

OBJECTIF TERMINALE

PARTIE PHYSIQUE

ELEMENTS DE REPONSE AUX EXERCICES

CORRECTION DES EXERCICES LES ONDES

Distance

Calculer la distance parcourue en 34 min par une onde si sa célérité est $v = 2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

À partir de la formule de la célérité : $v = \frac{d}{\Delta t}$ alors $d = v \times \Delta t$ avec
 $d = 34 \text{ min} = 34 \times 60 = 2\,040 \text{ s}$, donc $d = 2,7 \times 2\,040 = 5,5 \times 10^3 \text{ m}$.

Période et fréquence

Une onde sinusoïdale a pour longueur d'onde $\lambda = 3,0 \text{ mm}$. Sa célérité est $v = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Calculer sa période puis sa fréquence.

$$\text{La période } T = \frac{\lambda}{v} = \frac{3,0 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-6}} = 1,2 \times 10^3 \text{ s}.$$
$$\text{La fréquence } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,2 \times 10^3} = 8,3 \times 10^{-4} \text{ Hz}.$$

Longueur d'onde

Une onde sonore sinusoïdale a pour fréquence $f = 980 \text{ Hz}$. Sa célérité est $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Calculer sa longueur d'onde.

$$\text{La relation qui lie les trois grandeurs est } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{980} = 0,347 \text{ m}.$$

Calcul de retard

Au Far West, un train démarre d'une gare située à $d = 6,5 \text{ km}$ de l'endroit où un indien pose son oreille sur le rail en acier.

1. Calculer le retard de l'onde sonore dans le rail, entre son émission et sa réception par l'oreille.

Le retard correspond à la durée écoulée entre l'émission du son (à la gare, lorsque le train démarre) et la réception de celui-ci par l'oreille située à $d = 6,5 \text{ km}$ plus loin.

$$\tau_{\text{rail}} = \frac{d}{v_{\text{acier}}} = \frac{6,5 \times 10^3}{5\,600} = 1,2 \text{ s}$$

2. Calculer le retard de l'onde sonore dans l'air pour la même distance parcourue.

Célérité du son dans l'acier du rail : $v_{\text{acier}} = 5\,600 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$\text{De la même façon, } \tau_{\text{air}} = \frac{d}{v_{\text{air}}} = \frac{6,5 \times 10^3}{340} = 19 \text{ s}$$

Le radar de recul

En marche arrière, le radar de recul d'une voiture se met en marche automatiquement. Le capteur est situé sous le pare-chocs arrière du véhicule. Il a une portée minimale $d_{\min} = 0,30$ m d'après le constructeur : un obstacle situé à une distance du capteur inférieure à $d_{\min}$ ne peut pas être détecté.

Il est constitué d'un matériau piézo-électrique utilisé à la fois en émetteur ou en récepteur. Il ne peut fonctionner en récepteur que lorsqu'il a fini de fonctionner en émetteur. C'est la raison pour laquelle l'appareil génère des salves ultrasonores de durée $\Delta t_1 = 1,7$ ms avec une périodicité $T = 12$ ms. L'onde ultrasonore émise est réfléchiée par l'obstacle éventuel, provoquant un écho.

D



'après sujet Bac, 2015.

1. Faire un schéma montrant le capteur, un obstacle et le trajet de l'onde ultrasonore.
2. Donner la relation entre la distance à l'obstacle d , la célérité des ultrasons v_{son} et la durée entre l'émission et la réception du signal Δt .

La relation entre la distance à l'obstacle d , la célérité des ultrasons v_{air} et la durée entre l'émission et la réception Δt : $v_{\text{air}} = \frac{2d}{\Delta t}$.

3. Vérifier que pour $d = d_{\min}$, $\Delta t = \Delta t_1$.

Calcul de Δt pour $d = d_{\min}$: $\Delta t = \frac{2d_{\min}}{v_{\text{air}}} = \frac{2 \times 0,30}{340} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ s}$.
On est bien, aux chiffres significatifs près, à la valeur de Δt_1 .

