

Petites questions de mécanique

Vous trouverez dans ce document des petites questions de mécanique pour vous aider à réfléchir sur les notions abordées en cours/TD. Il s'agit de questions très courtes, auxquelles vous pourrez répondre pratiquement sans calcul. Quelques questions plus difficiles, signalées par un astérisque*, nécessiteront un peu plus de réflexions. Attention, certaines questions sont des pièges ... et il ne suffit pas de donner la bonne réponse, il faut savoir la justifier correctement !

Le document est divisé en 4 chapitres : cinématique, lois de Newton, énergie et systèmes de particules-collisions. Ces questions ne seront pas abordées en cours/TD, vous devrez y réfléchir à la maison et je mettrai en ligne les corrigés au fur et à mesure de l'avancement du cours. Evidemment, si vous avez des questions, n'hésitez pas à les poser à votre enseignant !

Attention : pour réviser vos examens, il ne faut pas se contenter de savoir faire ces questions ! Il faut aussi s'entraîner à faire des exercices plus calculatoires, semblables à ceux faits en TD. Pour cela, je vous recommande vivement de faire des exercices supplémentaires (cf livres de méca, annales ...).

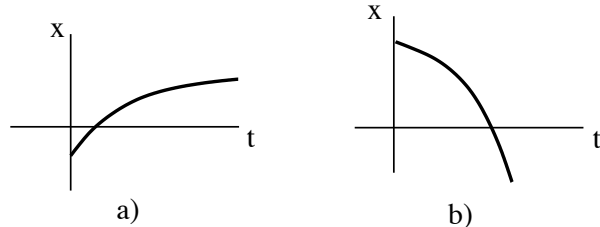
Remarque pratique : pour toutes les questions, on prendra la verticale selon z et le sol à $z = 0$, on négligera les frottements de l'air sauf indication contraire et on considérera les cordes et poulies idéales (sans masse et sans frottement).

Références :

- *La physique en questions : Mécanique*, de J-M. Lévy-Leblond, Vuibert (1998)
- *Les 1001 questions de la physique en prépa*, de C. Garing, A. Lhopital, Ellipses (2007)
- *Les lois du monde* (2003), *Le monde a ses raisons* (2006), *La physique buissonnière* (2010), de R. Lehoucq, J-M. Courty, E. Kierlik, Belin : compilations des articles publiés dans la chronique « Idées de Physique » de la revue *Pour la Science*.

1 Cinématique

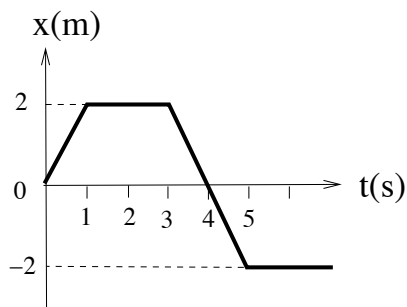
- 1.1. Si la vitesse moyenne d'un objet est nulle, il demeure nécessairement immobile. Vrai ou faux ?
- 1.2. Deux graphiques représentent le mouvement en fonction du temps de deux objets se déplaçant le long de l'axe des x .



Lequel se déplace dans le sens des $x > 0$? des $x < 0$?

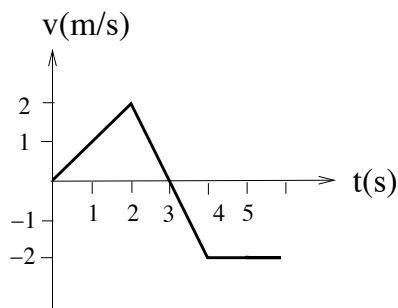
Lequel va de plus en plus vite ? de moins en moins vite ?

1.3. Le graphique ci-contre montre la position d'un train en fonction du temps.



Représenter la vitesse du train en fonction du temps.

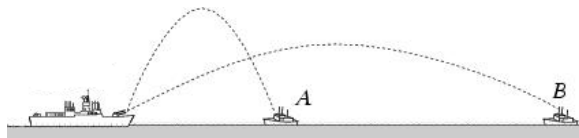
1.4. À l'aide du graphique de la vitesse en fonction du temps pour une particule en mouvement à une dimension :



Tracez l'accélération de la particule en fonction du temps. Calculez le déplacement de la particule entre $t = 0$ s et $t = 5$ s.

