Titre : Ondes stationnaires

Présentée par : **Rapport écrit par** :

Correcteur : **Date** : 05/05/2020

Bibliographie de la leçon :			
Titre	**Auteurs**	**Éditeur**	**Année**
Dunod PCSI-PSI et PC			
Cours Mathieur rubaud MQ			

Plan détaillée

Niveau choisi pour la leçon : CPGE

Prérequis :

Equation d'alambert
Onde plane/propagation
Fonction d'onde/equation de schrodinger

Plan:

I – Construction des ondes stationnaires (OS)

II – Etude des ondes stationnaires dans une corde fixé à ses extremités

III – Etats stationnaires en mécanique quantique

Introduction :
Quel lien pour lier MQ et mecanique classique ? on verra corde de melde et particule quantique dans un puit. On impose des conditions limites aux extremités qui vont nous imposer une restriction sur les ondes qui peuvent exister entre les 2 extremités.

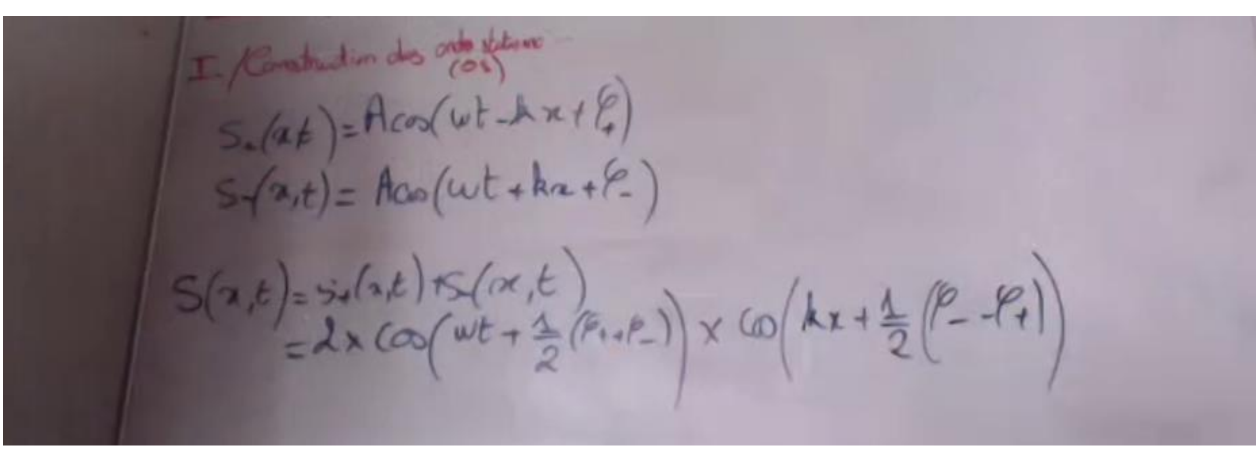
Rq. On eutidiera le puit inifi.

I)

On considère 2 ondes planes progressives se propageant selon x dans le sens croissant et decroissant respectivement.

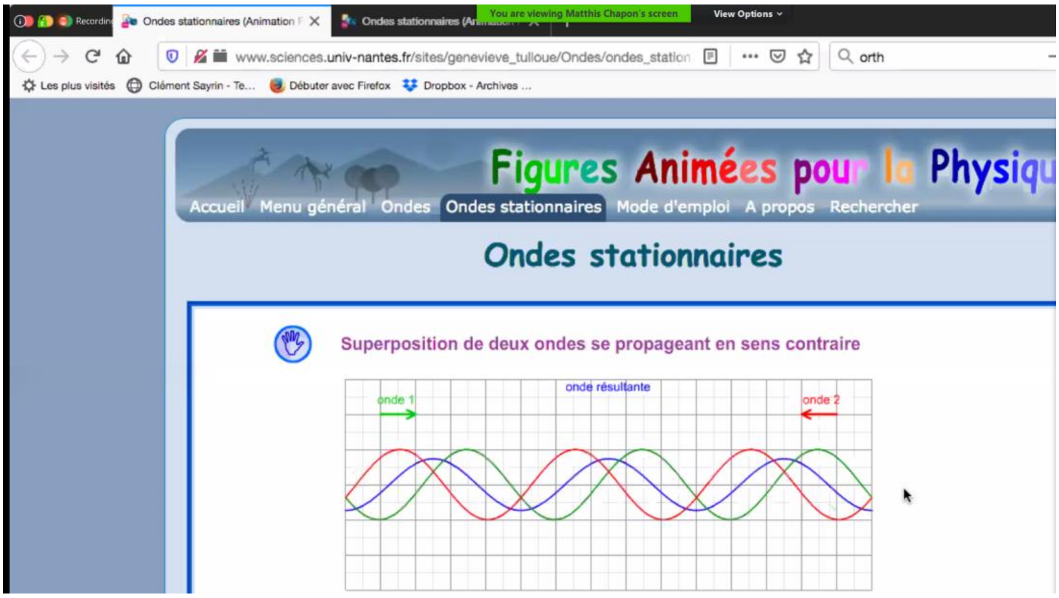
Défnir nombre d'onde avec relation de dispersion.

La somme des 2 ondes est l'onde totale dans le milieu. On peut par des relations de trigonometrie arriver à l'expression finale.



On aboutit à une onde stationnaire harmoniqueavec une aprti qui depend du temps (f(t)) et de l'espace (G(x)).

