

Information complémentaire

Le train flottant arrive à léviter grâce au phénomène de supraconductivité. La supraconductivité se produit dans des matériaux spéciaux quand ils atteignent leur température critique, soit 107 K (-166 °C) dans ce cas-ci. La caractéristique principale de la supraconductivité est l'absence complète de résistance à un courant électrique. Dans des matériaux réguliers, le mouvement des électrons est limité à un potentiel électrique qui doit être appliqué pour créer une charge mobile. Les supraconducteurs qui atteignent leur état de résistance nulle permettent aux électrons dans le matériau de se déplacer en toute liberté. Puisque le courant est une charge mobile (les électrons), les supraconducteurs sont capables de porter un courant avec une conductivité presque infinie.

Une autre conséquence de la supraconductivité est ce que l'on appelle l'effet Meissner, qui explique pourquoi un champ magnétique ne peut pénétrer un supraconducteur. Pour comprendre l'effet Meissner et comment il entraîne la lévitation, il est important d'observer d'abord les aimants normaux et les champs magnétiques qu'ils génèrent. Un aimant normal a deux pôles magnétiques. Dans la **figure 1**, on voit que les lignes de champ magnétique relient les deux pôles opposés d'un aimant : elles entrent par le nord et sortent par le sud.



Figure 1

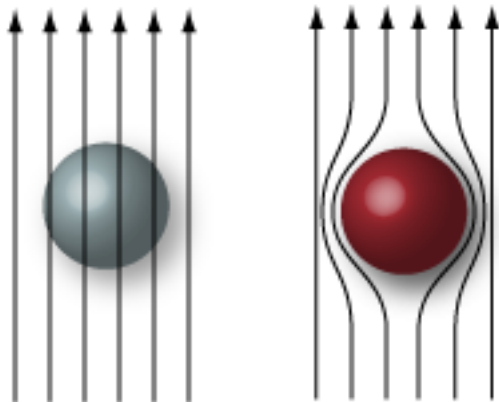


Figure 2

Habituellement, quand un autre corps est placé dans un tel champ, les lignes de champ le traversent. Toutefois, quand un matériau devient supraconducteur, les lignes de champ ne peuvent plus pénétrer la surface du corps, comme sur la **figure 2**. Cet effet se produit parce que le matériau supraconducteur devient parfaitement diamagnétique, c'est-à-dire qu'il oppose au champ magnétique appliqué son propre champ magnétique orienté dans la direction tout à fait opposée. Cela génère une force de répulsion qui est responsable de l'effet de lévitation. Ce mécanisme physique repose sur des détails complexes de la mécanique quantique, mais ses effets sont remarquables et peuvent être facilement visualisés dans cette activité.

À l'intérieur du train se trouvent des morceaux de céramique qui deviennent supraconducteurs quand leur température est abaissée à moins de 107 K. De plus, les rails sont fabriqués avec des aimants de terre rare très puissants, disposés selon une orientation spécifique (expliquée plus bas). Les supraconducteurs, quand ils sont placés directement au-dessus des rails, modifient la forme des champs magnétiques, comme on le voit dans la **figure 3**.

En observant la zone directement au-dessus des rails dans la **figure 3**, on voit que les lignes de champ magnétique se compriment quand le supraconducteur est déposé sur les rails. Il existe alors une compétition entre la force descendante de la gravité et la force orientée vers le haut créée par la répulsion entre le champ magnétique du supraconducteur et celui des rails. Le supraconducteur flotte au point précis où ces forces opposées sont égales.

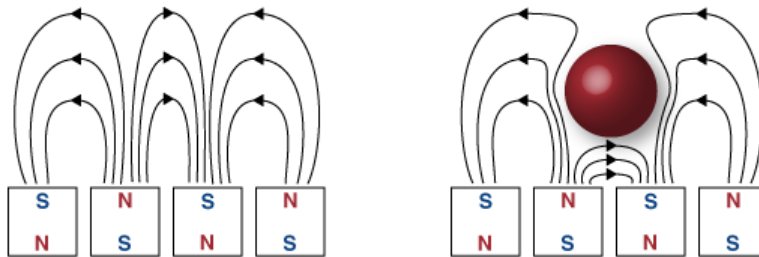


Figure 3

De plus, le train n'a pas à demeurer statique; il est capable de se déplacer en douceur le long des rails. Pour comprendre pourquoi cela est possible, il faut observer la disposition des aimants sur les rails. Pour simplifier l'explication, on donne aux rails deux vecteurs de direction : x en direction de la longueur et y pour la largeur (**figure 4**).

En observant la disposition du champ magnétique des aimants formant les rails, on voit que le champ est uniforme en direction x , mais qu'il change considérablement en direction y . Pour décrire d'une autre manière l'interaction entre le supraconducteur et les aimants : le supraconducteur agit de sorte à minimiser le flux magnétique qu'il ressent. Puisque le champ magnétique des rails change peu ou pas en direction x et qu'il change beaucoup en direction y , le supraconducteur restera au milieu des rails. La largeur des rails et le fait que les coins sont arrondis assurent qu'il y aura toujours davantage de changement en direction y qu'en direction x . Si la direction y avait moins d'aimants ou si ses coins étaient à angle droit, le train ne serait pas capable de tourner aussi facilement.

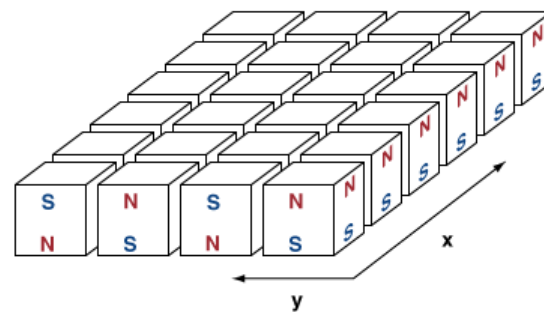


Figure 4