

**Chap. 10 : L'interaction gravitationnelle**  
**PLAN DE TRAVAIL**

- **Lire le cours :** I. Qu'est ce que la gravitation universelle ? et II. La force d'interaction gravitationnelle

- **Exercices d'apprentissage :**

A. La gravitation universelle est une interaction à distance. Qu'est ce que cela signifie ?

B. Donner l'expression de la force d'attraction gravitationnelle. Que représente  $d$  dans cette expression?

C. Une voiture de masse  $m_v=1000\text{kg}$  est à la surface de la Terre. Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur cette voiture.

**Données :** Rayon de la Terre :  $R_T=6,375\times 10^6\text{m}$  ; Masse de la Terre :  $M_T=5,98\times 10^{24}\text{kg}$   
Constante universelle de gravitation :  $G=6,67\times 10^{-11}\text{N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

D. En déduire la valeur de la force d'attraction gravitationnelle de la voiture sur la Terre.

- 
- Lire le cours : III. La pesanteur terrestre : le poids

E. Qu'est-ce que le poids ? En quelle unité s'exprime-t-il ?

F. Un élève parle d'un objet en disant qu'il pèse 10 kg. De quoi parle-t-il, du poids de l'objet, ou de sa masse ?

G. Calculer le poids d'une voiture de masse  $m=1000\text{kg}$ . Puis comparer la valeur obtenue à ce que vous avez trouvé à la question C.

- **Validation des connaissances de base :**

QCM n°1 : <https://goo.gl/forms/ehLK1oS2fhctC1y83>



Si vous avez obtenu au moins 6 sur 10 aux questions du QCM, vous pouvez passer à la suite. Sinon, revoyez le cours et les exercices ci-dessus pour comprendre et corrigez vos erreurs.

- 
- **Exercices d'application :**

H. Ex 9p299

I. Ex 16p300 (donnée : intensité de pesanteur lunaire :  $g_L=1,62\text{N.kg}^{-1}$  )

- 
- **Exercice d'auto-évaluation :**

Cet exercice est là pour vous auto-évaluer et voir si vous êtes prêt pour un devoir sur ce chapitre. Commencer par le faire en conditions de devoir, c'est à dire sans cours ni aide de personne. Une fois terminé ce que vous savez faire, auto-évaluez vous. Avez-vous tout réussi ? Regardez la correction : avez-vous tout juste ? Si c'est le cas, tant mieux. Vous pouvez passer aux exercices d'approfondissement pour en apprendre plus sur ce chapitre. Si ce n'est pas le cas, chercher à comprendre vos erreurs ou ce que vous n'avez pas su faire, revoyez les exercices précédents, et entraînez vous avec les exercices supplémentaires.

**ATTENTION :** Cet exercice ne reprend pas forcément tout ce qu'il y a à savoir dans ce chapitre. Ce n'est qu'un exemple type d'évaluation que vous pourriez avoir en devoir. Il faudra donc quand même revoir le cours et les exercices pour être certain de ne rien avoir laissé passer.

## J. Galiléo

Galiléo est un programme européen de radionavigation par satellite. Ce programme prévoit de mettre 30 satellites. en orbite à une altitude  $h = 23\,222\text{ km}$ .

**Données :** Rayon de la Terre :  $R_T = 6,375 \times 10^3\text{ km}$  ; Masse de la Terre :  $M_T = 5,98 \times 10^{24}\text{ kg}$

Masse d'un satellite :  $m = 700\text{ kg}$

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

- Représenter sur un schéma la Terre et un satellite du programme Galiléo lorsqu'il en orbite autour de la Terre.
- Sur ce schéma, représenter par un vecteur la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur le satellite.
- Déterminer la distance  $d$  entre le centre de la Terre et le centre du satellite.
- Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur le satellite.
- Calculer le poids du satellite.
- Pourquoi la valeur trouvée à la question  $e$  est différente de la valeur trouvée à la question  $d$ .