4. Pourquoi en dessous de $d_{\min}$, la position de l'obstacle ne peut-elle pas être détectée correctement ?

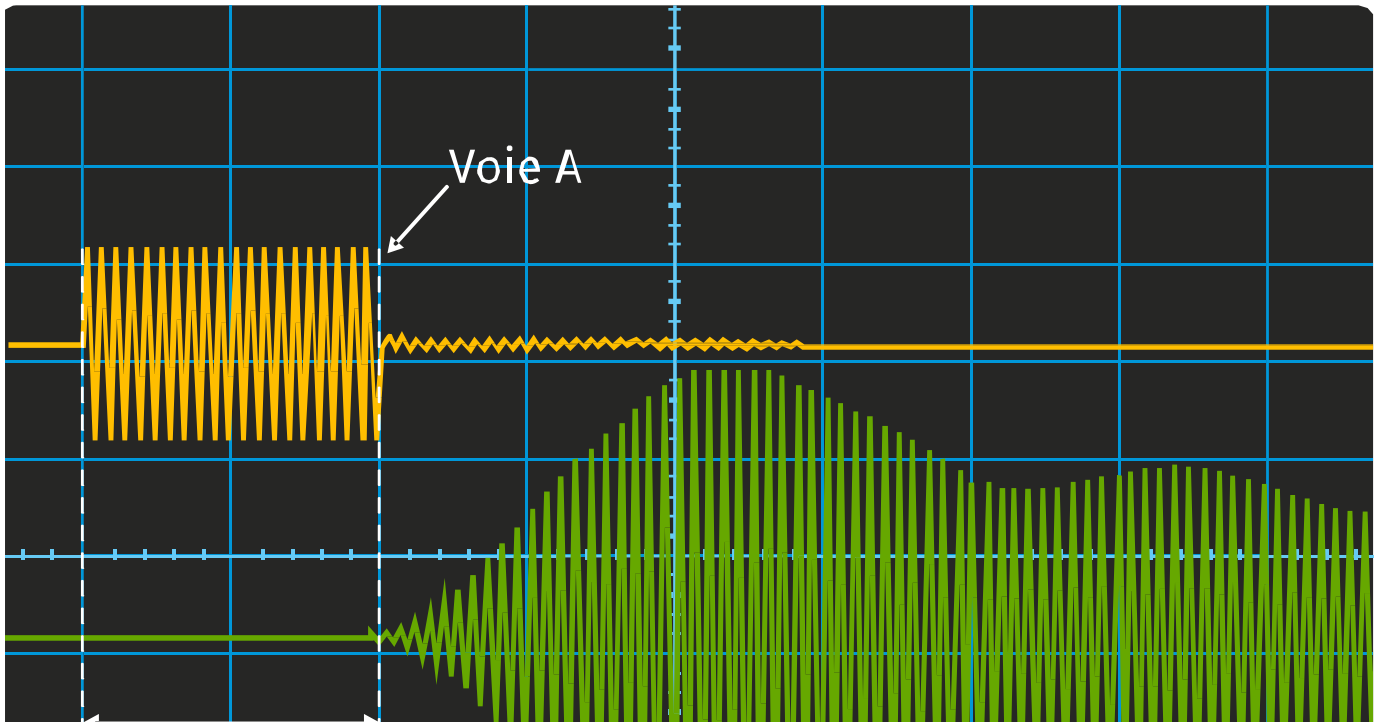
En dessous de $d_{\min}$, la valeur de Δt (durée pour l'aller-retour) sera inférieure à la durée de la salve. C'est-à-dire que la salve sera encore en cours d'émission quand son début sera déjà de retour. Comme l'émetteur ne peut être en même temps récepteur, le signal ne sera alors pas exploité.

Le détecteur d'obstacle

Pour détecter les obstacles, un petit robot Lego utilise des ultrasons. Il émet des salves d'ondes ultrasonores et reçoit un écho si un obstacle se présente. Il est programmé pour faire demi-tour s'il arrive à moins de 5,0 cm d'un obstacle. Son récepteur se trouve juste à côté de l'émetteur.

On a équipé le robot du système Bluetooth qui permet d'envoyer en temps réel les signaux émis et reçus. Sur un écran, on obtient les signaux ci-dessous.

À quelle distance de l'obstacle se trouve-t-il ?



Voie A et voie B : sensibilité horizontale 0,2 ms/div.

Sur l'oscillogramme deux salves d'ultrasons sont visibles : en orange, la salve émise (chronologiquement en premier), et en vert la salve reçue (plus longue en raison sans doute d'échos successifs entre l'obstacle et le robot, entre lesquels l'onde ultrasonore fait des allers-retours).

