PHYSIQUE

1ère D

Corrigé

Auteurs

Collectif

Vallesse

ISBN : 978-2-916532-67-7

THÈME : MÉCANIQUE

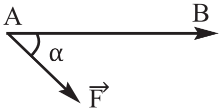
LEÇON 1 : Travail et puissance d'une force constante dans le cas d'un mouvement de translation

Exercice 1

1)

1.1) Une force est dite constante si elle garde la même direction, le même sens et la même intensité au cours du temps.

1.2) Le travail d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application se déplace de A vers B sur un trajet rectiligne (notée $W_{AB}(\vec{F})$ est donné par :



$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB} = F \times AB \times \cos\alpha}$$

$W_{AB}(\vec{F})$: travail de la force $\vec{F}$ en joule (J)
F : intensité de la force (N)
AB : distance de déplacement (m)
α : angle entre le vecteur $\vec{F}$ et le vecteur $\vec{AB}$ en degrés

Exercice 2

1) La puissance moyenne P_m d'une force $\vec{F}$ est le quotient du travail $W(\vec{F})$ de cette force par la durée Δt nécessaire pour l'accomplir.

$$\boxed{P_m = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}}$$

P_m : puissance en watt (W)
$W(\vec{F})$: travail de la force $\vec{F}$ en joule (J)
Δt : durée du travail en seconde (s)

2) La puissance instantanée d'une force dont le point d'application se déplace à la vitesse instantanée v est le produit scalaire du vecteur force par le vecteur vitesse.

$$\boxed{P = \vec{F}.\vec{v} = F.v \times \cos(\vec{F},\vec{v})}$$

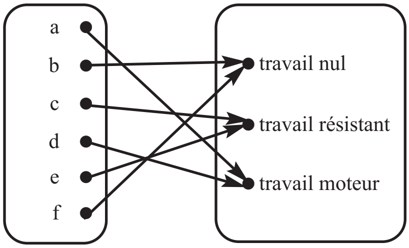
Exercice 3

1) Le travail d'un serveur qui exerce une force verticale sur un plateau qu'il déplace horizontalement est **nul**.

2) Le travail de la force exercée par une grue sur une charge qu'elle descend verticalement est **résistant**.

3) Le travail de la force de traction exercée par un enfant sur un jouet qu'il tire horizontalement est **moteur**.

Exercice 4



Exercice 5

d) $W = -m.g.h$

Exercice 6

1) faux
2) faux
3) vrai
4) vrai

Exercice 7

1) b) 120 J

2) a) 24 W

Exercice 8

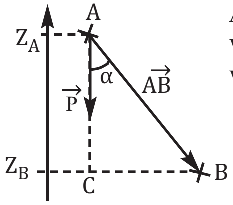
$P = F.v = 12000 \times 900/3{,}6 = 3000000$ W ou 3 MW

Exercice 9

$P = W/\Delta t = F.d/\Delta t = 12000 \times 5/30 = 2000$ W ou 2 kW

Exercice 10

Soit un solide de poids $\vec{P}$ se déplaçant d'un point A d'altitude Z_A vers un point B d'altitude Z_B.
$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P}.\vec{AB} = P.AB.\cos\alpha = m.g.AB.\cos\alpha$
Dans le triangle ABC, $\cos\alpha = (Z_A - Z_B) / AB$;



$AB.\cos\alpha = Z_A - Z_B$
$W_{AB}(\overrightarrow{P}) = m.g.(Z_A - Z_B)$
$W_{AB}(\overrightarrow{P}) = P.(Z_A - Z_B)$

Exercice 11

1) Travail de la force motrice :
$W(\overrightarrow{F_m}) = F_m.d = 30 \times 15 = 450$ J
Travail du poids : $W(\overrightarrow{P}) = -$ mg.d.sinα =
$- 4 \times 9{,}8 \times 15 \times \sin 30° = - 294$ J
Travail de la réaction normale : $W(\overrightarrow{R_n}) = 0$ car $\overrightarrow{R_n}$ est perpendiculaire au déplacement.
Travail de la force de frottement :
$W(\overrightarrow{f}) = -$ f.d $= - 10 \times 15 = - 150$ J

2) Puissance développée par la force motrice :
$P = W(\overrightarrow{F_m})/\Delta t = 450/60 = 7{,}5$ W

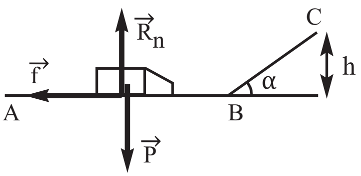
Exercice 12

1) Le travail quotidien effectué par le cœur :
$W = F\cdot\Delta x$
Pour soulever 7500 L de sang, le cœur doit vaincre la force gravitationnelle. Il faut donc calculer la grandeur de cette force :
$F = F_g = mg = 7500 \times 9{,}8 = 73500$ N
La force exercée par le cœur est parallèle au déplacement du sang :
$W = F\cdot\Delta x = 73500 \times 1{,}65 = 121275$ J

2) La puissance du cœur humain $P = W/\Delta t$ avec
W = 121 275 J et Δt = 24 h, soit 86 400 s
P = 121275/86400 = 1,4 W

Exercice 13

1) Calcul du travail du poids :
Inventaire des forces extérieures :
- poids de l'automobile $\overrightarrow{P}$
- réaction normale de la piste $\overrightarrow{R_n}$
- force de frottement $\overrightarrow{f}$

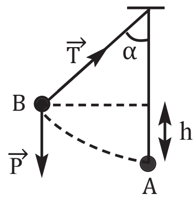


$W_{AC}(\overrightarrow{P}) = W_{AB}(\overrightarrow{P}) + W_{BC}(\overrightarrow{P})$
Or $W_{AB}(\overrightarrow{P}) = 0$ car $\overrightarrow{P} \perp \overrightarrow{AB}$ et
$W_{BC}(\overrightarrow{P}) = -$ mgh $= -$ mg. $\dfrac{8 \times d}{100}$
D'où $W_{AC}(\overrightarrow{P}) = -\dfrac{8}{100}$ mgd
AN : $W_{AC}(\overrightarrow{P}) = -\dfrac{8}{100} \times 1100 \times 10 \times 1500$
$W_{AC}(\overrightarrow{P}) = - 1{,}32.10^6$ J

2) Travail de la force de frottement :
$W_{AC}(\overrightarrow{f}) = W_{AB}(\overrightarrow{f}) + W_{BC}(\overrightarrow{f})$
$W_{AC}(\overrightarrow{f}) = -$ f.L $-$ f.d $= -$ f (L + d)
AN : $W_{AC}(\overrightarrow{f}) = - 1850\ (2000 + 1500)$
$W_{AC}(\overrightarrow{f}) = - 6{,}475.10^6$ J

Exercice 14

1) Calcul du travail du poids
Inventaire des forces extérieures :
- poids de la boule $\overrightarrow{P}$
- tension du fil $\overrightarrow{T}$



Or $W_{AB}(\overrightarrow{P}) = -$ mgh
avec h = L (1 − cos α)
$W_{AB}(\overrightarrow{P}) = -$ mgL(1 − cos α)

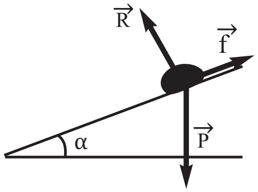
AN :
$W_{AB}(\overrightarrow{P}) = - 50.10^{-3} \times 10 \times 0{,}3 \times (1 - \cos 30°)$
$W_{AB}(\overrightarrow{P}) = -2.10^{-2}$ J

2) Travail de la tension du fil
$WAB(\overrightarrow{T}) = 0$ car $\overrightarrow{T} \perp$ arc AB

3) Travail du poids de la boule si le pendule fait un tour complet :
On a α = 2π rad ou α = 360°
Alors 1 − cos α = 0. Donc $W(\overrightarrow{P}) = 0$ J

Exercice 15

1) Inventaire des forces appliquées au bloc de minerai :
- poids du minerai $\overrightarrow{P}$
- réaction normale du tapis $\overrightarrow{R}$
- force de frottement $\overrightarrow{f}$



2) Calcul de la valeur de la force de frottement

On a v = constante

Alors : $W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{f}) = 0$

$f.L + 0 - mgL \sin\alpha = 0$

$f = mg \sin\alpha$

AN : $f = 2 \times 10 \times \sin 35 = 11{,}47$ N

3) Calcul du travail de la force de frottement

$W(\vec{f}) = -f.L$

AN : $W(f) = -11{,}47 \times 22{,}5 = -258{,}1$ J

4) Détermination de la puissance des forces exercées par le tapis sur le minerai.

$P(\vec{R}) = \vec{R}\,.\,\vec{v} = 0$ car $\vec{R} \perp \vec{v}$

$P(\vec{f}) = \vec{f}.\vec{v} = f.v\,\dfrac{2\pi n}{T}$

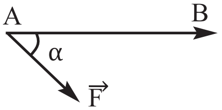
Or $v = L\omega$ et $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$; $P(\vec{f}) = f.\dfrac{2\pi nL}{T}$

AN : $P(\vec{f}) = 11{,}47 \times \dfrac{2\pi \times 1{,}55 \times 22{,}5}{60}$

$P(\vec{f}) = 41{,}9$ W

Exercice 16

1) Expression du travail d'une force constante :



$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB} = F \times AB \times \cos\alpha}$$

2) Travail effectué par le cycliste :

Deux forces s'exercent sur le cycliste : la force gravitationnelle de la Terre (le poids du cycliste) et la réaction de la pente. Le travail effectué par le cycliste est opposé au travail du poids :

$W = -W(\vec{P}) = mgh = 60 \times 9{,}8 \times 50 = 29400$ J ou 29,4 kJ

3)

3.1) Valeur minimale de la durée de temps de montée :

$P = W/\Delta t$

$\Delta t = W/P = 29400/400 = 73{,}5$ s

3.2) Vitesse du cycliste :

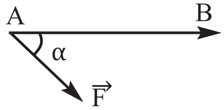
$v = L/\Delta t = 500/73{,}5 = 6{,}8$ m/s ou 24,5 km/h

4) La vitesse réelle sera bien inférieure à cette valeur à cause de l'air et des frottements divers qui s'opposent à la progression du cycliste.

Exercice 17

1)

1.1) Expression du travail d'une force constante



$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB} = F \times AB \times \cos\alpha}$$

1.2) Expression de la puissance moyenne d'une force :

$$\boxed{P_m = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}}$$

P : puissance en watt (W)

$W(\vec{F})$: travail de la force $\vec{F}$ en joule (J)

Δt : durée du travail en seconde (s)

Expression de la puissance instantanée d'une force :

$$\boxed{P = \vec{F}.\vec{v} = F\,.\,v \times \cos(\vec{F},\vec{v})}$$

2)

2.1) Travail Wm effectué par le moteur :

$W_m = P.\Delta t = 30\,000 \times 60 = 1\,800\,000$ J ou 1 800 kJ.

2.2) Travail $W(\vec{P})$ effectué par le poids du véhicule :

• distance parcourue par le véhicule en 1 min :

$d = v.t = \dfrac{90}{3{,}6} \times 60 = 1500$ m

• travail du poids : $W(\vec{P}) = -\,mgh$.

Or $\dfrac{h}{d} = \dfrac{8}{100}$ d'où $W(\vec{P}) = -\dfrac{8}{100}\,mgd =$

$-\dfrac{8}{100} \times 1200 \times 9{,}8 \times 1500 = 1\,411\,200$ J ou

- 1 411,2 kJ

2.3) Travail $W(\vec{f})$ des forces de frottement : $W(\vec{f}) =$ $-\,f.d = -\,260 \times 1500 = -\,390\,000$ J ou - 390 kJ

3) Ces résultats numériques suggèrent que la puissance développée par le moteur est insuffisante pour que le véhicule gravit la côte sans difficulté à la vitesse de 90 km/h.

4) Détermine les puissances P($\vec{P}$) et du poids $\vec{P}$ et de la force $\vec{f}$.

• $P(f) = \vec{f}.\vec{v} = - f.v = - 260 \times \frac{90}{3,6} = - 6500$ W

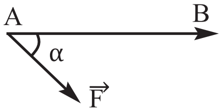
• $P(\vec{P}) = \frac{W(\vec{P})}{\Delta t} = \frac{- 1411200}{60} = - 23520$ W

Exercice 18

1)

1.1) Le travail d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application se déplace de A vers B sur un trajet rectiligne noté

$W_{AB}(\vec{F})$ est donné par :



$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB} = F \times AB \times \cos\alpha}$$

$W_{AB}(\vec{F})$: travail de la force $\vec{F}$ en joule (J)

F : intensité de la force (N)

AB : distance de déplacement (m)

α : angle entre le vecteur $\vec{F}$ et le vecteur $\vec{AB}$ en degrés

1.2) La puissance moyenne P_m d'une force $\vec{F}$ est le quotient du travail $W(\vec{F})$ de cette force par la durée Δt nécessaire pour l'accomplir.

$$\boxed{P_m = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}}$$

P_m : puissance en watt (W)

$W(F)$: travail de la force F (J)

Δt : durée du travail (s)

2) Travail de la force $\vec{F}$ permettant d'élever le sang :

• Pour élever 90 g de sang, le cœur doit vaincre la force gravitationnelle. Il faut donc calculer la grandeur de cette force pour chaque battement :

$F = F_g = mg = 90.10^{-3} \times 9,8 = 882.10^{-3}$ N

La force $\vec{F}$ exercée par le cœur est parallèle au déplacement du sang.

• À chaque battement, le cœur effectue le travail

$W = F.\Delta x = 882.10^{-3} \times 2 = 1764.10^{-3}$ J

• Pour 1 min (90 battements), le travail total est :

$W_{\vec{T}} = 90 \times 1764.10^{-3} = 158,76$ J

3) Puissance mécanique P du cœur de cet homme :

$P = W_{\vec{T}}/\Delta t = 158,76/60 = 2,65$ W

Exercice 19

1) Une force constante est une force dont la direction, le sens et l'intensité restent constants dans le temps.

2) Le parachutiste et son parachute sont soumis à :

- $\vec{P}$ (poids de l'ensemble parachutiste + parachute)
- $\vec{R}$ (résistance de l'air).

3)

3.1) Le travail de chacune des forces :

$W(\vec{P}) = mgh$; $W(\vec{P}) = 80 \times 10 \times 200$;

$W(\vec{P})$ = 160 000 J ; $W(\vec{P})$ = 160 kJ.

$W(\vec{P}) + W(\vec{R}) = 0$ car la descente se fait à vitesse constante. D'où $W(\vec{R}) = -W(\vec{P})$ = **-160 kJ**.

3.2) La puissance développée par chaque force :

$P(\vec{P}) = \vec{P}.\vec{V} = m.g.V$; $P(\vec{P}) = 80 \times 10 \times 3$;

$P(\vec{P})$ = **2 400 W**

$P(\vec{R}) = \vec{R}.\vec{V} = -\vec{P}.\vec{V}$ (car $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$; $\vec{R} = -\vec{P}$).

$P(\vec{R})$ = **-2 400 W**

4) Le travail de $\vec{P}$ est moteur alors que celui de $\vec{R}$ est résistant.

Exercice 20

1)

1.1) Une force constante est une force dont la direction, le sens et l'intensité restent constants dans le temps.

1.2) Le travail d'une force constante est le produit scalaire de cette force par le vecteur déplacement.

2) L'haltère est soumis à son poids $\vec{P}$ et à la force $\vec{F}$ exercée par l'haltérophile.

3) Les travaux de ces forces :

$W(\vec{P}) = -mgh$; $W(\vec{P}) = - 250 \times 10 \times 2$;

$W(\vec{P})$ = - 5 000 J ; $W(\vec{P})$ = - 5 kJ.

$W(\vec{P}) + W(\vec{F}) = 0$ car le déplacement de l'haltère se fait à vitesse constante.

D'où $W(\vec{F}) = -W(\vec{P})$ = **5 kJ**.

4) La puissance moyenne développée par l'haltérophile :

$P(\vec{F}) = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}$; $P(\vec{F}) = \frac{5000}{5}$; $P(\vec{F})$ = **1 000 W** ;

$P(\vec{F})$ = **1 kW**.

Exercice 21

1) Le travail d'une force constante est le produit scalaire de cette force par le vecteur déplacement.

2) L'échelle est soumise à son poids $\vec{P}$; à la réaction $\vec{R}$ du sol et à la force $\vec{F}$ exercée par le charpentier.

3) Les travaux de ces forces :

$W(\vec{P})$= -mgh . Avec $h = \frac{L}{2} \sin\beta$;

$W(\vec{P}) = -\frac{L}{2}\, mg \sin\beta$;

$W(\vec{P}) = -\frac{2,5}{2} \times 50 \times 9,8 \times \sin 60°$;

$W(\vec{P})$ = - 530 J.

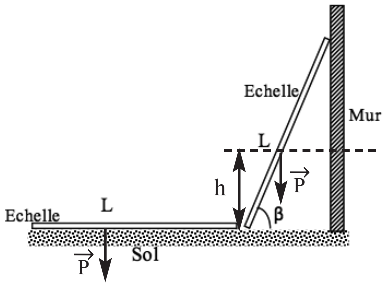
$W(\vec{R})$ = 0 J car le point d'application de $\vec{R}$ ne se déplace pas.

$W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{F}) = 0$ car le déplacement de l'échelle se fait à vitesse constante.

D'où $W(\vec{F})$ = **$-W(\vec{P})$ = 530 J.**

4) La puissance moyenne développée par le charpentier.

$P(\vec{F}) = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}$; $P(\vec{F}) = \frac{530}{10}$; **$P(\vec{F})$ = 53 W**



LEÇON 2 : Énergie cinétique

Exercice 1

L'énergie cinétique, notée E_c désigne l'énergie que possède un corps du fait de son mouvement de translation par rapport à un référentiel donné.

