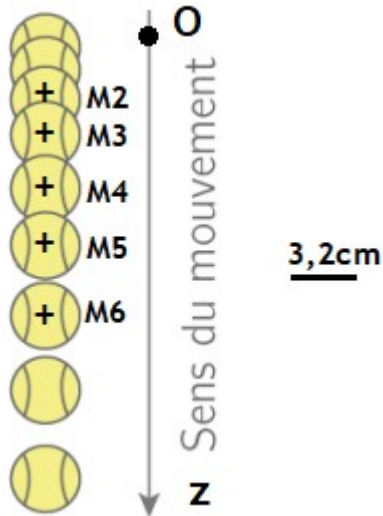


Cinématique, forces et énergie mécanique – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

- On considère le système {balle} de masse $m = 120 \text{ g}$ que l'on lâche d'une altitude $z_0=0$ sans vitesse initiale. Le référentiel est le laboratoire. On néglige les forces de frottements
 - Quelle est la trajectoire du système lors de la chute ?
 - Calculer les vitesses v_3 et v_5 de la balle aux points M_3 et M_5 ; en déduire l'accélération a_4 au point M_4
 - Combien vaut la résultante des forces au point M_4 ? ConclureOn suppose dans la suite de l'exercice que l'accélération est constante avec $a = g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Donner les équations horaires de $v(t)$ et de $z(t)$
- Déterminer la durée de chute si la balle est lâchée sur une distance de $3,0 \text{ m}$.



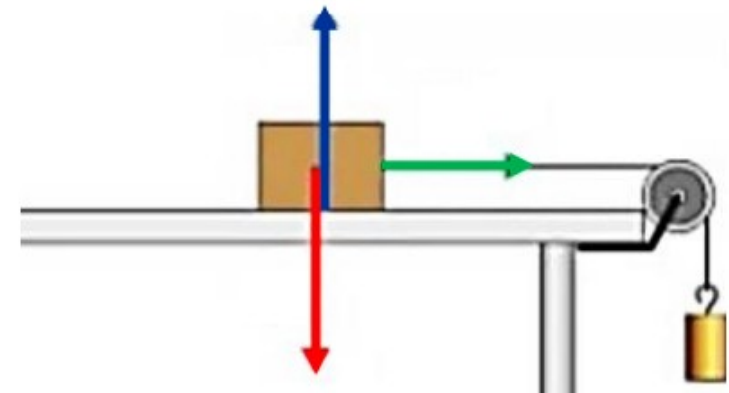
Chronophotographie de la balle ; mesures effectuées à $\tau = 20 \text{ ms}$

Exercice 2 corrigé disponible

- Une voiture de 800 kg roule sur une route horizontale à $50,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ et se met brutalement à freiner en A avec une force $f = 4000 \text{ N}$. On souhaite déterminer la distance AB parcourue par le véhicule pour s'arrêter en B
- Réaliser un schéma. Faire le bilan des forces s'appliquant sur la voiture
 - Exprimer le travail de chacune de ces forces
 - Calculer l'énergie cinétique de la voiture au début et à la fin du freinage
 - Appliquer le théorème de l'énergie cinétique afin de déterminer la distance AB parcourue par la voiture pour s'arrêter

Exercice 3 corrigé disponible

- Un cube de $2,0 \text{ kg}$ entraîné par un câble relié à une masse qui tombe, glisse sur un échafaudage en haut d'un bâtiment. On négligera tous les frottements.
- Quel est le système étudié ? Quel est le référentiel d'étude ?
 - Nommer chacune des 3 forces et les représenter sur le schéma
 - Les 3 vecteurs sont représentés avec la même échelle (non connue). Déterminer la norme de chacun des vecteurs force. Donnée : $g \approx 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



4. Le mouvement du cube sur le support peut-il être rectiligne uniforme ? Calculer l'accélération du cube
5. On suppose que le câble casse d'un coup. La masse tombe alors en chute libre, sa vitesse passe de $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à $9,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en $1,0 \text{ s}$. Déterminer l'accélération de la masse en chute libre.
6. La hauteur h de la masse qui tombe évolue avec le temps t selon la fonction $h(t) = -4,8t^2 + 19,2$
- a. A quelle hauteur se situe la masse au début de sa chute (c'est-à-dire à $t = 0$) ?
- b. Au bout de quelle durée la masse touchera-t-elle le sol ?

Exercice 4 corrigé disponible

En 2020, lors de la convention citoyenne pour le climat, il a été proposé de baisser la vitesse maximale autorisée sur l'autoroute de $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ à $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ afin de réduire les émissions de CO_2 des moteurs thermiques, en partie responsables du réchauffement climatique.



Formulaire : diminution relative de A vers B $D(\%) = \frac{B-A}{A} \cdot 100$

- Q1. Montrer que l'énergie cinétique E_{C1} d'une voiture de masse $m = 1260 \text{ kg}$ lorsqu'elle roule à la vitesse de $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ est voisine de 164 Wh .
- Q2. Calculer l'énergie cinétique E_{C2} de la même voiture roulant à $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en Wh.

