



Activités de la séquence n°7

Quelques interactions et forces particulières



Fiche de synthèse mobilisée :

Fiche n°7 : interactions et forces particulières



Sommaire des activités

ACTIVITÉ 1 :	le poids des objets, sur Terre et sur la Lune	1
ACTIVITÉ 2 :	la fonte d'un glaçon fait-elle augmenter le niveau de l'eau ?	2
ACTIVITÉ 3 :	le mouvement du parachutiste.....	5

ACTIVITÉ 1 : le poids des objets, sur Terre et sur la Lune

Observer la vidéo d'un astronaute de la mission Apollo 16, effectuant ses travaux sur la surface de la Lune.



Charles Duke lors de la mission Apollo 16 (source : nasa.gov)

On propose ci-dessous 3 affirmations :

- ▶ **Affirmation 1 :** Sur la Lune il n'y a pas d'atmosphère.
- ▶ **Affirmation 2 :** Sur Terre, l'astronaute et son équipement ont une masse d'environ 200 kg mais sur la Lune, cette masse est inférieure à 200 kg.
- ▶ **Affirmation 3 :** L'astronaute est moins attiré vers le bas lorsqu'il est sur la Lune que lorsqu'il est sur la Terre.

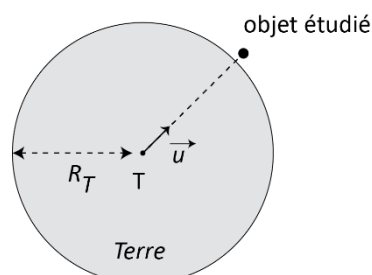
Questions intuitives :

1. Si une ou plusieurs affirmations précédentes vous semblent fausse(s), les rayer au crayon à papier.
2. Parmi les affirmations justes précédentes, laquelle (ou lesquelles) permette(nt) d'expliquer le mouvement particulier de l'astronaute ?

Le poids d'un objet sur Terre

Newton a, le premier, compris que la force qui attire vers le bas les objets au voisinage de la Terre était la même que celle qui attire les astres les uns vers les autres : il s'agit d'une attraction gravitationnelle.

On considère un objet de masse m , positionné très près de la surface de la Terre.





3. Pourquoi peut-on considérer que la distance entre le centre de la terre et l'objet considéré vaut approximativement R_T (le rayon de la terre) ?
4. Exprimer la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur cet objet en fonction de m , M_T , R_T et G . La représenter sur la figure ci-dessus (sans souci d'échelle).
5. On définit le champ de pesanteur terrestre par la relation :

$$\vec{g} = -G \frac{M_T}{R_T^2} \vec{u}$$

\vec{u} étant un vecteur unitaire orienté du centre de la Terre vers celui de l'objet étudié.

Quels sont le sens et la direction du champ de pesanteur \vec{g} ?

6. Quelle est la valeur g du champ de pesanteur terrestre ?

Données :

- Rayon de la Terre : $R_T = 6380$ km ;
- Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24}$ kg.

7. Exprimer la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur l'objet en fonction de \vec{g} .
8. Comment appelle-t-on la force d'attraction gravitationnelle dans ce cas particulier ?

Le poids d'un objet sur la Lune

9. Utiliser les relations obtenues lors des questions précédentes pour calculer la valeur du champ de pesanteur lunaire g_L . La comparer à la valeur du champ de pesanteur terrestre.

Données :

- Rayon de la Lune : $R_L = 1737$ km ;
- Masse de la Lune : $M_L = 7,36 \times 10^{22}$ kg.

10. Si besoin, corriger les réponses aux questions 1 et 2.

ACTIVITÉ 2 : la fonte d'un glaçon fait-elle augmenter le niveau de l'eau ?

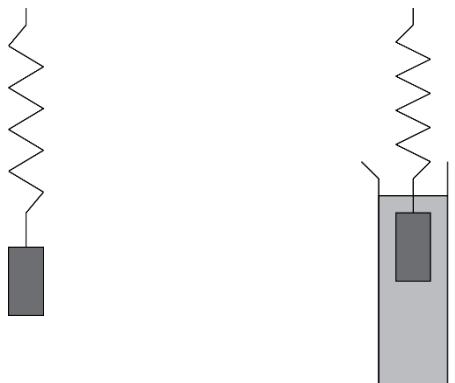
1^{ère} partie : expériences sur la poussée d'Archimède

On dispose du matériel suivant :

- de l'eau distillée (masse volumique : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
- de l'éthanol (masse volumique : $\rho_{\text{éthanol}} = 789 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
- de l'eau salée saturée (masse volumique : $\rho_{\text{eau salée}} = 1,2 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
- des cylindres de même volume mais constitués de matériaux différents : PVC, aluminium, plomb, etc.
- des cylindres de volumes différents mais constitués du même matériau.