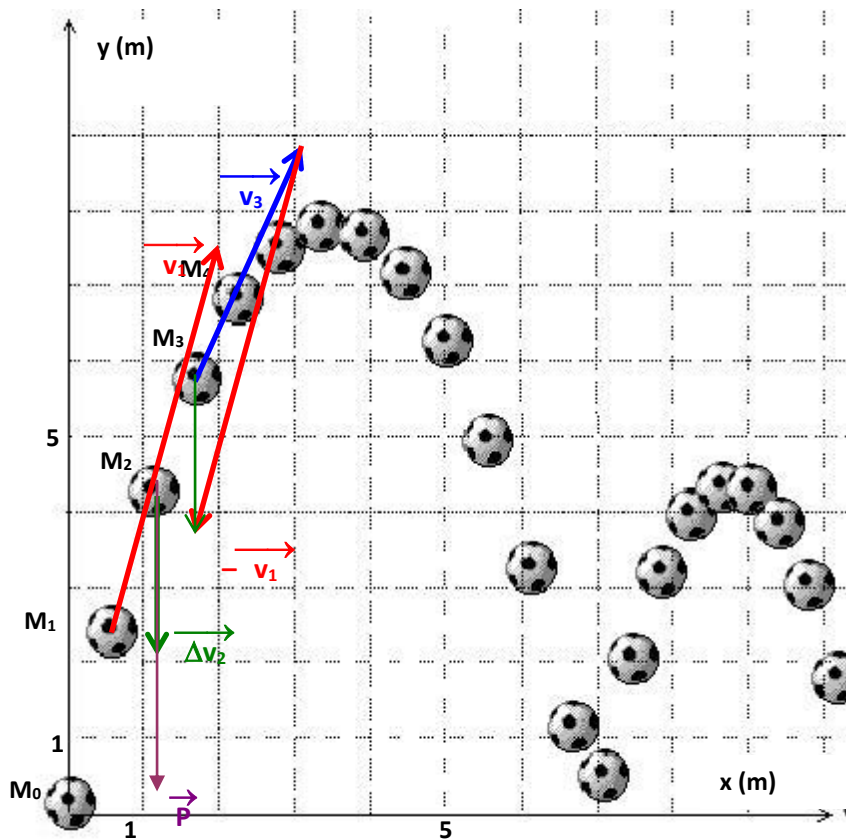
La durée écoulée entre l'émission et la réception est la durée mesurée entre le début de la salve orange et le début de la salve verte, soit 2,0 divisions qui correspondent à $\Delta t = 0,2 \times 2,0 = 0,40 \text{ ms}$.

Cette valeur est la durée du trajet des ultrasons pour aller de l'émetteur au récepteur après réflexion sur l'obstacle. La distance robot-obstacle D est donc parcourue deux fois. La définition de la vitesse moyenne des ultrasons donne :

$$v_{\text{air}} = \frac{2D}{\Delta t} \text{ d'où } D = \frac{v_{\text{air}} \times \Delta t}{2} = \frac{340 \times 0,40 \times 10^{-3}}{2} = 6,8 \times 10^{-2} = 6,8 \text{ cm}.$$

MECANIQUE partie 1 : Mouvements, forces et approche de la deuxième loi de Newton

Activité 1 : sur la chronophotographie donnée ci-dessous, déterminer une valeur approchée des vitesses v_1 et v_3 du ballon dans le référentiel terrestre.



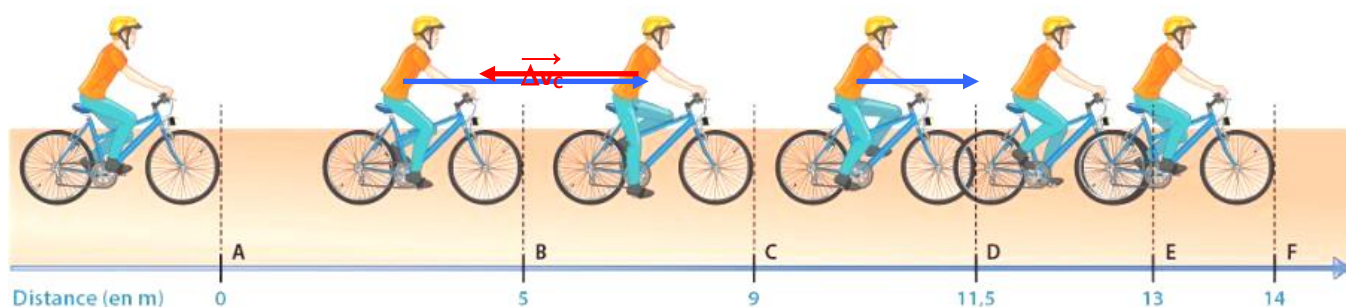
t (s)	Points	x (m)	y (m)
$t_0 = 0$	M_0	$x_0 = 0$	$y_0 = 0$
t_1	M_1	x_1	y_1
t_2	M_2	x_2	y_2
t_3	M_3	x_3	y_3
...	...	...	...
t_{i-1}	M_{i-1}	x_{i-1}	y_{i-1}
t_i	M_i	x_i	y_i

