

Niveau : 1^{ère} D

THEME 1 :MECANIQUE

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

Durée :5,5heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	<ul style="list-style-type: none"> • une force constante. • le travail d'une force constante lors d'un déplacement rectiligne.
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> • l'expression du travail d'une force constante lors d'un déplacement rectiligne • l'unité de travail
Déterminer	le travail d'une force constante
Connaître	l'expression du travail du poids d'un corps.
Déterminer	le travail du poids d'un corps.
Définir	la puissance d'une force constante.
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> • l'expression de la puissance moyenne d'une force constante. • l'unité de la puissance • l'expression de la puissance instantanée d'une force constante.
Déterminer	la puissance d'une force constante.
Utiliser	les expressions : $-W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos \theta;$ $-W_{AB}(\vec{P}) = mg(Z_A - Z_B);$ $-P_{AB}(\vec{F}) = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{T_B - T_A} \text{ ou } P(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{V}.$

<p><u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • • • • • 	<p><u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<p><u>BIBLIOGRAPHIE :</u></p> <p>Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes</p>
<p>PRE-REQUIS :</p> <ul style="list-style-type: none"> - - 	<p><u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u></p>

-	
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

1. Généralités

- 1.1. Définition d'une force constante**
- 1.2. Notion de travail**

2. Travail d'une force constante

- 2.1. Lors d'un déplacement rectiligne**
 - 2.1.1. Expression du travail**
 - 2.1.2. Conséquences**
- 2.2. Lors d'un déplacement quelconque**
 - 2.2.1. Travail élémentaire**
 - 2.2.2. Expression du travail d'une force constante pendant un déplacement quelconque**
 - 2.2.3. Cas particulier du travail du poids**

3. Travail de la tension d'un ressort

- 3.1. Tension du ressort**
- 3.2. Travail de \vec{F}**
- 3.3. Travail de la tension du ressort**

4. Puissance d'une force constante

- 4.1. Puissance moyenne**
- 4.2. Puissance instantanée**

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	<p>Travail et Puissance d'une force dans le cas d'un mouvement de translation</p>
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Sur le chemin de l'école, deux élèves de la 1^{ère} C du Lycée Moderne 2 d'Agboville aperçoivent sur le pont du fleuve « AGBO » un tracteur qui doit soulever un camion qui a fait une chute dans le fleuve. L'un s'interroge en disant: « ce tracteur est-il assez puissant pour effectuer ce travail ? ». L'autre réplique : « cela dépend de la force que le tracteur peut appliquer au camion et de la hauteur de la chute! ». Une discussion s'engage alors entre les deux élèves jusqu'à l'école. Pour se mettre d'accord, ils décident avec leurs camarades de classe d'effectuer des recherches en vue de s'informer sur le travail et la puissance d'une force et d'utiliser leurs expressions.</p> <p>1. <u>Généralités</u></p> <p>1.1. <u>Définition d'une force constante</u></p> <p>Une force \vec{F} est dite constante lorsqu'elle conserve, au cours du temps, sa direction, son sens et son intensité (valeur).</p> <p>1.2. <u>Notion de travail</u></p> <p>On dit qu'une force effectue un travail lorsqu'appliquée sur un corps, elle le déplace ou le déforme.</p>

2. Travail d'une force constante d'un déplacement rectiligne

2.1. Expression du travail

Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force constante \vec{F} lors d'un déplacement rectiligne (de son point d'application) de A à B est égal au **produit scalaire** de la force \vec{F} par le vecteur déplacement \vec{AB} .

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

Soit :

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos\theta$$

avec $F = \|\vec{F}\|$, $AB = \|\vec{AB}\|$ et $\theta = (\vec{F}, \vec{AB})$

Joule (J) N m

Le travail s'exprime en **Joule (J)**.

2.2. Conséquences

Le travail est une grandeur algébrique. Son signe dépend de la valeur de l'angle θ .

- * Pour $0 \leq \theta \leq 90^\circ$, $\cos \theta > 0$ et $W > 0$: le travail est dit **moteur**.
- * Pour $\theta = 90^\circ$, $\cos \theta = 0$ et $W = 0$: le travail d'une force perpendiculaire au déplacement est **nul**.
- * Pour $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$, $\cos \theta < 0$ et $W < 0$: le travail est dit **résistant**.

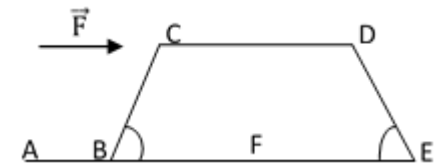
Application N°1

Soit la force \vec{F} qui déplace son point d'application sur le parcours AE. On donne $F = 10\text{N}$

$AB = BC = CD = DE = EF = \ell = 10\text{m}$ et

$\alpha = (\vec{BC}, \vec{BE}) = (\vec{ED}, \vec{EB}) = 30^\circ$

Calculer le travail effectué par \vec{F} sur le parcours AE.



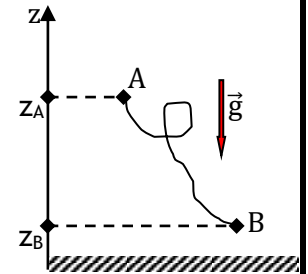
2.3. Travail du poids

Considérons un solide S de masse m et de centre d'inertie G se déplaçant dans un champ de pesanteur uniforme \vec{g} . Le travail du poids entre deux positions A et B est :

$$W(\vec{P}) = mg(Z_A - Z_B) ;$$

posons $h = (Z_A - Z_B)$

- $Z_A > Z_B$: $W(\vec{P}) = mgh$, le travail est moteur, le corps descend
- $Z_A < Z_B$: $W(\vec{P}) = -mgh$, le travail est résistant, le corps monte

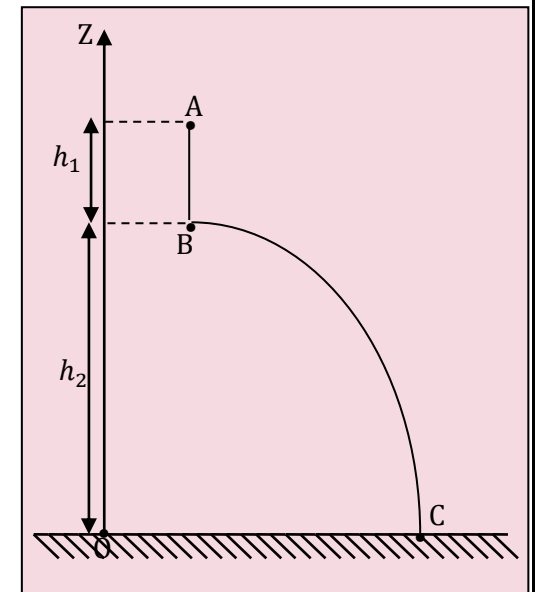


Le travail du poids d'un corps est indépendant du chemin suivi. Il ne dépend que de la différence d'altitude de son centre d'inertie.

ACTIVITE D'APPLICATION 2

Une mangue de masse $m = 250g$ se détachant du point A d'un manguier vient heurter une branche et tombe ensuite sur le sol en C (voir figure ci-contre).

1. Calcule le travail $W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$ du poids de la mangue lorsqu'elle passe de A à B et le travail $W_{B \rightarrow C}(\vec{P})$ lorsqu'elle passe de B à C.
 2. Calcule la somme de ces deux travaux.
 3. Calcule le travail $W_{A \rightarrow C}(\vec{P})$ du poids de la mangue lorsqu'elle tombe directement de A à C.
 4. Compare $W_{A \rightarrow C}(\vec{P})$ et $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{P})$, puis conclus
- On donne : $h_1 = 1,5m$ et $h_2 = 10m$



3. Puissance d'une force constante

3.1. Puissance moyenne

On appelle **puissance moyenne** développée par une force \vec{F} , le quotient du travail de force par le temps mis pour l'effectuer.

On

$$\mathcal{P}_{\text{moy}}(\vec{F}) = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{t_B - t_A} = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{\Delta t}$$

→ J
→ s

La puissance s'exprime en **Watt (W)**.

3.2. Puissance instantanée

La **puissance instantanée** d'une force constante agissant sur un solide est le produit scalaire de la force \vec{F} par le vecteur vitesse instantané \vec{v} du solide.

$$\mathcal{P}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

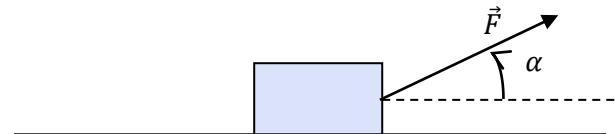
Soit

$$\mathcal{P}(\vec{F}) = F \cdot v \cdot \cos \alpha \quad \text{avec } \alpha = (\vec{F}, \vec{v})$$

Remarque : La puissance est aussi une grandeur algébrique.

ACTIVITE D'APPLICATION 4

Un voyageur tire une valise à l'aide d'une corde sur laquelle il exerce une force constante \vec{F} d'intensité $50N$ sur une longueur $AB = L = 30m$. \vec{F} fait un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale.



Détermine :

1. Le travail de la force \vec{F}
2. La puissance moyenne $P_m(\vec{F})$
3. La puissance instantanée $P_i(\vec{F})$ lorsque la vitesse de valise est de 18km/h

SITUATION D'ÉVALUATION

Pendant la récréation, un groupe d'élève de 1^{ère} D₁ du lycée moderne de Bonon, observe une automobile de masse $m = 1500\text{ kg}$ montant une côte de pente 10% à la vitesse $V = 90\text{km/h}$. L'ensemble des frottements équivaut à une force unique \vec{f} opposé à \vec{V} , d'intensité $f = 800\text{ N}$.

De retour en classe, ils décident de déterminer la puissance développée par le moteur de ce véhicule mais ils n'y arrivent pas. Aide-les.

1. Cite et représente sur un schéma soigné, les forces qui s'exercent sur le véhicule.
2. Détermine l'intensité de la force motrice \vec{F} nécessaire à cette montée.
3. Calcule le travail de chacune de ces forces.
4. Détermine la puissance développée par cette force motrice \vec{F}

Niveau : 1^{ère} D

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 2 : ENERGIE CINETIQUE

Durée : 5,5 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	l'énergie cinétique d'un solide en mouvement dans un repère galiléen.
Connaitre	L'unité de l'énergie cinétique
Connaître	l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation dans un repère galiléen.
Déterminer	l'énergie cinétique dans le cas d'un mouvement de translation.
Enoncer	le théorème de l'énergie cinétique.
Appliquer	le théorème de l'énergie cinétique.
Utiliser	les expressions : $E_C = \frac{1}{2} mv^2$

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> • • • • •	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : - - -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

- 1. Energie cinétique**
- 2. Théorème de l'énergie cinétique**
 - 2.1. Etude de la chute libre d'un solide**
 - 2.1.1. Expérience et résultats**
 - 2.1.2. Exploitation des résultats**
 - 2.1.3. Conclusion**
 - 2.2. Enoncé du théorème de l'énergie cinétique**
 - 2.3. Application du théorème de l'énergie cinétique**

4. Théorème de l'énergie cinétique

2.4. Etude de la chute libre d'un solide

2.4.1. Expérience et résultats

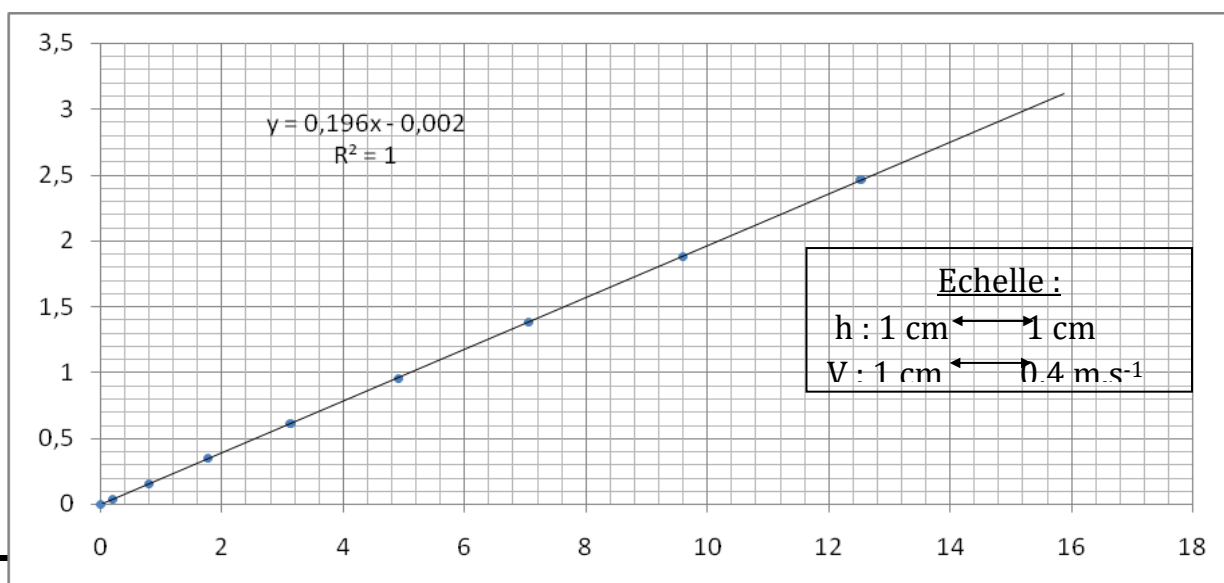
On abandonne, sans vitesse initiale, un solide et on repère ses positions successives à intervalles de temps égaux τ . Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

On donne $\tau = 20$ ms.

A_i	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
h_i (10^{-2} m)	0	0,20	0,79	1,77	3,15	4,90	7,06	9,60	12,55	15,88
v_i ($m \cdot s^{-1}$)	0	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	
v_i^2 ($m^2 \cdot s^{-2}$)	0	0,04	0,15	0,35	0,61	0,96	1,38	1,88	2,46	

2.4.2. Exploitation des résultats

* Courbe $V^2 = f(h)$



On obtient une droite passant par l'origine d'où : $V^2 = k \times h$.

* Détermination de la valeur de k

k est la pente de la droite $\Rightarrow k = \frac{\Delta V^2}{\Delta h}$

Pour $h_1 = 0 \text{ m}$, $V_1^2 = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ et pour $h_2 = 0,1255 \text{ m}$, $V_2^2 = 2,46 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$,

$$\Rightarrow k = \frac{2,46 - 0}{0,1255 - 0} = 19,60 = 2 \times 9,8$$

Or $g = 9.8 \text{ S.I.} \Rightarrow k = 2.g$ d'où $V^2 = 2.g.h$ (1)

Multiplions la relation (1) par $\frac{1}{2} \text{ m}$:

On a :



2.4.3. Conclusion

La variation de l'énergie cinétique lors de la chute libre est égale au travail du poids.

2.5. Enoncé du théorème de l'énergie cinétique

Dans un référentiel galiléen, la **variation de l'énergie cinétique** d'un solide entre deux instants A et B est égale à **la somme des travaux effectués** par les **forces extérieures appliquées** à ce solide entre ces instants.

$$\Delta E_C = E_{C_B} - E_{C_A} = \Sigma W_{AB}(F_{\text{ext}})$$

Remarques :

- Le théorème de l'énergie cinétique reste valable même si la force n'est pas constante au cours du déplacement.
- Le théorème de l'énergie cinétique est **général** : il est applicable à tous les types de mouvements

2.6. Application du théorème de l'énergie cinétique

Pour appliquer le théorème de l'énergie cinétique il faut :

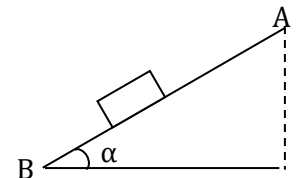
- Définir le système étudié ;
- Préciser les états initial et final ;
- Faire l'inventaire de toutes les forces extérieures appliquées au système ;
- Calculer les travaux de ces forces ;
- Et enfin appliquer le théorème de l'énergie cinétique.

Activité d'application 2

Une camionnette de masse m , initialement immobile en A, descend une pente inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Les frottements sont équivalents à une force \vec{f} unique opposée au déplacement.

Calculer la vitesse V_B de la camionnette au bas de la pente (voir figure).

Données : $m = 2 \text{ t}$; $\alpha = 30^\circ$; $f = 1000 \text{ N}$; $AB = \ell = 50 \text{ m}$; $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

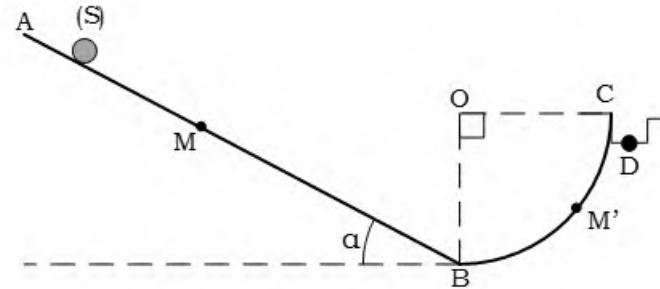


SITUATION D'ÉVALUATION

Le parcours ci-dessous représente un jeu pour enfant. Ce jeu consiste à faire tomber une bille dans le réceptacle D à partir d'un point A.

Le parcours est constitué d'une piste d'élan $AB = d$, raccordée en B à une partie circulaire BC de centre O et de rayon r . La bille (S) de petites dimensions est assimilée à un point matériel. On néglige les forces de frottement. La bille est lâchée sans vitesse initiale du point A.

Tu as assisté à une partie de jeu entre des gamins. De retour à la maison, tu décides d'appliquer le théorème de l'énergie cinétique afin de déterminer la vitesse avec laquelle la bille tombe dans le réceptacle.



1. Fais l'inventaire des forces exercées sur la bille entre les points A et C. Représente qualitativement sur un schéma ces forces aux points M et M'.
 2. Énonce le théorème de l'énergie cinétique.
 3. Détermine, en appliquant le théorème de l'énergie cinétique :
 - 3.1. La vitesse V_B de la bille au point B.
 - 3.2. La vitesse V_C de la bille au point C.
- On donne : $r = 3m$; $\alpha = 30^\circ$ et $g = 10N/kg$

Niveau : 1^{ère} D

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 3 : Energie potentielle

Durée : 1 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	<ul style="list-style-type: none">• l'énergie potentielle de pesanteur.• l'énergie potentielle élastique.
Connaître	<ul style="list-style-type: none">• l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide.• l'unité de l'énergie potentielle
Déterminer	<ul style="list-style-type: none">• l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide.• la variation de l'énergie potentielle d'un solide.
Citer	quelques applications de l'énergie potentielle.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">•••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur polycopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : <ul style="list-style-type: none">---	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

1. **Energie potentielle de pesanteur**
2. **Champ de pesanteur**
3. **Définition de l'énergie potentielle de pesanteur**
4. **Expression de l'énergie potentielle de pesanteur**
5. **Notion de référence**
6. **Variation de l'énergie potentielle de pesanteur**

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	<h1 style="margin: 0;">Energie potentielle de pesanteur</h1>
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Venant au cours à 14h, un groupe d'élèves de 1^{ème} D du Lycée Moderne de Bouaflé assiste à une scène sur la côte menant à la SODECI. Un camion remorque chargé de billes de bois ne pouvant plus monter, se met à descendre de plus en plus vite et se retrouve au bas de la côte. Intrigués, les élèves décident avec leurs camarades de classe de faire des recherches aux fins de connaître la définition et l'expression des différentes énergies en présence.</p> <p><u>1. NOTION D'ENERGIE POTENTIELLE</u></p> <p style="padding-left: 40px;"><u>1.1. Champ de pesanteur</u></p> <p>La terre crée dans l'espace qui l'entoure un champ appelé champ de pesanteur noté \vec{g}.</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>1.2. Définition de l'énergie potentielle de pesanteur</u></p> <p>L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est l'énergie que possède ce solide du fait de sa position dans le champ de pesanteur.</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>1.3. Expression de l'énergie potentielle de pesanteur</u></p> <p>L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps situé à une altitude z est définie par :</p> $E_{PP} = mgz + C$ <p>C est une constante qui dépend de l'état de référence choisi.</p>

1.4. Choix de l'état de référence

C'est un choix arbitraire auquel correspond une position z_0 telle que :

$$E_{PP}(Z_0) = 0 \leftrightarrow mgz_0 + C = 0 \leftrightarrow C = -mgz_0 ; \text{ donc}$$

$$E_{PP}(z) = mg(z - z_0)$$

Remarque

- Si $z < z_0$, $E_{PP}(z) < 0$
- Si $z > z_0$, $E_{PP}(z) > 0$

Exercice d'application

Une pierre, de masse $m = 70 \text{ g}$, est lancée vers le haut et atteint en un point M l'altitude de 20 m par rapport au sol. On donne $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. Calculer l'énergie potentielle de la pierre en M dans le champ de pesanteur :

1. par rapport au niveau du sol ;
2. par rapport au niveau du fond d'un puits de profondeur 10 m .

