

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	I-1
Rappel de quelques résultats établis l'an dernier	I-1
ETATS QUANTIQUES DU CHAMP ELECTROMAGNETIQUE LIBRE	II-1
But de ce §	II1
A. Hamiltonien H_R du champ électromagnétique libre.....	II-1
B. Aspect corpusculaire.....	II-1
C. Etude de quelques propriétés du vide	II-5
D. Aspect ondulatoire du champ	III-1
E. Etude de quelques propriétés des états cohérents	III-3
F. Exemple d'états cohérents : états quantiques du champ rayonné par des sources classiques	III-6
G. Représentation $P(\alpha)$ pour l'opérateur densité	IV-1
H. Autres exemples de densités de quasi-probabilité	IV-3
HAMILTONIEN D'INTERACTION	V-1
A. Expression de l'hamiltonien d'interaction.....	V-1
B. Conservation de l'impulsion globale	V-3
C. Autres expressions équivalents de H_{I1} et H_{I1}'	V-5
D. Forme plus commode de l'hamiltonien d'interaction dans le cas de systèmes de charges liées (atomes ou molécules).....	VI-1
(1) Notations.....	VI-1
(2) Hamiltonien du système global : atomes A et B + Rayonnement (forme habituelle).....	VI-2
(3) Première transformation unitaire S faisant apparaître dans l'hamiltonien les dipôles électriques \vec{D}_A et \vec{D}_B ainsi que le champ électrique \mathbb{E}	VI-3
a) Expression de S.....	VI-3
b) Transformation par S des variables dynamiques fondamentales	VI-3
c) Transformation par S de l'hamiltonien total \mathbb{H}	VI-4
d) Discussion physique	VII-1
(4) Deuxième transformation unitaire S' faisant apparaître les moments dipolaires magnétiques et quadrupolaires électriques des atomes A et B	VII-2
a) Expression de S'	VII-2
b) Calcul de la transformée par $S'S$ de $\vec{p}_{(\infty)}$	VII-2

c) Transformée par $S'S$ de $\sum_{\infty} \frac{1}{2m_{\infty}} \left[\vec{P}_{\infty} - e_{\infty} \vec{A}(\vec{R}_A + \vec{r}_{\infty}) \right]^2$	VII-3
d) Transformés par $S'S$ de a_i et a_i^+	VII-5
e) Transformé de $\sum_i \hbar \omega_i \left(a_i^+ a_i + \frac{1}{2} \right) = H_R$	VII-5
(5) Equivalence des 2 hamiltoniens (VI-8 et VII-31) pour le calcul des amplitudes de diffusion (matrice \mathcal{J} de la théorie des collisions)	VII-6
DIFFUSION (NON-RESONNANTE) DE PHOTONS PAR UN ATOME	VIII-1
But de ce §	VIII-1
A. Généralités sur le calcul d'une amplitude de transition	VIII-1
(1) Opérateurs d'évolution	VIII-1
(2) Amplitude de transition	VIII-1
B. Section efficace de diffusion non-résonnante d'un photon par un atome, calculée à l'ordre 2 inclus en e	VIII-3
(1) Notations	VIII-3
(2) Amplitude de diffusion à l'ordre 2 inclus en e	VIII-4
(3) Section efficace de diffusion	VIII-5
(4) Transformation algébrique de l'amplitude \mathcal{T} . Vérification de l'équivalence entre les hamiltoniens $-\vec{A} \cdot \vec{p}$, \vec{A}^2 et $-\vec{D} \cdot \vec{E}$ (à l'approx. dipolaire électrique)	VIII-7
C. Discussion physique	IX-1
(1) Rappel de quelques résultats relatifs à la diffusion par un électron classique élastiquement lié	IX-1
(2) Distinction de différents domaines d'énergie et de longueur d'onde pour le photon incident	IX-2
(3) Rayonnement incident de fréquence très basse	IX-2
(4) Diffusion résonnante, effet Photoélectrique	IX-4
(5) Rayonnement incident de haute fréquence, mais de longueur d'onde grande devant les dimensions atomiques	IX-5
(6) Rayonnement de haute fréquence et de longueur d'onde petite devant les dimensions atomiques : $\infty mc^2 \ll \hbar \omega < mc^2$. Diffusion Compton	IX-6
a) Diffusion élastique Thomson	IX-7
b) Diffusion inélastique Raman avec état atomique final discret	IX-7
c) Diffusion inélastique Raman avant état atomique final dans le continuum. Diffusion Compton	IX-7

