

---

**Programme de colles**  
**du 09/02/2026 au 13/02/2026**  
**Semaine 18 - S07**

---

*Notions à maîtriser*

Démonstrations à  
maîtriser

Méthodes à  
maîtriser

Exercice du TD  
correspondant

*En italique*

En bleu

En gras

En gras et en  
orange

---

**Physique Optique 04 : Interférences par division d'amplitude (Exercices uniquement)**

*Voir programme précédent.*

**Physique Optique 05 : Interférences à N ondes (Cours + Exercices)**

*Voir programme précédent.*

**Physique MQ01 : Introduction au monde quantique (Cours uniquement)**

*Voir programme précédent.*

**Physique MQ02 : Équation de Schrödinger (Cours uniquement)**

*Potentiel d'interaction  $V(x)$ . Équation de Schrödinger dans le cas général.*

*Simplification 1D pour les potentiels constants.*

*Notion d'état stationnaire  $\psi(x, t) = f(t) \times \varphi(x)$ .*

*Conséquences du principe de normalisation : expression générale de la fonction d'onde, **indépendance temporelle de la densité de probabilité.***

*Équation de Schrödinger indépendante du temps : **démonstration**, introduction des constantes  $\omega$  et  $E$  (**pas d'interprétation à ce stade**).*

*Notions de fonctions d'ondes propres. **Expression générale des fonctions d'ondes propres.***

*Conséquences sur les propriétés de la fonction  $\varphi(x)$  : non divergence, continuité de  $\varphi$  et  $\frac{d\varphi}{dt}$ .*

*Interprétation énergétique des termes de l'équation de Schrödinger pour une OPPM quantique.*

**Savoir évaluer si le phénomène étudié nécessite une description quantique : ex. 1**

**Savoir établir l'expression d'une fonction d'onde stationnaire : ex. 2, ex. 5**

**Savoir établir l'équation de Schrödinger indépendante du temps par séparation de variables : ex. 2, ex. 5**

**Savoir appliquer et vérifier le principe de normalisation : ex. 2, ex. 5**

**Savoir vérifier le principe d'incertitude de Heisenberg : ex. 3**

## Physique MQ03 : Évolution d'une particule quantique libre (Cours uniquement)

Particule quantique libre : définition, équation de Schrödinger associée.

Équation de Schrödinger indépendante du temps pour une particule libre : *démonstration*.

Solutions stationnaires en fonction de la constante  $\omega$  : *solutions inacceptables pour  $\omega \leq 0$ , expression des solutions pour  $\omega > 0$* .

Identification de  $\omega$  à la pulsation temporelle d'une OPPM. Solution comme superposition d'OPPM de sens de propagation opposés.

*Relation de dispersion. Vitesse de phase.*

Limites du modèle de l'OPPM quantique.

Modélisation de la particule comme paquet d'ondes : construction, hypothèses, largeur spectrale.

Mise en évidence de la propagation à la vitesse de groupe du paquet d'ondes.

Dualité onde-particule : identification de  $E$  à l'énergie cinétique de la particule, *lien avec la relation de De Broglie*.

Lien avec l'inégalité de Heisenberg spatiale.

Vecteur densité de courant de probabilité  $\vec{J}(x, t)$  : mise en évidence par analogie aux équations de conservation vue dans l'année (*équation de conservation de probabilité hors programme*).

Interprétation physique en terme de variation de probabilité dans un domaine donné.

Probabilité traversant une abscisse  $x$  pendant une durée  $dt$  (*démo. non exigible*).

Expression de  $\vec{J}(x, t)$  dans le cas d'une particule libre modélisée par une OPPM (*expression générale hors programme*).

Interprétation physique dans le cas 1D. Lien avec le flux de  $N$  particules pour  $N \gg 1$ .

**Savoir établir l'expression des solutions stationnaires de l'équation de Schrödinger pour une particule libre.**

**Savoir exploiter les propriétés ondulatoires d'une particule libre : ex. 1**

**Savoir justifier les limites de la description par une onde de matière plane progressive monochromatique.**

**Savoir déterminer les vitesses de phase et de groupe d'un paquet d'ondes quantique libre.**

## Physique MQ04 : Particule soumise à un potentiel (Cours uniquement)

Marche de potentiel de hauteur  $V_0 > 0$  : définition, profil de potentiel, prévision classique.

**Marche de potentiel dans le cas  $E > V_0$  :**

*Forme générale des fonctions propres. Conditions aux limites admises.*

*Expressions des amplitudes réfléchie et transmise.*

Probabilité de réflexion/transmission : définition, expression générale.

*Expression des probabilités de réflexion  $R$  et de transmission  $T$  en fonction des vecteurs d'ondes.*

Interprétation en fonction de  $V_0$  et  $E$ .

Allure des densités de probabilités de présence dans chaque région (*les allures sont à connaître, les expressions à savoir retrouver*).