

Séquence 7

Consignes de travail

- ▶ Étudiez le chapitre 9 de physique et les chapitres 1, 2 et 4 de chimie des « Notions fondamentales » :

Physique : La force gravitationnelle

Chimie : Modèle de l'atome, Les éléments chimiques et Classification périodique des éléments

- ▶ Travaillez les cours d'application de physique et de chimie.
- ▶ Travaillez les exercices relatifs à ces chapitres.
- ▶ Résolvez le devoir autocorrectif 3 de physique et de chimie.

Sommaire

1. Pourquoi la Lune ne tombe pas sur la Terre ?

Exercices

2. Éléments chimiques dans l'Univers

Devoir autocorrectif

Partie 1

Physique

Pourquoi la Lune ne tombe pas sur la Terre ?

A

Mouvement d'un projectile sur Terre

1. Projectile lâché sans vitesse initiale

Activité 1

Prenez une feuille de papier A4 dans la main droite et un livre de même format dans la main gauche; lâchez-les à plat d'une hauteur de 1 mètre environ sans vitesse initiale.

a) Les mouvements de ces deux corps sont-ils identiques ?

Posez la feuille de papier A4 sur le livre et laissez-les tomber à plat d'une hauteur de 1 mètre.

b). Les mouvements de ces deux corps sont-ils identiques ?

c) Justifier les différences observées entre les deux expériences effectuées.

Si on lâche une bille et une plume dans un tube où l'on a fait le vide (expérience du tube de Newton); la plume et la bille ont le même mouvement; la trajectoire est verticale.

En chute libre, c'est-à-dire lorsque les corps ne sont soumis qu'à leur poids, le mouvement de ces corps est indépendant de leur masse.

2. Projectile lancé (avec une vitesse initiale)

a - Modifions la valeur de la vitesse initiale lorsque le projectile est lancé horizontalement ($\alpha = 0$).

Activité 2

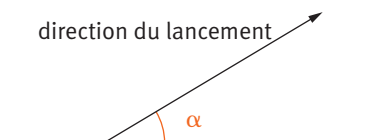
Prenez une bille (ou une balle, ...) et faites la rouler vers le bord d'une table pour qu'elle chute de cette table sur le sol.

Que peut-on dire du point d'impact sur le sol si l'on augmente la vitesse initiale de la bille en la faisant rouler de plus en plus vite ?

b - Modifions la direction du lancement tout en gardant la même valeur de la vitesse.

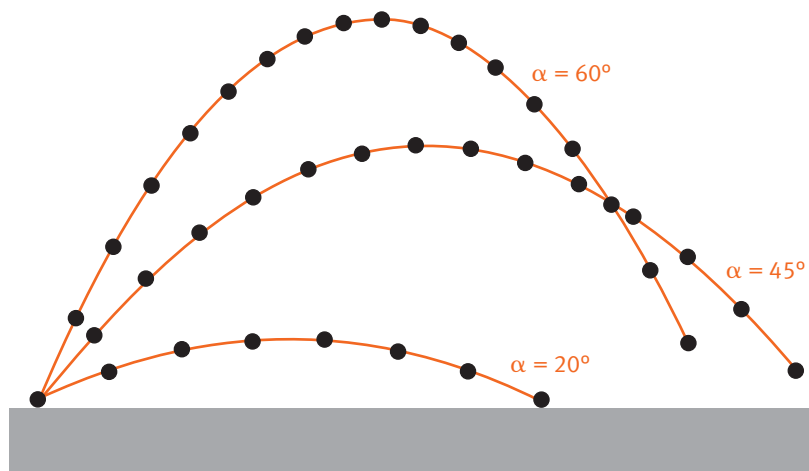
Le projectile est lancé dans l'air. La direction du lancement fait un angle α avec l'horizontale.

On considère que les forces de frottement sont négligeables de même que la Poussée d'Archimède.



Activité 3

- ❶ Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement du projectile ?
- ❷ Pourquoi peut-on dire avec certitude, en observant les trajectoires, que le projectile est soumis à au moins une force ?
- ❸ Quelle est la valeur de l'angle qui permet au projectile d'aller le plus loin ?
- ❹ Quelle est la valeur de l'angle qui permet au projectile d'aller le plus haut ?



La trajectoire est différente suivant la valeur de l'angle de lancement.

