cheating paper qiutianyi

CH1

P2 Énergie du photon : $E = hf = \hbar\omega$.
Spectre atomique : $hf = \Delta E$.

P10 Relation d'Einstein-Planck : $E = \hbar\omega$, $\vec{p} = \hbar\vec{k}$ ($E = pc$).
Relation de de Broglie : $E = \hbar\omega$, $\vec{p} = \hbar\vec{k}$, $\boxed{\lambda = \frac{h}{p}}$.
Méthode : estimation $\lambda = h/p = h/mv$.

P16 $\Psi(M,t)$ amplitude de probabilité. dim : $L^{-3/2}$ (espace).
$\rho(M,t) = |\Psi|^2 = \Psi^*\Psi$ densité de probabilité. dim : L^{-3}.
Unidimensionnelle : $dP_{x,t,dx} = \rho(x,t)dx = |\Psi(x,t)|^2 dx$.
Proba de trouver ... dans V : $P_{t,V} = \int_V \rho(M,t)dV_M$.

P17 Normalisation : $\int_E |\Psi|^2 d\mathcal{V}_M = 1$. Unidim : $E = \mathbb{R}$.
Invariante par multiplication par $e^{i\alpha}$.

P18 Notation de Dirac : $\langle\Psi_1|\Psi_2\rangle = \int \Psi_1^*\Psi_2 dV_M$.
Hermitien sesquilinéaire à gauche. $||\Psi|| = \sqrt{\langle\Psi|\Psi\rangle}$.

P19 Ortho : $\langle\Psi_1|\Psi_2\rangle = 0$. Normé : $\langle\Psi_1|\Psi_1\rangle = 1$.

P20 Position moyenne : $\langle x\rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} x\rho(x,t)dx$ (1D).
$\langle\vec{OM}\rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} \vec{OM}\rho(M,t)dV_M$ (3D).
$\Delta x = \sqrt{\langle x^2\rangle - \langle x\rangle^2}$.

P21 Distribution de Gauss 1D : $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$.
Normalisée. $\langle x\rangle = \mu$. $\Delta x = \sigma$.
Fonction d'onde : $\Psi_L(x) = \frac{1}{(2\pi L^2)^{1/4}}e^{-\frac{(x-x_0)^2}{4L^2}}$.
$|\Psi_L|^2$ distribution de Gauss 1D. $\langle x\rangle = x_0$. $\Delta x = L$.

P22 Distribution de Dirac : $\delta(x - x_0) = \lim_{L\to 0}\Psi_L^2(x)$.
$\delta(x) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ikx}dk$.
Méthode échantillon : $f(x_0) = \int_{\mathbb{R}} f(x)\delta(x - x_0)dx$.

P23 Onde de de Broglie : OPPM.
1D : $\Psi_P(x,t) = A\exp\left[\frac{i}{\hbar}(px - Et)\right]$. $E = \frac{p^2}{2m}$.

P24 OPPM normalisable si $x \in [-\frac{L_{max}}{2}, +\frac{L_{max}}{2}]$.
$\Psi_P(x,t) = \frac{1}{\sqrt{L_{max}}}\exp\left[\frac{i}{\hbar}(px - Et)\right]$.
$L_{max} \gg \lambda_{\text{caractéristique}}$.
Grandeurs physiques ne dépendent pas de L_{max}.

P27 Représentation impulsion.
$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}}\int_{-\infty}^{+\infty} g(p)e^{ipx/\hbar}dp$ (TF).
$g(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}}\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)e^{-ipx/\hbar}dx$.

P32 Parseval-Plancherel : $f_1(x) \leftrightarrow g_1(p)$; $f_2(x) \leftrightarrow g_2(p)$.
$\int_{-\infty}^{+\infty} f_1^* f_2 dx = \int_{-\infty}^{+\infty} g_1^*(p)g_2(p)dp$.

P34 $f(x) \to \Psi(x,t)$ $g(p) \to \Phi(p,t)$.

P36-37 Dirac : $\Psi(x) = \delta(x - x_0)$.
$\Phi(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}}e^{-ipx_0/\hbar}$. $\begin{cases}\langle x\rangle = x_0\\ \Delta x = 0, \Delta p \to +\infty\end{cases}$.
Broglie : $\Psi(x) = Ae^{ip_0x/\hbar}e^{-iEt/\hbar}$.
$\Phi(p) \propto \delta(p - p_0)$. $\begin{cases}\Delta x \to +\infty\\ \Delta p = 0, \langle p\rangle = p_0\end{cases}$.
Gauss : $\langle p\rangle = 0$. $\Delta p = \frac{\hbar}{2L}$. $\langle x\rangle = x_0$. $\Delta x = L$. $\boxed{\Delta x \cdot \Delta p = \frac{\hbar}{2}}$.

