## E1.1 Bilan énergétique d'un ruban d'argent.

### 1. Densité volumique des porteurs de charge.

Comme chaque atome libère un électron, le nombre d'électrons libres par unité est le même que celui du nombre d'atomes d'argent par unité de volume.

$$n^*(e^-) = \frac{N_{e^-}}{V} = \frac{N_{Ag}}{V} \quad \text{or } N_{Ag} = \frac{\rho V}{M_{Ag}} \mathcal{N}$$

$$\boxed{n^*(e^-) = \frac{\rho \mathcal{N}}{M_{Ag}}} \qquad n^*(e^-) = 5,8.10^{28}\ e^-/m^3$$

### 2. Vitesse moyenne des électrons.

Les électrons qui traversent la section rectangulaire $S = al$ pendant le temps $dt$ sont contenus dans un volume de section $S$ et de longueur $v\,dt$ où $v$ est la vitesse d'ensemble des électrons.

La charge $dq$ qui traverse cette section $S$ pendant le temps $dt$ est : (en tenant compte de l'orientation de $I$)

$$dq = n^*(e^-) S v\, dt\, e$$

$$\text{Or } I = \frac{dq}{dt} \longrightarrow I = n^*(e^-) S v e = \frac{\rho \mathcal{N}}{M_{Ag}} S v e.$$

$$\boxed{v = \frac{I M_{Ag}}{\rho \mathcal{N} l a e}} \qquad v = 4,3.10^{-4}\ m\,s^{-1}$$

### 3. Puissance volumique.

$$R = \frac{1}{\gamma}\frac{L}{al} \qquad P = RI^2 = \frac{1}{\gamma}\frac{L}{al} I^2$$

$$p = \frac{P}{V} = \frac{1}{\gamma}\frac{L}{al}\frac{I^2}{alL} \quad \text{en régime continu.}$$

$$\boxed{p = \frac{1}{\gamma}\left(\frac{I}{al}\right)^2} \qquad p = 2,4\ 10^5\ W.m^{-3}$$

## E1.2 Lampe à incandescence.

### 1. Expressions de $l$ et de $r$.

La puissance consommée $P$ s'écrit :

$$P = UI = \frac{U^2}{R} \quad \text{or } R = \rho \frac{l}{\pi r^2} \text{ d'où :}$$

$$P = \frac{U^2 \pi r^2}{\rho l} \quad (a)$$

Soit $l \times 2\pi r$ la surface latérale. $P$ peut s'écrire en fonction de $E$ de la manière suivante :

$$P = E \times 2\pi r l \quad \text{d'où } \frac{1}{l} = \frac{E 2\pi r}{P} \quad (b).$$

En remplaçant $\frac{1}{l}$ par son expression dans l'équation (a) on obtient :

$$P = \frac{U^2 \pi}{\rho} r^2 \frac{E 2\pi r}{P} \quad \text{d'où :}$$

$$\boxed{r = \left(\frac{P^2 \rho}{2\pi^2 U^2 E}\right)^{1/3}}$$

En reportant ce résultat dans (b) on obtient :

$$l = \frac{P}{E 2\pi}\left(\frac{2\pi^2 U^2 E}{P^2 \rho}\right)^{1/3}$$

$$\boxed{l = \left(\frac{P U^2}{E^2 \rho}\frac{1}{4}\frac{1}{\pi}\right)^{1/3}}$$

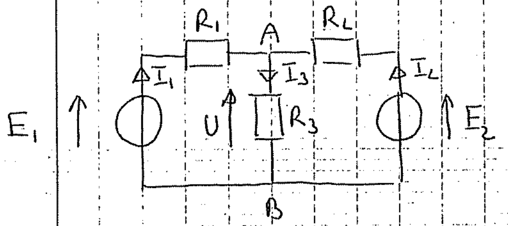
### 2. Rapport des longueurs - Rapport des rayons.

D'après le texte $E = kT^4$ $\quad$ $T$ en K $= \theta°C + 273$.

$$\frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{l_1}{T_1^4}\frac{T_2^4}{l_2}\right)^{1/3} \qquad \frac{r_1}{r_2} = 0,31.$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{T_2^8}{T_1^8}\frac{l_2}{l_1}\right)^{1/3} \qquad \frac{l_1}{l_2} = 1,30$$

## El-3. Utilisation des lois de Kirchhoff (I)




$U = R_3 I_3 = R_3 (I_1 + I_2)$

or $U = R_3 I_3 = E_1 - R_1 I_1 \longrightarrow \boxed{I_1 = \dfrac{E_1 - U}{R_1}}$

