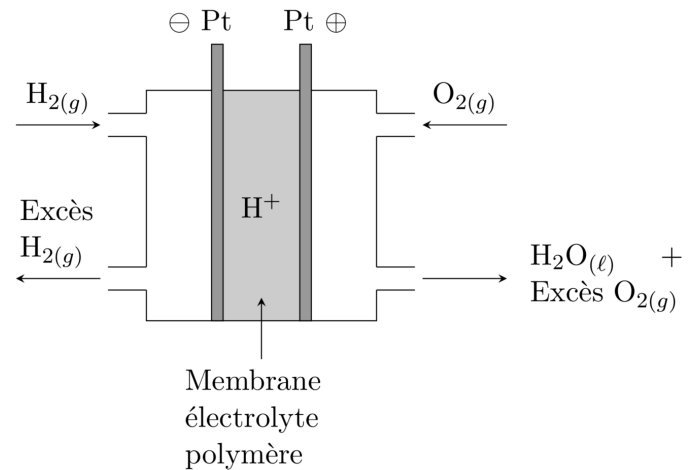


DM 9

Électrochimie, Optique géométrique

Exercice 1 : Pile à combustible

Une pile à hydrogène est constituée de deux électrodes de platine poreuses séparées par une membrane électrolyte polymère permettant le passage des protons H^+ . L'une des électrodes est en contact avec un courant d'hydrogène gazeux $H_2(g)$ à la pression $P^0 = 1$ bar tandis que l'autre électrode est en contact avec un courant de dioxygène gazeux $O_2(g)$ à la même pression P^0 .



Données : constante de faraday $\mathcal{F} = 96\,485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$, enthalpies standard de formation et entropies molaires standard à 25°C :

	$O_2(g)$	$H_2(g)$	$H_2O(\ell)$
$\Delta_f H^0$ (en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	0	0	-285,3
S_m^0 (en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)	205,0	130,6	69,9

On se place dans l'approximation d'Ellingham.

- Q.1** Écrire l'équation globale de fonctionnement de la pile lorsque celle-ci débite du courant (comportement générateur) en prenant un coefficient stœchiométrique égal à 1 pour H_2O .
- Q.2** Déterminer son enthalpie libre standard $\Delta_r G^0(T)$ en fonction de la température.
- Q.3** Déterminer la force électromotrice e de cette pile en fonction de T .
- Q.4** Le potentiel standard du couple $H^+/H_2(g)$ est $E_0 = 0 \text{ V}$. En déduire la valeur numérique du potentiel standard du couple $O_2(g)/H_2O(\ell)$ en fonction de T . Application numérique : le calculer à 25°C .

On considère une évolution monotherme et monobare de la pile et on suppose donc que $T = T_{ext}$ et $P = P_{ext}$ à chaque instant, T_{ext} et P_{ext} étant des constantes.

- Q.5** Montrer que, pour un avancement ξ de la réaction, le travail électrique échangé vérifie l'inégalité :

$$|W_{el}| \leq \xi \cdot |\Delta_r G^0(T)|$$

À quelle condition a-t-on l'égalité ? Par la suite, on note $|W_{el}|_{max}$ le travail maximum échangé.

- Q.6** Lorsque la réaction de la première question est effectuée en mélangeant directement les réactifs (sans pile), on note Q_P la chaleur échangée pour ce même avancement. On appelle alors efficacité théorique de la pile le rapport :

$$\eta = \frac{|W_{el}|_{max}}{|Q_P|}$$

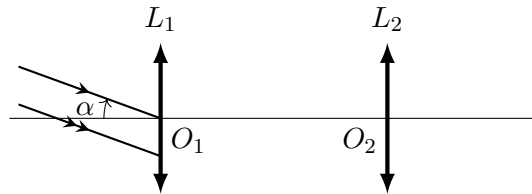
Déterminer η en fonction de $\Delta_r G^0(T)$ et de $\Delta_r H^0$. Faire l'application numérique à 25°C .

Exercice 2 : Lunette astronomique

Dans cet exercice, on étudie une lunette astronomique dans le but d'observer la planète Mars. La lunette est un système optique afocal constitué de deux lentilles minces convergentes placées sur le même axe optique :

- la lentille L_1 (l'objectif) de distance focale image $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$;
- la lentille L_2 (l'oculaire) de distance focale image $f'_2 = \overline{O_2F'_2}$.

On choisit $f'_1 = 5f'_2$. La lunette peut être modélisée comme sur la figure suivante (échelle non respectée) :



On rappelle qu'un œil normal voit un objet sans accommoder si cet objet se trouve à l'infini. La planète Mars est vu à l'œil nu sous un angle noté α .

- Q.1** Quelle est la propriété d'un système afocal ? En déduire la distance $\overline{O_1O_2}$ entre les deux lentilles.
- Q.2** Reproduire le schéma de la lunette ci-dessus en indiquant la position des foyers des lentilles. Compléter la marche des deux rayons lumineux provenant de Mars. L'image intermédiaire est notée $A'B'$.
- Q.3** En plaçant notre œil à la sortie de la lunette, voit-on une image droite ou inversée ? (justifier la réponse)
- Q.4** La lunette est caractérisée par son grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ avec α' l'angle formé entre les rayons émergents et l'axe optique. Exprimer G en fonction de f'_1 et f'_2 et faire l'application numérique.

On veut maintenant augmenter le grossissement de cette lunette et remettre l'image droite. Pour cela, on ajoute une lentille convergente L_3 entre L_1 et L_2 (O_3 se trouve alors entre F'_1 et F_2). On note $f'_3 = \overline{O_3F'_3}$ la distance focale image de L_3 . Pour conserver une image finale à l'infini, on doit déplacer la lentille L_2 .

On note $A'B'$ la première image intermédiaire (formée par L_1) et qui joue le rôle d'objet pour L_3 . On note $A''B''$ la seconde image intermédiaire (formée par L_3) et qui joue le rôle d'objet pour L_2 :

$$\text{Mars} \xrightarrow{L_1} A'B' \xrightarrow{L_3} A''B'' \xrightarrow{L_2} \text{image finale}$$

L'image finale est vue sous un angle noté α'' .

- Q.5** Où doit se trouver l'image intermédiaire $A''B''$ formée par L_3 pour que l'image finale soit à l'infini ? En déduire le couple de points qui sont conjugués par L_3 pour que le système soit afocal.
- Q.6** Faire un schéma du montage en plaçant les trois lentilles et leurs foyers. Tracer la marche de deux rayons provenant de Mars (rayons parallèles et formant un angle α avec l'axe optique).
- Q.7** Donner la définition du grandissement γ_3 de L_3 en fonction de $\overline{A'B'}$ et $\overline{A''B''}$. Exprimer alors ce grandissement en fonction de $\overline{O_3F_2}$ et $\overline{O_3F'_1}$.
- Q.8** Donner la relation de conjugaison de L_3 en fonction de f'_3 , $\overline{O_3F_2}$ et $\overline{O_3F'_1}$. En déduire l'expression de $\overline{O_3F'_1}$ en fonction de f'_3 et γ_3 .
- Q.9** En s'aidant du schéma de la question 6, déterminer le nouveau grossissement G' du système en fonction de γ_3 , f'_1 et f'_2 . Faire l'application numérique avec $\gamma_3 = -2$.