- 1.5. Si un corps décrit un mouvement rectiligne, que peut-on dire : de la direction de sa vitesse ? de la force qu'il subit ?
- 1.6. Quelle est la définition d'une chute libre ?
- 1.7. Un corps soumis à une force constante, décrit-il toujours un mouvement rectiligne ?
- 1.8. Un corps peut-il avoir une accélération non nulle à un instant où sa vitesse est nulle ?

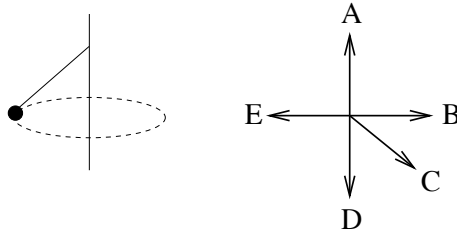
- 1.9. On lance une balle vers le haut et à la verticale : lors de la montée, la vitesse de la balle diminue (la balle ralentit) et lors de la descente, sa vitesse augmente (la balle accélère).
Indiquer le signe de l'accélération lors de la montée et lors de la descente.
- 1.10. Lors d'un tir parabolique, la vitesse est nulle au sommet de la trajectoire. Vrai ou faux ? Justifiez votre réponse.
- 1.11. Vous lancez une balle à la verticale avec une vitesse \vec{v}_0 tout en marchant à la vitesse constante \vec{v}_1 sur une route horizontale.
La balle tombe-t-elle devant vous, sur vous ou derrière vous ? Justifier.
[Voir la vidéo en ligne]
- 1.12. Lors d'une chute libre, lorsqu'on cherche l'instant t pour lequel le projectile frappe le sol, on n'a qu'à poser $\vec{v}(t) = \vec{0}$. Vrai ou faux ?
- 1.13. Une boule en bois de 1 kg et une boule en plomb de 10 kg sont lancées vers le haut d'un même point avec le même vecteur vitesse.
Laquelle des deux boules montera le plus haut ? Laquelle arrivera la première au sol ? On négligera la résistance de l'air.
- 1.14. On lâche une balle A (sans vitesse initiale) à 1 m au-dessus du sol. Au même instant, on lance une balle B horizontalement à 1 m au-dessus du sol.
Quelle balle touche le sol en premier ? *[Voir la vidéo en ligne]*
- 1.15. Une balle lancée en l'air à la verticale revient dans la main du lanceur.
Lequel des deux trajets, montée ou descente, est le plus long ? On négligera la résistance de l'air.
- 1.16. Un navire de guerre lance simultanément deux obus. La vitesse de départ des obus n'est pas nécessairement la même. Les deux obus suivent les deux trajectoires illustrées sur la figure. On négligera la résistance de l'air.



Lequel des obus touche sa cible en premier ? *[Voir la vidéo en ligne]*

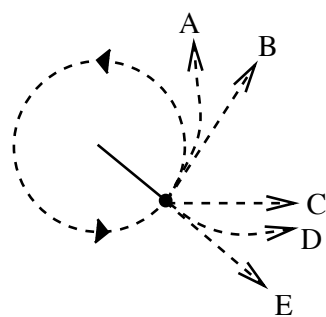
- 1.17. Rappeler la définition de la vitesse angulaire.
Rappeler la définition d'un mouvement circulaire uniforme.
- 1.18. Une voiture qui décrit un cercle à vitesse constante a une accélération nulle.
Vrai ou faux ?

1.19. Une balle décrit un mouvement circulaire uniforme comme indiqué sur la figure.



Dans quelle direction est la résultante des forces exercées sur la balle ?

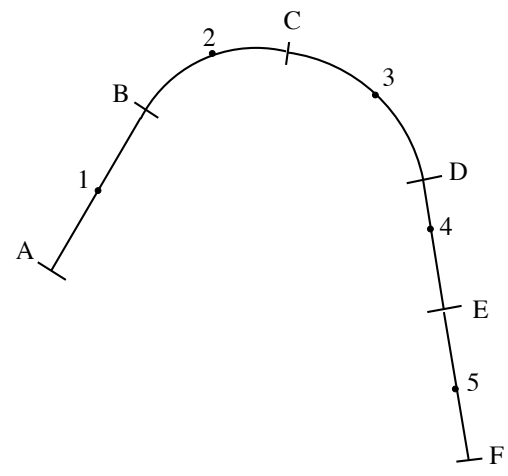
1.20. Une balle est attachée à une corde et on lui fait parcourir une trajectoire circulaire dans un plan horizontal telle qu'illustrée sur la figure. Au point indiqué sur la figure, la corde casse.



Dans quelle direction partira la balle ?

