

Rapport du cours de Physique de la Matière Molle

29/09/2016

1 Pourquoi étudie-t-on la matière molle ?

L'introduction du manuel portait sur la définition de la matière molle et sur certaines notions nécessaires à la compréhension de la suite du cours.

L'étude de la matière molle est essentielle car elle concerne des objets quotidiens, le **monde qui nous entoure**. C'est une science **utile** et **profonde**. De plus, c'est une science **accessible en laboratoire** : les expériences qui y sont reliées peuvent être réalisées "facilement". Par ailleurs, cette approche est nécessaire car **le réductionnisme ne fonctionne pas**. Le réductionnisme suppose que l'on peut comprendre l'entièreté du monde qui nous entoure en se basant seulement sur une compréhension microscopique de la matière (Mécanique quantique et modèle standard). Or en Mécanique Quantique par exemple, on est incapable de traiter même numériquement des systèmes plus complexes qu'une molécule : l'étude des matériaux est donc inaccessible. De même en biologie, on a cru qu'on pourrait tout expliquer à partir de la seule génétique mais cela est impossible. La matière molle est donc une science très récente. Son fondateur est **Pierre-Gille de Genne**, un physicien français qui a reçu le prix Nobel en 1991 pour l'ensemble de ses travaux. Il définit la matière molle comme "une classe de matériaux donnant une grande réponse à de petites perturbations".

Cette définition volontairement vague laisse le champ ouvert : on s'occupe en général de systèmes où plusieurs énergies sont en compétition → de petites perturbations peuvent faire pencher l'équilibre complètement dans un sens ou dans l'autre.

2 Exercices

2.1 Question 2, p.29

Enoncé : Rubber bands are made from a stretchy polymer material. If a section of a rubber band with an unstretched cross-sectional area of 0.4mm^2 will increase in length by 50 percent under an extension force of 15 N, calculate its Young's modulus. How does the value you obtain compare to typical Young's moduli for solid metals or ionic crystals ?

Solution proposée : On connaît la formule pour le module de Young

$$\frac{F}{A} = Y * \frac{\Delta l}{l}$$

Question : Quelle aire doit-on utiliser dans le calcul ? L'aire à la fin ou au début de l'étirement ?
Piste de réponse : Dans ce modèle, on suppose que la relation entre la contrainte $\sigma = \frac{F}{A}$ et l'étirement $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$ est

constant, c'est-à-dire que le matériau répond à la loi de Hooke :

$$F = -k * \Delta l$$

où $k = \frac{Y * A}{l}$. Il faut donc faire l'hypothèse que l'aire varie peu lors de l'allongement, et on peut dans ce cas utiliser l'aire de la bande de caoutchouc non-étirée dans le calcul.

On obtient ainsi $Y = 7.5 * 10^7$ Pa

Question : *Quelle est l'origine de cette pression ?*

La force de rappel du matériau est due aux liaisons chimiques.

Petit rappel sur les différentes liaisons chimiques

1. Force de Van der Waals : fluctuations de dipôle(quantique) qui lie les molécules entre elles. Interactions à très courte portée → nécessite une grande surface (exemple du Gecko).
2. Ponts Hydrogènes : Liaisons particulières entre un atome H lié à un atome C,N,O,F et un atome C,N,O,F d'une autre molécule. Dû à la différence d'électronégativité entre l'atome H et les atomes C,N,O,F.
3. Liaison métallique : mer d'électrons → dans un métal, les atomes ordonnés partagent leurs électrons avec l'ensemble de la structure : les électrons sont totalement délocalisés et le matériau est malléable : dislocation et reformation des liaisons.
4. Liaison ionique : liaison entre un ion négatif et un ion positif pour former un atome neutre (exemple : NaCl)
5. Liaisons covalentes : partage d'électron(s) entre deux atomes de même nature/de même électronégativité.

Dans cette liste on a classé les interactions de la moins forte à la plus forte. Dans les matières molles, ce sont les deux premières interactions, et donc les deux plus faibles, qui entrent en jeu. Cela explique que le module de Young est beaucoup plus petit dans une bande de caoutchouc(environ 10^7) que dans les solides ioniques et métalliques(environ 10^{10} pour le NaCl et les métaux).

2.2 Question 6, p.30

Enoncé : The pressure/temperature phase diagram for water shows that increasing pressure can melt ice. A commonly stated example of this effect is that the pressure on the blade of an ice skate melts a layer of ice beneath the skate, allowing the skater to glide smoothly. Do you think this idea is true? Use the Clausius-Clapeyron equation to investigate. What other factors could contribute to smooth skating?

à travailler pour le prochain cours