

## Seconde Générale et Technologique

### Physique-Chimie | Chapitre 10 : Modéliser une action mécanique sur un système

#### Enoncés des exercices

Les exercices sont classés en trois niveaux de difficulté :

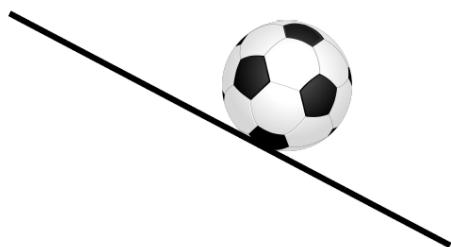
- ★ Exercices d'application : comprendre les notions essentielles du cours
- ★★ Exercices d'entraînement : prendre les bons reflexes
- ★★★ Exercices d'approfondissement : aller plus loin

Exercices gratuits	Exercices sur abonnement*
★ 1	★ 2 – 3 – 4 – 5 – 6
★★ 7	★★ 8 – 9 – 10 – 11 – 12
★★★ 13	★★★ 14 – 15 – 16 – 17 – 18

#### Exercice 1 ★

##### Modélisation d'actions mécaniques

On étudie le mouvement d'un ballon qui roule, sans glisser, sur un sol en pente.



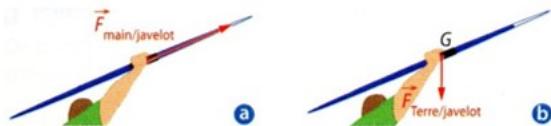
##### Données :

- Masse du ballon :  $m_B = 430 \text{ g}$
- Intensité de pesanteur de la Terre :  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

1. Identifier les actions auxquelles le ballon est soumis. Préciser s'il s'agit d'actions de contact ou à distance. Les représenter sur un diagramme objet – actions.
2. Indiquer les caractéristiques des forces correspondantes et les représenter sans souci d'échelle.

#### Exercice 2 \* ★

##### Lancer de javelot



Préciser, pour chacune des forces représentées ci-dessus :

- 1° l'objet donneur et l'objet receveur.
- 2° les caractéristiques de la force.

### Exercice 3 \*★

#### Oh hisse... !!

Un alpiniste A se hisse le long d'une paroi rocheuse à l'aide d'une corde C : il exerce pour cela une action mécanique sur la corde représentée par la force  $F_{A/C}$ .

- 1) Représenter l'action réciproque de celle déjà représentée.



### Exercice 4 \*★

#### Modélisation d'actions mécaniques

Une bille métallique, attachée à un fil, est attirée par un aimant comme l'indique le schéma ci-contre.



1. Proposer un référentiel pour étudier le mouvement de la bille.
2. Identifier les actions s'exerçant sur la bille. Préciser s'il s'agit d'actions de contact ou à distance.
3. Représenter le diagramme objet – interactions correspondant à la situation.
4. Représenter, sans souci d'échelle, les forces qui s'exercent sur la bille.

### Exercice 5 \*★

#### Deltaplane et actions mécaniques

Lors d'un vol en deltaplane, le pilote est accroché dans son dos, par l'intermédiaire d'un harnais, à la structure sur laquelle est fixée la toile. Le pilote et la toile subissent des actions mécaniques.

Pour chacune des actions suivantes, préciser s'il s'agit d'une action mécanique de contact ou à distance :

- a. L'action de l'air sur la toile.
- b. L'action de la Terre sur le pilote.
- c. L'action du harnais sur le pilote.