Le mouvement d'un projectile est modifié si l'on modifie :

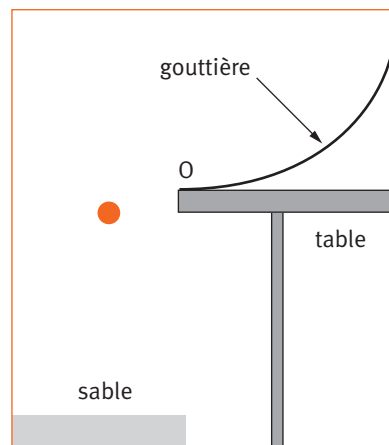
- ✓ la direction du lancement
- ✓ ou la valeur de la vitesse initiale.

3. Etude d'un enregistrement

Activité 4

On étudie le mouvement d'une balle qui tombe d'une gouttière placée sur une table horizontale; ce dispositif permet de faire varier la valeur de la vitesse de la balle lorsqu'elle quitte la table en O.

La chute libre de la balle avec vitesse initiale horizontale a été enregistrée à l'aide d'un appareil de chronophotographie à visée horizontale; cet appareil a été placé face au montage; il a permis d'obtenir



une chronophotographie (intervalle de temps: $1/30^e$ s) du mouvement.
A partir de la reproduction de cette chronophotographie (voir page suivante) marquer le centre de la balle pour chaque position et tracer les horizontales et verticales passant par ces points.

a) Indiquer sur l'axe horizontal Ox à quel niveau se trouve la balle pour chacune de ces positions.

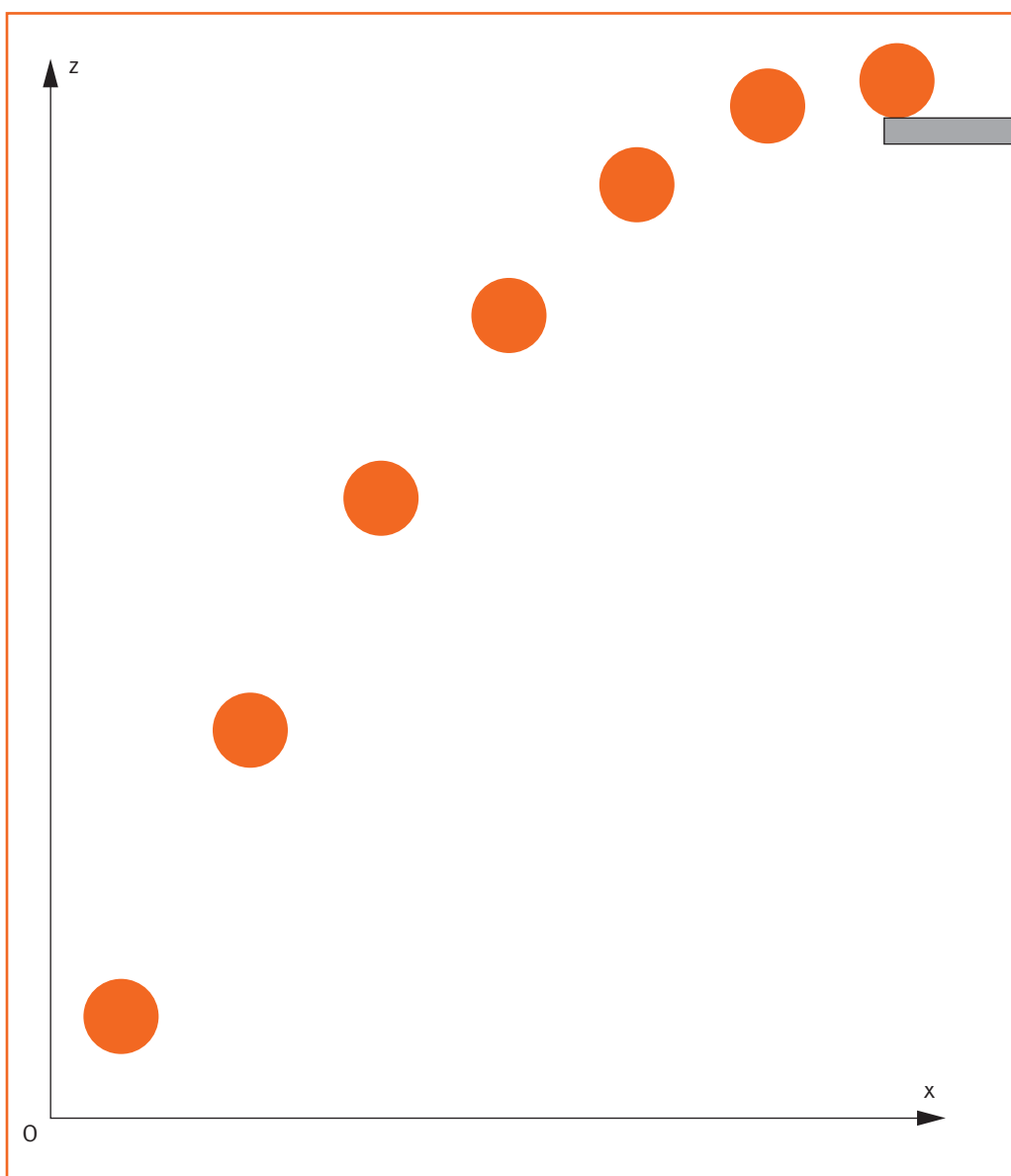
Quelle est la nature du mouvement suivant l'axe Ox c'est-à-dire suivant l'horizontale ?