Résolution

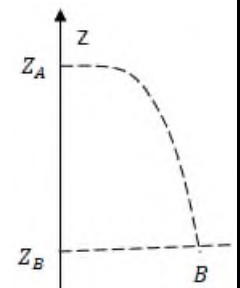
1. $E_{PM} = 14 \text{ J}$
2. $E_{PM} = 21 \text{ J}$

2. RELATION ENTRE L'ENERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR ET TRAVAIL DU POIDS

Lorsqu'un corps (S) passe du point A au point B dans le champ de pesanteur

$$\text{On a : } E_{PP}(B) - E_{PP}(A) = mg(Z_B - Z_A)$$

$$= -mg(Z_A - Z_B) = -W_{AB}(\vec{P})$$



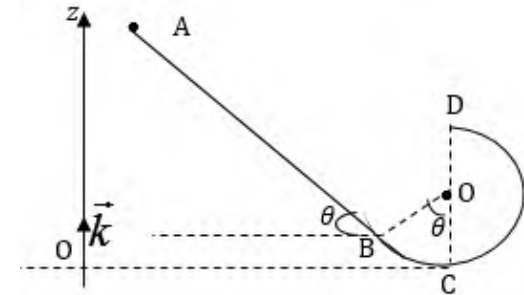
Enoncé :

La variation de l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps est égale à l'opposé du travail du poids du corps ;

$$\Delta E_{pp} = -W(\vec{P})$$

SITUATION D'EVALUATION

Au cours d'une séance de rattrapage de note, le professeur de Physique-Chimie met à ta disposition la figure ci-dessous sur laquelle, un solide ponctuel de masse $m = 800\text{g}$ glisse sans frottement sur une piste ABCD. Les caractéristiques de cette piste sont : $AB = 1\text{ m}$; $R = 0,25\text{ m}$ et $\theta = 60^\circ$. La partie BCD est circulaire de rayon R . L'état de référence est pris en C.



Il te demande d'exploiter cette figure afin de déterminer la variation de l'énergie potentielle du solide.

- 1- Etablis l'expression en fonction de m , g , AB , R et θ de l'énergie potentielle de pesanteur du solide
 - 1.1. en A,
 - 1.2. en B,
 - 1.3. en D.
- 2- Calcule chaque énergie potentielle
- 3- Détermine la variation de l'énergie potentielle entre A et B

Niveau : 1^{ère} D

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 4 : Energie Mécanique

Durée : 4,5 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	l'énergie mécanique d'un solide.
Connaître	les expressions de l'énergie mécanique d'un système
Déterminer	l'énergie mécanique totale d'un système.
Appliquer	la conservation de l'énergie mécanique dans les cas ci-dessous: - chute libre d'un solide; - solide glissant sans frottement sur un plan incliné - solide glissant sans frottement sur une piste de profil quelconque.
Montrer	la non conservation de l'énergie mécanique pour un système soumis à des forces de frottement.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> • • • • •	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : - - -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

1-DEFINITION

2-EVOLUTION DE L'ENERGIE MECANIQUE D'UN SYSTEME

2.1-Conservation de l'énergie mécanique

2.1.1-Etude théorique

2.1.2-Etude expérimentale

Activité d'application 1

2.2-La non conservation de l'énergie mécanique

2.2.1- Etude d'un Solide soumis à des forces de frottement

2.2.2- Conclusion

Activité d'application 2

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	ENERGIE MECANIQUE
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Venant au cours à 14h, un groupe d'élèves de 1^{ème} C du Lycée Moderne 2 d'Agboville assiste à une scène sur la côte menant à la SODECI. Un camion remorque chargé de billes de bois ne pouvant plus monter, se met à descendre de plus en plus vite et se retrouve au bas de la côte. Intrigués, ils décident avec leurs camarades de classe de faire des recherches aux fins de connaître la définition et l'expression des différentes énergies en présence, de déterminer l'énergie mécanique totale d'un système et d'utiliser la conservation de l'énergie mécanique.</p> <p><u>1-DEFINITION</u></p> <p>L'énergie mécanique d'un système est égale à la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle :</p> <div style="text-align: center;"> $E_M = E_C + E_P$ <p>Joule (J) ←</p> </div> <p><u>Conséquences :</u></p> <p>Pour un solide, de masse m en translation avec une vitesse V, situé à une altitude z dans le champ de pesanteur, on a : $E_M = \frac{1}{2}mv^2 + mgz$</p> <p><u>2-EVOLUTION DE L'ENERGIE MECANIQUE D'UN SYSTEME</u></p> <p><u>2.1-Conservation de l'énergie mécanique</u></p> <p style="text-align: center;"><u>2.1.1-Etude théorique</u></p> <p><u>Exploitions du théorème de l'énergie cinétique :</u></p> <p>Lorsqu'un corps est en chute libre entre deux points A et B</p>

$$\begin{aligned} \text{on a : } \Delta E_C &= E_{CB} - E_{CA} = W_{AB}(\vec{P}) = mg(Z_A - Z_B) = mgZ_A - mgZ_B \\ \leftrightarrow E_{CB} + mgZ_B &= E_{CA} + mgZ_A \leftrightarrow E_{CB} + E_{PB} = E_{CA} + E_{PA} \leftrightarrow \\ &E_{MA} = E_{MB} \leftrightarrow \Delta E_M = 0 \end{aligned}$$

L'énergie mécanique d'un système en chute libre se conserve

2.1.2-Etude expérimentale

Exploitation des résultats de l'expérience de la chute libre

h(m)	0	0,049	0,197	0,442	0,786	1,229	1,769	2,408	3,146	3,981
V(m/s)	0	0,985	1,965	2,945	3,935	4,915	5,895	6,885	7,865	
V ² (m ² /s ²)	0	0,970	3,861	8,673	15,484	24,157	34,751	47,403	61,858	
E _C	0	0,024	0,096	0,217	0,387	0,603	0,868	1,185	1,546	
E _P	1,541	1,517	1,445	1,324	1,156	0,939	0,674	0,361	0	
E _M =E _C +E _P	1,541	1,541	1,541	1,541	1,543	1,542	1,542	1,546	1,546	

On donne : $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ et $m = 50\text{g}$ et on prendra $E_{pp} = 0$ pour $Z_0 = -3,146\text{m}$

On constate que $E_M = E_P + E_C = \text{cste} \approx 1,54\text{J}$

Ces résultats confirment ceux de l'étude théorique.

Activité d'application 1

Un enfant lance verticalement vers le haut une bille de masse $m = 20\text{g}$. A une hauteur de $1,3\text{m}$ au-dessus du sol, sa vitesse est de $4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. On néglige la résistance de l'air.

1-Calculer l'énergie mécanique de la bille en précisant le niveau de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.

2-Jusqu'à quelle hauteur la bille va-t-elle monter ?

2.2-La non conservation de l'énergie mécanique

2.2.1- Etude d'un Solide soumis à des forces de frottement

Bilan des forces :

- Le poids \vec{P} du solide
- La réaction normale \vec{R}_N plan inclinée
- La force de frottement \vec{f}

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

$$E_{CB} - E_{CA} = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{f}) + W_{AB}(\vec{R}_N) = mg(Z_A - Z_B) + W_{AB}(\vec{f})$$

$$E_{CB} + Ep_B - (E_{CA} + Ep_A) = -fAB \Rightarrow \Delta E_M = W_{AB}(\vec{f})$$

2.2.2- Conclusion

L'énergie mécanique d'un système soumis à des forces de frottements ne se conserve pas. Sa variation est égale au travail des forces de frottements.

Remarque : Les frottements étant opposés au mouvement, le travail de la force \vec{f} est **résistant** ; on a donc $\Delta E_M = W_{AB}(\vec{f}) < 0$: le système **perd** de l'énergie (diminution de l'énergie mécanique) : on dit qu'il est **dissipatif** (ou à **forces dissipatives** ou à **forces non conservatives**).

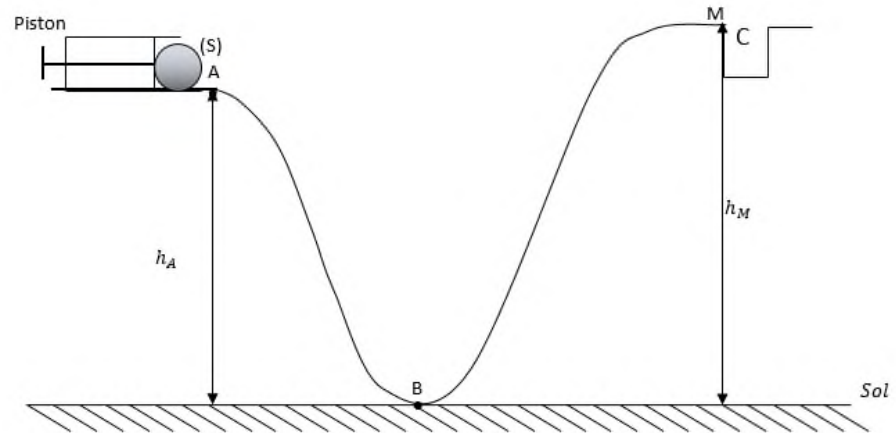
Activité d'application 2

Un enfant de masse $m = 30 \text{ kg}$ s'assied au sommet d'un toboggan de hauteur $h = 3,5 \text{ m}$. On donne $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

- 1) Quelle est son énergie potentielle de pesanteur en prenant $E_p = 0$ au niveau du sol.
- 2) Il se laisse glisser. En négligeant les frottements, calculer sa vitesse lorsqu'il arrive au bas du toboggan dont la hauteur au-dessus du sol est $h' = 0,4 \text{ m}$.
- 3) En réalité, il arrive avec une vitesse qui n'est que de $2,5 \text{ m.s}^{-1}$. En supposant les frottements représentés par un vecteur force \vec{F} , constant en intensité comme en direction (tangente au toboggan) , calculer cette force. La longueur du toboggan est $\ell = 6,7 \text{ m}$.

Situation d'évaluation

Un jeu d'enfant consiste à propulser un solide (S) sur une piste ABM en tirant sur un piston, de façon à le loger dans une case C.



La trajectoire ABM dans le plan vertical. La masse du solide est de $60g$.

On donne : $h_A = 0,3m$; $h_M = h_C = 0,5m$; $g = 10m \cdot s^{-2}$.

On prendra le sol comme état de référence ($E_{PP_B} = 0J$).

On suppose que les frottements sont négligeables. Le solide est lâché en A avec $V_A = 2m/s$.

Le solide se loge dans la case C que s'il arrive en M avec une vitesse minimale nulle. Ayant assisté à une partie de jeu, tu décides, en classe, d'appliquer la conservation de l'énergie mécanique afin de vérifier si le solide atterrie dans la case C avec cette vitesse initiale.

1- Etablis l'expression littérale de :

- 1.1- L'énergie mécanique E_{mA} du solide en A en fonction de m , g , h_A et V_A .
- 1.2- L'énergie mécanique E_{mB} du solide en B en fonction de m et V_B .
- 1.3- La vitesse V_B du solide (S) en B en fonction de V_A ; h_A et g . Calcule sa valeur.

2-

2.2-Donne l'expression de l'énergie mécanique du solide au point M.

2.2-En déduis l'expression de la vitesse V_M au point M en fonction de E_{mA} , m , g et h_C . Calcule sa valeur et conclus.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 5 : Champ électrostatique

Durée : 4 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	<ul style="list-style-type: none">• la force électrostatique.• l'espace champ électrostatique.• le vecteur champ électrostatique.
Connaître	<ul style="list-style-type: none">• la relation entre le champ électrostatique et la force électrostatique.• les caractéristiques du vecteur champ électrostatique.
Définir	une ligne de champ électrostatique.
Représenter	<ul style="list-style-type: none">• les lignes de champ électrostatique :<ul style="list-style-type: none">- pour une charge q positive ;- pour une charge q négative.• les lignes de champ électrostatique entre deux plaques parallèles.
Définir	le spectre de champ électrostatique.
Représenter	le vecteur champ électrostatique crée en un point de l'espace par une charge ponctuelle.
Déterminer	les caractéristiques du vecteur champ électrostatique uniforme.
Représenter	le vecteur champ électrostatique uniforme.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">•••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur photocopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : <ul style="list-style-type: none">---	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

1 MISE EN EVIDENCE DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE

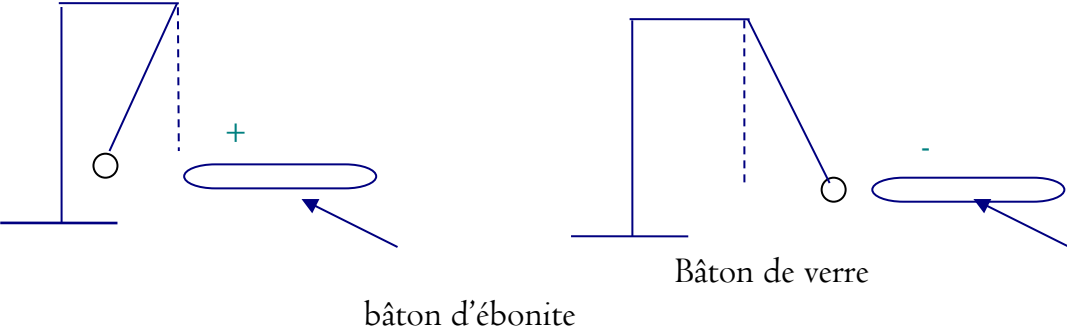
- 1.1. Expérience et observation
- 1.2. Interprétation
- 1.3. Conclusion
- 1.4. Définition de la force électrostatique

2 VECTEUR CHAMP ELECTROSTATIQUE

- 2.1. Espace champ électrostatique
- 2.2. Vecteur champ électrostatique
 - 2.2.1. Définition
 - 2.2.2. Caractéristiques de \vec{E}
- 2.3. Représentation du champ électrostatique
 - 2.3.1. Lignes de champ
 - 2.3.2. Spectre électrostatique

3 EXEMPLE DE CHAMPS ELECTROSTATIQUES

- 3.1. Champ créé par une charge ponctuelle
- 3.2. Distribution de charges ponctuelles
- 3.3. Champ électrostatique uniforme

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	CHAMP ELECTROSTATIQUE
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Un élève de 1^{ère} D au Lycée Moderne de Bonon, fait une observation surprenante. En enlevant son vêtement le soir, il se produit des crépitements et même de petites étincelles observables. Le lendemain, il informe ses camarades de classe. Voulant comprendre le phénomène qui a lieu, les élèves décident alors de s'informer sur l'espace champ et le vecteur champ électrostatique, de représenter les lignes de champ et le vecteur champ électrostatique.</p> <p>1 <u>MISE EN EVIDENCE DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE</u></p> <p>1.1. <u>Expérience et observation</u></p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">bâton d'ébonite Bâton de verre</p> </div> <p style="text-align: center;"><u>MISE EN EVIDENCE DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE</u></p> <p>1.2. <u>Interprétation</u></p> <p>Les deux phénomènes observés montrent qu'il existe deux types d'électricité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'électricité positive - l'électricité négative

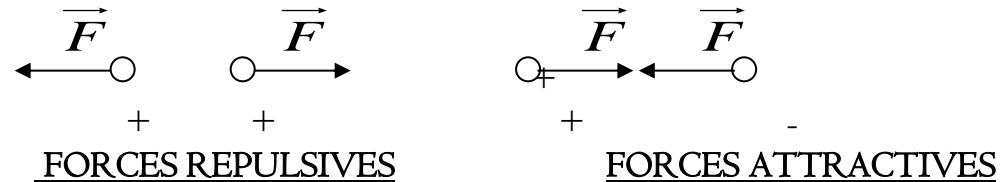
Ils traduisent l'existence de forces d'interaction entre les bâtons électrisés et la boule : cette force est appelée **force électrostatique**.

1.3. Conclusion

La boule électrisée subit une force appelée force électrostatique.

1.4. Définition de la force électrostatique

La force électrostatique est une interaction à distance entre des charges électriques. Elle est attractive si les charges sont de signes contraires, sinon, elle est répulsive.



2 VECTEUR CHAMP ELECTROSTATIQUE

2.1. Espace champ électrostatique

En toute région de l'espace où tout corps électrisé est soumis à une force électrostatique, règne un champ appelé **champ électrostatique**.

2.2. Vecteur champ électrostatique

2.2.1. Définition

Plaçons différentes charges $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ en un point M où règne un champ électrostatique. Les charges subissent des forces électrostatiques respectives \vec{F}_1

$$(M), \vec{F}_2(M), \vec{F}_3(M), \dots, \vec{F}_n(M).$$

L'expérience montre que $\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \frac{\vec{F}_3}{q_3} = \dots = \frac{\vec{F}_n}{q_n} = \text{cste} = \vec{E}(M)$

$\vec{E}(M)$ est appelé **vecteur champ électrostatique** :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

2.2.2. Caractéristiques de \vec{E}

Le vecteur champ électrostatique \vec{E} est une grandeur vectorielle spécifique du champ électrostatique en un point M de l'espace champ. Ses caractéristiques sont :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \left\{ \begin{array}{l} \text{Direction : celle de } \vec{F} \text{ (ligne d'action de } \vec{F} \text{)} \\ \text{Sens : - même sens que } \vec{F} \text{ si } q > 0 \\ \quad \quad \quad \text{- sens contraire de } \vec{F} \text{ si } q < 0 \\ \text{Point d'application : le point M considéré} \\ \text{Norme : } E = \frac{F}{q} \end{array} \right.$$

Activité d'application 1

En un point M d'un espace champ électrostatique, une force \vec{F} d'intensité $2\mu\text{N}$ s'exerce sur une charge -test $q = 3\text{nC}$.

1. Déterminer l'intensité du champ \vec{E}_M .
2. Déterminer l'intensité de la force \vec{F}' s'exerçant sur une charge-test $q' = -9\text{nC}$ placée au même point.

3. Faire un schéma représentatif des divers vecteurs \vec{E} , \vec{F} , \vec{F}' .

Echelle : $1\text{cm} \Leftrightarrow 10^3\text{V/m}$; $1\text{cm} \Leftrightarrow 1\mu\text{N}$

2.3. Représentation du champ électrostatique

2.3.1. Lignes de champ

Une ligne de champ est une ligne continue, tangente au vecteur champ électrostatique en chacun de ses points et orientée dans le sens du vecteur champ.

