



OLYMPIADES NATIONALES DE LA CHIMIE 2016

ACADEMIE D'AMIENS

THEME : CHIMIE ET ENERGIE

**EPREUVE THEORIQUE DE SELECTION REGIONALE DE
PICARDIE**

DUREE MAXIMUM 1 HEURE

Note :

/20

DATE DE L'ÉPREUVE :

LYCEE :

NOM :

PRENOM :

Introduction :

- Quelle est l'unité légale de chaleur ?

- On parle aussi de calorie. Quelle est la relation entre ces deux unités ?

- Quelle est l'unité légale de l'énergie ?

L'énergie peut être soit motrice soit source de chaleur.

- Quelles sont les lettres symboles de l'énergie « motrice » et de l'énergie « chaleur » ?

- Quelle est l'unité légale de puissance ?

- Quelle est la relation entre l'énergie et la puissance ?

- Citez trois types d'énergies rencontrées couramment en physique.

Nous allons dans ce sujet étudier les énergies en rapport avec l'automobile...

➤ Le moteur :

- L'automobile est une des responsables de l'effet de serre. Expliquer ce phénomène.

- Elle émet un GES. Que signifie ce sigle ?

- Quel est l'espèce chimique responsable ?

- Représenter sa formule chimique et donner son nom en nomenclature systématique.

- Il y a eu dernièrement à Paris une réunion appelée COP21. Que signifient ces initiales ?

- Quels étaient ses objectifs ?

Les automobiles actuelles utilisent soit de l'essence, soit du gazole (et pour certaine du bioéthanol).

- Lorsqu'un moteur fonctionne, quel est le carburant et quel est le comburant ?

On considère maintenant une automobile dont le moteur est mal réglé. Il produit 150 grammes de dioxyde de carbone et 2 grammes de monoxyde de carbone par kilomètre.

La combustion complète de l'essence donne les mêmes produits que celle du butane.

- Ecrire le bilan de la combustion complète de l'essence.

- Dans le moteur de cette automobile, la combustion est-elle complète ? Justifiez votre réponse.

- Calculez les masses de dioxyde de carbone et de monoxyde de carbone produits par cette automobile lors d'un trajet Bordeaux-Marseille de 500 km.

➤ Le démarrage du moteur.

Les premières automobiles se démarraient manuellement en tournant une manivelle. Maintenant, des batteries sont utilisées et permettent d'actionner un démarreur.

- Quelle est la différence entre une pile et une batterie ?

- Toutes deux possèdent deux pôles : à quel pôle se trouve l'oxydant et à quel pôle se trouve le réducteur ?

- Donner trois types de batteries utilisées à l'heure actuelle.

- Quel est la technologie de batterie utilisée dans l'industrie automobile ?

La première pile : la pile Volta.



Le 20 mars 1800, Alessandro Volta, physicien italien, publie dans une lettre une découverte décisive : il vient de réaliser le premier générateur électrochimique de tension continue, qu'il baptise « la pile ». Pour cela il a utilisé des disques de cuivre et des disques de zinc séparés par de la feutrine imbibée de saumure (ou solution aqueuse de chlorure de sodium (de formule $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$).



Dans sa lettre, Volta précise : « les disques de cuivre ne changent pas de masse, et j'ai remarqué qu'on peut les remplacer par des métaux plus précieux sans modifier la tension aux bornes de la pile. Par contre les disques de zinc s'amincissent (...) ».

La pile de Volta est formée par un empilement de petits disques de cuivre et de zinc alternés.

Il se produit au niveau de chaque couche, qu'on appellera désormais une superposition d'un disque de cuivre et d'un disque de zinc, séparés par un tissu retenant la solution, une réaction d'oxydo-réduction. Il ne se passe rien au niveau du disque de cuivre. Les éléments participant à l'oxydation et à la réduction sont les éléments zinc et eau.

- Faire un schéma de la pile.

Au niveau atomique, l'oxydation d'un atome de zinc produit deux électrons qui vont transiter dans le circuit électrique, pour atteindre le disque de cuivre.