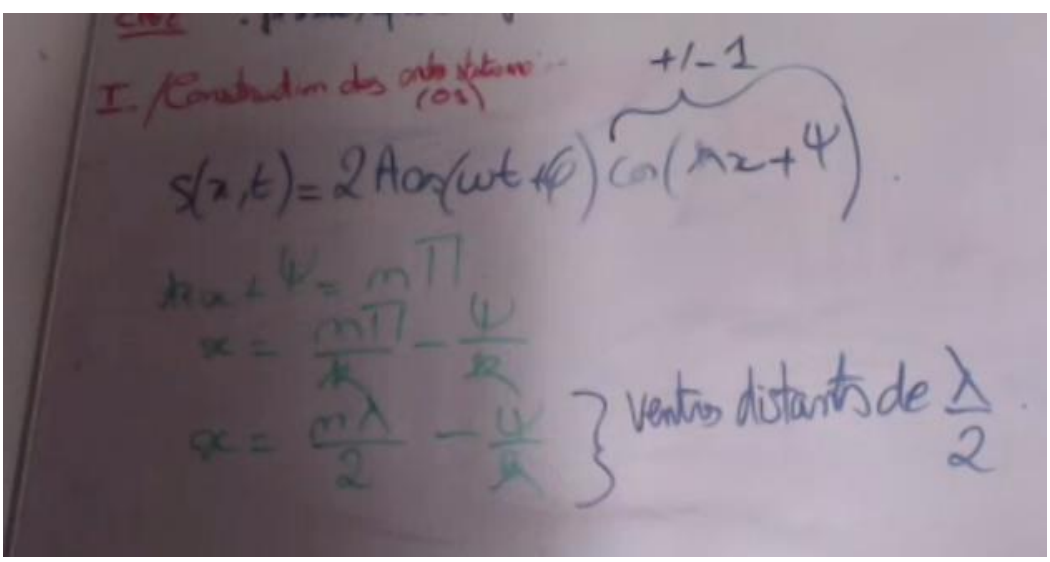
Montrer simulation



O distingue des points particuliers ou l'amplitude est maximale tout comme des points où l'amplitude est nulle pour tout t.

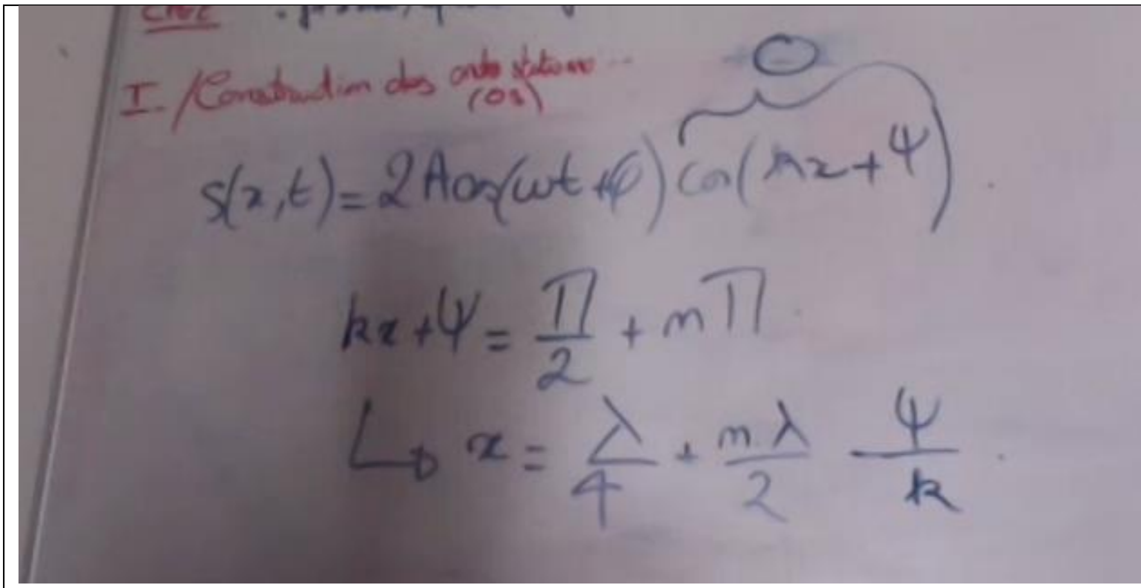
6 :22

Les maxima obeissent à la condition:



Et ils sont distant de lambda/2, ce sont des ventres.

En faisant le même raisonnement avec les cas où la fonctiion est nulle on trouve :



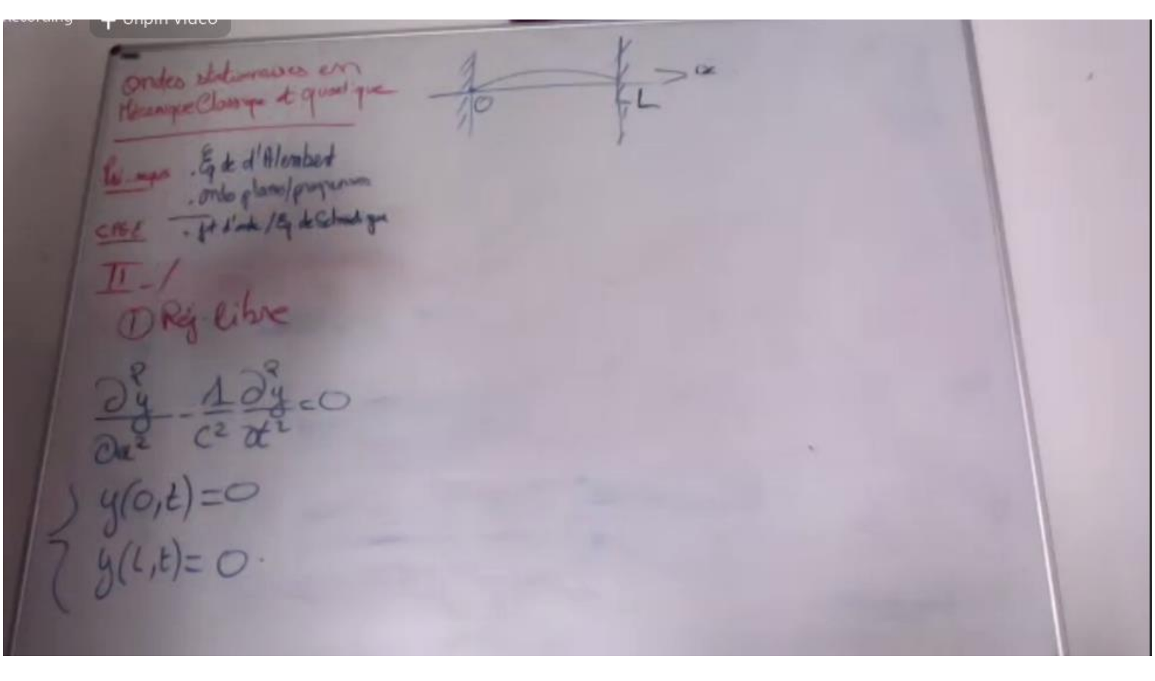
Remontrer la simulation pour discuter quand on rencontre 2 ondes qui vont dans le sens opposée. Reflexion !

