

## Interactions et forces

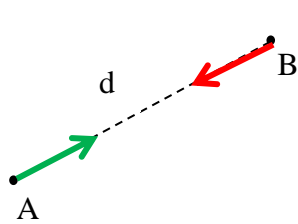
### I. Forces électrostatique et gravitationnelle.

#### 1) Force gravitationnelle (rappels de 2<sup>nde</sup>).

-L'interaction gravitationnelle s'exerce entre tous les corps ayant une masse.

-Elle est toujours **attractive**.

-Elle est modélisée par une force qui a pour intensité :



$$F_{grav} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

avec G : constante de gravitation universelle,  
 $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

1/ Pour chaque lettre de la formule précédente compléter le tableau de manière à :

- préciser la *grandeur physique* qu'elle représente

- indiquer l'*unité* dans laquelle cette grandeur doit être exprimée pour utiliser cette formule.

lettre	Grandeur physique	Unité pour utiliser la formule
$m_A$	Masse du corps A	kg
$m_B$	Masse du corps B	kg
d	Distance	Mètre (m)
$F_{grav}$	Force	Newton (N)

2/ Sur le schéma précédent, représenter par des vecteurs :

-la force exercée par le corps A sur le corps B :  $\vec{F}_{A/B}$

-la force exercée par le corps B sur le corps A :  $\vec{F}_{B/A}$

#### Remarques :

-lorsque l'on considère le vecteur représentant la force exercée par le corps A sur le corps B, le point d'application du vecteur est le point qui représente le corps qui *subit* cette force.

-les vecteurs  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  ont même *direction*, même *norme* mais un *sens* opposé.

#### Applications :

- a) Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par une personne A de 70 kg sur une personne B = 100 kg, ces 2 personnes étant distantes de 1 m.

$$F_{A/B} = 4,7 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

- b) Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.

**Données :** masse de la Lune  $m_L = 7,4 \times 10^{22} \text{ kg}$  ; masse de la Terre  $m_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;  $D_{TL} = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$ .

$$F_{TL} = 2,0 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

## 2) Force électrostatique.

“Considérons une interaction analogue à l’interaction gravitationnelle qui varie comme l’inverse du carré de la distance, mais qui soit environ un milliard de milliards de milliards de milliards de fois plus intense. Et avec une autre différence : il y a deux espèces de matière, que nous pouvons appeler positive et négative. Celles de même espèce se repoussent et celles d’espèces différentes s’attirent. Une telle interaction existe : c’est l’interaction électrostatique.”

D’après Richard FEYNMAN

### a) *Expériences d’électrostatique.*

Observer et interpréter les expériences suivantes.

#### **Expérience A :**

- Frotter la règle en verre avec un sac plastique et approcher-la progressivement d’un petit pendule en plastique suspendu à un fil.
- Retirer la règle.
- Faire la même expérience avec un bâton de PVC.

*Dans les 2 cas, le pendule est attiré et d’autant plus fortement que la distance diminue ; dès le retrait du corps chargé, l’attraction cesse.*

#### Interprétation :

*Il se crée une dissymétrie dans la répartition des  $e$ , permettant l’attraction qui est d’autant + grande que «  $d$  » est petite.*

#### **Expérience B :**

- Frotter avec la peau de chat le petit tube en plastique, suspendu à un fil.
- Approcher de ce dernier une règle en verre frottée avec un sac plastique.
- Faire la même expérience avec le bâton de PVC.

Observer et interpréter.

*La règle en verre semble attirer l’extrémité du tube frottée alors que le bâton semble la repousser.*

#### Interprétation :

*La règle en verre et le tube sont électrisés avec des charges opposées alors que le bâton et le tube portent la même charge.*

#### **Expérience C :**

- Approcher un bâton de PVC électrisé par frottement d’un petit pendule.
- Continuer l’approche jusqu’au contact ; ensuite, rapprocher le bâton.
- Approcher ensuite une tige de verre chargée par frottement du pendule.

