

COURS DE PHYSIQUE

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D | Durée : 2 h

LEÇON 1

MODULE 1 : Mesures et incertitudes • Chapitre 1 : Mesure des grandeurs physiques et chimiques

Leçon 1 : Mesure des grandeurs physiques et chimiques – Notion d'incertitude sur la mesure

Compétences visées

Famille de situations : Travailler comme un scientifique (fiabilité des données et des résultats scientifiques).

Compétence visée par le chapitre : Mesurer les grandeurs physiques et chimiques rencontrées dans le programme et apprécier la fiabilité des résultats obtenus.

Compétence visée par la leçon : Exprimer le résultat d'une mesure (unique ou répétée) sous la forme d'un intervalle de confiance, à partir de l'incertitude-type et d'un niveau de confiance donné, puis exploiter ce résultat pour prendre une décision.

I. SITUATION DE VIE

Lors de la finale régionale du 100 m des Jeux FENASSCO au stade Omnisports de Bafoussam, le record régional est de 11,40 s. À l'arrivée du vainqueur, KAMGA, les **cinq chronomètres officiels** relèvent les durées suivantes :

Chronomètre	1	2	3	4	5
Durée t (s)	11,32	11,28	11,35	11,30	11,25

Les spectateurs s'agitent : « Les chronos ne donnent pas tous la même valeur, on ne peut pas savoir s'il a battu le record ! ». Le commissaire de course indique que, pour 5 mesures et un niveau de confiance de 95 %, le coefficient d'élargissement vaut $k = 2,78$.

Tâche : En exploitant les mesures des chronomètres, exprime le résultat de la mesure de la durée de course de KAMGA avec son incertitude élargie (niveau de confiance 95 %) et dis si l'on peut affirmer, avec ce niveau de confiance, qu'il a battu le record régional.

II. PRÉREQUIS

- Grandeur physique :** propriété mesurable d'un objet ou d'un phénomène (longueur, masse, durée, intensité...). Mesurer, c'est comparer une grandeur à une grandeur de même nature prise comme unité.

2. **Unités fondamentales du SI** : mètre (m), kilogramme (kg), seconde (s), ampère (A), kelvin (K), mole (mol), candela (cd).
3. **Notation scientifique** : $a \times 10^n$ avec $1 \leq a < 10$; **chiffres significatifs** : tous les chiffres écrits en partant du premier chiffre non nul à gauche (ex. : 0,0250 possède 3 chiffres significatifs).
4. **Erreur de mesure** : écart entre la valeur mesurée et la valeur vraie (inconnue). On distingue :
 - l'**erreur systématique** : toujours dans le même sens (appareil mal étalonné, zéro mal réglé, erreur de parallaxe répétée);
 - l'**erreur aléatoire** : varie de façon imprévisible d'une mesure à une autre (réflexe de l'opérateur, fluctuations).
5. **Moyenne arithmétique** de n valeurs : $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$; racine carrée et calculatrice (mode statistique).

III. ACTIVITÉS

Activité 1 : Une seule mesure avec un instrument

Au laboratoire du lycée, un élève de Première D mesure le volume d'huile de palme versé dans une éprouvette graduée de 100 mL dont la plus petite graduation est $d = 1$ mL (figure 1). Il lit $V = 64$ mL. Le constructeur indique que l'incertitude-type liée à la lecture d'une graduation est $u(V) = \frac{d}{2\sqrt{3}}$.

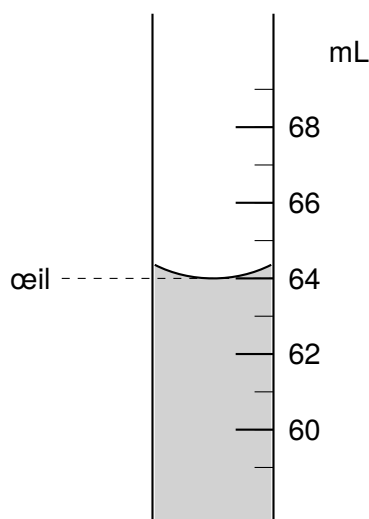


Figure 1 : lecture au bas du ménisque

- 1) Calcule l'incertitude-type $u(V)$.
- 2) Le résultat est exprimé avec une incertitude élargie $U(V) = k u(V)$ où $k = 2$ pour un niveau de confiance de 95 %. Calcule $U(V)$ en l'arrondissant **par excès** à un chiffre significatif.
- 3) Écris le résultat sous la forme $V = (V_u \pm U)$ unité et donne l'intervalle de confiance.

Exploitation : $u(V) = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0,29$ mL ; $U(V) = 2 \times 0,29 = 0,58$ mL $\approx 0,6$ mL ;

$V = (64,0 \pm 0,6)$ mL, soit $V \in [63,4 \text{ mL} ; 64,6 \text{ mL}]$ avec un niveau de confiance de 95 %.

Activité 2 : Une série de mesures répétées

Six groupes d'élèves mesurent, avec le même chronomètre, la période T des oscillations d'un pendule simple (une pierre attachée à une ficelle). Ils obtiennent :

Groupe	1	2	3	4	5	6
T (s)	1,42	1,45	1,40	1,44	1,43	1,40

- 1) Pourquoi les groupes n'obtiennent-ils pas tous la même valeur ?
- 2) Calcule la valeur moyenne $\bar{T}$.
- 3) Calcule l'écart-type expérimental $s = \sqrt{\frac{\sum(T_i - \bar{T})^2}{n-1}}$ puis l'incertitude-type $u(T) = \frac{s}{\sqrt{n}}$.
- 4) Pour $n = 6$ et un niveau de confiance de 95 %, $k = 2,57$. Calcule $U(T)$ et exprime le résultat.

Exploitation :

- 1) Les écarts sont dus aux **erreurs aléatoires** (réflexes différents au déclenchement et à l'arrêt du chronomètre).
- 2) $\bar{T} = \frac{8,54}{6} = 1,4233 \text{ s}$.
- 3) $\sum(T_i - \bar{T})^2 = 2,133 \times 10^{-3} \text{ s}^2$; $s = \sqrt{\frac{2,133 \times 10^{-3}}{5}} = 0,0207 \text{ s}$; $u(T) = \frac{0,0207}{\sqrt{6}} = 0,0084 \text{ s}$.
- 4) $U(T) = 2,57 \times 0,0084 = 0,022 \text{ s} \approx 0,03 \text{ s}$ (par excès); $T = (1,42 \pm 0,03) \text{ s}$ avec un niveau de confiance de 95 %.

IV. RÉSUMÉ DU COURS

1. Les grandeurs physiques et chimiques du programme

Grandeur	Symbole	Unité SI	Instrument / méthode de mesure
Longueur	ℓ	m	règle, pied à coulisse, palmer
Masse	m	kg	balance
Durée	$t, \Delta t$	s	chronomètre
Force	F	N	dynamomètre
Température	$\theta; T$	°C ; K	thermomètre
Quantité de chaleur	Q	J	calorimètre (méthode des mélanges)
Travail, énergie	W, E	J	calcul à partir de mesures
Puissance	$\mathcal{P}$	W	wattmètre ou calcul
Intensité du courant	I	A	ampèremètre
Tension électrique	U	V	voltmètre, oscilloscope
Vergence d'une lentille	C	δ (dioptrie = m^{-1})	banc d'optique
Volume	V	m^3 (usuel : L)	éprouvette, burette, pipette
Quantité de matière	n	mol	calcul ($n = m/M, n = CV$)
Concentration molaire	C	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	dosage, pH-mètre

2. Qualités d'un instrument de mesure

- **Fidélité** : un instrument est fidèle s'il donne des valeurs très voisines lorsqu'on répète la mesure d'une même grandeur dans les mêmes conditions.
- **Justesse** : un instrument est juste si la moyenne des valeurs qu'il donne est proche de la valeur vraie (pas d'erreur systématique).
- **Sensibilité** : aptitude à détecter une très petite variation de la grandeur mesurée.
- **Résolution** : plus petite variation affichable ou lisible (une graduation pour un appareil analogique, une unité du dernier chiffre pour un appareil numérique).
- **Classe** d'un appareil à aiguille : nombre c inscrit sur le cadran ; l'écart maximal dû à l'appareil est $\Delta = \frac{c \times \text{calibre}}{100}$.

Un instrument **précis** est à la fois fidèle et juste.

3. Incertitude-type

L'**incertitude-type** $u(x)$ caractérise la dispersion des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur mesurée x . Elle a la même unité que x .

a) Évaluation de type A : mesures répétées

Pour n mesures indépendantes $x_1, \dots, x_n$:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad u(\bar{x}) = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

s est l'**écart-type expérimental** ; plus n est grand, plus $u(\bar{x})$ est petite.

b) Évaluation de type B : mesure unique

Si Δ est l'écart maximal dû à l'instrument (demi-graduation, indication du constructeur, classe), alors :

$$u(x) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$$

- Instrument gradué de graduation d : $\Delta = \frac{d}{2}$, d'où $u(x) = \frac{d}{2\sqrt{3}}$.
- Appareil à aiguille de classe c : $\Delta = \frac{c \times \text{calibre}}{100}$.

4. Incertitude élargie et intervalle de confiance

L'**incertitude élargie** est $U(x) = k u(x)$, où k est le **coefficient d'élargissement** qui dépend du niveau de confiance choisi (et, pour des mesures répétées, du nombre n de mesures).

Coefficient k pour un niveau de confiance de 95 % (mesures répétées)							
n	4	5	6	8	10	20	très grand
k	3,18	2,78	2,57	2,36	2,26	2,09	$1,96 \approx 2$

Pour une mesure unique (type B), on prend usuellement $k = 2$ pour 95 % et $k = 3$ pour 99 %.

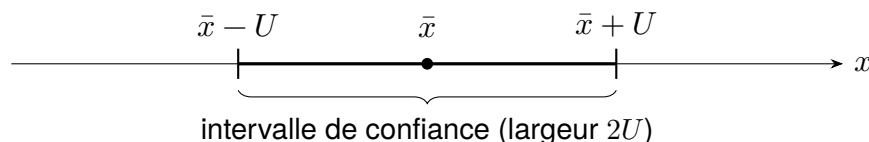
À retenir

Le résultat d'une mesure s'écrit : $x = \bar{x} \pm U(x)$ (unité), niveau de confiance précisé.

L'**intervalle de confiance** est $[\bar{x} - U(x); \bar{x} + U(x)]$: la valeur vraie a, par exemple, 95 % de chances de s'y trouver.

Règles d'écriture : on arrondit U **par excès** à un (au plus deux) chiffre(s) significatif(s), puis on arrondit $\bar{x}$ au même rang décimal que U .

Incertitude relative : $\frac{U(x)}{|\bar{x}|}$, sans unité, souvent en %; plus elle est petite, plus la mesure est précise.



5. Méthode : exprimer le résultat d'une mesure

Étape 1 : Identifier le type d'évaluation (mesures répétées $\Rightarrow$ type A; mesure unique $\Rightarrow$ type B).

Étape 2 : Calculer la meilleure estimation ($\bar{x}$ ou valeur lue).

Étape 3 : Calculer l'incertitude-type $u(x)$.

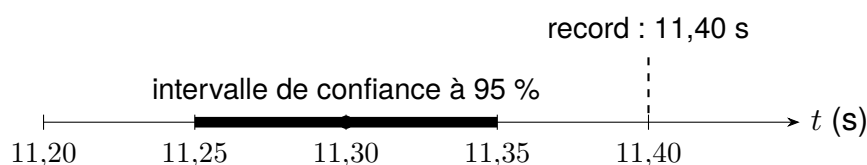
Étape 4 : Calculer l'incertitude élargie $U = k u$ et l'arrondir par excès.

Étape 5 : Écrire $x = \bar{x} \pm U$ (unité, niveau de confiance) et conclure en comparant l'intervalle à une valeur de référence.

Comparaison à une valeur de référence $x_{\text{réf}}$: si $x_{\text{réf}}$ appartient à l'intervalle de confiance, la mesure est compatible avec la référence; sinon, elle ne l'est pas.

V. RETOUR À LA SITUATION DE VIE

- Moyenne : $\bar{t} = \frac{11,32 + 11,28 + 11,35 + 11,30 + 11,25}{5} = \frac{56,50}{5} = 11,30 \text{ s}$.
- Écarts ($t_i - \bar{t}$) : 0,02; -0,02; 0,05; 0; -0,05 $\Rightarrow \sum (t_i - \bar{t})^2 = 5,8 \times 10^{-3} \text{ s}^2$.
- Écart-type : $s = \sqrt{\frac{5,8 \times 10^{-3}}{4}} = 0,038 \text{ s}$; incertitude-type : $u(\bar{t}) = \frac{0,038}{\sqrt{5}} = 0,017 \text{ s}$.
- Incertitude élargie : $U = 2,78 \times 0,017 = 0,047 \text{ s} \approx 0,05 \text{ s}$ (arrondi par excès).
- Résultat : $t = (11,30 \pm 0,05) \text{ s}$ avec un niveau de confiance de 95 %, soit $t \in [11,25 \text{ s}; 11,35 \text{ s}]$.
- Conclusion : tout l'intervalle de confiance est situé en dessous de 11,40 s; on peut donc affirmer, avec un niveau de confiance de 95 %, que KAMGA a battu le record régional.



