

**TD Préparation DS2
THERMOCHIMIE**

Problème n°1 : Synthèse du méthanol (CCINP Deug 2015)

Le méthanol CH_3OH est un intermédiaire réactionnel très utilisé en synthèse dans l'industrie chimique. Une des voies de production du méthanol est la réaction catalytique en phase gazeuse suivante effectuée à 523 K : $\text{CO}_{(g)} + 2 \text{H}_{2(g)} = \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$ réaction (1)

1. Représenter les structures de Lewis du monoxyde de carbone et du méthanol.

On donne dans le tableau suivant, les enthalpies standard à 298 K de dissociation de la molécule de monoxyde de carbone et de quelques liaisons.

liaisons	Molécule CO	H–H	C–H	C–O	O–H
$\Delta_{\text{diss}}H^\circ \text{ (kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$	1072	435	402	385	443

2. À l'aide des enthalpies standard de dissociation de liaison, évaluer l'enthalpie molaire standard à 298 K de la réaction de synthèse du méthanol.

3. Écrire la réaction de formation du méthanol gazeux.

4. Calculer l'enthalpie standard à 298 K de la réaction (1) à l'aide des enthalpies standard de formation. Comparer le résultat à celui de la question 2. Quelle valeur convient-il de conserver pour la suite du problème ?

5. Calculer l'entropie standard à 298 K de la réaction (1). Commenter la valeur obtenue.

6. Calculer la constante d'équilibre K° de la réaction (1) à 523 K.

7. Dans quel sens l'équilibre se déplace-t-il si on augmente la température ?

On place dans un réacteur fermé à volume constant thermostaté à 523 K, 2,0 moles de H_2 , 2,0 moles de CO et 1,0 mole de CH_3OH . La pression totale initiale dans le réacteur est $P_i = 10$ bar.

8. Calculer l'enthalpie libre de réaction et en déduire le sens d'évolution de la transformation.

Dans les conditions précédentes, on mesure une pression totale de 13 bar lorsque la réaction atteint l'équilibre.

9. Déterminer les pressions partielles à l'équilibre de CO, H_2 et CH_3OH dans le réacteur.

Données :

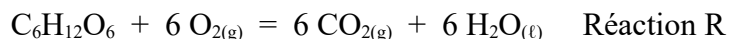
constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

numéro atomique : $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{O}) = 8$

À 25 °C	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$
$\Delta_f H^\circ \text{ (kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$	–110,5	0	–201,2
$S^\circ_m \text{ (J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$	197,9	130,7	238,0

Problème n°2 : La respiration, une source d'énergie pour le sportif (G2E 2020)

La respiration est un phénomène biologique complexe au cours duquel le glucose ($C_6H_{12}O_6$) est transformé, par l'action du dioxygène, en dioxyde de carbone et en eau selon la réaction R.



La respiration s'accompagne de la production d'énergie qui est utilisée par l'organisme pour son métabolisme et pour le fonctionnement des muscles.

Q1. Calculer $\Delta_r H^\circ$, l'enthalpie standard de la réaction de respiration (réaction R). Commenter le résultat.

Un coureur cycliste consomme environ 4500 kilocalories pendant une étape du tour de France.

Q2. Déterminer la masse de glucose que le sportif consomme en une étape du tour de France.

On considère que seulement **25 % de l'énergie produite par la respiration est convertie en travail permettant le fonctionnement des muscles**. On suppose dans un premier temps que le coureur cycliste est une enceinte adiabatique et qu'il n'échange que du travail avec l'extérieur grâce au fonctionnement des muscles. On assimile le coureur à une masse d'eau de 70 kg initialement prise à 37 °C.

Q3. Avec ces hypothèses, déterminer la température finale de l'organisme du sportif à la fin d'une étape du tour de France. Commenter.

Pour maintenir l'organisme à une température proche de 37 °C, l'évacuation de vapeur d'eau via l'expiration et la sudation sont des phénomènes permettant d'évacuer rapidement la chaleur produite lors de l'activité sportive.

Q4. Évaluer le volume d'eau que le cycliste doit absorber pendant et après une étape du tour de France pour compenser la déshydratation due à l'effort, c'est-à-dire pour compenser l'eau perdue sous forme de vapeur afin de maintenir sa température constante.

On considère qu'un coureur cycliste doit absorber environ 1 litre d'eau par heure pour pouvoir mener à bien son effort.

Q5. Critiquer le résultat de la question **Q4.** en dégageant les éléments de la modélisation proposée qu'il faudrait affiner pour mieux décrire le sportif.

Données :

Composé	$H_2O_{(l)}$	$CO_{2(g)}$	$O_{2(g)}$	Glucose ($C_6H_{12}O_6$)
Enthalpie standard de formation $\Delta_f H^\circ$ (en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	-290,0	-393,5	0	-1268

Conversion kilocalorie en kilojoule : 1 kcal = 4,18 kJ

$M(\text{glucose}) = 180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Capacité calorifique massique de l'eau liquide : $4,18 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

Enthalpie massique de vaporisation de l'eau à 37 °C sous 1 atmosphère : $L_{\text{vap}} = 2,40\cdot 10^3 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$