Corde de Melde

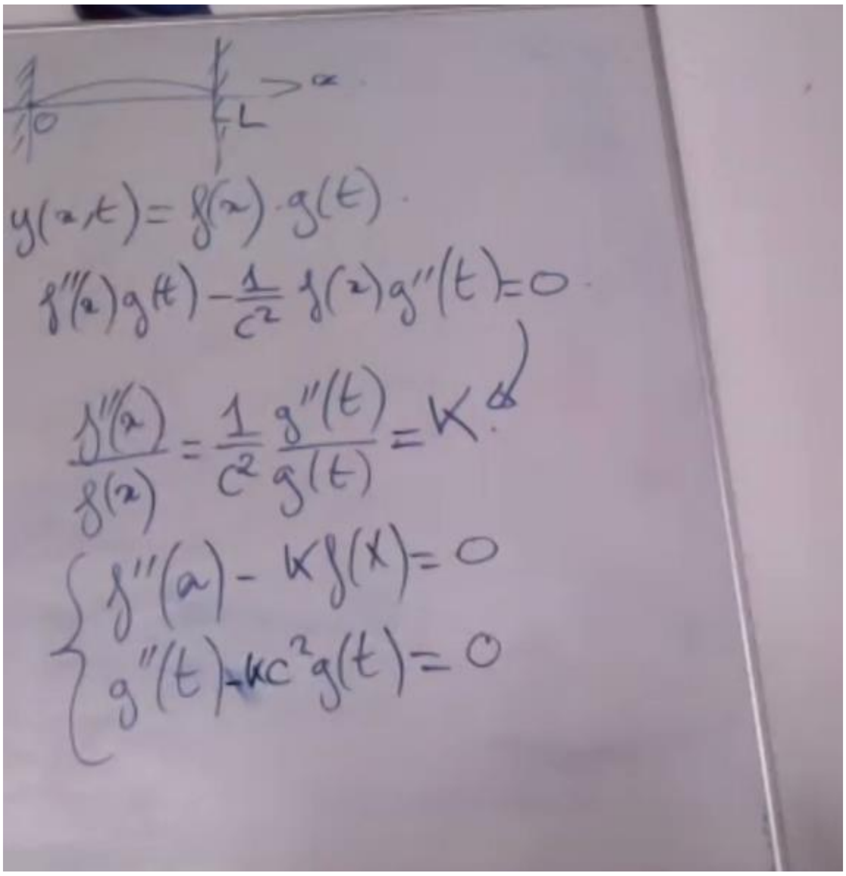
10 :14
II
<u>1) Regime libre</u>

Décrire le système de la corde de Melde (neouds aux extremités). On commence par la laisser vibrer librement.

On écrit l'équation de D'alambert correspondante



On cherche des solution stationnaires que on reinjecte dans l''equation de D'alambert, on separe les variables et on trouve 2 équations independantes !



On sait resoude ces équations

14 :17

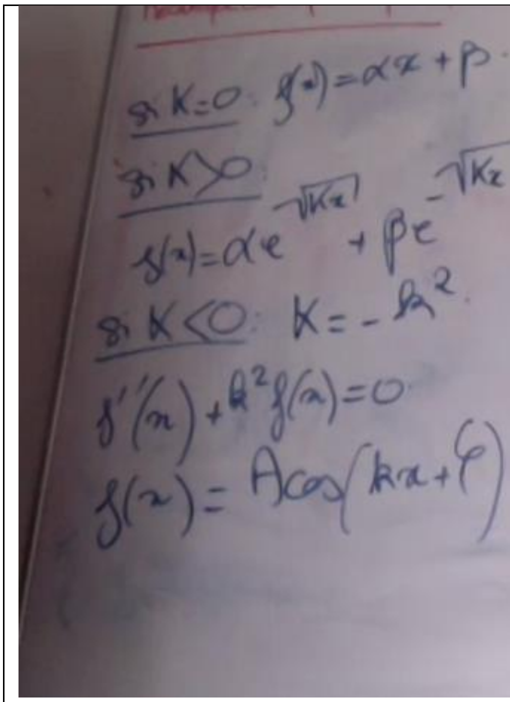
On commence par étudier la première (dependance spatiale).

On étudie les differents cas de figure selon la valeur de K.

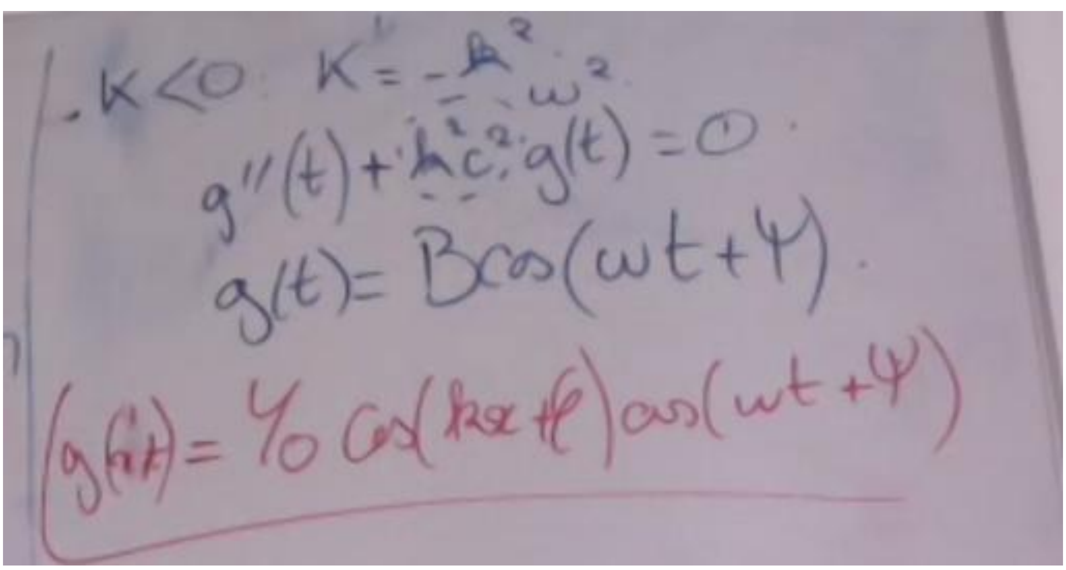
K =0 fonction affine ne peut pas exister dans nos conditions limites.

