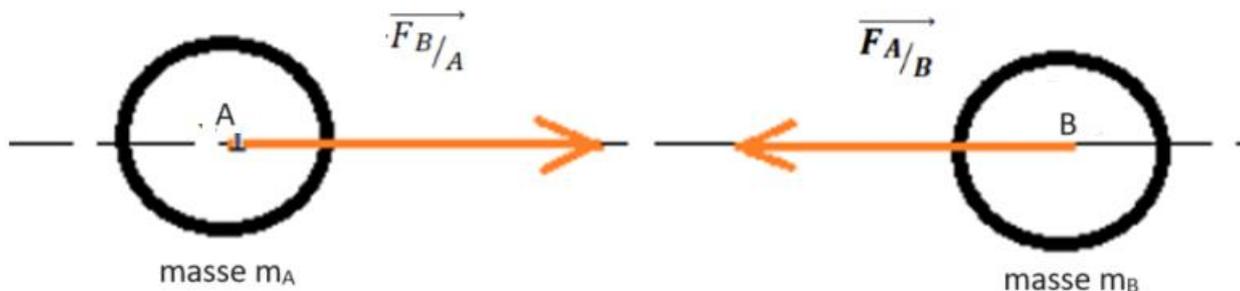


I) Interaction électrostatique et gravitationnelle

I-1 interaction gravitationnelle / force gravitationnelle



Dans l'univers, les corps sont en interaction gravitationnelle attractive !

Principe d'interaction, rappel : Soit deux corps de centre A et de centre B et de masses m_A et m_B .

Le corps A exerce sur le corps B une **force gravitationnelle attractive** $\vec{F}_{A/B}$. De même, d'après le principe

d'interaction, le corps B exerce sur le corps A une force _____ notée $\vec{F}_{B/A}$: $\vec{F}_{B/A} =$

L'expression de la force gravitationnelle $\vec{F}_{A/B}$ est :

$$\vec{F}_{A/B} = \underline{\hspace{10cm}}$$

avec :

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

AB : distance séparant les centres des 2 objets en _____ (_____)

$F_{A/B}$ force de gravitation en _____ (_____);

m_A et m_B masse en _____ (_____)

\vec{U}_{AB} : c'est un vecteur unitaire sans _____ : ($\|\vec{U}_{AB}\| = 1$)

$\vec{F}_{A/B}$ et \vec{U}_{AB} sont deux vecteurs colinéaires (ils ont la même direction, mais un sens opposé)

Vérifier que la relation est correcte en termes d'unités,

Les 4 caractéristiques du vecteur force $\vec{F}_{A/B}$ sont :

$$\vec{F}_{A/B} \left(\begin{array}{l} \text{direction: droite AB} \\ \text{point d'application: B} \\ \text{sens de B vers A} \\ \text{norme: } \|\vec{F}_{A/B}\| = \frac{G \cdot m_A \cdot m_B \cdot \|\vec{U}_{AB}\|}{AB^2} = \frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{AB^2} \end{array} \right)$$

Attention ! ne pas confondre le vecteur et sa norme qui n'est qu'une de ses caractéristiques

Exercice 1 : Donner l'expression de la force gravitationnelle $\overrightarrow{F_{B/A}}$, donner ses 4 caractéristiques

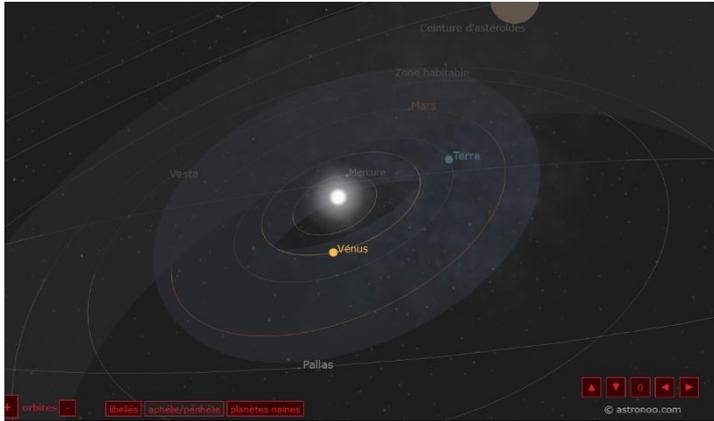
Exercice 2 :