Exercice 2

L'énergie cinétique s'exprime par la relation :

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$

la masse **m** en kilogramme (**kg**),

la vitesse **v** en mètre par seconde (**$m.s^{-1}$**)

l'énergie cinétique **E_c** en joule (J)

Exercice 3

c)

Exercice 4

c)

Exercice 5

On dit qu'un corps possède de l'énergie lorsqu'on peut s'en servir, plus ou moins directement, pour produire un mouvement. L'énergie que possède un corps, du fait de sa vitesse, est appelée **énergie cinétique**. Quantitativement, l'énergie cinétique d'un solide de masse m et de vitesse V est : **$\frac{1}{2}mV^2$**. Elle s'exprime en **joule**, de symbole **J**

Exercice 6

a) $E_c = \frac{1}{2} \times 3.10^{-3} \times 3^2 = 13,5.10^{-3}$ J

b) $E_c = \frac{1}{2} \times 1250 \times (100/3,6)^2 = 4,82.10^5$ J ou 482 kJ

Exercice 7

$E_c = \frac{1}{2} M v^2 \Rightarrow M = 2E_c / v^2 = 2 \times 814 / (15 / 3,6)^2 = 93,8$ kg

Exercice 8

1) Travail fourni par l'homme :

W = F.d = 10 × 50 = 500 J

2) Théorème de l'énergie cinétique :

$\Delta Ec = E_{cf} - E_{ci} = W(\vec{P}) + W(\vec{F})$

Or $E_{ci} = 0$ et $W(\vec{P}) = 0$,

$E_{cf} = \frac{1}{2} m v^2 = W(\vec{F})$

$v^2 = 2W(\vec{F}) / m$

$v = \sqrt{\frac{2\,W(\vec{F})}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 500}{3}} = 18,26$ m/s

Exercice 9

1)

1.1) $E_{c0} = \frac{1}{2} \times 850 \times (60/3,6)^2 = 118055,5$ J ou 118,05 kJ

1.2) $\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} = 0 - 118055,5 = -118055,5$ J ou $-118,05$ kJ

2) Cette énergie est dissipée sous forme de frottement puis évacuée sous forme de chaleur.

Exercice 10

1) a) ; 2) b)

Exercice 10

1) a) ; 2) b)

Exercice 11

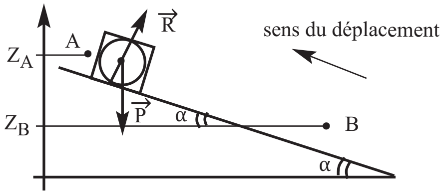
1) La hauteur maximale H atteinte par la bille :
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$.
Inventaire des forces : le poids $\vec{\mathbf{P}}$ est la seule force appliquée à la bille.
$\Delta E_c = ½\ m\ v_f^2 - ½.m\ v_i^2 = W(\vec{\mathbf{P}})$
avec $v_i = v$ et $v_f = 0$ et $Z_i = h$ il vient :
$W(\vec{P}) = m.g.\ (Z_i - Z_f) = m.g.Z_i - m.g.Z_f$
$-½.m.\ v^2 = m.g.Z_i - m.g.Z_f$
$g.Z_f = g.Z_i + ½.V^2$
$Z_f = Z_i + ½.\ v^2 / g$
$Z_f = 2 + ½.\ (10)^2 / 10$
$\mathbf{Z_f = H = 7\ m}$

2) La valeur v_S de la vitesse de la bille lorsqu'elle retombe au sol :
$\Delta Ec = ½\ m\ v_f^2 - ½.m\ v_i^2 = W(\vec{\mathbf{P}})$
avec $v_i = 0$ et $v_f = v_S$
$½.m.\ v_S^2 = m.g.H$
$v_S^2 = 2.g.H$
$v_S = \sqrt{(2.g.H)} = \sqrt{(2 \times 10 \times 7)}$
$\mathbf{v_S = 11,8\ m/s}$

Exercice 12

1)

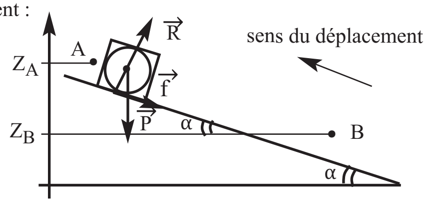
1.1) Détermination de la distance d_1 :
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$ entre point de départ B et point d'arrivée A
Inventaire des forces : $\vec{\mathbf{P}}$ poids et $\vec{\mathbf{R}}$ réaction normale du support (pas de force de frottement)
$\Delta E_C = ½\ m\ v_f^2 - ½.m\ v_i^2 = W(\vec{\mathbf{P}}) + W(\vec{\mathbf{R}})$
Or la réaction $\vec{\mathbf{R}}$ est perpendiculaire au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$ et $W(\vec{\mathbf{P}}) = m.g.\ (Z_B - Z_A)$
avec $\sin\alpha = (Z_A - Z_B)\ /\ AB$
alors $Z_B - Z_A = -AB \sin\alpha$



Donc : $½\ m\ v_f^2 - ½.m\ v_i^2 = -\ m.g.AB.\sin\alpha$
avec $v_i = v_0$ et $v_f = v_1$ et $AB = d_1$, il vient :
$½.m\ v_1^2 - ½.m\ v_0^2 = -\ m.g.d_1.\sin\alpha$
$d_1 = -\ ½.(v_1^2 - v_0^2)\ /\ g.\sin\alpha$
Application numérique : $d_1 = 0,81\ m = 81\ cm$

1.2) Détermination de la distance d_2 :
Si elle s'arrête ($v_2 = 0$), on reprend la relation précédente :
$d_2 = -\ ½.(v_2^2 - v_0^2)\ /\ (g.\sin\alpha) = ½.v_0^2\ /\ (g.\sin\alpha)$
Application numérique : $d_2 = 1,1\ m$

2) Détermination de la valeur f des forces de frottement :



On applique à nouveau le théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$ entre point de départ B et point d'arrivée A.
Inventaire des forces : $\vec{\mathbf{P}}$ poids et $\vec{\mathbf{R}}$ réaction normale du support et $\vec{f}$ force de frottement
$\Delta E_C = ½\ m\ v_f^2 - ½.m\ v_i^2 = W(\vec{\mathbf{P}}) + W(\vec{\mathbf{R}}) + W(\vec{f})$
Or la réaction $\vec{\mathbf{R}}$ est perpendiculaire au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$
$W(\vec{\mathbf{P}}) = m.g.\ (Z_B - Z_A)$ avec
$\sin\alpha = (Z_A - Z_B)\ /\ AB$
alors $(Z_B - Z_A) = -AB \sin\alpha$
$W(\vec{\mathbf{f}}) = f.d_3.\cos\widehat{(\vec{f},\vec{AB})}$ or l'angle de $\widehat{(\vec{f},\vec{AB})} = 180°$
donc $\cos 180° = -1$ donc
$W(\vec{\mathbf{f}}) = -\ f.d_3$
Donc : $½\ m\ v_f^2 - ½.m\ v_i^2 = -\ m.g.AB.\sin\alpha$
$-f.d_3$
avec $v_i = v_0$ et $v_f = 0$ et $AB = d_3$ il vient :
$-\ ½.m\ v_0^2 = -\ m.g.d_3.\sin\alpha\ \ -f.d_3$

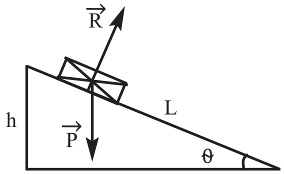
$$f = \frac{-\ m.g.d_3.\sin\alpha + ½.m.v_0^2}{d_3}$$

$$f = \frac{-(620.10^{-3}.\ 9,8\ .\ 95.10^{-2}.\sin 25 + ½.620.10^{-3}.3^2)}{95.10^{-2}}$$

f = 0,37 N

Exercice 13

1) Détermination de la vitesse d'arrivée v au bas du banc.
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces :
$\vec{\mathbf{P}}$: poids du mobile A ;
$\vec{\mathbf{R}}$: réaction normale du banc.



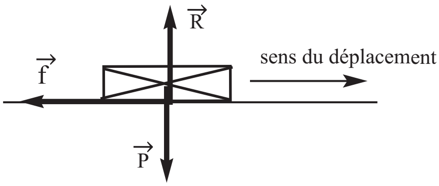
$\Delta E_C = ½\, m\, v_f^2 - ½.m\, v_i^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$
Or la réaction $\vec{R}$ est perpendiculaire au déplacement donc $W(\vec{R}) = 0$ et $W(\vec{P}) = m.g.h$ avec $h = L \sin\theta$

Donc : $½\, m\, v_f^2 - ½.m\, v_i^2 = m.g.L.\sin\theta$
avec $v_i = 0$ et $v_f = v$, il vient :
$½.m.\, v^2 - 0 = m.g.L.\sin\theta$

$v^2 = 2.g.L.\sin\theta$

$v = \sqrt{2.g.L.\sin\theta} = \sqrt{2 \times 10 \times 2 \times \sin 30°}$
$v = 4{,}5$ m/s

2) Détermination de la distance D que parcourt le solide avant de s'arrêter :
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces :
$\vec{P}$: poids du mobile A ;
$\vec{R}$: réaction normale du banc ;
$\vec{f}$: force de frottement



$\Delta E_c = ½\, m\, v_f^2 - ½.m\, v_i^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{f})$
Or la réaction $\vec{R}$ et le poids $\vec{P}$ sont perpendiculaires au déplacement donc $W(\vec{R}) = 0$ et $W(\vec{P}) = 0$
$W(\vec{f}) = - f.D$

Donc : $½\, m\, v_f^2 - ½.m\, v_i^2 = - f.D$
avec $v_i = v$ et $v_f = 0$, il vient :
$- ½.m.v^2 = - f.D$
$D = ½.m.v^2 / f$
$D = m .g.L.\sin\theta / f$
$D = 0{,}1 \times 10 \times 2 \times \sin 30° / 1{,}5 = 0{,}666$ m ou 66,6 cm

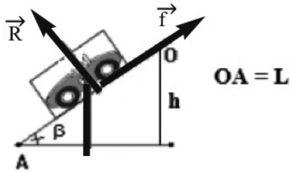
Exercice 14

1) Énoncé du **théorème de l'énergie cinétique** :
Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants t_i et t_f est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui lui sont appliquées entre ces deux instants.

$$\mathbf{\Delta E_c = E_{c_F} - E_{c_I} = \frac{1}{2}.\, m\, .\, v^2_F - \frac{1}{2}.\, m\, .\, v^2_I =}$$
$\Sigma W(\vec{F}_{ext})$

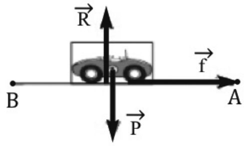
2) Variation d'énergie cinétique ΔE_c du véhicule du point O au point A :
$\Delta E_c = ½\, m\, v_f^2 - ½.m\, v_i^2 = ½\, m.(\, v_f^2 - v_i^2)$
avec $v_i = 0$ et $v_f = v_A = 9/3{,}6 = 2{,}5$ m/s
$\Delta E_c = ½\, .\, 800.(2{,}5)^2$
$\mathbf{\Delta E_c = 2500}$ **J ou 2,5 kJ**

3) Valeur de la force de freinage :
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces :
$\vec{\mathbf{P}}$: poids du véhicule ;
$\vec{\mathbf{R}}$: réaction normale de la piste ;
$\vec{\mathbf{f}}$: force de freinage.



$\Delta E_c = W(\vec{\mathbf{P}}) + W(\vec{\mathbf{R}}) + W(\vec{\mathbf{f}})$
Or la réaction $\vec{\mathbf{R}}$ est perpendiculaire au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$
$W(\vec{\mathbf{f}}) = - f.L$ et $W(\vec{\mathbf{P}}) = M.g.\, h$
avec = $h = L\sin\beta$ on a : $W(\vec{\mathbf{P}}) = M.g.L.\sin\beta$
Donc $\Delta E_c = M.g.L.\sin\beta - f.L$
$f = M.g.\sin\beta - \Delta E_c / L$
$f = 800 \times 9{,}8 \times \sin 4° - 2500 / 500$
$\mathbf{f = 541{,}9}$ **N**

4) Détermination de la distance AB que parcourt le véhicule avant de s'arrêter :
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces :
$\vec{\mathbf{P}}$: poids de la voiture ;
$\vec{\mathbf{R}}$: réaction normale de la piste ;
$\vec{\mathbf{f}}$: force de freinage.
La réaction $\vec{\mathbf{R}}$ et le poids $\vec{\mathbf{P}}$ sont perpendiculaires au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$ et $W(\vec{\mathbf{P}}) = 0$
$\Delta E_c = ½\, M\, v_f^2 - ½.M\, v_i^2 = W(\vec{\mathbf{f}})$
avec $v_i = v_A$ et $v_f = 0$ et $W(\vec{\mathbf{f}}) = - f.AB$
$- ½\, M\, v_A^2 = - f.AB$
$½\, M\, v_A^2 = f.AB$



$$AB = \frac{M\,v_A^2}{2.f}$$

$$AB = \frac{800 \times 2{,}5^2}{2 \times 541{,}9}$$

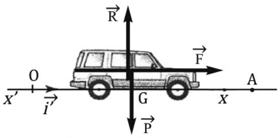
AB = 4,6 m

Exercice 15

1) Énoncé du **théorème de l'énergie cinétique** :
Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants t_i et t_f est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui lui sont appliquées entre ces deux instants.

$$\Delta \mathbf{E_c} = \mathbf{E_{c_F}} - \mathbf{E_{c_I}} = \frac{1}{2}.\,\mathbf{m}\,.\,\mathbf{v^2_F} - \frac{1}{2}.\,\mathbf{m}\,.\,\mathbf{v^2_I} = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$$

2) Valeur F de la force de poussée $\vec{\mathbf{F}}$.
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces :
$\vec{\mathbf{P}}$: poids de l'automobile ;
$\vec{\mathbf{R}}$: réaction normale de la piste ;
$\vec{\mathbf{F}}$: force de poussée.



La réaction $\vec{\mathbf{R}}$ et le poids $\vec{\mathbf{P}}$ sont perpendiculaires au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$ et $W(\vec{\mathbf{P}}) = 0$
$\Delta E_c = ½\, M\, v_f^2 - ½.M\, v_i^2 = W(\vec{\mathbf{F}})$
avec $v_i = 0$ et $v_f = v$ et $W(\vec{\mathbf{F}}) = F.OA$

$$½\, M\, v_A^2 = F.OA$$

$$F = \frac{M\, v_A^2}{2.OA}$$

$$F = \frac{1{,}2.10^3 \times (\frac{36}{3{,}6})^2}{2 \times 200}$$

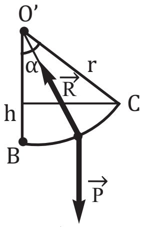
F = 300 N

3) Justification de la valeur $v_B = 36\ km.h^{-1}$.
Sur le tronçon AB, les seules forces appliquées à l'automobile sont son poids $\vec{\mathbf{P}}$ et la réaction normale $\vec{\mathbf{R}}$ de la piste. Elles sont perpendiculaires au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$ et $W(\vec{\mathbf{P}}) = 0$.
D'où $\Delta E_c = 0$
Alors E_c = cste, donc v = cste

$$v_B = 36\ km.h^{-1}.$$

4)

4.1) Détermination de la vitesse v_C
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces :
$\vec{P}$: poids de l'automobile ;
$\vec{R}$: réaction normale de la piste.



$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$
Or la réaction $\vec{R}$ est perpendiculaire au déplacement donc $W(\vec{R}) = 0$ et $W(\vec{P}) = -\ M.g.\ h$
avec $h = r - r.\cos\alpha = r.(1 - \cos\alpha)$, on a :
$W(\vec{P}) = -\ M.g.r.(1 - \cos\alpha)$
$½\, M\, v_C^2 - ½.M\, v_B^2 = M.g.r.(\cos\alpha - 1)$
$v_C^2 = v_B^2 + 2g.r.(\cos\alpha - 1)$

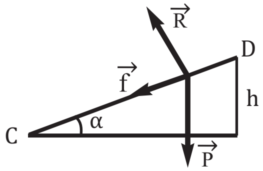
$$v_C = \sqrt{\mathbf{v_B^2 + 2g.r.(\cos\alpha - 1)}}$$

Application numérique : α = 2° et non 15°

$$v_C = \sqrt{(\frac{36}{3{,}6})^2 + 2 \times 9{,}8 \times 100 \times (\cos 2° - 1)}$$

v = 9,94 m/s

4.2) Valeur f de la force de frottement s'exerçant sur le tronçon CD.
Théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$
Inventaire des forces appliquées au mobile :
$\vec{\mathbf{P}}$: poids de l'automobile ;
$\vec{\mathbf{R}}$: réaction normale de la piste ;
$\vec{\mathbf{f}}$: force de frottement.



$\Delta E_c = ½\, M\, v_D^2 - ½.M\, v_C^2 = W(\vec{\mathbf{P}}) + W(\vec{\mathbf{R}}) + W(\vec{\mathbf{f}})$
Or la réaction $\vec{\mathbf{R}}$ est perpendiculaire au déplacement donc $W(\vec{\mathbf{R}}) = 0$ et $W(\vec{\mathbf{P}}) = -\ M.g.\ h$
avec $h = d.\sin\alpha$ on a : $W(\vec{\mathbf{P}}) = -\ M.g.d.\sin\alpha$
$W(\vec{\mathbf{f}}) = -\ f.d$
$½\, M\, v_D^2 - ½.M\, v_C^2 = -\ M.g.d.\sin\alpha - f.d$
$V_D^2 = 0$ alors on a : $½.M\, v_C^2 = M.g.d.\sin\alpha + f.d$

Or $\frac{1}{2} M v_C^2 = \frac{1}{2}.M v_B^2 + M.g.r.(\cos\alpha - 1)$
$M.g.d.\sin\alpha + f.d = \frac{1}{2}.M v_B^2 + M.g.r.(\cos\alpha - 1)$

$f = \frac{M}{2.d} v_B^2 + Mg\,[\,\frac{r}{d}(\cos\alpha - 1) - \sin\alpha]$

Application numérique : prendre $\alpha = 2°$ et non $15°$

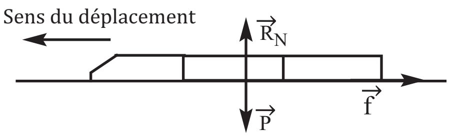
$f = \frac{1200}{2 \times 100}\;(36/3{,}6)^2 + 1200 \times 9{,}8\,[\frac{100}{100}(\cos 2° - 1) - \sin 2°]$

f = 182,4 N

Exercice 16

1) La variation de l'énergie cinétique d'un système entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux des forces extérieures qui s'exercent sur ce système entre ces deux instants.

