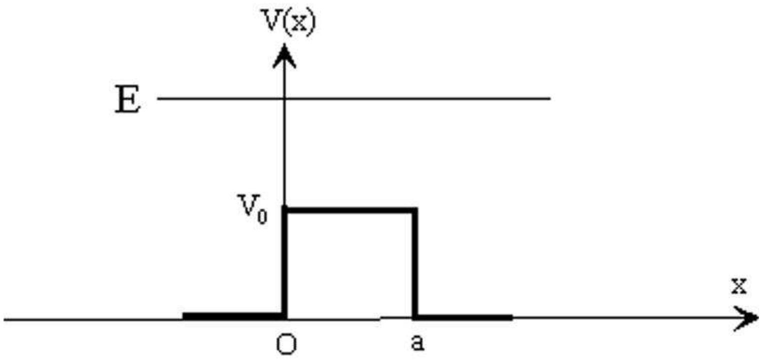
PHYSIQUE SUBATOMIQUE

TD 6

Barrière de potentiel

On considère une particule incidente venant de $-\infty$ et qui se présente devant la barrière de potentiel représentée sur la figure ci-dessous. Le but du problème est de rechercher les états stationnaires de la particule correspondant à une énergie $E > V_0$.

1. Ecrire les formes analytiques des fonctions d'onde $\Psi(x, t)$ dans toutes les régions de l'espace.
2. Ecrire les équations permettant de déterminer les paramètres d'amplitude introduits à la question précédente. L'énergie est-elle quantifiée?
3. Représenter graphiquement les variations du coefficient de transmission T en fonction de a, largeur de la barrière. Comparer brièvement les résultats quantiques à ceux que la mécanique classique donnerait pour le même problème. Ecrire la condition de résonance définissant les valeurs de a pour lesquelles T prend une valeur maximale. Quelle est le sens physique de cette condition? Tracer la courbe de variation de T en fonction du rapport E / V. Conclusion.
4. On considère à présent $E < V_0$. Ecrire la forme des fonctions d'onde dans chaque région de l'espace. A partir du coefficient de transmission déterminé plus haut, écrire ce même coefficient dans le cas présent.
5. Ecrire enfin ce coefficient T pour une barrière épaisse.



Application à la radioactivité

Il s'agit d'établir une théorie de la radioactivité α à l'aide d'un modèle simple. Le noyau émetteur crée un potentiel d'interaction selon la figure ci-dessous, où préexiste la particule α. Cette dernière, une fois émise (c.à.d quand $r \to \infty$, $V_\infty = 0$), possède l'énergie cinétique E, égale à l'énergie totale E qu'elle avait dans le puits. L'énergie potentielle à l'extérieur de ce puits de potentiel est une fonction V(r), potentiel coulombien répulsif. On considère un système unidimensionnel, r étant la distance de la particule α au noyau. Ce potentiel est supposé constituer une barrière de potentiel entre R_0 et R_1.

On admettra que la transmission de cette barrière est celle d'une barrière épaisse, et que cette transmission représente la probabilité qu'à la particule α de s'échapper du noyau chaque fois qu'elle frappe la paroi du puits de potentiel aux points R_0.

1. Trouver la loi de probabilité P(t)dt pour que la particule α s'échappe du noyau à l'instant t, dans l'intervalle de temps dt.
2. Calculer la durée de vie moyenne du noyau émetteur.
3. Application à la désintégration d'un noyau ${}^{238}_{92}U$.
   Calculer la transmission T et la durée de vie moyenne du noyau d'uranium.
   Données : E = 5 MeV. V = 30 MeV, m = 6,4 x 10^{-27} kg, R_0 = 1 x 10^{-14} m, R_1 = 3 x 10^{-14} m.