

Titre : Rayonnement d'équilibre

Présentée par :

Rapport écrit par :

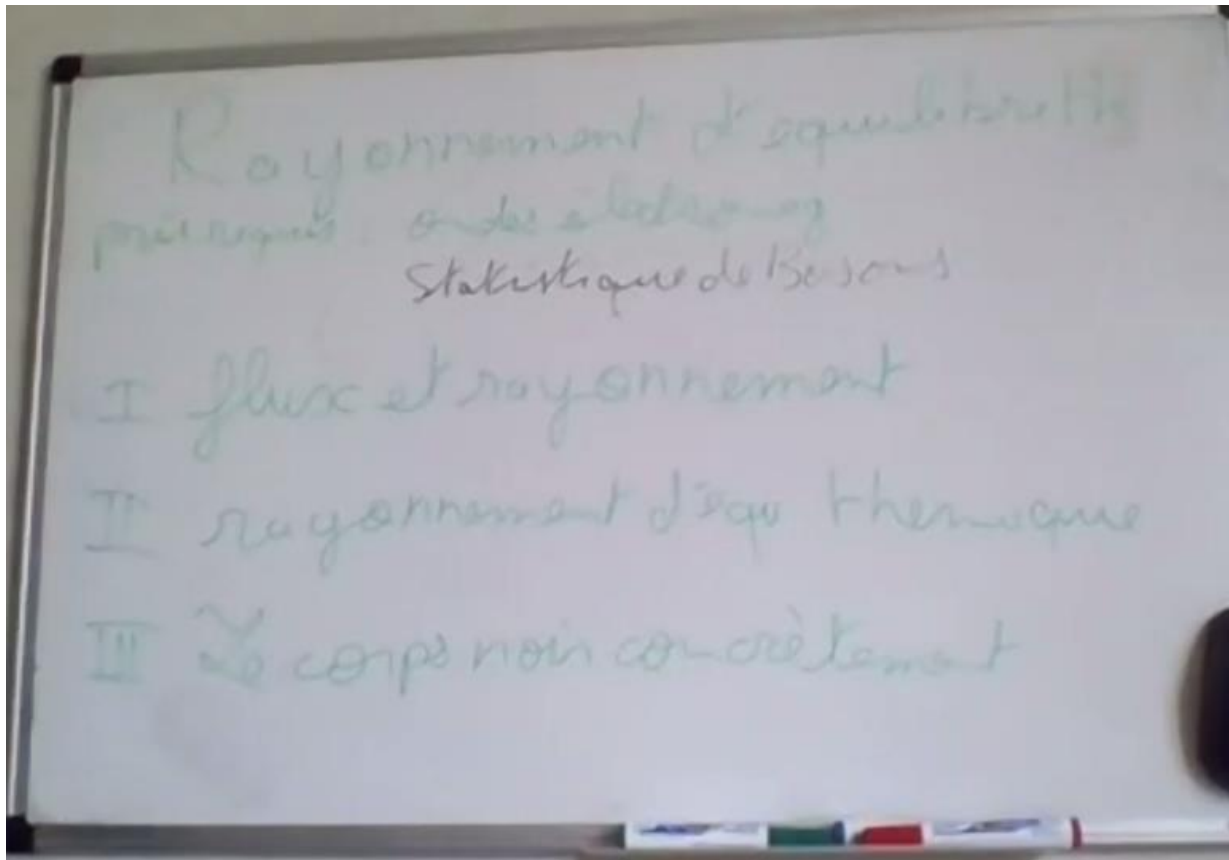
Correcteur :

Date :

Bibliographie de la leçon :

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
			2016

Plan détaillé



Niveau Licence.

Metal (coupe ongle) réfléchissant à T ambiant, rouge ~ 600C et blanc vers 2000C, pourquoi ?

1A) Description

C'est quoi un flux ?

C'est n flux surfacique `defnir.

Définir flux surfacique spectral

Devant une petite surface on laisse passer que quelques fréquences entre ν et $\nu+d\nu$. UN flux traverse cette surface.

Alors flux surfacique spectral est $\psi = \phi/dS \cdot d\nu$

Absorption, si on rrgarde une table il y a un flux lumineux absorbé, ;e champe EM fera bouger des porteurs de charge qui vont chauffer la matière.