Expérience :

- Suspendre un cylindre en plomb à un dynamomètre. Celui-ci permet de mesurer la tension T du ressort.
- Refaire la même expérience, le cylindre étant à présent immergé dans l'eau d'une éprouvette : on mesure à alors une tension T' .



mesures de T (à gauche) et de T' (à droite)



1. Justifier que le poids du cylindre vaut : $P = T$. Un schéma des forces exercées sur le cylindre est attendu pour justifier la réponse.
2. La force exercée par l'eau sur le cylindre est appelée « poussée d'Archimède », notée $\vec{\Pi}$. D'après ce que nous observons, quels sont le sens et la direction de cette force ?
3. Justifier que la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le cylindre vaut : $\Pi = T - T'$.
4. Calculer numériquement la valeur de la poussée d'Archimède exercée sur le cylindre.

Cette méthode sera appliquée pour les mesures de poussées d'Archimède nécessaires à la suite de l'activité.

Influence du volume immergé

5. À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer qualitativement l'influence du volume du solide immergé sur la valeur de la poussée d'Archimède.
6. Après validation par l'enseignant, réaliser le protocole proposé et conclure : de quelle manière le volume immergé du solide influe-t-il sur la valeur de la poussée d'Archimède ?

Influence de la masse du solide

7. À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer qualitativement l'influence du volume du solide immergé sur la valeur de la poussée d'Archimède.
8. Après validation par l'enseignant, réaliser le protocole proposé et conclure : de quelle manière la masse du solide influe-t-elle sur la valeur de la poussée d'Archimède ?

Influence de la masse volumique du liquide

9. À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer qualitativement l'influence de la masse volumique du liquide sur la valeur de la poussée d'Archimède qu'il exerce sur un corps immergé.
10. Après validation par l'enseignant, réaliser le protocole proposé et conclure : de quelle manière la masse volumique du liquide influe-t-elle sur la valeur de la poussée d'Archimède exercée sur le corps immergé ?

Conclusion :

11. Vérifier que les mesures réalisées sont en accord avec le théorème d'Archimède énoncé dans le document ci-dessous.

DOCUMENT 1 : la poussée d'Archimède



Le buste
d'Archimède
Source : Wikipédia

Archimède de Syracuse, en voulant étudier la condition à laquelle un objet flotte lorsqu'il est plongé dans un liquide a, le premier, eu l'intuition de l'existence d'une force que l'on appelle aujourd'hui, en hommage à ses travaux, la poussée d'Archimède.

Le théorème d'Archimède énonce que :

Tout corps plongé dans un fluide au repos subit de la part de celui-ci une force verticale, dirigée vers le haut et de valeur égale à celle du poids du fluide déplacé ; cette force est appelée poussée d'Archimède. Elle vaut donc :

$$\Pi = \rho V_i g$$

ρ étant la masse volumique du fluide et V_i le volume de la partie immergée du solide.

**2^{ème} partie : la fonte d'un glaçon fait-elle augmenter le niveau de l'eau dans un verre ?**

Au début de la séance, l'enseignant a placé un glaçon dans un verre d'eau rempli « à ras-bord ». Cette partie propose de répondre à la question : *lorsque le glaçon aura fondu, le verre débordera-t-il ?*

DOCUMENT 2 : données sur l'eau

La masse volumique de l'eau dépend de son état physique. On donne, dans les conditions de l'expérience proposée dans cette activité, les valeurs :

- à l'état liquide : $\rho_{glace} = 917 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- à l'état solide : $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Même si ces valeurs peuvent varier en fonction de la température et de la pression, la masse volumique de la glace est toujours inférieure à celle de l'eau liquide. Cela fait de l'eau une exception : pour la plupart des autres espèces chimiques, cette comparaison est inversée.

On note :

- V_i le volume de la partie immergée du glaçon ;
- V_{tot} le volume total du glaçon.

Pourquoi le glaçon flotte-t-il ?