P38 Mesure d'impulsion $dP_{x,t,dx} = |\Psi(x,t)|^2 dx$.
$dP_{p,t,dp} = |\Phi(p,t)|^2 dp$.

P39-40 $g(p) \Rightarrow \langle g\rangle = \int \Phi^* g\Phi dp$ $\Delta p = \sqrt{\langle p^2\rangle - \langle p\rangle^2}$.
$\langle p\rangle = \int \Phi^* p\Phi dp = \int \Psi^*\hat{p}\Psi dx$ avec $\boxed{\hat{p} = -i\hbar\frac{\partial}{\partial x}}$ (1D).

P43 : $\Psi_{p_0}(x,t) = A\exp\frac{i}{\hbar}(p_0x - Et)$. $\hat{p}\Psi_{p_0} = p_0\Psi_{p_0}$.
État propre de $\hat{p}$, valeur propre p_0.

P45 : Inversement : $\hat{x} = i\hbar\frac{\partial}{\partial p}$.

P47 : Opérateurs utiles. ① Position $x \to \hat{x}$.
② Potentielle : $V(x,t) \to \hat{V}(x,t)$. ③ $p \to -i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$.
④ $E_{cinetique}$: $E_c = \frac{p^2}{2m} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}$.
⑤ $E_{mecanique}$: $\boxed{\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \hat{V}(x,t)}$ Hamiltonien.

P48 Heisenberg : $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$ (Gaussienne → égalité).
ODG : $\Delta x \cdot \Delta p \approx \hbar$.

P51-52 $\lambda \ll L$: classique | $\lambda \sim L$: quantique.

P56 : $\Delta E \cdot \Delta\tau \geq \frac{\hbar}{2}$. ΔE : largeur spectrale d'un niveau d'énergie. $\Delta\tau$: durée de vie.

CH2

P3 : ES $-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\Psi + V\Psi = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}$ (variables M,t).
$\boxed{\hat{H}\Psi = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}}$ $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\Psi + V\Psi = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}$ (variable x,t).

P5 : Broglie : $V = 0$. Ψ_P satisfait ES. $E = \frac{p^2}{2m}$.

P7-8 : $V(M,t) \to V(M)$. $\Psi(M,t) = \tilde{\psi}(M)\chi(t)$.
$\Psi(M,t) = \tilde{\psi}(M)\exp(-iEt/\hbar)$.

$$\boxed{-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\tilde{\psi}\frac{1}{\tilde{\psi}}+V=E=i\hbar\chi(t)\cdot\frac{\partial}{\partial t}\chi(t) \quad \hat{H}\tilde{\psi}=E\tilde{\psi} \qquad \chi(t)=e^{-iEt/\hbar}}$$

P9 ES indépendance du temps. $\hat{H}\tilde{\psi}=E\tilde{\psi}$.
États propres $\to$ états stationnaires $\tilde{\psi}_n$.
Méthode : $\Psi=\sum C_n\tilde{\psi}_n(M)e^{-iE_nt/\hbar}$.
Étape 1 : $\hat{H}\tilde{\psi}_n=E_n\tilde{\psi}_n$.
Étape 2 : $\Psi(M,t=0)=\sum C_n\tilde{\psi}_n(M)$ (Conditions initiales).
Étape 3 : $\Psi(M,t)=\sum C_n\tilde{\psi}_n(M)e^{-iE_nt/\hbar}$.

P10 État stationnaire : valeur moyenne de toute grandeur physique indépente du temps.

P11 Courant de proba : $\vec{J}=\mathrm{Re}\left(\frac{1}{m}\Psi^*\hat{p}\Psi\right)$.
$\vec{J}=\frac{\hbar}{2im}\left(\Psi^*\vec{\mathrm{grad}}\Psi-\Psi\vec{\mathrm{grad}}\Psi^*\right)$.

P15-16 Particule libre.
① $\hat{H}\tilde{\psi}=E\tilde{\psi}\to\psi_p=\exp(ipx/\hbar)$. $E=p^2/2m$.
② $\Psi(x,0)=\int\frac{g(p)}{\sqrt{2\pi\hbar}}\psi_p dp$. $g(p)$ l'amplitude de proba de p.
③ $\Psi(x,t)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}}\int g(p)\psi_p\exp(-iEt/\hbar)dp$.

P19-20 Barrière de potentiel. Discontinuité finie/infinie.

On applique $\int_{-\epsilon}^{\epsilon}$ à l'éq $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\tilde{\psi}}{dx^2}+V(x)\tilde{\psi}=E\tilde{\psi}$.
$\int_{-\epsilon}^{\epsilon}\frac{d^2\tilde{\psi}}{dx^2}dx=\boxed{[\tilde{\psi}']_{-\epsilon}^{\epsilon}}=-\frac{2m}{\hbar^2}\int_{-\epsilon}^{\epsilon}(E-V(x))\tilde{\psi}dx$.
$V(x)$ finie : $\tilde{\psi}'$ continue. Discontinue si $V(x)$ infinie.

