

## Objectifs du T.P. :

Identifier la force existant entre les corps du système solaire et de l'univers et ses caractéristiques  
Utiliser un tableur

### I – Introduction de la notion de force

Une force représente l'action exercée par un corps sur un autre. Cette action se manifeste par 3 effets observables :

- la mise en mouvement d'un corps (1) ou la modification de son mouvement (2) ;
- la déformation d'un corps (3).

Ces actions peuvent être **de contact** si un contact est nécessaire entre les deux corps pour que l'action s'exerce ou **à distance** si ce contact n'est pas nécessaire.

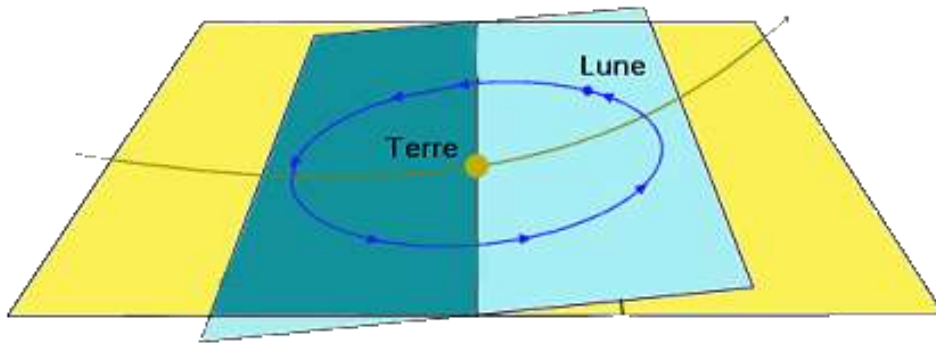
1) Pour chaque effet, donnez un exemple de la vie courante d'un corps agissant sur un autre.

2) Pour chaque nature de force (de contact ou à distance), donnez un exemple de la vie courante.

**À noter : Lorsqu'un corps A exerce une action sur un corps B, en réaction, le corps B exerce une action opposée sur le A : on parle d'interaction.**

### II – Entre la Terre et la Lune

Grâce à la maquette Terre-Lune, observons le mouvement de Lune autour de la Terre.



Complétez : le mouvement de la Lune autour de la Terre est \_\_\_\_\_  
car sa trajectoire est une \_\_\_\_\_ et sa vitesse est \_\_\_\_\_.

- 1) Dans quel référentiel se fait cette étude ?
- 2) La Terre exerce-t-elle une action sur la Lune ? Justifiez votre réponse.
- 3) La Lune exerce-t-elle une action sur la Terre ? Justifiez votre réponse.
- 4) Quelles sont les natures de ces actions (de contact ou à distance) ?
- 5) Ces actions sont-elles attractives ou répulsives ?
- 6) Quel nom précis porte l'association de ces deux actions ?

### III – L'interaction gravitationnelle dans le système solaire

#### 1) Expression des forces d'attraction gravitationnelle

En 1687, Isaac Newton énonce la loi gravitationnelle qui peut se résumer ainsi : « Entre deux corps A et B, il existe une action mutuelle et attractive ou interaction gravitationnelle qui est proportionnelle à la masse des corps A et B ( $m_A$  et  $m_B$ ) et inversement proportionnelle au **carré** de la distance AB séparant les deux corps (ou leurs centres si ce sont des objets de taille importante). »

*Remarque : l'action exercée par A sur B se note  $F_{A/B}$  tandis que  $F_{B/A}$  représente l'action de \_\_\_ sur \_\_\_.*

a. À partir de cet énoncé, placez correctement les grandeurs  $m_A$ ,  $m_B$  et AB dans l'expression en fin de page.

b. Complétez cette expression avec une constante notée **G** appelée constante de gravitation universelle qui se trouve au **numérateur** de l'expression.

Donnée :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  SI (**S**ystème **I**nternational des unités)

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Sur l'expression, précisez les unités légales de  $m_A$ ,  $m_B$  et AB en physique.