- Q3. Calculer la diminution relative de l'énergie cinétique du véhicule lors du passage de $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ à $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Les frottements de l'air sur la voiture sont des forces de résistance aérodynamique qui peuvent être représentées par une force \vec{F} de même direction que le déplacement du véhicule et de sens opposé à celui-ci.

La valeur F de cette force est proportionnelle au carré de la vitesse du véhicule v . On donne la relation : $F = k \cdot v^2$, où k est une constante. Pour la voiture considérée on a : $k = 0,404 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$.

- Q4. Calculer le travail W_1 de la force de frottement de l'air sur la voiture en Joules, pour un trajet rectiligne de 100 km parcouru à la vitesse constante de $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.
- Q5. Calculer le travail W_2 de la force de frottement de l'air sur la même voiture roulant à vitesse constante de $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en Joules sur une distance de 100 km
- Q6. Calculer la diminution relative du travail de la force de frottement lors du passage de $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ à $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Comparer avec le résultat de la question Q3.

Exercice 5 corrigé disponible

Pour décoller d'un porte-avion, un avion de chasse Rafale M de $24,5$ tonnes, initialement à l'arrêt, doit atteindre la vitesse de 250 km/h en $2,00$ secondes. Le porte avion français le Charles de Gaulle, d'une masse de $42,0 \times 10^3$ tonnes est ainsi équipé de deux catapultes et d'une piste d'envol de 75 m de long.

1. Dans quel référentiel les vitesses données sont-elles valables ?
2. Déterminer l'accélération de l'avion lors du décollage.

On supposera que le porte-avions navigue en ligne droite à la vitesse constante de 27 nœuds. Le porte-avions subit 4 forces : le poids \vec{P} , la poussée d'Archimède \vec{P}_A , la force de propulsion des moteurs \vec{M} et les frottements de l'eau \vec{f} .

3. Faire un schéma. Quelle est la relation vectorielle entre ces 4 forces ?
4. Déterminer la valeur du poids \vec{P} . Donnée : $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
5. En déduire la valeur de la poussée d'Archimède s'exerçant sur le porte-avions

Exercice 6 corrigé disponible

L'étude proposée concerne un avion A320. Le taxiage est la période au cours de laquelle l'avion se déplace au sol, soit pour aller vers la piste de décollage soit pour aller vers son point de stationnement. L'objectif du dispositif étudié est de permettre le déplacement autonome de l'avion au sol, sans utiliser ses moteurs principaux (réacteurs) mais deux moteurs électriques. Cette solution garantit une réduction des nuisances sonores et des émissions de CO_2 .

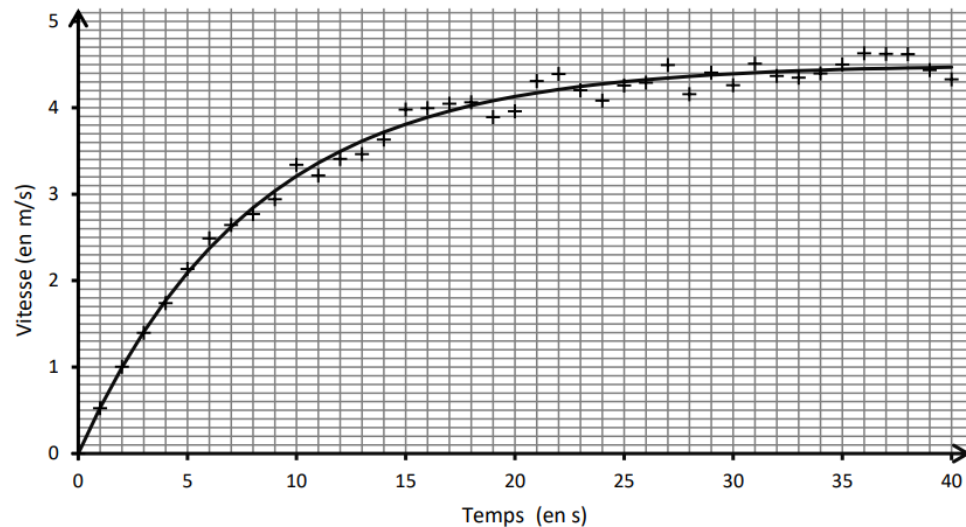
L'avion, initialement à l'arrêt, démarre sur un sol horizontal et atteint une vitesse maximale v_{max} .

On modélise la vitesse de l'avion, exprimée en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, avec une fonction définie sur $[0; +\infty[$ par $v(t) = A \cdot (1 - e^{-0,13 \cdot t})$ où A est une constante réelle et t est le temps exprimé en seconde.