1) Donner l'expression vectorielle puis calculer la norme de force de gravitation $F_{T/H}$ exercée par la Terre sur un homme de masse $m = 70 \text{ kg}$ posé sur sa surface. Comparer cette force avec le poids $P = m.g$ de l'homme ($g = 9,8 \text{ N/kg}$). Conclusion.

$R_{\text{Terre}} = 6,4 \times 10^3 \text{ km}$; $m_{\text{Terre}} = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$.

2) Sur un schéma, dessiner la force de gravitation en prenant comme échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 200 \text{ N}$

Attention : convertir le km en m : $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$



Exercice 3 : cliquer sur l'animation suivante : **mouvement des satellites et des planètes**. Régler le zoom de manière à voir toutes les planètes. Exprimer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle du soleil sur Mars.

I-2 interaction électrostatique / force électrostatique

La charge électrique est une propriété intrinsèque de la matière au même titre que la masse. Elle est portée par des particules élémentaires comme l'électron ou le proton. La **charge électrique** est notée q , son unité est le

La **charge élémentaire** est notée e : $e =$ _____.

On complète !

Particules élémentaires	Protons (Z)	Neutrons (N)	électrons
Charge électrique en coulomb (C)			
Masse en kilogramme (kg)			

Influence électrostatique : réaliser l'expérience suivante, frotter une règle en plastique avec de la laine et observer. Un objet chargé électriquement engendre, à distance un **déplacement de charge** à la surface d'un conducteur placé à proximité. Le phénomène d'influence électrostatique ne modifie pas la charge totale d'un système isolé électriquement, mais modifie uniquement la répartition des charges sur sa surface.

Soit deux corps de centre A et de centre B et de charges électriques q_A et q_B . Le corps A exerce sur le corps B une **force d'interaction électrostatique** $\overrightarrow{F_{A/B}}$. De même, d'après le principe d'**interaction**, le corps B exerce sur le corps A une force d'interaction électrostatique _____ notée $\overrightarrow{F_{B/A}}$: $\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}}$

L'expression de la force électrostatique $\overrightarrow{F_{A/B}}$ est :

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = \underline{\hspace{10em}}$$

avec :

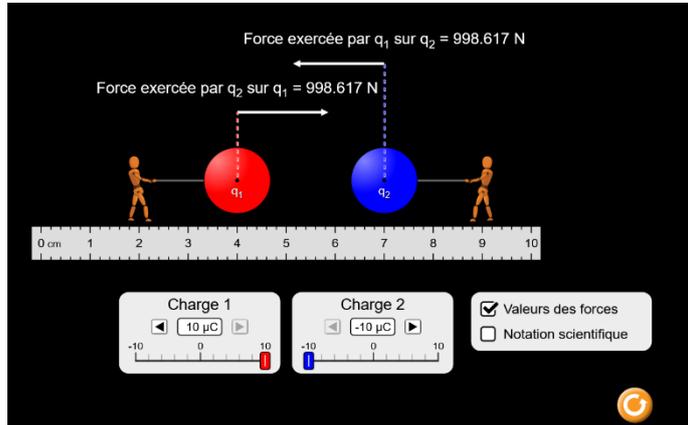
k constante de coulomb tel que $k = 9,00 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$

AB : distance séparant les centre des 2 objets en _____ (_____)

$F_{A/B}$ force électrostatique en _____ (_____);

q_A et q_B charges en _____ (_____)

\vec{U}_{AB} : c'est une vecteur unitaire sans _____ : ($\|\vec{U}_{AB}\| = 1$)