### Exercice 6 \* ★

#### De contact ou à distance ?

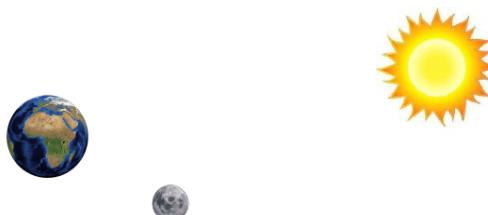
Classer les actions mécaniques suivantes selon qu'elles sont « à distance » ou « de contact » : réaction d'un support, poids d'un corps, interaction magnétique (action d'un aimant), interaction gravitationnelle, tension d'un fil, frottements de l'air.

actions mécaniques de contact	actions mécaniques à distance

### Exercice 7 ★★

#### Calculs et représentations de forces gravitationnelles

L'objectif de cet exercice est de comparer les forces gravitationnelles exercées par la Terre et le Soleil sur la Lune et de les représenter.



#### Données :

- Masse du Soleil :  $m_s = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Masse de la Terre :  $m_t = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Masse de la Lune :  $m_l = 7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
- Distance Terre – Lune :  $d_{T-L} = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$
- Distance Soleil – Lune :  $d_{S-L} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

1. Définir le système d'étude
2. Calculer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.
3. Calculer la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Lune et la comparer à celle exercée par la Terre sur la Lune.
4. Représenter ces forces en utilisant pour échelle  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \cdot 10^{20} \text{ N}$
5. Représenter la force symbolisant l'action de la Lune sur la Terre. Justifier.

### Exercice 8 \* ★★

#### Sac de frappe



1° Indiquer les actions mécaniques que subit le sac de frappe lorsque le boxeur donne un coup. On pourra construire un diagramme objets-actions.

2° Représenter, sans souci d'échelle, les forces exercées sur le sac de frappe. On considère que les actions mécaniques exercées par les chaînes sont modélisées par une seule force appliquée au sommet du sac de frappe.

3° Indiquer l'(les) effet(s) de la force exercée par boxeur sur le sac de frappe.

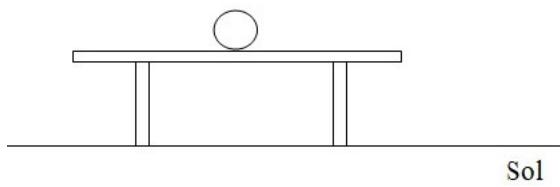
4° Le boxeur a le choix entre deux sacs de masses différentes, Lequel doit-il choisir pour que celui-ci se déplace le moins possible ?

### Exercice 9 \* ★★

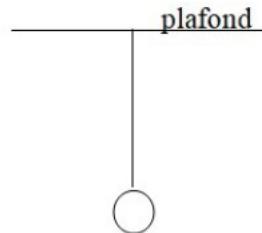
#### Schématiser des forces

Le système étudié est une balle posée sur une table puis suspendue à un fil :

Situation 1 :



Situation 2 :



Données :

Toutes les forces ont la même norme de 90N ;

Echelle de représentation des forces : 1cm → 30N.

- 1) Relier chaque force agissant sur la bille dans les deux situations précédentes à la notation appropriée et compléter avec les termes et notations suivantes : tension du fil, poids (de la bille), réaction du support,  $\vec{P}$ ,  $\vec{R}$  et  $\vec{T}$ .

Force de la Terre sur la bille     ou .....

$\vec{F}_{fb}$  ou .....

Force de la table sur la bille     ou .....

$\vec{F}_{T/b}$  ou .....

Force du fil sur la bille     ou .....

$\vec{F}_{t/b}$  ou .....

- 2) Représenter ces forces sur les schémas précédents.

### Exercice 10 \* ★★

#### Quel est le poids de Curiosity ?

Curiosity est une astromobile (rover) déployé sur Mars en 2012.

C'est une objet particulièrement imposant chargé d'explorer et d'analyser la surface de la planète.

Le poids est la force gravitationnelle exercée par une planète sur un objet posé à sa surface.

