

## 4.1 — ÉLECTRON ÉLASTIQUEMENT LIÉ



► **Notions abordées :** mécanique (dynamique), électromagnétisme (énergie)

On considère un point matériel  $M$  de charge  $-e$  (modèle d'électron) interagissant avec un point matériel  $O$  de charge  $+e$  (modèle de noyau d'hydrogène). On se place dans le référentiel de la charge positive, sur laquelle est également centré le repère d'étude. On suppose que la charge négative subit une force de rappel élastique  $\vec{F}_r = k\vec{OM}$  de la part de la charge positive ainsi qu'une force de frottement fluide  $\vec{F}_v = h\vec{v}$ . On donne  $k = 3,6 \times 10^2$  SI et  $h = 9,1 \times 10^{-23}$  SI.

1. En supposant un mouvement de l'électron unidimensionnel selon  $\vec{u}_x$ , déterminer l'équation différentielle vérifiée par  $x$ . Calculer le facteur de qualité  $Q$  et de la pulsation  $\omega_0$  associés à cette équation.
2. En régime permanent, on introduit la forme complexe  $\underline{x} = \underline{X}_m \exp(j\omega t)$ . Déterminer  $\underline{X}_m$ .
3. Comparer la valeur de  $\omega_0$  aux pulsations extrêmes du spectre visible. En déduire une expression simplifiée de  $\underline{X}_m$ .
4. Déterminer le rapport de puissances rayonnées entre le bleu et le rouge en considérant que la puissance rayonnée s'exprime  $\mathcal{P}_r = K|\ddot{x}|^2$  avec  $K$  une constante arbitraire. Commenter la couleur du ciel.

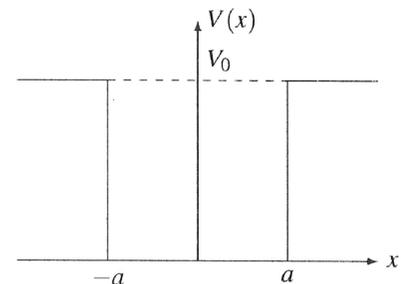
## 4.2 — Puits DE POTENTIEL FINI



► **Notions abordées :** quantique (équation de Schrödinger)

On considère le potentiel continu par morceau ci-contre.

1. Donner la condition sur l'énergie  $E$  d'une particule pour être dans le cas d'un état lié et l'équation de Schrödinger indépendante du temps dans les trois zones.
2. Conjecturer la forme des solutions  $\varphi_I(x)$ ,  $\varphi_{II}(x)$  et  $\varphi_{III}(x)$  et donner les conditions de continuité qu'elles vérifient.



Dans la suite, on cherche les solutions "paires". Les fonctions d'ondes se mettent sous la forme :

$$\begin{cases} \varphi_I(x) = A_I \exp(Qx) \\ \varphi_{II}(x) = A_{II} \cos(Kx) \\ \varphi_{III}(x) = B_{III} \exp(-Qx) \end{cases}$$

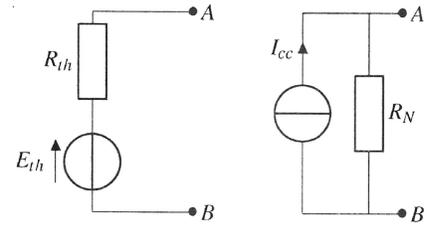
3. Justifier la forme des solutions et déterminer les expressions de  $K$  et  $Q$ .
4. Déterminer une relation entre  $K$  et  $Q$  en considérant la continuité des fonctions, et en donner une interprétation physique.
5. En posant  $X = Ka$  et  $Y = Qa$ , calculer  $X^2 + Y^2$ , puis proposer une méthode permettant de déterminer la valeur de  $V_0$  compatible avec cette situation.

### 4.3 — MODÉLISATION D'UN GÉNÉRATEUR



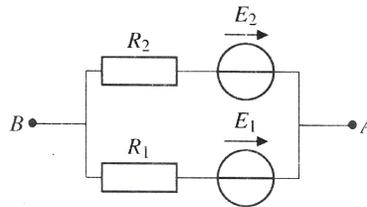
► **Notions abordées :** électronique (lois de Kirchhoff - ponts diviseurs)

Afin de modéliser un générateur de tension réel, on utilise le modèle de Thévenin qui associe en série une source idéale de tension  $E_{th}$  et un résistor de résistance  $R_{th}$ . Afin de modéliser un générateur de courant réel, on utilise le modèle de Norton qui associe en parallèle une source idéale de tension  $I_{cc}$  et un résistor de résistance  $R_N$ .



(a) Modèle de Thévenin (b) Modèle de Norton

1. Déterminer une relation entre  $E_{th}$ ,  $R_{th}$ ,  $I_{cc}$  et  $R_N$  afin de modéliser le même générateur, de caractéristique  $U_{AB} = f(I)$  à partir des modèles de Thévenin et Norton.
2. Déterminer les paramètres  $I_{cc}$  et  $R_N$  du générateur de Norton qui modélise l'association suivante de générateurs de Thévenin :



### 4.4 — GUIDE D'ONDE RECTANGULAIRE



► **Notions abordées :** électromagnétisme (équation de Maxwell - équation de d'Alembert)

On considère un guide d'onde rectangulaire de largeur  $a$  selon une direction notée  $(Ox)$  et de longueur  $b$  selon une direction notée  $(Oy)$ . On assimile le contenu du guide d'onde au vide et on suppose que le champ électrique  $\vec{E}$  régnant à l'intérieur s'exprime :

$$\vec{E} = E_m \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) \exp(j(\omega t - kz)) \vec{e}_y$$

1. Déterminer l'expression du champ magnétique  $\vec{B}$
2. Établir la relation de dispersion.
3. Déterminer l'expression du vecteur de Poynting.
4. Exprimer la puissance rayonnée à travers une section.

### 4.5 — CENTRALE 1925



► **Notions abordées :** thermodynamique (rayonnement thermique, bilan de puissance).

On considère deux lampes à incandescence, l'une à filament de carbone ( $T_1 = 1800^\circ\text{C}$ ), l'autre à filament de tungstène ( $T_2 = 2600^\circ\text{C}$ ), fonctionnent au même régime électrique (même tension  $U$  et même résistance  $R$ ) ; le rapport des résistivités est 30.

1. Trouver le rapport des longueurs et le rapport des diamètres des fils.