Doc.1 : Chronophotographie (simulation) du mouvement d'un ballon ($\tau = 0,200$ s)

$$v_1 = \frac{M_0 M_2}{t_2 - t_0} \text{ soit } v_1 = \frac{4,35}{2 \times 0,200} \approx 10,9 \text{ m/s ; } v_3 = \frac{M_4 M_2}{t_4 - t_2} \text{ soit } v_2 = \frac{2,80}{2 \times 0,200} \approx 7,00 \text{ m/s.}$$

Activité 2 : Sur le doc.1, représenter avec la plus grande précision possible le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}_2$ tel que $\Delta \vec{v}_2 = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$ au point M_2 . Voir ci-dessus.

Activité 3 : En prenant $\tau = 600$ ms, déterminer v_B puis v_D pour le système {vélo + cycliste}. Quel est le type de mouvement de ce système ? Tracer ces vecteurs avec une échelle convenablement choisie. Tracer ensuite $\Delta \vec{v}_C$.



$$v_B = \frac{9 - 0}{2 \times 0,600} = 7,5 \text{ m.s}^{-1} \text{ et } v_D = \frac{13 - 9}{2 \times 0,600} = 3,3 \text{ m.s}^{-1}.$$

C'est un mouvement rectiligne et freiné (ou ralenti, ou bien encore décéléré)

Comme le mouvement est rectiligne, on a donc $\Delta v_c = v_D - v_B$ soit ici $\Delta v_c = 3,3 - 7,5 = -4,2 \text{ m.s}^{-1}$. Cette valeur est négative car en sens opposé à celui du mouvement.

Activité 4 : En utilisant la relation précédente et en prenant $m = 420 \text{ g}$ pour le ballon de foot du doc.1, déterminer la valeur de la somme des forces s'exerçant sur le ballon au point M_2 .

Les vitesses atteintes n'étant pas trop élevées, on négligera l'action de l'air sur ce ballon.

Comme $\Sigma \vec{F} \approx m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ alors $\Sigma F = m \times \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Comme $\Delta v_2 = 3,9 \text{ m.s}^{-1}$ alors $\Sigma F = 0,420 \times \frac{3,9}{2 \times 0,200} \approx 4,1 \text{ N}$.

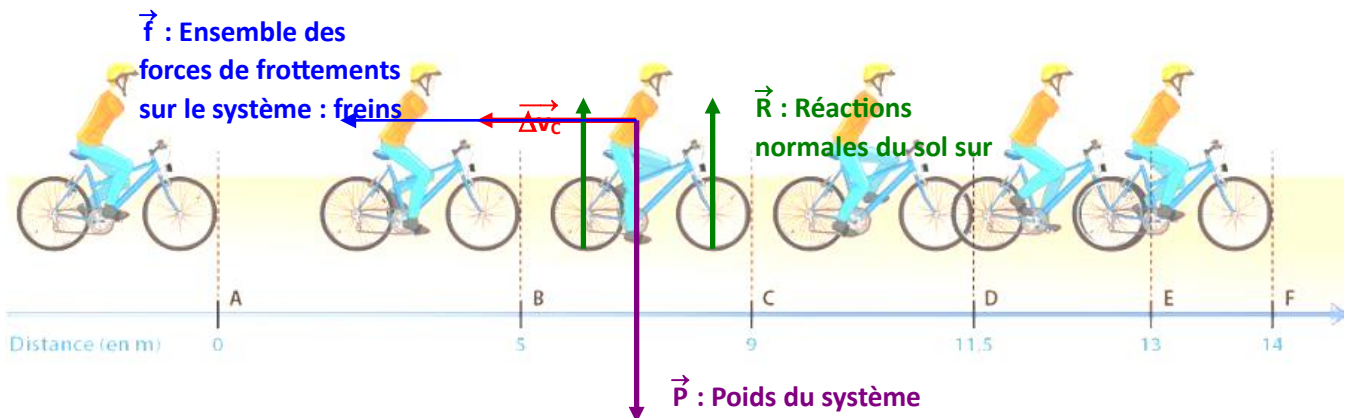
Comparer cette valeur à celle de son poids. On prendra $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

Le poids $P = m \times g$ soit $P = 0,420 \times 9,8 \approx 4,1 \text{ N}$. C'est deux valeurs sont les mêmes !

