

Gaz de photons

Au XIXe siècle, le rayonnement lumineux a fait l'objet d'études :

- [Loi de Wien](#) (1896)
- [Loi de Rayleigh-Jeans](#) (1900)

Les photons suivent les hypothèses suivantes :

- ils se déplacent à la [vitesse de la lumière](#) c dans le vide
- sont des bosons
- ont une masse nulle au repos
- ont un spin unitaire avec deux valeurs possibles de sa projection (-1 et 1), donc deux états de polarisation différents
- l'énergie d'un photon de fréquence ν vaut $h \nu$, la quantité de mouvement $h \nu / c$ ou $h / \lambda = \hbar \mathbf{k}$ ou \mathbf{k} est le [vecteur d'onde](#) du photon
- le potentiel chimique est nul

La thermodynamique statistique développée au début du XXe siècle a permis de donner une théorie satisfaisante du rayonnement dit du corps noir : Bose, Einstein, Planck,...

- Nombre d'états quantiques d'impulsion ou d'énergie ou de fréquence donnée
- nombre de particules (photons) dans un état d'énergie donnée
- Loi de répartition spectrale de l'énergie (Planck)
- émittance du corps noir (Stefan)

Loi de Stefan

On place un thermomètre (thermocouple) dans un four porté à des températures relativement élevées. On place à proximité une [thermopile](#) pour mesurer l'énergie du rayonnement dans un secteur d'angle solide constant. Analyser les données expérimentales suivantes (cf. ce [montage expérimental](#)) :

T(°C)	signal thermopile (u.a.)
30	2
60	3
100	4
140	7
180	9
220	14
260	18
300	24
340	30
360	35

Conclure par rapport à un modèle théorique.

Autre série de mesures :

T(°C)	signal thermopile (u.a.)
20	11
35	66
55	107
75	178
95	275
115	390
135	537
155	707
175	899
195	1107
215	1349
235	1645
255	1936
275	2254
295	2590
305	2832

Loi de Rayleigh-Jeans

Considérer le limite des basses fréquences pour justifier la relation de Rayleigh-Jeans. Quel est le problème soulevé par cette première théorie du rayonnement ?

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Rayleigh-Jeans
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Catastrophe_ultra-violette

Loi de Wien

À la limite des hautes fréquences, déduire le loi de distribution empirique de Wien

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Wien

Distribution en fonction de la longueur d'onde

La forme spectrale dépend de la variable considérée. Établir cette forme en fonction de la longueur d'onde

- http://en.wikipedia.org/wiki/Planck%27s_law#Correspondence_between_spectral_variable_forms

Maximum de la distribution de Planck

Maximiser le fonction de distribution du rayonnement en fonction de la fréquence ou de la pulsation.

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_du_d%C3%A9placement_de_Wien
- https://en.wikipedia.org/wiki/Wien's_displacement_law

Maximiser en fonction de la longueur d'onde

- http://en.wikipedia.org/wiki/Planck%27s_law#Peaks (la différence est commentée)
- [Black body radiation as a function of frequency and wavelength:an experimentally oriented approach](#), Ademir Xavier, Sergio Celaschi Revista Brasileira de Ensino de Física (Impact Factor: 0.1). 01/2012; 34(2)
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/wien3.html>
- <http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/ajp/71/12/10.1119/1.1604387> - pdf [ici](#)

Pression d'un gaz de photons

Montrer que $PV = E/3V$ (voir cours)

From:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/> - **Didier Villers, UMONS - wiki**

Permanent link:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/teaching:exos:photons>

Last update: **2019/03/11 15:46**