**Données :**

- Masse de Mars :  $m_M = 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$
- Masse de la Terre :  $m_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Rayon de Mars :  $R_M = 3,40 \cdot 10^3 \text{ km}$
- Rayon de la Terre :  $R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km}$
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Caractéristiques de Curiosity :  $m = 899 \text{ kg}$  ;  $L = 3 \text{ m}$  ;  $l = 2,8 \text{ m}$  ;  $h = 2,1 \text{ m}$

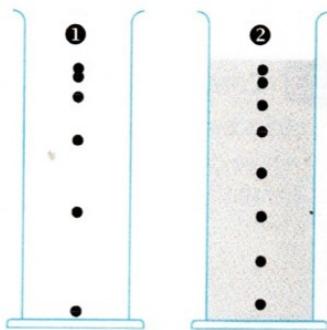


1. Exprimer et calculer le poids de Curiosity sur Terre.
2. Exprimer et calculer le poids de Curiosity sur Mars.
3. Comparer ces 2 valeurs et proposer une explication.
4. Représenter un diagramme objet – interactions lorsque Curiosity est immobile sur le sol martien.
5. Représenter les forces correspondantes au niveau du point C symbolisant le rover avec l'échelle 1 cm pour 1000 N

### Exercice 11 \* ★★

#### Chute d'une bille

On fait l'étude de la chute d'une bille dans le référentiel terrestre. Dans le cas de la figure ①, la chute s'effectue dans l'air ; dans le cas de la figure ②, la chute s'effectue dans un liquide visqueux. Ci-dessous, les chronophotographies des deux chutes :



1° Comment évolue la vitesse de la bille dans l'air ? dans le liquide ?

2° Quel(s) type(s) de mouvement possède la bille lors de la chute dans l'air ? dans le liquide ?

3° Comparer l'intensité de l'action mécanique du fluide (air ou liquide) et l'intensité de l'action mécanique de la Terre :

- a. dans le cas de la figure ① ;
- b. dans le cas de la figure ②.

### Exercice 12 \* ★★

#### Forces d'une interaction gravitationnelle

Le schéma suivant représente la Lune au voisinage de la Terre :



Données :

Distance Terre-Lune :  $d_{TL} = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$  ;

Masse de la Lune :  $m_L = 7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  ;

Masse de la Terre :  $m_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;

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

- 1) Représenter, sans échelle, les forces d'interaction gravitationnelle entre la Terre et la Lune avec la notation appropriée.
- 2) Exprimer vectoriellement ces forces en fonction du vecteur unitaire  $\overrightarrow{u_{L \rightarrow T}}$ .
- 3) Exprimer puis calculer la valeur de ces forces.

### Exercice 13 ★★★

#### Détermination de la masse de la Lune

L'objectif de cet exercice est d'estimer la masse de la Lune sachant que l'intensité du champ de pesanteur lunaire est environ 6 fois inférieure à celle du champ de pesanteur terrestre.

Données :

- Masse de la Terre :  $m_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Rayon de la Terre :  $R_T = 6371 \text{ km}$
- Rayon de la Lune :  $R_L = 1737 \text{ km}$
- Constante de gravitation :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Intensité de pesanteur moyenne sur Terre :  $g_T = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$



1. Donner l'expression littérale de la force de gravitation exercée par la Terre sur un système de masse  $m$  situé à sa surface.
  2. En supposant que le poids terrestre est assimilé à la force de gravitation exercée par la Terre sur ce système, déterminer l'expression littérale du champ de pesanteur terrestre.
  3. Calculer l'intensité du champ de pesanteur terrestre et comparer à la valeur fournie dans les données.
  4. En déduire l'intensité de pesanteur sur la Lune  $g_L$ .
  5. En adaptant l'expression littérale de l'intensité du champ de pesanteur au cas de la Lune, estimer la masse de la Lune.

