A- La masse d'un objet

A.1 La masse

Définition

La masse est une propriété physique que possèdent certains corps, et qui se mesure par comparaison avec une masse de référence : le kilogramme étalon.

La présence de la masse se manifeste par l'inertie que possède l'objet : il faut exercer une force pour changer le mouvement de l'objet.

Les objets ayant une masse s'attirent réciproquement sous l'effet de la force d'attraction universelle qui dépend de la masse des objets et de la distance qui les sépare.

La masse d'un objet est la même quelque soit l'endroit où il se trouve dans l'Univers.

On détecte la présence de masse car ...
- ... elle s'oppose au changement du mouvement (Principe d'inertie)
- ... elle est attirée par les objets ayant aussi de la masse

Exemples :

- Pour estimer la masse d'un objet, on le « soupèse », c'est à dire qu'on l'agite pour « sentir » l'inertie, car un objet massif s'oppose au changement de mouvement.
- Au supermarché, il est plus simple de prendre un virage avec un caddie vide qu'avec le même caddie plein qui ira tout droit.
- Tout objet à proximité de la Terre, de la Lune, du Soleil tend à être attiré par l'astre.
- On détecte les trous noirs car ils dévient les étoiles qui se déplacent à proximité.

A.2 Mesurer une masse

- On utilise une balance à plateaux qui compare la masse d'un objet à une masse étalon (kilogramme étalon).
- On utilise un objet qui mesure la force d'attraction puis on en déduit la masse (balance électronique).
- Il existe d'autres méthodes, où un phénomène physique dépend de la masse (par exemple, des oscillations mécaniques, balance inertielle).

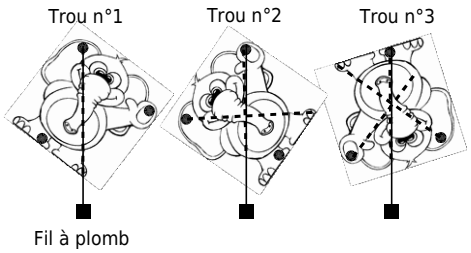
A.3 Trouver le centre de gravité d'un objet

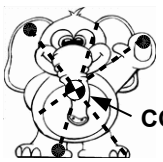
Définition

Le centre de gravité (C.G.) est un point imaginaire où serait concentrée toute la masse de l'objet.

Pour le trouver, on suspend l'objet en différents points, à partir des quels on trace une verticale. Le point où toutes les verticales se croisent est le centre de gravité (C.G.) de l'objet.

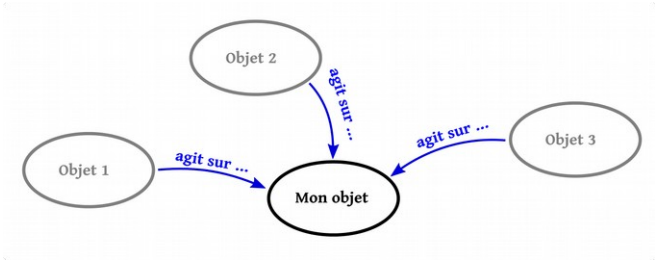
Exemple :





Le centre de gravité (CG) est à l'intersection des verticales.

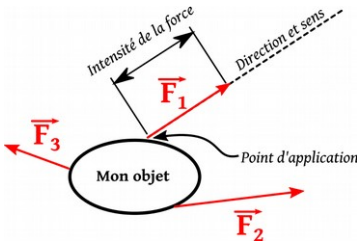
B- Notion de force



Définition

Un objet peut subir des interactions avec d'autres objets de l'Univers.

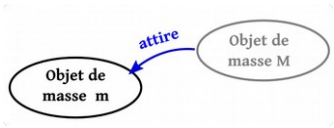
Ces interactions sont modélisées par des forces que l'on représente par une flèche (un vecteur en mathématiques), qui indique le sens, la direction, l'intensité, le point d'application, de cette interaction entre l'objet et le reste de l'Univers.



L'intensité de la force s'exprime en Newton et elle se mesure avec un dynamomètre.

C- La gravitation universelle

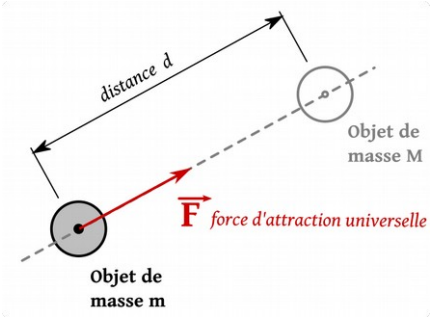
Définition



Tout objet de masse m (en kg) , placé à une distance d (en m) d'un autre objet de masse M (en kg) subit de la part de ce dernier une interaction due à sa masse, appelée force d'attraction gravitationnelle,

L'intensité F (en N) s'exprime par la formule $F=\frac{G\times M\times m}{d^2}$

avec $G=6{,}67\times10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$ **, constante de gravitation universelle.**



Attention !