COURS DE PHYSIQUE

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D | Durée : 2 h

LEÇON 2

MODULE 1 : Mesures et incertitudes • Chapitre 2 : Modélisation d'un phénomène

Leçon 2 : Notion de modèle – Exemples de modèles utilisés en sciences physiques

Compétences visées

Famille de situations : Travailler comme un scientifique (mise en œuvre de modèles pour expliquer un phénomène).

Compétence visée par le chapitre : Mettre en œuvre un modèle pour décrire, expliquer et prévoir un phénomène ou une situation de la vie courante.

Compétence visée par la leçon : À partir de mesures, formuler des hypothèses simplificatrices, établir une loi mathématique simple entre deux grandeurs, en préciser le domaine de validité et l'utiliser pour faire une prévision.

I. SITUATION DE VIE

Au marché du poisson de Kribi, Mama NGO vend du poisson au poids à l'aide d'un vieux peson à ressort. Les graduations de son peson se sont effacées avec l'eau de mer. Son fils, élève de Première D, accroche successivement au ressort des masses marquées et mesure, à l'aide d'une règle, l'allongement $\Delta\ell$ du ressort :

m (g)	0	100	200	300	400	500	600	700
$\Delta\ell$ (cm)	0	1,9	4,1	6,0	8,0	10,1	12,0	15,5

Une cliente choisit un poisson ; une fois accroché au peson, il provoque un allongement de 7,4 cm.

Tâche : En établissant la loi qui relie l'allongement du ressort à la masse accrochée, détermine la masse du poisson choisi par la cliente et précise dans quel domaine de masses Mama NGO peut utiliser cette loi.

II. PRÉREQUIS

- Proportionnalité :** deux grandeurs x et y sont proportionnelles si $y = ax$; leur représentation graphique est une **droite passant par l'origine**.
- Fonction affine** $y = ax + b$: droite de coefficient directeur $a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ et d'ordonnée à l'origine b .

3. **Fonction inverse** $y = \frac{a}{x}$: y est proportionnelle à $\frac{1}{x}$.
4. **Poids** d'un corps : $P = m g$ (m en kg, $g \approx 9,8 \text{ N kg}^{-1}$, P en N).
5. **Tracé d'un graphique** : choix d'une échelle, report des points de mesure, tracé d'une courbe ou d'une droite « moyenne » passant au plus près des points.
6. **Leçon 1** : toute mesure est entachée d'incertitude ; les points expérimentaux ne sont donc jamais parfaitement alignés.

III. ACTIVITÉS

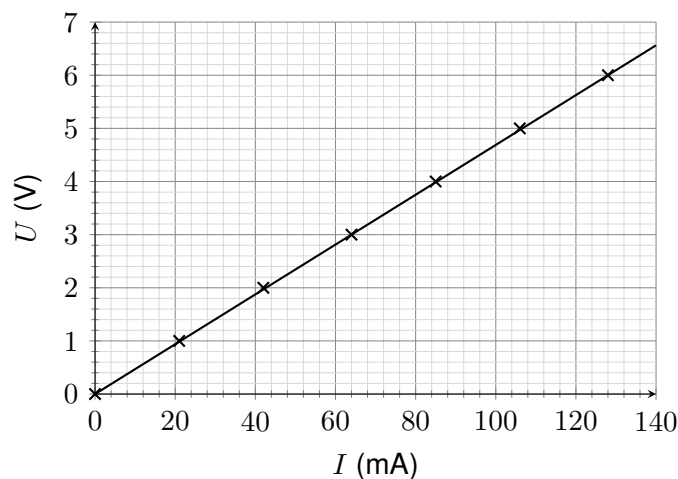
Activité 1 : De la mesure à la loi d'Ohm

Pour vérifier un résistor destiné au chargeur solaire du laboratoire, on mesure l'intensité I du courant qui le traverse pour différentes valeurs de la tension U à ses bornes, sa température restant constante.

U (V)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I (mA)	0	21	42	64	85	106	128

- 1) Tracer la caractéristique $U = f(I)$. Quelle est la forme de la courbe obtenue ?
- 2) En déduire la relation mathématique entre U et I et calculer le coefficient directeur.
- 3) Quelle hypothèse a-t-on faite sur les conditions de l'expérience ?

Exploitation :



- 1) Les points sont pratiquement alignés sur une droite passant par l'origine : U est proportionnelle à I .
- 2) $U = R I$ avec $R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{6,0 - 0}{(128 - 0) \times 10^{-3}} \approx 47 \Omega$: c'est la **loi d'Ohm**.
- 3) Hypothèse : la température du résistor reste constante (sinon R varie). La loi n'est valable que dans ces conditions.

Activité 2 : Un gaz comprimé dans une seringue

On enferme de l'air dans une seringue reliée à un manomètre ; on fait varier le volume V lentement, à température constante, et on relève la pression P :

V (mL)	20	25	30	40	50
P (hPa)	1500	1200	1000	750	600

- 1) Calculer le produit $P \times V$ pour chaque mesure. Que remarque-t-on ?
- 2) Quelle courbe faut-il tracer pour obtenir une droite ?
- 3) Proposer une relation mathématique entre P et V .

Exploitation : 1) $P \times V = 30\,000 \text{ hPa mL}$ pour toutes les mesures : le produit est constant. 2) Il faut tracer $P = f\left(\frac{1}{V}\right)$, qui est une droite passant par l'origine. 3) $PV = \text{constante}$ à température constante : c'est la **loi de Boyle-Mariotte**, cas particulier de la loi des gaz parfaits.

IV. RÉSUMÉ DU COURS

1. Notion de modèle

Un **modèle** est une représentation **simplifiée** d'un objet ou d'un phénomène réel, construite pour le **décrire**, l'**expliquer** et **prévoir** son comportement. On distingue :

- les **modèles descriptifs (ou figuratifs)** : schémas, images simplifiées (point matériel, rayon lumineux, modèle de l'atome, schéma d'un circuit) ;
- les **modèles mathématiques (ou lois)** : relations mathématiques entre des grandeurs mesurables ($U = RI$, $PV = nRT \dots$).

Un modèle n'est jamais la réalité : il repose sur des **hypothèses simplificatrices** et n'est valable que dans un **domaine de validité**.

2. Démarche de modélisation

Étape 1 : Observer le phénomène et identifier les grandeurs qui interviennent.

Étape 2 : Formuler des **hypothèses simplificatrices** (négliger les frottements, la masse du ressort, considérer la température constante...).

Étape 3 : Réaliser des mesures et les regrouper dans un tableau.

Étape 4 : Tracer la représentation graphique (sur papier millimétré) et reconnaître la forme : droite passant par l'origine ($y = ax$), droite ($y = ax + b$), hyperbole ($y = a/x$: tracer alors y en fonction de $1/x$).

Étape 5 : Déterminer les paramètres du modèle (coefficient directeur calculé avec deux points **de la droite**, éloignés l'un de l'autre).

Étape 6 : **Tester** le modèle : comparer une prévision à une nouvelle mesure, compte tenu des incertitudes ; préciser le domaine de validité.

3. Exemples de modèles utilisés en sciences physiques

Modèle	Expression	Hypothèses / domaine de validité
Point matériel	—	Dimensions du corps négligeables devant les distances parcourues.

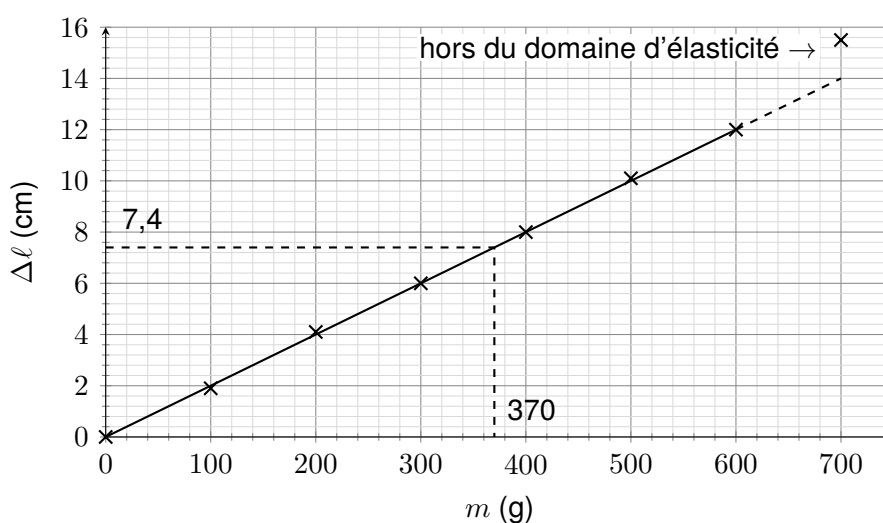
Modèle	Expression	Hypothèses / domaine de validité
Rayon lumineux	—	Propagation rectiligne dans un milieu transparent et homogène.
Loi d'Ohm	$U = R I$	Conducteur ohmique ; température constante.
Loi de Hooke (ressort)	$T = k \Delta \ell$	Ressort à spires non jointives, de masse négligeable ; allongement limité au domaine d'élasticité.
Loi de Boyle-Mariotte	$P V = \text{cte}$	Gaz parfait (faibles pressions) ; quantité de gaz et température constantes.
Loi des gaz parfaits	$P V = n R T$	P en Pa, V en m^3 , n en mol, T en K, $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; gaz sous faible pression.

À retenir

- Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité qui permet de décrire, d'expliquer et de prévoir.
- Une **loi physique** est un modèle mathématique établi à partir de mesures ; elle a des **contraintes** : hypothèses et domaine de validité.
- Si les points expérimentaux sont alignés sur une droite passant par l'origine, les grandeurs sont proportionnelles : $y = a x$ avec $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.
- Un modèle est validé lorsque ses prévisions sont en accord avec les mesures, aux incertitudes près ; hors de son domaine de validité, il ne s'applique plus.

V. RETOUR À LA SITUATION DE VIE

- **Hypothèses simplificatrices** : masse du ressort négligeable ; g constant ; lecture de l'allongement à l'équilibre.
- **Graphique** $\Delta \ell = f(m)$ sur papier millimétré :



- De $m = 0$ à $m = 600$ g, les points sont alignés sur une droite passant par l'origine : $\Delta \ell = a m$.
Coefficient directeur (points de la droite (0 ; 0) et (600 g ; 12,0 cm)) : $a = \frac{12,0 - 0}{600 - 0} = 0,020 \text{ cm g}^{-1}$.
Modèle obtenu : $\Delta \ell = 0,020 m$ ($\Delta \ell$ en cm, m en g).

- Le point $m = 700 \text{ g}$ ($\Delta\ell = 15,5 \text{ cm}$ au lieu de $14,0 \text{ cm}$ prévu) s'écarte nettement de la droite : au-delà de 600 g environ, le ressort sort de son domaine d'élasticité.
- Raideur du ressort (loi de Hooke) : à l'équilibre $T = P$, soit $k \Delta\ell = m g$. Pour $m = 0,100 \text{ kg}$, la droite donne $\Delta\ell = 2,0 \text{ cm} = 0,020 \text{ m}$: $k = \frac{m g}{\Delta\ell} = \frac{0,100 \times 9,8}{0,020} = 49 \text{ N m}^{-1}$.
- **Masse du poisson** : $m = \frac{\Delta\ell}{a} = \frac{7,4}{0,020} = \boxed{370 \text{ g}}$ (lecture graphique identique). L'allongement $7,4 \text{ cm}$ est bien inférieur à 12 cm : le modèle s'applique.
- **Conclusion** : le poisson a une masse d'environ 370 g ; Mama NGO peut utiliser la loi $\Delta\ell = 0,020 m$ pour des masses comprises entre 0 g et 600 g environ (allongement inférieur à 12 cm). Au-delà, le ressort risque de se déformer définitivement.

COURS DE PHYSIQUE

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D | Durée : 4 h

LEÇON 3

MODULE 2 : Mouvements et interactions mécaniques • Chapitre 3 : Travail d'une force
Leçon 3 : Travail d'une force constante – Travail de la tension d'un ressort – Travail d'un couple de moment constant

Compétences visées

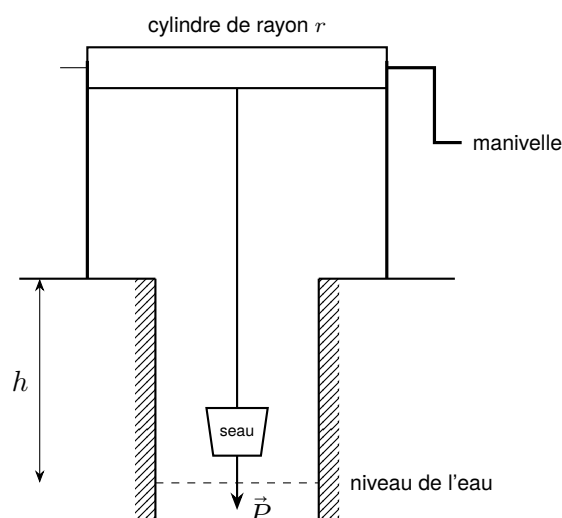
Famille de situations : Mouvements des objets de notre environnement (utilisation de machines simples).

