

CHAPITRE 2. PRINCIPALES METHODES DE MICROSCOPIE

Exercices

1. Comparer les résolutions spatiales d'un microscope optique et d'un microscope électronique où les électrons sont accélérés par un potentiel de 10 kV. La gamme de longueurs d'onde de la lumière visible se trouve sur la fig. 1. Quel est le domaine des ondes électromagnétiques susceptible d'offrir la même résolution spatiale que le microscope électronique spécifié?

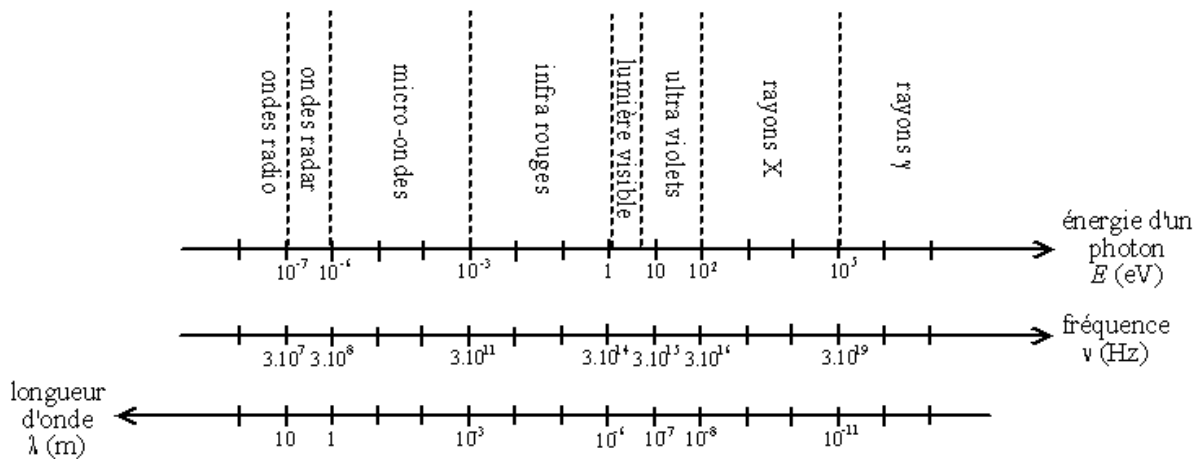


FIG. 1: Spectre des ondes électromagnétiques.

2. Compléter les étapes de la dérivation présentée de la limite de diffraction.
3. Quel est le changement de phase lorsque la lumière se propageant dans une région ayant un indice de réfraction n_1 , passe à travers une région de largeur L et de l'indice de réfraction n_2 ? Assumer la frontière est perpendiculaire à la direction de propagation.
4. *STM et effet tunnel*
 - (a) Donner une estimation du coefficient de transmission T d'une particule de masse m à travers une barrière carrée de potentiel de hauteur V_0 lorsque l'énergie E de

la particule est inférieure à celle de la barrière: $0 < E < V_0$. Le coefficient de transmission est défini par

$$T = \frac{\text{flux transmis}}{\text{flux incident}}. \quad (1)$$

- (b) Mesurer à l'aide de la fig. 2 quelle est la barrière d'énergie $V_0 - E$ vue par les électrons pour les deux courbes représentées.
- (c) Quel est le résultat si le mouvement de l'électron est traité de manière relativiste?

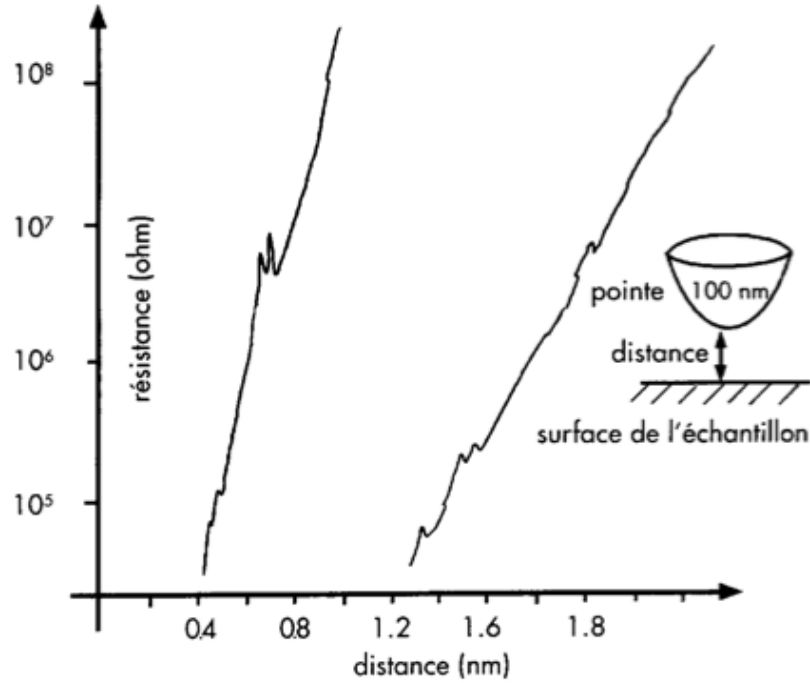


FIG. 2: Variation de la résistance électrique en fonction de la distance entre une surface métallique et une pointe métallique ultrafine séparée de la surface par du vide.

5. Dériver la forme finale que Bardeen a donné pour l'élément de matrice:

$$\langle \phi_{tip}^{(m)} | (H - H_{sam}) | \psi_{sam} \rangle \simeq -\frac{\hbar^2}{2m} \int_{\partial T} \{ \phi_{tip}^{m*} \nabla \psi_{sam} - \psi_{sam} \nabla \phi_{tip}^{m*} \} \cdot d\mathbf{S} \quad (2)$$

où l'intégration est sur la surface de séparation des deux régions. (Rappelez-vous que “sam” est l'échantillon et “tip” est la pointe de la sonde.) Assumer $W_{tip}^n \sim W_{sam}$.

6. Quel est le potentiel électrique généré par un dipôle lorsqu'il est étendu au premier ordre dans le vecteur dipolaire? (What is the electric potential generated by a dipole when expanded to first order in the dipole vector?)
7. (Cet exercice n'est pas obligatoire!) What is the induced dipole of a dielectric sphere of permittivity ϵ in a static electric field that goes to $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{z}}$ far from the dipole? (Solve Laplace's equation inside and outside the sphere and match across the surface. Make any necessary expansions to get a simple result.)
8. Fill in the missing steps in the last slide on optical tweezers (i.e. derive the two expressions for F_{total} on slide number 69).