Emission : un objet a une temperature, donc un mouvement des charges, ces charges ne sont bpas à V constante et une charge accéléré rayonne. Donc ...

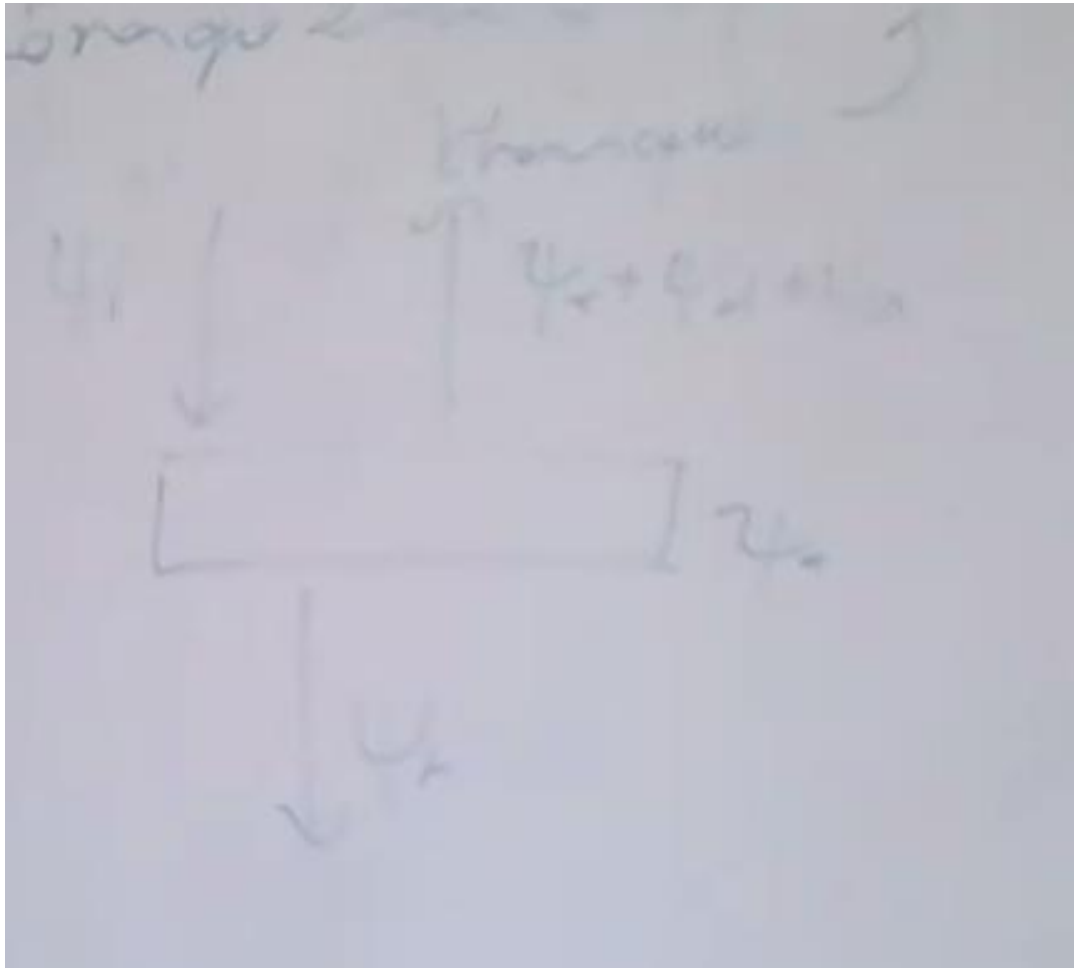
Définir la reflexion.

Définir la diffusion.

[5 :45]

On fait un bilan entre les flux

On regarde un objet avec un flux incident, ajouter le flux transmis



Hypothèse : équilibre entre les flux, regime permanent.

$$\psi_i = \psi_r + \psi_d + \psi_a + \psi_t$$

Flux incident = reflechi, emis, diffusé, transmis

On définit alors corps opaque : donner exemples

Corps transparent

Corps réfléchissant

Corps absorbant

Quelle dépendance avec les longueurs spectrales ?

II-

1) Loi de Planck [10 :55]

Donner contexte historique.