Compétence visée par le chapitre : Analyser une situation d'utilisation d'une machine simple en exprimant puis en calculant le travail des forces et des couples de forces mis en jeu.

Compétence visée par la leçon : Exprimer et calculer le travail d'une force constante (dont le poids), de la tension d'un ressort à réponse linéaire et d'un couple de moment constant, puis exploiter ces résultats pour expliquer le fonctionnement d'une machine simple.

I. SITUATION DE VIE

Dans un village proche de Maroua, Mme FADIMATOU puise chaque matin l'eau d'un puits à l'aide d'un **treuil** : une corde s'enroule sur un cylindre horizontal de rayon $r = 10$ cm, que l'on fait tourner avec une manivelle. Le seau rempli a une masse $m = 15$ kg et doit être remonté d'une profondeur $h = 12$ m, à vitesse constante. Sa fille, élève de Première D, se demande quelle « quantité d'effort » sa mère fournit à chaque seau.



Tâche : Détermine le travail que Mme FADIMATOU doit fournir pour remonter un seau, ainsi que le nombre de tours de manivelle nécessaires. (On néglige la masse de la corde et les frottements; $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$.)

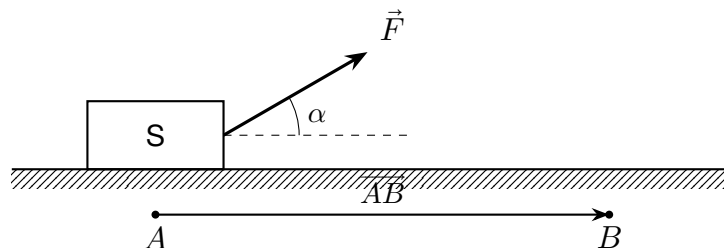
II. PRÉREQUIS

1. **Force** : action mécanique caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une intensité (en newtons, N). Forces usuelles : poids $\vec{P} = m\vec{g}$, réaction d'un support, tension d'un fil ou d'un ressort, force de frottement.
2. **Produit scalaire** de deux vecteurs : $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \|\vec{v}\| \cos(\vec{u}, \vec{v})$; en repère orthonormé, $\vec{u} \cdot \vec{v} = u_x v_x + u_y v_y + u_z v_z$.
3. **Tension d'un ressort** : $T = kx$ où x est l'allongement (ou le raccourcissement) et k la raideur ($\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$).
4. **Moment d'une force** par rapport à un axe Δ : $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = \pm F d$ (d : distance de l'axe à la droite d'action); **couple de forces** : deux forces opposées de droites d'action parallèles, de moment $\mathcal{M} = F d$.
5. **Angle en radians** : un tour = 2π rad; longueur d'un arc : $s = r \theta$.

III. ACTIVITÉS

Activité 1 : Le pousse-pousse du marché

Au marché Mboppi de Douala, un pousseur tire son pousse-pousse sur une route horizontale rectiligne avec une force $\vec{F}$ constante d'intensité $F = 200 \text{ N}$; la poignée fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. Le pousse-pousse se déplace de A vers B , avec $AB = 50 \text{ m}$.

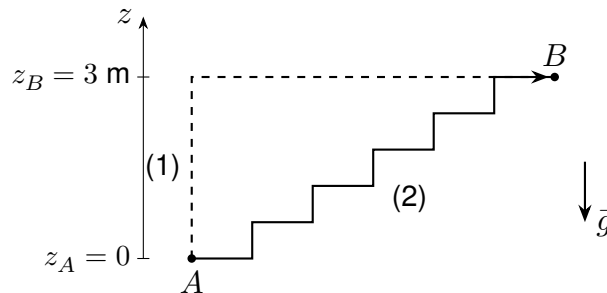


- 1) Décomposer $\vec{F}$ en une composante parallèle au déplacement et une composante perpendiculaire. Laquelle fait avancer le pousse-pousse ?
- 2) On appelle **travail** de $\vec{F}$ le produit $W = F_{\parallel} \times AB$. Montrer que $W = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$ et le calculer.
- 3) Que devient W si $\alpha = 90^\circ$? Si la force est opposée au déplacement ($\alpha = 180^\circ$) ?

Exploitation : 1) $F_{\parallel} = F \cos \alpha$ fait avancer le pousse-pousse; $F_{\perp} = F \sin \alpha$ ne le fait ni avancer ni reculer. 2) $W = F \cos \alpha \times AB = 200 \times 50 \times \cos 30^\circ = 8,66 \times 10^3 \text{ J}$. 3) $\alpha = 90^\circ$: $W = 0$ (la force ne travaille pas); $\alpha = 180^\circ$: $W = -F \cdot AB < 0$ (la force s'oppose au mouvement).

Activité 2 : Deux chemins pour monter une charge

Un sac de riz de masse $m = 25 \text{ kg}$ est monté d'un point A (au sol) à un point B situé $3,0 \text{ m}$ plus haut, soit (1) verticalement par une poulie, soit (2) par un escalier. On prend un axe Oz vertical ascendant.



1) Le poids $\vec{P}$ est constant. Écrire $\vec{P}$ et $\overrightarrow{AB}$ en coordonnées et calculer $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB}$.

2) Le résultat dépend-il du chemin suivi ?

Exploitation : 1) $\vec{P} = -mg\vec{k}$ et $\overrightarrow{AB} = (x_B - x_A)\vec{i} + (z_B - z_A)\vec{k}$, donc $W_{AB}(\vec{P}) = -mg(z_B - z_A) = mg(z_A - z_B) = 25 \times 9,8 \times (0 - 3,0) = -735 \text{ J}$. 2) Le résultat ne dépend que des altitudes de départ et d'arrivée : il est le même pour les deux chemins.

IV. RÉSUMÉ DU COURS

1. Travail d'une force constante

a) Déplacement rectiligne

Le travail d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application se déplace de A à B est le produit scalaire :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha \quad \text{avec } \alpha = (\vec{F}, \overrightarrow{AB})$$

Unité : le joule (J) ; $1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$.

$0 \leq \alpha < 90^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$
$W > 0$: travail moteur	$W = 0$: travail nul	$W < 0$: travail résistant

b) Déplacement quelconque

Si la force reste **constante** (même direction, même sens, même intensité), on a encore $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$: le travail ne dépend pas du chemin suivi entre A et B .

2. Travail du poids – force conservative

Avec un axe Oz **vertical ascendant** :

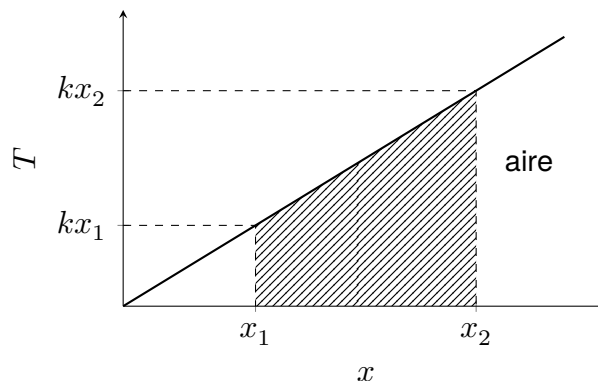
$$W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$$

- Si le corps descend ($z_B < z_A$) : $W > 0$ (moteur) ; s'il monte ($z_B > z_A$) : $W < 0$ (résistant). On écrit souvent $W = \pm mgh$, h étant la dénivellation.

- Le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi, mais seulement des altitudes de départ et d'arrivée : le poids est une **force conservative**.
- Au contraire, le travail d'une force de frottement d'intensité constante f , toujours opposée au mouvement, vaut $W = -f\ell$ où ℓ est la longueur du trajet : il dépend du chemin, la force de frottement est **non conservative**.
- La réaction normale d'un support, perpendiculaire au déplacement, a un travail nul.

3. Travail de la tension d'un ressort à réponse linéaire

Un ressort de raideur k exerce sur le solide accroché une tension $T = kx$ (x : allongement). Cette force n'est pas constante : son travail se calcule à partir de l'**aire** sous la courbe $T = f(x)$.



Quand l'allongement passe de x_1 à x_2 :

- travail de l'**opérateur** (force $F = kx$ qui déforme lentement le ressort) : $W(\vec{F}) = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$ (aire du trapèze) ;
- travail de la **tension du ressort** sur le solide (force de rappel, opposée à la déformation) :

$$W(\vec{T}) = -\frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$$

Cas particulier : à partir de la position de repos ($x_1 = 0$), $W(\vec{T}) = -\frac{1}{2}kx^2$. Ce travail ne dépend que des déformations initiale et finale : la tension d'un ressort est une force conservative.

4. Travail d'une force de moment constant – travail d'un couple

Pour un solide en rotation autour d'un axe fixe Δ , si le moment $\mathcal{M}_\Delta$ d'une force (ou d'un couple de forces) est constant, son travail lorsque le solide tourne d'un angle $\Delta\theta$ (en rad) est :

$$W = \mathcal{M}_\Delta \times \Delta\theta \quad \text{avec } \Delta\theta = 2\pi n \text{ pour } n \text{ tours}$$

$\mathcal{M}_\Delta$ en N·m, $\Delta\theta$ en rad, W en J. Exemple : force F tangente à une roue de rayon r : $\mathcal{M}_\Delta = Fr$ et le point d'application parcourt l'arc $s = r\Delta\theta$, d'où $W = Fs$.

À retenir

- Force constante : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cos \alpha$ (J).
- Poids : $W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$, indépendant du chemin (force conservative).

- Tension d'un ressort : $W(\vec{T}) = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$.
- Couple ou force de moment constant : $W = \mathcal{M}_\Delta \Delta\theta$.
- Un travail positif est moteur, un travail négatif est résistant.

V. RETOUR À LA SITUATION DE VIE

- **Forces sur le seau** : poids $\vec{P}$ (vertical, vers le bas) et tension $\vec{T}$ de la corde (verticale, vers le haut). Le seau monte à vitesse constante : $T = P = mg = 15 \times 9,8 = 147 \text{ N}$.
- **Travail du poids** pendant la montée ($z_B - z_A = +h$) : $W(\vec{P}) = -mgh = -147 \times 12 = -1764 \text{ J}$ (résistant).
- **Couple exercé par Mme FADIMATOU** : pour que le cylindre tourne régulièrement, le moment du couple qu'elle exerce compense celui de la tension de la corde : $\mathcal{M} = T \times r = 147 \times 0,10 = 14,7 \text{ N m}$.
- **Angle de rotation** : la corde enroulée a une longueur $h = r \Delta\theta$, d'où $\Delta\theta = \frac{h}{r} = \frac{12}{0,10} = 120 \text{ rad}$.
- **Travail fourni** : $W = \mathcal{M} \Delta\theta = 14,7 \times 120 = \boxed{1,76 \times 10^3 \text{ J}}$, soit exactement l'opposé du travail du poids (mgh).
- **Nombre de tours** : $n = \frac{\Delta\theta}{2\pi} = \frac{120}{2\pi} = 19,1$, soit **environ 19 tours** de manivelle (un peu plus de 19 tours).
- **Conclusion** : à chaque seau, Mme FADIMATOU fournit un travail d'environ 1,8 kJ en faisant environ 19 tours de manivelle. Le treuil ne diminue pas le travail à fournir, mais il permet de l'exercer de façon plus commode.

COURS DE PHYSIQUE

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D | Durée : 4 h

LEÇON 8

MODULE 3 : Optique • Chapitre 8 : Lentilles minces

Leçon 8 : Lentilles minces – Éléments caractéristiques – Conditions de Gauss – Construction des images

Compétences visées

Famille de situations : Éclairer, voir, être vu (obtention et caractérisation de l'image nette d'un objet lumineux).

Compétence visée par le chapitre : Prévoir les caractéristiques de l'image d'un objet lumineux donnée par une lentille mince ou un système de lentilles, et choisir une lentille en fonction de ses caractéristiques.

Compétence visée par la leçon : Reconnaître et classer une lentille mince, situer ses foyers, déterminer sa distance focale et sa vergence, puis construire l'image d'un objet et en donner les caractéristiques (nature, sens, taille, position).

I. SITUATION DE VIE

En rangeant la chambre de son grand-père à Bafang, Ngoufo retrouve deux paires de lunettes dont les étiquettes indiquent « $+2,5 \delta$ » et « $-2,5 \delta$ », mais elles se sont décollées. Il fait deux observations :

- à travers les verres de la paire n°1, les lettres d'un journal paraissent plus **grandes** et droites ; en plaçant un verre à 40 cm d'un mur, il obtient sur le mur une petite image nette et renversée du soleil qui entre par la fenêtre ;
- à travers les verres de la paire n°2, les lettres paraissent plus **petites** et droites ; il n'obtient aucune image du soleil sur le mur, quelle que soit la distance.

Tâche : Aide Ngoufo à attribuer la bonne étiquette à chaque paire de lunettes, en justifiant à l'aide des propriétés des lentilles et de constructions d'images.