b) Indiquer sur l'axe vertical Oz à quel niveau se trouve la balle pour chacune de ces positions.

Quelle est la nature du mouvement suivant l'axe Oz c'est-à-dire suivant la verticale ?

c) Sur la reproduction, représenter la force exercée sur la balle (on négligera la force exercée par l'air).

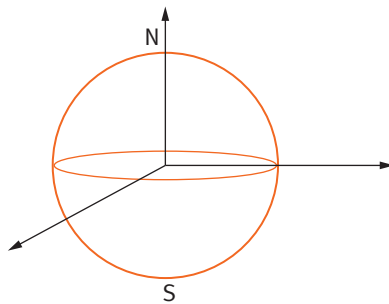
Justifier alors, en utilisant le principe d'inertie, le mouvement horizontal de la balle puis le mouvement vertical de la balle.



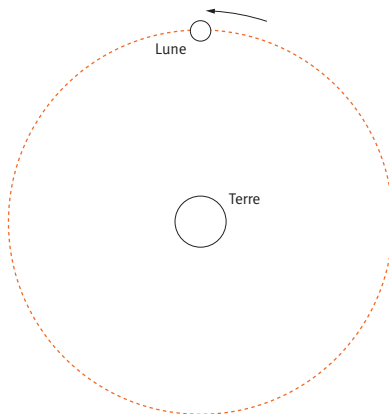
1. Trajectoire de la Lune dans le référentiel géocentrique

Le mouvement de la Lune (comme le mouvement des satellites de la Terre) est étudié dans le référentiel géocentrique.

Le référentiel géocentrique peut être assimilé au globe terrestre privé de son mouvement de rotation autour de lui-même (sur le schéma ci-contre, les trois axes ayant pour origine le centre de la Terre sont dirigés vers des étoiles fixes).



On ne considère que le mouvement de translation circulaire de la Lune.



Activité 5 Dans le référentiel géocentrique, le centre de la Lune tourne autour de la Terre sur une orbite pratiquement circulaire de rayon 384 000 km.

Exprimer et calculer la vitesse de la Lune sachant qu'elle met 29,5 jours pour faire un tour.

2. Principe d'inertie dans le référentiel géocentrique

Le principe d'inertie reste valable dans le référentiel géocentrique.

- Activité 6**
- ❶ Rappeler l'énoncé du principe d'inertie.
 - ❷ Pourquoi peut-on dire avec certitude que la Lune est soumise à au moins une force ?
 - ❸ Quelle est cette force ?

3. Lancement d'un satellite de la Terre

La chute des corps sur Terre ou le mouvement des satellites résultent de la même force: la force gravitationnelle.

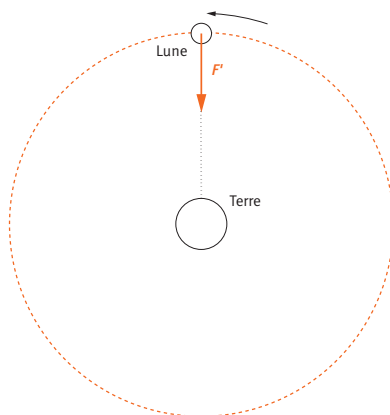
La trajectoire d'un satellite artificiel de la Terre dépend de la vitesse à laquelle il a été lancé.