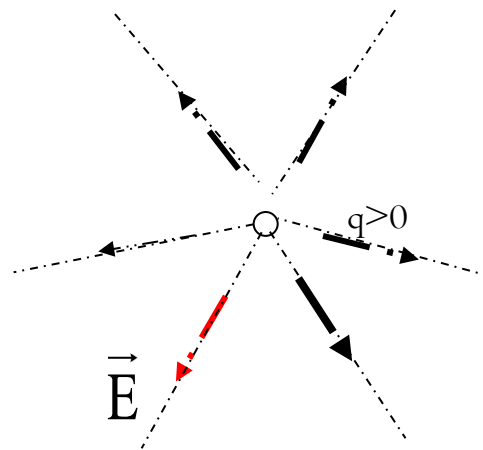
2.3.2. Spectre électrostatique

L'ensemble des lignes de champ d'un espace champ constitue le spectre électrostatique.

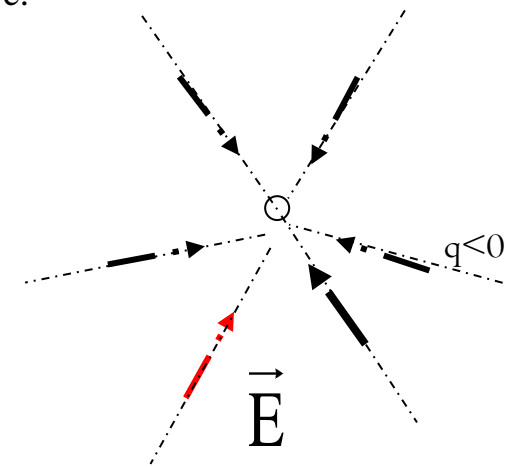
3 EXEMPLE DE CHAMPS ELECTROSTATIQUES

3.1. Champ crée par une charge ponctuelle

Le champ créé par une charge ponctuelle est radial (orienté suivant une droite). Son sens dépend du signe de la charge. Il est divergent à partir d'une source positive et convergent vers la source négative.



CHAMP CENTRIFUGE (divergent)



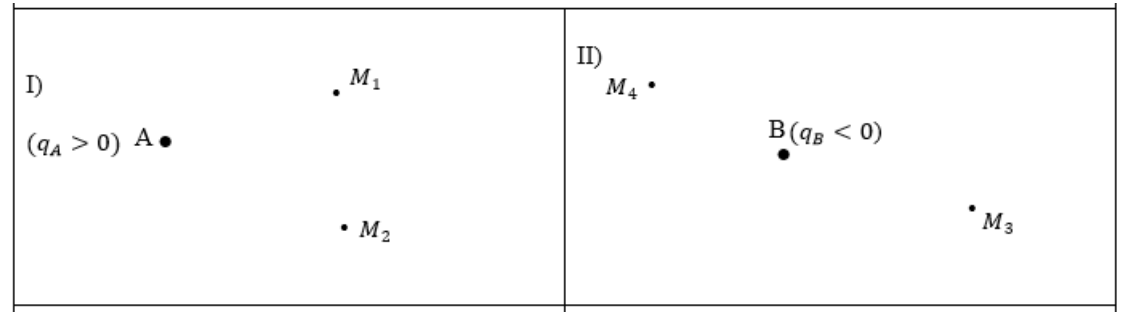
CHAMP CENTRIPETE (convergent)

Activité d'application 2

Dans les régions ci-dessous I, II, on place les charges ponctuelles q_A, q_B ,

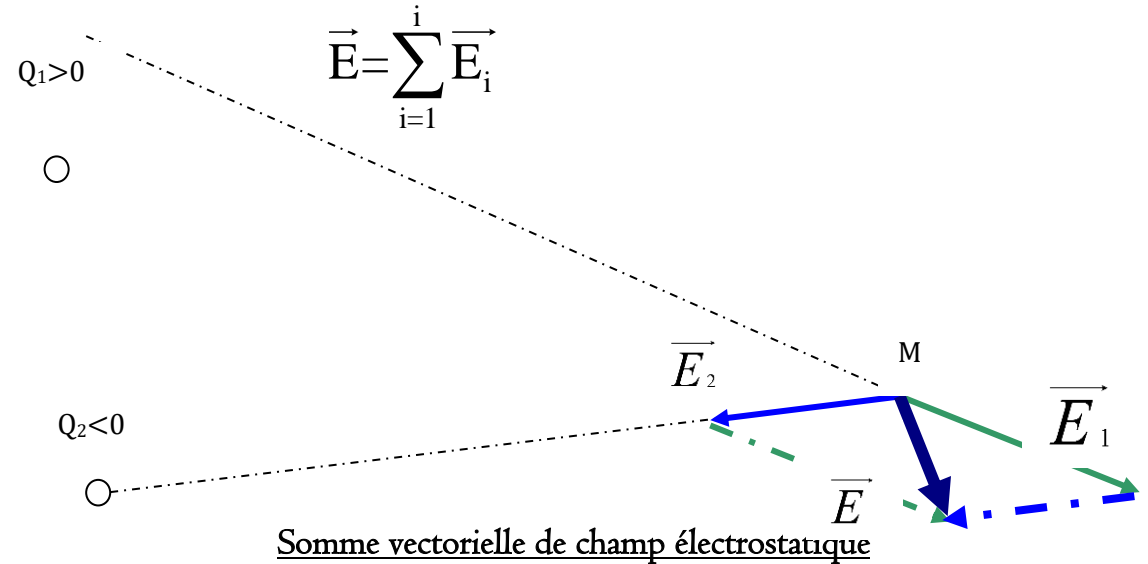
1. Représente les lignes de champ dans chaque région.

2. Représente le vecteur champ électrostatique aux différents points M_1, M_2, M_3 et M_4



3.2. Distribution de charges ponctuelles

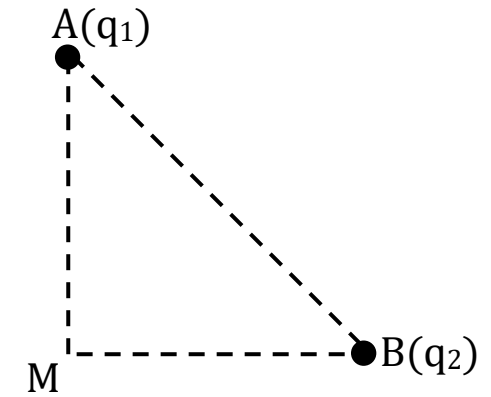
Le vecteur champ électrique créé en un point par un ensemble de charges ponctuelles est égal à la somme des vecteurs champ électrique créés en ce point par chacune des charges :



Activité d'application 3

En deux A et B de l'espace, sont placées respectivement des charges q_1 et q_2 . Ces charges créent respectivement au point M des champs \vec{E}_1 et \vec{E}_2 tels que $E_1 = 400 \text{ V/m}$ et $E_2 = 500 \text{ V/m}$. (Voir figure)

Détermine les caractéristiques du champ \vec{E} résultant au point M



3.3. Champ électrostatique uniforme

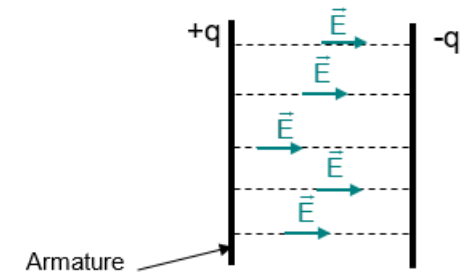
Un champ électrostatique est dit uniforme si le vecteur champ électrostatique garde ses caractéristiques (direction, sens et norme) invariables en tous les points de l'espace. Un tel champ est obtenu entre les armatures d'un condensateur plan.

Caractéristiques de \vec{E}

Direction : perpendiculaire aux plaques (armatures)

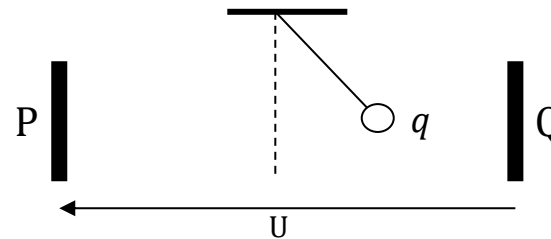
Sens : de la plaque positive vers la plaque négative

Norme : $E = \frac{U}{d}$ avec U tension entre les armatures et d la distance séparant les armatures.



Activité d'application 4

On considère l'expérience schématisée sur la figure ci-dessous.



1. La charge q est négative. *Quel est le signe de U ?*
2. *Déterminer les caractéristiques du champ électrostatique régnant entre P et Q , sachant qu'elles sont distantes de 10 cm et que $|U| = 10^4$ V.*

SITUATION D'ÉVALUATION

En vue de proposer un candidat pour le concours d'entrée dans une école d'électricité, un établissement scolaire soumet ses meilleurs élèves du niveau 1^{ère} D à un test de présélection.

Le test consiste pour chaque candidat à déterminer les caractéristiques de la force s'exerçant sur une particule dans un champ électrostatique uniforme. Pour cela, ils disposent des informations suivantes :

- La particule en question est l'ion oxyde O^{2-} .
- La particule est placée en un point O d'un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) , où règne deux champs uniformes représentés par les vecteurs $\vec{E}_1 = 3 \cdot 10^3 \vec{i}$ et $\vec{E}_2 = 4 \cdot 10^3 \vec{j}$.
- Charge élémentaire $e = 1,610^{-19} C$

Tu participes à cette présélection et tu souhaites être le candidat de ton établissement.

1. Définis un champ électrostatique uniforme.
2.
 - 2.1. Détermine :
 - 2.1.1. l'expression du champ \vec{E} résultant en un point quelconque M de cet espace.
 - 2.1.2. sa valeur E et l'angle $\alpha = (\vec{i}, \vec{E})$.
 - 2.2. Représente la ligne de champ passant par l'origine O des axes.
3.
 - 3.1. Calcule l'intensité de la force \vec{F}_e subie par l'ion O^{2-} placé au point O de cet espace champ.
 - 3.2. Détermine l'angle $\beta = (\vec{i}, \vec{F}_e)$.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 6 : ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE

Durée : 3 heures


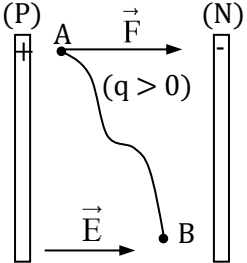
HABILETES	CONTENUS
Connaître	l'expression du travail de la force électrostatique dans un champ uniforme.
Définir	la différence de potentiel (d.d.p).
Connaitre	l'expression de l'énergie potentielle électrostatique.
Déterminer	l'énergie potentielle électrostatique d'une charge ponctuelle dans un champ électrostatique uniforme.
Utiliser	les relations : $W_{AB}(\vec{F}) = q\vec{E} \cdot \vec{AB} = q(V_A - V_B)$; $E_p = qV$; $E = \frac{ V_A - V_B }{d}$.
Connaître	le principe de fonctionnement d'un oscilloscope.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">•••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur polycopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : <ul style="list-style-type: none">---	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

- 1. Notion de différence de potentiel (d.d.p.)**
 - 1.1. Travail d'une force électrostatique dans un champ uniforme**
 - 1.2. Différence de potentiel entre deux points d'un champ uniforme**
 - 1.3. Lignes équipotentiels**
 - 1.4. Relation entre le champ électrostatique et la tension**

- 2. Energie potentielle électrostatique**
 - 2.1. Définition**
 - 2.2. Variation de l'énergie potentielle électrostatique**

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	<h2 style="text-align: center; color: red;">ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE</h2>
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Le professeur de Physique-Chimie de la 1^{ème} C du Lycée collège Moderne d'Agboville présente à ses élèves le poster ci-contre montrant un accident qui a eu lieu sous une ligne de haute tension. Curieux de comprendre ce phénomène, les élèves décident de chercher à définir la différence de potentiel, à connaître les expressions du travail de la force électrostatique, de l'intensité du champ électrostatique, de l'énergie potentielle électrostatique et à les calculer.</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p>1. NOTION DE DIFFERENCE DE POTENTIEL (d.d.p.)</p> <p>1.1. <u>Travail d'une force électrostatique dans un champ uniforme</u></p> <p>Une charge q en mouvement dans un champ électrostatique \vec{E} uniforme est soumise à une force électrostatique $\vec{F} = q\vec{E}$.</p> <p>Le travail de cette force \vec{F}, lors d'un déplacement quelconque \vec{AB}, est :</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-left: 20px;"> $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = q\vec{E} \cdot \vec{AB}$ </div> </div> <p><u>Remarque</u> : Dans un champ uniforme, le travail de la force électrostatique ne dépend du chemin suivi : la force électrostatique est alors conservative.</p>

1.2. Différence de potentiel entre deux points d'un champ uniforme

La différence de potentiel (d.d.p.) entre deux points A et B dans un champ électrostatique est égale au produit scalaire du vecteur champ \vec{E} par le vecteur déplacement \overrightarrow{AB} .

On écrit :

$$V_A - V_B = \vec{E} \cdot \overrightarrow{AB}$$

avec V_A : potentiel au point A,

V_B : potentiel au point B.

Remarques :

- * La d.d.p. $V_A - V_B$ représente la tension électrique entre les points A et B :

$$V_A - V_B = U_{AB}.$$

- * Le travail de la force électrostatique s'écrit encore :

$$W_{AB}(\vec{F}) = q\vec{E} \cdot \overrightarrow{AB} = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot U_{AB}.$$

Le vecteur champ \vec{E} est toujours dirigé dans le sens des potentiels décroissants.

1.3. Lignes équipotentielles

Une ligne équipotentielle est l'ensemble des points ayant le même le potentiel.

Remarque : Soient deux points A et B appartenant à une même ligne équipotentielle.

$$\text{On a : } V_A = V_B \Rightarrow V_A - V_B = \vec{E} \cdot \overrightarrow{AB} = 0$$

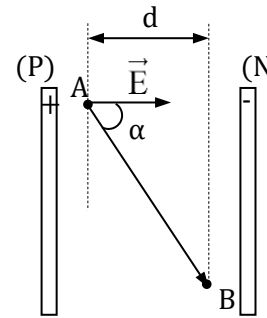
$$\text{d'où : } \vec{E} \perp \overrightarrow{AB}$$

Le vecteur champ \vec{E} est perpendiculaire aux lignes équipotentielles.

1.4. Relation entre le champ électrostatique et la tension

On a : $\vec{E} \cdot \overrightarrow{AB} = V_A - V_B = U_{AB}$

$E \cdot AB \cos \alpha = U_{AB}$ or $AB \cos \alpha = d$



$E = \frac{|V_A - V_B|}{d} = \frac{|U_{AB}|}{d}$

(V) ←

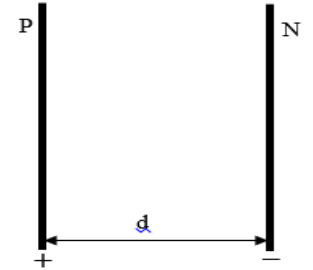
(m) ←

(V.m⁻¹) ←

Activité d'application 1

1-Entre deux plaques parallèles, distantes de $d = 10 \text{ cm}$, existe un champ électrostatique uniforme dont l'intensité est $E = 3 \cdot 10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$. Calcule la différence de potentiel entre les deux plaques.

2- Calcule le travail de la force électrostatique appliquée à un électron passant de la plaque négative à la plaque positive



2. ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE

2.1. Définition

L'énergie potentielle électrostatique d'une particule de charge q placée en un point M de potentiel V_M est :

$E_P = q \cdot V_M + C$

(Joule) ←

C est une constante choisie arbitrairement.

Remarque : L'énergie potentielle électrostatique s'exprime aussi en électron-Volt (eV) :

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

2.2. Variation de l'énergie potentielle électrostatique

Soit une charge q se déplaçant d'un point A à un point B dans un champ électrostatique.

On a :

$$E_{P_A} = q \cdot V_A + C$$
$$E_{P_B} = q \cdot V_B + C$$

La variation d'énergie potentielle électrostatique est :



La variation de l'énergie potentielle électrostatique entre deux positions A et B est égale à l'opposé du travail de la force électrostatique sur le parcours AB.

Activité d'application 2

Un électron passe d'un point A de potentiel $V_A = 10V$ à un point B de potentiel $V_B = 100V$.

- 1-Calcule l'énergie potentielle électrostatique de l'électron en A et en B.
- 2-Calcule la variation de l'énergie potentielle électrostatique lorsque l'électron passe de A à B.
- 3-En déduis le travail de la force électrostatique qui lui est appliqué.

Données : Charge d'un électron : $q = -e = -1,610^{-19}C$.

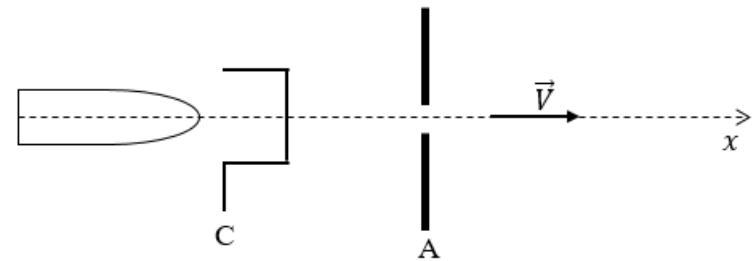
4-Cet électron a initialement une vitesse en A de $10^5 m \cdot s^{-1}$.

Détermine sa vitesse en B .

On donne : $m_{e^-} = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$

SITUATION D'EVALUATION

Dans un article sur internet, Ravaona découvre le fonctionnement simplifié d'un tube de télévision schématisé ci-dessous, la cathode chaude C émet des électrons avec une vitesse initiale nulle. Ces électrons se propagent jusqu'à l'anode A percée d'un trou. La distance entre les deux plaques C et A est égale à 2 cm. On établit entre A et C une différence de potentiel $|U| = 2500 \text{ V}$, créant un champ électrostatique uniforme \vec{E} .