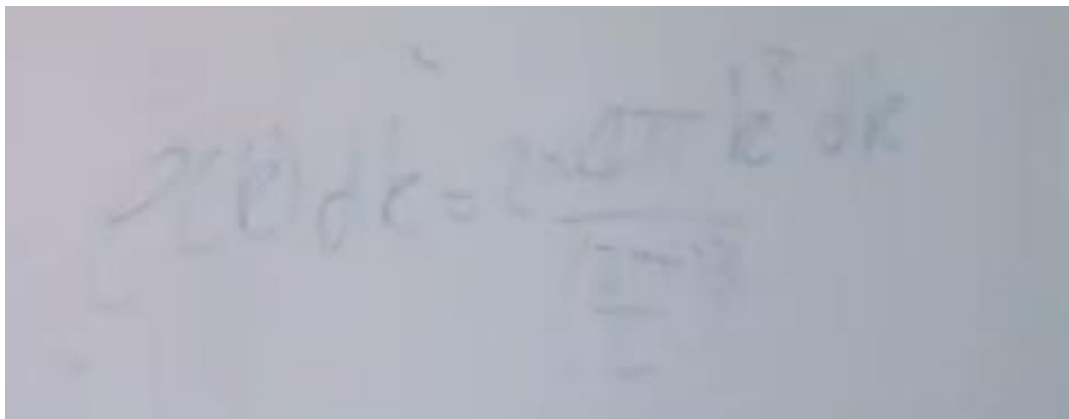
Parler de la catastrophe ultraviolette [12 :22]

On considère une boîte avec des photons en équilibre thermique avec la paroi. On prend des conditions limites périodiques.

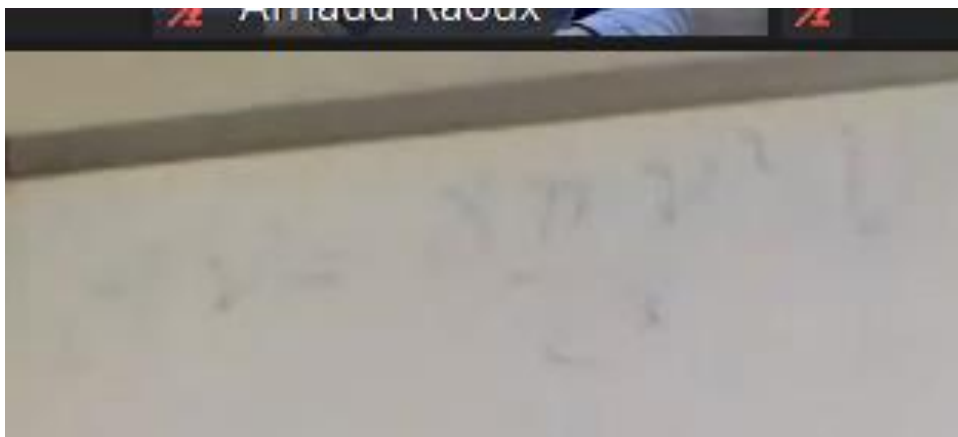
$$K_x = 2\pi n_x / L$$

On fait un pavage dans l'espace des phases par les modes autorisés.

On compte le nombre de modes compris entre k et $k+dk$ (calcul classique)


$$dN = \frac{2\pi L^3}{(2\pi)^3} k^2 dk$$

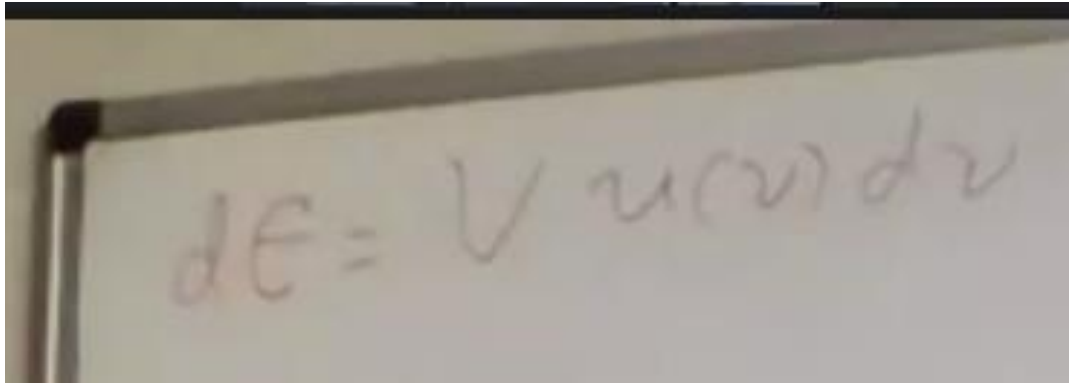
On trouve alors :