Quelle sera alors la trajectoire de la balle ?

1.21. * Une voiture roule à vitesse constante (en norme) entre A et C, puis accélère jusqu'en E, puis garde une vitesse constante jusqu'en F. On supposera pour simplifier que les parties courbes de la trajectoire sont des arcs de cercles.

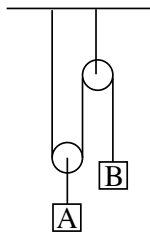


Tracer qualitativement le vecteur accélération de la voiture aux points : 1, 2, 3, 4 et 5.

- 1.22. La pluie tombe verticalement à une vitesse constante \vec{V}_P . Une voiture roule sur une route droite et horizontale à une vitesse constante \vec{V} .
Quel est l'angle α par rapport à la verticale sous lequel le conducteur voit la pluie tomber ?
A. N. : $V_P = 30 \text{ km/h}$ et $V = 30 \sqrt{3} \text{ km/h}$.

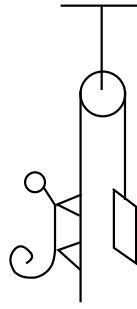
2 Lois de Newton

- 2.1. Un objet au repos est posé sur une surface horizontale. Si on incline la surface, alors la norme de la force normale exercée par la surface sur l'objet : diminue, reste la même ou augmente ?
- 2.2. * Une balance mesure directement la masse d'un objet. Vrai ou faux ?
- 2.3. Pour faire glisser une caisse sur le sol, vous devez exercer une force supérieure en module à la force qu'elle exerce sur vous. Vrai ou faux ?
- 2.4. Debout sur le sol, vous tenez dans votre main une corde à laquelle est suspendue une pierre. La force de réaction (au sens de la 3ème loi de Newton) associée à la force de gravité agissant sur la pierre est la force exercée :
a) par la corde sur votre main b) par la pierre sur la Terre c) par la pierre sur la corde d) par votre corps sur la Terre ?
- 2.5. Lorsqu'une personne se tient debout et immobile sur une table, son poids et la force normale exercée par la table forment une paire action/réaction. Vrai ou faux ?
- 2.6. Les tensions qu'exercent une corde à ses extrémités forment-elles une paire action/réaction ?
- 2.7. * Un gros camion entre en collision avec une voiture qui circule en sens inverse sur une route horizontale.
Pourquoi vaut-il mieux être un passager du camion plutôt que de la voiture ?
- 2.8. Les blocs sur la figure sont à l'équilibre.



Quel est le bloc de plus grande masse ?

- 2.9. * Une corde pendante sur une poulie relie un singe et un miroir de même masse. Le miroir et le singe sont à une même hauteur. Effrayé par son image, le singe tente d'y échapper en grimpan le long de la corde.



Que fait le miroir ?

- 2.10. En quelle unité SI. s'exprime la raideur d'un ressort ?
Deux ressorts ont des raideurs k_1 et k_2 telles que $k_2 > k_1$. Lequel est le plus facile à comprimer ?
- 2.11. Une masse m est fixée à l'extrémité d'un ressort. On tire ensuite sur le ressort et on laisse osciller la masse verticalement. Laquelle des affirmations est correcte ?
a) Au point le plus bas et au point le plus haut du mouvement, la force nette sur la masse est nulle.
b) Au point le plus haut du mouvement la force nette sur la masse est vers le bas et au point le plus bas du mouvement, la force nette sur la masse est vers le haut.
c) Au point le plus haut du mouvement la force nette sur la masse est vers le haut et au point le plus bas du mouvement, la force nette sur la masse est vers le bas.
- 2.12. Quelle est la dimension des coefficients de frottement μ_s et μ_d ?
- 2.13. On pousse un bloc de masse m avec une force \vec{F} horizontale sur un sol horizontal. Mais on ne pousse pas très fort et le bloc ne bouge pas à cause du frottement statique entre le bloc et le sol. Laquelle des affirmations suivantes est nécessairement correcte ?
a) $\|\vec{f}_s\| = \mu_s mg$ b) $\|\vec{f}_s\| > \|\vec{F}\|$ c) $\|\vec{f}_s\| = \|\vec{F}\|$ d) $\|\vec{f}_s\| < \|\vec{F}\|$.
- 2.14. On exerce une poussée horizontale \vec{F} sur un livre de masse m de façon à le plaquer contre un mur vertical.
Quelle est la force qui fait que le livre ne tombe pas ?
Quelle est la condition sur $\|\vec{F}\|$ pour que le livre ne glisse pas ?
- 2.15. Quelle est la force qui nous fait avancer quand on marche ? Expliquez.
- 2.16. On souhaite déplacer une lourde caisse en la tirant sur le sol horizontal. Pour réduire l'effort, on met la face de plus petite surface sur le sol. A-t-on raison ?
- 2.17. * On a vu que les frottements ne dépendent pas de la surface de contact. Alors, pourquoi les pneus des voitures de course sont-ils plus larges ?