Le lancement s'effectue en deux phases :

- ✓ une première phase de montée en altitude pour échapper aux forces de frottement de l'atmosphère,
- ✓ suivie d'une deuxième phase de mise en orbite où la direction et la valeur de la vitesse imposent la trajectoire ultérieure.

Pour une vitesse suffisamment élevée, la courbure de la trajectoire devient équivalente à celle de la Terre: l'objet est satellisé.

- Activité 7**
- Le mouvement de la Lune est circulaire uniforme ; on considère que la Lune n'est soumise qu'à la force gravitationnelle exercée par la Terre.*
- La force gravitationnelle est perpendiculaire à la direction du mouvement puisque la direction de cette force passe par le centre de la Terre.*
- On sait aussi qu'une force peut modifier la valeur de la vitesse d'un corps en mouvement et (ou) peut aussi modifier la direction de son mouvement.*



- ① *La vitesse de la Lune est-elle modifiée par la force gravitationnelle ?*
- ② *La direction du mouvement est-elle modifiée par la force gravitationnelle ?*
- ③ *Pourquoi la Lune « ne tombe-t-elle pas » sur la Terre ?*

E

exercices

Exercice 1 *Vrai ou faux*

Répondre par vrai ou faux en justifiant la réponse:

- Le principe d'inertie n'est valable que dans le référentiel terrestre.
- La masse d'un satellite tournant autour de la Terre est brusquement divisée par 2; la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite est donc aussi divisée par 2.
- Les centres de deux boules de pétanque sont distants de 1 m l'un de l'autre; ces boules exercent l'une sur l'autre une force gravitationnelle. Si la distance entre les centres de ces deux boules est multipliée par 2, la valeur de la force gravitationnelle sera divisée par 4.
- La valeur de la force exercée par la Terre sur une pomme est plus importante que la valeur de la force exercée par cette pomme sur la Terre.

Exercice 2 *Interaction entre deux électrons*

Exprimer puis calculer la valeur de la force gravitationnelle existant entre deux électrons de masse $0,91 \cdot 10^{-30}$ kg distants de 10^{-10} m.

Exercice 3 *Balle de tennis*

Données : $m = 58$ g ; $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI; rayon de la Terre : $R_T = 6380$ km ; masse de la Terre : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $g = 9,81$ N.kg $^{-1}$.

- Exprimer et calculer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle F exercée par la Terre sur une balle de tennis de masse m en mouvement.
- Exprimer et calculer la valeur du poids de la balle de tennis.

Exercice 4 *Chute libre d'une boule de pétanque*

On étudie la chute d'une boule de pétanque dans l'air.

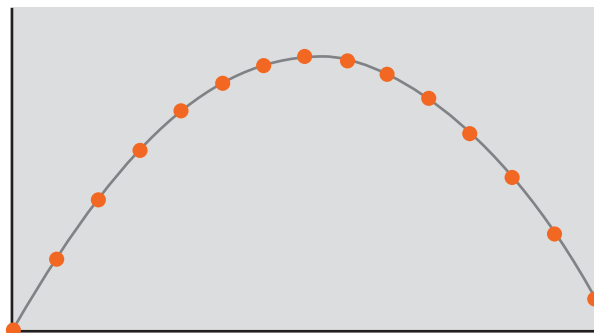
A différentes hauteurs H de chute, on a mesuré la vitesse v atteinte par la boule

H (m)	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
v (m.s $^{-1}$)	0,00	3,13	4,43	6,26	7,67	8,85	9,90

En utilisant votre calculatrice et une feuille de papier millimétré (ou un tableur sur ordinateur), rechercher la relation existant entre v et H pour la chute de la boule; on recherchera une relation de proportionnalité entre v et H ou entre v et $\sqrt{H}$.

Exercice 5 *Trajectoire d'un projectile*

Montrer en utilisant la même méthode que dans l'activité 4 que le mouvement du projectile est uniforme suivant l'horizontale.

**Exercice 6** *Collision entre la Terre et le satellite Météosat*

- ① Faire un schéma comprenant la Terre et la trajectoire circulaire du satellite; représenter sur ce schéma la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite.
- ② Pourquoi le satellite Météosat n'entre-t-il pas en collision avec la Terre alors qu'il subit la force gravitationnelle exercée par la Terre ?