K>0 somme des 2 exponentielles donc divergence en x = +- infini donc fonction nulle est la seule physique dans ce cas

K<0 on retrouve la fonction de l'oscillateur harmonique avec les solutions



On etudie la deuxième équation pour K<0, donner directement la solution.

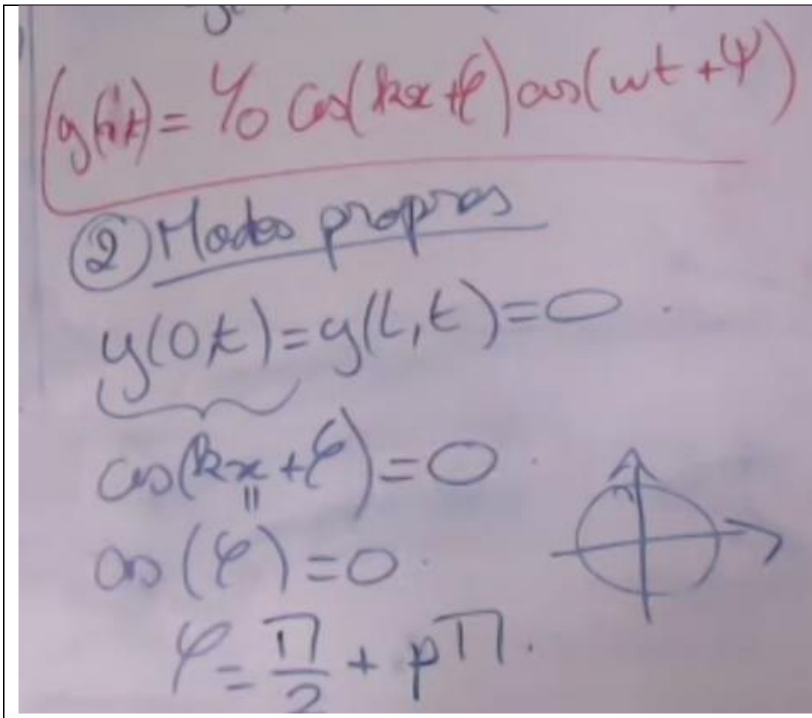


On trouve alors la forme de l'onde totale. On a des constantes à determiner qui dependent des conditions limites.

<u>2) Modes propres</u>

On a les conditions limites égales à 0

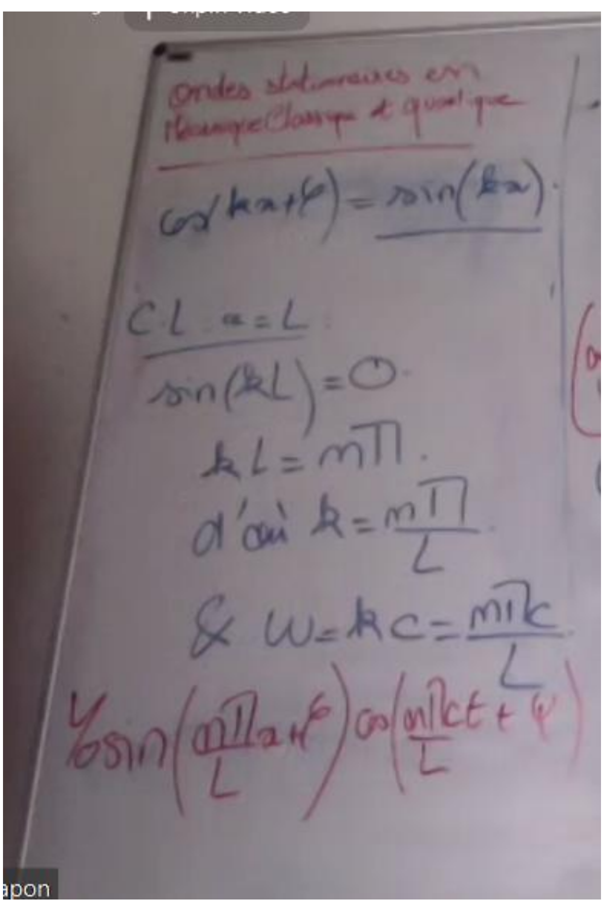
On determine la phase



21 :20

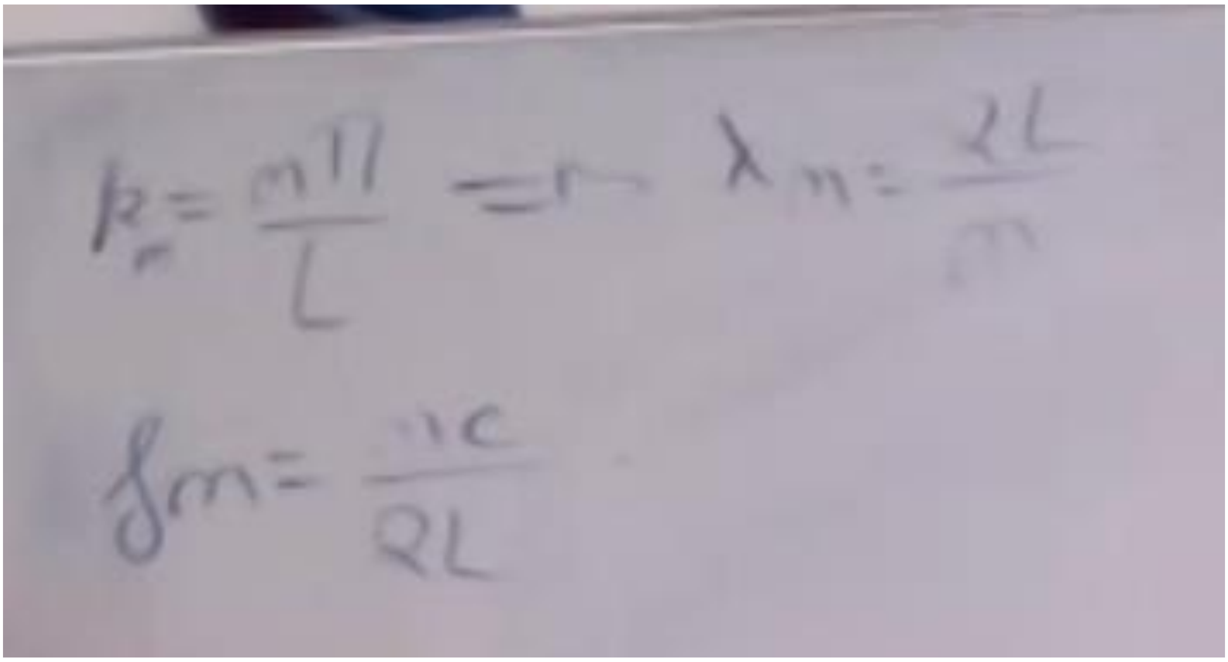
Alors cos (kx + phi) = sin(kx)