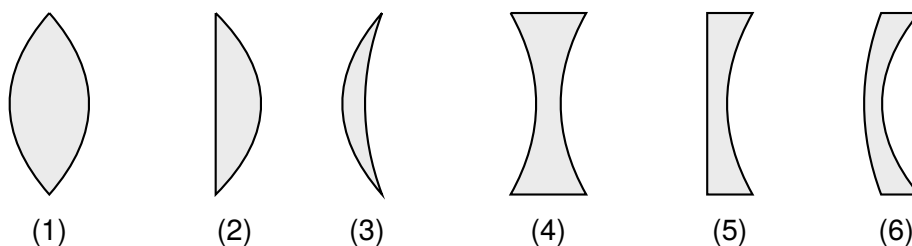
II. PRÉREQUIS

1. **Propagation rectiligne** de la lumière dans un milieu transparent et homogène ; modèle du **rayon lumineux** (Leçon 2).
2. **Réfraction** : changement de direction de la lumière à la traversée de la surface de séparation de deux milieux transparents (Seconde).
3. Un objet est **vu** lorsque la lumière qui en provient pénètre dans l'œil ; le cerveau interprète les rayons reçus comme venant en ligne droite.
4. **Mesure algébrique** : $\overline{AB}$ est positive si le vecteur $\overline{AB}$ a le sens de l'axe orienté, négative sinon.

III. ACTIVITÉS

Activité 1 : Des lentilles de formes différentes

Voici les sections de six lentilles :

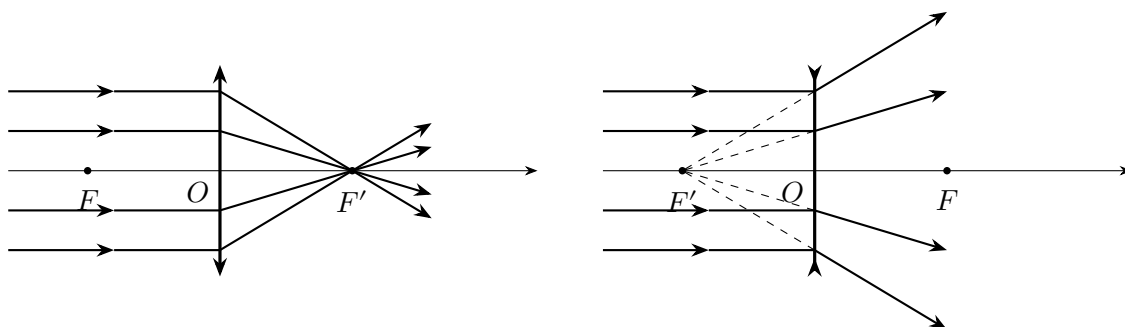


- 1) Classer ces lentilles en deux groupes selon l'épaisseur de leurs bords comparée à celle de leur centre.
- 2) On éclaire chacune d'elles avec un faisceau de lumière parallèle (lumière du soleil). Celles du premier groupe font converger la lumière, celles du second la font diverger. Nommer les deux groupes.

Exploitation : 1) Lentilles (1), (2), (3) : bords **minces**, centre épais ; lentilles (4), (5), (6) : bords **épais**, centre mince. 2) Les lentilles à bords minces sont **convergentes** ; les lentilles à bords épais sont **divergentes**.

Activité 2 : Où se croisent les rayons ?

On envoie sur une lentille convergente puis sur une lentille divergente un faisceau de rayons parallèles à l'axe principal :



- 1) Que deviennent les rayons émergents dans chaque cas ?

2) Un rayon passant par le centre O de la lentille est-il dévié ?

Exploitation : 1) Avec la lentille convergente, les rayons émergents passent tous par un même point F' de l'axe, le **foyer image** ; avec la lentille divergente, ils semblent tous provenir d'un point F' situé avant la lentille (prolongements en pointillés). 2) Un rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié.

IV. RÉSUMÉ DU COURS

1. Lentilles minces : définition et classification

Une **lentille** est un milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une au moins est sphérique. Elle est **mince** si son épaisseur au centre est petite devant les rayons de courbure de ses faces.

- **Lentilles convergentes** (bords minces) : biconvexe, plan-convexe, ménisque convergent. Symbole : un segment terminé par deux flèches dirigées vers l'extérieur.
- **Lentilles divergentes** (bords épais) : biconcave, plan-concave, ménisque divergent. Symbole : un segment terminé par deux flèches inversées.

2. Éléments caractéristiques

- **Axe principal** : axe de symétrie de la lentille ; il est orienté dans le sens de propagation de la lumière.
- **Centre optique** O : intersection de la lentille et de l'axe principal ; tout rayon passant par O n'est pas dévié.
- **Foyer principal image** F' : point de convergence (réelle ou virtuelle) des rayons émergents correspondant à des rayons incidents parallèles à l'axe principal.
- **Foyer principal objet** F : point de l'axe tel que tout rayon incident passant (réellement ou virtuellement) par F émerge parallèle à l'axe. F et F' sont symétriques par rapport à O .
- **Plans focaux** objet et image : plans perpendiculaires à l'axe en F et en F' .
- **Distance focale** : $f' = \overline{OF'}$ (en m) ; $f' > 0$ pour une lentille convergente, $f' < 0$ pour une lentille divergente.
- **Vergence** : $C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{\overline{OF'}}$; unité : la dioptrie ($1 \text{ d} = 1 \text{ m}^{-1}$).

3. Conditions de Gauss

Une lentille ne donne d'un point objet une image nette (stigmatisme approché) que si les rayons sont **peu inclinés** sur l'axe principal et passent **près du centre optique**. En pratique, on utilise des objets de petite taille, placés près de l'axe, et on diaphragme la lentille.

4. Marche de trois rayons particuliers

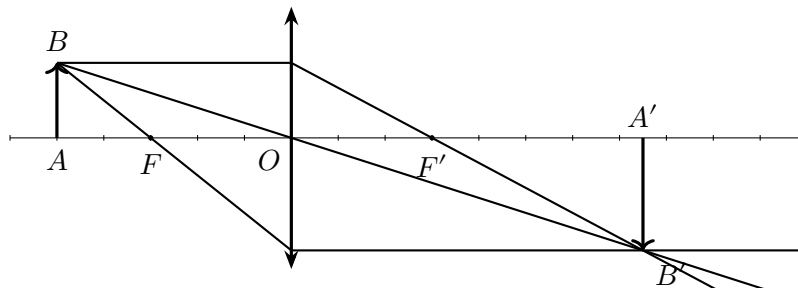
À retenir

1. Un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.
2. Un rayon incident parallèle à l'axe principal émerge en passant par le foyer image F' (convergente) ou en semblant provenir de F' (divergente).
3. Un rayon incident passant par le foyer objet F (ou dirigé vers F pour une divergente) émerge parallèle à l'axe principal.

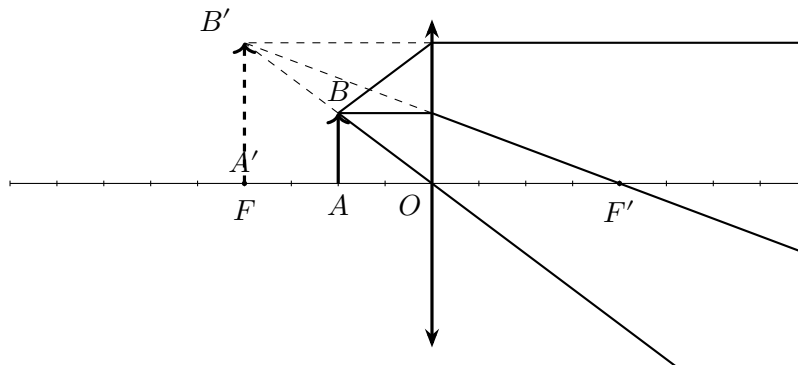
5. Construction de l'image d'un objet AB

Pour un objet AB perpendiculaire à l'axe, A sur l'axe, on trace deux des trois rayons particuliers issus de B : leur intersection (ou celle de leurs prolongements) donne B' ; A' est sur l'axe, à la verticale de B' .

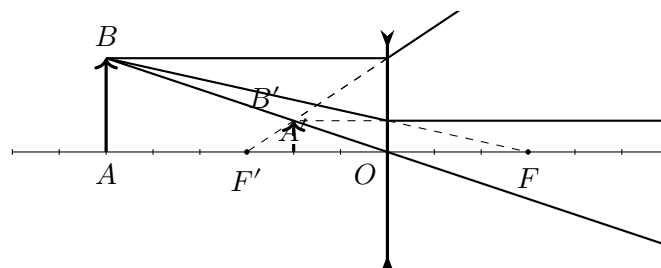
- **Lentille convergente, objet avant F :** image **réelle**, renversée, que l'on peut recueillir sur un écran (projecteur, appareil photo, œil).



- **Lentille convergente, objet entre F et O :** image **virtuelle**, droite, agrandie (principe de la loupe).



- **Lentille divergente, objet réel :** image toujours **virtuelle**, droite, plus petite que l'objet.



Une image **réelle** se forme à la sortie de la lentille (on peut la recueillir sur un écran); une image **virtuelle** se trouve à l'intersection des prolongements des rayons émergents (on la voit en regardant à travers la lentille).

6. Applications

Loupe, lunettes de vue, appareil photo, projecteur, microscope, lunette astronomique ; le cristallin de l'œil se comporte comme une lentille convergente.

V. RETOUR À LA SITUATION DE VIE

- **Paire n°1** : elle forme une image réelle du soleil sur le mur : les rayons parallèles venant du soleil convergent en un point du plan focal image. C'est une lentille **convergente**. De plus, les lettres placées entre F et O donnent une image virtuelle, droite et agrandie (effet loupe).
L'image nette du soleil (objet à l'infini) se forme dans le plan focal image : $f' = \overline{OF'} = 0,40 \text{ m}$, d'où $C = \frac{1}{0,40} = \boxed{+2,5 \delta}$.
- **Paire n°2** : aucune image réelle n'est possible et les lettres paraissent plus petites et droites : c'est une lentille **divergente**, qui donne toujours d'un objet réel une image virtuelle, droite et réduite (voir la 3^e construction). Sa vergence est négative : étiquette $\boxed{-2,5 \delta}$.
- **Conclusion** : l'étiquette « $+2,5 \delta$ » va sur la paire n°1 (verres de lecture d'un presbyte) et l'étiquette « $-2,5 \delta$ » sur la paire n°2 (verres de myope).

COURS DE PHYSIQUE

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D | Durée : 4 h

LEÇON 9

MODULE 3 : Optique • Chapitre 8 : Lentilles minces

Leçon 9 : Formules de conjugaison et de grandissement – Théorème des vergences –
Système de deux lentilles

Compétences visées

Famille de situations : Éclairer, voir, être vu (obtention et caractérisation de l'image nette d'un objet lumineux).

Compétence visée par le chapitre : Prévoir les caractéristiques de l'image d'un objet lumineux donnée par une lentille mince ou un système de lentilles, et choisir une lentille en fonction de ses caractéristiques.

Compétence visée par la leçon : Utiliser les formules de conjugaison et de grandissement et le théorème des vergences pour déterminer la position, la taille et la nature d'une image, ou pour choisir une lentille adaptée à un usage.

I. SITUATION DE VIE

Le club cinéma d'un lycée de Bamenda veut projeter des diapositives sur un écran placé à 4,0 m de l'objectif du projecteur. Chaque diapositive mesure 24 mm de haut, et l'image projetée doit mesurer 1,2 m de haut. Le magasin propose trois objectifs (assimilés à des lentilles minces convergentes) de distances focales 5 cm, 8 cm et 10 cm.

Tâche : Aide le club à choisir l'objectif adapté et indique à quelle distance de cet objectif il faut placer la diapositive.

II. PRÉREQUIS

- Éléments d'une lentille mince : centre optique O , foyers F et F' , distance focale $f' = \overline{OF'}$, vergence $C = \frac{1}{\overline{OF'}}$ (Leçon 8).
- Construction de l'image d'un objet AB à l'aide des rayons particuliers ; image réelle ou virtuelle (Leçon 8).
- Mesures algébriques :** sur un axe orienté dans le sens de la lumière, $\overline{OA} < 0$ si A est avant la lentille, $\overline{OA} > 0$ si A est après.
- Théorème de Thalès** et triangles semblables.

III. ACTIVITÉS

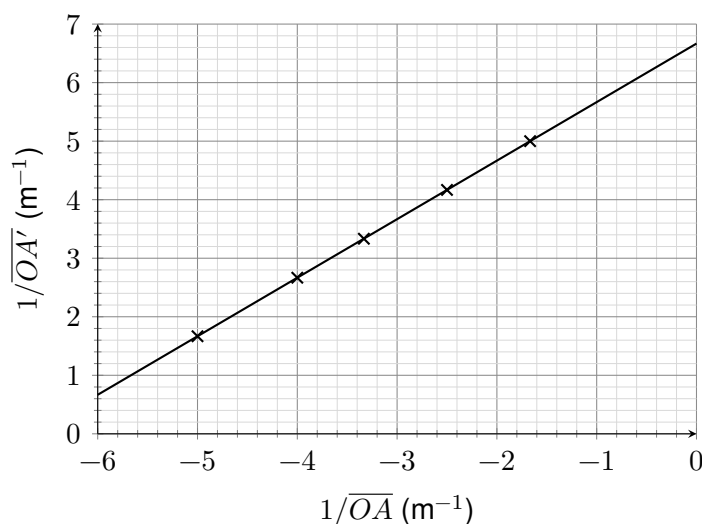
Activité 1 : Vérification expérimentale d'une relation

Sur un banc d'optique, une lentille convergente donne d'un objet AB une image nette sur un écran. On mesure :

$\overline{OA}$ (cm)	-20	-25	-30	-40	-60
$\overline{OA'}$ (cm)	60,0	37,5	30,0	24,0	20,0
$1/\overline{OA}$ (m ⁻¹)					
$1/\overline{OA'}$ (m ⁻¹)					

- 1) Compléter le tableau et tracer $\frac{1}{\overline{OA'}} = f \left(\frac{1}{\overline{OA}} \right)$.
- 2) Déterminer le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine de la droite obtenue. Conclure.