On donne : masse de l'électron $m_{e^-} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; charge de l'électron $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Il te sollicite pour l'aider à déterminer la vitesse de sortie des électrons

1.
 - 1.1. Indique sur un schéma les branchements nécessaires à effectuer sur un générateur pour que les électrons soient accélérés de C vers A.
 - 1.2. Donne le signe de U_{CA} .
2. Donne les caractéristiques du champ électrostatique \vec{E} entre les deux plaques C et A.
3. Compare les intensités de la force électrostatique et du poids des électrons. Conclu.
4. Détermine :
 - 4.1. Le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur un électron au cours de son déplacement entre C et A
 - 4.2. la vitesse des électrons à la sortie du trou fait dans l'anode.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 7 : PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUES


Durée : 6 heures

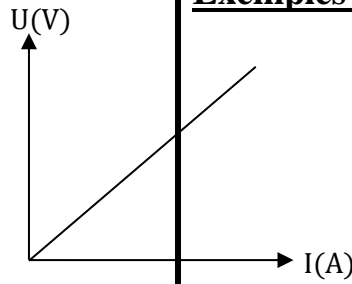
HABILETES	CONTENUS
Connaître	la loi d'Ohm : - pour un conducteur ohmique ; - pour un générateur.
Tracer	la caractéristique d'un électrolyseur.
Déterminer	la résistance interne et la force contre électromotrice d'un électrolyseur.
Connaître	la loi d'Ohm pour un récepteur autre que le conducteur ohmique.
Appliquer	la loi d'Ohm pour : -un récepteur ; -un générateur
Connaître	la loi de Pouillet.
Appliquer	la loi de Pouillet.
Définir	<ul style="list-style-type: none">• les puissances générée et fournie par un générateur.• la puissance reçue par un récepteur.• la puissance utile.
Connaître	les expressions de : - la puissance électrique reçue par un récepteur. - la puissance utile d'un récepteur. - la puissance générée par un générateur. - l'énergie électrique fournie par un générateur.
Définir	l'effet Joule.
Déterminer	<ul style="list-style-type: none">• la puissance reçue par un électrolyseur.• l'énergie reçue par un électrolyseur• la puissance fournie par un générateur.• l'énergie fournie par un générateur.• le bilan énergétique.• le rendement d'un récepteur.• le rendement d'un générateur.• le rendement d'un circuit.
Utiliser	les relations : $P_r = RI^2$; $P_r = E'I + r'I^2$; $P_f = U_G.I = E.I - rI^2$ $E_r = RI^2t$; $E_r = E'It + r'I^2t$; $E_f = EIt - rI^2t$

<p><u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • • • • • 	<p><u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
<p>PRE-REQUIS :</p> <ul style="list-style-type: none"> - - - 	<p style="text-align: center;"><u>BIBLIOGRAPHIE :</u></p> <p style="text-align: center;">Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes</p> <p style="text-align: center;"><u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u></p>
<p><u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u></p>	

PLAN DU COURS

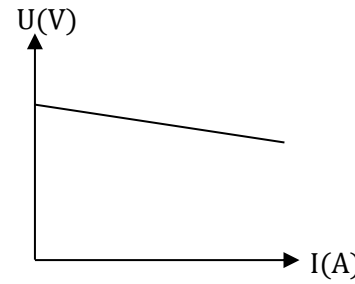
1. Généralités
 - 1.1. Dipôle
 - 1.2. Caractéristique d'un dipôle
 - 1.3. Convention récepteur – convention générateur
2. Loi d'ohm
 - 1° Cas d'un récepteur
 - 1.1° Conducteur ohmique
 - 1.2° Electrolyseur
 - 1.2.1° Expérience et résultats
 - 1.2.2° Tracé de la courbe $U = f(I)$
 - 1.2.3° Exploitation de la courbe
 - 1.2.4° Conclusion
 - 2° Cas d'un générateur
3. Expression de la puissance et de l'énergie électriques
 - 1° Définitions
 - 1.1° Puissance
 - 1.2° Energie
 - 2° Bilan énergétique
 - 2.1° Cas d'un récepteur
 - 2.1.1° Conducteur ohmique
 - 2.1.2° Récepteur quelconque (électrolyseur)
 - 2.2° Cas d'un générateur
 - 3° Loi de Pouillet

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUES
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Le professeur de Physique-Chimie de la 1^{ère} D du Lycée Moderne de Tiassalé, fait observer par ses élèves la plaque signalétique ci-contre d'un poste téléviseur.</p>  <p>Curieux de savoir le rapport entre les indications et l'énergie consommée par le poste téléviseur, les élèves décident de faire des recherches en vue de connaître l'expression de la loi d'ohm, les notions de puissance reçue, puissance fournie et leurs expressions, les appliquer puis établir un bilan énergétique.</p> <p>1. Généralités</p> <p>1.1. Dipôle</p> <p>Un dipôle est un composant électrique possédant deux bornes.</p> <p>1.2. Caractéristique d'un dipôle</p> <p>La caractéristique (intensité – tension) d'un dipôle est la courbe représentant la variation de la tension aux bornes d'un dipôle en fonction de l'intensité du courant qui le traverse (courbe $U = f(I)$).</p>

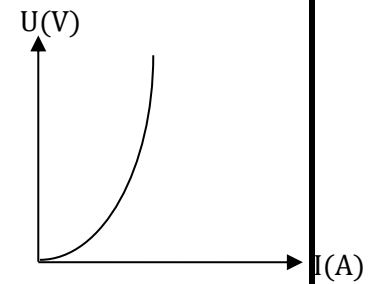


Caractéristique d'un conducteur ohmique

Exemples :



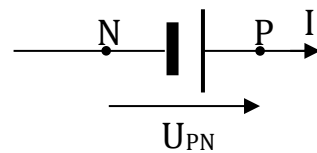
Caractéristique d'un générateur (pile)



Caractéristique d'une lampe à incandescence

1.3. Convention récepteur – convention générateur

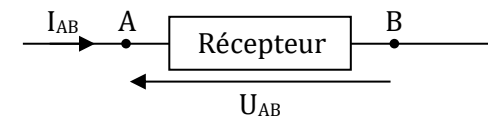
* Dans un circuit, un générateur est traversé par un courant de sa borne négative (N) vers sa borne positive (P). Ce courant I est positif. Il existe entre les bornes du générateur, une d.d.p. U_{PN} positive ($U_{PN} > 0$).



Les deux flèches I et U_{NP} ont le même sens.

Cette représentation est appelée convention générateur.

* Lorsqu'un courant électrique $I = I_{AB}$ traverse un dipôle récepteur de A vers B, la tension $U_{AB} = V_A - V_B$ est positive : le courant circule dans le sens des potentiels décroissants.



La flèche représentant la tension U_{AB} va de B vers A et les deux flèches I_{AB} et U_{AB} sont de sens contraires.

2. Loi d'ohm

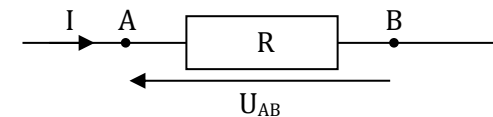
La loi d'ohm traduit la relation entre l'intensité et la tension aux bornes d'un dipôle.

2.1. Cas d'un récepteur

2.1.1. Conducteur ohmique

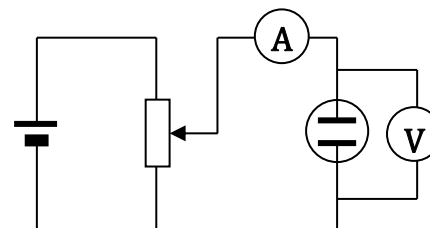
La caractéristique d'un conducteur ohmique est une droite passant par l'origine.

La loi d'ohm aux bornes du conducteur ohmique s'écrit donc : $U_{AB} = RI$



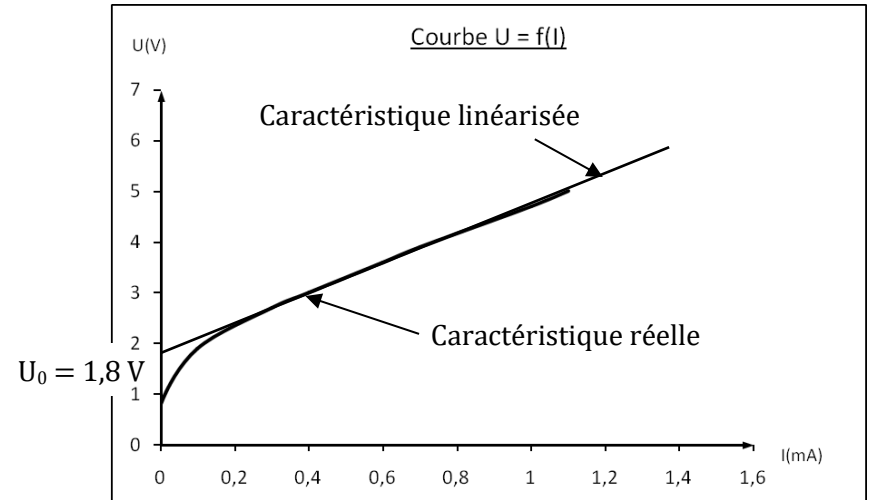
2.1.2. Electrolyseur

* Expérience et résultats



$I(\text{mA})$	0	0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	1	1,1
$U(\text{V})$	0	0,8	1,9	2,7	3	3,6	3,9	4,7	5

* Tracé de la courbe $U = f(I)$



*** Exploitation de la courbe**

Pour $U \leq U_0 = 1,8 \text{ V}$, $I = 0$

Pour $U > U_0 = 1,8 \text{ V}$, $I \neq 0$ et la caractéristique est confondue avec une droite affine d'équation $U = a I + b$.

Détermination de a et b

$$I = 0 \Rightarrow b = U_0. \text{ On note } U_0 = E'.$$

$$I \neq 0 \Rightarrow a = \frac{U - b}{I}, \text{ homogène à une résistance. On note } a = r'.$$

On écrit donc : $\mathbf{U = E' + r'I}$

E' est appelée **force contre électromotrice (f.c.é.m.)** de l'électrolyseur et r' est sa **résistance interne**.

*** Conclusion**

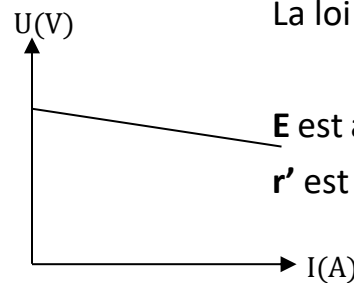
La caractéristique linéarisée d'un électrolyseur est une droite affine de pente positive. La loi d'ohm pour l'électrolyseur s'écrit alors :

$$\mathbf{U_{AB} = E' + r'I.}$$

Remarque : De façon générale si la caractéristique d'un récepteur comporte une partie rectiligne semblable à celle d'un électrolyseur, on dit que ce récepteur obéit à la loi d'ohm dans ce domaine de fonctionnement et on a : $U_{AB} = E' + r'I$ avec E' : **force contre électromotrice (f.c.e.m.)** du récepteur et r' est la **résistance interne** du récepteur.

2.2. Cas d'un générateur

La caractéristique linéarisée d'un générateur est une droite affine de pente négative :



La loi d'ohm aux bornes du générateur s'écrit :

$$U = E - rI$$

E est appelée **force électromotrice (f.e.m.)** du générateur ;
 r est la **résistance interne** du générateur.

Remarque :

Les schémas équivalents d'un générateur réel sont :

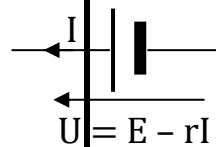


Schéma d'un générateur

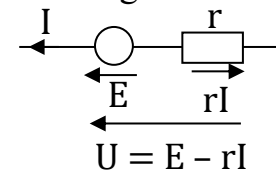


Schéma équivalent
série

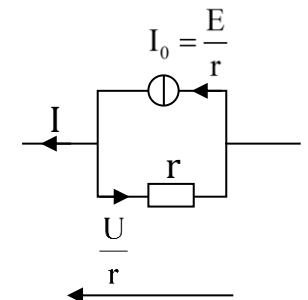


Schéma équivalent
parallèle

$I_0 = \frac{E}{r}$ est appelé courant de court-circuit.

3. Expression de la puissance et de l'énergie électriques

1° Définitions

1.1° Puissance

La puissance P reçue ou fournie par un dipôle est le produit de la tension à ses bornes par l'intensité du courant qui le traverse :

$$\begin{array}{ccc} \text{(Watt)} \longleftarrow & \boxed{P = U \times I} & \longrightarrow \text{(A)} \\ & \downarrow & \\ & \text{(V)} & \end{array}$$

1.2° Energie

L'énergie E reçue ou fournie par un dipôle fonctionnant pendant une durée t est le produit de sa puissance par la durée t :

$$\text{(Joule)} \longleftarrow \boxed{E = P \times t = U \times I \times t}$$

Remarque : La puissance (ou l'énergie) est :

- reçue par un dipôle passif (récepteur) ;
- fournie par un dipôle actif (générateur).

2° Bilan énergétique

2.1° Cas d'un récepteur

2.1.1° Conducteur ohmique

* La puissance reçue par un conducteur ohmique est :

$$P_r = U \times I = RI \times I = RI^2$$

Cette puissance est totalement dissipée sous forme de chaleur par **effet joule**. On parle de **puissance joule** (P_j).

$$\begin{array}{ccc} \text{(Watt)} \longleftarrow & \boxed{P_r = P_j = RI^2} & \longrightarrow \text{(A)} \\ & \downarrow & \\ & \text{(\Omega)} & \end{array}$$

* L'énergie reçue par un conducteur ohmique est :

$$E_r = RI^2t$$

Cette énergie est intégralement transformée en énergie thermique.

Activité d'application 1

Un circuit électrique comprend, en série un conducteur ohmique et un générateur de tension $U_{PN} = 12V$.

1-Fais le schéma du circuit et représente la tension aux bornes de chaque dipôle.

2-Pour une intensité $I = 0,4A$ débitée par le générateur, calcule la puissance reçue par le conducteur ohmique.

3-Détermine l'énergie dissipée par le conducteur ohmique pendant un fonctionnement de 5 minutes

2.1.2° Récepteur quelconque (électrolyseur)

* La puissance reçue est :

$$P_r = U \times I = (E' + r'I) \times I$$

$$P_r = E' I + r' I^2$$

On a : $P_r = P_u + P_j$ avec $P_u = E'I$: puissance utile

$P_j = r'I^2$: puissance joule

* Le rendement du récepteur est :

$$\eta' = \frac{P_u}{P_r} = \frac{E' I}{E' I + r' I^2} \Rightarrow \eta' = \frac{E'}{E' + r' I}$$

Remarque : Pendant une durée t de fonctionnement on a : $E_r = E_u + E_j$.

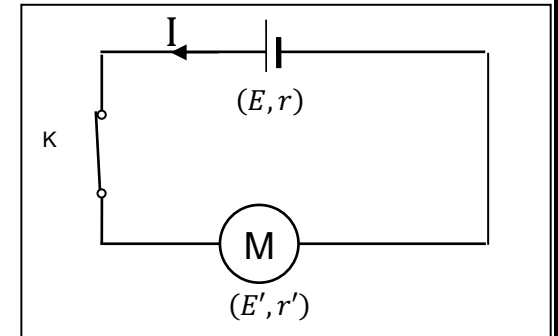
Activité d'application 2

Un accumulateur de f.é.m. $E = 24V$ et de résistance interne $r = 1\Omega$, alimente un moteur électrique

De résistance interne $r' = 4\Omega$. Le moteur actionne une pompe, sa f.c.é.m. est $E' = 21V$.

Détermine :

- 1-L'intensité du courant dans le circuit,
- 2-la tension aux bornes du moteur,
- 3-Le travail fourni par le moteur pendant une minute,
- 4-Le rendement du moteur.



2.2° Cas d'un générateur

* La puissance fournie par le générateur au reste du circuit est :

$$P_f = U \times I = (E - rI) \times I$$

$$P_f = EI - rI^2$$

On a : $P_f = P_g - P_j$ ou $P_g = P_f + P_j$ avec $P_g = EI$: puissance générée (puissance maximale disponible dans le générateur)

$P_j = r.I^2$: puissance joule

P_f : puissance fournie ou puissance disponible.

* Le rendement du générateur est :

$$\eta = \frac{\text{puissance fournie ou puissance disponible}}{\text{puissance générée ou ou puissance totale fournie}}$$

$$\eta = \frac{E - rI}{E}$$

Remarque : Pendant une durée t de fonctionnement, l'énergie E_g générée (ou engendrée) par le générateur est fournie au reste du circuit avec une perte d'énergie E_j par effet joule :

$$E_g = E_f + E_j.$$

Activité d'application 3

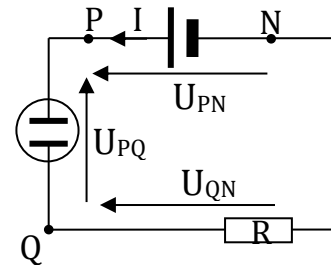
Un générateur a une f.é.m. $E = 9V$ et une résistance interne $r = 2\Omega$. Il débite un courant d'intensité $2A$

Calcule :

- 1-La puissance électrique engendrée,
- 2-La puissance dissipée par effet joule à l'intérieur du générateur,
- 3-La puissance électrique disponible à ses bornes,
- 4-Le rendement de ce générateur.

3° Loi de Pouillet

La loi de **Pouillet** permet de calculer l'intensité du courant qui circule dans un circuit série.



$$U_{PN} - U_{PQ} - U_{QN} = 0$$

$$U_{PN} = U_{PQ} + U_{QN}$$

$$E - rI = E' + r'I + RI$$

$$E - E' = (r + r' + R)I$$

d'où :

$$I = \frac{E - E'}{(r + r' + R)}$$

De façon générale on a :

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum R}$$

Remarque : le rendement d'un tel circuit est

$$\eta_C = \frac{P_{\text{utile du récepteur}}}{P_{\text{engendrée du générateur}}} = \frac{\xi_{\text{utile du récepteur}}}{\xi_{\text{engendrée du générateur}}}$$

SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours d'une séance de TP, un groupe d'élèves disposent du matériel suivant :

- une batterie d'accumulateurs (F.é.m. $E = 18\text{V}$ et de résistance interne $r = 1,2 \Omega$),
- un moteur de f.c.é.m. E_2 et de résistance interne r_2 ,
- un conducteur ohmique de résistance $R = 4,8 \Omega$,
- et un ampèremètre de résistance négligeable.

Ils associent ces trois dipôles et un interrupteur dans un circuit en série puis réalisent deux manipulations :

- **1^{ère} manipulation** : Ils bloquent le moteur en l'empêchant de tourner et mesurent l'intensité du courant. Ils obtiennent $I_2 = 2,1 \text{ A}$
- **2^{ème} manipulation** : En faisant tourner le moteur, ils font monter verticalement une charge d'une certaine hauteur. L'intensité du courant devient alors $I = 1,2 \text{ A}$. Les frottements sont négligés et $g = 10 \text{ N/kg}$.

Entant de ce groupe, tu es choisi pour faire le bilan énergétique de ce circuit.

1. Fais le schéma du montage.
2. Déterminer,
 - 2.1. A partir de 1^{ère} manipulation, la valeur de la résistance interne r' du moteur.
 - 2.2. A partir de 2^{ème} manipulation, la valeur de la f.c.é.m. E' .
3. Calculer :
 - 3.1. la puissance générée par l'accumulateur.
 - 3.2. la puissance joule totale du circuit
 - 3.3. la puissance mécanique du moteur
4. Détermine le rendement du circuit.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 8 : LE CONDENSATEUR

Durée : 6 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	un condensateur.
Connaître	le symbole d'un : <ul style="list-style-type: none">- condensateur non polarisé ;- condensateur à capacité variable ;- condensateur électrolytique polarisé.
Interpréter	la charge et la décharge d'un condensateur.
Tracer	la courbe $q_A=f(U_{AB})$
Déterminer	<ul style="list-style-type: none">• la capacité d'un condensateur.• la capacité d'une association de condensateurs.
Connaître	l'unité de capacité.
Connaître	la relation entre la charge du condensateur et la tension à ses bornes.
Définir	<ul style="list-style-type: none">• la tension nominale.• la tension de claquage.• Le champ disruptif.
Exploiter	un oscillogramme relatif à la charge ou à la décharge d'un condensateur.
Connaître	les lois d'association des condensateurs.
Appliquer	les lois d'association des condensateurs.
Connaître	les expressions de l'énergie stockée par un condensateur.
Utiliser	les relations : <ul style="list-style-type: none">* $E = \frac{1}{2} CU^2$;* $E = \frac{1}{2} Q^2/C$;* $E = \frac{1}{2} QU$.

