

COLLEGE DE FRANCE

COURS DE PHYSIQUE

ATOMIQUE ET MOLECULAIRE

Claude COHEN-TANNOUDJI

ANNEE SCOLAIRE : 1993 - 1994

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Résumé du cours 1992-1993	I-1
Rappel de quelques résultats importants	I-5
- Propagateur quantique	I-5
- Chemin classique - Action classique - Impulsion - Hamiltonien	I-5
- Expression du propagateur pour des Lagrangiens quadratiques en z, \dot{z}	I-6
- Propagation de la fonction d'onde	I-6
- Déphasage quantique et trajectoire classique	I-6
- Calcul perturbatif du déphasage	I-8
Problèmes abordés dans le cours 1993-1994	I-9

DIFFRACTION D'ONDES DE DE BROGLIE ATOMIQUES PAR DES RÉSEAUX DE FENTES - APPLICATIONS

1 - Diffraction par une fente - Approche de Feynman	II-1
2 - Diffraction par un réseau de fentes	II-3
3 - 1ère application : focalisation d'atomes par une lentille de Fresnel	II-5
4 - 2ème application - Interféromètre atomique	II-6

DIFFRACTION D'ONDES DE DE BROGLIE ATOMIQUES PAR DES ONDES LASER STATIONNAIRES QUASI-RÉSONNANTES

A - Considérations générales	III-1
1 - Notations - Hypothèses	III-1
2 - Echanges d'impulsion entre atome et champ	III-2
3 - Conservation de l'énergie totale	III-2
4 - Lien avec l'interférométrie atomique	III-3
5 - Quelques bases d'états intéressantes	III-4
B - Régime de Raman-Nath	III-5
1 - Approximation effectuée	III-5
2 - Diffraction d'une onde de de Broglie incidente	III-6
3 - Mise en évidence expérimentale	III-9
C - Régime de Bragg	IV-1
1 - Condition sur le rayon focal de l'onde stationnaire	IV-1
2 - Diffraction de Bragg à l'ordre le plus bas	IV-1
3 - Exemple de diffraction de Bragg d'ordre supérieur	IV-4
4 - Etude expérimentale	IV-4
5 - Dopplérons	IV-5
D - lame séparatrice magnéto-optique	IV-6

1 - But poursuivi	IV-6
2 - Explication qualitative de l'effet proposé	IV-6
3 - Etats habillés	IV-7
4 - Calcul du spectre d'ondes diffractées	IV-9
EFFET STERN ET GERLACH OPTIQUE	V-1
1 - Situation physique envisagée dans ce cours	V-1
2 - Comment réaliser un paquet d'ondes suffisamment petit	V-2
3 - Critère de non-adiabaticité	V-3
4 - Mise en évidence expérimentale	V-5
5 - Etude expérimentale du régime adiabatique	V-7
MODÈLE SIMPLE PERMETTANT D'ÉTUDE LA TRANSITION ENTRE LE RÉGIME DIFFRACTIF ET LE RÉGIME DIFFUSIF	VI-1
1 - Introduction	VI-1
2 - Le cadre théorique	VI-1
3 - Limite des temps courts	VI-1
4 - Limite des temps longs	VI-1
5 - Temps intermédiaires	VI-1
6 - Conclusion	VI-1
EFFETS D'INTERFÉRENCE QUANTIQUES POUR UN ATOME SITUÉ À UN NOEUD D'UNE ONDE STATIONNAIRE	VII-1
1 - Introduction	VII-1
a) Rappel de résultats sur les forces radiatives	
b) Approche suivie dans ce cours	
2 - Cas simple d'un atome dans une onde plane progressive	VII-3
a) Hamiltonien - Etat initial	
b) Amplitude de probabilité de rester dans l'état initial	
c) Discussion physique	
3 - Atome au nœud d'une onde stationnaire	VII-5
a) Etat initial du système atome + champ	
b) Amplitude de probabilité de rester dans l'un des états initialement peuplés	
c) Corrélations apparues entre atome et photon	
d) Absorption du photon initial	
e) Redistribution du photon initial	
f) Calcul du coefficient de diffusion d'impulsion	
g) Récapitulation des résultats obtenus	

EFFET AHARONOV-BOHM SCALAIRE (ABS) - GÉNÉRALISATIONS À DES PARTICULES NEUTRES	VIII-1
1 - Description de l'effet ABS	VIII-1
a) Problème physique considéré	
b) Calcul du déphasage	
2 - Propriétés physiques importantes d'un tel effet	VIII-2
(i) Aucun déplacement, aucune distorsion des paquets d'ondes	
(ii) Facteur de phase global indépendant de la vitesse	
(iii) Insensibilité de l'effet d'interférence à la longueur de cohérence du paquet d'ondes	
(iv) Différence importante	
3 - Effet Aharonov-Bohm scalaire et complémentarité	VIII-3
a) Idée générale	
b) Un résultat d'électrostatique utile pour la suite	
c) Schéma de l'expérience de pensée	
4 - Généralisation de l'effet ABS à des particules neutres	VIII-6
a) Motivations de telles études	
b) Proposition de Zeilinger	
c) Réalisations expérimentales	

L'EFFET AHARONOV-BOHM VECTORIEL (ABV) ET SES EXTEN- SIONS À DES PARTICULES NEUTRES	IX-1
1 - Description de l'effet ABV	IX-1
a) Problème physique considéré	
b) Calcul du déphasage	
c) Discussion physique	
2 - Dynamique d'un moment magnétique dans un champ électrique	IX-3
a) Densité de magnétisation - Densités de courant et de charge	
b) Lagrangien L	
c) Impulsion \vec{p} - Hamiltonien H	
d) Discussion physique	
e) Equations du mouvement	
3 - Effet Aharonov-Anandan-Casher (AAC)	IX-7
a) Problème physique considéré	
b) Absence de force et de couple	
c) Calcul du déphasage	
d) Discussion physique	
e) Autre disposition possible	
f) Observations expérimentales	