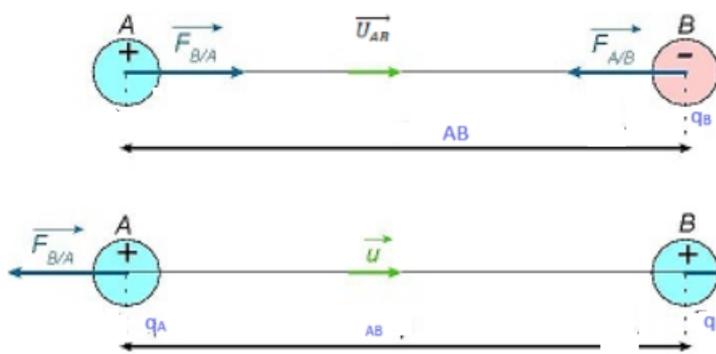


Exercice : Cliquez sur [l'animation forces électrostatique](#).

1) Les forces électriques sont elles toujours attractives ?

2) Régler les charges $q_1 = 10 \mu C$ et $q_2 = -10 \mu C$.

Représenter sur un schéma les vecteurs forces électrostatiques : $\vec{F}_{1/2}$ et $-\vec{F}_{2/1}$ puis calculer leurs valeurs.



q_A et q_B sont de signe opposés, les forces électrostatiques sont attractives

q_A et q_B sont de même signe, les forces électrostatiques sont répulsives.

I-3 Similitudes et différences entre deux forces fondamentales.

Remplir le tableau suivant pour un corps A exerçant une force sur un corps B

	force électrostatique	force gravitationnelle
vecteur force		
valeur de la force		
attractive ? répulsive ?		
direction		
sens		
point d'application		

inversement proportionnel au

II) Champ de gravitation \vec{g} et champ électrostatique \vec{E}

II-1 Champ de gravitation \vec{g}

La présence d'un objet A de **masse** m_A a une conséquence sur l'espace qui l'entoure. La modélisation de cette influence se fait en représentant un **champ** de vecteurs gravitation. Ces vecteurs traduisent l'action exercée par un objet de masse m_A sur l'espace. Le symbole d'un vecteur champ de gravitation est \vec{g} .

L'unité de la valeur du vecteur champ de gravitation \vec{g} est le Newton par kilogramme (N.Kg^{-1}). Tout objet de masse m_B placé dans le champ de gravitation \vec{g} subit une force de gravitation $\vec{F}_{A/B}$. La force appliquée à l'objet est alors $\vec{F}_{A/B} = m_B \cdot \vec{g}$

Expression du champ de gravitation \vec{g} : La force de gravitation exercée par l'objet A sur l'objet B est :

$$\vec{F}_{A/B} = \frac{G m_A m_B}{d^2} = m_B \cdot \vec{g}$$

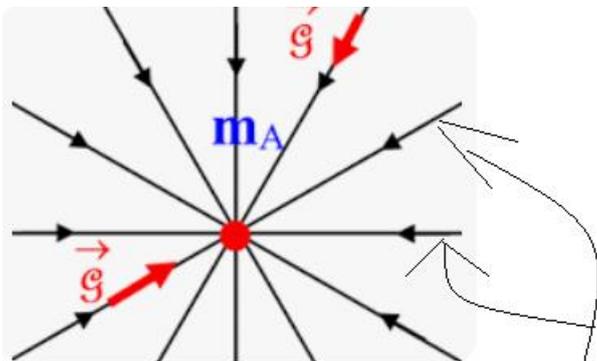
avec $d = AB$. Donc le champ engendré par une masse m_A , sur tout objet placé à une distance d est :

$$\vec{g} = \frac{G m_A}{d^2} \cdot \vec{u}_{AB}$$

avec :

G : constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$; la distance d (en m) entre la masse m_A et le point B où est déterminé le champ de gravitation et \vec{u}_{AB} vecteur unitaire, radial et centrifuge, orientant la droite AB, g exprimé en Newton par kilogramme (N.kg^{-1})

Exemple : le champ de gravitation Lunaire vaut $g = 1,6 \text{ N.kg}^{-1}$. cela signifie qu'une objet de masse = 1,6 kg est soumise à une force de gravitation de _____.



lignes de champ gravitationnel créés par l'objet de masse m_A

Lignes de champ gravitationnel : la représentation du champ de vecteur se fait par l'intermédiaire de lignes de champ qui donne le sens et la direction aux vecteurs champs (fig.8). Les lignes de champ sont les courbes tangentes aux vecteurs champ de gravitation \vec{g} . Les lignes de champ sont orientés dans le _____ du champ \vec{g}

Exercice : clique sur l'animation [forces de gravitation](#).