$$U = \frac{\pi^2}{15} \frac{(k_B T)^4}{15 \hbar^3 c^3}$$

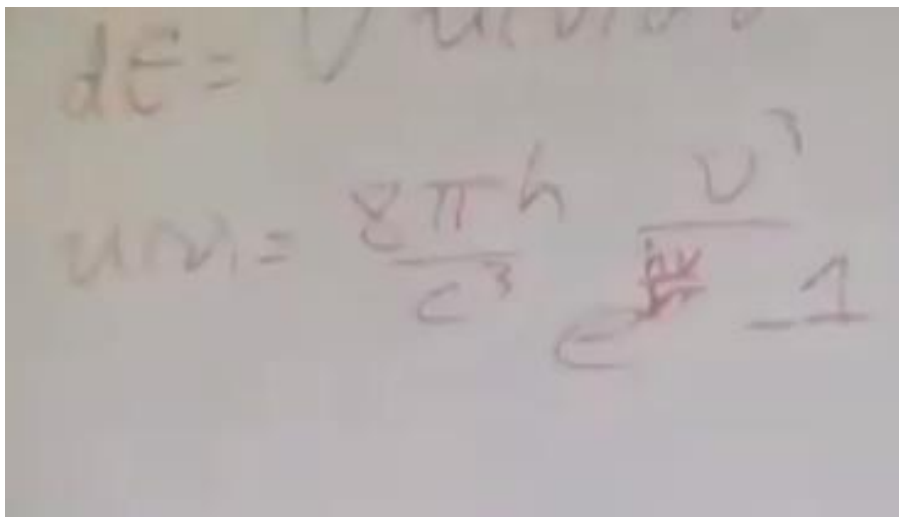
Voir TD Jules pour ce calcul.

Comme les photons sont des bosons leur distribution est donnée par Bose-Einstein.

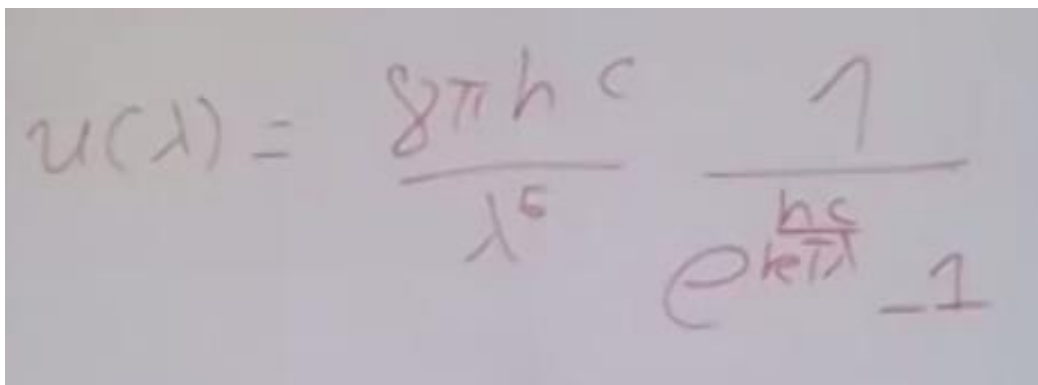
On fait le calcul, on intègre et on arrive à la loi de Planck.


$$dE = V u(\nu) d\nu$$

En combinant tout on arrive à :