2) Représentation des forces appliquées au train.
Le train est soumis à :
- son poids $\vec{P}$;
- la réaction normale $\vec{R}_N$ des rails ;
- la force constante $\vec{f}$.



3) Les travaux des forces :
$\Delta E_C = \sum(\vec{F}_{ext})$;
$W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f}) = 0 - \frac{1}{2} Mv^2$. Or :
$W(\vec{P})$ = 0 J car $\vec{P}$ est orthogonal au vecteur déplacement.
$W(\vec{R}_N)$ = 0 J car $\vec{R}_N$ est orthogonal au vecteur déplacement.
Donc $W(\vec{f}) = -\frac{1}{2}Mv^2$;
$W(\vec{F}) = -\frac{1}{2} \times 500 \times 10^3 \times 10^2$;
$W(\vec{F})$ = - 25 000 000 J = - 25 000 kJ ou −25 MJ

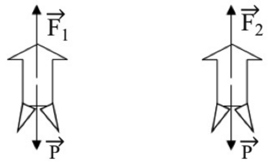
4) Intensité de $\vec{f}$:

$f = -\frac{W(\vec{F})}{d}$; $f = -\frac{-25\,000\,000}{2\,500}$; **f = 10 000 N**.

Exercice 17

1) La variation de l'énergie cinétique d'un système entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux des forces extérieures qui s'exercent sur ce système entre ces deux instants.

2) Représentation des forces qui s'exercent sur la fusée.
La fusée est soumise à son poids $\vec{P}$ et à la force de poussée $\vec{F}_1$ ou $\vec{F}_2$.



3)

3.1) La vitesse v_1 atteinte par la fusée à l'altitude h_1 :
$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ext})$; $W(\vec{P}) + W(\vec{F}_1) = \frac{1}{2} mv_1^2$;

$-mgh_1 + F_1.h_1 = \frac{1}{2} mv_1^2$; $v_1 = \sqrt{\frac{2F_1.h_1 - 2mgh_1}{m}}$

$v_1 = \sqrt{\frac{2 \times 130 \times 10^3 \times 250 - 2 \times 10 \times 10^3 \times 10 \times 250}{10 \times 10^3}}$

$v_1 = \sqrt{6500 - 5000}$; **v_1 = 38,73 m/s** ;

soit **v_1 = 139,4 km/h.**

3.2) L'intensité F_2 de la force de poussée après la panne de moteur :
$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$; $W(\vec{P}) + W(\vec{F}_2) = 0 - \frac{1}{2} mv_1^2$;
$-mg(h_2 - h_1) + F_2.(h_2 - h_1) = -\frac{1}{2} mv_1^2$.

$F_2 = \frac{-\frac{1}{2} mV_1^2 + mg(h_2 - h_1)}{h_2 - h_1}$;

$F_2 = \frac{-\frac{1}{2} \times 10^4 \times 1500 + 10^4 \times 10 \times (450 - 250)}{450 - 250}$;

$F_2 = \frac{-7\,500\,000 + 20\,000\,000}{200}$;

F_2 = 62 500 N.

3.3) Le travail total W_2 de la force $\vec{F}_2$ au cours de l'ascension et de la descente de la fusée :
$W_2 = F_2(h_2 - h_1) - F_2h_2$; $W_2 = -F_2.h_1$.
$W_2 = -62\,500 \times 250$;
W_2 = - 15 625 000 J = - 15 625 kJ.

4) La vitesse v_f de la fusée :
$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$; $W(\vec{P}) + W(\vec{F}_2) = \frac{1}{2} mv_f^2 - 0$;

$mgh_2 - F_2.h_2 = \frac{1}{2} mv_f^2$; $v_f = \sqrt{\frac{2h_2(mg - F_2)}{m}}$.

$v_f = \sqrt{\frac{2 \times 450 \times (100\,000 \times 62\,500)}{10\,000}}$;

v_f = 58,1 m/s ; soit v_f = 209,16 km/h.

Exercice 18

1) Expression littérale de l'énergie cinétique pour un solide en translation :

$E_c = \frac{1}{2} mv^2$

2)

2.1) Travail des forces appliquées à la moto :

- Phase aérienne

Force appliquée : le poids de la moto $\vec{P}$

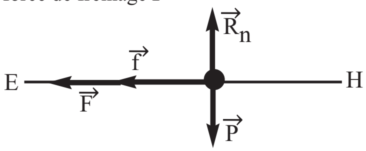
$W_{OE}(\vec{P}) = -Mgh$ avec h = DE – OC = 2 m

$W_{OE}(\vec{P}) = -185 \times 9{,}81 \times 2$

$W_{OE}(\vec{P}) = -3{,}63.10^3$ J

- Phase horizontale

Forces appliquées :
- poids de la moto $\vec{P}$
- réaction normale de la piste $\vec{R_n}$
- force de frottement $\vec{f}$
- force de freinage $\vec{F}$



$W_{EH}(\vec{R_n}) = 0$

$W_{EH}(\vec{P}) = 0$

$W_{EH}(\vec{f}) = -f.L$ avec L = EH

AN : $W_{EH}(\vec{f}) = -500 \times 100$

$W_{EH}(\vec{f}) = -5.10^4$ J

Théorème de l'énergie cinétique :

$\Sigma W_{EH}(\vec{F}_{ext}) = \Delta E_C$

$W_{EH}(\vec{R_n}) + W_{EH}(\vec{F}) + W_{EH}(\vec{f}) + W_{EH}(\vec{P}) = 0 - \frac{1}{2} Mv_E^2$

$W_{EH}(\vec{F}) = -\frac{1}{2} Mv_E^2 - W_{EH}(\vec{f})$

$W_{EH}(\vec{F}) = -\frac{1}{2} \times 185 \times (\frac{86{,}4}{3{,}6})^2 + 5.10^4$

$W_{EH}(\vec{F}) = -3280$ J

2.2) Calcul de la vitesse v_0

Théorème de l'énergie cinétique :

$\Sigma W_{OE}(\vec{F}_{ext}) = \Delta E_C$

$W_{OE}(\vec{P}) = \frac{1}{2} Mv_E^2 - \frac{1}{2} Mv_E^2$

$v_E - v_0^2 = \frac{2}{m} W_{OE}(\vec{P})$

$v_0^2 = -\frac{2}{m} W_{OE}(\vec{P}) + v_E^2$

$v_0 = \sqrt{v_E^2 - \frac{2}{m} W(\vec{P})}$

AN : $v_0 = \sqrt{24^2 - \frac{2}{185} (-3{,}63.10^3)}$

$v_0 = 24{,}8$ m/s soit 89,28 km/h

3) Calcul de la valeur F de la force de freinage

$W_{EH}(\vec{F}) = -F.L$

$F = -W_{EH}(\vec{F}) / L$

$F = -(-3280) / 100$

F = 32,80 N

4) Calcul de la puissance de $\vec{F}$

$P(\vec{F}) = W_{EH}(\vec{F})/\Delta t$

$P(\vec{F}) = -3280 / 8$

$P(\vec{F}) = -410$ W

LEÇON 3 : Énergie potentielle de pesanteur

Exercice 1

1) L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est l'énergie qu'il possède du fait de sa position par rapport à la Terre, c'est-à-dire du fait de son altitude.

2) L'énergie potentielle de pesanteur E_p d'un solide, de masse m situé à l'altitude z, a pour expression :

$\mathbf{E_p = m.g.z}$

Avec **m** : masse du solide en kilogramme (kg)

g : intensité du champ de pesanteur en newton par kilogramme (N/kg)

z : altitude du centre d'inertie du solide en mètre (m)

Exercice 2

- Barrage hydroélectrique
- Pistolet à fléchette
- Horloge à balancier

Exercice 3

L'énergie potentielle apparaît comme une énergie mise en réserve dans un système déformable qui peut la restituer. C'est l'énergie que possède un corps du fait de sa **position**. Elle n'existe que si le **travail** des forces subies par le corps est **indépendant** du chemin suivi.

Elle est définie à une **constante** additive près.

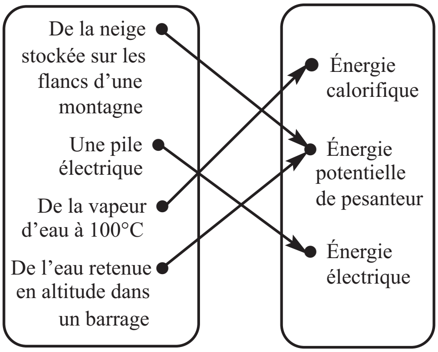
Exercice 4

c)

Exercice 5

		Vrai	Faux
1	L'énergie potentielle de pesanteur est une énergie de position	X	
2	L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps de masse m, à l'altitude z, est $E_p = -mgz$.		X
3	L'énergie potentielle s'exprime en fonction de l'altitude.	X	
4	L'énergie potentielle est définie par rapport à niveau choisi arbitrairement. Mais la variation d'énergie potentielle ne dépend pas de ce choix.	X	

Exercice 6



Exercice 7

Énergie potentielle de pesanteur finale de la caisse :
$E_p = m.g.z$ où z est la position finale de la caisse.

a) par rapport au rez-de-chaussée : z = 12 m ;

$E_p = 50 \times 10 \times 12 = 6000$ J

b) par rapport au 4e étage : z = 0; $E_p = 0$

c) par rapport au 6e étage : z = - 6 m
$E_p = 50 \times 10 \times (-6) = -3000$ J

Exercice 8

$E_p = m.g.z = 50.10^3 \times 10 \times 15 = 7{,}5.10^6$ J ou 7,5 MJ

Exercice 9

$\Delta E_p = E_{p(finale)} - E_{p(initiale)} = m.g.z_{finale} - m.g.z_{initiale}$

$\Delta E_p = 0{,}045 \times 10 \text{ x } 0 - 0{,}045 \times 10 \times 10 = -4{,}5$ J

Exercice 10

1) L'énergie potentielle de pesanteur du sac juste avant qu'il ne tombe.
$Ep = m.g.z = 2{,}5 \times 10 \times 15 = 375$ J

2) La variation d'énergie potentielle de pesanteur lorsqu'il passe du deuxième au premier étage :
$\Delta Ep = Ep_{(finale)} - Ep_{(initiale)} = m.g.z_{finale} - m.g.z_{initiale}$
$\Delta Ep = 2{,}5 \times 10 \times 3 - 2{,}5 \times 10 \times 6 = 75 - 150$
$\Delta Ep = -75$ J
$\Delta Ep < 0$: le sac-poubelle perd de l'énergie potentielle.

Exercice 11

1) c) ; 2) b)

Exercice 12

1) b) ; 2) b) ; d)

Exercice 13

$\Delta E_p = E_{p(finale)} - E_{p(initiale)} = m.g(z_{f\ finale} - z_{initiale})$
$\Delta E_p = 62 \times 10\ (2{,}7 - 4)$
$\Delta E_p = -806$ J

Exercice 14

$\Delta E_p = E_{p(finale)} - E_{p(initiale)} = m.g.z_{finale} - m.g.z_{initiale}$
$\Delta E_p = m.g.(z_{finale} - z_{initiale}) = m.g.h$
Or $m = \rho_{eau}.V$ donc $\Delta Ep = \rho_{eau}.V.g.h$

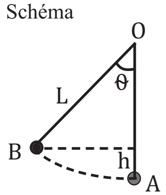
Finalement $V = \dfrac{\Delta Ep}{\rho_{eau}.g.h}$

Application numérique :

$V = \dfrac{0{,}5 \times 3600000}{1 \times 9{,}8 \times 20} = 9183{,}7$ L

Exercice 15

1) Schéma



2) Énergie potentielle de pesanteur en B :

$E_{p_B} = m.g.z_B$

Avec $z_B = \ell - \ell \cos\theta$

$Ep_B = m.g.\ell(1 - \cos\theta)$

Application numérique :

$E_{p_B} = 0{,}12 \times 9{,}8 \times 0{,}7 \times (1 - \cos 25)$

$E_{p_B} = 0{,}08$ J

Exercice 16

1)

1.1) niveau de la mer :

$Ep = m.g.z = 80 \times 9{,}8 \times 1302 = 1020768$ J ou

$Ep = 1{,}02$ MJ

1.2) sommet du mont Nimba :

$Ep = m.g.z$ avec $z = 1302 - 1753 = -451$ m

$Ep = 80 \times 9{,}8 \times (-451) = -353584$ J

2) Variation de Ep

$\Delta Ep = Ep_{(finale)} - Ep_{(initiale)} = m.g.z_{finale} - m.g.z_{initiale}$

$\Delta Ep = m.g.(z_{finale} - z_{initiale}) =$

$80 \times 9{,}8 \times (1753 - 1302) = 353584$ J ou 3,53 MJ

Exercice 17

1) Le travail de la force a pour effet d'augmenter l'énergie potentielle de la barre de la position A à la position B.

2) $\Delta Ep = m.g.AB = 12 \times 9{,}8 \times 0{,}8 = 94{,}08$ J

3) Déterminons la relation qui existe entre le travail $W(\vec{F})$ de la force $\vec{F}$ et l'augmentation d'énergie potentielle de pesanteur de la barre entre A et B.

$\Delta Ep = Ep_{(finale)} - Ep_{(initiale)} = m.g.z_B - m.g.z_A$

$\Delta Ep = m.g.(z_B - z_A) = m.g.AB$

$W(\vec{F}) = F.AB$

Pour soulever la barre l'ouvrier doit vaincre la force gravitationnelle. L'intensité de la force F est donc : $\vec{F} = Fg = mg$

D'où $W(\vec{F}) = mg.AB$

Alors $\Delta Ep = W(\vec{F})$.

4) $W(\vec{F}) = 94{,}08$ J

Exercice 18

1) L'énergie potentielle de pesanteur Ep d'un solide, de masse m situé à l'altitude z, a pour expression :

$Ep = m.g.z$

Avec m : Masse du solide en kilogramme (kg)

g : intensité du champ de pesanteur

z : Altitude du centre d'inertie du solide en mètre (m).

2)

2.1) $Ep = m.g.z$ avec $z = H + h = 10{,}8$ m

$Ep = 72 \times 9{,}8 \times 10{,}8 = 7620{,}5$ J

2.2) $Ep = m.g.z$ avec $z = 0$

$Ep = 0$

2.3) $Ep = m.g.z$ avec $z = -3$ m

$Ep = 72 \times 9{,}8 \times (-3) = -2116{,}8$ J

3)

- $Ep = m.g.z$ avec $z = 80$ cm
  $Ep = 72 \times 9{,}8 \times 0{,}8 = 564{,}5$ J
- $Ep = m.g.z$ avec $z = -10$ m
  $Ep = 72 \times 9{,}8 \times (-10) = -7056$ J
- $Ep = m.g.z$ avec $z = -13$ m
  $Ep = 72 \times 9{,}8 \times (-13) = -9172{,}8$ J

4) $\Delta Ep = Ep_{(finale)} - Ep_{(initiale)} = m.g.z_{finale} - m.g.z_{initiale}$

$\Delta Ep = m.g.(z_{finale} - z_{initiale})$

$= 72 \times 9{,}8 \times (0 - 10{,}8) = -7620{,}5$ J

Exercice 19

1) L'énergie potentielle de pesanteur Ep d'un solide, de masse m situé à l'altitude z, a pour expression :

$Ep = m.g.z$

Avec m : Masse du solide en kilogramme kg

g : intensité du champ de pesanteur

z : Altitude du centre d'inertie du solide en mètre m.

2)

2.1) $Ep = m.g.z$ avec $z = 12 - 2 = 10$ m

$Ep = 0{,}07 \times 9{,}8 \times 10 = 6{,}86$ J

2.2) $Ep = m.g.z$ avec $z = -2$ m

$Ep = 0{,}07 \times 9{,}8 \times (-2) = -1{,}372$ J

3)

- $Ep = m.g.z$ avec $z = 12$ m
  $Ep = 0{,}07 \times 9{,}8 \times 12 = 8{,}232$ J

• $E_p = m.g.z$ avec $z = 0$
$E_p = 0$

4) Détermination de la variation d'énergie potentielle de pesanteur ΔE_p pour chaque niveau de référence.
• Pont choisi comme référence :
$\Delta E_p = E_{p(finale)} - E_{p(initiale)} = -1,372 - 6,86 = -8,232$ J

• Rivière choisie comme référence :
$\Delta E_p = E_{p(finale)} - E_{p(initiale)} = 0 - 8,232 = -8,232$ J

La variation d'énergie potentielle de pesanteur ne dépend pas du niveau de référence choisi.

Exercice 20

1) L'énergie potentielle de pesanteur est l'énergie que possède un système du fait de sa position par rapport à la terre.

2) L'eau du réservoir du barrage possède de l'énergie potentielle de pesanteur.

3) L'énergie que fournit un volume V = 100 L d'eau de cette centrale électrique lors de sa chute :

$E_{PP} = mgh$; avec $m = \rho_{eau} \times V$;

$E_{PP} = g.h.\rho_{eau} \times V$;

AN : $E_{PP} = 10 \times 70 \times 1 \times 100$

$E_{PP} = 70\,000$ J ou $E_{PP} = 70$ kJ.