$U = R_3 I_3 = E_2 - R_2 I_2 \longrightarrow \boxed{I_2 = \dfrac{E_2 - U}{R_2}}$

d'où : $U = R_3 \left(\dfrac{E_1 - U}{R_1}\right) + R_3 \left(\dfrac{E_2 - U}{R_2}\right)$

$$U = \frac{R_3}{R_1} E_1 + \frac{R_3}{R_2} E_2 - \left(\frac{R_3}{R_1} + \frac{R_3}{R_2}\right) U$$

$$R_1 R_2 U = R_2 R_3 E_1 + R_1 R_3 E_2 - R_3 (R_1 + R_2) U$$

$$U (R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3) = R_3 (R_2 E_1 + R_1 E_2)$$

$$\boxed{U = \frac{R_3 (R_2 E_1 + R_1 E_2)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}} \qquad U = \frac{10 (10 \times 40 + 5 \times 40)}{5 (10 + 10) + 10 \times 10} = 15\,V$$

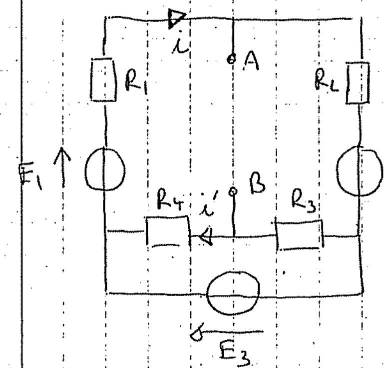
$$I_1 = \frac{10 - 15}{5} = -1{,}0\,A$$

$$I_2 = \frac{40 - 15}{10} = 2{,}5\,A$$

$$I_3 = \frac{15}{10} = 1{,}5\,A$$

## El-4. Utilisation des lois de Kirchhoff

On transforme le générateur de courant de cem $I_1$ en un générateur de Thévenin de fém $E_1 = R_1 I_1$.




$b = 3$, $n = 2$ $\Big\} \Longrightarrow$ 2 inconnues : i et i'.

$U_{AB} = E_1 - R_1 i - R_4 i'$ (a)

or $E_3 = -(R_3 + R_4) i'$ (b)

et $E_3 + E_1 - E_2 - (R_1 + R_2) i = 0$ (c)

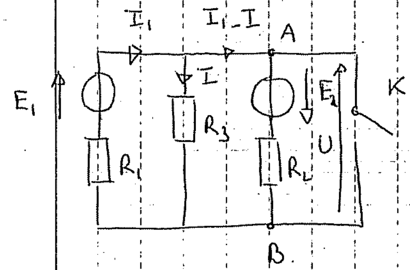
(b) $\Longrightarrow i' = -\dfrac{E_3}{R_3 + R_4}$ ; (c) $\Longrightarrow i = \dfrac{E_1 - E_2 + E_3}{R_1 + R_2}$

On remplace dans (a)

$$U_{AB} = E_1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2} (E_1 - E_2 - E_3) - \frac{R_4 E_3}{R_3 + R_4}$$

$$\boxed{U_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} E_2 + \left(\frac{-R_1}{R_1 + R_2} + \frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) E_3}$$

## E1.5 - Réseau avec diode parfaite -




### 1 - K ouvert - Détermination de I

(a) $U = R_3 I = E_1 - R_1 I_1$

(b) $U = R_3 I = -E_2 + R_2(I_1 - I) \longrightarrow I_1 = \dfrac{(R_2+R_3)I + E_2}{R_2}$ (c)

(c) → (a) : $R_3 I = E_1 - \dfrac{R_1}{R_2}\left((R_2+R_3)I + E_2\right)$ $(\times R_2)$

$R_2 R_3 I = R_2 E_1 - R_1(R_2+R_3) I - R_1 E_2$

$$\boxed{I = \frac{R_2 E_1 - R_1 E_2}{R_2 R_3 + R_1(R_2+R_3)}} \qquad I = 0{,}50\,mA$$

### 2 - K fermé

Si K est fermé alors $U = 0 \Rightarrow I = 0$ et $I_{K} = \dfrac{E_1}{R_1} - \dfrac{E_2}{R_2}$

### 3 - Présence d'une diode -

Une diode parfaite se comporte comme un interrupteur ouvert ou fermé. On retrouve les cas des questions 1 et 2

### 4. Cas où $E_2 = 16\,V$

Si K est fermé on a toujours $U = 0$ et cela quelque soit la valeur de $E_2$, donc $I = 0$

Remarque dans le cas où K est ouvert, on a $I = 0$ car $R_1 = R_2$ dans le montage