12. Exprimer en fonction des données la valeur du poids du glaçon.
13. Exprimer en fonction des données la valeur qu'aurait la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le glaçon s'il était totalement immergé dans l'eau.
14. Comment ces deux expressions permettent-elle de justifier que le glaçon flotte à la surface de l'eau ?
15. Proposer, en généralisant l'étude précédente, un critère permettant de savoir si un objet solide flotte ou coule lorsqu'il est plongé dans un liquide.

Le verre va-t-il déborder ?

16. Lorsqu'il flotte à la surface de l'eau, comparer les valeurs de la poussée d'Archimède Π exercée sur le glaçon à celle de son poids P . Justifier à l'aide d'une loi apprise en classe de 2^{nde}.
17. Dédurre de l'égalité précédente l'expression du volume immergé du glaçon avant qu'il n'ait fondu :

$$V_i = \frac{\rho_{glace}}{\rho_{eau}} V_{tot}$$

18. Lorsqu'il aura fondu, la masse d'eau venant du glaçon sera identique à la masse initiale du glaçon. Exploiter cette information pour exprimer, en fonction des données, le volume d'eau V_{eau} apporté par la fonte du glaçon. Conclure : le verre d'eau va-t-il déborder ?



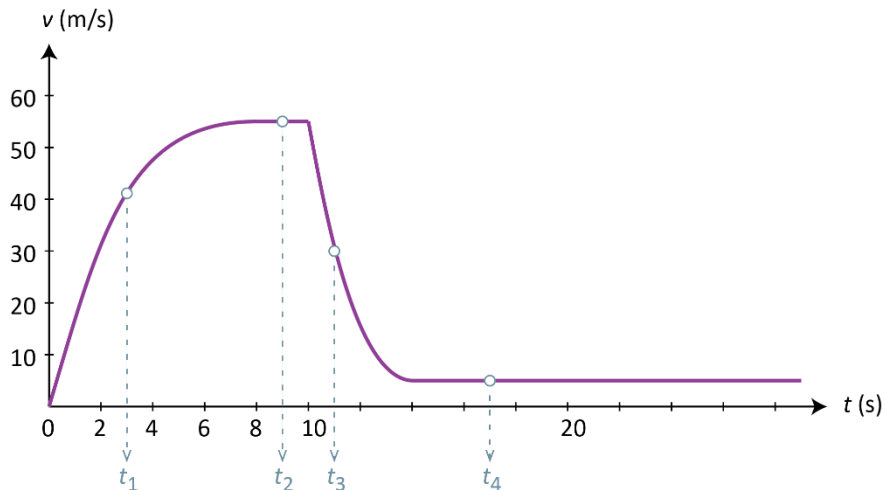
ACTIVITÉ 3 : le mouvement du parachutiste

DOCUMENT : la force de frottement

Lorsqu'un solide est en mouvement dans un fluide, le fluide exerce sur lui une force tangente à sa trajectoire, de sens opposé à celui de son vecteur-vitesse, appelée « force de frottement ».

Cette force a une origine différente de la poussée d'Archimède.

On étudie dans cette activité le mouvement d'un parachutiste. L'instant où il saute de son avion est pris comme origine des dates : $t = 0$. Sa vitesse est mesurée à intervalle de temps réguliers et représentée graphiquement en fonction du temps ci-dessous :



Le système étudié est l'ensemble parachutiste + parachute (que celui-ci soit fermé ou ouvert).

1. À quelle date le parachutiste a-t-il ouvert son parachute ? Justifier à l'aide du graphique.
2. On propose ci-dessous 3 schémas des forces qui s'exercent sur la parachutiste :

Schéma des forces :			
Date(s) :			
Nature du mouvement :			

Compléter le tableau en associant à chacun de ces schémas les dates auxquelles ils sont valables, parmi les dates t_1 , t_2 , t_3 et t_4 repérées sur le graphique et en précisant la nature du mouvement du parachutiste (que l'on suppose rectiligne en première approximation).

3. La valeur de la force de frottement exercée par l'air sur la parachutiste s'exprime par la relation : $f = kv^2$. Selon cette relation, comment évolue la valeur de la force de frottement en fonction de la vitesse du solide en mouvement ? Vérifier que le tableau de la question précédente est compatible avec cette affirmation.
4. Citer deux facteurs dont dépend la grandeur « k » intervenant dans l'expression de la force de frottement. Exploiter le tableau précédent et/ou votre intuition pour répondre.