1) Dessiner les lignes de champ gravitationnel créé par la masse M de la Terre

2) Donner l'expression du champ de gravitation exercé par la Terre au point correspondant au centre de la Lune. La distance entre les 2 centres des astres sera notée d , le

vecteur unitaire orienté de la Terre vers la Lune sera noté \vec{u} .

3) Calculer la valeur du champ de gravitation g à la surface de la Terre. Le rayon de la Terre $R_T = 6800 \text{ km}$, la masse de la Terre $M = 6,00 \times 10^{24} \text{ kg}$.

II-2 Champ électrostatique \vec{E}

Une particule de charge q_A crée autour d'elle un champ de vecteurs électrostatique noté \vec{E} . Toute particule de charge q_B , placée dans un champ électrostatique \vec{E} subit une action mécanique modélisée par une force électrostatique d'expression: $\vec{F}_e = q_B \cdot \vec{E}$

D'après la loi de Coulomb : $\vec{F}_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A q_B}{d^2} \vec{u} = q_B \cdot \vec{E}$ avec $d = AB$. Donc l'expression du champ

électrostatique est : $\vec{E} =$ _____

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

q_A charge électrique, qui produit le champ \vec{E} , exprimée en coulomb (C) ; distance d en mètre (m) entre la charge et le point où est déterminé le champ électrostatique ; \vec{u}_{AB} vecteur unitaire radial et centrifuge.

4 cas peuvent se présenter. Compléter les schémas suivants en dessinant les vecteurs force s'exerçant sur le point B et le champ électrostatique en B créé par la charge q_A .

$q_A > 0$ et $q_B > 0$	
$q_A > 0$; $q_B < 0$	
$q_A < 0$; $q_B < 0$	
$q_A < 0$; $q_B < 0$	

Les lignes de champ sont les courbes _____ aux vecteurs champ électrostatique \vec{E} . Elles sont orientées dans le _____ du champ.

2 cas peuvent se présenter :

la charge q_A qui crée le champ $\vec{E} = K \cdot \frac{q_A}{d^2} \cdot \vec{u}_{AB}$ est positive alors les lignes de champ sont radiales et orientées de q_A vers le point B ou règne le champ \vec{E} (orientées dans le sens du vecteur \vec{u}_{AB})	la charge $q_A < 0$, les lignes de champ sont radiales mais orientées vers la charge q_A (orientées dans le sens opposé au vecteur \vec{u}_{AB})

Exercice : représenter dans chacun des cas les vecteurs champ \vec{E} en quelques points de l'espace.

Exercice :

1) Calculer la valeur du champ \vec{E} , à une distance $d = 1,00 \text{ m}$, créé par un électron de charge $q = -e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Donner l'expression du vecteur champ.

2) représenter sur un schéma la charge, le champ en précisant l'échelle choisie ainsi que les lignes de champ.

1) Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ	
Notions et contenus Capacités exigibles	Activités expérimentales support de la formation
<p>Charge électrique, interaction électrostatique, influence électrostatique. Loi de Coulomb.</p> <p>Force de gravitation et champ de gravitation. Force électrostatique et champ électrostatique.</p>	<p>Interpréter des expériences mettant en jeu l'interaction électrostatique. Utiliser la loi de Coulomb. Citer les analogies entre la loi de Coulomb et la loi d'interaction gravitationnelle.</p> <p>Utiliser les expressions vectorielles : - de la force de gravitation et du champ de gravitation - de la force électrostatique et du champ électrostatique. Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation. Illustrer l'interaction électrostatique. Cartographier un champ électrostatique.</p>

.

.