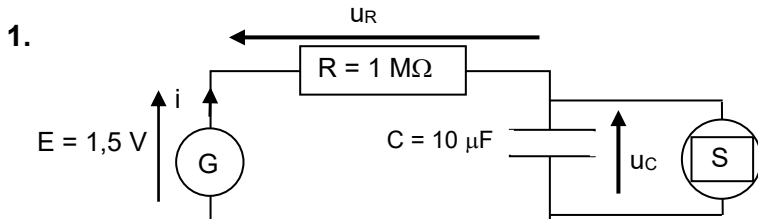


Correction exercice : pile et charge d'un condensateur

PARTIE A . ÉTUDE ÉLECTRIQUE



2. Appliquons la loi d'additivité des tensions dans le circuit précédent, on a :

$$E = u_C + u_R \quad (1)$$

Or $i = \frac{dq}{dt}$ et $u_C = \frac{q}{C}$ soit $i = \frac{d(C \cdot u_C)}{dt}$, C étant constante alors $i = C \cdot \frac{du_C}{dt}$

D'autre part $u_R = R \cdot i$ (loi d'Ohm), on a donc :

$$u_R = R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

En remplaçant dans (1), on a $E = u_C + R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt}$: équation différentielle vérifiée par u_C lors de la charge.

3. Lorsque le condensateur est chargé, alors $u_C = \text{Cte}$, donc $\frac{du_C}{dt} = 0$.

D'après l'équation différentielle, on aura $E = u_C$; soit $u_C = 1,5 \text{ V}$

4.1. $\tau = R \cdot C$ est la **constante de temps** du circuit.

4.2. $[\tau] = [R] \cdot [C]$

Or $U = R \cdot I$ (loi d'Ohm) soit $R = U/I$ donc $[R] = [U] \cdot [I]^{-1}$

et $C = \frac{Q}{U} = \frac{I \cdot \Delta t}{U}$ donc $[C] = [I] \cdot [T] \cdot [U]^{-1}$

Il vient : $[\tau] = [U] \cdot [I]^{-1} \cdot [I] \cdot [T] \cdot [U]^{-1} = [T]$, la constante de temps est homogène à un temps.

4.3. $\tau = R \cdot C$

$$\tau = 1,0 \times 10^6 \times 10 \times 10^{-6} = 10 \text{ s.}$$

4.4.

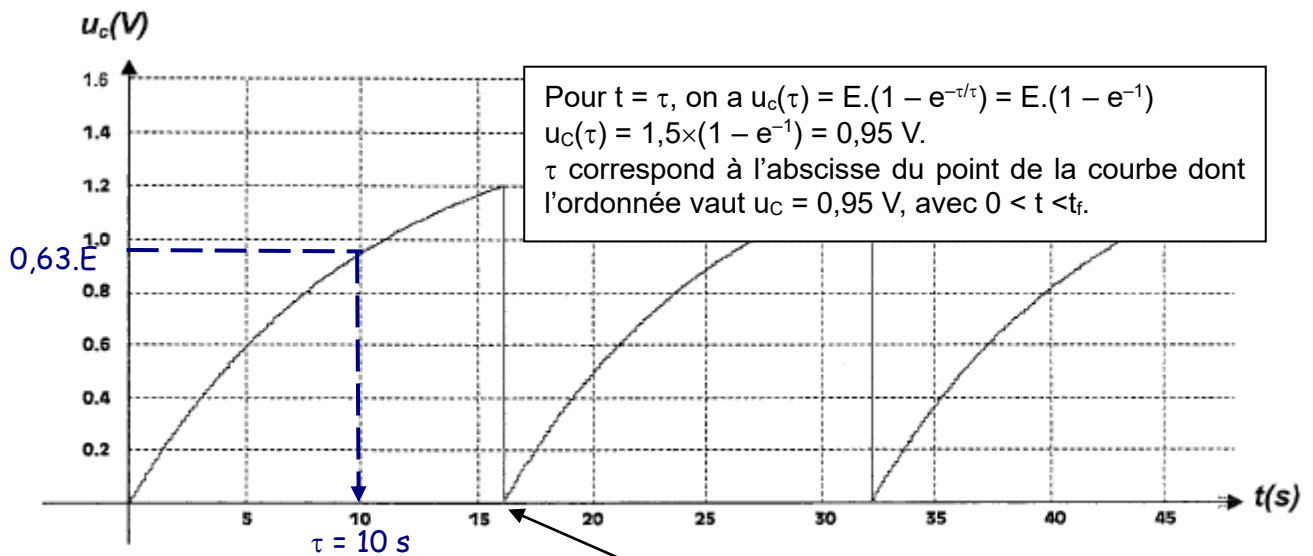


Figure 2

5.2. vérification $t_f = 16 \text{ s}$

$$5.1. u_C(t) = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$\frac{u_C(t)}{E} = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$1 - \frac{u_C(t)}{E} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$-\frac{t}{\tau} = \ln\left(1 - \frac{u_C(t)}{E}\right)$$

$$\text{Soit } t = -\tau \cdot \ln\left(1 - \frac{u_C(t)}{E}\right)$$

$$t = -\tau \cdot \ln\left(\frac{E - u_C(t)}{E}\right)$$

$$\text{Ou } t = \tau \cdot \ln\left(\frac{E}{E - u_C(t)}\right)$$

$$5.2. t_f = \tau \cdot \ln\left(\frac{E}{E - u_C(t_f)}\right), \text{ avec } u_C(t_f) = 1,2 \text{ V}$$

$t_f = 10 \cdot \ln\left(\frac{1,5}{1,5 - 1,2}\right) = 16 \text{ s}$ Graphiquement, on vérifie que pour $t = t_f$ la tension aux bornes du condensateur a atteint 1,2 V. Le condensateur se décharge alors brusquement.

