

**Titre :** Mécanismes de la conduction électrique dans les solides

**Présentée par :** Martin Bouillard

**Rapport écrit par :** Rémi Metzdorff

**Correcteur :** Jean-Noël Aqua

**Date :** 09/04/2020

**Bibliographie de la leçon :**

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
Tout en Un Physique PC-PC*	Sanz	Dunod	2016
Physique de l'état solide	Kittel	Dunod	2005
Moteurs et transformateur électriques	Neveu		2019
Physique des solides	Mermin	EDP Science	1976
Propriétés électroniques des solides (BUP 550)	Guinier	BUP	1972

**Plan détaillé**

**1. Modèle de Drude (1')**

i. Les hypothèses

ii. Conductivité

iii. Les limites du modèle (7'30)

**2. Modèle du gaz d'électrons libres (12')**

i. Le modèle quantique

ii. Distribution de Fermi Dirac

iii. Conductivité (19')

**3. Structure de bande (25')**

i. Modèle des électrons quasi libres

ii. Explication (30')

















### Questions posées par l'enseignant

**Q01 : Que faut-il rajouter dans le modèle pour faire apparaître la supraconductivité ?**

Rajouter les déformations du réseau cristallin lié à la présence des électrons.

**Q02 : Pourquoi les paires de Cooper se forment ?**

Un électron attire vers lui les ions positifs du réseau ce qui crée une densité de charge + plus élevée localement et facilite le passage du deuxième électron. Cela donne une attraction effective entre électrons.

**Q03 : Pourquoi cela n'apparaît pas à n'importe quelle température ?**

**Q04 : Vous avez parlé de collision et d'équilibre pour la distribution de FD : quel est le lien entre les deux ?**

**Q05 : S'agit-il de collisions entre les e- ou entre e- et ions ?**

**Q06 : En quoi les collisions sont-elles importantes pour dire qu'il y a une condition d'équilibre ?**

**Q07 : Qu'est-ce que cela impose sur tau ? Quel ordre de grandeur de tau ?**

**Q08 : Quelle est l'approximation faite lors de l'écriture du PFD avec  $\hbar k$  ?**

**Q09 : C'est qui U dans la figure que vous avez montré ?**

### Commentaires donnés par l'enseignant

La leçon est bien, le plan ambitieux.

Ok pour les parties I et III. L'approche du II en semi classique est intéressante mais risquée. Faire plus de classique et moins de quantique.

Il faut insister sur l'importance de la présence du réseau cristallin.

Le remplissage des niveaux d'énergie dans la distribution de Fermi Dirac pour faire apparaître le niveau de Fermi doit être fait à 0K.

Un risque de cette leçon est de faire une leçon de chose sans vrai calcul : on peut faire celui du Kittel avec le potentiel périodique en  $\cos(2\pi x/a)$  plutôt que l'explication avec Bragg

Mieux vaut ne pas parler des semi-conducteurs dopés et seulement de  $\sigma = f(T)$  dans le cas intrinsèque. Reparler à ce moment de la dépendance de la conductivité avec la température.

Parler plus de Drude : le faire dans le cas non statique.

Faire un vrai calcul.

Bonne élocution avec des explications claires.

## Partie réservée au correcteur

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

Plutôt bonne leçon, claire et passant en revue des notions fondamentales permettant d'expliquer la conduction. Mais il serait souhaitable de supprimer certaines parties (sc extrinsèques, dynamique semi-classique qui est en fait peu expliquée) pour expliquer plus certaines notions et avoir le temps de mener un calcul jusqu'au bout.

### Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

Gaz d'électrons, effets des collisions

### Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)

Dépendance de la conductivité en fonction de la température.

### Bibliographie conseillée

Kittel  
Ashcroft