Condition limite sur L :

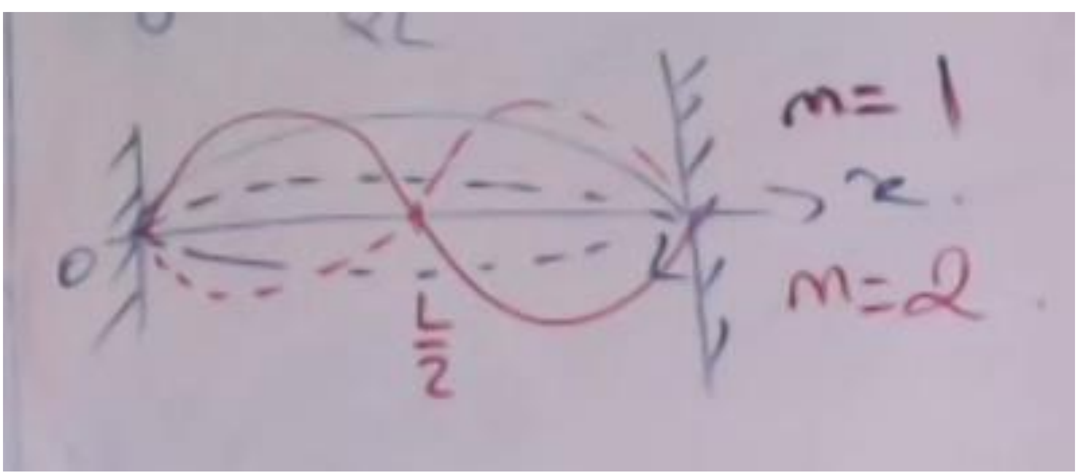


On a des conditions sur la fréquence w qui peut exister, on appelle ceci les modes propre.

Em effet :



Parler des modes et dessiner les 2 premiers

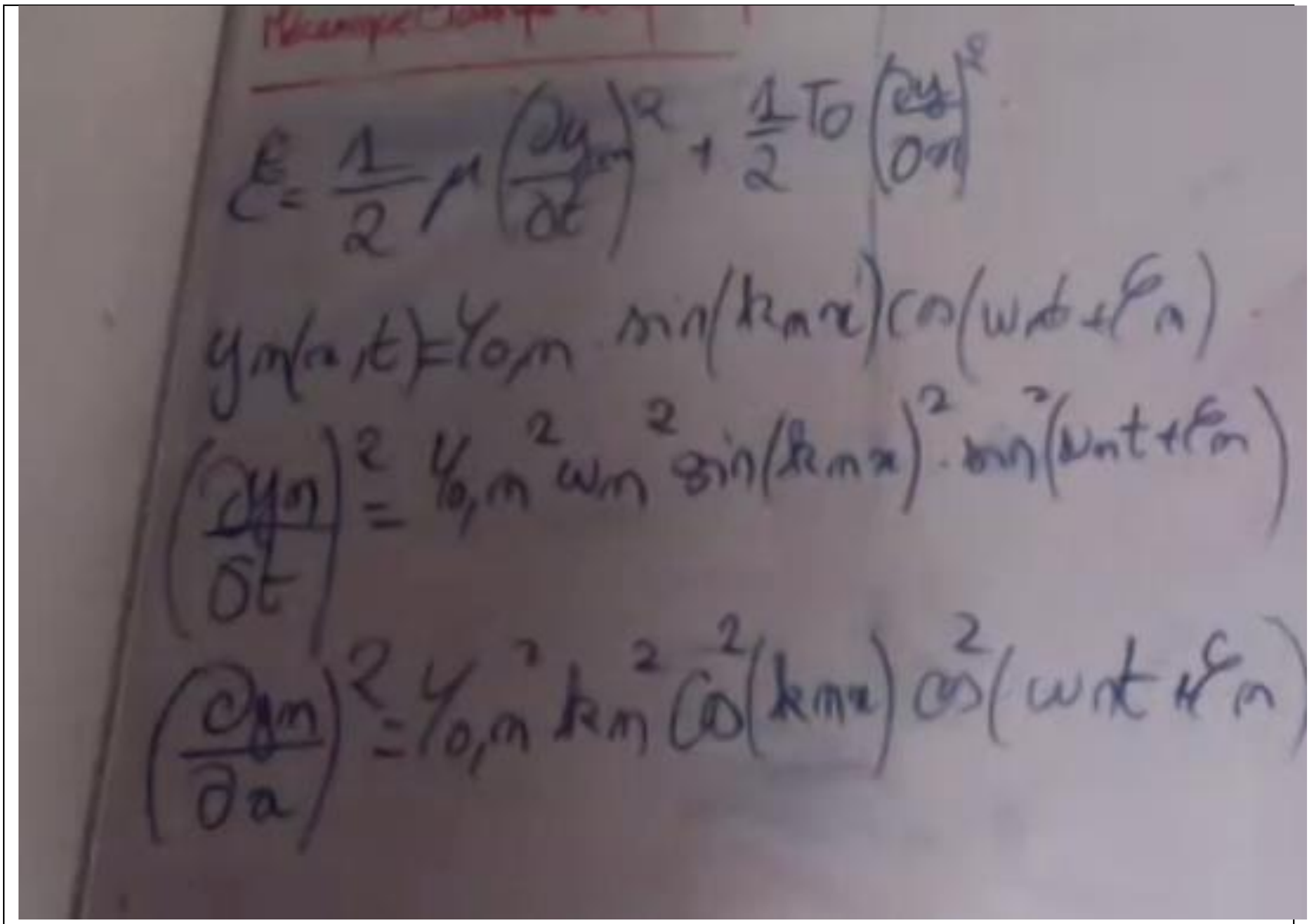


Quand on pince une corde, apr exemple de guitare on a en réalité la superposition de plusieurs modes.