Partie 2

Chimie

Éléments chimiques dans l'Univers

Au sein des étoiles se forment des éléments chimiques qui font partie des constituants de l'Univers. La matière qui nous entoure présente une unité structurale fondée sur l'universalité des éléments chimiques.

L'Univers est constitué d'étoiles, de planètes et parfois d'êtres vivants. La matière est formée par des molécules elles-mêmes constituées d'atomes.

Le **Soleil** est l'étoile centrale de notre système solaire. C'est une étoile émettant de la lumière, et composée d'hydrogène (74% de la masse de l'étoile) et d'hélium (24 % de la masse).

Le Soleil trouve son énergie dans les réactions de fusion nucléaire qui transforment, en son noyau, l'élément hydrogène en élément hélium.

Activité 1 *Définir un élément chimique*

L'équation de réaction nucléaire s'écrit : $4\,{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{X} + 2\,{}^0_{-1}\text{e}$

Activité 2 *Quel élément chimique correspond à X ? Trouver son symbole.*

Activité 3 *Donner la composition de l'atome X.*

Activité 4 *Il existe les noyaux ${}^4_2\text{He}$: et ${}^3_2\text{He}$: Qu'est-ce qui les différencie ? Comment les nomme-t-on l'un par rapport à l'autre ?*

D'autres réactions de fusion successives peuvent se produire dans le cœur de l'étoile pour former par exemple des noyaux de fer.

Activité 5 *Quel est le symbole de l'élément fer ?*

Activité 6 *Un des isotopes du fer contient 30 neutrons et a pour symbole : ${}^{56}\text{Fe}$: Donner la composition de cet atome.*

Activité 7 *Donner la composition de l'ion ${}^{56}\text{Fe}^{3+}$:*

Activité 8 *Quel chimiste a conçu la classification périodique des éléments telle qu'on l'utilise de nos jours et en quelle année ?*

Devoir autocorrectif

Exercice 1 On souhaite comparer l'effet du poids lunaire et l'effet du poids terrestre sur le mouvement d'une boule de pétanque.

Données : masse d'une boule de pétanque : $m = 700 \text{ g}$; masse de la Lune : $M_L = 7,34.10^{22} \text{ kg}$; rayon de la Lune : $R_L = 1738 \text{ km}$; intensité de la pesanteur sur la Lune : $g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1}$; intensité de la pesanteur sur la Terre : $g_T = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$; $G = 6,67.10^{-11} \text{ SI}$.

- 1 a) Exprimer et calculer la valeur P_L du poids d'une boule de pétanque sur la Lune.
b) Exprimer et calculer la valeur F de la force de gravitation exercée par la Lune sur une boule de pétanque.
c) Comparer les valeurs des deux forces et conclure.
- 2 Exprimer et calculer la valeur P_T du poids d'une boule de pétanque sur la Terre.
- 3 La trajectoire d'une boule de pétanque sera-t-elle la même sur la Lune et sur la Terre si on lance la boule avec une vitesse initiale horizontale et de même valeur ?

Exercice 2 Le système de radionavigation par satellite GALILEO repose sur une constellation de trente satellites. Le satellite Giove-B en fait partie et a été lancé en avril 2008.

Données :

Constante de gravitation : $G = 6,67.10^{-11} \text{ SI}$.

La Terre est supposée sphérique et homogène. On appelle O son centre, sa masse $M_T = 5,98.10^{24} \text{ kg}$ et son rayon $R_T = 6,38.10^3 \text{ km}$.

Le satellite Giove-B a une masse $m_S = 500 \text{ kg}$. Il est supposé soumis à la seule interaction gravitationnelle due à la Terre, et il décrit un cercle de centre O, à l'altitude $h = 23,2.10^3 \text{ km}$.

- 1 Dans quel référentiel le mouvement du satellite est-il décrit ?

- 2 Montrer en utilisant le principe d'inertie que le satellite est au moins soumis à une force.
- 6 Sans souci d'échelle, faire un schéma représentant la Terre, le satellite sur sa trajectoire et la force exercée par la Terre sur le satellite.
- 4 En utilisant les notations de l'énoncé, donner l'expression de la valeur de cette force.
- 5 Calculer la valeur de la force exercée par la Terre sur le satellite.

La force exercée par le satellite sur la Terre est-elle inférieure, égale ou supérieure à la force exercée par la Terre sur le satellite.