LEÇON 4 : Énergie mécanique

Exercice 1

L'énergie mécanique d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur :

$$E_m = E_C + E_P$$

Soit $E_m = \frac{1}{2}.m\,v^2 + m.g.z$

Avec la masse **m** en kilogramme (**kg**),
la vitesse v en mètre par seconde (**$m.s^{-1}$**).
l'intensité de pesanteur g en newton par kilogramme (**N/kg**).
l'altitude **z** en mètre (**m**).
l'énergie mécanique **E_m** en joule (symbole **J**)

Exercice 2

		Vrai	Faux
1	L'énergie mécanique d'un solide soumis à des forces de frottement diminue.	X	
2	L'énergie mécanique d'un solide qui n'est soumis qu'à des forces conservatives est constante.	X	
3	La variation d'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est toujours égale à la variation d'énergie cinétique.		X
4	La variation d'énergie mécanique d'un solide est égale au travail des forces non conservatives.	X	

Exercice 3

L'énergie, facteur essentiel dans la plupart des activités économiques, se présente sous différentes formes : électrique, mécanique, chimique, musculaire, solaire, ...
L'énergie **mécanique** d'un solide est la somme de son énergie potentielle et de son énergie **cinétique**. Elle se **conserve** si le solide est soumis à des forces dont le travail ne dépend pas du chemin suivi.
Lorsque cette hypothèse n'est pas vérifiée, la variation de l'énergie mécanique est **égale** au travail des forces **non conservatives.** Notamment, en présence de frottements, l'énergie mécanique **diminue.**

Exercice 4

1)

1.1) L'acrobate A se situe en hauteur. En altitude, il possède donc une énergie potentielle de pesanteur non nulle. Cependant tant qu'il n'a pas sauté, sa vitesse est nulle, donc son énergie cinétique est nulle.

1.2) À l'instant où il touchera la planche, son altitude sera alors zéro, donc son énergie potentielle de pesanteur aura une valeur nulle. Cependant il s'agit de l'instant où sa vitesse est maximale : son énergie sera alors sous forme d'énergie cinétique.

2)

2.1) À l'instant où l'acrobate B décolle de la planche, il possède une vitesse maximale donc une énergie cinétique.

2.2) Au fur et à mesure que l'acrobate B prend de l'altitude, sa vitesse diminue donc son énergie cinétique aussi. Cependant, comme il prend de l'altitude, son énergie potentielle de pesanteur augmente.

Exercice 5

c) 27770 J (et non 27790 J comme indiqué dans l'énoncé).

Exercice 6

Lorsqu'un solide est soumis à des forces dont le travail ne dépend pas du chemin suivi, son énergie mécanique est constante.

Exercice 7

$\Delta E_m = E_m$ (finale) - E_m (initiale) = E_C (finale) + E_P (finale) - E_C (initiale) - E_P (initiale)

$\Delta E_m = 0 + m.g.h - 0 - 0$

$\Delta E_m = 250 \times 9{,}8 \times 2{,}5 = 6125$ J

Exercice 8

$E_{mi} = E_{Ci} + E_{pi} = \frac{1}{2}.m\ v^2 + m.g.z$

$E_{mi} = \frac{1}{2} \times 0{,}2 \times 5^2 + 0{,}2 \times 9{,}8 \times 1{,}2 = 4{,}852$ J

Exercice 9

a)

Exercice 10

L'énergie mécanique du cube est conservée au cours de son mouvement si on considère que les frottements sont négligeables. Alors :

$E_m(A) = E_m(B)$

$E_m(A) = E_C(A) + E_P(A) = \frac{1}{2}.m\ v_A{}^2 + m.g.z_A$

$Em(B) = E_C(B) + E_P(B) = \frac{1}{2}.m\ v_B{}^2 + 0$

Donc : $v_B{}^2 = v_A{}^2 + 2.g.z_A$

Avec $z_A = r\ (1 - \cos\alpha)$ on a

$v_B = \sqrt{(v_A{}^2 + 2.g.r(1\text{-}\cos\alpha)}$

Application numérique :

$v_B = \sqrt{(6^2 + 2 \times 9{,}8 \text{ x } 15 \times (1\text{- } \cos 60°)}$

$\mathbf{v_B = 13{,}5\ m/s}$

Exercice 11

1) On considère la position finale comme référence des énergies potentielles de pesanteur.

$E_m(\text{initiale}) = E_C(\text{initiale}) + E_P(\text{initiale}) = 0 + m.g.L.\sin\beta$

$E_m(\text{initiale}) = 2 \times 9{,}8 \times 0{,}4 \text{ x } \sin 60 = \mathbf{6{,}8\ J}$

$E_m(\text{finale}) = E_C(\text{finale}) + E_P(\text{finale}) = \frac{1}{2}.mv_A{}^2 + 0$

$E_m(\text{finale}) = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = \mathbf{4\ J}$

E_m (initiale) $\neq E_m$(finale) l'énergie mécanique ne se conserve pas. Les forces appliquées au solide ne sont pas toutes conservatives.

2) Intensité f de la composante non conservative.

$\Delta E_m = W(\vec{f})$

$\Delta E_m = E_m(\text{finale}) - E_m(\text{initiale}) = 4 - 6{,}8 = -2{,}8$ J

$W(\vec{f}) = -f.L$

D'où $f = -\frac{\Delta E_m}{L} = \frac{2{,}8}{0{,}4} = \mathbf{7\ N}$

Exercice 12

1) Énergies potentielles, cinétique et mécanique de la balle à l'état initial :

$E_p = m.g.z = 0{,}2 \times 9{,}8 \times 1{,}2 = 2{,}352$ J

$E_c = \frac{1}{2}.m\ v^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}2 \times 5^2 = 2{,}5$ J

$E_m = E_c + E_p = \mathbf{4{,}852\ J}$

2) Altitude maximale z_M atteinte par la balle lors de ce lancer :

L'énergie mécanique se conserve

À l'altitude maximale v = 0, donc $E_c = 0$

$E_m = E_p = m.g.z_M$, d'où $z_M = \frac{E_m}{m.g}$

$z_M = \frac{4{,}852}{0{,}2 \times 9{,}8} = \mathbf{2{,}47\ m}$

3) la vitesse v_S de la balle au moment où elle retombe sur le sol.

Au moment où la balle retombe sur le sol, son énergie potentielle de pesanteur s'annule.

$E_m = E_C = \frac{1}{2}.m\ v_S{}^2$ d'où $v_S{}^2 = 2.\frac{E_m}{m}$

$v_S = \sqrt{2.\frac{E_m}{m}}$

$v_S = \sqrt{2 \times \frac{4{,}852}{0{,}2}} = \mathbf{6{,}96\ m/s}$

Exercice 13

1) Énergie mécanique $E_m(A)$ du caillou.

$E_m(A) = E_C\ (A) + E_P(A) = \frac{1}{2}.m\ v_A{}^2 + m.g.z_A$

$E_m(A) = \frac{1}{2} \times 0{,}25 \times 14^2 + 0{,}25 \times 9{,}8 \times 1 = \mathbf{26{,}95\ J}$

2) Les frottements sont négligés. Le caillou subit uniquement l'action de son poids qui est une force conservative. L'énergie mécanique se conserve tout au long du mouvement.

3) Vitesse v_B du Caillou au point B:

$E_m(A) = E_m(B) = E_C(B) + E_P(B) = \frac{1}{2}.m\,v_B^2 + m.g.z_B$

$\frac{1}{2}.m\,v_B^2 = E_m(A) - m.g.z_B = \frac{1}{2}.m\,v_A^2 + m.g.z_A - m.g.z_B$

$v_B^2 = v_A^2 + 2.\,g.(z_A - z_B)$

$v_B = \sqrt{v_A^2 + 2.g.(z_A - z_B)}$

$v_B = \sqrt{14^2 + 2 \text{ x } 9{,}8 \text{ x } (1-9)}$

$\mathbf{v_B = 6{,}26\ m/s}$

4) $E_C = E_P = \frac{1}{2}.m\,v^2 = m.g.z$

$E_m = E_C + E_P = 2.E_P = 2.m.g.z$

$z = \frac{E_m}{2\,m.g} = \frac{26{,}95}{2 \times 0{,}25 \times 9{,}8}$

z = **5,5 m**

Exercice 14

1) On considère le niveau de la mer comme référence des énergies potentielles de pesanteur.

$E_m(1) = E_c(1) + E_p(1) = 0 + m.g.z_1 = 80 \times 9{,}8 \times 1000 =$

784000 J ou 784 kJ

2) On néglige les forces de frottements et la poussée d'Archimède. Le parachutiste subit l'action de son poids qui est une force conservative. L'énergie mécanique se conserve.

3) Vitesse v du parachutiste au moment de l'ouverture du parachute.

$E_m(2) = E_m(1) = E_c(2) + E_p(2) = \frac{1}{2}.m\,v^2 + m.g.z_2$

$E_m(1) = \frac{1}{2}.m\,v^2 + m.g.z_2$

$\frac{1}{2}.m\,v^2 = E_m(1) - m.g.z_2 = m.g.z_1 - m.g.z_2$

$v^2 = 2.g.(z_1 - z_2)$

$v = \sqrt{2.g.(z_1 - z_2)}$

$v = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times (1000 - 700)}$

v = 76,7 m/s

Exercice 15

1) L'énergie mécanique E_m d'un solide a pour expression :

$E_m = E_c + E_p$

Avec E_c : énergie cinétique du solide

E_p : énergie potentielle de pesanteur du solide

2) Énergie mécanique du parachutiste :

2.1) $E_m(\text{initiale}) = E_c(\text{initiale}) + E_p(\text{initiale}) = 0 + m.g.zi$

$E_m(\text{initiale}) = 100 \times 9{,}8 \times 3000 =$ **2940000 J ou 2,94 MJ**

2.2) $E_{mf} = E_{Cf} + E_{Pf} = \frac{1}{2} \times 100 \times \left(\frac{18}{3{,}6}\right)^2 + 100 \times 500$ = **491250 J** ou **491,25 KJ** ;

3) L'énergie mécanique du parachutiste diminue au cours du saut.

4)

4.1) La variation d'énergie mécanique du parachutiste est égale au travail des forces non conservatives.

$W = E_m(\text{finale}) - E_m(\text{initiale}) = 491250 - 2940000$ = **- 2448750 J ou – 2,50 MJ**

4.2) Considérons la dernière phase du saut. La vitesse est constante.

$E_m(\text{finale}) = E_c(\text{finale}) + E_p(\text{finale}) = \frac{1}{2}.m\,v_f^2 + m.g.z_f$

$E_m(\text{initiale}) = E_c(\text{initiale}) + E_p(\text{initiale}) = \frac{1}{2}.m\,v_i^2 + m.g.z_i$

$\Delta E_m = E_m(\text{finale}) - E_m(\text{initiale}) = m.g.(z_f - .z_i) = - m.g.h$, car $v_f = v_i = 18$ km/h

$\Delta E_m = W(\vec{f}) = -\,f.h$

Donc $f.h = m.g.h$

$f = mg = 100 \text{ x } 9{,}8 =$ **980 N**

Exercice 16

1)

1.1) $E_m = E_c + E_p = \mathbf{\frac{1}{2}\,m\,v^2 + mgh}$

1.2) $y_B = AB.\sin\alpha$

1.3) $\Delta E_p = E_p(\text{finale}) - E_p(\text{initiale}) = m.g.y_B - m.g.y_A$

$y_A = 0$, alors : $\Delta E_p = m.g.y_B$

2)

2.1) $E_m(A) = \frac{1}{2} \times 180 \times \left(\frac{160}{3{,}6}\right)^2 + 180 \times 9{,}8 \times 0 =$ **$1{,}78.10^5$ J**

2.2) $\Delta E_p = m.g.y_B = m.g.AB.\sin\alpha = 180 \times 9{,}8 \times 7{,}86 \times \sin 27° =$ **6294 J**

3)

3.1) La moto avance sur la rampe à vitesse constante, son énergie cinétique est constante et son énergie potentielle de pesanteur augmente puisque y augmente, donc son énergie mécanique augmente de A à B.

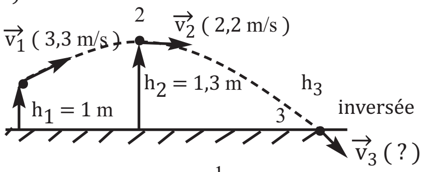
3.2) Si on néglige les forces de frottement, l'énergie mécanique de la moto se conserve. Comme la hauteur y est la même en B et en C, l'énergie potentielle est aussi la même. Donc l'énergie mécanique est identique en B et en C.

4) On en déduit que : $\mathbf{v_c = 160\ km/h}$

Exercice 17

1) Voir résumé ($E_m = E_C + E_P$)

2)



$E_m(1) = E_c(1) + E_P(1) = \frac{1}{2}\ m\ v_1{}^2 + m.g.h_1$

$\simeq \frac{1}{2} \times 0{,}7 \times (3{,}3)^2 + 0{,}7 \times 9{,}8 \times 1 \simeq 10{,}7$ J

$E_m(2) = E_c(2) + E_P(2) = \frac{1}{2}\ m\ v_2{}^2 + m.g.h_2$

$\simeq 0{,}5 \times 0{,}7 \times 2{,}2^2 + 0{,}7 \times 9{,}8 \times 1{,}3 \simeq 10{,}6$ J

$\Rightarrow E_m(2) \simeq E_m(2) \Rightarrow$ l'énergie mécanique est conservée

3) $h_3 = 0$

$E_m(3) = E_m(2) = E_m(1) = \underbrace{E_P(3)}_{\cancel{}\ 0} + E_c(3)$

$\frac{m\ v_3{}^2}{2} = E_m(1) \Rightarrow v_3 = \sqrt{\frac{2\ E_m(1)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 10{,}6}{0{,}7}}$

$v_3 = 5{,}5$ m/s

THÈME : ÉLECTRICITÉ

LEÇON 1 : Champ électrostatique

Exercice 1

La force électrostatique est une force d'interaction à distance entre des charges électriques.

Exercice 2

a : $Q_A > 0$; b : $Q_A > 0$; c : $Q_A > 0$

Exercice 3

1) b) ; 2) d)

Exercice 4

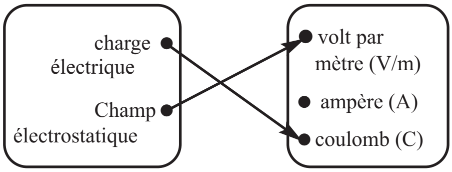
1) Le signe des charges q_B et q_K :
Figure 1 : $q_B > 0$; figure 2 : $q_K < 0$

2) Les lignes de champ sont orientées vers la charge (-) et elles sortent de la charge (+).

Exercice 5

b)

Exercice 6



Exercice 7

1) Entre deux plaques parallèles où il règne un champ électrostatique **uniforme**, les lignes de champ sont parallèles entre elles et **perpendiculaires** aux plaques.

2) En chaque point de cette région, le vecteur champ garde la même intensité, la même direction et le même sens ; on dit qu'il est **constant**.

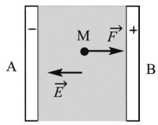
Exercice 8

Direction : celle de $\vec{F}$; Sens : contraire à celui de $\vec{F}$; norme : E = 320 V/m

Exercice 9

1) Faux ; 2) Faux ; 3) Vrai

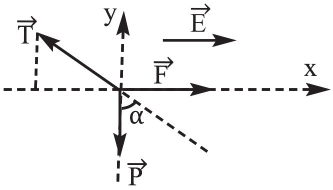
Exercice 10



Exercice 11

1) Poids $\vec{P}$ de la boule, force électrostatique F et tension $\vec{T}$ du fil

2) Représentation des forces :



3) Expression de E :

$$E = \frac{mg\tan\alpha}{q}$$

4) $E = \dfrac{3.10^{-3} \times 10 \times \tan 10°}{10^{-6}}$ = **5289 V.m⁻¹**

Exercice 12

1) Poids $\vec{P}$ de la goutte d'huile ; force électrostatique $\vec{F}$

2) v = cste, $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$ donc mg = qE avec

$q = \dfrac{mg}{E}$; soit $q = 10^{-11}$C.

Exercice 13

1) $\vec{E_1}$ $(E_1 ; 0)$; $\vec{E_2}$ $(E_2\cos\theta ; E_2\sin\theta)$

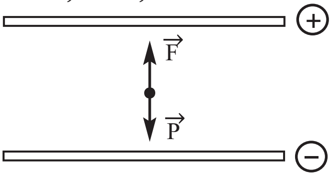
2) $\vec{E}(E_1 + E_2\cos\theta ; E_2\sin\theta)$

3) $\vec{F}[q(E_1 + E_2\cos\theta) ; qE_2\sin\theta]$

Exercice 14

1) $\vec{P}$ (direction : verticale ; sens : descendant) ; $\vec{F}$ (direction : verticale ; sens : ascendant)

2.1) et 2.2)



3.1) $\vec{P} + \vec{F} = 0$

3.2) $\dfrac{q}{m} = -\dfrac{g}{E} = -\dfrac{10}{6.10^8} = -1{,}67.10^{-8}$ c.kg⁻¹

4)

4.1) $m = 19{,}2.10^{-11}$ kg

4.2) $V = 2{,}2.10^{-13}$ m³

Exercice 15

1) spectre (a) : signes contraires ;
spectre (b) : même signe

2) spectre (c) : radial ; spectre (d) : uniforme.

Exercice 16

Erreurs commises : (mots ou groupes de mots en gras).

1) Dans un champ électrostatique uniforme de vecteur champ $\vec{E}$, les lignes de champ sont parallèles entre elles et **perpendiculaires** à $\vec{E}$.

2) Lorsque la distance entre deux charges électriques augmente, l'intensité de la force exercée par l'une des charges sur l'autre **croît**.

3) Une charge électrique positive, placée dans un champ électrostatique $\vec{E}$ subit une force électrostatique $\vec{F}$ **qui fait un angle α non nul avec $\vec{E}$**.

4) La direction de la force électrostatique qui s'exerce sur une charge q **dépend** du signe de q.