- Ecrire la demi-équation d'oxydation mettant en jeu le zinc. (couple $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$)

- Ecrire la demi-équation de réduction de l'eau. (couple $\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{H}_2(\text{g})$ en milieu basique)

- En déduire l'équation qui modélise le fonctionnement de la pile Volta. Cette réaction est-elle totale (quantitative) ou peu avancée (équilibrée) ?

On parle aussi d'anode et de cathode pour les bornes d'une pile.

- Quel disque serait la borne positive et quel disque serait la borne négative ? Justifier.

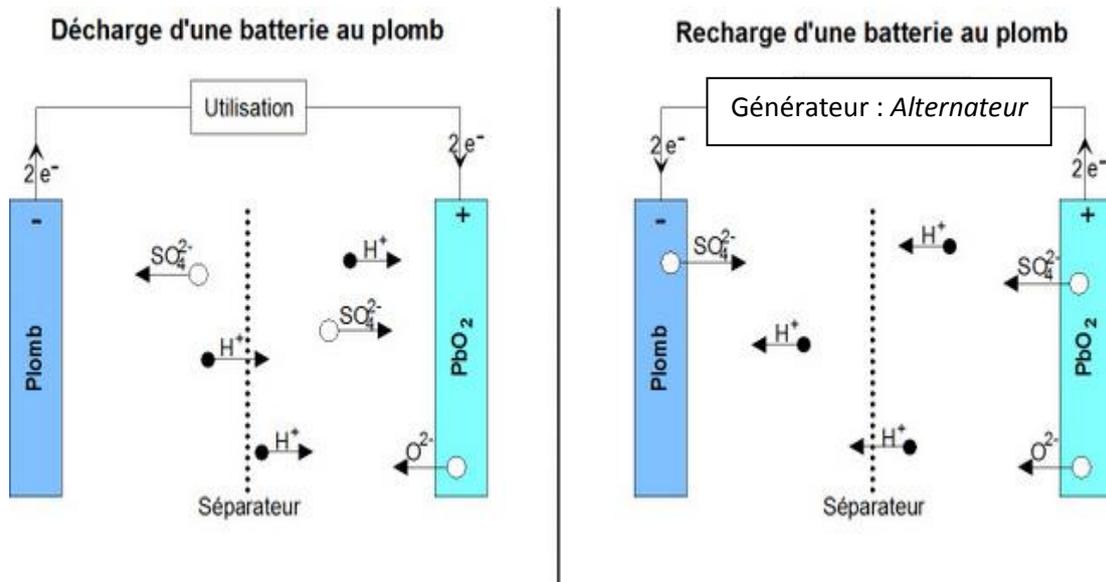
- Quelle conversion d'énergie une pile réalise t'elle ?

La première batterie.

En 1802, le Docteur William Cruickshank conçut la première batterie électrique capable d'être produite en série. Cruickshank arrangea des feuilles carrées de cuivre soudées à leurs extrémités et intercalées avec des feuilles de zinc de même taille. Ces feuilles étaient placées dans une longue boîte en bois rectangulaire qui était ensuite refermée étanchement à l'aide de ciment. Des encoches à l'intérieur de la boîte permettaient de maintenir les plaques métalliques bien en place. La boîte était remplie d'une solution aqueuse salée (saumure) ou d'acide dilué.

Jusqu'à une certaine époque toutes les batteries comportaient des éléments/accumulateurs primaires, ce qui voulait dire qu'elles n'étaient pas rechargeables. En 1859, Le physicien français Gaston Planté inventa la première batterie rechargeable. La batterie secondaire était basée sur un couple chimique acide plomb, qui est toujours utilisée de nos jours.

Principe de fonctionnement d'une batterie Plomb Acide :



A la décharge, les deux polarités se sulfatent, l'électrolyte est consommé (les ions SO_4^{2-} vont sur les électrodes). L'oxygène libéré par l'électrode positive s'unit aux ions H^+ en solution pour former de l'eau. Si la décharge est totale, l'électrolyte ne sera plus composé que d'eau distillée.

A la recharge, les deux polarités se désulfatent, l'électrolyte est régénéré (mise en solution d'ions SO_4^{2-}). La plaque positive est peroxydée (formation de PbO_2) et des ions sont libérés (augmentation de la concentration H^+ de l'électrolyte).

