

1 Distance, vitesse et accélération

1.1 Distance et déplacement

Le déplacement d'un objet (comme une voiture) est la distance entre la position initiale de cet objet et la position finale de cet objet. La distance s'exprime dans des unités tels que le mètre (m) ou le kilomètre (km).

$$\text{déplacement}(d) = \text{position}_{finale} - \text{position}_{initiale}$$

1.2 Temps

Le temps absolu est la date et l'heure précise à laquelle un événement s'est déroulé. Le temps de déplacement est un temps relatif qui correspond à la différence entre le temps absolu final et le temps absolu initial. Le temps relatif s'exprime dans des unités tels que l'heure (h), la minute (min) ou la seconde (s).

$$\text{temp}_{déplacement} = \text{temps}_{finale} - \text{temps}_{initiale}$$

1.3 Vitesse

La vitesse du déplacement est le rapport entre le déplacement sur le temps du déplacement. Il exprime la rapidité du déplacement. Ses unités sont le m/s ou le km/h .

$$\text{vitesse}(v) = \frac{\text{déplacement}}{\text{temps}}$$

1.4 Accélération

L'accélération correspond à l'augmentation (ou la diminution) de vitesse par unité de temps. Il exprime la variation de la rapidité du déplacement. Ses unités sont le m/s^2 ou le $km/h/s$ (cette unité correspond donc au nombre de km/h gagné ou perdu par seconde).

$$\text{accélération}(a) = \frac{\text{vitesse}_{finale} - \text{vitesse}_{initiale}}{\text{temps}}$$

L'accélération la plus connue est l'accélération terrestre standard, soit $9.81m/s^2$.¹

Cette accélération est parfois notée g par certains enseignants. Nous préférons a_t qui exprime toujours qu'il s'agit bien d'une accélération.

1. à 45 degrés de latitude au niveau de la mer.

2 Force et énergie mécanique

2.1 Masse, Force et poids

La masse d'un objet correspond à la quantité de matière, c'est-à-dire au nombre et type de molécules qui composent l'objet. Cette quantité est donc invariable. Cette masse s'exprime en gramme (g), kilogramme (kg).

La force est l'action effectuée sur un objet pour produire son déplacement. Cette action dépend de la masse de cet objet.

$$Force(F) = masse \times accélération$$

L'unité de la force est le Newton (N) qui est égale à des $\frac{kg \cdot m}{s^2}$. Cependant, il est courant d'utiliser le kilogramme-force (kgf), qui correspond au poids de un kilogramme soumis à l'accélération terrestre standard.

Le poids d'un objet est la force de l'objet due à l'accélération terrestre. Sur Terre, le poids d'un objet est donc variable suivant l'altitude ou la position par rapport à l'équateur. Sur la Lune, par exemple, l'accélération est six fois moindre. Le poids sera donc aussi six fois moindre.

$$Poids(F) = masse \times a_t$$

Il est courant dans le langage populaire de confondre poids et masse. En effet, les « balances » commerciales ne mesurent pas la masse, mais bien le poids. Elle n'indique donc pas des kilogrammes, mais bien des kilogrammes-force.

2.2 Énergie mécanique

L'énergie mécanique correspond à une force appliqué sur une certaine longueur. L'unité de l'énergie est le joule (J), c'est-à-dire des $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$. La formule générale de l'énergie mécanique est reprise ci-dessous.

$$\acute{E}nergie_{m\acute{e}canique}(E_{meca}) = Force \times distance$$

2.2.1 Énergie potentielle

L'énergie potentielle est l'énergie stockée dans l'objet du fait de sa hauteur. La formule permettant de calculer l'énergie potentielle est directement dérivée de la formule générale de l'énergie mécanique où la force est le poids.

$$\acute{E}nergie_{potentielle}(E_p) = Poids \times hauteur$$

$$\acute{E}nergie_{potentielle}(E_p) = masse \times a_t \times hauteur$$

2.2.2 Énergie cinétique

L'énergie cinétique est l'énergie contenue dans un objet en mouvement.

$$\acute{E}nergie_{cin\acute{e}tique}(E)_c = \frac{masse \times vitesse^2}{2}$$

2.2.3 Pendule

Le pendule est un système simple permettant de convertir de l'énergie potentielle en énergie cinétique et vice et versa.

Dans un tel système, lorsque le pendule atteint ses points le plus haut, son énergie cinétique est nulle, c'est-à-dire que sa vitesse est nulle, mais son énergie potentielle est maximale. Par contre, lorsqu'il atteint son point le plus bas, son énergie potentielle est nulle et son énergie cinétique est maximale, et donc sa vitesse.