Il y a deux pièges dans cette formule :

- les unités à respecter
- la distance à mettre au carré au dénominateur.

Exemple

La Terre a un diamètre de 12756 km et une masse m_T=5,97x10^{21}t . On va calculer l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle sur un objet de masse m=250g.

Pour cela, on utilise la formule ci dessus, mais il faut dans un premier temps convertir les valeurs dans les bonnes unités, ainsi le diamètre terrestre fait 1,2756x10^{6}m, la masse terrestre m_T=5,97x10^{24}kg et la masse de l'objet m=0,250kg.

Ensuite, on calcule la distance d séparant l'objet du centre de la Terre, c'est le rayon de la Terre, donc d= 1,2756x10^{6}m / 2 = 6,378x10^{6}m. On effectue enfin le calcul $F=\frac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}97\times10^{24}\times0{,}250}{\left(6{,}378\times10^{6}\right)^2}=2{,}45N$. On constate que c'est le poids de l'objet de masse 0,250kg (P = 9,81x0,250=2,45N).

Remarque si on inverse le rôle de M et m

On a la même intensité pour la force mais elle est opposée à la force précédente.

Définition

La force d'attraction gravitationnelle calculée à la surface d'une planète porte le nom de « poids » de l'objet. Sur la Terre F = P = m x g avec g=9,8 N.kg^{-1}. Ce poids va dépendre de la planète sur lequel il est calculé.

D- Exercices

☐ QCM p 107 (sauf partie 3) ☐ exercice 6 p 109 ☐ exercice 8 p 109 ☐ exercice 9 p 109

☐ exercice 10 p 109 ☐ exercice 13 p 110 ☐ exercice 14 p 110 ☐ exercice 15 p 110 ☐ exercice 21 p 110
☐ exercice 23 p 112

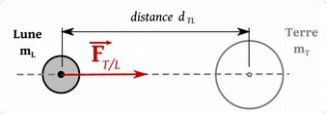
E- Correction

QCM p 107 (sauf partie 3) Voir p340 – poser des questions au professeur si nécessaire.

exercice 6 p 109 Voir p340 – poser des questions au professeur si nécessaire.

exercice 8 p 109 **1.** La force d'attraction exercée par le satellite sur la Terre. **2.** $F=\frac{G\times m_T\times m_{Sat}}{(d)^2}$

exercice 9 p 109 **1a.** $F_{T/L}=\frac{G\times m_T\times m_L}{(d_{T/L})^2}$ **1b.** Pour calculer l'intensité de la force, il faudra au préalable convertir les données dans les bonnes unités pour effectuer le calcul numérique. $F_{T/L}=\frac{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}\times7,35\times10^{22}}{(3,8\times10^{8})^2}=2,05\times10^{20}N$. **2.**



exercice 10 p 109 **1.** $F_{S/L}=\frac{G\times m_S\times m_L}{(d_{SL})^2}$ **2.** $F_{S/L}=\frac{6,67\times10^{-11}\times2,0\times10^{30}\times7,35\times10^{22}}{(1,5\times10^{11})^2}=4,36\times10^{20}N$ **3.** $F_{L/S}$ = $F_{S/L}$, car c'est exactement la même formule. Ce qui change c'est le point d'application, la direction et le sens de la force, mais pas son intensité.

.