---

- **Exercices de révision :**

Ex 14p299 - Ex 17p300

- **Exercices d'approfondissement :**

Ex 24p301 - Ex 29p301

## CHAP. 10 : LA GRAVITATION UNIVERSELLE

Vidéo : « La gravitation : comment ça marche ? »

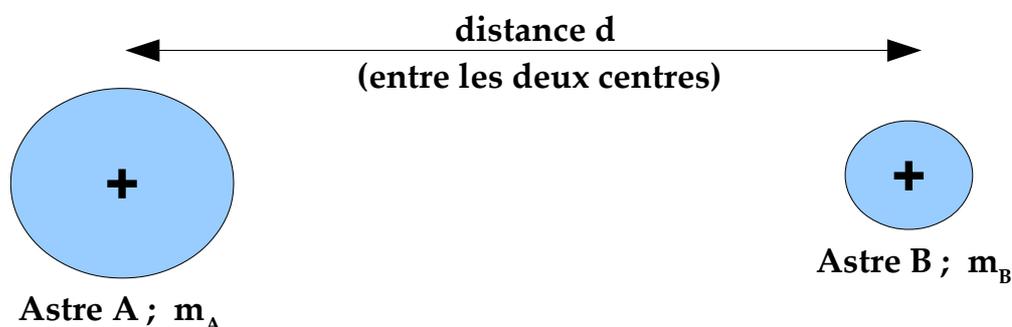
<http://www.cea.fr/multimedia/pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/gravitation.aspx>

### I. QU'EST CE QUE LA GRAVITATION UNIVERSELLE ?

La **gravitation universelle** est une des interactions de l'Univers. Elle est **attractive** et s'exerce **à distance**. Elle est due à la masse des objets.

### II. LA FORCE D'ATTRACTION GRAVITATIONNELLE

Deux astres A et B de masses  $m_A$  et  $m_B$  exercent des actions attractives l'une sur l'autre.



L'action attractive exercée par A sur B est modélisée par une **force** notée  $\vec{F}_{A/B}$  dont les caractéristiques sont :

- une direction :  $F_{A/B} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$  la droite passant par les centres de A et de B ;
- un sens : de B vers A ;
- une valeur :

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

### III. LA PESANTEUR TERRESTRE : LE POIDS

Simplifier au maximum l'expression de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un corps de masse  $m$  situé à la surface de la Terre :

**Données :** Masse de la Terre :  $m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;

Rayon de la Terre :  $R_T = 6,375 \times 10^6 \text{ m}$

La force d'attraction de la Terre sur un corps de masse  $m$  situé au voisinage de la Surface de la Terre s'appelle le **Poids P**.

Il se calcule par :  $P = m \times g$

où  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$  est l'intensité de pesanteur.



**Ne pas confondre POIDS et MASSE :**

**Le poids est une force (un vecteur, unité : Newton)**

**La masse est un nombre (unité : g)**

#### **IV. POUR CONCLURE**

##### **Compétences exigibles chap. 10 : (extraits du Bulletin Officiel)**

- Savoir calculer la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux corps;
- Savoir que la pesanteur terrestre résulte de la force d'attraction gravitationnelle de la Terre;
- Comparer le poids d'un même corps sur la Lune et sur Terre (TP16) ;

##### **Pour revoir le cours :**

Livre p288 à 303

##### **Pour s'exercer et/ou approfondir**

→ Voir exercices du plan de travail



*La correction de ces exercices est disponible sur [https://padlet.com/micheau\\_spc/63k1clwqgnfn](https://padlet.com/micheau_spc/63k1clwqgnfn)*

## Exercices d'apprentissage - CORRECTION

• **Exercices d'apprentissage :**

**A.** La gravitation universelle est une interaction à distance signifie qu'il s'agit d'une force qui peut avoir une influence même si deux objets ne sont pas en contact.

**B.** La force d'attraction gravitationnelle d'un objet A sur un objet B a pour expression :

$$F_{A/B} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

$d$  représente la distance **entre les centres** des deux objets A et B

**C.** La valeur de la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur la voiture est (la distance entre les deux centres est égale au rayon de la Terre (la distance entre la surface de la Terre et le centre de la voiture est négligeable):

$$F_{Terre/Voiture} = G \times \frac{m_V \times M_T}{R_T^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{1000 \times 5,98 \times 10^{24}}{(6,375 \times 10^6)^2} = 9814 \text{ Newtons}$$

**D.** La force d'attraction gravitationnelle de la voiture sur la Terre a la même valeur, 9814 N. En effet, si on regarde l'expression de cette force, on obtient :

$$F_{Voiture/Terre} = G \times \frac{M_T \times m_V}{R_T^2}$$

ce qui donnera donc le même résultat.