INTERACTION ENTRE 2 ATOMES NEUTRES PAR ECHANGE DE PHOTONS – EFFETS DE RETARD.....	X-1
But de ce §	X-1
I – Cas de 2 atomes H, immobiles, dans l'état fondamental	X-1
A. Première approche utilisant la théorie des perturbations stationnaires	X-1
(1) Idée générale	X-1
(2) Théorie élémentaire de London.....	X-2
(3) Théorie plus précise tenant compte du champ transverse	X-4
B. Seconde approche utilisant la théorie des perturbations dépendant du temps	X-7
(1) Idée générale	X-7
(2) Quelques considérations simples sur les diagrammes	XI-1
a) Autre manière de "lire" les diagrammes du tableau I	XI-1
b) Lignes entrantes, sortantes, internes	XI-1
c) Propagateur	XI-2
d) Vertex.....	XI-2
(3) Propagateur du photon (Hamiltonien $-\vec{D} \cdot \vec{E}$)	XI-3
a) Cas $\tau_2 > \tau_1$	XI-3
b) Cas $\tau_1 > \tau_2$	XI-3
c) Formule unique englobant les 2 cas précédents.....	XI-4
d) Intérêt pratique du propagateur de Feynman du photon.....	XI-5
e) Transformée de Fourier temporelle du propagateur	XI-6
(4) Propagateur du photon transverse	XI-7
C. Calcul de l'énergie d'interaction ΔE	XI-8
(1) Contribution du diagramme direct	XI-8
a) Contribution des diverses parties du diagramme	XI-8
b) Calcul des diverses intégrales et sommations	XI-9
(2) Contribution du diagramme croisé.....	XI-10
(3) Regroupement de tous les résultats précédents.....	XI-10
D. Discussion des résultats	XII-1
(1) Formes limites de ΔE à courte et longue distance.....	XII-1
a) Que veut dire courte ou longue distance ?.....	XII-1
b) Forme limite de ΔE à courte distance	XII-1
c) Forme limite de ΔE à longue distance	XII-2
(2) Interprétation physique des effets de retard	XII-4
a) Temps caractéristiques intervenant dans le problème.....	XII-4

b) Interprétation du comportement à courte distance	XII-6
c) Interprétation du comportement à longue distance	XII-6
II – Cas de 2 atomes immobiles, l'un excité, l'autre dans l'état fondamental	XIII-1
A. Théorie élémentaire négligeant le rayonnement transverse	XIII-1
(1) Effets nouveaux par rapport au cas de 2 atomes dans l'état fondamental	XIII-1
(2) Insuffisances de ce traitement.....	XIII-1
B. Théorie plus précise tenant compte du rayonnement transverse	XIII-2
(1) Idée générale	XIII-2
(2) Calcul de la probabilité par unité de temps Γ/\hbar d'émission d'un photon par un atome isolé	XIII-3
(3) Calcul de l'amplitude de transfert. Mise en évidence du retard dans le transfert.	XIII-3
(4) Potentiel d'interaction entre 2 atomes identiques dont l'un est excité.....	XIII-5
(5) Probabilité par unité de temps d'émission d'un photon par un système de 2 atomes identiques dont l'un est excité	XIV-1
a) Calcul de Γ_i^e	XIV-1
b) Comportement du système à courte distance. Superradiance. Subradiance	XIV-2
c) Comportement du système à longue distance	XIV-4
d) Transfert d'alignement par diffusion multiple. Affinement des raies de résonance magnétique.....	XIV-5