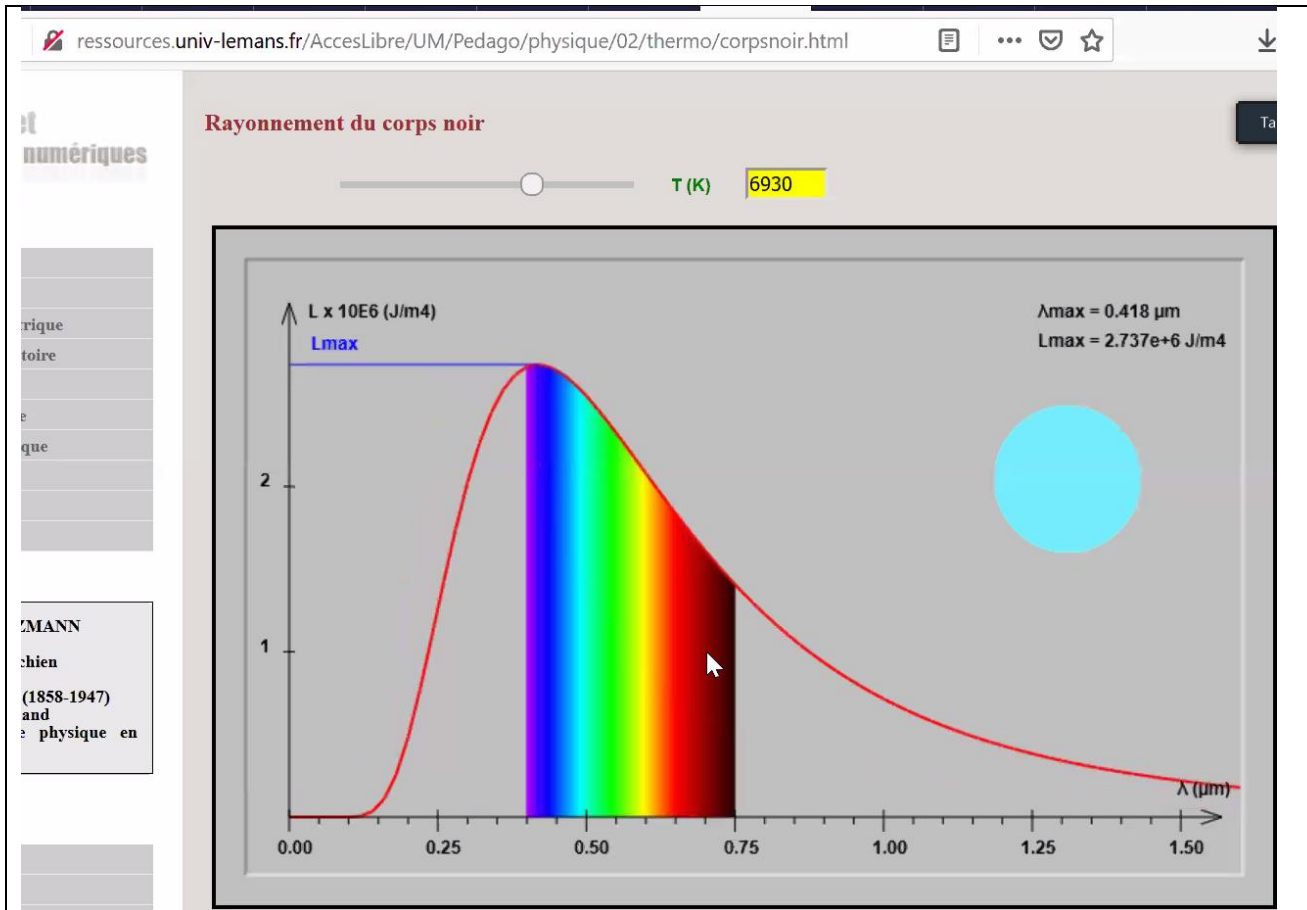

$$u(\nu) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Loi de Planck. Donner aussi sous sa forme en dépendance de λ .


$$u(\lambda) = \frac{8\pi h c}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

[18 :36]

Simulation du corps noir avec T :