**E.** Le Poids est la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur un objet **situé à la surface de la Terre**. C'est une force, dont l'unité est le Newton.

**F.** Puisqu'il parle de 10 **kilogrammes**, il s'agit de la masse de l'objet.

**G.**  $P = m_V \times g = 1000 \times 9,81 = 9810 \text{ N}$

On trouve à peu près le même résultat qu'à la question C, ce qui est logique puisque le poids est la force d'attraction gravitationnelle. On utilise le poids lorsque l'on a un objet à la surface de la Terre pour avoir une formule plus simple à utiliser que l'expression générale de la force d'attraction gravitationnelle.

## Exercices d'application - CORRECTION

**H. Ex 9p299**

1.a. On suppose que l'homme est à l'altitude zéro, signifie qu'il est à la surface de la Terre. La distance entre le centre de la Terre et le centre de cet homme est donc égale au rayon de la Terre. On a alors :

**Remarque : Attention le rayon de la Terre est donné en km , mais dans l'expression, il faut le mettre en mètres !!**  $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km} = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$

$$F_{\text{homme/Terre}} = G \times \frac{m \times m_T}{R_T^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{70 \times 5,98 \times 10^{24}}{(6,38 \times 10^6)^2} = 686 \text{ Newtons}$$

b. La force d'attraction gravitationnelle de la s'exerçant entre la Terre et l'homme a la même valeur

$$F_{\text{Terre/homme}} = G \times \frac{m_T \times m}{R_T^2} = 686 \text{ Newtons}$$

2.  $P = m \times g = 70 \times 9,81 = 687 \text{ N}$

Le poids de cet homme vaut 687 N.

3. Le poids de cet homme et la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur cet homme ont la même valeur puisque ce sont la même chose.

**I. Ex 16p300** (donnée : intensité de pesanteur lunaire :  $g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1}$  )

1. Le poids du rhinocéros sur Terre se calcule suivant  $P = m \times g$

donc sa masse vaut  $m = \frac{P}{g} = \frac{30000}{9,81} = 3058 \text{ kg}$

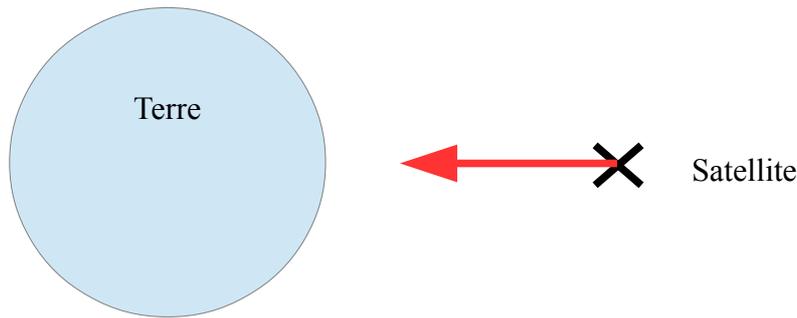
La masse du rhinocéros est de 3058 kg.

2. Sur la Lune, le poids du rhinocéros serait  $P_L = m \times g_L = 3058 \times 1,62 = 4954 \text{ N}$

## Exercice d'autoévaluation - CORRECTION

J. Galiléo

a. b.



c. Le satellite est à une altitude  $h = 23\,222\text{ km}$ . L'altitude d'un objet est toujours mesurée par rapport à la surface de la Terre. Pour avoir la distance du centre de la Terre au centre du satellite, il faut ajouter le rayon de la Terre à cette altitude. On obtient alors :

$$d = 23222 + 6,375 \times 10^3 = 29597\text{ km}$$

d. La valeur de la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur le satellite est :

$$F_{\text{Terre/satellite}} = G \times \frac{m \times m_T}{d^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{700 \times 5,98 \times 10^{24}}{(2,9597 \times 10^7)^2} = 319\text{ Newtons}$$

**ATTENTION A NE PAS OUBLIER DE CHANGER L'UNITE DE  $d$**

e. L'intensité du poids du satellite est :

$$P = m \times g = 700 \times 9,81 = 6867\text{ N}$$

f. La valeur trouvée est différente puisque le poids est une force calculée à la surface de la Terre, alors que la force calculée à la question  $d$  est la force ressentie par le satellite quand il est à 23222 km d'altitude.