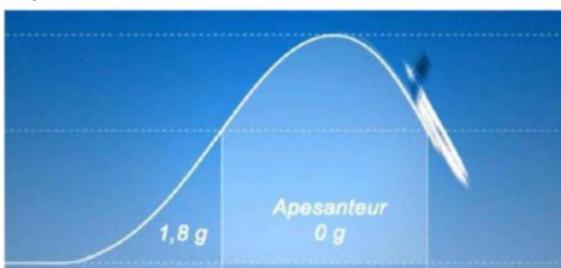
### Exercice 14 \*★★★

#### Vol zéro G

Au printemps 2015, l'airbus A310 Zéro-G a réalisé ses premiers vols scientifiques. Exploitée par une filiale du Centre National d'Études Spatiales (CNES), cet avion permet de simuler des conditions d'apesanteur en décrivant des trajectoires paraboliques. Les scientifiques peuvent ainsi mener des expériences sans avoir recours aux missions spatiales.

Pour que les passagers et le matériel embarqués dans l'Airbus A310 Zéro-G soient en apesanteur dans le référentiel de l'avion, et qu'ils se mettent à y « flotter », il faut que l'avion soit en chute libre.

Dans le référentiel terrestre, un corps est en chute libre lorsque la seule force qui s'exerce sur lui est le poids.



Données : Altitude au départ et à la fin de la parabole : 7 600 m ; Altitude au sommet de la parabole : 8 200 m

1° En détaillant votre raisonnement, montrer que l'intensité de la pesanteur  $g_h$ , en un point situé à l'altitude  $h$  au-dessus de la surface de la Terre, peut s'écrire :

$$g_h = G \times M_T / (R_T + h)^2$$

2° Justifier, à partir du résultat précédent, qu'il est légitime de considérer que l'intensité de la pesanteur est constante lors d'un vol Zéro-G.

### Exercice 15 \*★★★

#### Comment peser la Terre ?

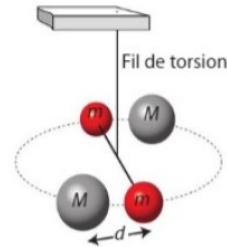
Henry Cavendish est un scientifique britannique du 18<sup>ème</sup> siècle célèbre pour ses mesures précises de la constante de gravitation universelle G.

Cet exercice décrit l'expérience de Cavendish qui permet de déterminer cette constante et d'en déduire la masse de la Terre :

Deux petites sphères de masse  $m = 730 \text{ g}$  sont liées par une tige horizontale, elle-même suspendue à un fil métallique appelé fil de torsion.

Deux grosses sphères de masse  $M = 158 \text{ kg}$  sont approchées à une distance  $d$  des petites sphères ; ce qui crée des forces d'attraction provoquant la torsion du fil. L'angle avec lequel le fil se tord permet de la valeur de ces forces d'attraction.

Pour une distance  $d = 22,5 \text{ cm}$  entre les centres d'une grosse sphère et d'une petite, Cavendish a calculé la valeur de la force entre ces sphères telle que :  $F = 1,54 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ .



Données :

Rayon de la Terre :  $R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km}$ .

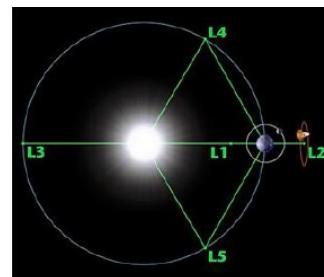
- 1) Reproduire le schéma vu du dessus et représenter la force d'interaction gravitationnelle exercée par une grosse sphère sur la petite sphère la plus proche, sans souci d'échelle.
- 2) A partir de l'expression de la valeur de cette force d'interaction, exprimer puis calculer la constante de gravitation universelle G.
- 3) Une mesure de la valeur du poids d'une petite sphère de masse m a donné  $P = 7,24 \text{ N}$ . En assimilant le poids P à la force d'interaction gravitationnelle de la Terre à sa surface, en déduire la masse de la Terre, notée  $M_T$ .

### Exercice 16 \*★★★

#### Points de Lagrange du système Soleil - Terre

Un point de Lagrange est une position fixe dans le système Soleil-Terre. Il en existe 5 et sont nommés  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  et  $L_5$ .