Exploitation : $1/\overline{OA}$: -5,0 ; -4,0 ; -3,3 ; -2,5 ; -1,7 ; $1/\overline{OA'}$: 1,7 ; 2,7 ; 3,3 ; 4,2 ; 5,0.



Les points sont alignés sur une droite de coefficient directeur **1** et d'ordonnée à l'origine $\approx 6,7 \text{ m}^{-1}$: $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + 6,7$. Or $C = \frac{1}{0,15} = 6,7 \text{ } \delta$: on retrouve $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$.

Activité 2 : Deux lentilles accolées

On accole deux lentilles convergentes de vergences $C_1 = +5,0 \text{ } \delta$ et $C_2 = +3,0 \text{ } \delta$. L'image du soleil donnée par l'ensemble se forme à 12,5 cm de celui-ci.

- 1) Calculer la vergence C de l'ensemble.
- 2) Comparer C à $C_1 + C_2$.

Exploitation : 1) Le soleil est à l'infini : son image est au foyer image, $f' = 0,125 \text{ m}$ et $C = \frac{1}{0,125} = 8,0 \text{ } \delta$. 2) $C = C_1 + C_2$: les vergences de lentilles accolées s'ajoutent.

IV. RÉSUMÉ DU COURS

1. Formule de conjugaison (relation de position)

L'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière, l'origine étant le centre optique O . Pour un objet A et son image A' :

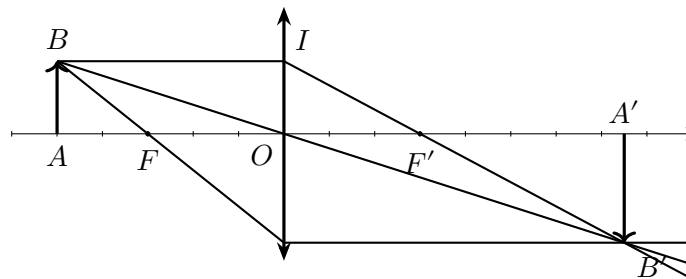
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = C$$

Les distances sont exprimées en mètres lorsque C est en dioptries.

Démonstration : sur la construction, les triangles OAB et $OA'B'$ sont semblables, ainsi que les triangles $F'OI$ et $F'A'B'$ (I : point d'incidence du rayon parallèle à l'axe, avec $\overline{OI} = \overline{AB}$) :

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{et} \quad \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'} - \overline{OF'}}{-\overline{OF'}}$$

En égalant et en divisant par $\overline{OA'}$, on obtient la formule de conjugaison.



2. Grandissement

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

- $\gamma < 0$: image **renversée** ; $\gamma > 0$: image **droite**.
- $|\gamma| > 1$: image **agrandie** ; $|\gamma| < 1$: image **réduite**.
- $\overline{OA'} > 0$: image **réelle** ; $\overline{OA'} < 0$: image **virtuelle**.

3. Théorème des vergences

À retenir

Plusieurs lentilles minces **accollées** (centres optiques pratiquement confondus) sont équivalentes à une lentille mince unique dont la vergence est la somme algébrique de leurs vergences :

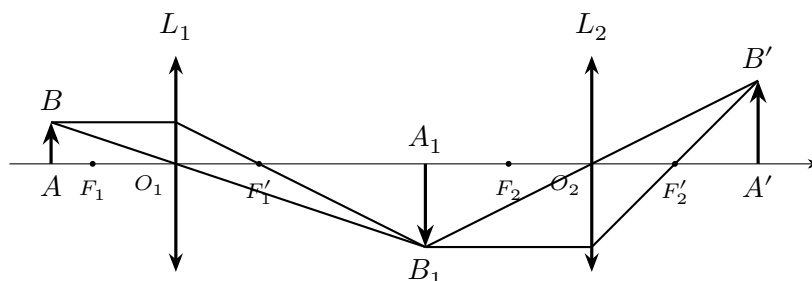
$$C = C_1 + C_2 + \dots$$

Application : on peut mesurer la vergence d'une lentille divergente en l'accollant à une lentille convergente plus puissante dont on connaît la vergence.

4. Système de deux lentilles non accolées

L'image A_1B_1 donnée par la première lentille L_1 sert d'objet pour la seconde L_2 , qui en donne l'image finale $A'B'$:

$$AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A'B' \quad \gamma = \gamma_1 \times \gamma_2$$



Exemple de la figure : $f'_1 = 2 \text{ cm}$, $f'_2 = 2 \text{ cm}$, $\overline{O_1O_2} = 10 \text{ cm}$, $\overline{O_1A} = -3 \text{ cm}$: A_1B_1 est réelle et renversée ($\gamma_1 = -2$) ; l'image finale est réelle et droite ($\gamma_2 = -1$, $\gamma = +2$).

5. Méthode de résolution

Étape 1 : Orienter l'axe, placer l'origine en O ; écrire les données en mesures algébriques (en m si C est en δ).

Étape 2 : Appliquer la formule de conjugaison pour trouver la grandeur inconnue ($\overline{OA'}$, $\overline{OA}$ ou C).

Étape 3 : Calculer le grandissement, puis la taille de l'image.

Étape 4 : Conclure sur la nature, le sens et la taille de l'image ; vérifier par une construction.

V. RETOUR À LA SITUATION DE VIE

- Image réelle (sur l'écran) et renversée : $\overline{OA'} = +4,0 \text{ m}$; $\overline{A'B'} = -1,2 \text{ m}$ pour $\overline{AB} = 0,024 \text{ m}$.
- Grandissement : $\gamma = \frac{-1,2}{0,024} = -50$; d'où $\overline{OA} = \frac{\overline{OA'}}{\gamma} = \frac{4,0}{-50} = -0,080 \text{ m}$.
- Formule de conjugaison : $C = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{-0,080} = 0,25 + 12,5 = 12,75 \text{ } \delta$, soit $f' = \frac{1}{12,75} = 0,0784 \text{ m} \approx \boxed{7,8 \text{ cm}}$.
- Conclusion** : l'objectif de 8 cm convient. La diapositive doit être placée la tête en bas, à environ $\boxed{8 \text{ cm}}$ de l'objectif (précisément $\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{0,080}$, soit $\overline{OA} = -8,2 \text{ cm}$ avec $f' = 8 \text{ cm}$, ce qui donne une image d'environ 1,17 m).

COURS DE PHYSIQUE

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D | Durée : 4 h

LEÇON 9

MODULE 3 : Optique • Chapitre 8 : Lentilles minces

Leçon 9 : Formules de conjugaison et de grandissement – Théorème des vergences –
Système de deux lentilles

Compétences visées

Famille de situations : Éclairer, voir, être vu (obtention et caractérisation de l'image nette d'un objet lumineux).

Compétence visée par le chapitre : Prévoir les caractéristiques de l'image d'un objet lumineux donnée par une lentille mince ou un système de lentilles, et choisir une lentille en fonction de ses caractéristiques.

Compétence visée par la leçon : Utiliser les formules de conjugaison et de grandissement et le théorème des vergences pour déterminer la position, la taille et la nature d'une image, ou pour choisir une lentille adaptée à un usage.

I. SITUATION DE VIE

Le club cinéma d'un lycée de Bamenda veut projeter des diapositives sur un écran placé à 4,0 m de l'objectif du projecteur. Chaque diapositive mesure 24 mm de haut, et l'image projetée doit mesurer 1,2 m de haut. Le magasin propose trois objectifs (assimilés à des lentilles minces convergentes) de distances focales 5 cm, 8 cm et 10 cm.

Tâche : Aide le club à choisir l'objectif adapté et indique à quelle distance de cet objectif il faut placer la diapositive.

II. PRÉREQUIS

- Éléments d'une lentille mince : centre optique O , foyers F et F' , distance focale $f' = \overline{OF'}$, vergence $C = \frac{1}{\overline{OF'}}$ (Leçon 8).
- Construction de l'image d'un objet AB à l'aide des rayons particuliers ; image réelle ou virtuelle (Leçon 8).
- Mesures algébriques :** sur un axe orienté dans le sens de la lumière, $\overline{OA} < 0$ si A est avant la lentille, $\overline{OA} > 0$ si A est après.
- Théorème de Thalès** et triangles semblables.

III. ACTIVITÉS

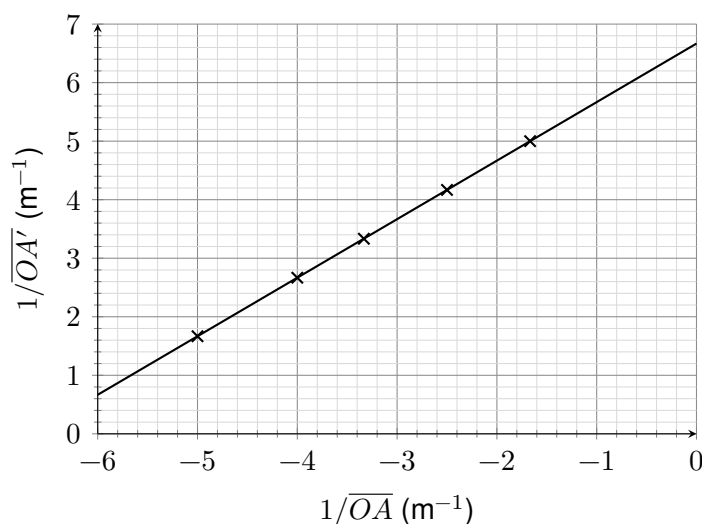
Activité 1 : Vérification expérimentale d'une relation

Sur un banc d'optique, une lentille convergente donne d'un objet AB une image nette sur un écran. On mesure :

$\overline{OA}$ (cm)	-20	-25	-30	-40	-60
$\overline{OA'}$ (cm)	60,0	37,5	30,0	24,0	20,0
$1/\overline{OA}$ (m ⁻¹)					
$1/\overline{OA'}$ (m ⁻¹)					

- 1) Compléter le tableau et tracer $\frac{1}{\overline{OA'}} = f \left(\frac{1}{\overline{OA}} \right)$.
- 2) Déterminer le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine de la droite obtenue. Conclure.

Exploitation : $1/\overline{OA}$: -5,0 ; -4,0 ; -3,3 ; -2,5 ; -1,7 ; $1/\overline{OA'}$: 1,7 ; 2,7 ; 3,3 ; 4,2 ; 5,0.



Les points sont alignés sur une droite de coefficient directeur **1** et d'ordonnée à l'origine $\approx 6,7 \text{ m}^{-1}$: $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + 6,7$. Or $C = \frac{1}{0,15} = 6,7 \delta$: on retrouve $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$.

Activité 2 : Deux lentilles accolées

On accole deux lentilles convergentes de vergences $C_1 = +5,0 \delta$ et $C_2 = +3,0 \delta$. L'image du soleil donnée par l'ensemble se forme à 12,5 cm de celui-ci.

- 1) Calculer la vergence C de l'ensemble.
- 2) Comparer C à $C_1 + C_2$.

Exploitation : 1) Le soleil est à l'infini : son image est au foyer image, $f' = 0,125 \text{ m}$ et $C = \frac{1}{0,125} = 8,0 \delta$. 2) $C = C_1 + C_2$: les vergences de lentilles accolées s'ajoutent.

IV. RÉSUMÉ DU COURS

1. Formule de conjugaison (relation de position)

L'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière, l'origine étant le centre optique O . Pour un objet A et son image A' :

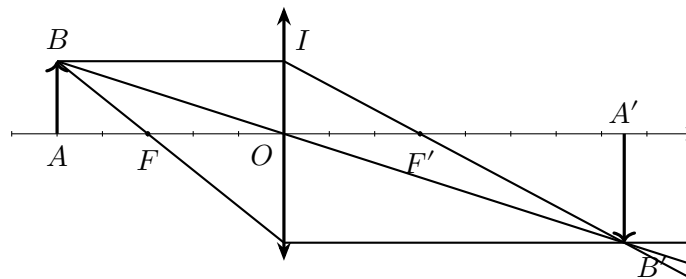
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = C$$

Les distances sont exprimées en mètres lorsque C est en dioptries.