On considérera les couples suivant :

$\text{PbO}_2 / \text{Pb} : E^\circ = 1,7\text{V}$

$\text{H}^+ / \text{H}_2 : E^\circ = 0\text{V}$

$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb} : E^\circ = -0,3\text{V}$

Etude de la décharge :

- Ecrire l'équation d'oxydation à l'anode :

- Ecrire l'équation de réduction à la cathode :

- Parmi les 2 couples (PbO_2/Pb) et (Pb^{2+}/Pb) : quel est le meilleur oxydant ?

- En déduire l'équation qui modélise le fonctionnement de la batterie en décharge ou utilisation.

Etude de la charge :

- Ecrire l'équation d'oxydation à l'anode :

- Ecrire l'équation de réduction à la cathode :

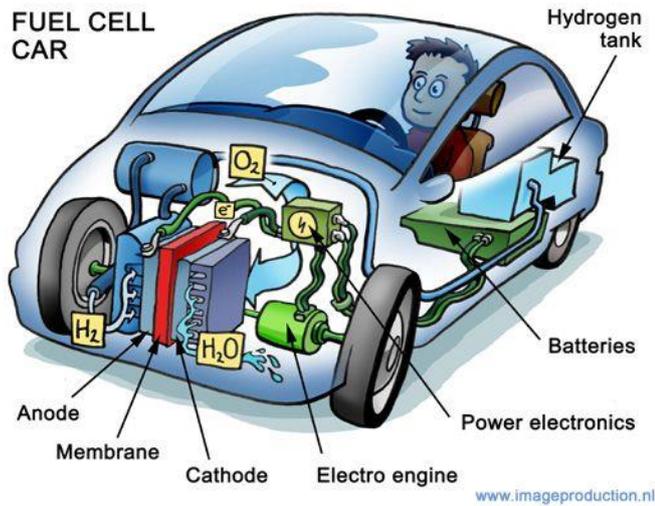
- En déduire l'équation qui modélise le fonctionnement de la batterie en décharge ou utilisation.

- L'électrolyte utilisé (en charge et décharge) est H_2SO_4 dont la 1^{ère} acidité est forte. Que vaut le pH si cet acide fort est initialement concentré à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$?

- La 2^{ème} acidité, dans l'eau, de cet acide (H_2SO_4) est faible et son pKa vaut 2. Ecrire l'équation bilan associée à cette 2^{ème} acidité dans l'eau.

- Donnez l'expression de sa constante d'équilibre Ka associée ainsi que la valeur de Ka:

➤ Une des grandes avancées : les piles à combustible. (PAC)



Cette pile consiste à unir du dihydrogène et du dioxygène pour former de l'eau. Dans cette pile, le dihydrogène subit une oxydation et le dioxygène une réduction.

- Ecrire les deux demi-équations correspondantes.

- En déduire l'équation bilan.

- Pourquoi est-ce une solution pour l'environnement ?

➤ Un problème subsiste : comment recharger les batteries ?

Actuellement, l'électricité produite est majoritairement d'origine nucléaire. Mais il existe d'autres sources moins polluantes.

- Dans une centrale thermique classique, la matière première est d'origine fossile. Pourquoi fossile ?

- Pourquoi ce type de centrale n'est plus favorisé à notre époque ?

Dans une centrale thermique nucléaire, on utilise de l'uranium. L'uranium est un élément chimique de symbole U et de numéro atomique 92, de la famille des actinides. Il contient principalement deux isotopes : le 235 et le 238.

- Quels sont les constituants principaux de leur noyau ?

U235 :

U238 :

Seul le 235 produit une fission provoquée par la collision entre son noyau et un neutron. De nouveaux éléments sont produits ainsi que trois nouveaux neutrons.

- Que peut-on dire des numéros atomiques des éléments produits (par rapport à 92) ?

Il y a en cours de construction des réacteurs appelés EPR.

- Quelle(s) est (sont) les différences par rapport à des réacteurs classiques ?

- L'énergie nucléaire est-elle renouvelable ? Citez 3 exemples d'énergie renouvelable :

MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION !

LES MEILLEURS SE RENCONTRERONT AU LYCEE

PIERRE DE LA RAMEE A SAINT-QUENTIN

LE 27 JANVIER 2016.