<u>3 Etude energetique **{26 :00}**</u>

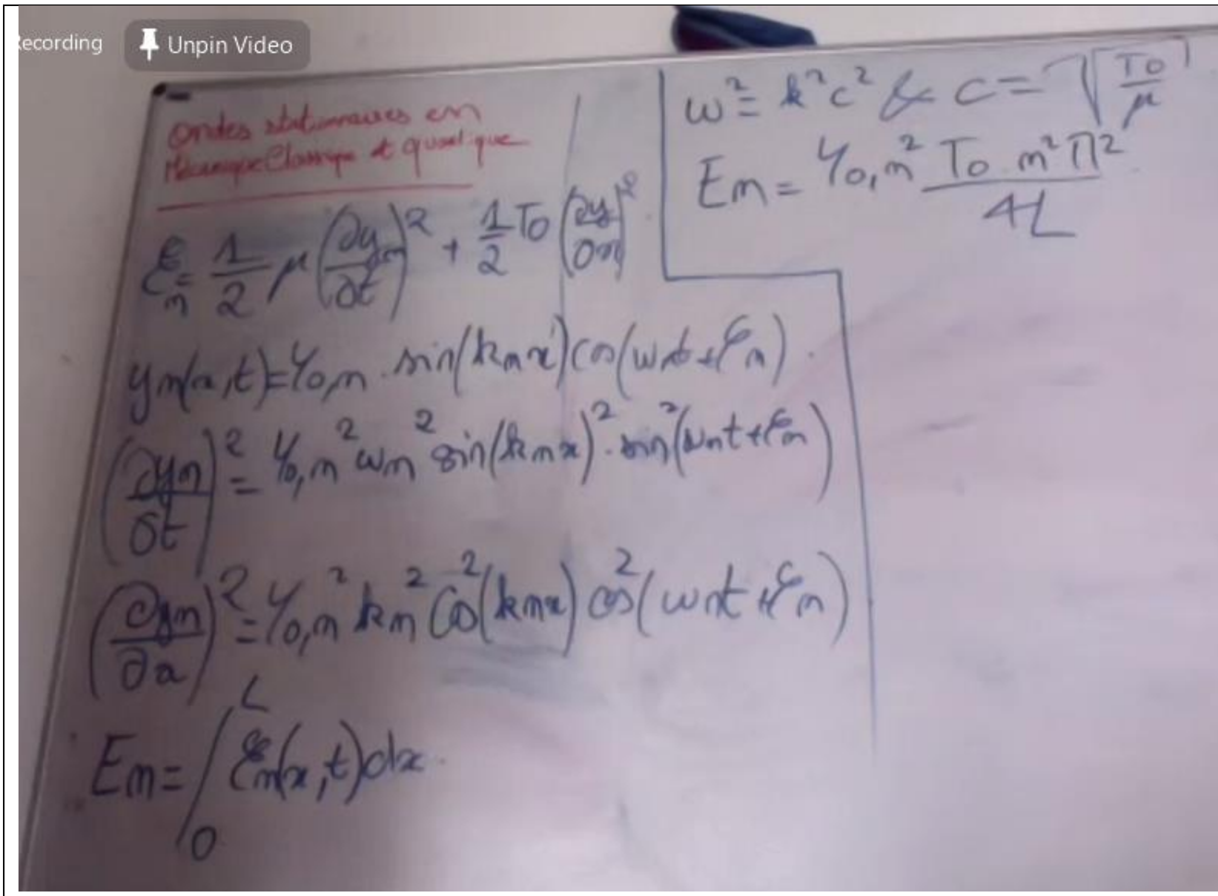
On balance la formule de l'énergie totale (énergie cinetique lineique et potentielle lineique).

On choisi u mode n et on l'etudie.



Alors l'énergie totale dans ka corde est l'intégrale de cette énergie linéique entre 0 et L.

Donner directement le résultat On n'a pas le temps de faire ces calcules.