Le point  $L_1$ , situé entre la Terre et le Soleil est un point privilégié pour l'observation du Soleil ou de la face éclairée de la Terre. On y a donc envoyé plusieurs sondes spatiales comme par exemple l'observatoire solaire SoHO



Données :

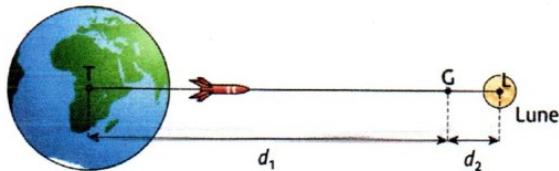
- Masse de la Terre :  $m_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Masse du Soleil :  $m_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Masse de SoHO :  $m = 1850 \text{ kg}$
- Constante de gravitation :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Distance moyenne Terre - Soleil :  $d_{TS} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$
- Position du point  $L_1$  :  $d_{TL1} = 1\% \text{ de } d_{TS}$

1. Calculer la force gravitationnelle  $F_S$  exercée par le Soleil sur SoHO.
  2. Représenter cette force en utilisant l'échelle suivante : 1 cm pour 4 N
  3. Calculer la force gravitationnelle  $F_T$  exercée par la Terre sur SoHO.
  4. La stabilité de la sonde dans l'ensemble Soleil - Terre est due au mouvement de la sonde autour du Soleil à la vitesse  $v$  telle que :  $F_S - F_T = \frac{m \times v^2}{d_{SL1}}$   
Calculer  $v$ .
  5. Décrire le mouvement de la sonde SoHO dans le référentiel héliocentrique et dans le référentiel géocentrique ?

### Exercice 17 \* ★★★

#### La fusée

Une fusée est propulsée de la Terre vers la Lune. Elle est soumise, tout au long de son trajet à deux actions opposées : celle de la Terre et celle de la Lune. Appelons G le point d'équilibre



*Données : Masse de la Terre :  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$  ; Masse de la Lune  $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$  ; Distance Terre-Lune  $D = 384\,400 \text{ km}$ .*

- 1° Donner l'expression des deux actions qui s'exercent sur la fusée.
- 2° Comment varient ces deux actions lorsque la fusée s'éloigne de la Terre ?
- 3° Justifie la notion de « point d'équilibre ».
- 4° Où se situerait ce point G si la Lune et la Terre avaient la même masse ?
- 5° Calculer  $d_1$  et  $d_2$ . Justifier la position de G sur le schéma.

### Exercice 18 \* ★★★

#### Légèreté et pesanteur

Une danseuse étoile se tient en équilibre en effectuant une pointe sur un pied. Malgré cette impression de légèreté, la danseuse est attirée vers le sol avec une force poids de valeur  $P = 459 \text{ N}$ .

*Données :*

*Masse de la danseuse :  $m_d = 47 \text{ kg}$  ;  
Masse de la Terre :  $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  
Rayon de la Terre :  $R_T = 6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$ .  
Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$  ;  
Intensité du champ de pesanteur sur Terre :  $g = 9,77 \text{ N.kg}^{-1}$ .*

- 1) A quelle autre force que le poids la danseuse est-elle soumise ?
- 2) Représenter les forces s'exerçant sur la danseuse en utilisant l'échelle : 1 cm  $\longleftrightarrow$  255 N.
- 3) Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle  $\vec{F}_{T/d}$  exercée par la Terre sur la danseuse.
- 4) Calculer sa valeur  $F_{T/d}$ .
- 5) Comparer avec la valeur du poids. Conclure.
- 6) En utilisant cette conclusion et les expressions de P et  $F_{T/d}$ , montrer que l'expression de g peut s'écrire :  $g = G \frac{m_T}{R_T^2}$ .
- 7) Calculer la valeur de g. Est-elle en accord avec la valeur de l'intensité du champ de pesanteur sur Terre.