On peut considérer que seul le poids s'exerce sur ce ballon soit $\vec{P} \approx m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$. Le système est en chute libre.

Activité 5 : Au point C de l'activité 3, placer, sans souci d'échelle, les vecteurs force représentant le poids du système {vélo + cycliste}, la force de frottements englobant ceux des freins, de l'air et du sol, et les réactions normales du sol sur les roues. A l'aide de la relation approchée de la deuxième loi de Newton, déterminer les valeurs de ces forces au point C.

On prendra $m = 80 \text{ kg}$ pour le système {vélo + cycliste}.



La relation vectorielle $\Sigma \vec{F} \approx m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ peut se projeter selon 2 axes : l'axe horizontal (abscisse Ox) et vertical (ordonnée Oy). On obtient alors 2 relations : $\Sigma F_x \approx m \times \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$ et $\Sigma F_y \approx m \times \frac{\Delta v_y}{\Delta t}$.

Selon l'axe Ox , on obtient : $P_x + R_x + R_x + f_x = m \times \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$ avec $P_x = R_x = 0 \text{ N}$.

On obtient donc $f_x \approx m \times \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$ (relation 1)

Selon l'axe Oy , on obtient : $P_y + R_y + R_y + f_y \approx m \times \frac{\Delta v_y}{\Delta t}$ avec $f_y = 0 \text{ N}$ et $\Delta v_y = 0 \text{ m.s}^{-1}$.

On obtient donc $P_y + R_y + R_y = 0$ (relation 2)

Comme $f_x = -f$, la relation 1 devient $-f \approx m \times \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$ ($\Delta v_x = -4,2 \text{ m.s}^{-1}$) soit $f \approx -80 \times \frac{-4,2}{2 \times 0,600} \approx 2,8 \times 10^2 \text{ N}$

Comme $P_y = -P$ et $R_y = R$, la relation 2 devient $R = \frac{P}{2}$ soit $R = \frac{80 \times 9,8}{2} \approx 3,9 \times 10^2 \text{ N}$.

Activité 6 : Quel est le type de mouvement de cette oie ? Que peut-on dire des forces s'exerçant sur celle-ci ? On prendra $\tau = 0,50 \text{ s}$.

Le mouvement est **rectiligne et uniforme** (car la distance parcourue pendant des durées égales est constante).

$\Delta \vec{v}$ est donc nul. On a donc $\Sigma \vec{F} = 0$. Les forces qui s'exercent sur cette oie se **compensent**.

MECANIQUE partie 2 : énergies

Activité 1 : Quelle est l'énergie cinétique d'une voiture de $m = 1,2 \text{ t}$ roulant à $v = 80 \text{ km.h}^{-1}$.

$$E_c = \frac{1}{2} \times 1\,200 \times \left(\frac{80}{3,6}\right)^2 \approx 3,0 \times 10^5 \text{ J}$$

Activité 2 : Quelle est l'énergie potentielle d'un rocher de masse $m = 550 \text{ kg}$ se trouvant à une altitude de $h = 30 \text{ m}$?

$$E_{pp} = 550 \times 9,8 \times 30 \approx 1,6 \times 10^5 \text{ J}.$$

Activité 3 : Quelle est l'expression de l'énergie mécanique de ce skieur de masse m descendant à la vitesse v ?

$$E_m = E_c + E_{pp} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 + m \times g \times z$$

Activité 4 : Quelle est la variation de l'énergie mécanique d'un ballon de masse $m = 420 \text{ g}$ roulant sur un sol horizontal de la vitesse $v_A = 5,0 \text{ m.s}^{-1}$ jusqu'à son arrêt ?

$$\begin{aligned} \Delta E_m &= E_m(B) - E_m(A) = \Delta E_c + \Delta E_p = \left(0 - \frac{1}{2} \times m \times v_A^2\right) + (m \times g \times z - m \times g \times z) = -0,5 \times 0,420 \times (5,0)^2 \\ &= -5,25 \text{ J} < 0 \text{ car perdue par le système \{ballon\}.} \end{aligned}$$

Activité 5 : En négligeant les forces de frottements, déterminer la vitesse atteinte par le skieur de l'activité 3 dont la vitesse initiale est nulle lors d'une baisse d'altitude de 10,0 m. On prendra $m = 50 \text{ kg}$.

$$\Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = E_c(B) + E_p(B) - (E_c(A) + E_p(A)) = \left(\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 + m \times g \times z_B\right) - \left(\frac{1}{2} \times m \times v_A^2 + m \times g \times z_A\right) = \frac{1}{2} \times m \times v_B^2 + m \times g \times (z_B - z_A).$$

Comme les forces de frottements sont négligées, seules les forces poids $\vec{P}$ et la réaction normale du support $\vec{R}$ s'exercent sur ce skieur. L'énergie mécanique se conserve donc et $\Delta E_m = 0$.