P22-25 Marche de potentiel $0<E<V_0$.
$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2}+V\psi=E\psi\Rightarrow\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{2m(E-V)}{\hbar^2}\psi=0$.
$E>V\to e^{\pm ikx}$ oscillation. $E<V\to e^{\pm qx}$ exponentielle.
• $x<0$. $V=0,E>V$. $\psi=\alpha e^{ikx}+\beta e^{-ikx}$. $k=\frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$.
• $x>0$. $V(x)=V_0,E<V_0$. $\psi(x)=\gamma e^{-qx}$. $q=\frac{\sqrt{2m}}{\hbar}(V_0-E)$. (onde évanescente).
Continuïté en $x=0$. ψ continue : $\alpha+\beta=\gamma$.
ψ' continue : $ik(\alpha-\beta)=q\gamma$.
Courant : $\vec{J}_{\text{incident}}=|\alpha|^2\frac{\hbar k}{m}\vec{e_x}$.
$\vec{J}_{\text{réfléchi}}=-|\beta|^2\frac{\hbar k}{m}\vec{e_x}$. $\quad R=|\frac{\beta}{\alpha}|^2=1$.
$\vec{J}_{\text{évanescente}}=0$. Effet tunnel $L\approx\frac{1}{2q}$.

P26-27 Marche, $E>V_0$.
Même sauf : $x>0$. $\psi(x)=\gamma e^{ik'x}$. $k'=\frac{\sqrt{2m}}{\hbar}(E-V_0)$.
Continuité : $\alpha+\beta=\gamma$ et $ik(\alpha-\beta)=ik'\gamma$.
$\vec{J}_i=|\alpha|^2\frac{\hbar k}{m}\vec{e_x}$ $\quad R=|\frac{\beta}{\alpha}|^2=(\frac{k-k'}{k+k'})^2$. $T=|\frac{\gamma}{\alpha}|^2\cdot\frac{k'}{k}$.
$\vec{J}_r=-|\beta|^2\frac{\hbar k}{m}\vec{e_x}$.
$\vec{J}_t=|\gamma|^2\frac{\hbar k'}{m}\vec{e_x}$. $\quad R+T=1$.

P28 Marche $E<0\Rightarrow\alpha=\gamma=0$.

P29-30 Barrière $0<E<V_0$.
• $x<0$: $\psi=\alpha e^{ikx}+\beta e^{-ikx}$. $k=\sqrt{2mE}/\hbar$ ondulatoire.
• $0<x<a$: $\psi=\gamma e^{qx}+\delta e^{-qx}$. $q=\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}(V_0-E)}$ exponentielle.
• $x>a$: $\psi=\varepsilon e^{ikx}\to$ ondulatoire.
ψ et ψ' continue en $0,a\Rightarrow 4$ éqs.

P33 Barrière $E>V_0$.
Même sauf $0<x<a$: $\psi=\gamma e^{-ik'x}+\delta e^{ik'x}$. $k'=\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}(E-V_0)}$.

P35-38 Puits infinis $\psi(x)=0$ si $x\in]-\infty,0]\cup[a,+\infty[$.
• $0<x<a$: $\tilde{\psi}(x)=C_1\cos kx+C_2\sin kx$. $k=\sqrt{2mE}/\hbar$.
CL : $C_1=0$. $C_2\sin ka=0\Rightarrow ka=n\pi$. $\boxed{E_n=\frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2ma^2}}$ $\quad n\in\mathbb{N}^*$.
Normalisation : $\boxed{\tilde{\psi}_n=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)}$.

P39-42 États stationnaires $\to$ base orthonormée, complète.
$[f(x)=\sum C_n\tilde{\psi}_n(x) \quad \langle\psi_n|f\rangle=C_n$ projection].
Mesurer l'énergie : $E=$ une des E_n. La proba associée à E_n est $P(E_n)=|\langle\psi_n|\Psi\rangle|^2=|C_n|^2$.
$\langle E\rangle=\sum E_nP(E_n)=\left\langle\Psi\middle|\hat{H}\Psi\right\rangle$.

P48-55 Puits fini. $E>0\to$ état de diffusion.
$-V_0<E<0$ état lié.
États liés $-V_0<E<0$. Ondulatoire dedans et décroissance exponentielle à l'extérieur.
• $x>a/2$: $\psi(x)=A_1e^{-qx}$. $q=\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}(-E)}$.
• $-a/2<x<a/2$: $\psi(x)=A_2\cos kx+A_2'\sin kx$. $k=\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}(E+V_0)}$.
• $x<-a/2$: $\psi(x)=A_3e^{qx}$.
Continuité : 4 équations.
Spectre : nombre fini d'énergies discrètes (énergie négative).
Les états de diffusion forment un continuum (énergie positive).