1. Exprimer en fonction de A , $\lim_{t \rightarrow \infty} v(t)$

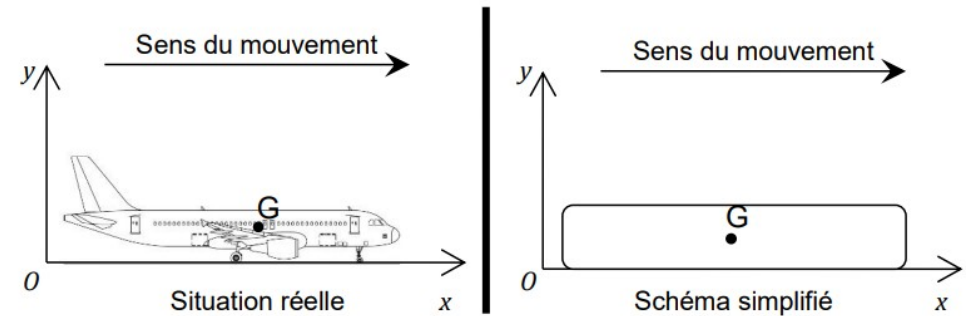
La représentation de cette fonction est donnée sur le graphique ci-après.

Évolution de la vitesse de l'avion lors du taxiage



2. Conjecturer la valeur de A à l'aide du graphique.
3. Calculer $v'(t)$; en déduire l'accélération initiale de l'avion.

Schéma du taxiage



4. Préciser la direction et le sens de la force de traction \vec{F}_T exercée par les deux moteurs électriques sur l'avion.
5. Représenter en G , sans souci d'échelle, toutes les forces s'exerçant sur l'avion. Indiquer le nom de chacune de ces forces.
6. On se place à l'instant $t = 0$ s. Soit $m = 42600 \text{ kg}$ la masse de l'avion. En appliquant le principe fondamental de la dynamique, montrer que si l'on néglige les forces de frottement, on peut écrire $F_T = m \cdot a$
7. En déduire la valeur de la force de traction exercée par chacun des moteurs électriques lors du démarrage de l'avion

Exercice 7 corrigé disponible

Lors du décollage, un Airbus A 320 d'une masse de 75,0 tonnes atteint une vitesse de $300 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ lorsque ses roues quittent le sol. La phase de roulage s'effectue en 21 secondes et sur 875 m de piste. La poussée totale des deux réacteurs est supposée constante et égale à $F = 320 \text{ kN}$.

Donnée : coefficient de pesanteur $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

1. Calculer l'accélération moyenne a lors de la phase de décollage.

2. En appliquant le principe fondamental de la dynamique :

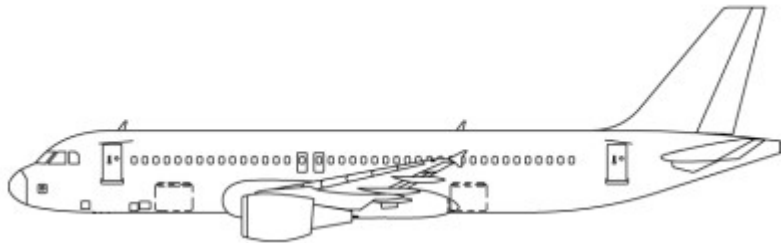
$m \cdot a = \sum \vec{F}_{\text{ext}}$, calculer la valeur des forces résistantes f s'opposant au mouvement

3. Calculer le travail de poussée des réacteurs ainsi que le travail des forces de frottement.

4. Le théorème de l'énergie cinétique est-il vérifié ?

L'avion vole maintenant à vitesse constante et à son altitude de croisière de 10 000 m. Il met sept heures pour atteindre New York, en partant de Paris

5. Représenter, sur l'image au-dessus, les quatre vecteurs : \vec{P} pour le poids, \vec{F} pour la poussée des réacteurs, $\vec{\Pi}$ pour la portance et \vec{f} pour la traînée.



6. Quelle est sa vitesse moyenne, sachant que le trajet entre Paris et New York est de 5700 km ?

7. Quelle est la valeur de l'accélération de l'avion ?

8. Calculer la valeur de la force de traînée.

9. Calculer la valeur de la force de poussée des réacteurs ainsi que de la portance

DOC N°1

Un avion subit trois types de forces :

- la poussée du réacteur ou la traction de l'hélice entraînée par le moteur ;
- le poids, effet de la gravité terrestre sur la masse de l'appareil ;
- la résultante des forces aérodynamiques décomposée en portance et en traînée :
 - o La portance, créée par le déplacement dans l'air d'une aile profilée, est opposé au poids.
 - o La traînée, somme des résistances aérodynamiques est opposée au mouvement.

Ces forces sont représentées par quatre vecteurs.

DOC N°2

On rappelle l'expression de la force aérodynamique de traînée (en N) : $f = \rho \cdot v^2 \cdot C_x \cdot S_f$

avec ρ , la masse volumique en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
 v , la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;

C_x , le coefficient de traînée ;
 S_f , le maître couple en m^2 .

Pour cet airbus, le coefficient de traînée est de 0,08, et le maître couple de $122,40 \text{ m}^2$.

On donne le graphe suivant représentant l'évolution de la masse volumique de l'air en fonction de l'altitude.