On obtient donc pour le skieur :

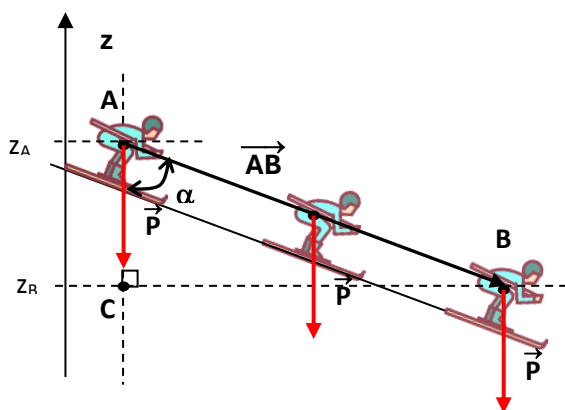
$$\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 + m \times g \times (z_B - z_A) = 0 \text{ soit } v_B = \sqrt{-2 \times g \times (z_B - z_A)} = \sqrt{2 \times g \times (z_A - z_B)}$$

On obtient $v_B = \sqrt{2 \times 9,8 \times 10,0} \approx 14 \text{ m.s}^{-1}$ soit 50 km.h^{-1} environ.

Activité 6 : compléter le tableau suivant :

angle α	$0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$
Effet sur le mouvement	La force favorise le mouvement	La force n'a pas d'effet sur le mouvement	La force s'oppose au mouvement
Travail moteur/résistant	Le travail est moteur	Le travail est nul	Le travail est résistant
Signe de $W_{AB}(\vec{F})$	$W_{AB}(\vec{F}) > 0$	$W_{AB}(\vec{F}) = 0$	$W_{AB}(\vec{F}) < 0$

Activité 7 : montrer que $W_{AB}(\vec{P}) = -\Delta E_{pp}$



Doc. 3 : travail du poids.

$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = P \times AB \times \cos \alpha$$

$$\text{Dans le triangle rectangle ACB, } \cos \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{z_A - z_B}{AB}$$

$$\text{et } P = m \times g.$$

$$\text{On en déduit : } W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B) = -m \cdot g \cdot \Delta z$$

$$\text{On trouve } W_{AB}(\vec{P}) = -\Delta E_{pp}$$

Cette expression ne dépend pas du chemin suivi entre A et B (mais uniquement de la variation d'altitude)

Si $z_A > z_B$, alors $W_{AB}(\vec{P}) > 0$ et le travail est moteur.

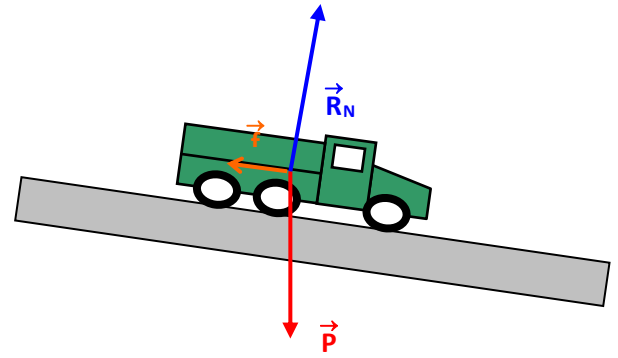
Si $z_A < z_B$, alors $W_{AB}(\vec{P}) < 0$ et le travail est résistant.

Activité 8 : montrer que le travail de la réaction normale est nul.

Cette force a une direction perpendiculaire au déplacement donc $\alpha = 0$.

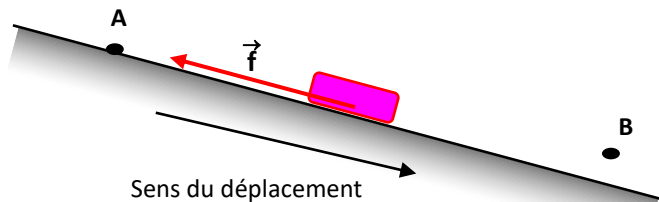
Son travail $W(\vec{R}_N)$ est donc nul.

