

**AD01 : Gravitation et électrostatique**

Quatre interactions élémentaires sont responsables de tous les phénomènes physiques observés dans l'Univers, chacune se manifestant par une force dite force fondamentale.

Ce sont :

- l'interaction nucléaire forte,
- l'interaction nucléaire faible,
- l'interaction électromagnétique (ou force électromagnétique),
- l'interaction gravitationnelle



Alors que les interactions nucléaires fortes et faibles sont de portées très faibles (inférieure à  $10^{-14}$  m), les interactions gravitationnelles et électromagnétiques ont des rayons d'action infinis.

d'après [https://fr.wikipedia.org/wiki/Interaction\\_%C3%A9l%C3%A9mentaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Interaction_%C3%A9l%C3%A9mentaire)

**On se propose d'étudier les analogies et les différences entre la force gravitationnelle et la force électrostatique.**

**Doc 1 : La force de gravitation**

Deux corps ponctuels de masses  $m_A$  et  $m_B$  non nulles séparées par une distance  $d$ , exercent l'un sur l'autre des forces de même valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A}$$

L'expression de cette force est définie par :

$$\vec{F}_{A/B} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$$

*(Diagram annotations: G en N·m²·kg⁻², m en kg, Valeur en N, d en m, Vecteur unitaire orienté de A vers B)*

- $F_{A/B}$  = valeur de la force d'interaction gravitationnelle en Newtons (N)
- $d$  = distance en mètres (m)
- $m_A$  et  $m_B$  = masses en kilogramme (kg)

$G$  = constante universelle de gravitation  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

**Doc 2 : force électrostatique, loi de Coulomb**

Deux corps ponctuels chargés A et B, de charges globales  $q_A$  et  $q_B$  (au repos), exercent l'un sur l'autre des forces de même valeur

$$F_{A/B} = F_{B/A}$$

L'expression de cette force est définie par :

$$\vec{F}_{A/B} = k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$$

*(Diagram annotations: k en N·m²·C⁻², q en C, Valeur en N, d en m, Vecteur unitaire orienté de A vers B)*

- $F_{A/B}$  valeur de la force d'interaction électrique en Newtons (N)
- $d$  = distance en m
- $q_A$  et  $q_B$  = charges électriques en Coulombs (C)

$k$  = constante de Coulomb  
 $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$

**Doc 3 : L'atome d'hydrogène : modèle planétaire**

Pour représenter l'atome d'hydrogène, on utilise parfois le modèle planétaire.

Dans ce modèle, l'atome est constitué d'un proton central autour duquel un électron unique tourne.

La distance proton-électron est  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m.

	Electron	Proton
Charge électrique	$-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masse	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

1- En utilisant les expressions des forces données dans les documents 1 et 2, identifier trois points communs aux forces de gravitation et aux forces électrostatiques : (APP)

- .....
- .....
- .....

2- Représenter les forces  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  pour la situation de l'interaction gravitationnelle. (APP)



3- Représenter les forces  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  pour les deux situations d'interaction électrostatique. (APP)

charges de signes opposés	charges de même signe

4- Exprimer littéralement la norme  $F_e$  de la force électrostatique  $\vec{F}_e$  exercée par le proton sur l'électron dans un atome d'hydrogène. (ANA)

- .....
- .....
- .....

5- Exprimer littéralement la norme  $F_G$  de la force de gravitation  $\vec{F}_G$  exercée par le proton sur l'électron dans un atome d'hydrogène. (ANA)

- .....
- .....
- .....

6- En déduire l'expression littérale du rapport  $\frac{F_e}{F_G}$ . (REA)

- .....
- .....
- .....
- .....

7- Utiliser les ordres de grandeurs pour calculer l'ordre de grandeur de ce rapport (sans calculatrice) et conclure (REA, ANA, COM)

- .....
- .....
- .....