Situation A

$$v = 0 \text{ m/s}$$

$$E_c = 0 \text{ J}$$

$$E_p = m \times a_t \times h$$

$$= 0,1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,2\text{m}$$

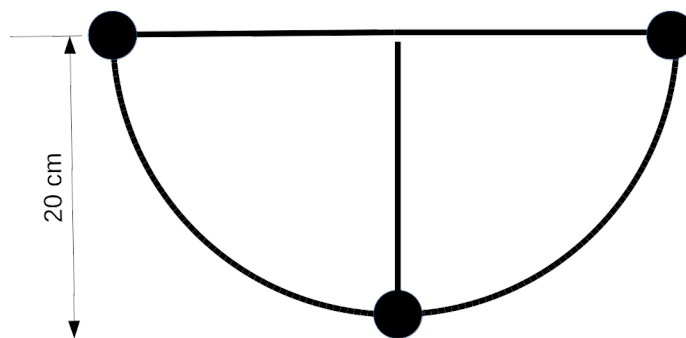
$$= 0,1962 \text{ J}$$

Situation C

$$v = 0 \text{ m/s}$$

$$E_c = 0 \text{ J}$$

$$E_p = 0,1962 \text{ J}$$



Masse du pendule = 100 grammes (0,1 kg)

Situation B

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$E_c = m \times v^2 / 2$$

$$= 0,1 \text{ kg} \times (2 \text{ m/s})^2 / 2$$

$$E_p = 0 \text{ J}$$

FIGURE 1 – Le pendule.

3 Inertie et frottements

3.1 Inertie

L'inertie d'un objet est sa capacité à conserver son mouvement. C'est le comportement standard, en l'absence de frottement (par exemple dans l'espace), un objet conserve sa vitesse même s'il n'est plus soumis à aucune force.

3.2 Frottements

Sur Terre, nous avons l'habitude que si un objet n'est plus soumis à aucune force, à un moment donné, il s'arrête. Cela est dû aux forces de frottement soit de l'air, soit d'un autre objet solide.

3.2.1 Frottement de l'air

Tout objet sur Terre qui se déplace subit une force contraire à son avancement dû au fait qu'il doit "écarter" les molécules d'air qui se trouvent devant lui, c'est-à-dire des molécules d'oxygène et d'azote. On appelle cela le frottement de l'air.

Les avions en se déplaçant en haute altitude permettent de limiter ces frottements. En effet, plus l'altitude est importante, plus la densité de l'air est faible.

3.2.2 Frottements mécaniques

Les frottements mécaniques sont dus à la transmission des forces entre deux pièces mécaniques. Il peut s'agir de d'engrenages, de courroies de transmission, Dans de nombreux cas, on essaiera de minimiser ces frottements (boîte de vitesse des voitures, chaîne/plateau des vélos, ...). Mais, il peut arriver que l'on tente au contraire de les maximiser (freins de vélos, disques de freinage des voitures, ...).

4 Quelques applications

4.1 Vitesse, durée et distance

4.1.1 Exercice 1

Soit un avion parcourant 4000 km en 4 heures, quelle est sa vitesse ?

4.1.2 Exercice 2

Soit une voiture se déplaçant à 100 km/h, en combien de temps parcourra-t-elle 250 km ?

4.1.3 Exercice 3

Soit un vélo se déplaçant à 15 km/h durant 1 heure et 15 minutes, quelle distance parcourra-t-il ?

4.2 Freinage d'une automobile et distance d'arrêt

Une voiture freine grâce à des disques sur lesquelles frotte des plaquettes. Toute l'énergie cinétique se convertit ainsi en chaleur. Les plaquettes chauffent et s'usent, elles doivent donc être remplacées régulièrement.

Soit une voiture roulant à 90km/h sur une route forestière et disposant d'un dispositif de freinage permettant une décélération maximale de 18km/h par seconde. le conducteur aperçoit un arbre tombé sur la route à 150 mètres de lui. Pourra-t-il l'éviter ?

<i>Temps (seconde)</i>	<i>Distance parcourue (mètre)</i>	<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>Vitesse (m/s)</i>
0	0	90	25
1	27,5	72	20
2	60	54	15
3	97,5	36	10
4	140	18	5
5	187,5	0	0

FIGURE 2 – Tableau de freinage d'une décélération de 5 m/s (soit 18km/hs).

4.3 Impact en cas d'accident d'une automobile

Si une voiture n'arrive pas à s'arrêter avant l'obstacle, toute l'énergie cinétique du véhicule et de ses passagers sera dissipée par leurs déformations. La structure du véhicule, les ceintures de sécurité et les airbags sont là pour éviter que l'absorption du choc se concentre sur les passagers.²

2. Notamment, les voitures sont spécialement étudiées pour se déformer « en accordéons » afin d'absorber l'énergie cinétique.

Table des matières

1	Distance, vitesse et accélération	1
1.1	Distance et déplacement	1
1.2	Temps	1
1.3	Vitesse	1
1.4	Accélération	1
2	Force et énergie mécanique	2
2.1	Masse, Force et poids	2
2.2	Énergie mécanique	2
2.2.1	Énergie potentielle	2
2.2.2	Énergie cinétique	2
2.2.3	Pendule	3
3	Inertie et frottements	4
3.1	Inertie	4
3.2	Frottements	4
3.2.1	Frottement de l'air	4
3.2.2	Frottements mécaniques	4
4	Quelques applications	5
4.1	Vitesse, durée et distance	5
4.1.1	Exercice 1	5
4.1.2	Exercice 2	5
4.1.3	Exercice 3	5
4.2	Freinage d'une automobile et distance d'arrêt	5
4.3	Impact en cas d'accident d'une automobile	5