Phrases correctes

1) Dans un champ électrostatique uniforme de vecteur champ $\vec{E}$, les lignes de champ sont parallèles entre elles et **tangentes** à $\vec{E}$.

2) Lorsque la distance entre deux charges électriques augmente, l'intensité de la force exercée par l'une des charges sur l'autre **décroît**.

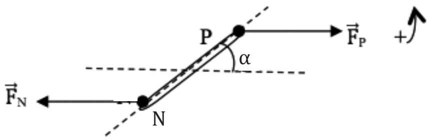
3) Une charge électrique positive, placée dans un champ électrostatique $\vec{E}$ subit une force électrostatique $\vec{F}$ **qui a la même direction et le même sens que $\vec{E}$**.

4) La direction de la force électrostatique qui s'exerce sur une charge q **ne dépend pas** du signe de q.

Exercice 17

1) $\vec{F_P}$ appliquée en P : (direction : celle de $\vec{E}$; sens : celui de $\vec{E}$)
$\vec{F_N}$ appliquée en N : (direction : celle de $\vec{E}$; sens : contraire à celui de $\vec{E}$)

2)



3) Valeur de l'angle α : $\alpha = 90°$

Exercice 18

1) $\vec{E} = 10^3\ \vec{i} + 4.10^3\ \vec{j}$ a la même direction, le même sens et la même norme à tout instant.
Donc le champ est uniforme.

2)

2.1) Valeur E du champ

$E = 4{,}12.10^3\ V.m^{-1}$

2.2) Valeur de l'angle α

$\alpha = 76°$

2.3) Valeur de la force subie

$F = 13{,}2.10^{-15}\ N$

3)

3.1) Valeur F de la force

$F = 13{,}2.10^{-15}\ N$

3.2) $\beta = \alpha = 76°$

Exercice 19

1) $Q < 0$

2) $\vec{P}$: poids de la sphère ; $\vec{F}$: force électrostatique ; $\vec{T}$: tension du fil

3)

3.1) $F = mg\tan\theta$

3.2) $E = \dfrac{mg\tan\theta}{|q|}$

4)

4.1) $F = 2{,}64.10^{-3}\ N$

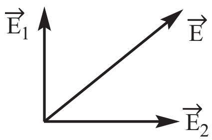
4.2) $E = 15.10^4\ V/m$

Exercice 20

1) $\vec{E_1}$ [direction : perpendiculaire aux plaques ; sens : (2) vers (1)]
$\vec{E_2}$ [direction : perpendiculaire aux plaques ; sens : (3) vers (4)]

2) $E = \dfrac{F}{q} = 25\ kV/m$ et $E_2 = 20\ kV/m$

3)



Exercice 21

1) Relation entre la force électrostatique $\vec{F}$ et le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$:
$\vec{F} = q\vec{E}$.

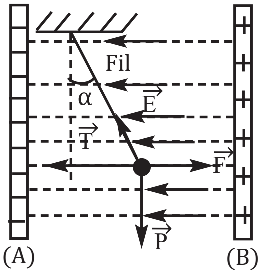
2) Le signe de la charge q de la boule :
La boule est attirée par la plaque chargée positivement. Sa charge q est donc négative.

3) Représentation sur le schéma,

3.1) des forces qui s'exercent sur la boule :
La boule est soumise à :
- son poids $\vec{P}$;
- une force électrostatique $\vec{F}$ ($\vec{F} = q\vec{E}$) ;
- la tension $\vec{T}$ du fil.

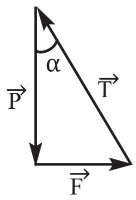
3.2) du vecteur champ électrostatique $\vec{E}$;

3.3) de quelques lignes de champ électro - statique entre les deux plaques.



4) Détermination de :

4.1) l'intensité de la force électrostatique :
À l'équilibre du pendule : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$.
$F = P \tan\alpha = mg \tan\alpha$
A.N : $F = 10^{-4} \times 10 \times \tan 15°$;
$\mathbf{F = 2{,}7.10^{-4}\ N}$



4.2) la norme de $\vec{E}$:

$E = \dfrac{F}{|q|}$; $E = \dfrac{2{,}7.10^{-4}}{10.10^{-9}}$;

$\mathbf{E = 2{,}7.10^4\ V/m.}$

Exercice 22

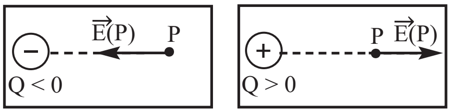
1) Relation entre la force électrostatique $\vec{F}$ qui s'exerce sur une charge q située au point P et le vecteur champ électrostatique $\vec{E}(P)$:
$\vec{F} = q.\vec{E}(P)$

2) Le sens de $\vec{F}$ pour une charge q positive :
Premier cas : q est attirée par Q parce qu'elles sont de signes contraires. Donc $\vec{F}$ est dirigé de la droite vers la gauche (vers la charge Q).

Deuxième cas : q est repoussée par Q parce qu'elles ont le même signe. Donc $\vec{F}$ est dirigé de la gauche vers la droite.

3) Le sens de $\vec{E}(P)$:
$\vec{F} = q.\vec{E}(P)$; $q > 0$ alors $\vec{F}$ et $\vec{E}(P)$ ont le même sens.

4) Représentation correcte de $\vec{E}(P)$ sur les deux schémas :



LEÇON 2 : Énergie potentielle électrostatique

Exercice 1
$W = q(V_P - V_Q)$

Exercice 2
b)

Exercice 3
1) V ; 2) V ; 3) F ; 4) F

Exercice 4
a) moteur ; b) moteur ; c) nul

Exercice 5
c) $Ep = - 4.10^{-17}$ J

Exercice 6
1) Faux ; 2) Faux ; 3) Vrai

Exercice 7
1) W = 0,5 J ; 2) W = - 0,5 J ; 3) W = 0 J.

Exercice 8
1) $W = 7,79.10^{-7}$ J

2) $U_{AB} = 7,79$ V

Exercice 9
1) $q > 0$

2) $V_{P1} - V_{P2} = 5.10^3$ J

3) Caractéristiques de $\vec{E}$:
- Direction : la perpendiculaire aux plaques
- Sens : P_1 vers P_2
- Norme : $E = 25.10^3$ V/m

Exercice 10
1) $V_N = E.a$ et $V_M = E(a + b)$ donc $V_M - V_N =$ E.b avec $E = \dfrac{|V_A - V_B|}{d}$ c-à-d : $V_M - V_N = 1250\,b$

2) $W = 2,25.10^{-9}$ J

Exercice 11
1.1) $W(B \longrightarrow A) = - 8.10^{-6}$ J

1.2) $W(B \longrightarrow K) = 6.10^{-6}$ J et
$W(K \longrightarrow A) = - 14.10^{-6}$ J
Donc $W(B \longrightarrow A) =$
$W(B \longrightarrow K) + W(K \longrightarrow A) = - 8.10^{-6}$ J.

2) Le travail de la force électrostatique ne dépend pas du chemin suivi.

Exercice 12
1) $V_A - V_B = - 300$ V

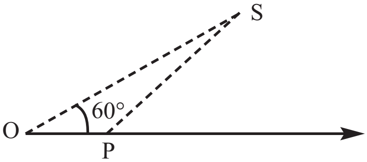
2) $V_A - V_B = - 1100$ V

Exercice 13
1) Soient deux points M et N appartenant au plan vertical
On a $V_M - V_N = \vec{E}.\overrightarrow{MN} = 0$ car $\vec{E}$ perpendiculaire à $\overrightarrow{MN}$.
Donc : $V_M = V_N$

2)
2.1) $V_M = V_O - E.r.\cos\alpha$

2.2) $V_M = - 50$ V.

3) Travail de la force électrostatique :



$W(P \longrightarrow S) = q\vec{E}.\vec{PS}$ avec $\vec{PS} = \vec{OS} - \vec{OP}$

Donc $W(P \longrightarrow S) = q\vec{E}.\vec{OS} - q\vec{E}.\vec{OP}$

$W(P \longrightarrow S) = 5.10^{-7}$ J

Exercice 14

1)

1.1) $V_M = V_O - E.a.\cos\alpha$

1.2) $V_P = V_O - E.d$

1.3) $V_Q = V_O - E.b.\cos\alpha$

2) $W_F = qE(b\cos\alpha - d)$

3) $W_F = 5.10^{-7}$ J

Exercice 15

1) $W_F = q\vec{E}.\vec{AB} = q(V_A - V_B)$

2) On a : $\vec{E}(-E ; 0)$ et $\vec{AB}$ $(+4.10^{-2} ; -10^{-2})$
Soit $\vec{E}.\vec{AB}$ $(-4.10^{-2}.E ; 0)$
De plus, q = - e
Donc $W_{\vec{F}} = +4.10^{-2}eE$

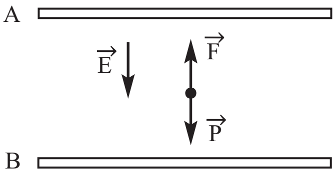
3) $\Delta E_P = -W_F = -4.10^{-2}eE$

4) $V_A - V_B = \frac{WF}{q} = -160$ V

Exercice 16

1) Poids $\vec{P}$ de la goutte d'huile ; force électrostatique $\vec{F}$.

2) Polarité des plaques :
La plaque A est chargée positivement tandis que la plaque B est de signe négatif.



3) Condition d'équilibre :
À l'équilibre, $\vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$

4) $m = 3.10^{-14}$ kg

Exercice 17

1) Caractéristiques de $\vec{E}$:
- direction : suivant l'axe Ox
- sens : de P_1 vers P_2
- intensité : E = 5000 V/m

2)

2.1) $V_O - V_M = 100$ V

2.2) $V_O - V_N = 350$ V

2.3) $V_M - V_N = 250$ V

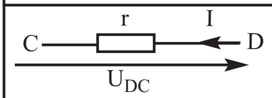
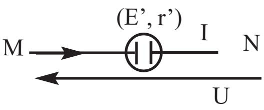
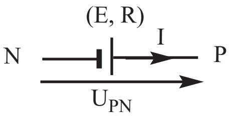
3) $W_{\vec{F}} = 4.10^{-17}$ J

LEÇON 3 : Puissance et énergie électriques

Exercice 1

1) $R = \frac{U^2}{p}$; 2) $R = 121\ \Omega$

Exercice 2

SCHÉMA	LOI D'OHM
	$U_{DC} = rI$
	U = E' + r'I
	$U_{PN} = E - RI$

Exercice 3

1) Conducteur ohmique ; 2. Électrolyseur (e', r') ; 3. générateur (e, r) ; 4. Générateur (e, r = 0)

Exercice 4

1) b ; 2) a ; 3) a.

Exercice 5

1) On a : $U.I = e.I + RI^2$ avec $eI = P_m$
Soit : $RI^2 - U.I + P_m = 0$ càd $5I^2 - 20I + 20 = 0$ ou
$I^2 - 4I + 4 = 0$
Donc: I = 2 A.

2) $\eta = 50\ \%$

Exercice 6

1) I = 1 A ; 2) I = 2 A

Exercice 7

1) P = 1,125 W ; 2) r = 2,8 Ω ; 3) $\eta = 84\ \%$

Exercice 8

1.1) E' = 16 V

1.2) U = 24 V

1.3) W = 15360 J

1.4) $\eta = 66{,}7\ \%$

2)

2.1) I = 4,8 A

2.2) W = 6912 J.

Exercice 9

1) Le moteur bloqué :
1.1) sa f.c.é.m. : E' = 0 V
1.2) sa résistance interne : r' = 2 Ω.

2) Le moteur fonctionne :
2.1) les deux valeurs possibles de E' :
$E - rI = E' + r'I$ et $P_m = E'I$

donc $E - r\dfrac{P_m}{E'} = E' + r'\dfrac{P_m}{E'}$;

soit $E'^2 - E.E' + (r + r')\,P_m = 0$
ou $E'^2 - 12\,E' + 27 = 0$
Les deux valeurs possibles de E' sont :
+ 3 V et +9 V.

2.2) la f.c.é.m. convenable :
Pour un rendement de 50%, E' < 4,24 V, donc la f.c.é.m. convenable est + 3V.

Exercice 10

1) P reçue = 14,3 W

2) P chim = 4,3 W

Exercice 11

1) Intensité du courant : I = 0,67 A

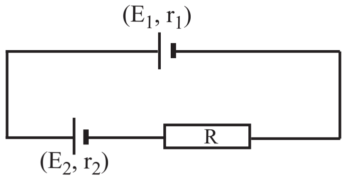
2)
2.1) Tension aux bornes du moteur :
$U_M = 7{,}87$ V

2.2) Rendement du moteur : $r_m = 89\ \%$

2.3) Rendement de l'ensemble (G_1, G_2) :
r = 92,6 %

Exercice 12

1) Schéma du montage :



2.1) = 3 A

2.2) Tension aux bornes du générateur :
$U_G = 13{,}5$ V
Tension aux bornes de l'accumulateur :
$U_A = 7{,}5$ V
Tension aux bornes du conducteur ohmique : $U_R = 6$ V.

2.3) $W_f = U_G.I.t$ donc $W_f = 12150$ J

2.4) $W_{ch} = E_2.I.t$ donc $W_{ch} = 5400$ J

Exercice 13

1) Sa f.c.é.m. : E' = 96 V

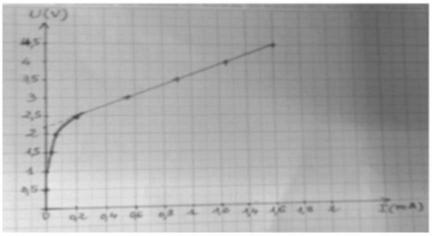
2) La puissance mécanique fournie : $P_m = E'I$
$P_m = 9120$ W

3) Le rendement : r = 46 %

Exercice 14

1) L'effet joule est le fait qu'un conducteur s'échauffe lorsqu'il est traversé par un courant électrique.

2) Caractéristique U = f(I) de l'électrolyseur.



3)

3.1) La f.c.é.m. est E' = 2,2 V.

3.2) La résistance interne est :

$r' = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ = 1,4 Ω (graphiquement)

4)

4.1) Puisance électrique fournie : P_e = 2,41 W

4.2) Puissance utile : $P_u = E'.I$ = 1,41 W.

4.3) Puissance Joule : $P_J = r'I^2$ = 0,57 W

4.4) Rendement : η = 58 %

Exercice 15

1) La tension aux bornes de l'accumulateur :
$U = E – r I$ A.N : U = 3,70 V

2) La résistance R :

$R = \frac{U}{I}$ AN : R = 29,6 Ω

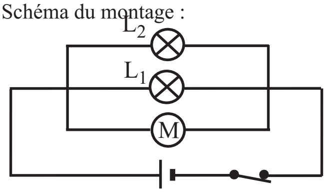
3) Puissance électrique consommée :
P = UI AN : P = 0,463 W

4) Intensité du courant de charge.

$I = \frac{E_0 - E}{r_0 + r}$ AN : I = 0,111 A

Exercice 16

1) Schéma du montage :



2)

2.1) Intensité de courant dans chaque branche :
Branche du moteur :

$I_1 = \frac{E - E_1}{r_1}$ AN : I_1 = 4 A

Branche du phare L_1 :

$I_2 = \frac{P}{E}$ AN : I_2 = 5 A

Branche du phare L_2 :
$I_3 = I_2$ (phares L_1 et L_2 identiques) donc I_3 = 5 A

Branche principale :
$I = I_1 + I_2 + I_3$ AN: I = 14 A

2.2) Puissance consommée : P = 48 W

2.3) Puissance utile : P_u = 40 W

3) Énergie consommée :
E = 907200 J ou 907,2 kJ.

LEÇON 4 : Le condensateur

Exercice 1

1) La tension nominale : c'est la tension de fonctionnement d'un condensateur

2) La tension de claquage : c'est la tension maximale que peut supporter un condensateur.

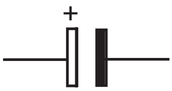
3) Le champ disruptif : c'est la valeur maximale du champ électrique entre les armatures du condensateur.

Exercice 2

Un condensateur est un ensemble de deux conducteurs qui se font face appelés armatures et séparés par une substance isolante portant le nom de diélectrique.

Exercice 3

Condensateur à capacité non polarisé



Condensateur à électrolytique polarisé

Exercice 4

b) ; d)

Exercice 5

Montage 1 : C = 2 μF
Montage 2 : C = 1,2 μF
Montage 3 : C = 5 μF

Exercice 6

1) Faux ; 2) Faux ; 3) Faux ; 4) Vrai ; 5) Vrai

Exercice 7

1) C = 0,5 μF ; 2) E = 10^{-6} J

Exercice 8

1) En parallèle : $C_o = 15$ μF

2) En série : $C_o = 3{,}3$ μF

Exercice 9

$C = \varepsilon_o \varepsilon_r \dfrac{S}{d}$ avec $S = \pi \dfrac{D^2}{4}$; soit C = 27,8 pF

Exercice 10

1) C = $8{,}85.10^{-12}$ F

2)

2.1) Q = $1{,}77.10^{-10}$ C

2.2) E = $1{,}77.10^{-7}$ J

Exercice 11

C = 0,148 F

Exercice 12

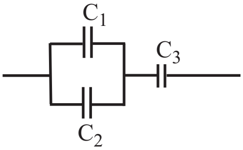
1)

1.1) En parallèle

1.2) $C_2 = C - C_1$ soit $C_2 = 10$ μF

2)

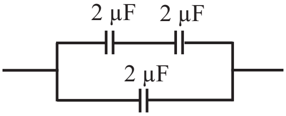
2.1) Schéma du montage :



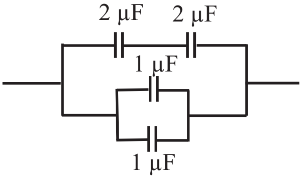
2.2) $C_3 = 30$ μF

Exercice 13

1) Trois condensateurs :



2) Quatre condensateurs :



Exercice 14

1) Tension U' :
Au départ : $Q_1 = C_1U_1$
À la fin : $Q' = Q_1 + Q_2 = C_1U' + C_2U' = (C_1 + C_2)\,U'$
En définitive, $C_1U_1 = (C_1 + C_2)\,U'$

soit $U' = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2}\,U_1$; U' = 800 V.