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

-
-
-
-
-

SUPPORTS DIDACTIQUES :


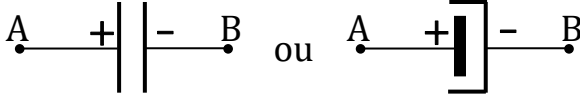
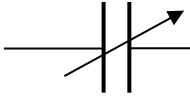
- Schémas sur photocopies
- Fiche TD
-
-

BIBLIOGRAPHIE :

	Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : - - -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

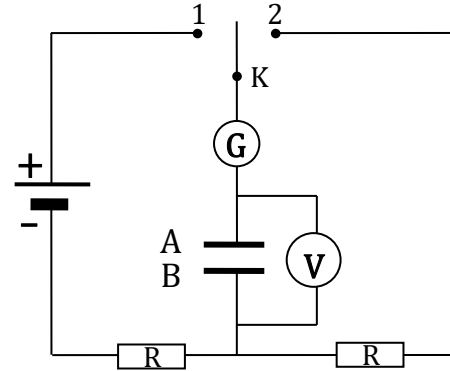
PLAN DU COURS

1. Généralités
 - 1.1. Définition
 - 1.2. Symbole de différents types de condensateur
2. Charge et décharge d'un condensateur
 - 2.1. Dispositif expérimental
 - 2.2. Charge du condensateur : K en position 1
 - 2.2.1. Observations
 - 2.2.2. Interprétations
 - 2.2.3. Conclusion
 - 2.3. Décharge du condensateur : K en position 2
 - 2.3.1. Observations
 - 2.3.2. Interprétations
 - 2.3.3. Conclusion
3. Capacité d'un condensateur
 - 3.1. Expérience
 - 3.2. Exploitation des résultats
 - 3.2.1. Courbe $Q = f(U_C)$
 - 3.2.2. Interprétations
 - 3.2.3. Conclusion
 - 3.3. Capacité d'un condensateur plan
4. Association de condensateurs
 - 4.1. Association en parallèle
 - 4.2. Association en série
5. Energie emmagasinée dans un condensateur
 - 5.1. Mise en évidence expérimentale
 - 5.2. Expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	LE CONDENSATEUR
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Dans le cadre d'une enquête découverte, un groupe d'élèves de la 1^{ère} D du Lycée Moderne Bonon effectue des recherches sur des condensateurs, éléments électroniques se trouvant dans des appareils électroménagers tels que TV, Radio.... Surpris par la diversité des formes et le nombre important de ces éléments à l'intérieur des appareils, les élèves décident de s'informer sur les condensateurs, d'établir les lois d'association puis calculer l'énergie stockée par un condensateur.</p> <p>1. Généralités</p> <p>1.1. Définition</p> <p>Un condensateur est un ensemble de deux conducteurs dont les surfaces en regard sont proches et séparées par un isolant appelé diélectrique. Le diélectrique peut être de l'air.</p> <p>1.2. Symbole de différents types de condensateur</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Condensateur non polarisé</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Condensateur polarisé (condensateur électrochimique)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Condensateur à capacité variable</p> </div> </div>

2. Charge et décharge d'un condensateur

2.1. Dispositif expérimental



Le générateur utilisé a une tension nominale 6 V.

2.2. Charge du condensateur : K en position 1

2.2.1. Observations

- L'aiguille du galvanomètre dévie vers la droite et revient à sa position initiale ;
- la tension aux bornes du condensateur passe de 0 à la valeur 6 V.

2.2.2. Interprétations

Le mouvement de l'aiguille du galvanomètre indique le passage d'un **courant transitoire** d'intensité **i positive ($i > 0$)**, qui circule de A vers B, appelé **courant de charge**. Des électrons quittent alors l'armature A qui se charge positivement (Q_A) et arrivent sur l'armature B qui se charge négativement (Q_B).

La tension aux bornes du condensateur reste constante (6 V) : le condensateur est dit **chargé**.

2.2.3. Conclusion

Les charges électriques portées par les armatures A et B d'un condensateur chargé sont de signes opposés et égales en valeur absolue ($Q_A = -Q_B$).

2.3. Décharge du condensateur : K en position 2

2.3.1. Observations

- L'aiguille du galvanomètre dévie maintenant vers la gauche et revient à sa position initiale ;
- la tension aux bornes du condensateur passe de 6 V à la valeur 0.

2.3.2. Interprétations

Le mouvement de l'aiguille du galvanomètre indique le passage d'un **courant transitoire** d'intensité **i négative ($i < 0$)**, qui circule de B vers A, appelé **courant de décharge**. Les électrons décrivent un mouvement inverse au cas précédent et les armatures redeviennent neutres ($Q_A = Q_B = 0$).

La tension aux bornes du condensateur devient nulle (0 V) : le condensateur est dit **déchargé**.

2.3.3. Conclusion

Un condensateur peut accumuler des charges ou les restituer. On appelle **charge** d'un condensateur la **quantité d'électricité** portée par l'**armature positive** :

$$Q = Q_A = - Q_B$$

Lors de la charge (ou de la décharge) du condensateur on observe un courant transitoire qui s'annule lorsque le condensateur est chargé (ou déchargé).

3. Capacité d'un condensateur

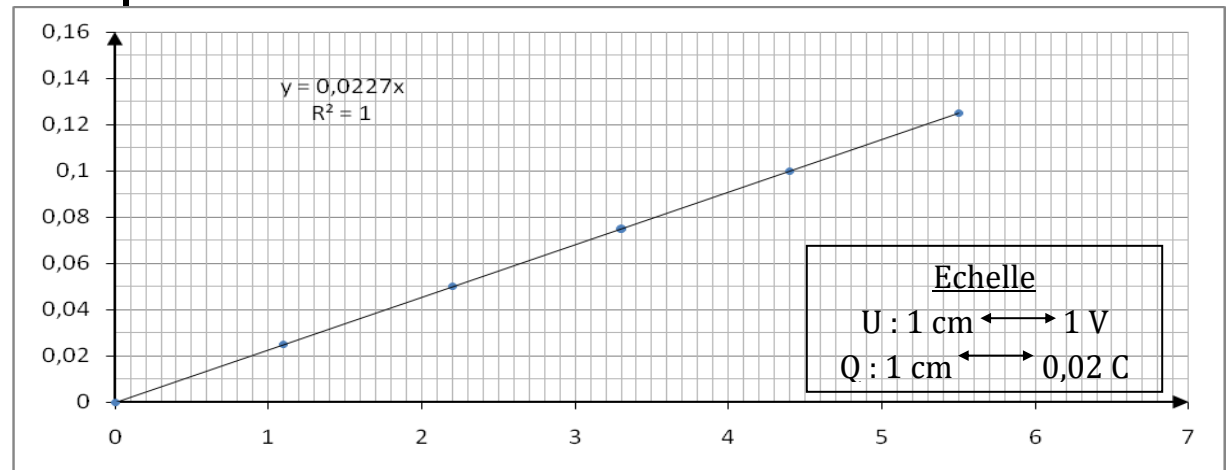
3.1. Expérience

On charge un condensateur avec un générateur de courant constant et on relève les valeurs de tension à ses bornes au cours du temps. L'intensité du courant est fixée à $I = 0,5 \text{ mA}$.

t(s)	5	10	15	20	25
U _C	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5
Q = I×t	2,5. 10 ⁻³	5. 10 ⁻³	7,5. 10 ⁻³	10. 10 ⁻³	12,5. 10 ⁻³

3.2. Exploitation des résultats

3.2.1. Courbe Q = f(U_C)



3.2.2. Interprétations

La courbe obtenue est une droite passant par l'origine. La charge Q d'un condensateur est donc une fonction linéaire de la tension à ses bornes, d'où : $Q = k \times U$.

$$k = \frac{\Delta Q}{\Delta U} \quad \text{AN: } k = \frac{(10 - 5) \cdot 10^{-3}}{4,4 - 2,2} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$$

La pente k de la droite est **caractéristique** du condensateur. Elle ne dépend pas de la durée de charge ni de la tension appliquée entre les armatures.

3.2.3. Conclusion

La charge de l'armature positive d'un condensateur est proportionnelle à chaque instant à la tension à ses bornes. Le facteur de proportionnalité noté **C** est appelé **capacité** du condensateur.

$$Q_A = C \cdot U_{AB} \Rightarrow C = \frac{Q_A}{U_{AB}}$$

La capacité s'exprime en **Farad (F)**.

On utilise couramment le **microfarad** ($1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{F}$) et le **nanofarad** ($1 \text{nF} = 10^{-9} \text{F}$).

Remarque : Sur un condensateur, il est toujours indiqué la valeur de la capacité et la tension maximale d'usage appelée **tension de rupture** ou **de claquage**. Lorsque le condensateur est soumis à cette tension, le champ qui règne entre les armatures est appelé **champ disruptif**.

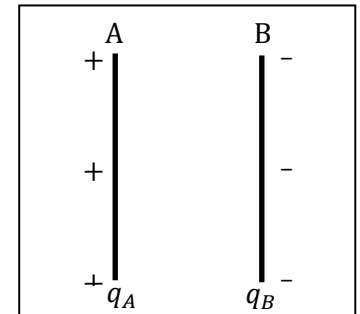
Activité d'application 1

1-Un condensateur chargé sous une tension constante $U = 50\text{V}$ porte une charge $q = 10\mu\text{C}$.

Calcule sa capacité C .

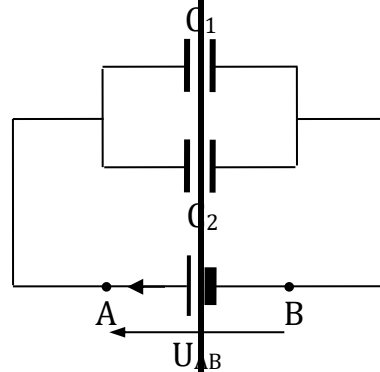
2-On charge sous une tension de 100V un condensateur de capacité $500\mu\text{F}$

Détermine la charge q_A portée par l'armature A et la charge q_B portée par l'armature B



4. Association de condensateurs

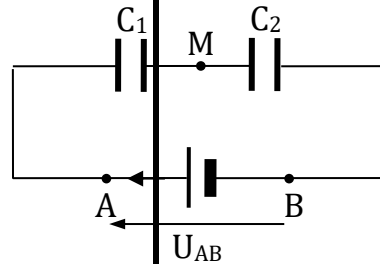
4.1. Association en parallèle



Le condensateur équivalent ($C_{\text{éq}}$) porte la charge Q telle

Pour n condensateurs en dérivation, on $C_{\text{éq}} = \sum_i^n C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

4.2. Association en série



Circuit série $\Rightarrow I = \text{cte}$ d'où $Q_1 = Q_2$

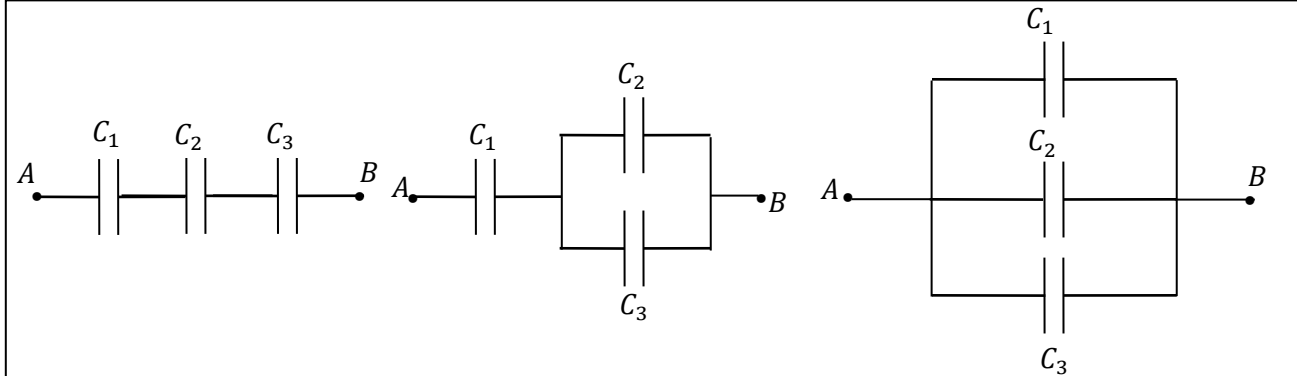
Le condensateur équivalent ($C_{\text{éq}}$) porte la charge $U_{AB} = \frac{Q}{C_{\text{éq}}}$

comme $Q = Q_1 = Q_2 \Rightarrow \frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ soit $C_{\text{éq}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

Pour n condensateurs en série, on a : $\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \sum_i^n \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

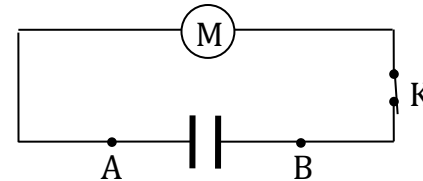
Activité d'application 2

Détermine la capacité C du condensateur équivalent dans chacun des schémas suivants.
On donne : $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 7\mu F$; $C_3 = 2\mu F$;



5. Energie emmagasinée dans un condensateur

5.1. Mise en évidence expérimentale



Condensateur initialement chargé

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K, le moteur se met en marche. Il reçoit donc de l'énergie provenant du condensateur chargé : Un condensateur chargé emmagasine de l'énergie.

5.2. Expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur

L'énergie stockée dans un condensateur chargé de capacité C et de charge Q est donnée par l'expression :



$$\text{Comme } Q = CU \Rightarrow W = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2.$$

Activité d'application 3

Un condensateur de capacité $22\mu F$ sous une tension de $15V$

1. Détermine sa capacité.
2. Détermine l'énergie emmagasinée par le condensateur

SITUATION D'ÉVALUATION 1

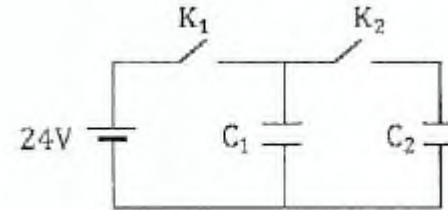
Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves décide d'étudier la variation de l'énergie emmagasinée dans un condensateur lorsque celui-ci se décharge dans un autre. Ils disposent pour cela : d'un condensateur (A, B) de charge $Q_A = 10^{-4}C$ et de capacité $C = 1\mu F$ et d'un autre (D, E), identique au précédent portant une charge $Q_D = 2Q_A$. Ils relient par des fils conducteurs, les armatures des deux condensateurs (A reliée à D et B reliée à E).

Entant du groupe, tu es désigné pour rédiger le rapport.

1. Calcule la tension entre les armatures de chaque condensateur et l'énergie totale emmagasinée par les deux condensateurs.
2.
 - 2.1. Fais le schéma du montage.
 - 2.2. Calcule la charge de chaque condensateur.
 - 2.3. Déduis-en :
 - 2.3.1. la tension aux bornes de chaque condensateur.
 - 2.3.2. l'énergie totale emmagasinée par les deux condensateurs.
 - 2.4. Dis s'il a eu conservation l'énergie au cours de cette opération. Indique dans le cas contraire la transformation d'énergie qui a eu lieu et sa valeur ΔE .

SITUATION D'ÉVALUATION 2

Ton professeur de Physique-Chimie organise à l'endroit de ses élèves de la 1^{ère} D1 une séance de travaux pratiques sur les condensateurs. Vous réalisez à cet effet le montage ci-contre :



Les condensateurs C_1 et C_2 sont initialement déchargés. Désigné pour manipuler, tu fermes d'abord l'interrupteur K_1 . Ensuite après un temps suffisamment long pour que le condensateur C_1 soit chargé, tu ouvres K_1 et tu fermes K_2 . Il t'est demandé de comparer l'énergie W_1 emmagasinée par C_1 et l'énergie W_{12} emmagasinée par l'ensemble C_1 et C_2 .

Données : $C_1 = 470\mu\text{F}$; $C_2 = 1.000\mu\text{F}$.

1. Calcule lorsque K_1 est fermé et K_2 est ouvert :

1.1 la valeur de l'énergie W_1 emmagasinée par C_1 .

1.2 la valeur de l'énergie W_2 emmagasinée par C_2 .

2. Lorsque K_1 est ouvert et K_2 est fermé :

2.1 Détermine la valeur de la tension U aux bornes des deux condensateurs

2.2 Calcule la valeur de l'énergie W_{12} emmagasinée par l'ensemble C_1 et C_2

3. Comparer W_{12} avec $W_1 + W_2$.

4. Donne une explication au résultat.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 9 : L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Durée : 8 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	l'amplificateur opérationnel
Connaître	<ul style="list-style-type: none">• le symbole de l'amplificateur opérationnel (A.O)• les propriétés d'un A.O idéal
Interpréter	les caractéristiques $U_s = f(U_e)$ des montages : <ul style="list-style-type: none">- suiveur ;- amplificateur inverseur ;- amplificateur non inverseur.- sommateur inverseur.
Etablir	les relations entre les tensions d'entrée et de sortie d'un : <ul style="list-style-type: none">- suiveur ;- amplificateur inverseur ;- amplificateur non inverseur ;- sommateur inverseur.
Utiliser	l'amplificateur opérationnel en régime saturé : cas du comparateur.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">•••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur photocopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : <ul style="list-style-type: none">---	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>

PLAN DU COURS

1. Généralités sur l'amplificateur opérationnel
 - 1.1. Description
 - 1.2. Symbole
 - 1.3. Caractéristique d'un amplificateur

2. Amplificateur opérationnel en régime linéaire
 - 2.1. Propriétés d'un amplificateur opérationnel idéal
 - 2.2. Quelques fonctions de l'amplificateur opérationnel
 - 2.2.1. Montage suiveur
 - 2.2.1.1. Montage
 - 2.2.1.2. Relation entre U_e et U_s
 - 2.2.2. Montage amplificateur inverseur
 - 2.2.2.1. Montage

 - 2.2.2.2. Relation entre U_e et U_s
 - 2.2.3. Montage amplificateur non inverseur
 - 2.2.3.1. Montage
 - 2.2.3.2. Relation entre U_e et U_s
 - 2.2.4. Montage sommateur inverseur
 - 2.2.4.1. Montage
 - 2.2.4.2. Relation entre U_s et les tensions d'entrée U_1 et U_2

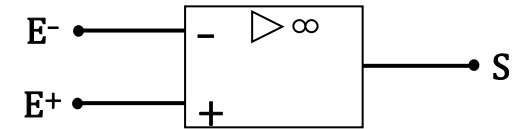
3. Amplificateur opérationnel en régime saturé
 - 3.1. Propriétés
 - 3.2. Montage comparateur
 - 3.3. Application : l'allumeur de réverbères

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Un élève en classe de 1^{ère} C au Lycée Moderne d'Azaguié, échange avec son grand frère étudiant en BTS électronique. Il apprend que l'amplificateur opérationnel est un circuit intégré qui permet de réaliser des opérations mathématiques : addition, soustraction, intégration, dérivation, ... Le lendemain il informe ses camarades de classe. Désireux de comprendre le fonctionnement de ce circuit intégré, les élèves décident de connaître les propriétés de l'AO, d'interpréter les caractéristiques $U_s = f(U_e)$ et d'établir la relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie de quelques montages.</p> <p>1. Généralités sur l'amplificateur opérationnel</p> <p>1.1. Description</p> <p>L'amplificateur opérationnel (AOP) est un circuit intégré linéaire possédant huit bornes. Il se présente sous la forme d'un boîtier</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"> A⁻ E⁺ E⁻ offset </p> <p style="text-align: center;"> 4 3 2 1 </p> <p style="text-align: center;"> 5 6 7 8 </p> <p style="text-align: center;"> offset S A⁺ NC </p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">← encoche</p> </div> <p>L'encoche est un repère qui permet de reconnaître chacune des 8 bornes et de les numéroter de façon standard.</p>

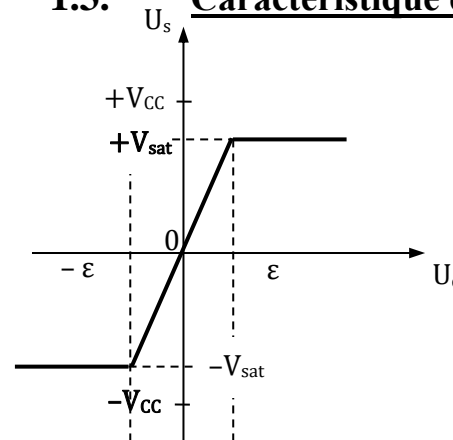
- la borne 2 est l'**entrée inverseuse (E⁻)** ;
- la borne 3 est l'**entrée non inverseuse (E⁺)** ;
- les bornes 4 et 7 sont les **bornes d'alimentation** (négative **A⁻** et positive **A⁺**) ;
- la borne 6 est la **borne de sortie (S)** ;
- les bornes 1 et 5 sont les **bornes de réglage d'offset** ;
- la borne 8 n'est pas connectée.

