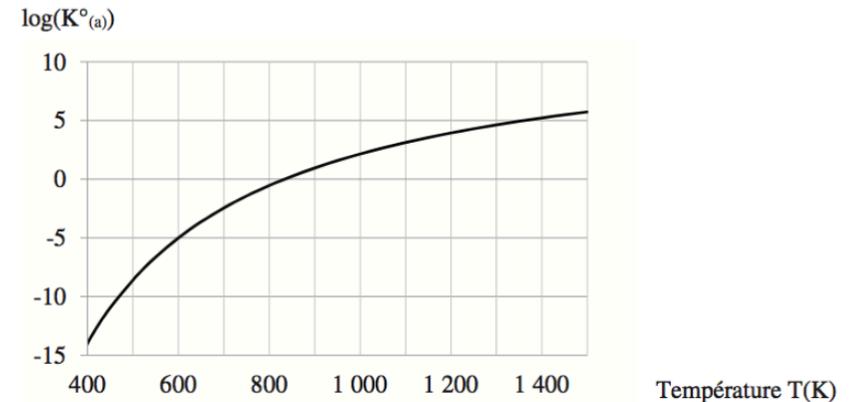


Figure 5 – Évolution de $K^\circ_{(a)}$ avec la température

- Q23.** Discuter des effets d'une augmentation de la température et de la pression sur la position de l'équilibre chimique, puis justifier les conditions opératoires (1 000 °C et 25 bars) de cette synthèse. L'ajout de nickel permet-il d'améliorer le rendement ?

Données

Grandeurs chimiques

Enthalpies standards de formation à 298 K :

Corps	CH ₄	H ₂ O (g)	CO ₂
$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol ⁻¹)	- 74,8	- 241,8	- 393,5

On rappelle que pour les corps purs simples, on a : $\Delta_f H^\circ = 0$ kJ.mol⁻¹.

Masses molaires :

Atomes	H	C	O
M en g.mol ⁻¹	1	12	16

Potentiels standards des couples de l'eau à 298 K et supposés encore vrais à 348 K :

Couples	H ⁺ /H ₂	O ₂ /H ₂ O
E°(V)	0	1,23

Constantes physiques

Constante des gaz parfait : R = 8,314 J.mol⁻¹.K⁻¹.

Constante d'Avogadro : Na = 6,022 10²³ mol⁻¹.

Charge élémentaire : e = 1,602 10⁻¹⁹ C.

Constante de Faraday : 1F = 96 485 C.mol⁻¹.

Caractéristiques techniques du moteur PSA EB2

Architecture : 3 cylindres en ligne.

Puissance maximale : 82 ch à 5 750 tr/min.

Rapport volumétrique de compression :

$$\delta = \frac{V_{PMB}}{V_{PMH}} = \frac{V_2}{V_1} = 11.$$

Cylindrée : 1 199 cm³.

On rappelle que la cylindrée d'un moteur à combustion interne correspond au volume d'air aspiré par l'ensemble des cylindres du moteur lors un cycle.

Caractéristiques d'une Peugeot 108 équipée du moteur EB2

Consommation mixte :

- Donnée constructeur : 4,3 l/100 km.

- Essai Autoplus n°1 450 : 5,7 l/100 km.

Rejet moyen de CO₂ donné par le constructeur : 99 g/km.

Conversion d'unité, masse volumique et viscosité du carburant essence SP98

1 bar = 10⁵ Pa.

1 ch = 735,4 W.

$\rho = 720$ kg.m⁻³.

Viscosité du carburant essence SP98 :

$\eta = 0,65 \cdot 10^{-3}$ Pl.

Caractéristiques d'une caténaire