2) Énergie du système avant : $E_1 = 1$J
Énergie du système après : E' = 0,8 J

3) Énergie dissipée : ΔE = - 0,2 J

Exercice 15

1) La capacité d'un condensateur dépend de la géométrie du condensateur et du diélectrique.

2) Expression de la capacité :
$C = \varepsilon_o \varepsilon_r \dfrac{L \times \ell}{e}$

3) Longueur L d'une feuille :
On a : $L = \dfrac{e\,C}{\varepsilon_o \varepsilon_r\,\ell}$

AN : L = 141 m (en réalité, un condensateur dont les armatures sont deux feuilles minces métalliques est roulé sur lui-même et a un encombrement restreint)

Exercice 16

1)

1.1) Expression des charges portées par les armatures (A_1, A_2) :
$Q_{A1} = (C_1 + C_2)U$ avec U = E

1.2) Expression de l'énergie électrique de chaque condensateur
$E_1 = ½\,C_1U^2$ et $E_2 = ½C_2U^2$
Expression de l'énergie électrique de l'ensemble :
$E = ½(C_1 + C_2)U^2$

2) Capacité C du condensateur équivalent :
$C = C_1 + C_2$ AN : C = 6 µF

3) $E = \frac{1}{2} CU^2$ comme $C = C_1 + C_2$ on aura
$E = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)U^2$
Donc le condensateur équivalent emmagasine la même énergie électrique que l'ensemble des deux condensateurs.

Exercice 17

1) Expression de la charge q_A :

1.1) en fonction de C et u_{AB} : $q_A = C.u_{AB}$

1.2) en fonction de I et t : $q_A = I.t$

2) Expression de C en fonction de I, t et u_{AB} :
$C = \frac{I.t}{u_{AB}}$

3) Montrons que $u_{AB} = 2.10^4 t$ pour $t \in]0,T[$
$u_{AB} = \frac{\Delta u_{AB}}{\Delta t}\ t = \frac{4-0}{(0{,}2-0)10^{-3}}\ t = 2.10^4\ t$

4) Valeur de C : $C = 10^{-8}$ F

LEÇON 5 : L'amplificateur opérationnel

Exercice 1

L'amplificateur opérationnel est un composant électrique. Il se présente sous la forme d'un boîtier noir **rectangulaire** à huit (8) « pattes » ou **bornes** dont quatre (4) de chaque côté.
Un amplificateur opérationnel doit être alimenté sous deux **tensions opposées.** Il permet de réaliser des opérations **mathématiques** telles que **l'addition**.

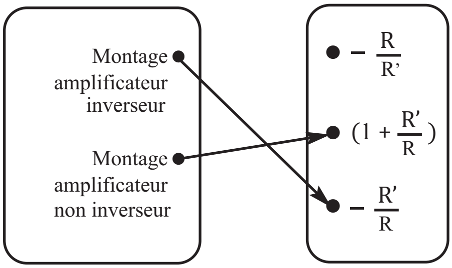
Exercice 2

Pour $u_d \in]-\infty, -\varepsilon[\cup]+\varepsilon, +\infty[$, le régime est dit saturé.
Pour $u_d \in]-\varepsilon, +\varepsilon[$, le régime est dit linéaire.

Exercice 3

Montage sommateur inverseur : 2
Montage amplificateur inverseur : 1
Montage suiveur : 3

Exercice 4



Exercice 5

1) Amplificateur inverseur

2) G = - 400

Exercice 6

1) Montage amplificateur non inverseur

2) G = 250

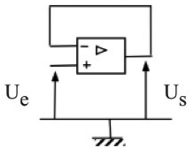
Exercice 7

Montage sommateur inverseur
$U = -R(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2})$:

Exercice 8

1) $U_S = U_E$: montage suiveur.

2) Schéma simplifié du montage :



Exercice 9

1) $U_2 = -\frac{R_2}{R_1} U_1$; 2) $U_2 = -8{,}8$ V.

Exercice 10

1) Le nom du montage dans chaque cas :

1er cas : $U_S = -R_3 \frac{E_1}{R_1}$. C'est un montage amplificateur inverseur.

2ème cas : $U_S = - R_3 \frac{E_2}{R_2}$. C'est un montage amplificateur inverseur.

3ème cas : $U_S = - R_3(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2})$. C'est un montage sommateur inverseur.

2) La valeur de U_S dans chaque cas :
1er cas : U_S = - 12 V ; 2ème cas : U_S = -3 V ;
3ème cas : U_S = - 15V

Exercice 11

1) Montrons que $U_S = \frac{R_2}{R_1+R_2} U_E$

On a : $U_E = (R_1 + R_2) I$ et $U_S = R_2 I$

Donc : $\frac{U_S}{U_E} = \frac{R_2}{R_1+R_2}$ soit $U_S = \frac{R_2}{R_1+R_2} U_E$

2)

2.1) Montage suiveur

2.2) Dans un montage suiveur, $U_S = U_E$; or $U_E = U$
Donc $U = U_S = \frac{R_2}{R_1+R_2} U_E$

2.3) U_S = 2 V.

Exercice 12

1) Tension de sortie :
$U_S = -R\left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}\right)$

1.1) 1er cas : U_S = -11 V

1.2) 2ème cas : U_S = -27 V

2) Dans le deuxième cas, on ne peut pas mesurer la tension de sortie car $U_{sat} = \pm 12$ V

Exercice 13

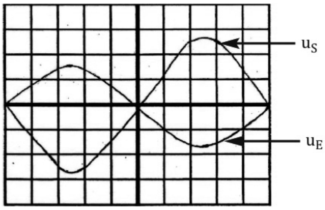
1) Propriétés d'un amplificateur opérationnel idéal :
$i^+ = 0$ et $i^- = 0$
$V_{E^+} = V_{E^-}$

2) Relation entre u_S et u_E
$u_S = -\frac{R_2}{R_1} u_E$

$u_S = -2 u_E$

3) Amplifier un signal de sortie inversé.

4) U_{Emax} = 2,8 V et U_{Smax} = – 4,56 V
Sensibilité : 0,5 V/div et non 1 V/div



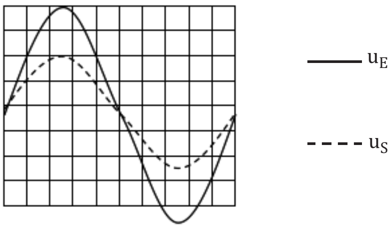
Exercice 14

1) Noms des montages 1 et 2.
Montage 1 : amplificateur non inverseur.
Montage 2 : amplificateur non inverseur.

2) Relation entre U_S et U_E
1) $\frac{U_S}{U_E} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$; 2) $\frac{U_S}{U_E} = 2$

3) Intérêt du montage : amplifier un signal d'entrée à la sortie.

4) Représentation



Exercice 15

1) Nom du montage : suiveur

2) A.O idéal, d'où $i^+ = i^- = 0$ et $V^+ = V^-$
On a : $V^+ = E = V_M$ et $V^- = V_B$;
donc : $V_M = V_B = E$

3) Intensité du courant qui traverse R
$I = \frac{V_B}{R}$ avec $V_B = E$ AN : I = 0,06 A

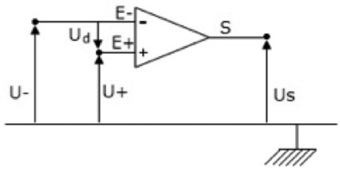
Exercice 16

1) Amplificateur inverseur car $U_S = -\frac{R_2}{R_1} U_E$ avec $R_2 > R_1$

2) -1V < U_S < + 1V

Exercice 17

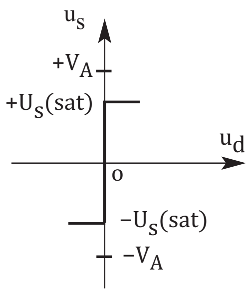
1) Propriété d'un amplificateur opérationnel idéal :



En régime linéaire :
- $i^+ = i^- = 0$
- $U_d = V^+ - V^- = 0$
- $-V_{sat} \leq U_S \leq +V_{sat}$

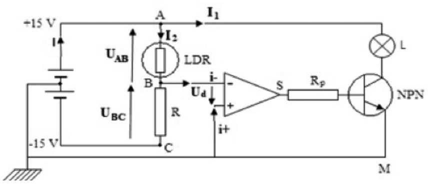
En régime saturé :
- $V^+ \neq V^-$ alors $U_d = 0$
- $|U_S| = V_{sat}$

La courbe $u_s = f(u_d)$ représente la caractéristique de l'A.O



2)

2.1) Expression de la tension U_{AB} aux bornes de la LDR.
Soit I_2 le courant dans la branche AC.
On a : $i^- = i^+ = 0$ et $V_{E^+} = V_{E^-}$
Alors $U_{AB} = R \times I_2$



2.2) Tension aux bornes du conducteur ohmique
$U_{BC} = RI_2$

3) Comparaison de U_{AB} à U_{BC} :

$$\frac{U_{AB}}{U_{BC}} = \frac{R_x}{R}$$

3.1) Quand la LDR est éclairée :
$R_X << R$ alors $\frac{R_x}{R} << 1$ d'où $\frac{U_{AB}}{U_{BC}} << 1$
$U_{AB} << U_{BC}$

3.2) Quand la LDR est dans l'obscurité :
$R_X >> R$ alors $\frac{R_x}{R} >> 1$ d'où $\frac{U_{AB}}{U_{BC}} >> 1$
$U_{AB} >> U_{BC}$

4) Principe de fonctionnement de l'éclairage public

− Eclairée, la LDR laisse passer la quasi-totalité du courant débité par le générateur dans la branche AC.

− Dans l'obscurité, la LDR se comporte comme un interrupteur ouvert. Par conséquent le courant ne circule que dans la branche AM.

En conclusion :
Au levé du jour (LDR éclairé), la lampe s'éteint car le courant ne circule que dans la branche AC.
À la tombée du jour (LDR dans l'obscurité), la lampe s'allume automatiquement car le courant ne circule que dans la branche AM contenant ladite lampe.

THÈME : OPTIQUE

LEÇON 1 : Introduction à l'optique géométrique

Exercice 1

1) Une source de lumière est un corps qui émet ou diffuse de la lumière.

2) Un récepteur de lumière est un corps qui se transforme ou qui réagit sous l'action de la lumière.
Autrement, un récepteur de lumière est un corps sensible à la lumière.

3) Un rayon lumineux est une ligne droite qui indique la direction suivant laquelle se propage la lumière.

Exercice 2

Objets	Source de lumière
Un filament d'une lampe électrique	X
La lune	X
Un œil	
la lampe torche	X
Un précipité blanc de chlorure d'argent	
Le rétroviseur d'une voiture	X

Exercice 3

1) rayons lumineux ; 2) homogène ;
3) monochromatique

Exercice 4

1) Vrai ; 2) Faux ; 3) Faux ; 4) Faux

Exercice 5

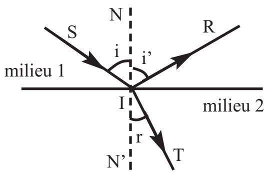
1) divergent ; 2) divergent ; 3) convergent

Exercice 6

$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = 6.10^{-7}$ m

LEÇON 2 : Réflexion, réfraction de la lumière blanche

Exercice 1



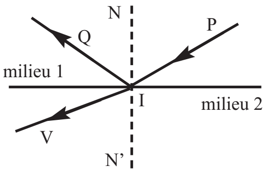
1) Noms des rayons lumineux :
SI: rayon incident ;
IR: rayon réfléchi ;
IT: rayon réfracté.

2) Noms des angles
i : angle d'incidence ;
i' : angle de réflexion ;
r : angle de réfraction.

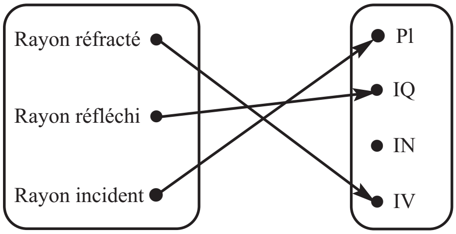
3) Point I : point d'incidence ;

4) du plan défini par SI et la normale IN à la surface de séparation des deux milieux de propagation : plan d'incidence.

Exercice 2



Association du nom de chaque rayon lumineux à sa notation.



Exercice 3

1) Définitions :

1.1) Le rayon incident est le rayon qui, se propageant dans un milieu 1, arrive sur la surface de séparation avec un milieu 2.

1.2) Le rayon réfracté est le rayon qui, issu de la décomposition de la lumière incidente, se propage dans le milieu 2.

1.3) Le rayon réfléchi est le rayon qui, issu de la décomposition de la lumière incidente, se propage dans le milieu 1.

1.4) L'angle d'incidence est l'angle formé par le rayon incident et la normale à la surface de séparation.

1.5) L'angle de réfraction est l'angle formé par le rayon réfracté et la normale à la surface de séparation.

1.6) L'angle de réflexion est l'angle formé par le rayon réfléchi et la normale à la surface de séparation.

1.7) L'angle de réfraction limite est l'angle d'incidence à partir duquel il n'y a plus de réfraction.

1.8) L'indice relatif de réfraction d'un milieu 1 par rapport à un milieu 2 est égal au quotient de l'indice absolu du milieu 1 par l'indice absolu du milieu 2.

2)
2.1) Énoncé des lois de la réflexion :
Première loi : Le rayon incident et le rayon réfléchi sont contenus dans le plan d'incidence.
Deuxième loi : L'angle d'incidence et l'angle de réflexion ont la même mesure.

2.2) Énoncé des lois de la réfraction :
Première loi : Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.
Deuxième loi : L'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r sont tels que :
$n_{1/air} \sin i = n_{2/air} \sin r$.

3) Trois applications de la réflexion totale :
La réflexion totale est appliquée dans :
- les fibres optiques pour la transmission d'information ;
- les jumelles à prismes ;
- les fontaines lumineuses.

Exercice 4

Phrase correcte obtenue dans chacun des cas avec les mots et les groupes de mots proposés.

Cas 1 : La réflexion totale se produit lorsque l'angle d'incidence atteint une valeur appelée angle de réfraction limite.

Cas 2 : Le passage de la lumière d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent n'est pas toujours possible.

Exercice 5

Parmi les figures représentées, celle qui correspond au cheminement du rayon lumineux est la figure 3.

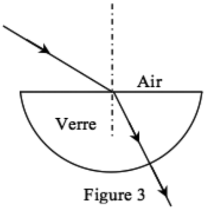


Figure 3

Exercice 6

a)

Exercice 7

Phrases complétées par les expressions qui conviennent.

1) Entre deux milieux de propagation de la lumière, celui qui a **le plus grand** indice absolu est le plus réfringent.

2) Il n'y a plus de rayon réfracté si l'angle d'incidence devient plus grand que **l'angle de réfraction limite**.

3) D'après la deuxième loi **de la réflexion**, l'angle d'incidence a la même mesure que **l'angle de réflexion**.

4) Le rayon **incident** et la **normale à la surface de séparation** définissent le plan d'incidence.

5) Il existe toujours un rayon réfracté si la lumière se propage d'un milieu **moins réfringent** à un milieu **plus réfringent**.

Exercice 8

N°		Vrai	Faux
1	Le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans le même milieu de propagation de la lumière.	X	
2	L'angle formé par le rayon incident et le rayon réfléchi est l'angle de réflexion.		X
3	L'angle d'incidence et l'angle de réfraction ont toujours la même mesure.		X
4	La mesure de l'angle d'incidence est égale à celle de l'angle de réflexion.	X	
5	Il n'y a plus de rayon réfracté si la mesure de l'angle d'incidence est supérieure à celle de l'angle de réfraction limite.	X	
6	L'angle de réfraction limite est une valeur de l'angle de réfraction au-delà de laquelle la réflexion est totale.		X

Exercice 9

1) Le verre est le milieu 2.

2)

2.1) Le rayon incident est le rayon (c) ;
Le rayon réfléchi est le rayon (b);
Le rayon réfracté est le rayon (a).

2.2) L'angle d'incidence est γ;
L'angle de réflexion est θ;
L'angle de réfraction est α.

Exercice 10

Texte complété avec les mots et groupes de mots proposés.

Une lumière incidente se propage d'un milieu 1 à un milieu 2. En un point I de la surface de séparation de ces deux milieux, appelé **point d'incidence**, un rayon lumineux de cette lumière incidente, se décompose en un **rayon réfracté** situé dans le milieu 2 et en un **rayon réfléchi** situé dans le milieu 1. La normale en I à la surface de séparation et le rayon incident forment le **plan d'incidence**. L'angle entre le rayon incident et cette normale est appelé **l'angle d'incidence** et l'angle formé par la même normale et le rayon réfracté, **l'angle de réfraction**. Les lois de la **réfraction** établissent une relation entre ces deux angles. Quant aux lois de la **réflexion**, elles donnent une égalité entre les mesures des angles de réflexion et d'incidence.

Exercice 11

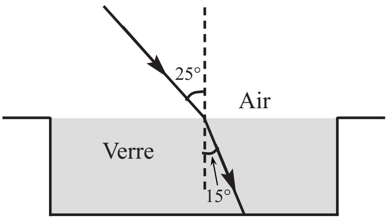
1) La valeur de l'angle d'incidence i est 25°.

2) Représentation du rayon réfracté (voir figure ci-après).