## 2) Les attractions gravitationnelles exercées par le Soleil sur les différentes planètes

Nous allons utiliser l'expression précédemment établie pour calculer la valeur des forces s'exerçant entre le Soleil et les planètes du système solaire grâce à un tableur.

Voici le tableau regroupant les caractéristiques des planètes du système solaire + Lune et du soleil :

	Mercure	Vénus	Terre	Lune	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Soleil
Diamètre (km)	4 878	12 104	12 756	3 476	6 794	142 984	120 536	51 118	49 922	1 392 530
Distance moyenne au Soleil ( $\times 10^6$ km)	57,9	108,2	149,6	149,6	227,9	778,3	1 427,0	2 871,0	4 497,1	
Masse ( $\times 10^{24}$ kg)	0,33	4,87	5,98	0,0735	0,642	1 899	568	86,8	102	$1,98 \times 10^6$

a – Ouvrez le tableur « Excel » puis le fichier TP\_7\_élève.xls. Lisez la 1<sup>ère</sup> partie de l'annexe.

Le début du tableau a été rempli simplement en transférant les données du tableau ci-dessus avec **deux modifications** essentielles :

- les distances ont été multipliées par  $10^3$  (et  $10^9$ ) pour les mettre en m ;
- la puissance  $10^{24}$  a été intégrée dans la ligne des masses pour chaque valeur de masse.

Exemples des données de Mercure :

Elles sont rentrées sous les formes suivantes : 4878**E3** ; 57,9**E9** ; 0,33**E24**

Finissez de compléter le tableau en respectant ces modifications.

b – Pour calculer chaque valeur d'attraction, la formule à utiliser est « **G x m<sub>P</sub> x m<sub>S</sub> / PS<sup>2</sup>** » avec :

**G** =  $6,67 \cdot 10^{-11}$  SI      **m<sub>P</sub>** : masse de la planète (de B4 à J4)      **m<sub>S</sub>** : masse du soleil (K4)

**PS** : distance séparant la planète et le soleil (de B3 à J3)

Pour écrire la formule de calcul, appliquez les consignes de l'annexe, 2<sup>ème</sup> partie.

Les résultats (3 CS) s'affichent, recopiez-les dans le tableau suivant :

**Attention, ne fermez pas votre fichier ! Ne sauvegardez pas non plus !**

	P	Me	V	T	L	M	J	S	U	N
F en N										

c. Le soleil exerce-t-il une action attractive identique sur toutes les planètes ?

d. Sans calcul, quel est l'ordre de grandeur moyen de ces forces attractives ? Avec quelle planète ou satellite l'interaction est-elle la plus grande ? la plus petite ?

## 3) Le poids d'un objet

A - En 3<sup>ème</sup>, vous avez appris que le poids d'un objet est l'action exercée par une planète par un corps en son voisinage.

Sur Terre,  $P_A = m_A g_T$  avec  $g_T = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ , intensité de la pesanteur sur Terre.

1. Exprimez et calculez le poids d'une masse  $m_A = 50 \text{ kg}$  sur Terre à partir de la relation précédente.
  2. Faites la même démarche cette fois-ci à partir de l'expression :  $P_A = F_{T/A} = \mathbf{G m_A x m_T / R_T^2}$
- On supposera le corps à la surface de la Terre donc à la distance  $R_T$  (rayon terrestre) de son centre.
3. Comparez les deux valeurs.

B - Sur la Lune,  $P_{AL} = m_A g_L$  avec  $g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1}$ , intensité de la pesanteur sur la Lune.

1. Exprimez et calculez le poids d'une masse  $m_A = 50 \text{ kg}$  sur la Lune à partir de la relation précédente.
2. Comparez les poids terrestre et lunaire de la masse  $m_A$ . Soyez précis dans votre réponse.

## 4) Pour les plus rapides... À la fin du 4, ne sauvegardez pas ! Merci d'avance !

La pesanteur s'exprime pour chaque planète en fonction du rayon et de la masse de celle-ci.