Démonstration : sur la construction, les triangles OAB et $OA'B'$ sont semblables, ainsi que les triangles $F'OI$ et $F'A'B'$ (I : point d'incidence du rayon parallèle à l'axe, avec $\overline{OI} = \overline{AB}$) :

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{et} \quad \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'} - \overline{OF'}}{-\overline{OF'}}$$

En égalant et en divisant par $\overline{OA'}$, on obtient la formule de conjugaison.



2. Grandissement

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

- $\gamma < 0$: image **renversée** ; $\gamma > 0$: image **droite**.
- $|\gamma| > 1$: image **agrandie** ; $|\gamma| < 1$: image **réduite**.
- $\overline{OA'} > 0$: image **réelle** ; $\overline{OA'} < 0$: image **virtuelle**.

3. Théorème des vergences

À retenir

Plusieurs lentilles minces **accollées** (centres optiques pratiquement confondus) sont équivalentes à une lentille mince unique dont la vergence est la somme algébrique de leurs vergences :

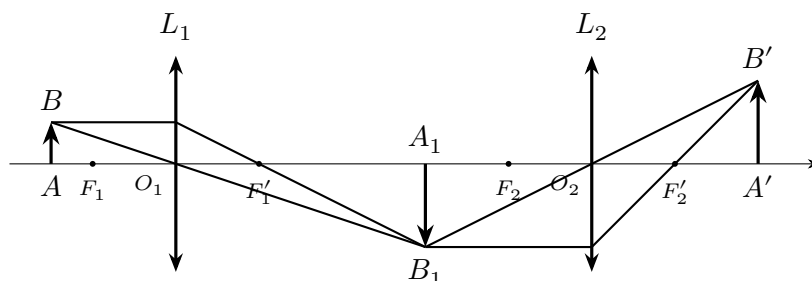
$$C = C_1 + C_2 + \dots$$

Application : on peut mesurer la vergence d'une lentille divergente en l'accollant à une lentille convergente plus puissante dont on connaît la vergence.

4. Système de deux lentilles non accolées

L'image A_1B_1 donnée par la première lentille L_1 sert d'objet pour la seconde L_2 , qui en donne l'image finale $A'B'$:

$$AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A'B' \quad \gamma = \gamma_1 \times \gamma_2$$



Exemple de la figure : $f'_1 = 2 \text{ cm}$, $f'_2 = 2 \text{ cm}$, $\overline{O_1O_2} = 10 \text{ cm}$, $\overline{O_1A} = -3 \text{ cm}$: A_1B_1 est réelle et renversée ($\gamma_1 = -2$) ; l'image finale est réelle et droite ($\gamma_2 = -1$, $\gamma = +2$).

5. Méthode de résolution

Étape 1 : Orienter l'axe, placer l'origine en O ; écrire les données en mesures algébriques (en m si C est en δ).

Étape 2 : Appliquer la formule de conjugaison pour trouver la grandeur inconnue ($\overline{OA'}$, $\overline{OA}$ ou C).

Étape 3 : Calculer le grandissement, puis la taille de l'image.

Étape 4 : Conclure sur la nature, le sens et la taille de l'image ; vérifier par une construction.

V. RETOUR À LA SITUATION DE VIE

- Image réelle (sur l'écran) et renversée : $\overline{OA'} = +4,0 \text{ m}$; $\overline{A'B'} = -1,2 \text{ m}$ pour $\overline{AB} = 0,024 \text{ m}$.
- Grandissement : $\gamma = \frac{-1,2}{0,024} = -50$; d'où $\overline{OA} = \frac{\overline{OA'}}{\gamma} = \frac{4,0}{-50} = -0,080 \text{ m}$.
- Formule de conjugaison : $C = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{-0,080} = 0,25 + 12,5 = 12,75 \text{ } \delta$, soit $f' = \frac{1}{12,75} = 0,0784 \text{ m} \approx \boxed{7,8 \text{ cm}}$.
- Conclusion** : l'objectif de 8 cm convient. La diapositive doit être placée la tête en bas, à environ $\boxed{8 \text{ cm}}$ de l'objectif (précisément $\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{0,080}$, soit $\overline{OA} = -8,2 \text{ cm}$ avec $f' = 8 \text{ cm}$, ce qui donne une image d'environ 1,17 m).

TRAVAUX DIRIGÉS N°1

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 1 : Mesure des grandeurs physiques et chimiques – Notion d'incertitude sur la mesure

Compétences visées

- Mesurer une grandeur physique avec un instrument et évaluer l'incertitude-type correspondante (types A et B).
- Exprimer le résultat d'une mesure sous la forme d'un intervalle de confiance, connaissant l'incertitude-type et le niveau de confiance.
- Exploiter un intervalle de confiance pour juger de la conformité d'un produit ou de la fiabilité d'un instrument.

Consignes : Les résultats numériques seront donnés avec leur unité. Sauf indication contraire, l'incertitude élargie est arrondie **par excès** à un chiffre significatif et la valeur mesurée est arrondie au même rang décimal.

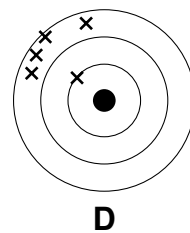
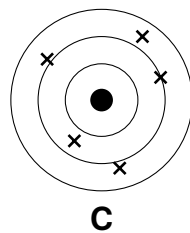
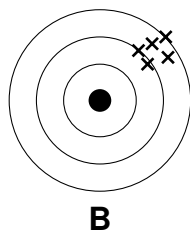
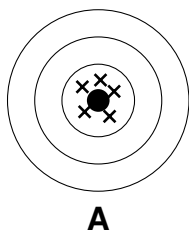
Données : coefficient d'élargissement k à 95 % : mesure unique $k = 2$; $n = 6$: $k = 2,57$; $n = 8$: $k = 2,36$.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

Exercice 1

1. Définir : incertitude-type ; intervalle de confiance ; instrument de mesure fidèle.
2. Donner l'expression de l'incertitude-type $u(\bar{x})$ d'une série de n mesures indépendantes (évaluation de type A) et préciser la signification de chaque terme.
3. Répondre par Vrai ou Faux :
 - 3.1. Une erreur systématique peut être réduite en augmentant le nombre de mesures.
 - 3.2. Plus le nombre de mesures est grand, plus l'incertitude-type sur la moyenne est petite.
 - 3.3. L'incertitude élargie a la même unité que la grandeur mesurée.
 - 3.4. Un instrument fidèle est forcément juste.
4. Choisir la bonne réponse. Pour un niveau de confiance de 95 % et un très grand nombre de mesures, le coefficient d'élargissement vaut : a) 1 b) environ 2 c) 3.
5. Quatre tireurs visent le centre d'une cible lors d'un concours de tir à l'arc à Garoua. Leurs impacts sont représentés ci-dessous. Le centre de la cible représente la valeur vraie et chaque

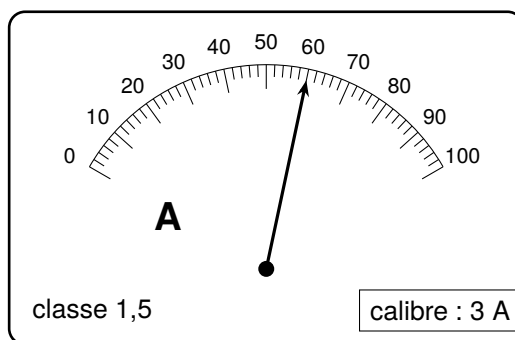
impact une mesure.



Pour chaque tireur (instrument), dire s'il est fidèle et s'il est juste. Lequel est précis ?

Exercice 2

- Donner le nombre de chiffres significatifs de chacune des valeurs : $0,0520 \text{ kg}$; $3,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$; $120,4 \text{ J}$.
- Trois élèves ont écrit leurs résultats ainsi :
 (a) $m = (12,3456 \pm 0,0237) \text{ g}$ (b) $L = (3,47 \pm 0,5) \text{ m}$ (c) $Q = (1520 \pm 42) \text{ J}$.
 Réécrire correctement chacun de ces résultats.
- Pour vérifier l'intensité du courant dans le circuit d'une lampe de chantier, un technicien d'ENEO utilise un ampèremètre à aiguille de classe 1,5, sur le calibre 3 A. Le cadran comporte 100 divisions. L'aiguille occupe la position représentée sur la figure ci-dessous.



- 3.1. Déterminer l'intensité I mesurée.
- 3.2. Calculer l'écart maximal Δ dû à l'appareil, puis l'incertitude-type $u(I)$.
- 3.3. Exprimer le résultat de la mesure avec un niveau de confiance de 95 % et calculer l'incertitude relative.
- Un élève mesure la longueur d'un banc de classe avec un mètre ruban gradué en millimètres et lit $L = 1,532 \text{ m}$. En considérant la seule incertitude de lecture d'une graduation d , $u(L) = \frac{d}{2\sqrt{3}}$, exprimer le résultat de la mesure à 95 %.

Exercice 3

Au laboratoire d'un lycée de Douala, huit groupes d'élèves déterminent, sur un banc d'optique, la distance focale f' d'une même lentille convergente. Ils obtiennent :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
f' (cm)	19,6	20,3	19,8	20,1	19,7	20,4	19,9	20,0

- Pourquoi les résultats des groupes sont-ils différents ? De quel type d'évaluation de l'incertitude s'agit-il ?

2. Calculer la valeur moyenne $\bar{f}'$.
3. Calculer l'écart-type expérimental s puis l'incertitude-type $u(\bar{f}')$.
4. Exprimer le résultat de la mesure de f' avec un niveau de confiance de 95 %.
5. Représenter l'intervalle de confiance sur un axe gradué (échelle : 1 cm pour 0,1 cm de distance focale, de 19,5 cm à 21,0 cm).
6. L'étiquette de la lentille indique une vergence $C = +4,8 \text{ } \delta$. Sachant que $C = \frac{1}{f'}$ (f' en m), placer la valeur de f' correspondante sur l'axe précédent et dire si l'étiquette est compatible avec la mesure.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

La coopérative des producteurs de cacao de Bokito livre des sacs dont la masse annoncée est $m_0 = 64,0 \text{ kg}$. Le contrat signé avec l'acheteur stipule qu'un sac est **conforme** si la masse m_0 appartient à l'intervalle de confiance à 95 % de la masse mesurée.

À la livraison, l'acheteur pèse six fois le même sac avec sa bascule mécanique et obtient :

Pesée	1	2	3	4	5	6
$m \text{ (kg)}$	63,2	63,6	63,4	63,8	63,3	63,5

L'acheteur déclare le sac non conforme et propose de baisser le prix. Le président de la coopérative conteste : « Votre bascule est fausse ! ». Le délégué départemental du commerce pèse alors une seule fois le même sac sur une balance électronique étalonnée : il lit $m_1 = 63,9 \text{ kg}$. Le constructeur de cette balance indique un écart maximal $\Delta = 0,1 \text{ kg}$ et $u = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$.

Tâche 1 : À l'aide des pesées de l'acheteur, dire si le sac doit être déclaré conforme ou non.

Tâche 2 : En exploitant la pesée du délégué, dire si le président de la coopérative a raison de contester. Préciser alors la qualité qui manque à la bascule de l'acheteur.

TRAVAUX DIRIGÉS N°1

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 2 : Notion de modèle – Exemples de modèles utilisés en sciences physiques

Compétences visées

- Formuler des hypothèses simplificatrices pour modéliser une situation.
- Établir, à partir de mesures et d'un graphique, une loi mathématique simple entre deux grandeurs.
- Utiliser un modèle (loi d'Ohm, loi de Hooke, loi des gaz parfaits) pour faire une prévision et en préciser le domaine de validité.

Données : $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$; constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$; $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Les graphiques demandés sont à tracer sur papier millimétré.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

Exercice 1

1. Définir : modèle ; loi physique ; domaine de validité d'une loi ; hypothèse simplificatrice.
2. Citer deux exemples de modèles descriptifs et deux exemples de modèles mathématiques utilisés en physique.
3. Répondre par Vrai ou Faux :
 - 3.1. Un modèle est une copie exacte de la réalité.
 - 3.2. La loi d'Ohm s'applique à tous les dipôles électriques.
 - 3.3. Si la représentation graphique de y en fonction de x est une droite passant par l'origine, alors y est proportionnelle à x .
 - 3.4. Dans la loi des gaz parfaits, la température s'exprime en degrés Celsius.
4. Relier chaque loi à une condition de validité :

Loi d'Ohm $U = RI$ •

Loi de Hooke $T = k \Delta \ell$ •

Loi $PV = nRT$ •

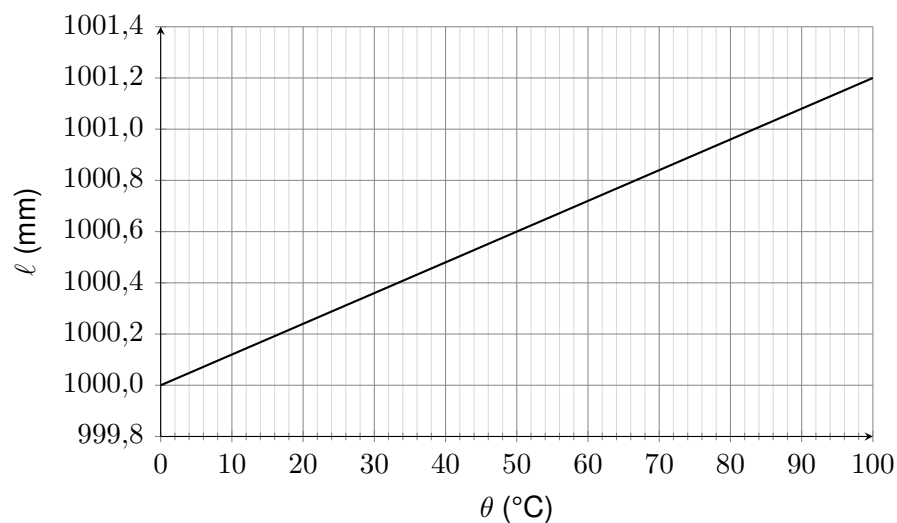
• Allongement limité au domaine d'élasticité

• Gaz sous faible pression

• Conducteur ohmique à température constante

Exercice 2

1. Une bouteille de 24,0 L contient de l'air sous la pression $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ à $\theta = 20^\circ\text{C}$. En considérant l'air comme un gaz parfait, calculer la quantité de matière n d'air contenue dans la bouteille.
2. Un ressort de raideur $k = 25 \text{ N m}^{-1}$ s'allonge de $\Delta\ell = 4,0 \text{ cm}$ lorsqu'on y suspend un objet. Calculer la tension du ressort, puis la masse de l'objet à l'équilibre.
3. Un conducteur ohmique de résistance $R = 220 \Omega$ est traversé par un courant d'intensité $I = 25 \text{ mA}$. Calculer la tension à ses bornes.
4. Le graphique ci-dessous représente la longueur ℓ d'un rail de chemin de fer de la CAMRAIL (portion d'essai) en fonction de sa température θ .