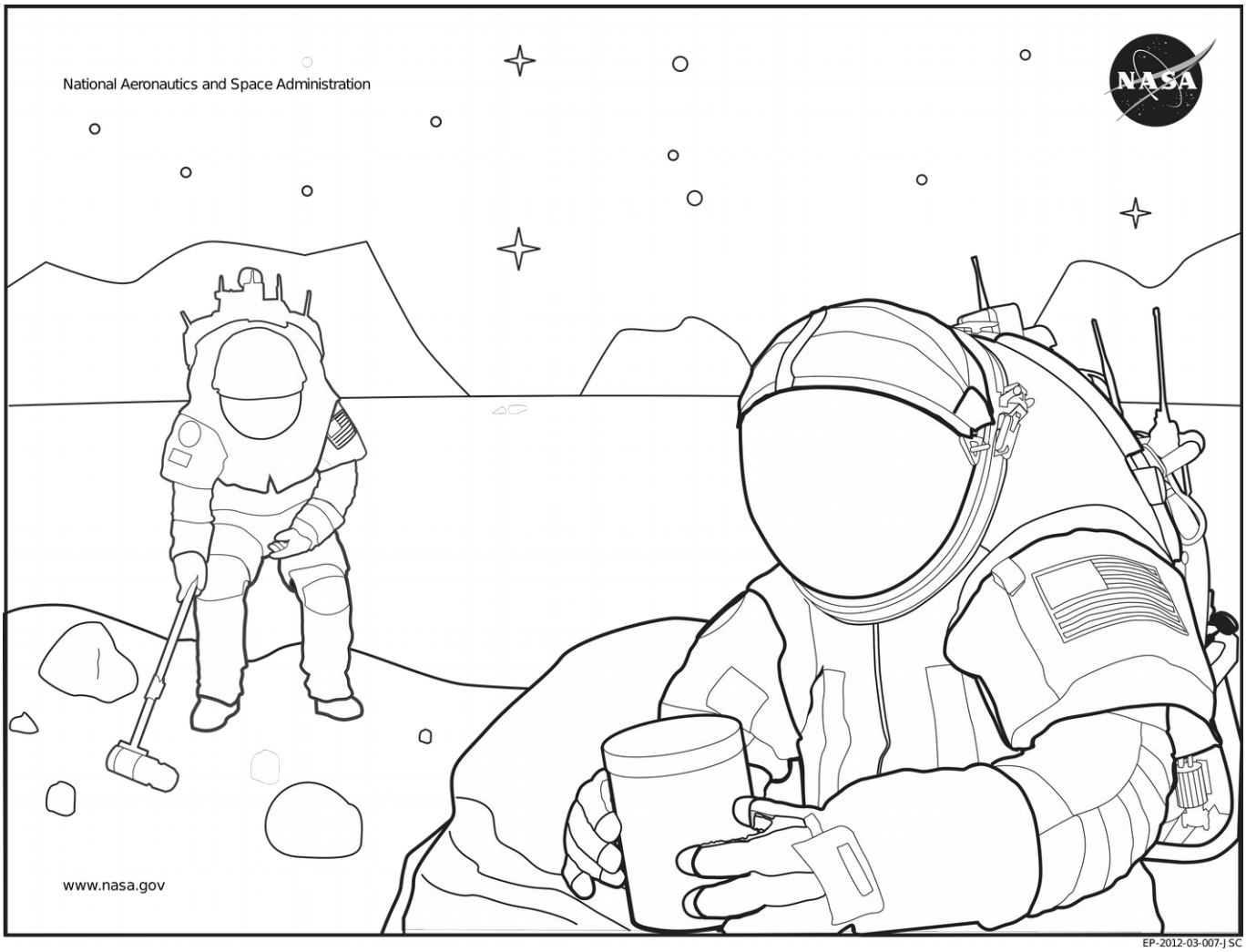
exercice 13 p 110 Voir p340 – poser des questions au professeur si nécessaire.

exercice 14 p 110 **1.** On utilise la formule du poids sur la Lune P_L = m x g_L et on isole m dans cette formule ce qui donne m = P_L / g_L. On effectue le calcul numérique m = 34,7/1,62=21,4 kg. **2.** On utilise la formule du poids sur la Terre P_T = m x g_T et on effectue le calcul P_T = 21,4 x 9,81 = 210 N. **3.** Pour comparer, on calcule le rapport P_T/P_L = 6,1 donc le poids sur la Terre est six fois plus grand que sur la Lune.

exercice 15 p 110 **a.** $P_{équateur}$ = 65,5 x 9,78 = 641 N **b.** $P_{pôle}$ = 65,5 x 9,83 = 644 N

exercice 21 p 110 **1.** On cherche la masse totale (astronaute et son équipement) P_L = m_{Totale} x g_L = 229 N donc m_{Totale} = 229/1,62 = 141kg. Donc sachant que Armstrong avait une masse de 70kg, son équipement avait une masse de 141-70= 71kg. **2.** Sur la Terre, P_T = m_{Totale} x g_T = 141 x 9,81 = 1380N. **3.** P_T/P_L = 1380/229=6, donc sur la Lune, il lui fallait fournir une force six fois plus faible pour se soulever, c'était donc plus facile pour faire des sauts.

Remarque : la vraie masse de Armstrong c'était plutôt 80kg ...

exercice 23 p 112 **1.** Verticale, vers le centre de la Terre. **2.** $F_{T/C}=\frac{G\times m_T\times m}{(R_T)^2}$ **3.** On regroupe le bloc écrit en gras et on l'appelle k pour écrire la nouvelle formule $F_{T/C}=\frac{\boldsymbol{G\times m_T}}{(\boldsymbol{R_T})^2}\times m=\boldsymbol{k}\times m$ et donc $\frac{\boldsymbol{G\times m_T}}{(\boldsymbol{R_T})^2}=\boldsymbol{k}$. Si on effectue le calcul $\frac{G\times m_T}{(R_T)^2}=\frac{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}}{(6,37\times10^{6})^2}=9,8N\cdot kg^{-1}$. **4.** C'est quasiment la même valeur ...

Fais péter les crayons de couleur ...