Colle 1 :

1) electrostatique du vide.

Du point de vue du potentiel et du champ électrique qu'ils créent, les noyaux de certains atomes légers peuvent être modélisés par une distribution de charge à ***l'intérieur*** d'une sphère de centre O et de rayon a. On désigne par **r** = **OP** le vecteur position d'un point P quelconque de l'espace. Pour r < a, la charge volumique ρ(P) qui représente le noyau varie en fonction de r suivant la loi :

$$\rho(r) = \rho_0\left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)$$

où ρ_0 est une constante positive.

25. Exprimer la charge totale Q du noyau.

a) $Q = \frac{1}{3}\pi\varepsilon_0\rho_0 a^3$ b) $Q = \frac{8}{15}\pi\rho_0 a^3$ c) $Q = \frac{3}{5}\pi\varepsilon_0\rho_0 a^2$ d) $Q = \frac{\rho_0 a^2}{2\pi}$

26. Les propriétés de symétrie du champ électrique permettent d'affirmer que :
a) Le champ électrique est contenu dans les plans de symétrie des charges.
b) Le champ électrique est orthogonal aux plans d'anti-symétrie des charges.
c) Le champ électrique est orthogonal aux plans de symétrie des charges.
d) Le champ électrique est contenu dans les plans de symétrie des charges.

27. Calculer le champ électrique $\mathbf{E}_{ext}$(P) en tout point P extérieur à la sphère (r > a).

a) $\mathbf{E}_{ext}(P) = \frac{2\rho_0 a^3}{15\varepsilon_0 r^3}\mathbf{r}$ b) $\mathbf{E}_{ext}(P) = \frac{\rho_0 a^3}{2\pi\varepsilon_0 r^2}\mathbf{r}$

c) $\mathbf{E}_{ext}(P) = \frac{2\pi\rho_0 a^2}{\varepsilon_0 r^2}\mathbf{r}$ d) $\mathbf{E}_{ext}(P) = \mathbf{0}$

28. Calculer le champ électrique $\mathbf{E}_{int}$(P) en tout point P intérieur à la sphère (r < a).

a) $\mathbf{E}_{int}(P) = \frac{\rho_0}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{2}{3} - \frac{3r^2}{4a^2}\right)\mathbf{r}$ b) $\mathbf{E}_{int}(P) = \frac{3\rho_0}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{3}{4} - \frac{4r^2}{3a^2}\right)\mathbf{r}$

c) $\mathbf{E}_{int}(P) = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left(\frac{1}{3} - \frac{r^2}{5a^2}\right)\mathbf{r}$ d) $\mathbf{E}_{int}(P) = \mathbf{0}$

29. Exprimer le potentiel V_{ext}(P) créé par le noyau lorsque r > a.

a) $V_{ext}(P) = \frac{\rho_0 a^2}{4\pi\varepsilon_0}$ b) $V_{ext}(P) = \frac{4\rho_0 a^2}{3\pi\varepsilon_0 r}$ c) $V_{ext}(P) = \frac{2\rho_0 a^3}{15\varepsilon_0 r}$ d) $V_{ext}(P) = \frac{\pi\rho_0 a^2}{3\varepsilon_0 r}$

30. Exprimer le potentiel V_{int}(P) créé par le noyau lorsque r < a.

a) $V_{int}(P) = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left(\frac{a^2}{4} - \frac{r^2}{6} + \frac{r^4}{20a^2}\right)$ b) $V_{int}(P) = \frac{\rho_0}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{a^2}{3} + \frac{r^2}{2} - \frac{r^3}{a}\right)$

c) $V_{int}(P) = \frac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left(\frac{a^2}{6} - \frac{r^2}{3} - \frac{r}{3a}\right)$ d) $V_{int}(P) = \frac{4\pi\rho_0}{\varepsilon_0}\left(\frac{r^2}{6} + \frac{r^4}{4a^2}\right)$

Colle 2 :

1) électrostatique du vide : théorème de Gauss.

On considère un plan uniformément chargé en surface avec une densité surfacique de charge σ.

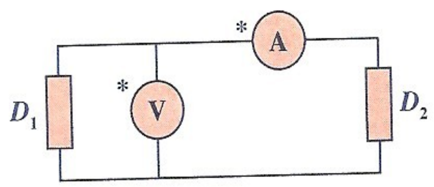
Donner l'expression du champ $\vec{E}$ (M). (on précisera sa direction dans un premier temps et on appliquera le théorème de Gauss en exprimant le flux de $\vec{E}$ à travers une surface judicieusement choisie)
Montrer qu'on a une discontinuité du champ électrique lorsqu'on traverse le plan. On exprimera cette discontinuité.
Donner la relation entre le potentiel V(M) et le champ électrostatique $\vec{E}$ (M) crée en M par les charges du plan.