1.2. Symbole

Le symbole de l'AOP est :

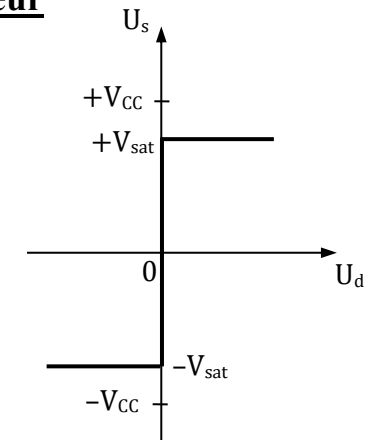


1.3. Caractéristique d'un amplificateur



régime saturé régime linéaire régime saturé

Caractéristique d'un amplificateur réel



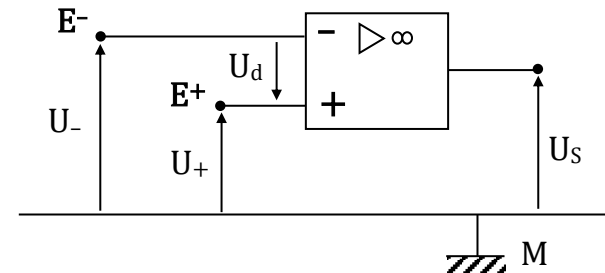
Caractéristique d'un amplificateur idéal

La caractéristique de l'AO présente deux régimes.
 Dans la partie centrale le coefficient directeur **G** de la droite est appelé **gain différentiel**. Il est **très grand**. On a : $U_s = G \times U_d$.

Les tensions $-V_{CC}$ et $+V_{CC}$ sont les tensions d'alimentation, les tensions $-V_{sat}$ et $+V_{sat}$ sont les tensions de saturation. On a toujours $|\pm V_{sat}| < |\pm V_{CC}|$.

2. Amplificateur opérationnel en régime linéaire

2.1. Propriétés d'un amplificateur opérationnel idéal



- L'amplificateur opérationnel idéal présente une résistance d'entrée infinie $\Rightarrow i^- = i^+ = 0$: les courants d'entrée sont négligeables.
- En régime linéaire, $U_d = U_+ - U_- = 0$: l'entrée inverseuse E⁻ et l'entrée non inverseuse E⁺ sont au même potentiel.
- La tension de sortie est toujours inférieure à la tension de saturation de l'AOP : $|U_s| < V_{sat}$.

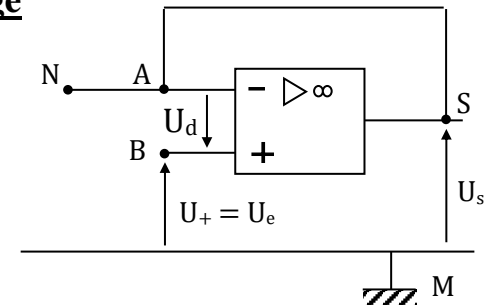
Remarques :

- * La tension U_d est appelée **tension différentielle**.
- * L'AOP fonctionne aussi bien avec les tensions alternatives que les tensions continues.

2.2. Quelques fonctions de l'amplificateur opérationnel

2.2.1. Montage suiveur

2.2.1.1. Montage



Dans ce montage, la tension d'entrée U_e est appliquée directement à l'entrée non inverseuse.

2.2.1.2. Relation entre U_e et U_s

* Considérons à la maille MSABM :

La loi des mailles $\Rightarrow U_{MS} + U_{SA} + U_{AB} + U_{BM} = 0$

$U_{MS} = -U_s$; $U_{SA} = 0$; $U_{AB} = -U_d$ et $U_{BM} = U_e$

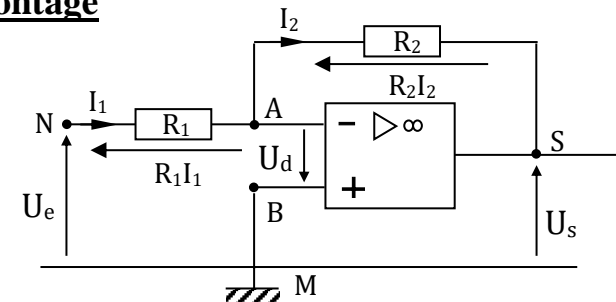
$\Rightarrow -U_s - U_d + U_e = 0 \Rightarrow U_e = U_s + U_d$ or $U_d = 0$

d'où : $U_e = U_s$

La tension de sortie **suit** la tension d'entrée (exemple du **voltmètre électronique**).

2.2.2. Montage amplificateur inverseur

2.2.2.1. Montage



2.2.2.2. Relation entre U_e et U_s

* Maille MNABM :

$$-U_e + R_1 I_1 - U_d = 0 \Rightarrow U_e = R_1 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{U_e}{R_1}$$

On a :

La loi des nœuds au point A : $I_1 = I_2 + i_- \Rightarrow I_1 = I_2$ car $i_- = 0$.

* Maille MSABM :

$$\text{On a : } -U_s - R_2 I_2 - U_d = 0 \Rightarrow U_s = -R_2 I_2 = -R_2 I_1$$

d'où

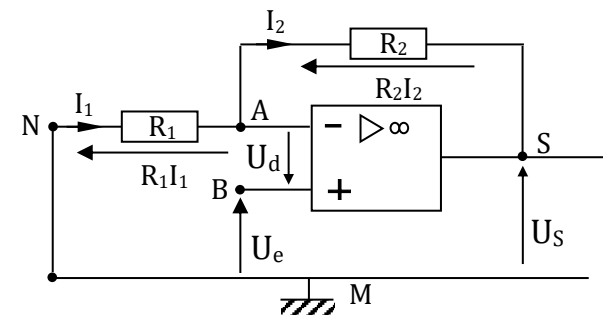
$$U_s = -R_2 \frac{U_e}{R_1}$$

$$G = \frac{U_s}{U_e} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Le rapport est appelé **gain en tension** de l'amplificateur.

2.2.3. Montage amplificateur non inverseur

2.2.3.1. Montage



2.2.3.2. Relation entre U_e et U_s

* Maille MNABM :

$$R_1 I_1 - U_d + U_e = 0 \Rightarrow U_e = -R_1 I_1 \Rightarrow I_1 = -\frac{U_e}{R_1}$$

On a :

$$\text{La loi des nœuds au point A : } I_1 = I_2 + i_- \Rightarrow I_1 = I_2 \text{ car } i_- = 0.$$

* Maille MSANM :

$$\text{On a : } -U_s - R_2 I_2 - R_1 I_1 = 0 \Rightarrow U_s = -R_1 I_1 - R_2 I_2 = -(R_1 + R_2) I_1$$

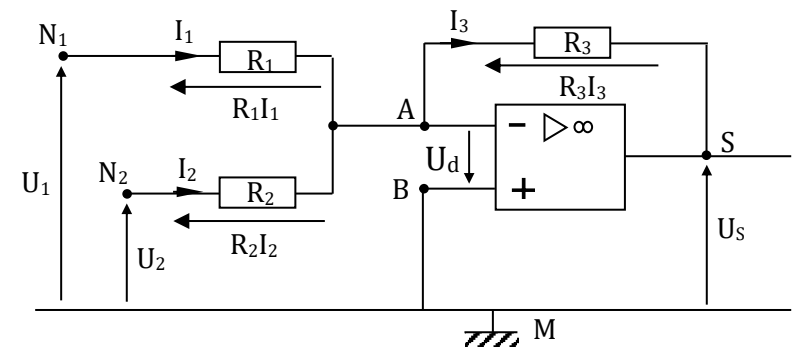
d'où
$$U_s = \frac{R_1 + R_2}{R_1} U_e$$

$$G = \frac{U_s}{U_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Le gain en tension de l'amplificateur est :

2.2.4. Montage sommateur inverseur

2.2.4.1. Montage



2.2.4.2. Relation entre U_s et les tensions d'entrée U_1 et U_2

* Maille MN_1ABM :

$$-U_1 + R_1 I_1 - U_d = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_1}$$

* Maille MN_2ABM :

$$-U_2 + R_2 I_2 - U_d = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_2}$$

La loi des nœuds au point A :

$$I_1 + I_2 = I_3 + i_- \Rightarrow I_3 = I_1 + I_2 \text{ car } i_- = 0.$$

* Maille $MSABM$:

$$-U_s - R_3 I_3 = 0 \Rightarrow U_s = -R_3 I_3$$

d'où

$$U_s = -R_3 \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \right)$$

3. Amplificateur opérationnel en régime saturé

3.1. Propriétés

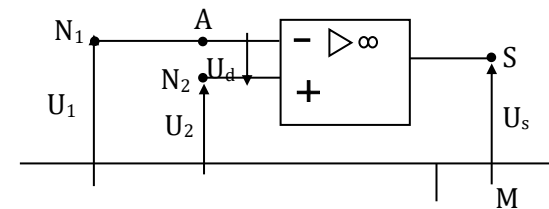
En régime saturé, quelque soit la tension d'entrée :

* la tension de sortie ne peut posséder que deux états électriques :

$$U_s = +V_{\text{sat}} \text{ ou } U_s = -V_{\text{sat}}$$

* La tension différentielle est non nulle : $U_d \neq 0 \Rightarrow U_+ \neq U_-$.

3.2. Montage comparateur



U_1 est la tension de référence et U_2 , la tension à comparer à U_1 .

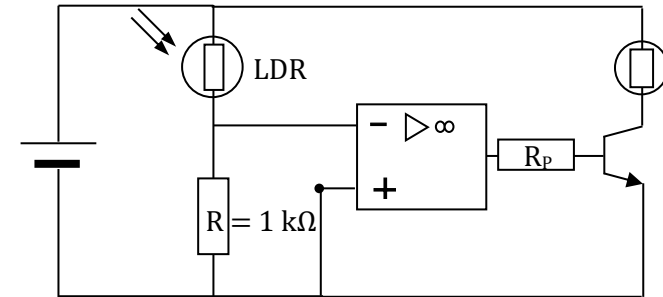
* Maille MN_1AN_2M :

$$-U_1 + 0 - U_d + U_2 = 0 \Rightarrow U_d = U_2 - U_1$$

_ Si $U_1 > U_2 \Rightarrow U_d < 0$ alors $U_s = -V_{sat}$;

_ Si $U_1 < U_2 \Rightarrow U_d > 0$ alors $U_s = +V_{sat}$.

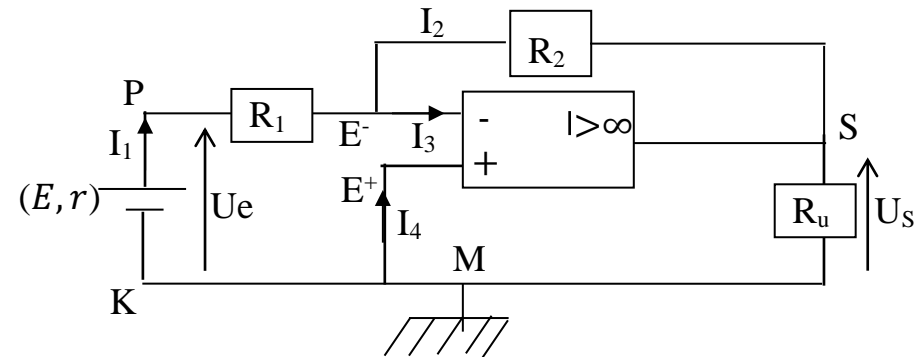
3.3. Application : l'allumeur de réverbères



Quand la LDR est éclairée, la lampe est éteinte.

SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours de sa préparation du prochain devoir, Pokou découvre dans un document, le montage ci-dessous



Il souhaite identifier le type de montage mais il n'y arrive pas.
Le lendemain, en classe, Pokou te présente le schéma. Tu décides alors de l'aider.

On donne $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 500 \Omega$, $R_u = 2 \text{ k}\Omega$, $E = 2\text{V}$, $r = 20 \Omega$.

La tension d'entrée est notée U_e et celle de sortie U_s .

1. Donne les valeurs numériques de I_5 et I_6 ainsi que celle de la tension U .
2. Exprimer l'intensité I_1 du courant débité par le générateur en fonction de E , r et R_1 , faire l'application numérique.
3. Préciser en les justifiant, le sens et l'intensité du courant I_2 dans R_2 .
4.
 - 4.1. Etablir une relation entre les grandeurs U_s , u , R_2 et I_2 puis une autre relation entre les grandeurs U_e , u , R_1 et I_1 .
 - 4.2. Dédire de la question a) la relation entre U_s et U_e .
 - 4.3. Calculer U_e et U_s . Donner un nom à ce montage.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 3 : OPTIQUE

LEÇON 9 : INTRODUCTION A L'OPTIQUE GEOMETRIQUE

Durée : 1,5 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	- une source de lumière ; - un récepteur de lumière ; - un faisceau lumineux ; - un rayon lumineux ; - un milieu de propagation ; - une lumière monochromatique ; - la célérité ; - la longueur d'onde ; - la fréquence d'une onde.
Définir	- un faisceau convergent ; - un faisceau divergent.
Distinguer	un faisceau convergent d'un faisceau divergent.
Connaître	l'expression de la longueur d'onde.
Déterminer	la longueur d'onde.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> • • • • •	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : - - -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

- 1. INTRODUCTION :**
- 2. PROPAGATION DE LA LUMIERE :**
 - 2.1. Propagation :**
 - 2.2. Célérité et indice de réfraction :**
- 3. LES COULEURS DE LA LUMIERE :**
 - 3.1. Expérience et observation :**
 - 3.2. Conclusion :**
- 4. LONGUEUR D'ONDE - FREQUENCE :**

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/prérequis	Les élèves répondent aux questions	INTRODUCTION A L'OPTIQUE GEOMETRIQUE
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Des élèves de 1^{ère}D ont appris dans les classes antérieures quelques propriétés de la lumière (rayon lumineux, propagation rectiligne dans un milieu transparent et homogène, célérité).</p> <p>Au cours de leurs recherches, ceux du Lycée Moderne de Bonon découvrent dans une revue scientifique que la lumière est une onde dont la propagation peut être représentée par une fonction sinusoïdale. Pour en savoir davantage, ils décident de définir une lumière monochromatique, la longueur d'onde, la fréquence d'une onde, de distinguer un faisceau convergent d'un faisceau divergent puis de déterminer une longueur d'onde.</p> <p style="text-align: center;">1. <u>RAPPELS</u></p> <p style="text-align: center;">1.1. <u>Un récepteur de lumière : l'œil</u></p> <p>Pour être visible un objet doit faire parvenir de la lumière à l'œil. Un tel objet est soit source de lumière, soit éclairé par une source de lumière.</p> <p style="text-align: center;">1.2. <u>Les sources de lumière</u></p> <p>Il existe deux sources de lumière :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les sources primaires : Elles produisent la lumière qu'elles émettent. <p><u>Exemple</u> : le soleil, l'écran d'une TV allumée.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les sources secondaires : elles diffusent une partie de la lumière qu'elles reçoivent.

Exemples : la lune, et tout objet éclairé.

1.3. Les détecteurs de lumière

Ce sont des récepteurs dont une propriété varie en fonction de l'éclairement.

1.3.1. Un détecteur photochimique : le chlorure d'argent

Exposé à la lumière, un précipité blanc de chlorure d'argent noircit progressivement :

Le noircissement du chlorure d'argent est une réaction chimique provoquée par la lumière.

Les détecteurs photochimiques sont utilisés en photographie

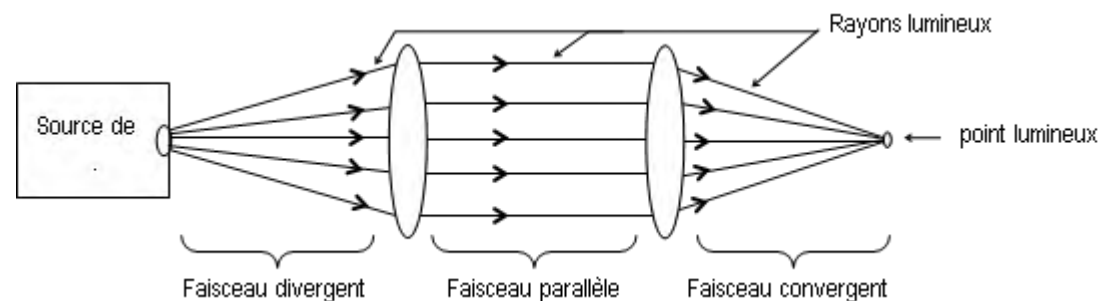
1.3.2. Un détecteur photoélectrique : la photorésistance

- Dans l'obscurité, elle se comporte comme un isolant,
- Eclairée, elle devient conductrice.

2. PROPAGATION DE LA LUMIERE

2.1. Propagation

- La lumière se propage en **ligne droite** dans un **milieu transparent et homogène (vide, verre, eau...)**.
- La lumière est constituée de rayons lumineux.
- **Un rayon lumineux** est un fin trait de lumière.
- Un ensemble de rayons lumineux constitue **un faisceau lumineux**.



2.2. Célérité et indice de réfraction

- La vitesse de propagation (**la célérité C**) de la lumière dépend du milieu de propagation :
 - Dans le vide la célérité est : $C = 3.10^{+8} \text{ m/s}$.
 - Dans un autre milieu transparent, la célérité est : $C' < C$.
- Chaque milieu transparent est caractérisé par son **indice de réfraction** défini par : $n = C / C'$ avec $n \geq 1$

Exemples : verre : $n = 1,5$ à $1,7$; air : $n \approx 1$; eau : $n = 1,33 \dots$

Activité d'application 1

- 1-Donne la définition de l'indice de réfraction d'un milieu homogène transparent.
- 2-Complète le tableau ci-dessous.

Milieu	Eau	Alcool	Silice fondue	Sulfure de carbone	Verre
Indice		1,36		1,63	
Célérité de la lumière ($m.s^{-1}$)	$2,26.10^8$		$2,055.10^8$		$1,76.10^8$

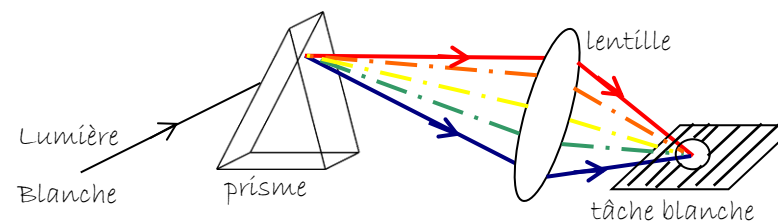
3. ANALYSE ET SYNTHÈSE DE LA LUMIÈRE BLANCHE

3.1. Définition de la lumière blanche

La lumière blanche est la lumière que nous recevons du soleil. C'est elle qui nous permet de percevoir et de distinguer les couleurs des objets qui nous entourent.

3.2. Analyse de la lumière

3.2.1. Expérience et observation



Analyse et synthèse de la lumière blanche :

3.2.2. Conclusion

La lumière blanche est constituée d'un ensemble de **lumières monochromatiques** (de couleur unique). Cet ensemble de lumières colorés constitue le **spectre de la lumière blanche**. La lumière blanche est donc **polychromatique**.

4. Caractéristique d'une onde lumineuse

Une onde lumineuse a une double période :

- une **période temporelle T**
- une **période spatiale λ** appelé **longueur d'onde**.

