

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

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 :

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

Annotations: G en $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$, m en kg , d en m , Vecteur unitaire orienté de A vers B, Valeur en N.

- $F_{A/B}$ = 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
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$

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 :

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

Annotations: k en $N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$, q en C , d en m , Vecteur unitaire orienté de A vers B, Valeur en N.

- $F_{A/B}$ 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
 $k = 9,0 \cdot 10^9 N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$

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

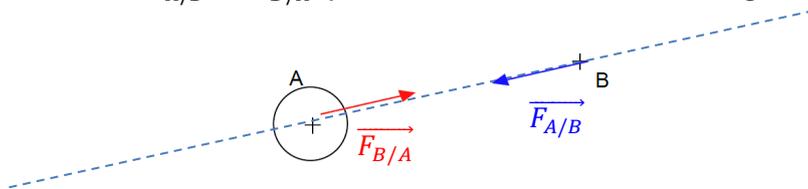
1- En utilisant les expressions des forces données dans les documents 1 et 2, identifier trois points communs aux forces de gravitation et aux forces électrostatiques : (APP)

Même dépendance en fonction de la masse. Plus la distance est grande, plus la force d'interaction est faible. Ces forces sont inversement proportionnelles à la distance qui séparent les 2 corps

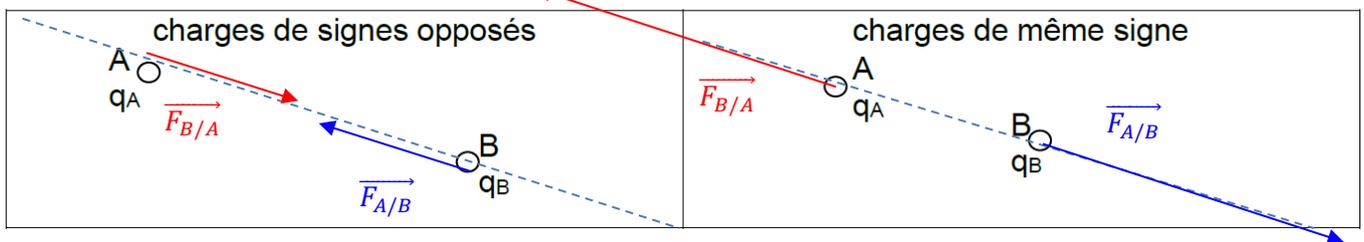
Expression des valeurs analogues au niveau du numérateur : produit des masses ou produit des charges

Droite d'action identique, forces exercées à distance

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)



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)

$$F_{e(p+ / e-)} = k * q_{(p+)} * q_{(e-)} / d_{(p+ / e-)}^2 \text{ avec } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$$

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)

$$F_{G(p+ / e-)} = G * m_{(p+)} * m_{(e-)} / d_{(p+ / e-)}^2 \text{ avec } k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$$

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

$$F_{e(p+ / e-)} / F_{G(p+ / e-)} = (k * q_{(p+)} * q_{(e-)}) / (G * m_{(p+)} * m_{(e-)})$$

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

$$F_{e(p+ / e-)} / F_{G(p+ / e-)} = (9,0 \cdot 10^9 * (1,6 \cdot 10^{-19})^2) / (6,67 \cdot 10^{-11} * 1,67 \cdot 10^{-27} * 9,11 \cdot 10^{-31})$$

$$= (10 \cdot 10^9 * 2,5 \cdot 10^{-38}) / (100 \cdot 10^{-69})$$

$$= 0,25 \cdot 10^{-29} / 10^{-69}$$

$$= 0,25 \cdot 10^{+40}$$

$$= 2,5 \cdot 10^{+39}$$