

#### 4. Champ électrostatique – fort ou faible ? L'atome d'hydrogène

Le but de l'exercice est de calculer et comprendre l'ordre de grandeur du champ électrique exercé sur l'électron dans un atome d'hydrogène.

- Recherchez les valeurs nécessaires dans [1] ou une source fiable (n'oubliez pas de donner la référence).
- Quel résultat obtenez-vous?
- Est-ce un champ petit ou grand ? Trouvez vous-même une comparaison illustrative (Vous pouvez utiliser, p. ex., la table de l'exercice « Champ électrique dans les membranes biologiques »).

#### Solution

a) Les valeurs nécessaires sont  $Q = e \approx 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  (charge élémentaire, [1]),  $r_B = 0.53 \text{ \AA} \approx 0.5 \text{ \AA}$  (rayon de Bohr, [1]), et  $4\pi \cdot \epsilon_0 \approx 10^{-10} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$  (obtenu par un calcul fait par soi-même, ex. « Force électrostatique – forte ou faible? Un Coulomb »)

b) 
$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \approx 6 \cdot 10^{11} \text{ N/C}$$

c) C'est presque dix à cent mille fois plus que le champ de claquage des isolants les plus résistants, et presque un million fois plus que la valeur de la foudre. Cela signifie qu'il n'y a aucun matériau connu qui pourrait résister à ce champ – c'est une valeur gigantesque !

#### Commentaires<sup>5</sup>

a) NIST, the National Institute of Standards and Technology des états unis [1] est une source de référence mondialement reconnue pour des données des sciences physiques (les constantes naturelles en particulier).

Du point de vue didactique, les caractéristiques suivantes peuvent être mentionnées :

- Approfondissement de la compréhension : Plusieurs autres exemples dans ce recueil traitent la question « Force électrostatique – forte ou faible ? » L'exercice contient une modification du point de vue, de la *force* ( $F$ ) au *champ* ( $E$ ) de Coulomb. Cela peut aider à un approfondissement de la compréhension.
- Transfert : L'exercice demande délibérément l'utilisation des connaissances apprises (ordre de grandeur des champs de rupture) dans un autre contexte (en l'occurrence, d'ordre biophysique)
- Méthode scientifique : L'exercice en contient quelques éléments
  - Elle fait connaître et utiliser une source de référence (hautement) professionnelle [1] comme outil de travail scientifique.
  - La distance du transfert « biophysique – physique atomique » (ou l'indépendance du contexte) fait comprendre la validité très générale (quasi-universelle) de la physique.
  - Pour l'importance du savoir par cœur aussi en sciences (p. ex. des constantes naturelles, en l'occurrence  $e$ ,  $r_B$ ) : cf. l'exercice « Force électrostatique – forte ou faible? Un Coulomb ».
  - Il fait en plus comprendre qu'un calcul (en l'occurrence, la valeur approximative de  $4\pi \cdot \epsilon_0$ ) qu'on a fait *et vérifié* soi-même peut servir comme une source fiable.

#### Sources

- [1] NIST (National Institute of Standards and Technology, US) :  
physical constants : <http://physics.nist.gov/cuu/index.html>, 24-08-11  
physical reference data : <http://www.nist.gov/pml/data/index.cfm>, 25-08-11

Problème de Fermi proposé par le prof. A. Mueller dans le cadre de Expériment@l de la  
Faculté des Sciences de l'Université de Genève  
<http://experimental.unige.ch/>

<sup>5</sup> Un commentaire est, le cas échéant, répété pour des exercices Fermi différents, pour le rendre compréhensible à un lecteur qui n'aurait pas lu les autres exemples.