La **fréquence** notée **ν** pour une onde lumineuse, caractérise la périodicité

temporelle et ne dépend que du milieu : $\nu = \frac{1}{T}$

La longueur d'onde λ_0 dans le vide ou dans l'air et la fréquence **ν** sont liées par l'expression :

$$\boxed{\nu = \frac{C}{\lambda}} \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{C}{\nu} = CT} \text{ avec } \begin{cases} \nu : \text{fréquence (Hz)} \\ \lambda : \text{longueur d'onde (m)} \\ C : \text{célérité de la lumière (m/s)} \\ T : \text{Période (s)} \end{cases}$$

Remarque :

- La **fréquence ν** caractérise une radiation colorée (monochromatique) elle est **constante** quel que soit le milieu de propagation.
- Par contre la **longueur d'onde λ** comme la **célérité C** dépendent du milieu de propagation.

Exemples :

Couleur	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	
Fréquence ν (10^{+14} Hz)	4	4,9	5,1	5,3	6,0	6,7	7,5
Longueur d'onde λ (nm)	750	610	590	570	500	450	400

Activité d'application 2

Une onde lumineuse a pour fréquence 471,25hz.

Calcule la période de l'onde puis en déduis sa longueur d'onde dans le vide.

Donnée : $C = 3.10^8 m. s^{-1}$

SITUATION D'ÉVALUATION

Pour vérifier ses acquis, Koffi décide de déterminer les caractéristiques d'une radiation lumineuse de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ se propageant dans le verre d'indice $n = 1,5$. Cette radiation est jaune dans l'air. Malheureusement, il n'y arrive pas. Il te demande alors de l'aider à vérifier si cette lumière conserve sa couleur après la traversée.

On donne : $c = 3.10^8 m. s^{-1}$.

1. Définis une lumière monochromatique
2. Détermine :
 - 2.1. La fréquence ν et la période T de cette radiation.
 - 2.2. Sa célérité C, sa longueur d'onde λ dans le verre.
3. Dis si cette radiation demeure visible dans le verre si oui indique sa couleur.

Niveau : 1^{ère} D

THEME 3 : OPTIQUE

LEÇON 11 : RÉFLEXION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

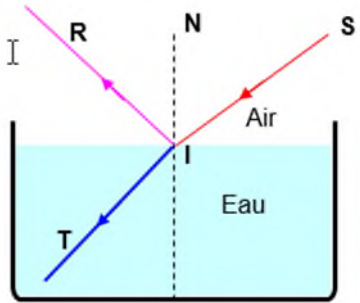
Durée : 5,5 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	<ul style="list-style-type: none">• le rayon incident.• le rayon réfléchi.• l'angle d'incidence.• le plan d'incidence.
Connaître	les lois de la réflexion.
Appliquer	les lois de la réflexion.
Définir	<ul style="list-style-type: none">• le rayon réfracté.• l'angle de réfraction.
Connaître	les lois de la réfraction.
	l'indice de réfraction absolu.
Déterminer	l'angle limite de réfraction.
Appliquer	les lois de la réfraction.
Déterminer	l'angle de réfraction limite.
Expliquer	la réflexion totale.
Connaître	quelques applications de la réflexion totale.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">•••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur polycopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : <ul style="list-style-type: none">---	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>

PLAN DU COURS

- 1 RÉFLEXION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE**
 - 1.1 Dispositif expérimental**
 - 1.2 Observation**
 - 1.3 Conclusion**
- 2 ÉTUDE EXPERIMENTALE DE LA RÉFLEXION**
 - 2.1 Dispositif expérimental**
 - 2.2 Observations**
 - 2.3 Loi de Descartes**
 - 2.3.1. 1ère Loi de Descartes**
 - 2.3.2. 2è Loi de Descartes**
 - 2.4 Image par réflexion sur un miroir plan**
 - 2.5 Expérience des deux bougies**
 - 2.5.1. Expérience**
 - 2.5.2. Observation**
 - 2.5.3. Interprétation**
 - 2.5.4. Conclusion**
- 3 ÉTUDE EXPERIMENTALE DE LA RÉFRACTION**
 - 3.1 Dispositif expérimental**
 - 3.2 Manipulations et résultats**
 - 3.3 Exploitation des résultats**
 - 3.4 Conclusion**
 - 3.5 Angle de réfraction limite**
- 4 RÉFLEXION TOTALE**
 - 4.1 Dispositif expérimental**
 - 4.2 Observation**
 - 4.3 Les fontaines lumineuses**
 - 4.4 Le prisme à réflexion totale**
 - 4.5 Les fibres optiques**
 - 4.6 Fibre de verre**

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	<h1>Trace écrite</h1>
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Le professeur de Physique-Chimie de la 1^{ème} D du Lycée Municipal de Sikensi, fait admirer par ses élèves le poster ci-contre représentant des jeux de lumière prise à l'ouverture des Jeux olympiques de Londres.</p> <p>Emerveillés par les figures formées par la lumière et soucieux d'en savoir davantage, les élèves décident de s'informer sur les rayons lumineux, d'expliquer la réflexion totale et d'appliquer les lois de la réflexion et de la réfraction et d'expliquer la réflexion totale.</p> <p style="text-align: center;">1. <u>RÉFLEXION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE</u></p> <p style="text-align: center;">1.1. <u>Dispositif expérimental</u></p> <p>Dirigeons obliquement un faisceau sur la surface libre de l'eau contenue dans une cuve transparente.</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">MARCHE D'UN RAYON LUMINEUX</p> </div>



1.2. Observation

Le rayon **SI** donne naissance à deux rayons **IT** et **IR** au point I de séparation entre les deux milieux homogènes et transparents (l'air et l'eau).

- Le rayon **IT** est appelé rayon **réfracté** ou **transmis** ou **émergent**.
- Le rayon **IR** est appelé rayon **réfléchi**

Le passage du rayon incident **SI** au rayon réfracté **IT** est appelé réfraction

Le passage du rayon incident **SI** au rayon réfléchi **IR** est appelé réflexion.

1.3. Conclusion

- La **réflexion** est le renvoi de la lumière dans le milieu dont il est issu selon une direction déterminée lorsqu'elle rencontre la surface de séparation de deux milieux transparents.
- La **réfraction** est le passage de la lumière d'un milieu transparent à un autre.

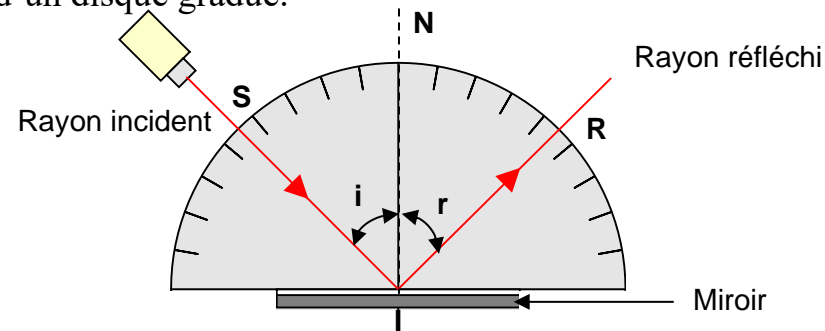
Remarque :

La surface de séparation entre deux milieux transparents et homogènes est appelée dioptré

2. ÉTUDE EXPERIMENTALE DE LA RÉFLEXION

2.1. Dispositif expérimental

Envoyons un rayon incident **SI** frapper en I, le miroir plan disposé perpendiculairement au plan d'un disque gradué.



RÉFLEXION D'UN RAYON SUR UN MIROIR PLAN

2.2. Observations

- Le rayon incident est réfléchi en un rayon **IR**. La perpendiculaire **IN** au plan du miroir est appelée droite normale au miroir.
- Le plan **SIN** est appelé plan d'incidence.

2.3. Loi de Descartes

2.3.1. 1^{ère} Loi de Descartes

Le rayon incident et le rayon réfléchi sont situés dans un même plan : le plan d'incidence.

2.3.1. 2^e Loi de Descartes

L'angle d'incidence **i** et l'angle de réflexion **r** sont égaux.

Remarque :

- *Au cours de la réflexion sur le miroir, le rayon lumineux est entièrement renvoyé : c'est la réflexion totale*
- *Le chemin suivi par la lumière ne dépend pas de son sens de propagation dans tout système : c'est le principe du retour inverse de la lumière.*

2.4. Image par réflexion sur un miroir plan

Image d'un point lumineux donné par un miroir plan

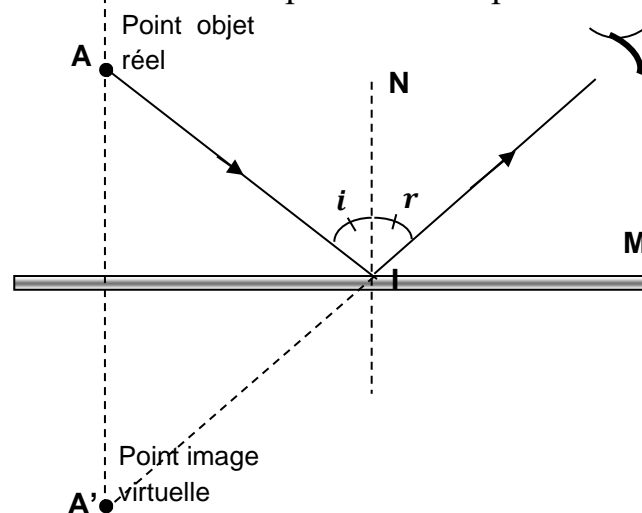


IMAGE D'UN POINT SOURCE A TRAVERS UN MIROIR PLAN

L'image de A est un point A' qui ne peut être recueillie sur un écran : c'est une image virtuelle.

2.5. Expérience des deux bougies

2.5.1. Expérience

Plaçons deux bougies identiques AB et A'B' non allumées symétriquement par rapport au plan d'une vitre M, disposée verticalement. Allumons la bougie AB.

2.5.2. Observation

On a l'impression que la bougie A'B' est également allumée alors qu'elle ne l'est pas réellement.

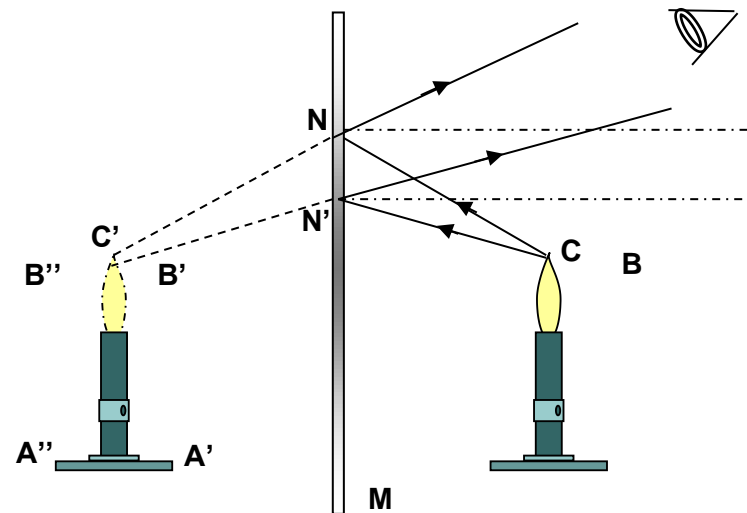


IMAGE D'UN OBJET ÉTENDU A TRAVERS UN MIROIR PLAN

2.5.3. Interprétation

L'image A''B'' (image virtuelle) de AB se superpose sur la bougie A'B'

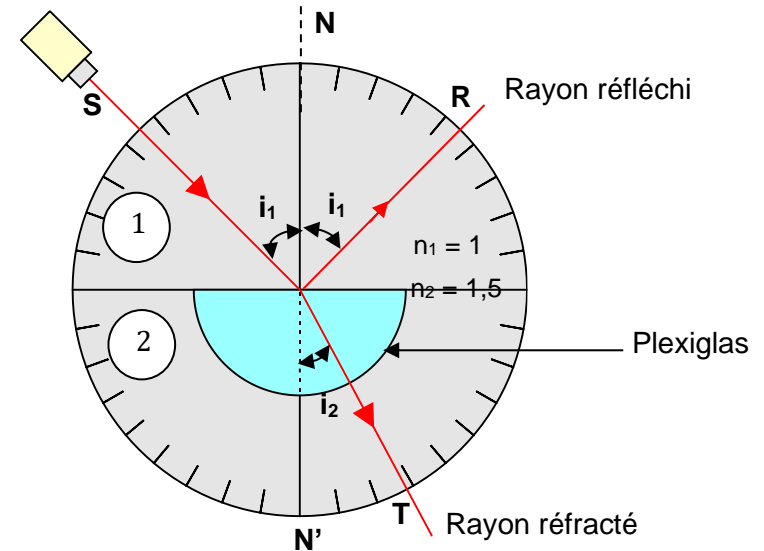
2.5.4. Conclusion

L'image d'un objet réel étendu à travers un miroir plan est :

- une image virtuelle étendue
- symétrique de l'image par rapport au miroir.

3. ÉTUDE EXPERIMENTALE DE LA RÉFRACTION

3.1. Dispositif expérimental



3.2. Manipulations et résultats

On envoie un rayon lumineux SI à la surface de séparation air-plexiglas : On observe un rayon réfléchi IR et un rayon réfracté IR.

Faisons varier l'angle incidence i_1 et relevons la valeur de l'angle de réfraction i_2 .

i_1 (°)	10	20	30	40	50	60	70	80
i_2 (°)	6,5	13	19,5	25,25	30,5	35	39	41
$\sin i_1$	0,1736	0,3420	0,5	0,6428	0,7660	0,8660	0,9397	0,9846
$\sin i_2$	0,1132	0,2250	0,3338	0,4266	0,5075	0,5736	0,6293	0,6560

$\frac{\sin i_1}{\sin i_2}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
-----------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

3.3. Exploitation des résultats

- Les angles d'incidence i_1 , de réflexion i'_1 et de réfraction i_2 sont situés dans un même plan (le plan d'incidence)
- On constate que :

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{soit} \quad n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

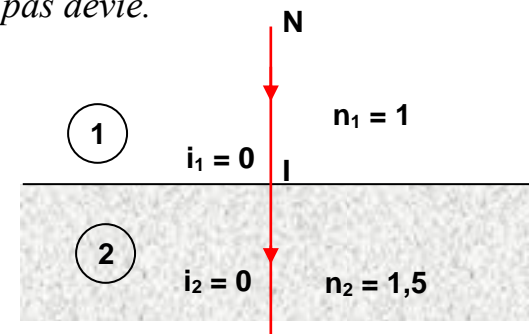
3.4. Conclusion

- Le rayon réfracté est situé dans le plan d'incidence : 1^{ère} loi de Descartes-Snell
- Le rapport du sinus de l'angle d'incidence par le sinus de l'angle de réfraction est constant :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (2^{\text{è}} \text{ loi de Descartes-Snell})$$

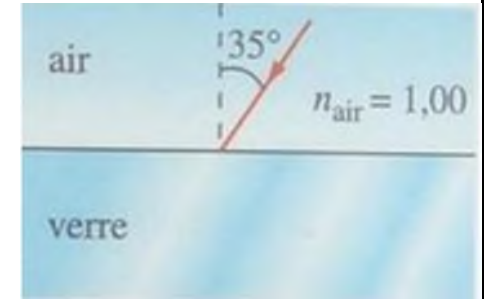
Remarque :

Si $i_1 = 0^\circ$ alors $i_2 = 0^\circ$: un rayon lumineux qui se propage suivant la normale à la surface de séparation n'est pas dévié.



Activité d'application

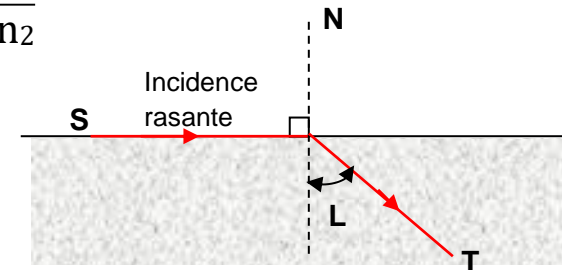
1. Reproduire et compléter le schéma ci-dessus en indiquant l'angle d'incidence et la normale à la surface de séparation des deux milieux.
2. L'angle de réfraction observé dans le matériau a pour valeur 21° . Représenter sur le schéma le trajet de la lumière dans ce matériau.
3. Donner l'expression de la deuxième loi de DESCARTES.
4. Exprimer l'indice n_2 du matériau et en déduire sa valeur.



3.5. Angle de réfraction limite

Lorsque la lumière passe d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent, si l'angle d'incidence atteint $i = 90^\circ$ (incidence rasante) alors l'angle de réfraction atteint une valeur limite L .

$$\sin L = \frac{n_1}{n_2}$$

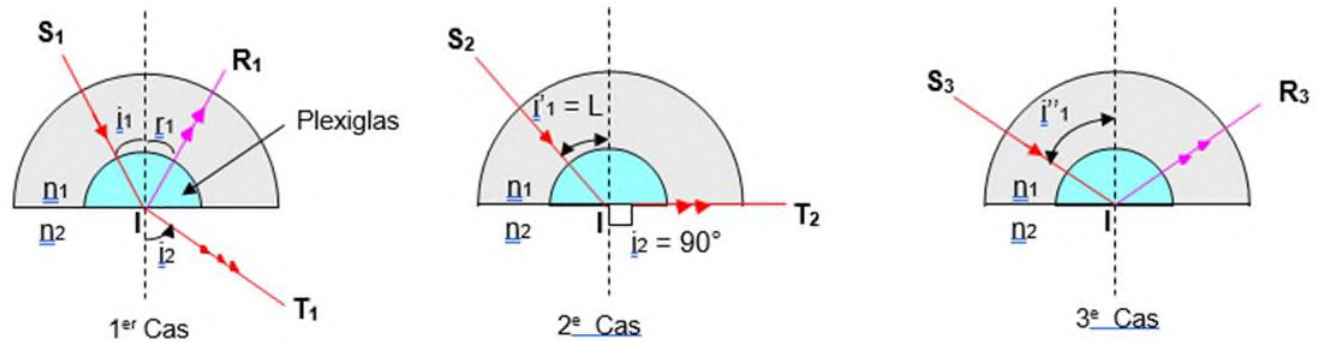


4. RÉFLEXION TOTALE

4.1. Dispositif expérimental

On inverse la position du demi-cylindre en plexiglas. La lumière passe d'un milieu plus réfringent (plexiglas $n_1 = 1,5$) vers un milieu moins réfringent (l'air $n_2 = 1$).

4.2. Observation



- Si $i_1 < L$ (1^{er} cas) : on obtient un rayon réfléchi IR_1 et un rayon réfracté IT_2 ; comme $n_1 > n_2$ alors $i_1 < i_2$.
- Si $i_1 = L$ (2^e cas) avec $\sin L = \frac{n_2}{n_1}$: Le rayon réfracté est tangent à la surface de séparation. Il n'y a pas de rayon réfléchi.
- Si $i_1 > L$ (3^e cas) : Il n'y a pas de rayon réfracté ; tout le rayon incident est entièrement réfléchi : c'est le phénomène de réflexion totale.

Activité d'application

Au cours de l'étude de la propagation d'une onde plane une cuve à ondes, on a mesuré les angles d'incidence i_1 et de réfraction i_2 .

1-Complète le tableau suivant :

i_1	12^0	40^0		90^0
i_2	8^0		35^0	

2-Dans quel milieu (1) ou (2) la célérité de l'onde est-elle la plus grande.