Observer et interpréter.

*La boule est attirée, vient au contact du bâton puis est ensuite repoussée ; à l’approche du bâton, la boule est repoussée mais est attirée à l’approche de la tige de verre électrisée.*

*Il y a eu transfert de charges (électrons) du bâton vers le pendule, ce qui provoque ensuite la répulsion électrique entre ces 2 corps chargés de la même manière (négativement). La tige de verre, chargée +, attire le pendule (chargé -).*

b) *Loi de Coulomb.*

-L'interaction électrique s'exerce entre tous les corps ayant une charge.

-Elle peut être **attractive** ou répulsive.

-Deux corps A et B portant des charges électriques, respectivement  $q_A$  et  $q_B$ , subissent une interaction électrique que l'on modélise par une force d'intensité :

$$F_{\text{elec}} = k \times \frac{|q_A \times q_B|}{d^2} \quad \text{avec } k : \text{constante de Coulomb, } k = 9,00 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2} \text{ dans l'air et le vide}$$

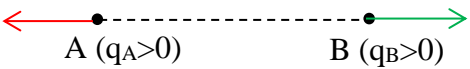
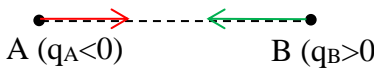
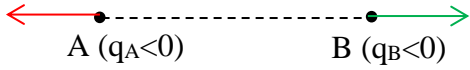
1/ Pour chaque lettre de la formule précédente complète le tableau de manière à :

- préciser la grandeur physique qu'elle représente

- indiquer l'unité dans laquelle cette grandeur doit être exprimée pour utiliser cette formule.

lettre	Grandeur physique	Unité pour utiliser la formule
$q_A$	Charge	Coulomb (C)
$q_B$	Charge	Coulomb (C)
$d$	Distance	Mètre (m)
$F_{\text{elec}}$	Force	Newton (N)

2/ Observer les situations suivantes. Préciser s'il s'agit d'une interaction attractive ou répulsive.

situations	Interaction attractive ou répulsive ?
	Répulsive
	Attractive
	Répulsive

3/ Pour chacune des situations précédentes, représente par des vecteurs :

-la force exercée par le corps A sur le corps B  $\vec{F}_{A/B}$

-la force exercée par le corps B sur le corps A  $\vec{F}_{B/A}$

3) Comparaison des forces gravitationnelle et électrostatique.

**Problématique** : quelle est l'interaction dominante dans l'atome d'Hydrogène ?

L'atome d'hydrogène est formé d'un proton ( $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg) et d'un électron ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg). C'est le plus petit atome de la classification périodique des éléments, son rayon est  $r = 0,053$  nm. Etudions les deux interactions gravitationnelle et électrique entre le proton ( $q_p = + 1,6 \cdot 10^{-19}$  C) et l'électron de cet atome.

- Préciser si l'interaction gravitationnelle entre le proton et l'électron est attractive ou répulsive, puis calculer la valeur de la force gravitationnelle  $\vec{F}_g$  exercée par le proton sur l'électron.
- Préciser si l'interaction électrique entre le proton et l'électron est attractive ou répulsive, puis calculer la valeur de la force électrique  $\vec{F}_e$  exercée par le proton sur l'électron.
- Calculer le rapport des valeurs de ces forces. Commenter.
- Quelle est l'interaction qui permet d'expliquer la cohésion de l'atome d'hydrogène ?

**Correction :**

- L'interaction gravitationnelle entre proton et électron est attractive ;  $F_G = 3,6 \cdot 10^{-47}$  N.*
- L'interaction électrique entre proton et électron est répulsive ;  $F_E = 8,2 \cdot 10^{-8}$  N.*
- $F_E / F_G = 2,2 \cdot 10^{39}$ .*
- $F_G \ll F_E$  à l'échelle atomique donc c'est l'interaction électrique qui permet d'expliquer la cohésion des atomes.*