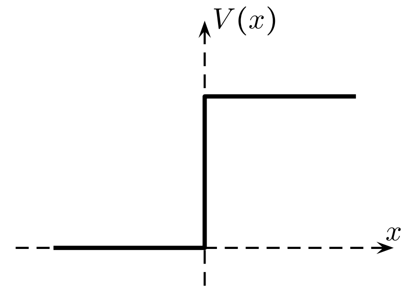
Une manière de modéliser un métal est de considérer que les électrons (d'énergie $E > 0$ et de masse m) les moins liés à chaque atome sont libres de se mouvoir dans le matériau (les autres électrons étant plus liés au noyau restent donc sur l'atome). En négligeant les variations spatiales du potentiel du réseau, on peut alors considérer que le potentiel est constant dans le métal pour ces électrons libres, que l'on choisit nul. On prendra le potentiel $V_0 > E$ à l'extérieur du métal, traduisant ainsi le fait que les électrons dans le métal ne peuvent pas dans le cadre de la physique classique quitter le métal.
On représente donc la jonction métal-vide par une marche de potentiel supérieur à l'énergie E des électrons libres comme indiqué sur la figure. On simplifie le problème en prenant un potentiel nul dans la boîte.



On définit $\Psi_1(x,t) = \varphi_0.\left(e^{+....kx} + A.e^{-....kx}\right).e^{\frac{-i.Et}{\hbar}}$ dans le domaine du métal $x < 0$

et $\Psi_2(x,t) = \varphi_0.\left(B.e^{+....Kx} + C.e^{-....Kx}\right).e^{\frac{-i.Et}{\hbar}}$ dans le domaine du vide $x > 0$

1. Déterminer pour chacune des formes générales des solution s'il faut ajouter ou non le nombre complexe i dans l'exponentielle. Exprimer k et K.

2. Exploiter les relations de continuité au niveau de la marche de potentiel et une autre considération physique afin d'exprimer A, B et C en fonction de k et K

3. Exprimer la densité de probabilité dans le domaine $x > 0$. Déterminer, si $V_0 - E = 1\ eV$, la distance d au bout de laquelle la probabilité de présence d'un électron a été divisée par 100.

4. On peut considérer dans le domaine $x < 0$ la superposition de deux ondes progressives (associées à des états stationnaires). On définit $R = \frac{\left|\overrightarrow{j_r}\right|}{\left|\overrightarrow{j_i}\right|}$ la probabilité de réflexion sur la marche de potentiel. Exprimer R sachant que $\overrightarrow{j} = |\Psi|^2.\frac{\overrightarrow{k}.\hbar}{m}$.
Interpréter

5. Quel nom donne-t-on à l'onde associée à l'électron dans le domaine $x > 0$? Est-ce cohérent avec le calcul précédent ?