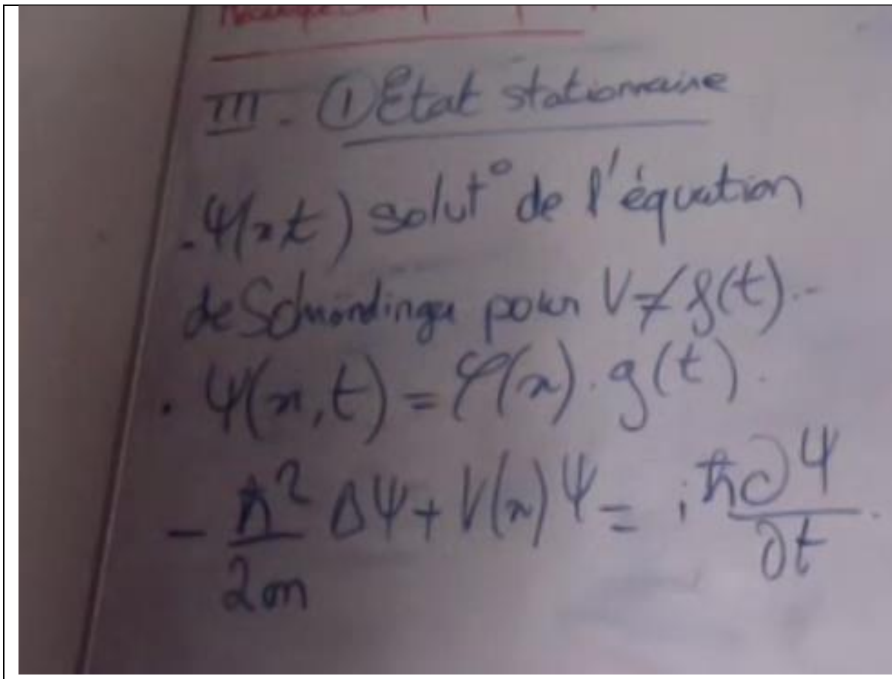


Nous allons comparer ceci a la MQ

III – 30 :20

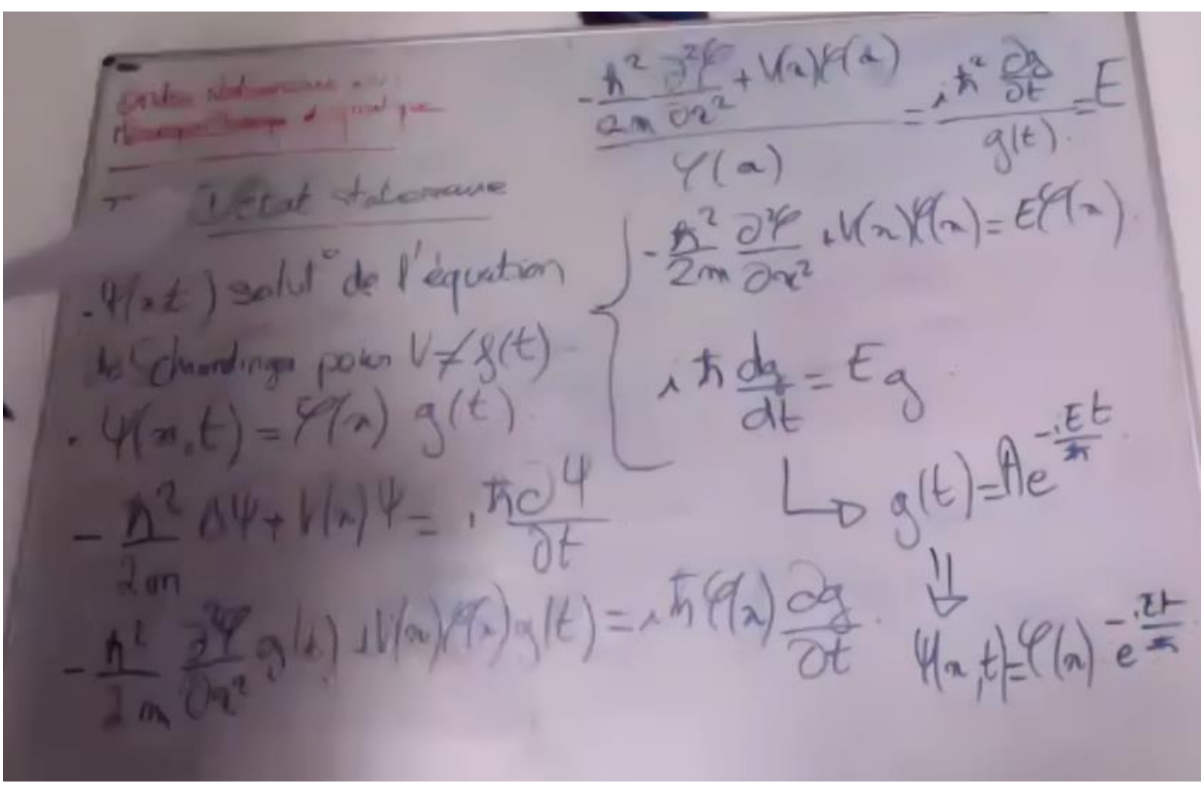
1) Etat stationnaire

On cherche des solutions stationnaires. Donc une fonction d’onde avec ue forme particulière, on injecte ceci dans Heisenberg. Hamiltonien ne depend pas du temps.



On arrive à l'équation d'onde stationnaire de Schrödinger.

Introduire l''energie. Donner la solution pour la partie temporelle.

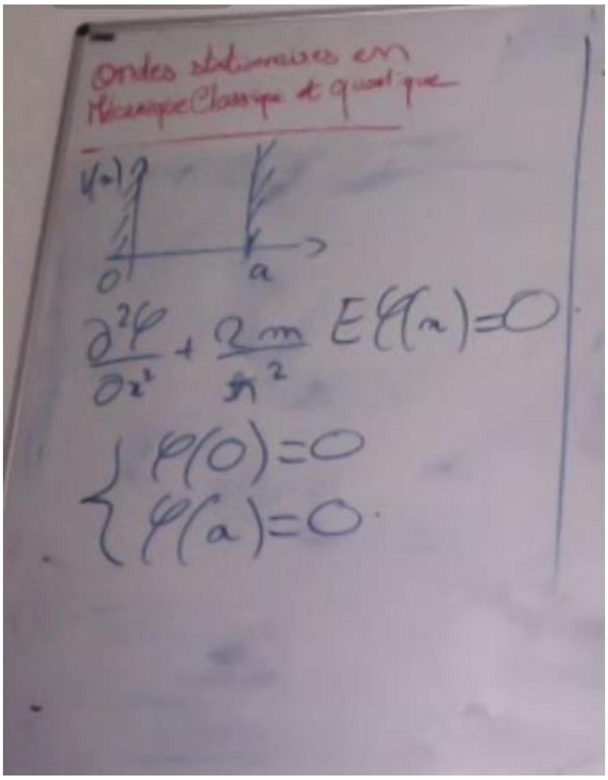


Interessant, ce qui nous interesse est l'intégrale du modle de la densité de probabilité, donc la phase disparait et cette probabilité ne depend que de x.