En déduire le potentiel électrostatique V(M) en un point M au dessus du plan.

2) Étude énegétique d'un dipôle.

Rappeler les conventions d'orientation d'un dipôle générateur et d'un dipôle récepteur.

On considère le montage ci-dessous : l'ampèremètre indique 0,5 A.



Peut-on en déduire la nature (générateur ou récepteur) de chaque dipôle ?

On sait maintenant que le voltmètre indique – 12V.
Peut-on alors répondre à la question précédente ?

Colle 3 :

1) dipôles électrostatiques.

5- L'Eau, solvant polaire

5.1 Soit un dipôle électrostatique de moment dipolaire $\vec{p}$. On le suppose constitué d'un ensemble rigide de deux charges $-q$ et $+q$, placées respectivement aux points A_- et A_+. On note $\vec{a} = \overrightarrow{A_-A_+}$. Rappeler l'expression du moment dipolaire $\vec{p}$ en fonction de q et de $\vec{a}$.

5.2 Ce dipôle est placé au point O dans un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$. Ce champ est créé par des sources (autres que le dipôle) dont on ne se préoccupera pas. On rappelle que les actions mécaniques subies par un dipôle placé dans un champ électrique uniforme se réduisent à un couple de moment résultant $\vec{\Gamma} = \vec{p} \wedge \vec{E}$. Déterminer les positions d'équilibre du dipôle.

5.3 L'énergie potentielle du dipôle dans le champ $\vec{E}$ a pour expression $E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E}$. On note θ l'angle entre $\vec{E}$ et $\vec{p}$, orienté selon le schéma suivant (figure 3) :

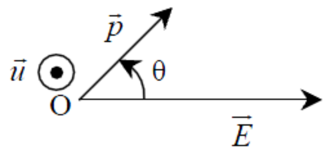


Figure 3

Exprimer E_p en fonction de p, E et θ et tracer le graphe de E_p en fonction de θ.

5.4 Retrouver, à partir de l'énergie potentielle, les positions d'équilibre et déterminer leur stabilité.

2) Lois générales de l'électrocinétique.

On considère les deux schémas constitués des résistances ci-dessous :

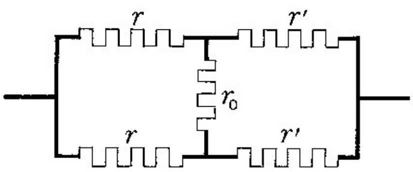


FIG. E.10.1.

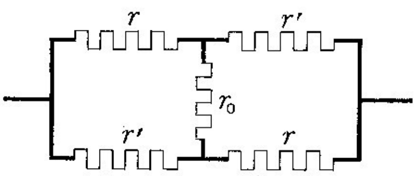


FIG. E.10.2.

a) en utilisant de manière la plus simple possible les lois de Kirchhoff, exprimer la résistance équivalente au montage E.10.1 en fonction de r et r'.

b) en écrivant les lois de Kirchhoff pour le montage E.10.2, exprimer la résistance équivalente au montage en fonction de r, r0 et r'.

Colle 4:

Une distribution de charges présentant une symétrie sphérique autour d'un point O crée en un point M quelconque de l'espace situé à une distance $OM = r$ de O, un potentiel électrostatique de la forme :

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}\exp(-r/a_0)$$

où a_0 et q sont des constantes positives.

26. — Quelle est la dimension de la constante a_0 ?

A) a_0 a la dimension d'un temps

B) a_0 a la dimension de l'inverse d'une longueur

C) a_0 a la dimension d'une longueur

D) a_0 a la dimension d'un potentiel

27. — Exprimer le champ électrique $\vec{E}$

A) $\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{r}}{r^3}\exp(-r/a_0)$

B) $\vec{E} = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{r}}{r^2}\left(\frac{2}{a_0} + \frac{1}{r}\right)\exp(-r/a_0)$

C) $\vec{E} = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{r}}{r^2}\left(\frac{1}{a_0} + \frac{2}{r}\right)\exp(-r/a_0)$

D) $\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{r}}{r^2}\left(\frac{1}{a_0} + \frac{1}{r}\right)\exp(-r/a_0)$

28. — Calculer le flux sortant $\Phi(R)$ du champ électrique $\vec{E}$ à travers une sphère de rayon R centrée sur O.