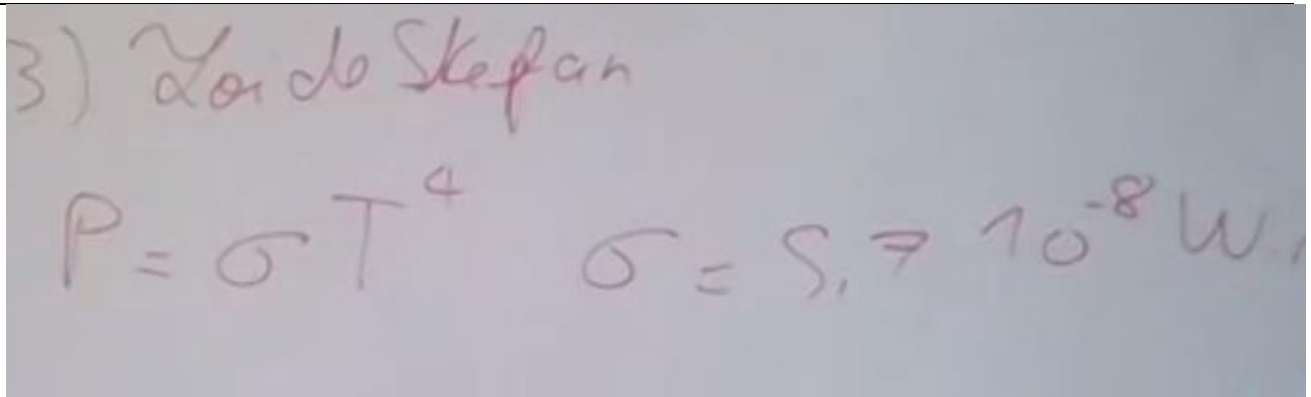


L c'est la luminance densité d'énergie volumique par longueur d'onde !
Montrer ce qui se passe pour différentes T.

Dire à l'oral que en dérivant la loi de Planck on peut trouver le maximum : loi de Wien :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2.898 \cdot 10^{-3}}{T}$$

Montrer la loi de Stefan ()
Ne pas faire le calcul, dire juste que on intègre sur toutes les longueurs d'onde.



III) [22 :43]

Expliquer comment on réalise expérimentalement le corps noir.

Description du soleil en tant que corps noir.

Montrer le spectre du soleil (raies)- absorption des atomes (helium, hydrogène).

Questions posées par l'enseignant

Questions :

- emission plus compliqué que l''electron elastiquement liée.
- l'unité du J ce sont des unités de spectrométrie.

- λ_{max} depend de si on considère $dE/d\lambda$ ou $dE/d\nu$. C'est complexe et viens de la définition des grandeurs.
- réversibilité des processus, si on peut absorber on peut emmettre, C.F. loi de Kirchoff.
- Il faut faire un bilan dans la cavité pour montrer que du fait que le corps absorbe, il vas re-emmettre. D'où le lien entre le rayonnement d'équilibre thermique et le corps noir.
- Parler d'équilibre thermodynamique local pour le soleil. Mettre en pre-requis eq. Thermo-local.

Commentaires donnés par l'enseignant

Partie réservée au correcteur

Avis général sur la leçon (plan, contenu, etc.)

Choix de plan risqué. Après une discussion de la résonance d'un circuit RLC, le reste du temps a été passé à discuter une résonance en astrophysique. Du coup, plusieurs notions importantes n'ont pas pu être présentées.

Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

Pour pouvoir transférer efficacement de l'énergie ou de la quantité de mouvement en forçant un système, il faut que le forçage satisfasse une condition de résonance qui peut être une relation entre deux fréquences ou une relation entre deux longueurs.

Dans le cas temporel, la condition entre les deux fréquences dépend du type de forçage, additif ou paramétrique.

La dissipation masque le phénomène de résonance. Sans dissipation, la réponse du système forcé est qualitativement différente à résonance (transfert moyen d'énergie non nul) ou hors résonance (pas de transfert moyen d'énergie quel que soit l'intensité du forçage).

Il ne faut pas se limiter au circuit RLC ou à son équivalent mécanique. La formule de Bragg se montre en 2 lignes de calcul et permet de discuter de nombreux exemples de résonance. En incidence normale, elle permet de discuter l'effet d'un forçage spatial d'une onde par le potentiel cristallin et d'expliquer l'existence de bandes de conduction. Elle est analogue à la condition de résonance paramétrique dans le cas temporel. On peut aussi discuter le Fabry-Pérot (plus long).

Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)

Circuit RLC ou son équivalent mécanique.

Oscillateur paramétrique avec un pendule de longueur adaptée suspendu à un ressort.

Résonances acoustiques dans un tuyau, résonances dans un long câble coaxial, dans un Fabry-Pérot, etc

Bibliographie conseillée

Landau-Lifchitz, Mécanique : discussion de la résonance de l'oscillateur harmonique sans dissipation.

Soutif, Vibration, propagation, diffusion : oscillateur paramétrique, divers exemples de résonance.

Rocard, Dynamique générale des vibrations : résonance par confusion de fréquences.