Elle ne correspond pas à un transfert d'énergie



Doc. 4 : Travail de la réaction normale du support $\vec{R}_N$

Activité 9 : Donner l'expression de son travail et montrer qu'il est forcément résistant.



Doc. 5 : Travail d'une force de frottement pour un déplacement rectiligne mécanique en énergie thermique (chaleur)

Cette expression dépend du chemin suivi entre A et B

$$W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = f \times AB \times \cos \alpha$$

$$\text{Or } \alpha = 180^\circ \text{ et donc } \cos \alpha = -1$$

$$\text{On en déduit : } W_{AB}(\vec{f}) = -f \times AB < 0$$

C'est un travail résistant qui va s'opposer au mouvement.

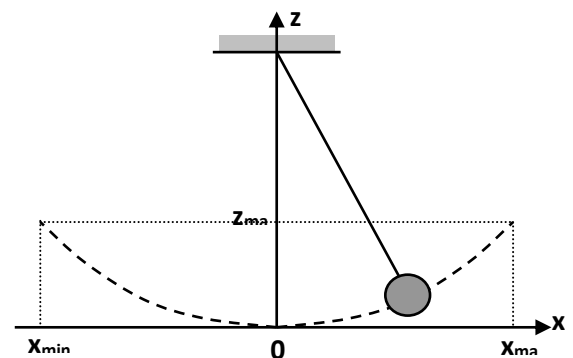
Il correspond au transfert d'énergie

Activité 10 : déterminer la vitesse d'un pendule lors de son passage à $x = 0$ m lorsqu'il est lâché depuis une altitude de $z_{\max} = 50$ cm par le théorème de l'énergie cinétique.

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 - 0 = W(\vec{P}) + W(\vec{T}) \text{ avec } W(\vec{T}) = 0 \text{ car } \vec{T} \text{ perpendiculaire au déplacement.}$$

$$W(\vec{P}) = -m \times g \times (0 - z_{\max}) = m.g.z_{\max}$$

$$\text{On obtient } v = \sqrt{2.g.z_{\max}} \text{ soit } v = 3,1 \text{ m.s}^{-1}.$$

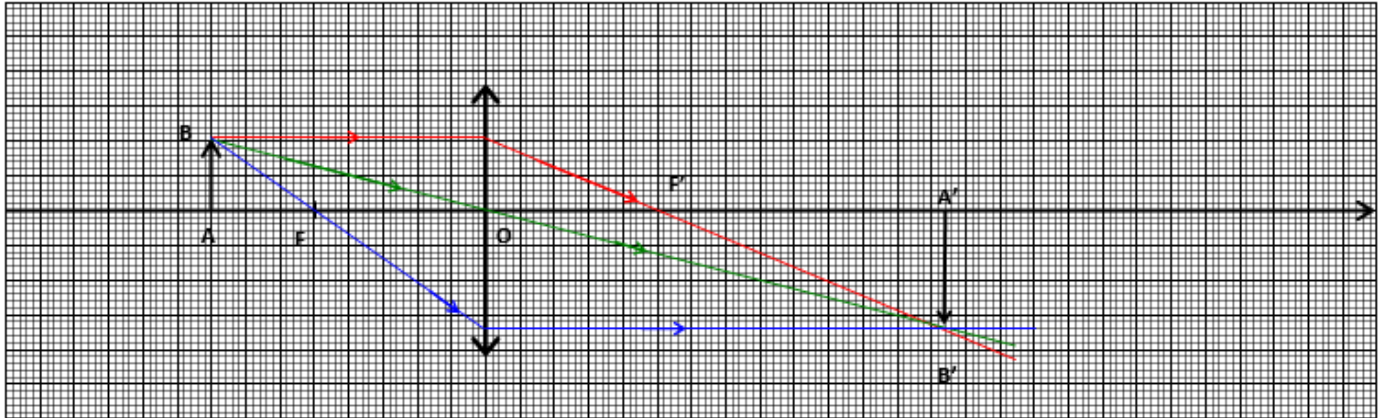


OPTIQUE : lentilles minces convergentes et images

Activité 1 : constructions géométriques

Sur le papier millimétré donnée ci-dessous, reproduire l'objet **AB** de 1,0 cm à $d(OA) = 20,0$ cm de la lentille (placer le point A sur l'axe optique).

Attention aux échelles : échelle 1/1 en ordonnée et 1/5 en abscisse.



Placer les foyers F et F' avec $f' = 12,5$ cm.