5. APPLICATION DE LA RÉFLEXION TOTALE

5.1. Les fontaines lumineuses

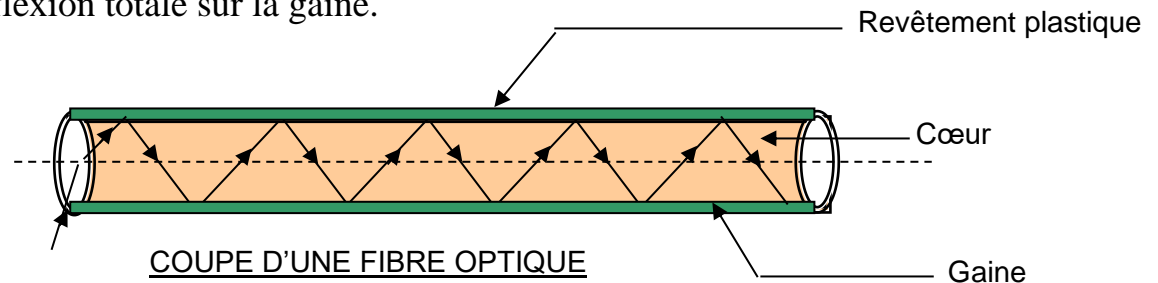
Les rayons lumineux, par réflexion totale successive, sont prisonniers des filets d'eau.

5.2. Le prisme à réflexion totale

Utilisé fréquemment dans les appareils d'optique (appareils photos, jumelles, ...)

5.3. Les fibres optiques

Elles permettent de transporter des signaux sous forme lumineuse (Télévision, téléphone, ...). Le signal électrique transformé en impulsion lumineuse se propage par réflexion totale sur la gaine.



5.4. Fibre de verre

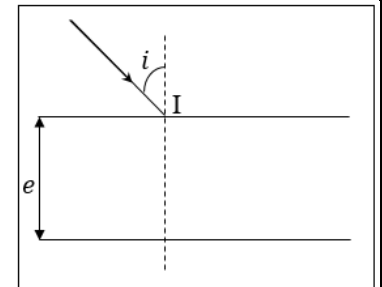
Elles permettent de réaliser des photographies par endoscopie.

Exemple : Endoscopie digestive.

SITUATION D'ÉVALUATION

Une lame à faces parallèles est un milieu transparent d'indice $n = 1,5$ et limité par deux bords plans parallèles. Au cours d'une séance de travaux dirigés, un groupe d'élèves décide d'étudier la traversée de cette lame par un faisceau lumineux. La lame est placée dans l'air. Le faisceau arrive en I sous l'incidence $i = 30^\circ$ sur une des faces de la lame (voir figure). La lame a une épaisseur de $e = 2,00 \text{ cm}$.

Le professeur te choisit pour aider ce groupe à réussir cette étude.



				<ol style="list-style-type: none">1. Définis la réfraction.2. Donne les lois de Descartes de la réfraction.3. Détermine :<ol style="list-style-type: none">3.1. l'angle de réfraction.3.2. la position J du point où le faisceau atteint la deuxième face ou face de sortie.3.3. l'angle d'incidence sur la face de sortie.4. Montre que le rayon incident ressort de la lame parallèlement à lui-même, et détermine la valeur d de la translation qu'il subie.
--	--	--	--	---

Niveau : 1^{ère} D

THEME 3 : OPTIQUE

LEÇON 12 : LES LENTILLES MINCES

Durée : 6 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	une lentille mince.
Distinguer	les différents types de lentilles minces.
Connaître	<ul style="list-style-type: none">• les symboles des lentilles minces.• les caractéristiques des lentilles minces :<ul style="list-style-type: none">- axe principal ;- centre optique ;- foyers principaux objet et image ;- distances focales et vergences ;- plans focaux, foyers secondaires.
Déterminer	<ul style="list-style-type: none">• les foyers objets et images.• la distance focale.• la vergence.
Connaître	les conditions de Gauss.
Construire	l'image d'un objet à travers une lentille mince.
Connaître	la formule de conjugaison.
Utiliser	la formule de conjugaison.
Déterminer	le grandissement.
Connaître	le théorème des vergences.
Appliquer	le théorème des vergences.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> • • • • •	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes

PRE-REQUIS : - - -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u>
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

PLAN DU COURS

1 GENERALITES SUR LES LENTILLES MINCES

1.1 Définition

- 1.1.1. Une lentille
- 1.1.2. Lentille mince
- 1.1.3. Axe principal
- 1.1.4. Centre optique

1.2. Réalité et virtualité

- 1.2.1. Objet réel
- 1.2.2. Image réelle
- 1.2.3. Image virtuelle

2. PROPRIETES DES LENTILLES CONVERGENTES

2.1. Foyers et plans focaux

- 2.1.1. Foyers principaux image
- 2.1.2. Foyer principaux objet
- 2.1.3. Axe secondaire

2.2. Plans focaux

- 2.2.1. Plan focal objet
- 2.2.2. Plan focal image

3. DISTANCE FOCAL ET VERGENCE D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

- 3.1. Distance focale
- 3.2. d'une lentille
- 3.3. Vergence de deux lentilles minces accolées

4. CONDITIONS DE GAUSS

5. CONSTRUCTION DES IMAGES

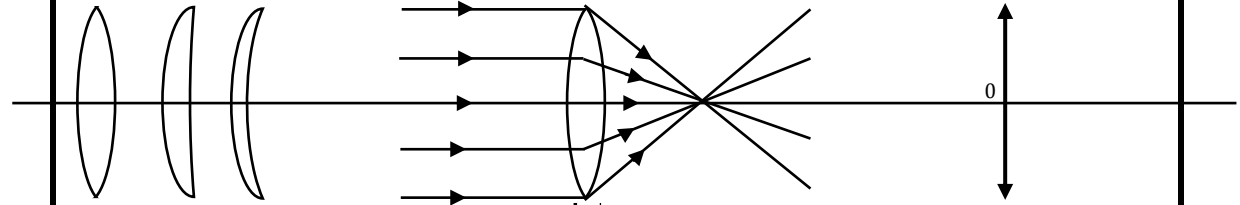
- 5.1. Marche de rayons particuliers
- 5.2. Image par une lentille convergente

6. FORMULE DES LENTILLES MINCES

- 6.1. Relation de conjugaison
 - 6.1.1. Définition
 - 6.1.2. Relation de conjugaison
- 6.2. Grandissement

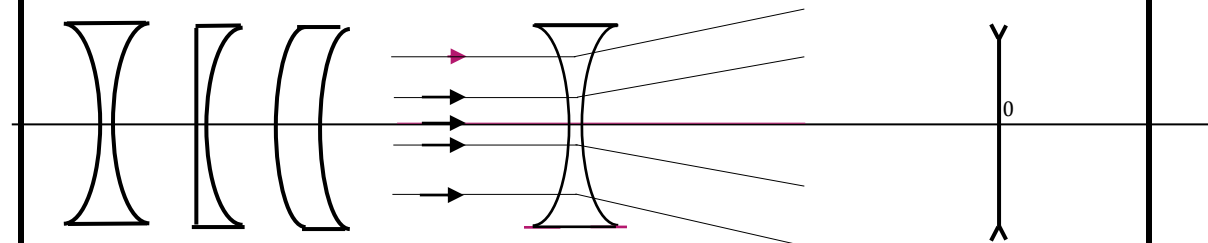
Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	LES LENTILLES MINCES
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Le professeur de Physique-Chimie de la 1^{ème}D du Collège Moderne d'Agboville, a fasciné ses élèves avec une expérience en enflammant une touffe d'herbes sèches à l'aide d'une loupe placée au soleil. Ces derniers élèves décident alors de rechercher les caractéristiques d'une lentille mince, de construire l'image d'un objet à travers une lentille mince et d'appliquer le théorème des vergences.</p> <p>1 GENERALITES SUR LES LENTILLES MINCES</p> <p>1.1 Définition</p> <p>1.1.1. Une lentille</p> <p>On appelle lentille tout milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une au moins est sphérique.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>1.1.2. Lentille mince</p> <p>Une lentille est dite mince si son épaisseur ℓ est négligeable devant les rayons de courbure des calottes sphériques.</p> <p>On distingue deux types de lentilles minces :</p>

- Les lentilles minces à bords minces : elles sont convergentes.



Symbole d'une lentille convergente

- Les lentilles minces à bords épais : elles sont divergentes



Symbole d'une lentille divergente

1.1.3. Axe principal

L'**axe principal** ou **axe optique principal** est la droite symétrique du système optique.

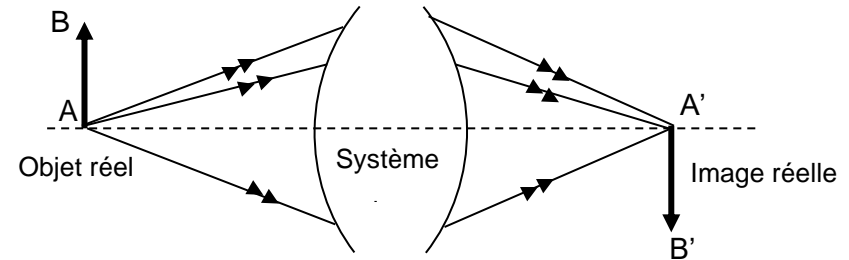
1.1.4. Centre optique

On appelle **centre optique** d'une lentille mince, le point d'intersection de la lentille avec l'axe optique.

1.2. Réalité et virtualité

1.2.1. Objet réel

Un point objet est réel s'il est le sommet d'un faisceau lumineux divergent qui pénètre dans un système optique.

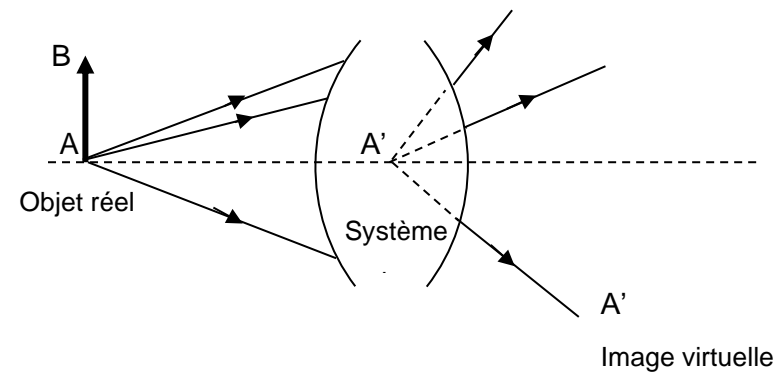


1.2.2. Image réelle

Un point image est réel s'il est le point de convergence d'un faisceau lumineux qui émerge d'un système optique

1.2.3. Image virtuelle

Un point image est virtuel s'il est le sommet d'un faisceau lumineux qui émerge du système optique en divergeant.



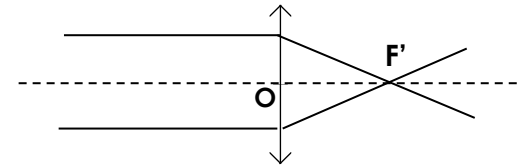
2. PROPRIETES DES LENTILLES CONVERGENTES

2.1. Foyers et plans focaux

2.1.1. Foyers principaux image

C'est le point F' de l'axe principal, de convergence de tout rayon parallèle à l'axe optique d'une lentille mince et convergente.

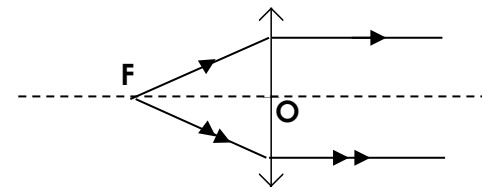
Le foyer principal image F' d'une lentille convergente est **réel**.



FOYER PRINCIPAL IMAGE D'UNE LENTILLE MINCE CONVERGENTE

2.1.2. Foyer principaux objet

On appelle **foyer principal F** d'une lentille convergente, le point de l'axe optique (situé devant la lentille) où tout rayon y passant émerge parallèlement à l'axe optique. F est réel.



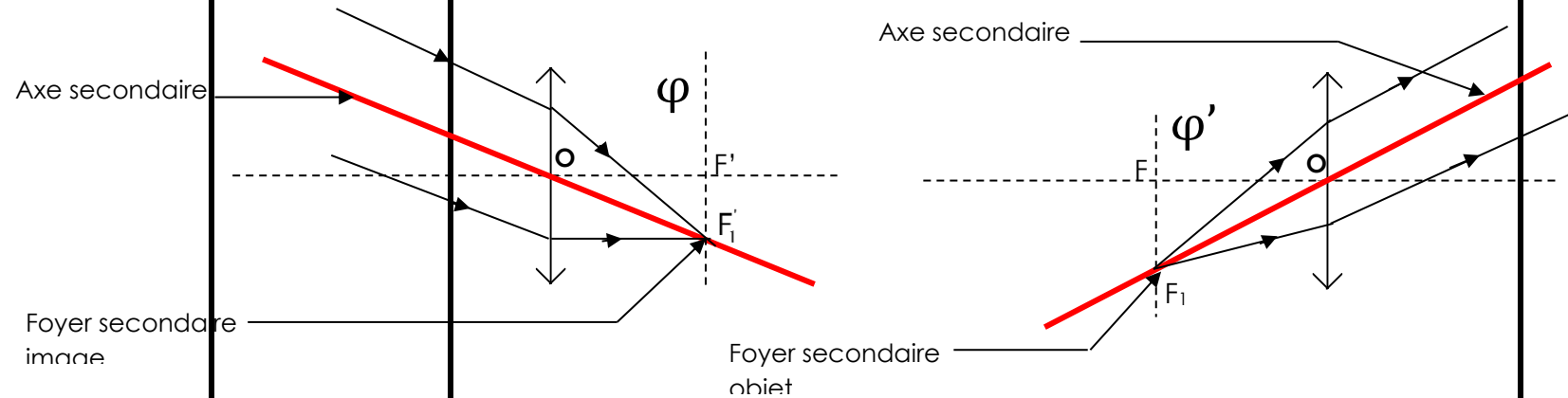
FOYERS PRINCIPAUX OBJET

Remarque :

Les foyers objet et image sont symétriques par rapport au système optique.

2.1.3. Axe secondaire

On appelle axe secondaire d'une lentille mince, tout axe (autre que l'axe principal) passant par le centre optique.



AXE ET FOYER SECONDAIRES D'UNE LENTILLE MINCE CONVERGENTE

2.2. Plans focaux

2.2.1. Plan focal objet

L'ensemble des foyers objet forment le plan focal objet φ_1 perpendiculaire à l'axe optique au point F.

2.2.2. Plan focal image

L'ensemble des foyers images constituent le plan focal image φ'_1 . Il est perpendiculaire à l'axe optique au point F'.

3. DISTANCE FOCALE ET VERGENCE D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

3.1. Distance focale

On appelle distance focale, la mesure algébrique $\overline{OF'} = f$ séparant le centre optique du foyer image.

Remarque :

La distance $\overline{OF'}$ est positive pour une lentille convergente et négative pour une lentille divergente.

3.2. Vergence d'une lentille

La vergence est l'inverse de la distance focale. Elle est notée C et s'exprime en dioptrie (δ).

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

3.3. Vergence de deux lentilles minces accolées

Un système de lentilles minces accolées, de vergences respectives C_1 et C_2 , équivaut à une lentille unique de même centre optique de vergence :

$$C = C_1 + C_2$$

4. CONDITIONS DE GAUSS

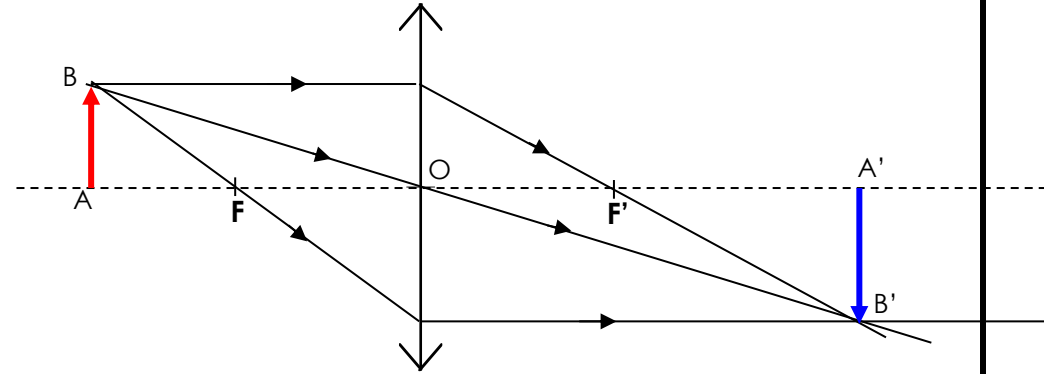
On dit qu'il y a stigmatisme rigoureux ou condition de Gauss lorsqu'un système optique donne d'un point A, un point image A'.

5. CONSTRUCTION DES IMAGES

5.1. Marche de rayons particuliers

- Un rayon incident passant par l'axe optique n'est pas dévié.
- Un rayon incident passant par le foyer principal objet F émerge parallèlement à l'axe optique.
- Un rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer principal image.

5.2. Image par une lentille convergente



L'image d'un objet par une lentille convergente est réelle et renversée.

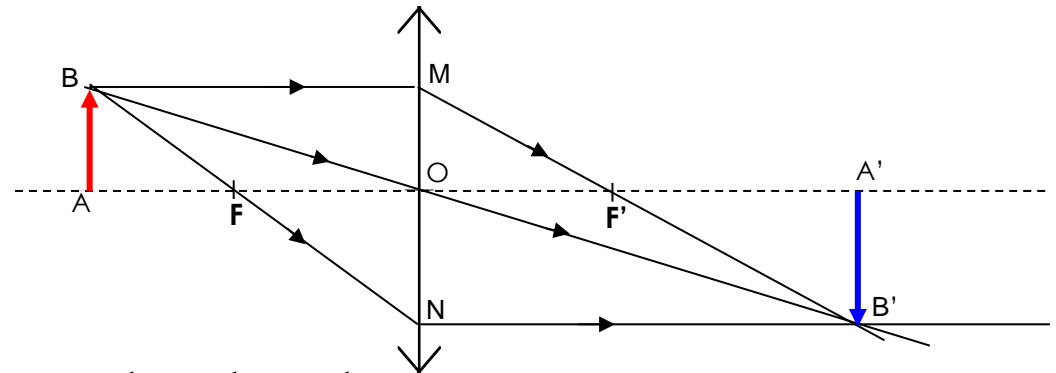
6. FORMULE DES LENTILLES MINCES

6.1. Relation de conjugaison

6.1.1. Définition

Lorsqu'une lentille donne d'un point A une image A', A et A' sont **conjugués**. La relation qui donne la position de A' en fonction de celle de A est appelée **relation de conjugaison**.

6.1.2. Relation de conjugaison



$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

C'est la relation de conjugaison

6.2. Grandissement

On appelle grandissement de la lentille le rapport :

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

- Si $\gamma > 0$ alors l'image est droite
- Si $\gamma < 0$ alors l'image est renversée
- Si $|\gamma| > 1$ alors l'image est plus grande que l'objet
- Si $|\gamma| < 1$ alors l'image est plus petite que l'objet.

SITUATION D'EVALUATION

Ton groupe est choisi pour mener une étude portant sur un système optique constitué de deux lentilles convergentes L_1 et L_2 de même axe optique. Leurs distances focales sont respectivement de 2 cm et de 5 cm. La distance O_1O_2 entre les centres optiques est égale à 9 cm.

Un objet lumineux AB de 1 cm de haut est placé 3 cm devant L_1 , perpendiculairement à l'axe, le point A étant situé sur cet axe. L'image A_1B_1 est un objet réel par la lentille L_2 .

Tu es désigné par ton groupe pour faire le rapport.

1. Fais un schéma du dispositif en construisant l'image A_1B_1 donnée par la lentille L_1 .
2.
 - 2.1. Détermine graphiquement O_1A_1 et A_1B_1
 - 2.2. Retrouve ces résultats par le calcul.
3. Construire son image A_2B_2 donnée par cette lentille.
4. Dis si l'image obtenue est réelle ou virtuelle, Droite ou inversée, Plus petite ou plus grande.