- 4.1. Quelle est la nature de la courbe ? ℓ est-elle proportionnelle à θ ? Justifier.
- 4.2. Déterminer graphiquement l'équation de la courbe sous la forme $\ell = a\theta + b$.
- 4.3. Prévoir la longueur du rail à 60°C .

Exercice 3

Un élève de Bertoua bouche l'orifice d'une pompe à vélo et comprime lentement l'air qu'elle contient, à température constante ($\theta = 27^\circ\text{C}$). Un manomètre indique la pression P pour différentes valeurs du volume V :

$V \text{ (cm}^3\text{)}$	100	80	60	50	40
$P \text{ (bar)}$	1,00	1,25	1,67	2,00	2,50
$1/V \text{ (cm}^{-3}\text{)}$					

1. Énoncer deux hypothèses simplificatrices faites au cours de cette expérience.
2. Compléter la dernière ligne du tableau (résultats avec 3 chiffres significatifs).
3. Tracer la courbe $P = f\left(\frac{1}{V}\right)$. Échelle : 1 cm pour $0,002 \text{ cm}^{-3}$; 1 cm pour 0,25 bar.
4. En déduire la relation entre P et V ; nommer la loi ainsi établie.
5. Prévoir la pression lorsque le volume est réduit à 25 cm^3 .
6. Calculer la quantité de matière d'air enfermée dans la pompe.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Un électricien du quartier Mokolo à Yaoundé doit choisir les fusibles de protection d'un appareil qui contient un résistor (composant A) et une petite lampe à incandescence (composant B). Il relève, pour chacun, l'intensité I du courant en fonction de la tension U :

U (V)	0	2	4	6	8	10
I_A (mA)	0	40	81	119	160	200
I_B (mA)	0	170	260	320	370	410

Pour la lampe, l'électricien raisonne ainsi : « Sous 2 V, $R = \frac{U}{I} = \frac{2}{0,170} = 11,8 \Omega$. Donc, sous 6 V, la lampe sera traversée par $I = \frac{6}{11,8} = 0,51 \text{ A}$. »

Tâche 1 : À l'aide d'une représentation graphique, dire lequel des deux composants peut être modélisé par la loi d'Ohm et déterminer, le cas échéant, sa résistance.

Tâche 2 : Dire si le raisonnement de l'électricien pour la lampe est correct ; sinon, donner la bonne valeur de l'intensité sous 6 V, et expliquer son erreur.

TRAVAUX DIRIGÉS N°1

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 3 : Travail d'une force constante – Travail de la tension d'un ressort
– Travail d'un couple de moment constant

Compétences visées

- Exprimer et calculer le travail d'une force constante, du poids, d'une force de frottement.
- Calculer le travail de la tension d'un ressort et celui d'un couple de moment constant.
- Exploiter ces travaux pour analyser le fonctionnement d'une machine simple.

Donnée : $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$. Les résultats seront donnés avec 3 chiffres significatifs au plus.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

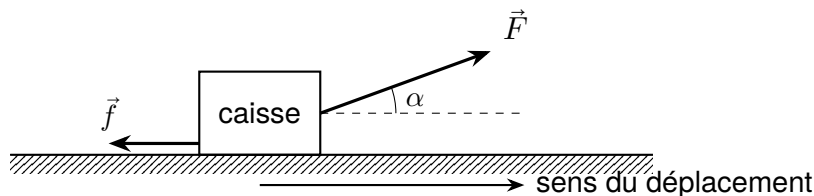
Exercice 1

1. Définir : travail moteur ; travail résistant ; force conservative.
2. Donner l'expression du travail :
 - 2.1. d'une force constante $\vec{F}$ au cours d'un déplacement rectiligne AB ;
 - 2.2. du poids d'un corps qui passe de l'altitude z_A à l'altitude z_B (axe vertical ascendant) ;
 - 2.3. d'un couple de moment $\mathcal{M}$ constant lorsque le solide tourne de n tours.Préciser les unités de chaque grandeur.
3. Répondre par Vrai ou Faux :
 - 3.1. Le travail de la réaction normale d'un support plan est toujours nul.
 - 3.2. Le travail d'une force de frottement dépend du chemin suivi.
 - 3.3. Lorsqu'un objet descend, le travail de son poids est négatif.
 - 3.4. Le joule est équivalent au newton-mètre.
4. Choisir la bonne réponse. Le travail de la tension d'un ressort de raideur k dont l'allongement passe de 0 à x est : a) $\frac{1}{2}kx^2$ b) $-\frac{1}{2}kx^2$ c) $-kx^2$.

Exercice 2

1. Un manutentionnaire tire une caisse de 40 kg sur un sol horizontal, sur une distance $d = 12 \text{ m}$, à l'aide d'une corde qui fait un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale et exerce une force constante

$F = 150 \text{ N}$. Les frottements sont équivalents à une force constante $f = 100 \text{ N}$ opposée au déplacement.

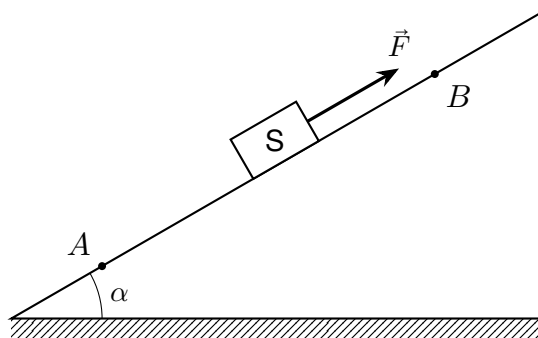


Calculer le travail de chacune des forces appliquées à la caisse (poids, réaction normale, force $\vec{F}$, force de frottement) et préciser leur nature.

- Un enfant de 30 kg descend un toboggan du jardin public de Yaoundé, d'un point situé $2,5 \text{ m}$ au-dessus du sol jusqu'au sol. Calculer le travail de son poids. Ce travail serait-il différent si le toboggan était en spirale ? Justifier.
- Un ressort de raideur $k = 40 \text{ N m}^{-1}$ est allongé lentement de 0 cm à $5,0 \text{ cm}$, puis de $5,0 \text{ cm}$ à $10,0 \text{ cm}$. Calculer le travail de l'opérateur pour chacune des deux étapes. Commenter.
- Le moteur d'un moulin à maïs exerce un couple moteur de moment constant $\mathcal{M} = 2,5 \text{ N m}$. Calculer le travail de ce couple lorsque l'axe du moulin effectue 300 tours.

Exercice 3

Un solide S de masse $m = 2,0 \text{ kg}$ est tiré du point A au point B d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ sur l'horizontale, avec $AB = L = 4,0 \text{ m}$. La force motrice $\vec{F}$ est parallèle à la ligne de plus grande pente, d'intensité $F = 15 \text{ N}$. Les frottements sont équivalents à une force $\vec{f}$ parallèle au plan, opposée au déplacement, d'intensité $f = 3,0 \text{ N}$.



- Faire l'inventaire des forces appliquées au solide et les représenter sur un schéma.
- Calculer la dénivellation h entre A et B .
- Calculer le travail de chaque force entre A et B .
- Calculer la somme des travaux de toutes les forces. Ce résultat est-il positif ou négatif ?

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Dans un garage de Ngaoundéré, un mécanicien utilise un cric à vis à manivelle pour soulever l'avant d'une voiture afin de changer une roue. Le cric doit soulever une charge équivalente à une force verticale de 4000 N d'une hauteur de 15 cm . À chaque tour de manivelle, la tête du cric s'élève de $2,0 \text{ mm}$. Le mécanicien exerce sur la manivelle un couple de moment constant

$$\mathcal{M} = 3,0 \text{ N m.}$$

Son apprenti affirme : « Le cric est une machine magique : il nous fait gagner du travail ! »

Tâche 1 : Déterminer le nombre de tours de manivelle nécessaires et le travail fourni par le mécanicien.

Tâche 2 : En comparant ce travail au travail nécessaire pour soulever la charge, dire si l'affirmation de l'apprenti est exacte. Expliquer ce que devient la partie du travail qui ne sert pas à soulever la voiture et l'intérêt réel du cric.

TD DE SYNTHÈSE – MODULE 2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 3 H • Module 2 : Mouvements et interactions mécaniques (Leçons 3 à 7 : travail, puissance, énergie cinétique, énergie mécanique, quantité de chaleur)

Compétences visées

- Analyser l'utilisation d'une machine simple et un mouvement en exploitant le travail, la puissance et les énergies cinétique, potentielle et mécanique.
- Analyser une situation de freinage ou d'échange thermique de la vie courante et proposer une solution.

Données : $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$; $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $c_{\text{fer}} = 460 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; référentiel terrestre supposé galiléen.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

Exercice 1

Répondre par Vrai ou Faux en justifiant.

1. Le travail d'une force de frottement est toujours négatif.
2. Un moteur qui fournit 3 kJ en 2 s est plus puissant qu'un moteur qui fournit 5 kJ en 4 s.
3. L'énergie cinétique d'un volant qui tourne deux fois plus vite est doublée.
4. Au cours d'une chute libre, l'énergie mécanique se conserve.
5. Lorsqu'un glaçon fond dans un verre d'eau, la température de l'eau augmente.

Exercice 2

Un treuil électrique hisse une caisse de 100 kg, à la vitesse constante de $0,50 \text{ m s}^{-1}$, le long d'une rampe rectiligne de longueur $L = 10 \text{ m}$ inclinée de 20° sur l'horizontale. Le câble est parallèle à la rampe; les frottements équivalent à une force constante $f = 150 \text{ N}$ opposée au mouvement. Le câble s'enroule sur un tambour de rayon $r = 20 \text{ cm}$.

1. Faire l'inventaire des forces appliquées à la caisse et les représenter.
2. Calculer la tension du câble.
3. Calculer le travail de chaque force sur toute la rampe; vérifier que leur somme est nulle et justifier.

4. Calculer la puissance développée par le câble, puis le moment du couple moteur et la vitesse angulaire du tambour.

Exercice 3

Un ressort horizontal de raideur $k = 400 \text{ N m}^{-1}$ est comprimé de 10 cm par un solide de masse $m = 0,50 \text{ kg}$. Libéré, le solide quitte le ressort au repos en O , traverse une zone horizontale rugueuse OP de longueur 1,0 m où s'exerce une force de frottement constante $f = 0,50 \text{ N}$, puis monte sans frottement une rampe inclinée.

1. Calculer l'énergie potentielle élastique initiale du système.
2. Calculer la vitesse du solide en O , puis en P .
3. Calculer la hauteur maximale atteinte sur la rampe.
4. Le solide redescend : s'arrêtera-t-il sur la zone rugueuse ou atteindra-t-il le ressort ? Justifier par un calcul.

Exercice 4

Le volant d'une machine-outil, de moment d'inertie $J_{\Delta} = 2,0 \text{ kg m}^2$, tourne à 1200 tr/min. On coupe le moteur et on applique un frein qui exerce un couple résistant de moment constant 40 N m.

1. Calculer l'énergie cinétique du volant au moment du freinage.
2. Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer l'angle de rotation et le nombre de tours effectués avant l'arrêt.
3. Calculer la puissance du couple de freinage au début du freinage.
4. Toute l'énergie dissipée chauffe le disque de frein en fer de masse 3,0 kg. Calculer l'élévation de sa température.