5.3. Le phénomène {charge-décharge} se répète de façon identique au bout d'une durée $T = t_f = 16 \text{ s}$:

$$f = \frac{1}{t_f}$$

$$f = \frac{1}{16} = 6,3 \times 10^{-2} \text{ Hz}$$

$$6.1. \text{ D'après la question 2. } i(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt}$$

$$\text{Or } u_C(t) = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{soit } i(t) = C \cdot \frac{d(E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}))}{dt}$$

$$i(t) = E.C. \frac{d(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}{dt} = E.C. \cdot \left(-\left(-\frac{1}{\tau}\right) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{E.C}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\text{avec } \tau = R.C, \text{ il vient } i(t) = \frac{E.C}{R.C} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$6.2. i(0) = \frac{E}{R} \cdot e^0 = \frac{E}{R}$$

$$i(0) = \frac{1,5}{1,0 \cdot 10^6} = 1,5 \times 10^{-6} = 1,5 \mu\text{A}$$

$$i(t_f) = \frac{1,5}{1 \times 10^6} \cdot e^{-\frac{16}{10}} = 3,0 \times 10^{-7} \text{ A} = 0,30 \mu\text{A}$$

$$7.1. E_{\text{élec}} = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2$$

$E_{\text{élec}}$: énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur en joules (J)

C : capacité du condensateur en farads (F)

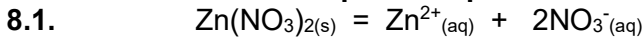
u_C : tension aux bornes du condensateur en volts (V).

$$7.2. E_{\text{élec}}(t_f) = \frac{1}{2} C \cdot (u_C(t_f))^2$$

$$E_{\text{élec}}(t_f) = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 1,2^2 = 7,2 \times 10^{-6} \text{ J} = 7,2 \mu\text{J}$$

7.3. $E_G > E_{\text{élec}}(t_f)$ car il y a dissipation d'énergie sous forme de chaleur, en raison de l'effet joule dans le circuit et plus particulièrement dans la résistance R.

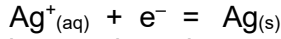
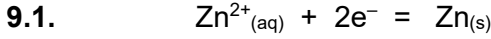
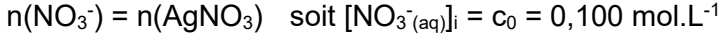
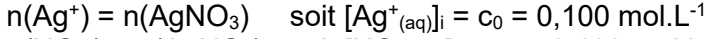
PARTIE B : étude chimique de la pile



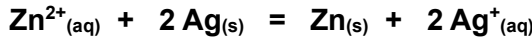
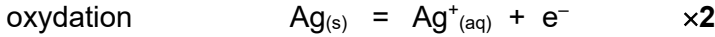
8.2. Dans la 1^{ère} demi-pile :



Dans la 2^{ème} demi-pile :



9.2. Si le métal argent intervient en tant que réactif, c'est qu'il subit une oxydation:



$K = 10^{-52}$

10.1. $Q_{r,i} = \frac{[Ag^{+}_{(aq)}]_i^2}{[Zn^{2+}_{(aq)}]_i} = \frac{c_0^2}{c_0} = c_0$

$Q_{r,i} = 0,100$

$Q_{r,i} \gg K$, la réaction va évoluer dans le sens **inverse**.

10.2. Soit la réaction $Zn_{(s)} + 2 Ag^{+}_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2 Ag_{(s)}$ avec $K' = \frac{1}{K} = 10^{52}$

or $Q'_{r,i} = \frac{1}{Q_{r,i}} = 10,0$, donc $Q_{r,i} \ll K$. La réaction évolue spontanément en sens direct.

10.3. Un oxydant est une espèce chimique capable de **capter** un ou plusieurs électrons.
Un réducteur est une espèce chimique capable de **céder** un ou plusieurs électrons.

$Zn_{(s)}$: réducteur

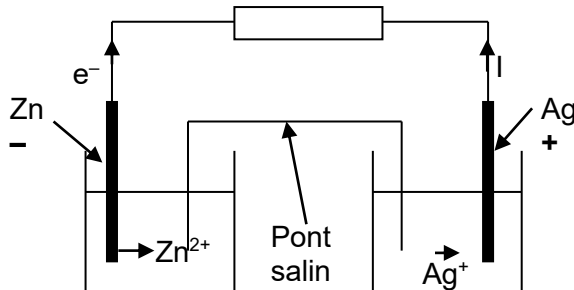
$Ag^{+}_{(s)}$: oxydant

10.4. $Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ donc l'électrode de zinc fournit des électrons au circuit, c'est donc le pôle négatif de la pile.

$Ag^{+}_{(aq)} + e^- = Ag_{(s)}$, au niveau de l'électrode d'argent des électrons sont consommés, le pôle positif est l'électrode d'argent.

10.5. L'électroneutralité des solutions lors du fonctionnement de la pile est assurée par le **pont salin**.

11.



Les cations Zn^{2+} sont libérés à l'électrode de zinc.
Des cations Ag^+ se dirigent vers l'électrode d'argent.