A) $\Phi(R) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{R}{a_0} + 2\right)\exp(-R/a_0)$

B) $\Phi(R) = \frac{q}{\varepsilon_0}\left(\frac{R}{a_0} + 1\right)\exp(-R/a_0)$

C) $\Phi(R) = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{R}{a_0} + 1\right)\exp(-R/a_0)$

D) $\Phi(R) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\exp(-R/a_0)$

29. — Les limites $\Phi(0)$ et $\Phi(\infty)$ du flux Φ quand R tend respectivement vers zéro et vers l'infini sont :

A) $\Phi(0) = \frac{q}{\varepsilon_0}$ et $\Phi(\infty) = 0$

B) $\Phi(0) = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0}$ et $\Phi(\infty) = 0$

C) $\Phi(0) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}$ et $\Phi(\infty) = 0$

D) $\Phi(0) = \frac{q}{2\varepsilon_0}$ et $\Phi(\infty) = 0$

30. — On en déduit que la distribution de charges qui crée ce potentiel est constituée :

A) d'une charge q placée en O et d'une charge $-q$ répartie dans tout l'espace

B) d'une charge $-q$ placée en O et d'une charge $+q$ répartie dans tout l'espace

C) d'une charge $-q$ répartie dans tout l'espace

D) d'une charge q placée en O et d'une charge $2q$ répartie dans tout l'espace

31. — Calculer le potentiel $V_0(r)$ créé par la distribution de charge répartie dans tout l'espace.

A) $V_0(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

B) $V_0(r) = -\frac{q}{\varepsilon_0 r}\exp(-r/a_0)$

C) $V_0(r)) = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 r}\left[\exp(-r/a_0) + 1\right]$

D) $V_0(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}\left[\exp(-r/a_0) - 1\right]$

Colle 5:

V.1. Étude de la conduction électrique dans l'électrolyte

Les électrons libérés par le dihydrogène sont canalisés par l'électrode et vont circuler de l'anode vers la cathode en traversant le circuit extérieur. Les protons H^+ vont diffuser de l'anode vers la cathode à travers l'électrolyte.

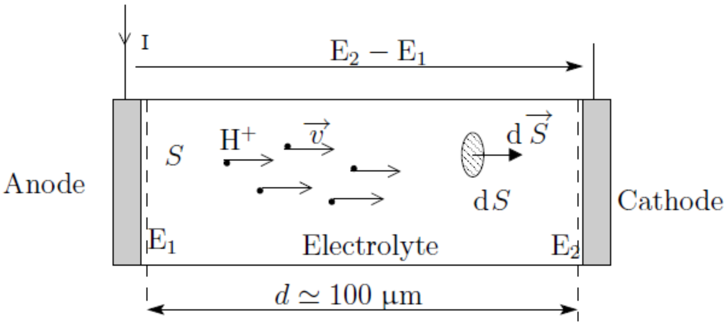


FIG. 4 – Modélisation de la conduction électrique dans l'électrolyte

L'électrolyte dans le cas des piles à combustible PEMFC, est une membrane solide en polymère qui doit être en permanence humidifiée afin de permettre la migration des protons H^+.

On s'intéresse uniquement dans cette partie au déplacement des protons H^+ dans l'électrolyte. Chaque proton de masse m_p porte une charge électrique $+e$. On note n la concentration par unité de volume de protons H^+ en régime permanent.

On note S la surface d'une électrode et d la distance les séparant.

On note E_2 et E_1 les potentiels à l'interface entre l'électrolyte et respectivement la cathode et l'anode.

Sous l'action d'un champ électrique uniforme $\vec{E}$ de norme $(E_2 - E_1)/d$, tous les protons, initialement au repos, se déplacent avec un vecteur vitesse $\vec{v}$ identique à la date t. On note $d\vec{S}$ le vecteur surface élémentaire (orthogonal à l'élément de surface dS).

V.1.1. Déterminer en fonction de e, n, $\vec{v}$ et $d\vec{S}$ l'expression de la charge dq qui traverse l'élément de surface dS entre les instants t et $t + dt$. Illustrer d'un schéma.

V.1.2. Montrer que I peut être exprimé en fonction du flux d'un vecteur $\vec{j}$ à travers la surface $d\vec{S}$. On exprimera $\vec{j}$ en fonction de n, e et $\vec{v}$. Préciser son unité.

V.1.3. Dans une pile à combustible, la densité maximale de courant d'échange au niveau des électrodes est d'environ 1 A/cm^2. Pour la pile étudiée la surface des électrodes est $S = 100$ cm^2. Calculer l'intensité maximale délivrable par la pile.

Colle 6:

1) électrostatique du vide : théorème de Gauss.

On considère le système composé de deux cylindres infinis coaxiaux de rayons respectifs R1 et R2.

L'espace compris entre les deux cylindres est chargé avec une densité volumique ρ constante.

Par des considérations de symétrie, donner la direction du champ électrique $\vec{E}$.

Exprimer le champ électrique $\vec{E}$ et le potentiel V en tout point de l'espace.