3) Détermination de l'indice n_2 du polycarbonate.
$n_2 \sin r = n_{air} \sin i$;

$$n_2 = \frac{n_{air} \sin i}{\sin r} \; ; \; n_2 = \frac{1{,}00 \times \sin 25°}{\sin 15°}$$

$\mathbf{n_2 = 1{,}63}$



Exercice 12

1)

1.1) Détermination de l'angle de réfraction i_2.
D'après la deuxième loi de la réfraction, on a :

$$N_{air} \sin i_2 = N_{verre} \sin i_1 \; ; \; \sin i_2 = \frac{N_{verre} \sin i_1}{N_{air}} ;$$

$$\sin i_2 = \frac{1{,}50 \times \sin 25°}{1} \; ; \; \sin i_2 = 0{,}634 \; ; \; \mathbf{i_2 = 39{,}3°}$$

1.2) Justification de la possibilité d'obtenir une réflexion totale en augmentant l'angle d'incidence.
On a : $N_{air} < N_{verre}$ donc $\sin i_2 > \sin i_1$;
$i_2 > i_1$. Or i_2 ne peut dépasser 90° ; donc pour qu'il ait réfraction, i_1 ne peut dépasser une valeur limite maximale i_ℓ. Lorsqu'i1 dépasse i_ℓ , il se produit une réflexion totale.

1.3) Détermination de la mesure de l'angle de réfraction limite i_ℓ.
$N_{air} \sin 90° = N_{verre} \sin i_\ell$;

$$\sin i_\ell = \frac{N_{air} \sin 90°}{N_{verre}} \; ; \; \sin i_\ell = \frac{1}{1{,}5} = \frac{2}{3} \; ;$$

$\mathbf{i_\ell = 41{,}8°}$.

2)

2.1) Détermination de l'angle d'incidence i_1.
D'après la deuxième loi de la réfraction, on a :

$$N_{air} \sin i_1 = N_{eau} \sin i_2 \; ; \; \sin i_1 = \frac{N_{eau} \sin i_2}{N_{air}} \; ;$$

$$\sin i_1 = \frac{1{,}33 \; \sin 30°}{1}$$

$\sin i_1 = 0{,}665$; $\mathbf{i_1 = 41{,}7°}$

2.2)

2.2.1) Justification de la possibilité d'obtenir un rayon réfracté dans l'eau.
On a : $N_{air} < N_{eau}$ donc $\sin i_1 > \sin i_2$;
$i_1 > i_2$. Or $0° < i_1 < 90°$; i_2 ne peut atteindre 90°.
Il est toujours possible d'obtenir un rayon réfracté.

2.2.2) Détermination de la valeur maximale de la mesure que peut avoir l'angle de réfraction.
$N_{air} \sin 90° = N_{eau} \sin i_{max}$;

$$\sin i_{max} = \frac{n_{air} \sin 90°}{N_{eau}}$$

$$\sin i_{max} = \frac{1}{1{,}33} = 0{,}752 \; ; \; \mathbf{i_{max} = 48{,}75°}.$$

Exercice 13

1)

1.1) Indices de réfaction absolus des milieux 1 et 2.

On a : 90° > 30° et sin 90° > sin 30°.

Or $N_2 \sin 90° = N_1 \sin 30°$; donc $\mathbf{N_2 < N_1}$.

1.2) Phénomène qui serait observé si la mesure de l'angle d'incidence était supérieure à 30°. Si l'angle d'incidence prend une valeur supérieure à 30°, il y aura une réflexion totale.

1.3) Détermination de :

1.3.1) l'angle de réfraction limite :

Pour une valeur de l'angle d'incidence égale à 30°, l'angle de réfraction mesure 90°. Donc 30° est l'angle de réfraction limite.

1.3.2) l'indice de réfraction relatif du milieu 1 par rapport au milieu 2 :

$N_1 \sin 30° = N_2 \sin 90°$;

$n_{1/2} = \dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{\sin 90°}{\sin 30°} = \dfrac{1}{0,5}$; $\mathbf{n_{1/2} = 2}$

2)

2.1) Les noms :

2.1.1) des rayons AO et OB : AO est le rayon incident et OB est le rayon réfracté.

2.1.2) des angles i_1 et i_2 : i_1 est l'angle d'incidence et i_2 l'angle réfracté.

2.2) La valeur maximale que peut prendre i_2 est 90°.

2.3) Calcul de la valeur λ correspondante de i_1.

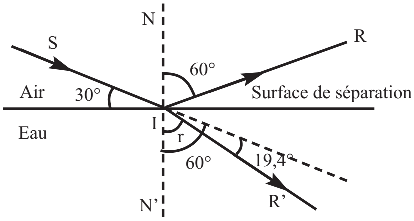
$N_{air} \sin 90° = N_{verre} \sin \lambda$, $\sin \lambda = \dfrac{N_{air} \sin 90°}{N_{verre}}$;

$\sin \lambda = \dfrac{1 \times 1}{1,5} = \dfrac{2}{3}$; $\mathbf{\lambda = 41,81°}$

2.4) Le nom du phénomène observé si $i_1 > \lambda$. Si $i_1 > \lambda$, il se produit une réflexion totale.

2.5) Une application de ce phénomène : Ce phénomène est utilisé dans les fibres otiques pour la transmission d'informations.

Exercice 14



1) Construction du rayon réfléchi :

L'angle d'incidence i est égal à l'angle de réflexion i'.

Or i = 90° - 30 ° = 60° donc i' = 60°.

2) Détermination de l'indice de réfraction relatif de l'eau par rapport à l'air.

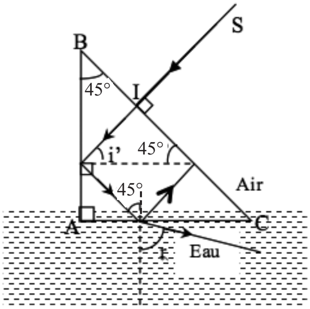
r = 60° - 19,4° = 40,6°.

$N_{eau} \sin r = N_{air} \sin i$;

$n_{eau/air} = \dfrac{N_{eau}}{N_{air}} = \dfrac{\sin i}{\sin r}$;

$n_{eau/air} = \dfrac{\sin 60°}{\sin 40,6°}$; $\mathbf{n_{eau/air} = 1,33}$.

Exercice 15



1) Valeur de l'angle d'incidence i sous lequel le rayon lumineux pénètre dans le prisme.

Le rayon incident est perpendiculaire à la face BC du prisme donc **i = 0°**.

2) Le rayon incident SI ne subit pas de déviation et arrive sur AB parce que l'angle d'incidence étant nul, l'angle de réfraction est aussi nul.

3) Réflexion totale du rayon incident sur la face AB.
Soit i' l'angle d'incidence sur la face AB. Alors i' = 90° − 45° ; **i' = 45°**.
Or l'angle de réfraction limite i_ℓ' est tel que :

$$\sin i_\ell' = \frac{N_{air} \sin 90°}{N_{verre}} = \frac{1 \times 1}{1,5} = \frac{2}{3} \; ; \; i_\ell' = 41,8° \; ;$$

i' > i_ℓ' donc il y a réflexion totale.

4) Tracé de la marche du rayon lumineux dans le prisme. (voir schéma ci-dessus)

5) Détermination de la valeur de l'angle de réfraction r.
$N_{eau} \sin r = N_{verre} \sin 60°$; $\sin r = \dfrac{N_{verre} \cdot \sin 45°}{N_{eau}} = \dfrac{n_{verre/air} \sin 45°}{n_{eau/air}}$;

$$\sin r = \frac{1,5 \times 0,707}{1,33} = 0,797 \; ; \quad \mathbf{r = 52,9°}$$

Exercice 16

1) Définitions :

1.1) L'angle d'incidence est l'angle formé par le rayon incident et la normale à la surface de séparation.

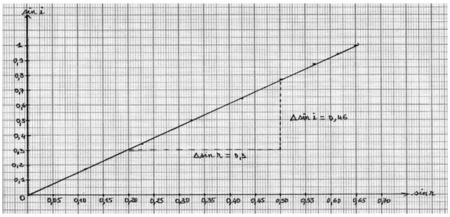
1.2) L'angle de réfraction est l'angle formé par le rayon réfracté et la normale à la surface de séparation.

2)

i	0°	10°	20°	30°	40°
r	0°	6,5°	13°	19°	25°
sin i	0	0,1736	0,342	0,500	0,643
sin r	0	0,113	0,225	0,325	0,423

i	50°	60°	70°	80°	90°
r	30°	34,5°	38°	40,5°	41°
sin i	0,766	0,866	0,940	0,985	1
sin r	0,500	0,566	0,616	0,649	0,656

3) Tracé de la courbe : sin i = f (sin r).



4) Détermination graphique de l'indice de réfraction relatif du verre par rapport à l'air.

$$n_{verre/air} = \frac{\Delta \sin i}{\Delta \sin r} \; ; \; n_{verre/air} = \frac{0,46}{0,3} \; ;$$

$\mathbf{n_{verre/air} = 1,53}$

Exercice 17

1) Énoncé des lois:

1.1) de la réflexion :
Première loi : Le rayon incident et le rayon réfléchi sont contenus dans le plan d'incidence.

Deuxième loi : L'angle d'incidence et l'angle de réflexion ont la même mesure.

1.2) de la réfraction :
Première loi : Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.
Deuxième loi : Les angles d'incidence et de réfraction sont tels que : $n_{1/air} \sin i = n_{2/air} \sin r$.

2)

2.1) La loi qu'il faut utiliser pour déterminer les valeurs de i' est la deuxième loi de la réflexion.

2.2) La loi qu'il faut utiliser pour déterminer la valeur de r est la deuxième loi de la réfraction.

3) Tableau complété par les informations qui manquent :

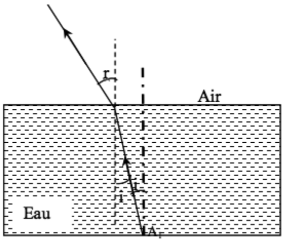
i	20°	50°	70°
i'	20°	50°	70°
r	23°	0,643	Pas de valeur
$\dfrac{\sin i}{\sin r}$	0,875	0,875	

4) Raison pour laquelle pour i = 70°, il n'y a pas de valeur pour r.
L'angle de réfraction limite i_ℓ est tel que :
$n_{1/air} \sin i_\ell = n_{2/air} \sin 90°$;

$$\sin i_\ell = \frac{n_{2/air} \sin 90°}{n_{1/air}} = \frac{1{,}33 \times 1}{1{,}52} = 0{,}875 \ ;$$

i_ℓ = 61° < 70°. Donc pour i = 70°, il y a réflexion totale. Par conséquent il n'y a pas de rayon réfracté. Il n'existe donc pas de valeur pour r.

Exercice 18



1) Définitions :

1.1) Un rayon lumineux incident est un rayon lumineux qui se propageant dans un milieu 1 arrive sur la surface de séparation avec un milieu 2.

1.2) Un rayon lumineux réfracté est un rayon lumineux qui, issu de la décomposition de la lumière incidente se propage dans un second milieu.

2) Tracé de la marche d'un rayon lumineux faisant un angle i avec la verticale passant par un point A_1.
On a : $N_{eau} = 1{,}33$ et $N_{air} = 1$ donc $N_{eau} > N_{air}$. Par conséquent, le rayon lumineux sortant de l'eau est réfracté de telle sorte que l'angle de réfraction r soit supérieur à l'angle d'incidence i.

3) Le rayon lumineux semble provenir d'un point A_2 distinct de A_1.
Le prolongement du rayon réfracté coupe la verticale en A_2 qui semble, aux yeux d'un observateur être le point A_1 situé au fond du bassin.

4) Justification du fait que le bassin semble moins profond qu'en réalité.

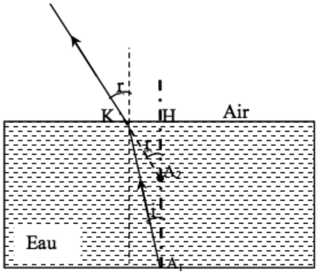
$N_{eau} \sin i = N_{air} \sin r$; $\dfrac{\sin i}{\sin r} = \dfrac{N_{air}}{N_{eau}} < 1.$

Or $\tan i = \dfrac{KH}{HA_1}$ et $\tan r = \dfrac{KH}{HA_2}$;

Comme le rayon est peu écarté de la verticale, i er r sont très petits et tan i = sin i et tan r = sin r ;

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\tan i}{\tan r} = \frac{HA_2}{HA_1}$$

Donc $HA_2 < HA_1$; le rayon lumineux semble provenir du point A_2 plus proche de la surface de l'eau. Par conséquent le bassin semble moins profond qu'en réalité.



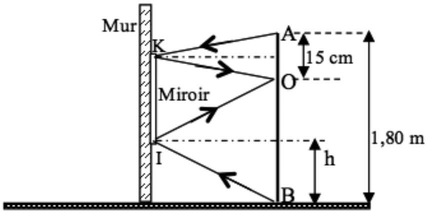
Exercice 19

1) Énoncé des lois de la réflexion.
Première loi : Le rayon incident et le rayon réfléchi sont contenus dans le plan d'incidence.
Deuxième loi : L'angle d'incidence et l'angle de réflexion ont la même mesure.

2)

2.1) Représentation du rayon lumineux issu de A qui passe par O après réflexion sur le miroir ;

2.2) Représentation du rayon lumineux issu de B qui passe par O après réflexion sur le miroir.



3)

3.1) Détermination de la hauteur minimale H que doit avoir le miroir :
Les triangles AKO et OIB sont isocèles.

$H = KI = \dfrac{AO}{2} + \dfrac{OB}{2}$; or AO = 15 cm et OB =

AB – AO = 180 – 15 = 165 cm ;

donc $H = \dfrac{15}{2} + \dfrac{165}{2}$;

H = 90 cm

3.2) Détermination de la hauteur h à laquelle le miroir doit être fixé par rapport au sol.

$h = AB - (H + \frac{AO}{2})$; $h = 180 - (90 + \frac{15}{2})$;

h = 82,5 cm.

LEÇON 3 : Les lentilles minces

Exercice 1

1) Définition d'une lentille mince.
Une lentille mince est une lentille dont l'épaisseur est négligeable devant les rayons de courbure.

2) Parmi les lentilles représentées, les convergentes sont : la lentille (b) ; la lentille (d) et la lentille (e).

3) Représentation des symboles

3.1)

Lentille convergente

3.2)

Lentille divergente

4) Énoncé des conditions de Gauss.

1) Les rayons lumineux font un petit angle avec l'axe optique de la lentille.

2) Les rayons lumineux rencontrent la lentille au voisinage de sa région centrale.

5) Une lentille doit être utilisée dans les conditions de Gauss pour espérer avoir des images nettes.

Exercice 2

N°		Vrai	Faux
1	Une lentille convergente peut donner d'un objet réel, une image virtuelle.	X	
2	Le foyer principal objet d'une lentille divergente est réel.		X
3	La vergence d'une lentille divergente est un nombre négatif.	X	
4	Le grandissement γ est donné par l'expression : $\gamma = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}$.		X
5	La relation de conjugaison est : $\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OF'}}$		X
6	La relation de conjugaison permet de déterminer la position de l'image ou la distance focale d'une lentille.	X	
7	Si le grandissement γ est négatif alors l'image est renversée par rapport à l'objet.	X	
8	La vergence de deux lentilles divergente accolées est supérieure à chacune des deux vergences.		X

Exercice 3

Phrases complétées avec les groupes de mots qui conviennent.

1) Le plan perpendiculaire à l'axe optique d'une lentille et passant par son foyer principal image est appelé **plan focal image.**

2) Tout rayon **lumineux** incident passant par **le foyer principal objet** d'une lentille convergente émerge parallèlement à **l'axe optique**.

3) **La distance focale** d'une lentille est la distance entre son foyer principal image et **son centre optique**.

4) Le foyer image d'une lentille **divergente** est situé du côté où provient la lumière.

5) Un point d'un plan focal est appelé **foyer secondaire.**

Exercice 4

1) Phrase correcte obtenue en mettant dans chaque cas les mots et les groupes de mots proposés dans le bon ordre.
Cas 1 : Plus la vergence d'une lentille convergente est grande plus sa distance focale est petite .

Cas 2 : L'image d'un objet donnée par une lentille est droite par rapport à l'objet si le grandissement est positif.

2) Proposition correcte pour chacune des phrases.

2.1) Dans un œil la distance entre le cristallin et la rétine est **fixe**.

2.2) Pour que l'image formée soit nette, l'œil effectue une **accommodation**.

2.3) Dans un appareil photographique, la distance entre l'objectif et le film est **variable**.

2.4) Pour que l'image formée soit nette, on effectue une **mise au point** sur l'appareil photographique.

Exercice 5

b)

Exercice 6

b)

Exercice 7

1) c) ; 2) b) ; 3) e)

Exercice 8

1) Nature de la lentille (L_1) : la lentille (L_1) est convergente.

2) Nature possible de la lentille (L_2) dans chacun des cas suivants :

Cas 1 : $C_1 + C_2 < 0$; $C_2 < -C_1$; C_2 est négative donc (L_2) est divergente.

Cas 2 : (L_2) est convergente ou divergente.
$C_1 + C_2 > 0 : C_1 > |C_2|$; $C_2 > 0$ ou $C_2 < 0$.

Cas 3 : (L_2) est divergente. $C_1 + C_2 = 0$;
$C_2 = -C_1$; $C_2 < 0$.

Exercice 9

1) Relation entre f' ; f_1' et f_2'.

On a : $C = C_1 + C_2$ donc $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'}$

2) La nature de chaque lentille.
$f'_1 < 0$ donc la lentille L_1 est divergente.
$f' > 0$; donc $f'_2 > 0$: L_2 est convergente.

Exercice 10

b)

Exercice 11

1) (L) est une lentille convergente.

1.1) Nature de l'objet AB :
La lentille est convergente et $\overline{OA} < 0$, donc l'objet AB est réel.

1.2) Détermination de la position de l'image A'B' de AB par rapport à O.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} \; ; \; \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{0{,}02} + \frac{1}{-0{,}04} \; ;$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = 50 - 25 = 25 \; ; \; \overline{OA'} = \frac{1}{25} \; ;$$

$\overline{OA'} = 0{,}04$ m = 4 cm

L'image est située à 4 cm de O derrière la lentille.

Détermination de la hauteur de l'image A'B'.