Dans le tableur, ajoutez deux nouvelles lignes de calcul :

- **g<sub>P</sub>** : la première initiée en B6 puis étendue jusqu'en J6 avec la formule : « =6,67E-11\*B4/(B2/2)^2 » qui donne la valeur de la pesanteur sur chaque planète ( $g_P = G m_p / (d_p/2)^2$ ) . « Enter ». Limitez à 3 CS ;

- **P<sub>P</sub>** la deuxième initiée en B7 puis étendue jusqu'en K7 avec la formule : « =50\*B6 » qui donne la valeur du poids de l'objet sur chaque planète ( $p_p = m_A g_P$ ) . « Enter ». Limitez à 3 CS.

1. Sur quelle planète ou satellite, le poids de l'objet est-il le plus grand ? le plus faible ?
2. À partir du tableau, vérifiez que le poids lunaire est 6 fois plus faible que le poids terrestre.
3. Retrouvez et donnez l'expression adaptée pour calculer la pesanteur lunaire et effectuez le calcul. Comparez votre résultat à la valeur trouvée dans le tableau.

## Annexe : Utilisation du tableur Excel

### Les notions de base :

- Chaque case se nomme une cellule et porte un nom du style A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, ... selon sa position dans le tableau.
- La police doit être adaptée à la largeur de la cellule sinon les nombres sont remplacés par des #. Dans ce cas, diminuez la taille de la police.
- Le signe \* signifie « multiplié par » et ^(blanc) « à la puissance ».
- Pour une cellule (plusieurs ou la totalité), vous pouvez jouer sur la police ou la présentation des nombres par un clic gauche et le choix « Format de la cellule ». Vous pouvez y choisir le nombre de chiffres significatifs.

The left screenshot shows an Excel spreadsheet with columns A-F and rows 1-24. Column B is highlighted. A context menu is open over cell B5, with 'Format de cellule' circled in red. The right screenshot shows the 'Format de cellule' dialog box. The 'Nombre' category is selected and circled in red. The 'Nombre de décimales' field is set to 2 and also circled in red.

### Pour écrire une formule de calcul, il faut procéder ainsi :

- sur la cinquième ligne, cliquez sur la cellule dans la colonne **Mercure** (B5) puis dans la ligne du haut notée **fx** où vous allez écrire la formule ;
- pour introduire G, tapez « =6,67E-11\* » puis cliquez sur la masse de la planète. B4 s'affiche ;

The screenshot shows the Excel formula bar with '=6,67E-11' entered, circled in red. Below, the spreadsheet shows the formula entered in cell B5, also circled in red. A red arrow points from the formula bar to the cell B5.

- Sur la ligne **fx**, tapez la suite de la formule « \* » puis cliquez la masse du soleil (K4) puis sur F4 pour indiquer que cette valeur est invariable dans la feuille de calcul. 2 signes \$ s'ajoutent à l'expression. À présent, vous avez comme formule sur « =6,67E-11\* B4\*\$K\$4 » ;
- Sur la ligne **fx**, pour diviser par la distance Planète-Soleil, tapez la suite de la formule « / » puis cliquez sur la distance Mercure-Soleil. B3 s'affiche ;
- Pour mettre cette distance au carré, sur **fx**, tapez « ^(espace)2 ». La formule obtenue est : « =0,0000000000667\*B4\*\$K\$4/B3^2 ». « Enter » ;
- Étendez cette formule sur l'ensemble de la ligne, les variables **B4** et **B3** de la formule s'adaptent à la colonne dans lesquels ils sont. Exemple de la colonne suivante : « =0,0000000000667\*C4\*\$K\$4/C3^2 ». Pour étendre la formule, cliquez sur la cellule du résultat de Mercure, identifiez le petit carré du coin en bas et à droite et opérez un clic gauche dessus. En maintenant appuyé, étendez le carré jusqu'à englober la cellule de Neptune.