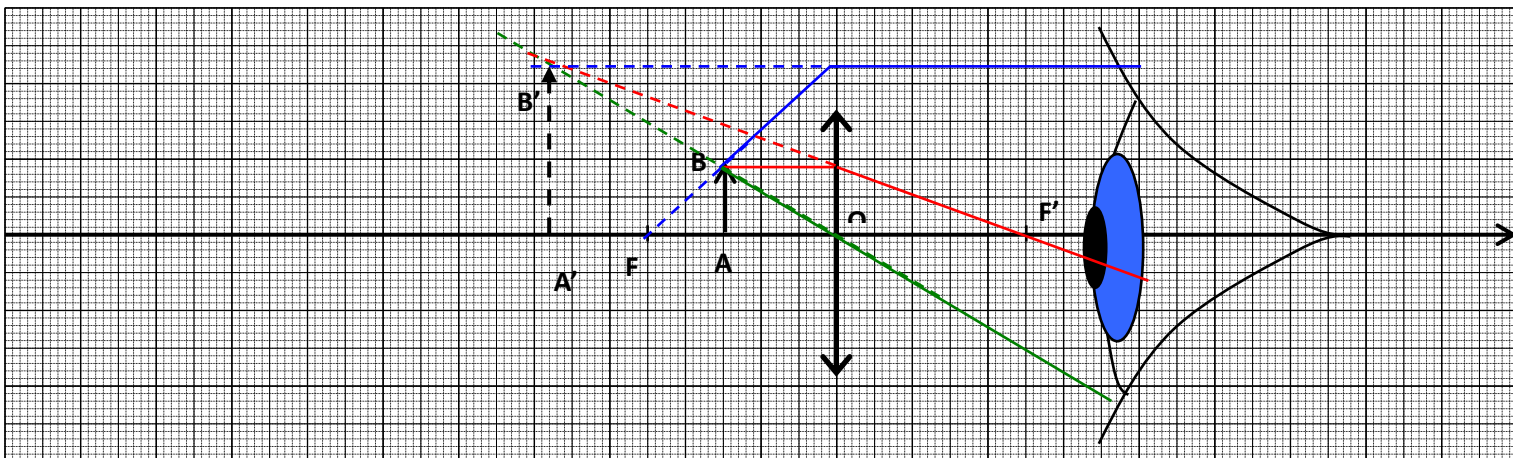
Quelle est la vergence V de cette lentille ? $V = \frac{1}{f}$ soit ici $V = + 8 \delta$

Réaliser les tracés de rayons permettant de déterminer l'image A'B'.

[...]

Activité 2 : utilisation d'une lentille convergente en loupe ; image virtuelle

Avec toujours la même lentille ($f' = 12,5$ cm), sur le papier millimétré donné ci-dessous, tracer les rayons permettant de déterminer A'B' avec $d(OA) = 7,5$ cm.



3) Relation de conjugaison et de grandissement

3.1. Relations de conjugaison

Activité 3 : Déterminer à l'aide de cette relation $\overline{OA'}$ pour les activités 1 et 2. Comparer à celles obtenues sur les schémas.

$$\text{Comme } \frac{1}{\overline{AO}} + \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f}, \text{ on peut écrire : } \overline{OA'} = \frac{\overline{OF'} \times \overline{AO}}{\overline{AO} - \overline{OF'}}$$

$$\text{Soit, pour le premier exemple de l'activité 1, } \overline{OA'} = \frac{12,5 \text{ cm} \times 20,0 \text{ cm}}{20,0 \text{ cm} - 12,5 \text{ cm}} \approx 33,3 \text{ cm.}$$

Sur le schéma, on mesure $\overline{OA'} \approx 6,7 \times 5 = 33,5 \text{ cm}$. Ces deux valeurs sont très proches.

$$\text{Pour l'activité 2, } \overline{OA'} = \frac{12,5 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm}}{7,5 \text{ cm} - 12,5 \text{ cm}} \approx -18,8 \text{ cm.}$$

Sur le schéma, on mesure $\overline{OA'} \approx -3,8 \times 5 = -19 \text{ cm}$. Ces deux valeurs sont très proches.

3.2. Relations de grandissement

Activité 4 : démontrer, à l'aide du théorème de Thalès, que $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Les droites BOB' et AOA' (axe optique) sont les « droites sécantes ». Les droites passant par AB et $A'B'$ les droites parallèles.

Déterminer les valeurs des grandissements pour les 3 exemples précédents

Pour le premier exemple de l'activité 1 : $\gamma \approx -1,7$

Pour l'activité 2 : $\gamma \approx +2,5$