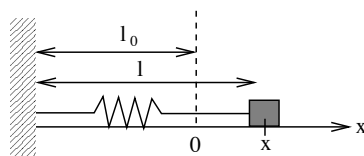
- 2.18. En cas d'urgence, pour s'arrêter sur la plus petite distance, il faut bloquer les roues. Vrai ou faux ?
On donne les coefficients de frottement entre les roues et la route (sur route sèche) : $\mu_s = 0.9$ et $\mu_d = 0.8$.
- 2.19. Le frottement s'oppose au mouvement. Etes-vous d'accord ?
- 2.20. Indiquer la direction de la force de frottement qui s'exerce sur une voiture prenant un virage surélevé sans déraper.
- 2.21. Pourquoi relève-t-on les virages sur certaines autoroutes, sur les pistes de vélodromes ou sur les pistes de bobsleigh ?



- 2.22. Pourquoi la glace est-elle si glissante ?

3 Energie

- 3.1. L'énergie potentielle de pesanteur augmente ou diminue avec l'altitude ?
- 3.2. Une personne descend une caisse verticalement à l'aide d'une corde. Quel est le signe du travail de la force de gravitation ? du travail effectué par la personne ?
- 3.3. On monte un bloc le long d'une pente en le tirant à l'aide d'une corde. Représentez toutes les forces qui agissent sur le bloc et indiquez le signe de leur travail pendant la montée du bloc.
- 3.4. On lance une balle d'une même hauteur avec une vitesse de norme v_0 dirigée soit vers le haut, soit vers le bas. Dans quel cas sa vitesse au sol est la plus grande ?
- 3.5. Une balle est lancée en l'air à la verticale.
Quelle est la vitesse de la balle lorsqu'elle revient dans la main du lanceur lorsque les frottements sont négligeables ?
Si les frottements avec l'air sont appréciables, que devient cette vitesse ?
- 3.6. Marie et Alice se balancent côte à côte sur deux balançoires identiques. Marie, la plus jeune, est plus légère. Leurs parents les lâchent simultanément sans élan à partir de positions initiales identiques.
Laquelle des deux fillettes passe à la verticale avec la plus grande vitesse ? Laquelle remonte le plus haut ?
On négligera les frottements et la résistance de l'air.
- 3.7. Une masse posée sur une table est accrochée à un ressort horizontal. On tire sur la masse et on la relâche sans vitesse initiale.



- A quelle position la masse a-t-elle la vitesse la plus grande ? On négligera les frottements.
- 3.8. * Au flipper, le contact entre la bille et le ressort cesse au début de la détente ? à la fin ? ou au passage à la position d'équilibre ?
- 3.9. Pourquoi la force de frottement n'est pas conservative ?
- 3.10. Calculer la distance de freinage d'une voiture de masse m roulant à une vitesse \vec{v}_0 sur une route horizontale lorsqu'elle bloque les roues. Le coefficient de frottement entre les pneus et la route est μ_d .

Que devient cette distance de freinage si la masse de la voiture est 2 fois plus grande ? si la vitesse de la voiture avant le freinage est 2 fois plus grande ?

A.N : $v_0 = 90 \text{ km/h}$ et $\mu_d = 0.8$ (sur route sèche)

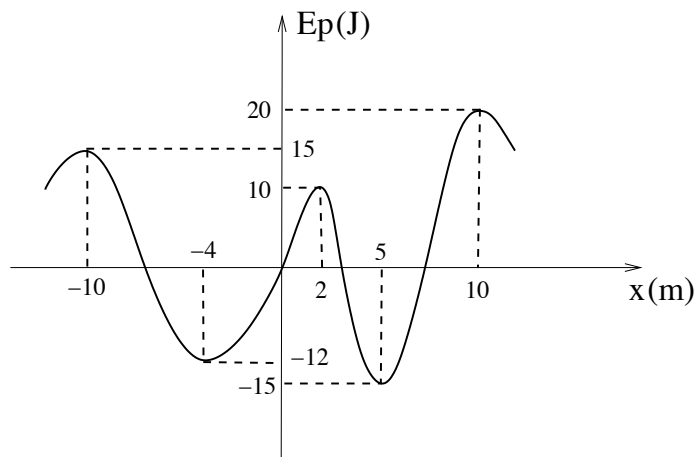
3.11. * L'énergie cinétique d'un sauteur à la perche correspond à une vitesse horizontale. Expliquer comment cette énergie est transférée verticalement.