<u>2) Puit de potentiel infini {**35 :30**}</u>

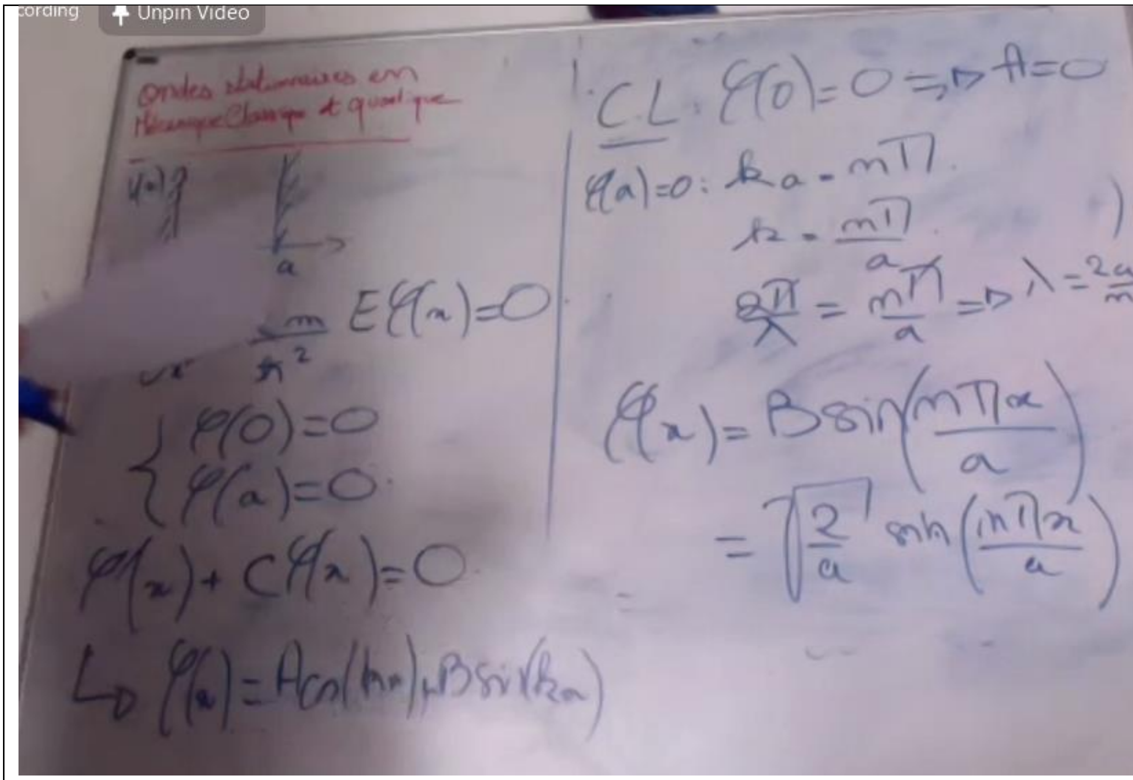
Traiter le cas infini pour gagner de temps.

Introduire les conditions aux limites.



On résout. Et on trouve la forme de la aprtie spatiale.

ON traite les conditions aux limites et on trouve la quantification du nombre d'onde. Donner directement le résultat en disant que on integre pour avoir probabilité égale a 1.



On trouve l''energie ciétique avec la marche de potentiel avec (p^2)/2m

Conclusion

Questions posées par l'enseignant

Peux-tu nous définir une onde stationnaire proprement ?
C.F. dictionnaire de phyisique

Que dirait tu d'une onde evanescente, est-elle statonnaire ?

Que t'autorise à ne considerer que des ondes harmoniques ?
Théorie de Fourier et que le fait que l'équationd e D'alambert est lineaire.

Dans quelle cas particuler la simulation se fait ?
Reflexion parfaite, pas de pertes. Ex. reflexion entre 2 conducteurs (depend de la permittivité ?)

À quoi ressemble l'onde stationnaire si une des 2 ondes a une amplitude plus grande ?

On n'aurai pas des nœuds mais des minima à leur place ou l'amplitude est non nulle.

Taux d'onde stationnaire ?

Hypothèses principales pour établir l''equation de d'alambert dans une corde de Melde ?

Filiforme, on néglige le déplacement de la corde selon x, on néglige l'influence de la pesanteur, la corde est sans raideur, petits angles (l'essentiel des mvt son selon z/verticaux)

Quelle caracteristique caracterise un mode ?

Nombre d'onde, fréquence et longueur d'onde.

Quand on passe d'un mode à l'autre la celerité varie ?

Non, pas dans la corde de melde elle est non dispersive

Comment peut on voir un mode ?

Comment aurait tu alimenté ton vibreur ?
Avec un amplificateur

Pourquoi as-tu besoin d'un amplificateur ?
On a besoin d'adapter l'impedence

Pourquoi un GBF a une grande impédance ?
Il utilise des courants faibles.

Le vibreur a besoin de gros courants (relativement) pour pouvoir fonctionner, il a donc une petite impedance.

Si la célérité doublait quest ce qu'on observerait dans la corde ?

On verrait alors la moitié des fuseaux (on double la longeur d'onde)
Une corde plus tendue sera retiscente à faire plus d'oscillations.

Question 12 bis : C'est quoi le spectre d'une corde de guitare ?

Question 13 : Qu'est ce qui décide la répartition de l'énergie dans les modes lors d'une excitation ?

Question 14 : Pourrais tu décrire sur une corde oscillante ou se concentre l'énergie cinétique, l'énergie potentielle, l'énergie mécanique

Ventres : énergie cinétique
Nœuds : énergie poentielle

Tu peux nous en parler dés modes resonants ? Dif. Entre mode propre et mode resonant ?

Résonance en vitesse et en amplitude.

Tu as parlé de confinement longitudinal seulement, tu peux ouvrir sur un confinement latéral ?
Cable coaxial, fibre optique, le guide d'ondes, on fait apparaitre des modes accessibles ! (monomode, multimode)

Dans quel cas le Hamiltonien ne depend pas du temps (le potentiel ne depend pas du temps) ?
éléctron isolé (pas de champ éléctrique pas d'autres atomes/éléctrons),

Qui a proposé le modèle de l'atome d'Hydrogène quantifié et quand ?
Début du XX siècle, Bohr 1913.

1Commentaires donnés par l'enseignant

Économiser du temps quand on résout les équations independants, on fait une et on balance le resultat de l'autre.

Partie réservée au correcteur

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

Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)

Bibliographie conseillée