

## Physique des solides

Phénomènes de conduction

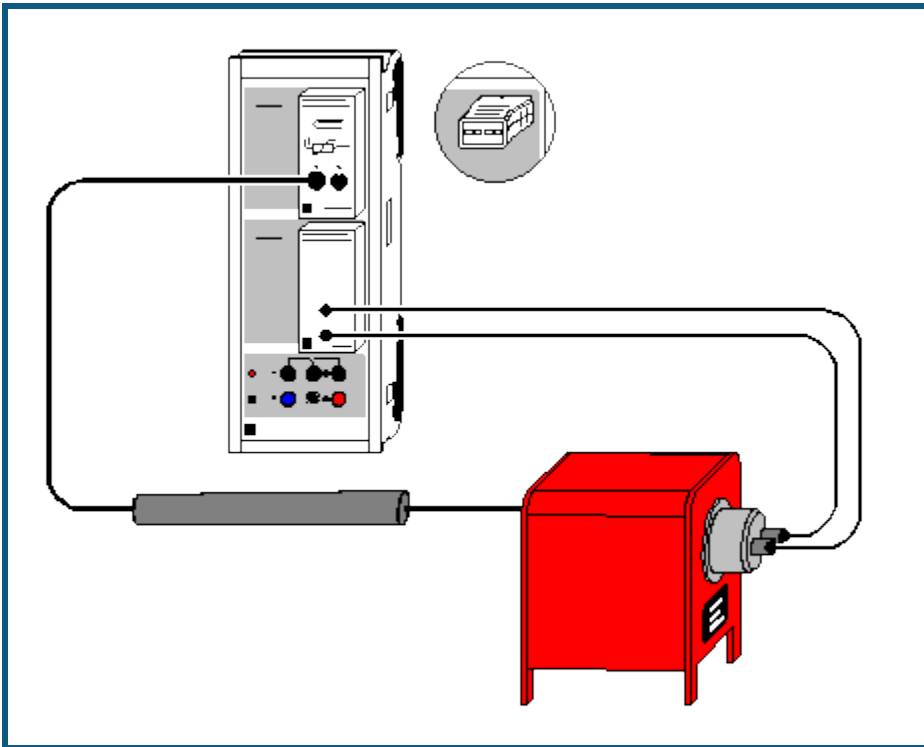
*Conduction électrique dans les solides*

Etude de l'influence de la température sur la résistance d'un semi-conducteur

### Description tirée de CASSY Lab 2

Pour charger des exemples et des paramétrages, merci de bien vouloir utiliser l'aide de CASSY Lab 2.

## Conduction électrique dans les solides



Convient aussi pour [Pocket-CASSY](#) et [Mobile-CASSY](#)

### Description de l'expérience

L'étude de la subordination à la température de la résistance  $R$  constitue un test simple pour la description théorique de la conductivité électrique des semiconducteurs et des conducteurs. Dans les conducteurs électriques,  $R$  croît avec la température étant donné que les collisions entre les électrons quasiment libres de la bande de conduction et les cœurs des atomes du conducteur jouent un rôle de plus en plus important. Par contre, dans les semiconducteurs, la résistance diminue au fur et à mesure que la température augmente car de plus en plus d'électrons réussissent à se déplacer de la bande de valence vers la bande de conduction et participent ainsi à la conduction du courant, contribuant ainsi à la conductivité.

Dans l'expérience, on mesure les valeurs ohmiques d'une résistance en métal précieux et d'une résistance à semi-conducteur en fonction de la température. Pour la résistance en métal précieux, on confirme la relation suivante avec une bonne précision dans le domaine de température étudié

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \vartheta) \quad (R_0 : \text{résistance pour } \vartheta = 0 \text{ } ^\circ\text{C}).$$

Pour le semiconducteur, l'exploitation donne une dépendance de la forme

$$R \propto e^{\Delta E/2kT} \quad (k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K : constante de Boltzmann})$$

avec l'intervalle de bande  $\Delta E$ .

### Matériel requis

|   |  |                    |
|---|--|--------------------|
| 1 | <a href="#">Sensor-CASSY</a>                 | 524 010 ou 524 013 |
| 1 | <a href="#">CASSY Lab 2</a>                  | 524 220            |
| 1 | <a href="#">adaptateur source de courant</a> | 524 031            |
| 1 | <a href="#">adaptateur température</a>       | 524 045            |
| 1 | sonde de température NiCr-Ni                 | 666 193            |
|   | ou   |                    |
| 1 | <a href="#">adaptateur NiCr-Ni S</a>         | 524 0673           |
| 1 | sonde de température NiCr-Ni, type K         | 529 676            |
| 1 | résistance en métal précieux                 | 586 80             |
| 1 | résistance à semi-conducteur 5 k $\Omega$    | 586 821            |



|   |                                    |         |
|---|------------------------------------|---------|
| 1 | four électrique, 230 V             | 555 81  |
| 1 | boîte de jonction de sécurité      | 502 061 |
| 2 | câbles d'expérience, 100 cm, noirs | 500 444 |
| 1 | PC avec Windows XP/Vista/7/8       |         |

### Montage expérimental (voir schéma)

La température de la sonde dans le four est mesurée par l'adaptateur température à l'entrée A du Sensor-CASSY. Pour ce faire, introduire la pointe de mesure dans le perçage du four à l'arrière du four de manière à ce qu'elle se trouve tout près de l'élément de résistance. La résistance électrique est relevée par l'adaptateur source de courant à l'entrée B.

### Procédure expérimentale

■ Charger les paramètres

- Lancer la mesure avec  (un couple de valeurs mesurées est relevé à chaque augmentation de température de 5 K)
- Mettre le four en marche
- Une fois une température de maximum 470 K (env. 200 °C) atteinte, arrêter la mesure avec 
- Arrêter le four et retirer la résistance
- Lorsque le four a refroidi, il est possible de recommencer la mesure avec une autre résistance

### Exploitation

Lors de l'utilisation de la résistance en métal précieux (platine), on obtient une augmentation linéaire de la résistance au fur et à mesure que la température augmente. Le coefficient de température  $\alpha$  de la résistance est facile à déterminer à partir d'une [régression linéaire](#). Dans l'exemple, on a une augmentation de la résistance de 0,407  $\Omega$ /K et une résistance de 100  $\Omega$  pour 0 °C, donc  $\alpha = 0,00407$  /K. Cela coïncide bien avec la valeur littéraire  $\alpha = 0,00392$  /K pour le platine.

La résistance à semiconducteur n'augmente pas linéairement au fur et à mesure que la température augmente. Une [modélisation libre](#) confirme la relation susmentionnée  $R \propto e^{\Delta E/2kT}$ . Dans l'exemple, on a pour le semiconducteur utilisé  $\Delta E/2k = 4000$  K, donc  $\Delta E = 11,0 \cdot 10^{-20}$  J = 0,69 eV (1 eV =  $1,602 \cdot 10^{-19}$  J).

### Remarques

La mesure fonctionne également pendant la phase de refroidissement. L'erreur due à l'écart de température entre la sonde de température et la résistance est alors plus petite parce que la phase de refroidissement dure beaucoup plus longtemps que la phase de réchauffement.

En cas d'utilisation de l'ancienne résistance à semi-conducteur (586 82), merci d'utiliser les **Paramétrages (résistance en métal précieux)** pour la gamme de mesure correcte de la résistance.