

Correction : Indicateurs de réussite

S'approprier

- Un schéma bien annoté a été réalisé.
- Une explication qualitative du phénomène physique a été conduite.
- Les grandeurs pertinentes ont été introduites (distance, masse, taille d'un atome).
- Ces grandeurs ont été correctement évaluées numériquement, avec une unité respectant le système international.

Analyser

- Un système clair a été défini.
- Un bilan des forces a été établi, et la relation fondamentale de la statique énoncée.
- Les hypothèses du modèle ont été clairement explicitées.

Réaliser

- L'expression littérale de la charge a été établie.
- Un bilan de nombres de particules à la surface du scotch a été établi.
- Les applications numériques sont correctes.

Valider

- Une discussion sur les formules obtenues est conduite.
- Une discussion quant aux hypothèses réalisées est également conduite.
- Les valeurs numériques ont été comparées avec des ordres de grandeurs connus.

Problème n°2 : Éléments de correction

1. Les deux morceaux sont initialement collés et neutres électriquement. Le fait de les décoller l'un de l'autre implique apparemment une répartition de charges à la surface de signes opposés et de norme identique, ce qui va être à l'origine de forces électrostatiques. Ainsi si on considère le morceau de scotch portant une charge Q posé sur une table, de masse m , il subit trois forces :

- la réaction du support ;
- son poids ;
- la force d'attraction électrostatique de la part du morceau de scotch que l'on approche, portant une charge $-Q$.

À la limite où le scotch peut être soulevé, sans contact, par l'autre scotch, il y a rupture de contact avec la table et donc la réaction du support s'annule ; tandis que le poids est compensé par la force d'attraction électrostatique. En notant d la distance entre les deux morceaux de scotchs, supposés ponctuels, il vient *via* la relation fondamentale de la statique :

$$\vec{P} + \vec{F}_e = \vec{0} \quad (1)$$

$$-mg + \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 d^2} = 0 \quad (2)$$

soit en isolant la charge Q , $|Q| = 2d\sqrt{\pi mg\epsilon_0}$.

Numériquement, il faut donc estimer la masse et la distance. Pour la masse, on peut l'estimer à $m = 0,1\text{ g}$ (polymère d'épaisseur $100\ \mu\text{m}$ environ, sur une largeur de 2 cm et une longueur de 4 cm par exemple, avec une masse volumique de l'ordre de $10^3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, soit une masse de l'ordre de $8\cdot 10^{-5}\text{ kg}$), et on peut considérer que la distance nécessaire est aux alentours de $d = 1\text{ mm}$. D'où finalement, avec $\epsilon_0 = 8,85\cdot 10^{-12}\text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$,

$$Q \sim 10^{-9}\text{ C} \quad (3)$$

Cette charge semble relativement petite comparativement à ce que l'on sait stocker par exemple dans un condensateur (autour du mC), mais reste bien supérieure à celle d'un électron. D'autre part, la formule obtenue semble parfaitement cohérente avec notre sens physique : elle croît avec d ou m , ce qui est logique car plus ces paramètres sont grands, plus la charge de surface doit être importante pour permettre à la force électrostatique de compenser le poids. Notons enfin que l'application numérique a été réalisée uniquement avec des ordres de grandeurs et non le résultat d'une expérience, et que nous avons idéalisé les morceaux de scotch à des objets ponctuels. En réalité il conviendrait de prendre en compte le champ électrostatique créé par le scotch de charge $-Q$, qu'il faudrait prendre en compte les effets de bords, ce qui laisse à penser que l'on a trouvé une valeur minimale pour Q .

2. La surface du scotch étant notée S , et un atome constitutif de la surface du scotch ayant certainement une dimension de l'ordre de $a = 1\text{ nm}$, la proportion d'atomes de surface ionisés s'écrit :

$$\alpha = \frac{Q/e}{S/a^2} = \frac{Qa^2}{Se} \quad (4)$$

soit avec $e = 1,6\cdot 10^{-19}\text{ C}$, $S = 8\text{ cm}^2$, il vient numériquement $\alpha \sim 10^{-5} \sim 10^{-3}\%$.