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ; \; \overline{A'B'} = \frac{\overline{AB} \times \overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ;$$

$$\overline{A'B'} = \frac{1 \times 4}{-4} \; ; \; \mathbf{\overline{A'B'} = -1\ cm}.$$

1.3) La nature et le sens de l'image A'B'.

$\overline{OA'} > 0$: L'image est réelle.

$\overline{A'B'} < 0$: L'image est renversée.

2) (L) est une lentille divergente.

2.1) Nature de l'objet AB :
La lentille est divergente et $\overline{OA} < 0$, donc **l'objet AB est réel.**

2.2) Détermination de la position de l'image A'B' de AB par rapport à O.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} \; ; \; \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{-0{,}02} + \frac{1}{-0{,}04} \; ;$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = -50 - 25 = -75 \; ; \; \overline{OA'} = \frac{1}{-75} \; ;$$

OA' = - 0,0133 m = -1,33 cm. L'image est située à 1,33 cm de O devant la lentille.

Détermination de la hauteur de l'image A'B'.

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ; \; \overline{A'B'} = \frac{\overline{AB} \times \overline{OA'}}{\overline{OA}} ;$$

$$\overline{A'B'} = \frac{1 \times (-1{,}33)}{-4} \; ; \; \textbf{A'B' = 0,33 cm.}$$

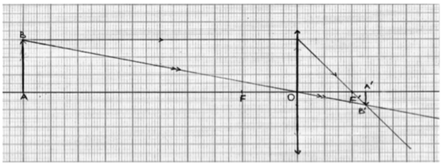
2.3) La nature et le sens de l'image.

$\overline{OA'} < 0$: L'image est virtuelle.

$\overline{A'B'} > 0$: L'image est droite.

Exercice 12

1) Positionnement de la lentille, de l'objet AB, des foyers F et F'.



2) Les valeurs de $\overline{OF}$, $\overline{OF'}$, $\overline{OA}$ et $\overline{AB}$.
$\overline{OF} = -2$ cm ; $\overline{OF'} = 2$ cm ; $\overline{OA} = -10$ cm et $\overline{AB} = 3$ cm.

3) Détermination graphique de la position $\overline{OA'}$ de l'image A'B' de AB et sa hauteur $\overline{A'B'}$.
Graphiquement :
$\overline{OA'} = 2{,}5$ cm et $\overline{A'B'} = -0{,}75$ cm.

4) Calcul de $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}} \; ; \; \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{-0{,}1} + \frac{1}{0{,}2} \; ;$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = -10 + 50 = 40 \; ; \; \overline{OA'} = \frac{1}{40} = 0{,}025 \; ;$$

$\overline{OA'} = 0{,}025$ m = 2,5 cm.

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ; \; \overline{A'B'} = \frac{\overline{AB} \times \overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ;$$

$$\overline{A'B'} = \frac{3 \times 2{,}5}{-10} \; ; \; \mathbf{\overline{A'B'} = -0{,}75\ cm.}$$

5) Calcul du grandissement γ de la loupe de deux manières différentes.

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \; ; \; \gamma = \frac{-0{,}75}{3} \; ; \; \boldsymbol{\gamma = -0{,}25}$$

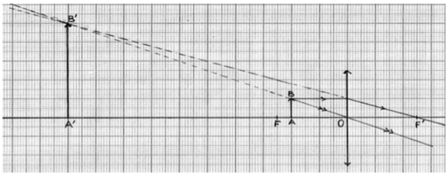
$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ; \; \gamma = \frac{2{,}5}{-10} \; ; \; \boldsymbol{\gamma = -0{,}25}$$

Exercice 13

1) Calcul de la distance focale de cette loupe.

$$f' = \frac{1}{C} \; ; \; f' = \frac{1}{20} \; ; \; \mathbf{f' = 0{,}05\ m = 5\ cm}.$$

2) Construction de l'image de l'objet à l'échelle 1/2.



3) La nature de l'image : l'image se forme en avant de la lentille ; elle est donc virtuelle.
Le sens de l'image : l'image a le même sens que l'objet ; elle est donc droite.

4) Détermination :

4.1) de la position de l'image par rapport à la loupe.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}} \; ; \; \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{-0{,}04} + \frac{1}{0{,}05} \; ;$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = -25 + 20 = -5 \; ; \; \overline{OA'} = \frac{1}{-5} = -0{,}2 \; ;$$

$\overline{A'B'} = -0{,}2$ m = – 20 cm : l'image est située devant la lentille et à 20 cm du centre optique O.

4.2) de la grandeur de l'image.

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ; \; \overline{A'B'} = \frac{\overline{AB} \times \overline{OA'}}{\overline{OA}} \; ;$$

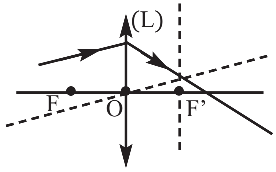
$$\overline{A'B'} = \frac{2 \times (-20)}{-4} \; ; \; \mathbf{\overline{A'B'} = 10\ cm.}$$

5) Le grandissement γ de la loupe.

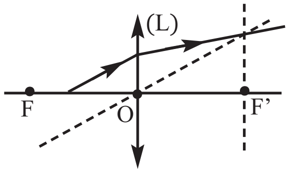
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \; ; \; \gamma = \frac{10}{2} \; ; \; \boldsymbol{\gamma = 5}$$

Exercice 14

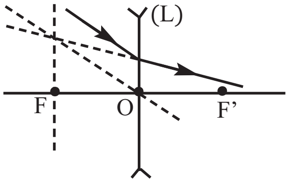
1) Positionnement du foyer objet F et du foyer image F′ de chaque lentille.



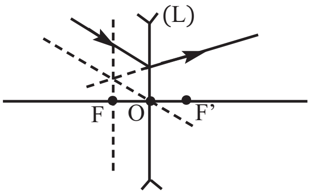
Figue 1



Figue 2



Figue 3



Figue 4

2) La nature de chaque lentille.
Sur les figures 1 et 2, les lentilles sont convergentes.
Sur les figures 3 et 4, les lentilles sont divergentes.

Exercice 15

1)

1.1) Détermination de la nature de l'image de l'objet A_1B_1 :

$\overline{O_1A_1} = -\overline{A_1O_1} = -5{,}2$ mm donc l'objet est réel.

$f_1 = \dfrac{1}{C_1}$; $f_1 = \dfrac{1}{200} = 0{,}005$; $f_1 = 5$ mm ;

$f_1 < |\overline{O_1A_1}|$ donc l'image est réelle et renversée.

1.2) Détermination de la distance entre l'image et la lentille :

$$\frac{1}{\overline{O_1A'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1A_1}} + \frac{1}{f_1} ;$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A'_1}} = \frac{1}{-0{,}0052} + \frac{1}{0{,}005} ;$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A'_1}} = -192{,}3 + 200 = 7{,}7 ; \ \overline{O_1A'_1} = \frac{1}{7{,}7}$$

$\overline{O_1A'_1} = 0{,}13$ m ou $\mathbf{\overline{O_1A'_1} = 130}$ **mm**

2)

2.1) Calcul du grandissement γ.

$$\gamma = \frac{\overline{O_1A'_1}}{\overline{O_1A_1}} ; \ \gamma = \frac{130}{-5{,}2} ; \ \boldsymbol{\gamma = -25}$$

2.2) Calcul de la taille de l'image.

$$\gamma = \frac{\overline{A'_1B'_1}}{\overline{A_1B_1}} ; \ \gamma = \frac{\overline{A'_1B'_1}}{h} ; \ \overline{A'_1B'_1} = \gamma \times h ;$$

$\overline{A'_1B'_1} = \mathbf{-25 \times 6}$;

$\mathbf{\overline{A'_1B'_1} = -150}$ **µm = 0,15 mm.**

3) Détermination de la vergence C_2 de la lentille (L_2) ;
L'image est à l'infinie signifie que $A'_1B'_1$ est au foyer objet de la lentille (L_2).

Donc $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A'_1} + \overline{A'_1O_2}$ et

$f_2 = -\overline{O_2A'_1}$; $f_2 = \overline{O_1O_2} - \overline{O_1A'_1}$; $f_2 = 15 - 13$;

$f_2 = 2$ cm $= 0{,}02$ m.

D'où : $C_2 = \dfrac{1}{f_2}$; $C_2 = \dfrac{1}{0{,}02}$; $\mathbf{C_2 = 50\ \delta}$

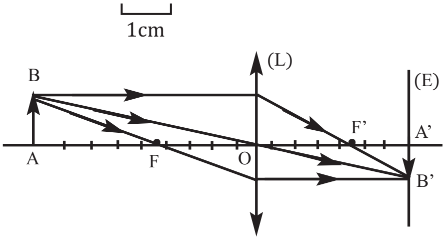
Exercice 16

1) Représentation sur la figure:

1.1) de la lentille (L) ;

1.2) de l'image A'B' de AB sur l'écran (E) ;

1.3) du foyer image F' puis du foyer objet F de la lentille (L).



2) Détermination graphique de la distance focale image f' de la lentille (L).

$f' = \overline{OF'}$; $f' = 4{,}5$ cm $\times 2$; **f ' = 9 cm = 0,09 m.**

3) Calcul de la distance focale f' de la lentille (L).

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}} ; \ \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{0{,}14} - \frac{1}{-0{,}24} ;$$

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = 7{,}143 + 4{,}167 = 11{,}31$$

$$\overline{OF'} = \frac{1}{11{,}31} ; \ f' = 0{,}088 \text{ m} ;$$

f ' = 0,088 m = 8,8 cm.

Comparaison de la valeur trouvée avec le résultat précédent.

Les deux valeurs trouvées sont sensiblement égales.

Exercice 17

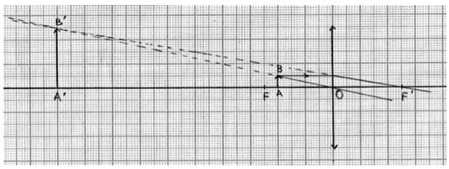
1) La nature de la lentille que représente la loupe : la loupe est une lentille convergente car f ' > 0.

2) Positionnement à l'échelle 1/2 :

2.1) des foyers images F et objet F'de la loupe ;

2.2) de l'objet AB ;

2.3) de l'image A'B' de l'objet AB par le tracé de rayons lumineux particuliers.



3) Détermination:

3.1) graphique de la position (par rapport à la loupe) et de la taille de l'image A'B'.

A'B' = 5 cm (voir tracé')

3.2) par le calcul de $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$;

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}} ;\ \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{-0{,}04} + \frac{1}{0{,}05} ;$$

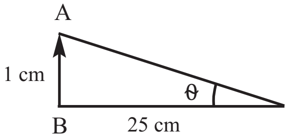
$$\frac{1}{\overline{OA'}} = -25 + 20 = -5 ; \quad \overline{OA'} = \frac{1}{-5} ;$$

$\overline{\mathbf{OA'}}$ **= − 0,2 m = − 20 cm**

$$\overline{A'B'} = \frac{\overline{AB} \times \overline{OA'}}{\overline{OA}} ;\ \overline{A'B'} = \frac{1 \times (-20)}{-4} ;$$

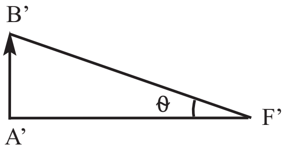
$\overline{\mathbf{A'B'}}$ **= 5 cm**

3.3) de l'angle θ sous lequel l'œil du chef de classe placé à 25 cm de l'objet AB le voit sans la loupe;



$\theta = \tan\theta = \frac{1}{25} = \mathbf{0{,}04}$ **;** $\boldsymbol{\theta = 0{,}04}$ **rad**

3.4) de l'angle θ' sous lequel le chef de classe voit l'image A'B' en plaçant son œil en F'.



A'F' = A'O + OF' = 20 + 5 = 25 cm

$\theta' = \tan\theta' = \frac{5}{25}$; $\boldsymbol{\theta' = 0{,}2}$ **rad**

4) le grandissement γ de la loupe :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} ;\ \gamma = \frac{5}{1} ;\ \boldsymbol{\gamma = 5}$$

Exercice 18

1)

1.1) La relation qui permet de déterminer la position de l'image A'B' d'un objet AB donnée par une lentille :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}}$$

1.2) l'expression du grandissement d'une lentille :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

2) Détermination de :

2.1) la position de l'image A_1B_1 de l'objet AB :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{\overline{O_1A}} + \frac{1}{f_1} ;$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{-0{,}02} + \frac{1}{-0{,}015} ;$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = -50 + 66{,}7 = 16{,}7 ;\ \overline{O_1A_1} = \frac{1}{16{,}7}$$

$\overline{\mathbf{O_1A_1}}$ **= 0,06 m = 6 cm**

2.2) la hauteur de l'image $\overline{A_1B_1}$ de l'objet AB :

$$\overline{A_1B_1} = \frac{\overline{AB} \times \overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} ;\ A_1B_1 = \frac{0{,}6 \times 6}{-2} ;$$

$\overline{\mathbf{A_1B_1}}$ **= −1,8 cm.**

2.3) de la nature et du sens de l'image A_1B_1 :
L'image A_1B_1 est réelle et renversée par rapport à AB.

2.4) du grandissement γ_1 de la lentille (L_1)

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \gamma_1 = \frac{-1{,}8}{0{,}6} ;\ \boldsymbol{\gamma_1 = -3.}$$

3) Détermination :

3.1) de la position de l'image A'B' de A_1B_1 ;

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{\overline{O_2A_1}} + \frac{1}{f_2} ;$$

$$\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} = -9 + 6 = -3 \text{ cm} ;$$

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{-0{,}03} + \frac{1}{0{,}04}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} = -33{,}3 + 25 = -8{,}3 ;\ \overline{O_2A'} = \frac{1}{-8{,}3} ;$$

$\overline{\mathbf{O_2A'}}$ **= − 0,12 m = − 12 cm .**

3.2) de la hauteur de l'image A'B' :

$$\overline{A'B'} = \frac{\overline{A_1B_1} \times \overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} ;\ \overline{A'B'} = \frac{-1{,}8 \times (-12)}{-3} ;$$

$\overline{\mathbf{A'B'}}$ **= −7,2 cm = −72 mm.**

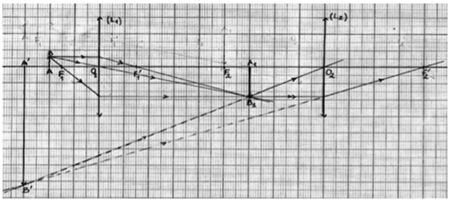
3.3) de la nature et du sens de l'image A'B'.
L'image est virtuelle et droite par rapport à A_1B_1 mais renversée par rapport à AB.

3.4) du grandissement γ_2 de la lentille (L_2) et γ du microscope.

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} ;\ \gamma = \frac{-7{,}2}{-1{,}8} ;\ \boldsymbol{\gamma_2 = 4}$$

$\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$; $\gamma = \dfrac{-7{,}2}{0{,}6}$; $\boldsymbol{\gamma = -12}$

4) Construction de l'image A'B'.



Exercice 19

1) Nature de chaque lentille.
La lentille (L_1) est convergente alors que la lentille (L_2) est divergente.

2)

2.1) Valeur de $\overline{O_1A_1}$:

$\dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} = \dfrac{1}{\overline{O_1A}} + \dfrac{1}{f_1}$;

$\dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} = \dfrac{1}{-0{,}05} + \dfrac{1}{0{,}15}$;

$\dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} = -20 + 6{,}67 = -13{,}33$;

$\overline{O_1A_1} = \dfrac{1}{-13{,}33}$;

$\boldsymbol{\overline{O_1A_1} = -0{,}075\ \text{m} = -7{,}5\ \text{cm}}$

2.2) A_1B_1 est un objet virtuel pour (L_2).

$\dfrac{1}{f_2} = \dfrac{1}{C_2} = \dfrac{1}{-2} = -0{,}5$ m $= -50$ cm.

Or $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2}$;

$\overline{A_1O_2} = \overline{O_1O_2} - \overline{O_1A_1}$;

$\overline{A_1O_2} = 35 + 7{,}5 = 42{,}5$ cm ;

$\overline{O_2A_1} = -42{,}5$ cm. $\overline{O_2A_1} < 0$.

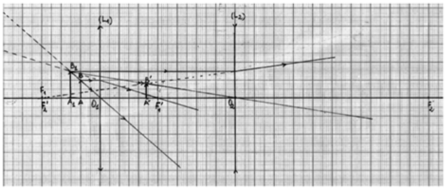
Donc A_1B_1 est devant la lentille divergente (L_2) ; c'est donc un objet réel pour cette lentille.

3) Représentation, à l'échelle de 1/5:

3.1) du dispositif ;

3.2) de l'image A_1B_1 de l'objet AB donnée par (L_1) ;

3.3) de l'image A'B' de A_1B_1 donnée par (L_2).



4) Détermination de :

4.1) la position de l'image A'B' de l'objet AB :

$\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} + \dfrac{1}{f_2}$;

$\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = \dfrac{1}{-0{,}425} + \dfrac{1}{-0{,}5}$;

$\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = -2{,}353 - 2$;

$\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = -4{,}353$; $\overline{O_2A'} = \dfrac{1}{-4{,}353}$;

$\overline{O_2A'}$ = − 0,23 m = − 23 cm (L'image se forme devant de la lentille (L_2) à 23 cm de O_2).

4.2) la taille de l'image A'B' :

$\overline{A'B'} = \dfrac{\overline{A_1B_1} \times \overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}}$ et $\overline{A_1B_1} = \dfrac{\overline{AB} \times \overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$;

$\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \dfrac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} \times \dfrac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}}$;

$\overline{A'B'} = 5 \times \dfrac{-7{,}5}{-5} \times \dfrac{-23}{-42{,}5}$;

$\overline{A'B'}$ = 4 cm .

Mise en page : Vallesse Éditions
Tel : 22410821/01916125
Achevé d'imprimer en Côte d'Ivoire
1er trimestre 2019
Dépôt légal : 14247