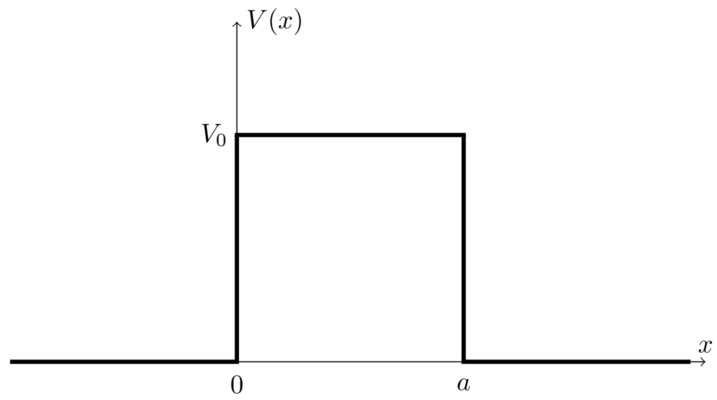
Effet Tunnel

On considère une particule de mase m dans le potentiel $V(x)$ représenté sur la figure suivante. On s'intéresse aux états stationnaires de la particule d'énergie $0 < E < V_0$.



1. On considère une particule classique. Décrire son comportement lorsqu'elle arrive depuis $x < 0$ avec une vitesse v sur la barrière.

   La particule considérée est une particule quantique. Les états stationnaires d'énergie E sont de la forme $\Psi(x,t) = \phi(x)e^{-i\frac{Et}{\hbar}}$.

2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $\phi(x)$ dans chaque domaine de potentiel, en introduisant les constantes $k_1 = \dfrac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$ et $k_2 = \dfrac{\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}$. Proposer une solution pour $\phi(x)$ dans chaque domaine.

3. Que dire des valeurs de ces fonctions en $x = 0$ et $x = a$ et de leurs dérivées ? Ecrire les conditions correspondantes.

4. Définir les coefficients de réflexion R et de transmission T de la barrière à partir des courants de probabilité.

5. On peut montrer que :

$$T = \frac{1}{1 + \left(\frac{k_1^2+k_2^2}{2k_1k_2}\sinh(k_2a)\right)^2} \quad \text{et} \quad R = \frac{1}{1 + \left(\frac{2k_1k_2}{(k_1^2+k_2^2)\sinh(k_2a)}\right)^2}$$

   Quelle relation vérifie R et T ?

6. On suppose la barrière épaisse c'est-à-dire que $k_2a \gg 1$. Exprimer dans cette limite T en fonction de V_0, m, a et $\hbar$. Interpréter.