3.12. * Sachant qu'un athlète atteint la vitesse de 10 m/s avant un saut, estimez à l'aide d'un calcul simple de mécanique, la longueur maximale d'un saut en longueur. Comparez au record du monde ($8,95 \text{ m}$) et commentez.

Estimez maintenant pour ce même athlète, la hauteur maximale d'un saut en hauteur. Comparez au record du monde ($2,45 \text{ m}$) et commentez.

Estimez maintenant la hauteur maximale d'un saut à la perche. Comparez au record du monde ($6,14 \text{ m}$) et commentez.

3.13. Un objet de 2 kg se déplace dans un champ de forces dérivant de l'énergie potentielle $E_p(x)$ représentée ci-dessous.



Si l'objet a une vitesse de 2 m/s vers les x positifs quand il est à $x = -10 \text{ m}$:

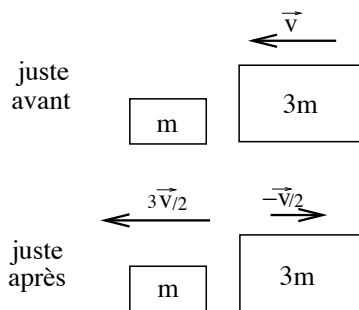
Pourra-t-il atteindre $x = 10 \text{ m}$? Quel sera le mouvement de l'objet ?

Quelle sera sa vitesse la plus grande ? la plus petite ?

Que vaut la force lorsque l'objet est à $x = 2 \text{ m}$? à $x = 5 \text{ m}$?

4 Systèmes de particules - Collisions

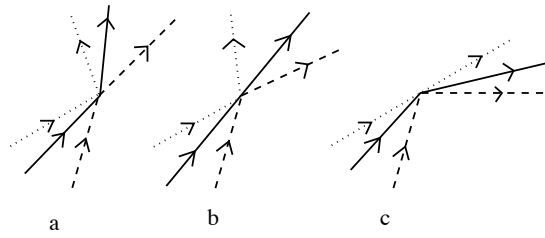
- 4.1. Est-il possible que le centre de masse d'un sauteur en hauteur passe sous la barre ?
- 4.2. Expliquer pourquoi un canon recule lorsqu'il tire un boulet.
L'énergie cinétique du système {canon+boulet} augmente. Expliquer pourquoi.
- 4.3. Lorsqu'on marche dans une barque flottant sur l'eau, elle se déplace dans la direction opposée. Pourquoi ?
Quel est le mouvement du centre de masse du système {barque+personne} ?
- 4.4. Un palet A de masse m subit une collision frontale sur une surface horizontale sans frottements avec un palet B de masse $3m$. Leurs vitesses sont indiquées sur la figure ci-dessous.



Cette collision est-elle possible ?

- 4.5. Deux billes de même masse m et de vitesses initiales respectives \vec{v} et $-\vec{v}$ subissent un choc frontal élastique. Après le choc :
- Les billes ont une vitesse finale nulle car toute l'énergie cinétique est dissipée en chaleur.
 - Les billes repartent en sens inverse avec une vitesse de même norme v .
 - Les billes repartent ensemble dans la même direction avec une vitesse de norme $2v$.
- 4.6. * On réalise deux tests de collisions avec des voitures de même masse m lancées avec une vitesse initiale de même norme v_0 .
Dans le 1er test, une voiture fonce dans un mur rigide et s'immobilise.
Dans le 2ème test, deux voitures entrent en collision frontale et demeurent soudées après la collision.
Dans quel cas les mannequins subissent les dommages les plus importants ?
- 4.7. * A la pétanque, on appelle « carreau » une collision de plein fouet, où la boule tirée s'arrête net en percutant la boule cible, laquelle est éjectée. Est-il possible de faire un carreau sur le cochonnet ? On considérera la collision élastique.

4.8. Deux rondelles de hockey glissant sur la glace entrent en collision.



Lequel des trois choix de la figure représente les trajectoires suivies par ces rondelles et la trajectoire de leur centre de masse ?