## Exercices de révision et d'approfondissement - CORRECTION

• Exercices de révision :

Ex 14p299

**14 1 et 2.**

Lieu	P et F (en N)
Pôle Nord	1 966
Équateur	1 956
Paris	1 962

3. a.  $F = G \frac{m \cdot m_T}{R_T^2}$ .

b. La seule donnée susceptible de changer ici est le rayon terrestre, c'est-à-dire la distance du lieu considéré au centre de la Terre.

c. Au vu des différences, mêmes minimes, on voit que le rayon de la Terre n'est pas constant et que la Terre n'est pas une sphère parfaite.

Ex 17p300

**17 1.** Luna 2 a la même masse sur la Terre et sur la Lune, mais un poids d'intensité différent. La masse ne dépend pas du lieu où se situe l'objet.

2. a.  $P = m \cdot g$ , soit  $P = 390 \times 9,81 = 3,83 \times 10^3$  N.

b.  $P_L = P/6 = 3,83 \times 10^3/6 = 6,38 \times 10^2$  N.

• Exercices d'approfondissement :

Ex 24p301

$$24 \text{ 1. a. } F_{\text{Mars/Phobos}} = G \frac{m_{\text{Phobos}} \cdot m_{\text{Mars}}}{d_{\text{Mars/Phobos}}^2}$$

$$\text{b. } F_{\text{Mars/Déimos}} = G \frac{m_{\text{Déimos}} \cdot m_{\text{Mars}}}{d_{\text{Mars/Déimos}}^2}$$

c. Les deux forces ont pour droites d'actions respectives les droites (DM) et (PM), et sont dirigées vers M.

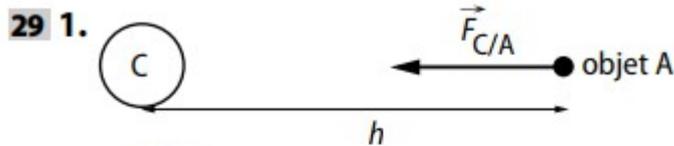
$$2. \frac{F_{\text{Mars/Phobos}}}{F_{\text{Mars/Déimos}}} = \frac{G \frac{m_{\text{Phobos}} \cdot m_{\text{Mars}}}{d_{\text{Mars/Phobos}}^2}}{G \frac{m_{\text{Déimos}} \cdot m_{\text{Mars}}}{d_{\text{Mars/Déimos}}^2}} = \frac{m_{\text{Phobos}}}{m_{\text{Déimos}}} \cdot \left( \frac{d_{\text{Mars/Déimos}}}{d_{\text{Mars/Phobos}}} \right)^2$$

$$\text{Ex } F_{\text{homme/Terre}} = G \times$$

$$\text{soit } \frac{F_{\text{Mars/Phobos}}}{F_{\text{Mars/Déimos}}} = \frac{1,08 \times 10^{16}}{1,80 \times 10^{15}} \times 3^2 = 54.$$

ms 29p301

$$F_{\text{Terre/homme}} = G \times \frac{m_T}{R^2}$$



$$2. F = G \frac{m \cdot m_C}{(R_C + h)^2}$$

$$3. \text{ a. } g = \frac{F}{m} = G \frac{m_C}{(R_C + h)^2}$$

b.  $h = 0$  m à la surface de la planète, donc :

$$g_0 = \frac{G \cdot m_C}{R_C^2},$$

$$\text{soit } g_0 = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{3,00 \times 10^{25}}{(9,60 \times 10^6)^2} = 21,7 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}.$$