## E1.6 - Varistance - Point de fonctionnement -

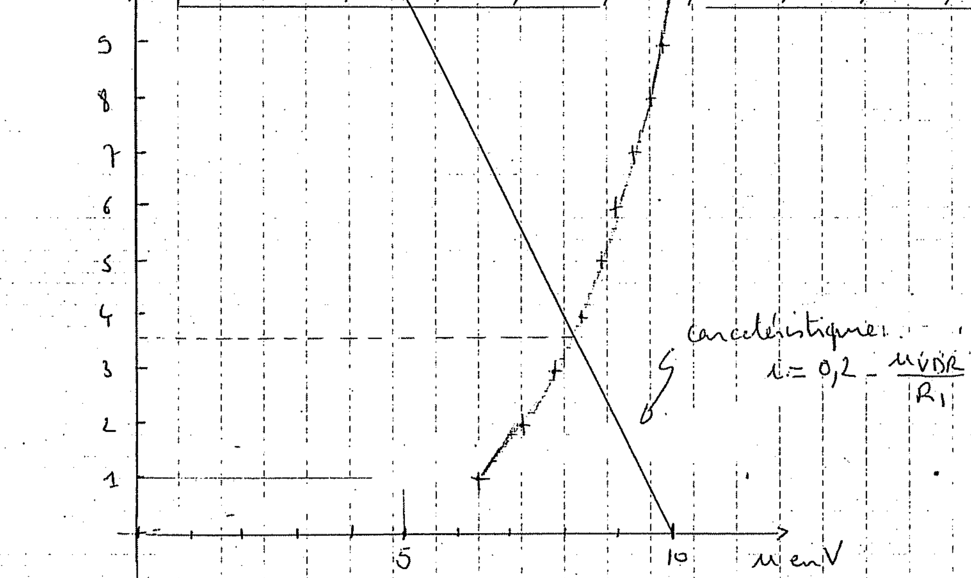
### 1 - Résistances -

$R_S = \dfrac{u}{i} = C i^{k-1}$ ; $R_d = \dfrac{du}{di} = k C i^{k-1}$

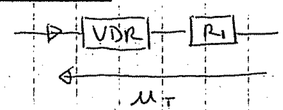
$$\boxed{R_d = k R_S}$$

### 2 - Caractéristique -

| i en $10^{-2}$ A | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| u en V | 6,3 | 7,2 | 7,9 | 8,3 | 8,7 | 9,0 | 9,3 | 9,6 | 9,8 |




### 3. Courant




$u_T = u_{VDR} + u_{R_1} = u_{VDR} + R_1 i$

$\Longrightarrow i = \dfrac{10 - u_{VDR}}{R_1} = 0{,}2 - \dfrac{u_{VDR}}{50}$

On trace la

Lorsque les 2 dipôles sont branchés en série, l'intensité qui les traverse est la même : l'intersection des deux caractéristiques donne la valeur de $i = 0{,}037\,A$

E1.7.

Lois de Kirchhoff - Utilisation des symétries.

a) Détermination de I et i.

L'axe NMC est un axe de symétrie ⟹ le courant se divise en C en $I/2$ et $I/2$.
L'axe AB n'est pas un axe de symétrie.
En A (resp. B) le courant $\frac{I}{2}$ se divise en $\frac{i}{2}$ selon AN (resp BN) et $\frac{I}{2}-\frac{i}{2}$ selon AM (resp BM).

$$\begin{cases} E = \left(r\frac{I}{2}\right)\times 2 + r\frac{(I-i)}{2} + rI = 2rI + r\frac{(I-i)}{2} & (C.A.M). \\ 0 = ri + r\frac{i}{2} - r\left(\frac{I-i}{2}\right) & (MNA). \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = \frac{5}{2}rI - \frac{r}{2}i \\ 0 = 2ri - r\frac{I}{2} \end{cases} \Rightarrow i = \frac{I}{4}.$$

$$\boxed{I = \frac{8}{19}\frac{E}{r} \qquad i = \frac{2}{19}\frac{E}{r}}$$

b) Présence d'une diode

Si la diode est passante, elle est équivalente à un simple conducteur car elle est considérée idéale $u_d = 0$ ⟹ les résultats précédents ne sont pas modifiés.
Si la diode est bloquée, $i = 0$ ⟹ les courants dans AN et BN sont nuls.
On supprime les branches MN et BNA. Le circuit est alors parfaitement symétrique.

$$E = 2\left(r\frac{I}{2}\right) + r\frac{I}{2} + rI$$

$$E = \frac{5}{2}rI \Rightarrow \boxed{I = \frac{2}{5}\frac{E}{r}}$$