Exercice 5

1. L'eau d'une chute haute de 100 m tombe au pied de la chute. En supposant que toute l'énergie potentielle perdue est convertie en énergie thermique reçue par l'eau, calculer l'élévation de température de l'eau. Commenter.
2. Une voiture de 1000 kg roulant à 72 km/h freine jusqu'à l'arrêt sur une route horizontale. Toute son énergie cinétique est transformée en chaleur dans les quatre disques de frein en fer, de masse totale 8,0 kg. Calculer l'élévation de température des disques. Pourquoi les freins « chauffent-ils » dans une longue descente ?

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : le freinage d'urgence d'une moto-taxi

Une moto-taxi et ses deux occupants (masse totale 200 kg) roulent à 72 km/h sur une route horizontale de Bafoussam. Le conducteur aperçoit un enfant qui traverse à 30 m devant lui. Son temps de réaction est de 0,50 s ; lorsqu'il freine, la route exerce sur la moto une force de freinage constante de 1600 N.

Tâche : Dire si le conducteur peut s'arrêter avant d'atteindre l'enfant, puis déterminer la vitesse maximale qu'il aurait dû respecter pour s'arrêter à temps.

Compétence 2 : le foyer amélioré

Une ONG fait la promotion des foyers améliorés dans les villages de l'Extrême-Nord. Une famille fait bouillir trois fois par jour 5,0 L d'eau prise à 25 °C. La combustion de 1 kg de bois sec libère 16 MJ. Le foyer traditionnel « trois pierres » transmet 10 % de cette énergie à l'eau ; le foyer amélioré en transmet 25 %.

Tâche : Évaluer la masse de bois que la famille économiserait en un mois de 30 jours en adoptant le foyer amélioré, et expliquer pourquoi ce foyer a un meilleur rendement.

TD DE SYNTHÈSE – CHAPITRE 8

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 3 H • Chapitre 8 : Lentilles minces (Leçons 8 et 9)

Compétences visées

- Prévoir, par construction et par le calcul, les caractéristiques de l'image d'un objet donnée par une lentille mince ou un ensemble de lentilles.
- Choisir une lentille et la positionner en fonction d'un usage (projection, lecture).

L'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière ; conditions de Gauss.
Les constructions et graphiques sont à réaliser sur papier millimétré.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

1. Définir : foyer principal objet ; distance focale ; grandissement.
2. Énoncer les trois règles de construction des rayons particuliers pour une lentille divergente.
3. Écrire la formule de conjugaison et le théorème des vergences.
4. Citer deux instruments utilisant une image réelle et un instrument utilisant une image virtuelle.

Exercice 2

Répondre par Vrai ou Faux en justifiant.

1. Une lentille plan-concave est convergente.
2. Une lentille convergente donne toujours une image réelle.
3. Une vergence de $+4 \text{ } \delta$ correspond à une distance focale de 25 cm.
4. Lorsque l'objet se rapproche du foyer objet d'une lentille convergente, l'image réelle s'éloigne de la lentille et grandit.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

Un objet AB de hauteur $5,0\text{ cm}$ est placé à 15 cm devant une lentille de vergence $+5,0\text{ }\delta$.

1. Construire l'image à l'échelle 1 cm pour 10 cm .
2. Calculer la position et la taille de l'image ; comparer avec la construction.
3. Donner les caractéristiques de l'image. Quel est le rôle joué ici par la lentille ?

Exercice 4

Un objet lumineux et un écran sont fixés à $D = 100\text{ cm}$ l'un de l'autre. Entre eux, on déplace une lentille convergente : on obtient une image nette pour deux positions de la lentille, distantes de $d = 60\text{ cm}$.

1. On admet que la distance focale est donnée par $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$. La calculer.
2. Les deux positions sont à 20 cm et à 80 cm de l'objet. Vérifier, à l'aide de la formule de conjugaison, que chacune donne bien une image nette sur l'écran.
3. Calculer le grandissement dans chaque cas. Commenter.

Exercice 5

Avec une lentille convergente, des élèves mesurent la position $\overline{OA'}$ de l'image et le grandissement γ pour différentes positions de l'objet :

$\overline{OA'}$ (cm)	15	20	30	40	50
γ	-0,50	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0

1. À partir des formules de conjugaison et de grandissement, montrer que $\gamma = 1 - \frac{\overline{OA'}}{f'}$.
2. Tracer $\gamma = f'(\overline{OA'})$. Échelle : 1 cm pour 5 cm ; 2 cm pour une unité de γ .
3. En déduire graphiquement la distance focale de la lentille.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : le projecteur de la salle polyvalente

Pour la journée culturelle d'un lycée de Maroua, on veut projeter sur un écran situé à $5,0\text{ m}$ de l'objectif des diapositives de 36 mm de largeur. L'image doit avoir une largeur d'environ $1,8\text{ m}$. On dispose de trois objectifs de distances focales 5 cm , 10 cm et 15 cm .

Tâche : Choisir l'objectif le mieux adapté, préciser à quelle distance de lui placer la diapositive et la largeur réelle de l'image obtenue.

Compétence 2 : lire avec une loupe et des lunettes

Un grand-père presbyte de Dschang lit son journal avec une loupe de vergence $+10 \delta$. Il voit les lettres nettement lorsque leur image virtuelle se forme à 25 cm devant la loupe (son œil étant collé contre celle-ci). Son petit-fils lui conseille de garder ses lunettes de vergence $+2,5 \delta$, accolées à la loupe.

Tâche : Comparer, avec et sans les lunettes, la distance à laquelle il doit placer le journal et la taille apparente des lettres, puis dire si le conseil du petit-fils est intéressant.

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 10 : L'œil réduit – Accommodation – Punctum proximum et punctum remotum

Compétences visées

- Calculer les caractéristiques de l'œil réduit, des diamètres apparents et exploiter la variation de l'amplitude d'accommodation avec l'âge.
- Utiliser ces notions pour organiser une salle de classe et expliquer les difficultés de lecture d'une personne âgée.

Données : $OR = 17 \text{ mm}$; pouvoir séparateur $\varepsilon = 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$; diamètre de la Lune : 3476 km ; distance Terre–Lune : $3,84 \times 10^5 \text{ km}$.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

Recopier et compléter le texte :

« L'œil réduit est constitué d'une lentille de vergence, d'un qui représente l'iris et d'un écran qui représente la Pour voir un objet de plus en plus proche, l'œil : sa vergence Le point le plus proche vu nettement est le ; le point le plus éloigné vu nettement, l'œil étant au, est le »

Exercice 2

Choisir la bonne réponse.

1. L'œil normal au repos a une vergence : a) maximale b) minimale c) nulle.
2. Lorsqu'on regarde un objet de plus en plus proche, le cristallin : a) s'aplatit b) se bombe c) recule.
3. L'amplitude d'accommodation d'un œil dont le PP est à 20 cm et le PR à l'infini vaut : a) $0,2 \delta$ b) 2δ c) 5δ .
4. L'amplitude d'accommodation, avec l'âge : a) augmente b) diminue c) reste constante.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

L'œil d'un enfant a son PR à l'infini et son PP à 8,0 cm.

1. Calculer les vergences minimale et maximale de son œil réduit.
2. Calculer son amplitude d'accommodation.
3. Entre quelles distances l'enfant voit-il nettement ?

Exercice 4

1. Calculer le diamètre apparent de la Lune vue de la Terre.
2. Calculer le diamètre de l'image de la Lune sur la rétine.
3. Deux cratères de la Lune distants de 50 km peuvent-ils être distingués à l'œil nu ? Justifier.

Exercice 5

Le tableau donne l'amplitude d'accommodation moyenne A de l'œil humain en fonction de l'âge :

Âge (ans)	10	20	30	40	50	60
A (δ)	14	10	7,0	4,5	2,0	1,0

1. Tracer la courbe $A = f(\text{âge})$. Échelle : 1 cm pour 5 ans ; 1 cm pour 1 δ .
2. Pour un œil dont le PR est à l'infini, exprimer la distance du PP en fonction de A .
3. Lire graphiquement l'âge à partir duquel le PP s'éloigne au-delà de 25 cm.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : organiser la salle de classe

Dans une salle de classe d'un lycée de Garoua, longue de 12 m, l'enseignante écrit au tableau des lettres dont l'écart entre deux traits voisins vaut en moyenne 3,0 mm. Pour qu'un texte soit lu sans effort, on admet que cet écart doit être vu sous un angle au moins égal à 2ε pour un élève à la vue normale. Un élève dont la vue est deux fois moins bonne a un pouvoir séparateur de 2ε .

Tâche : Dire si les élèves du fond de la classe peuvent lire sans effort, puis proposer la place de l'élève à la vue moins bonne et l'écart minimal à adopter entre les traits pour que toute la classe lise sans effort.

Compétence 2 : grand-père tend les bras

Grand-père NDJOCK, 50 ans, n'a jamais porté de lunettes : il voit très bien de loin (PR à l'infini). Mais, pour lire la Bible, il tend de plus en plus les bras et dit que « les lettres sont devenues trop petites ». Ses bras lui permettent de tenir le livre au plus à 60 cm de ses yeux.

Tâche : En utilisant les données de l'exercice 5, expliquer pourquoi grand-père tend les bras, et dire s'il pourra encore lire sans lunettes dans dix ans.

TRAVAUX DIRIGÉS N°1

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 9 : Formules de conjugaison et de grandissement – Théorème des vergences

Compétences visées

- Utiliser les formules de conjugaison et de grandissement pour déterminer la position, la taille et la nature d'une image, et déterminer expérimentalement la vergence d'une lentille.
- Choisir et positionner une lentille ou un ensemble de lentilles accolées pour un usage donné (photocopie, photographie rapprochée).

Sauf indication contraire, l'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière et les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss. Les graphiques sont à tracer sur papier millimétré.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

1. Écrire la formule de conjugaison d'une lentille mince et préciser la signification de chaque terme.
2. Définir le grandissement et donner ses deux expressions.
3. Énoncer le théorème des vergences et préciser sa condition d'application.
4. Pour un système de deux lentilles non accolées, quel rôle joue l'image donnée par la première lentille ?

Exercice 2

Répondre par Vrai ou Faux en justifiant.

1. Si $\overline{OA'} < 0$, l'image est réelle.
2. Un grandissement $\gamma = -3$ correspond à une image renversée et trois fois plus grande que l'objet.
3. Deux lentilles accolées de vergences $+4 \delta$ et -4δ se comportent comme une lame à faces

parallèles.

4. Le grandissement d'un système de deux lentilles est la somme des grandissements de chaque lentille.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

Un objet AB de hauteur 5,0 cm est placé à 30 cm devant une lentille convergente de distance focale 10 cm.

1. Calculer la position de l'image $A'B'$.
2. Calculer le grandissement, puis la taille de l'image.
3. Donner les caractéristiques de l'image et vérifier par une construction à l'échelle 1 cm pour 5 cm.

Exercice 4

Un objet AB de hauteur 2,0 cm est placé à 30 cm devant une lentille de vergence $-5,0 \text{ } \delta$.

1. Quelle est la nature de cette lentille ? Calculer sa distance focale.
2. Déterminer la position et la taille de l'image. Donner ses caractéristiques.

Exercice 5

Pour déterminer la vergence d'une lentille convergente, un groupe d'élèves du lycée de Kumba mesure, sur un banc d'optique, la position de l'image nette d'un objet pour différentes positions de celui-ci :

$\overline{OA}$ (cm)	-25	-30	-40	-50	-60
$\overline{OA'}$ (cm)	99	61	40	33	30

1. Calculer $\frac{1}{\overline{OA}}$ et $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en m^{-1} pour chaque mesure.
2. Tracer la courbe $\frac{1}{\overline{OA'}} = f\left(\frac{1}{\overline{OA}}\right)$. Échelle : 2 cm pour 1 m^{-1} sur chaque axe.
3. Montrer que l'allure de la courbe est en accord avec la formule de conjugaison.
4. En déduire graphiquement la vergence et la distance focale de la lentille.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : la photocopieuse

Dans un cybercafé de Douala, l'objectif d'une photocopieuse est assimilé à une lentille mince convergente de distance focale 20 cm. L'image du document se forme sur un tambour photosensible. Pour une copie à 100 % (même taille), le technicien place document et tambour à 80 cm l'un de l'autre. Un client demande un agrandissement à 150 %.

Tâche : Justifier le réglage du technicien pour la copie à 100 %, puis indiquer où il doit placer le document et le tambour par rapport à l'objectif pour l'agrandissement demandé.

Compétence 2 : photographier un insecte avec un téléphone

L'objectif du téléphone de Junior est assimilé à une lentille convergente de distance focale 4,0 mm, le capteur étant fixé dans le plan focal image. Junior veut photographier une coccinelle de 8,0 mm de long. Il achète une lentille « macro » à clip, de vergence $+25 \delta$, qu'il accole à l'objectif.

Tâche : Déterminer à quelle distance de l'objectif Junior doit placer la coccinelle pour obtenir une photo nette avec la lentille macro, et calculer la taille de l'image de la coccinelle sur le capteur.

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 9 : Formules de conjugaison et de grandissement – Théorème des vergences – Système de deux lentilles

Compétences visées

- Déterminer une distance focale, l'image donnée par un système de deux lentilles et la vergence d'une lentille divergente par accollement.
- Exploiter les formules des lentilles pour juger de la qualité d'une photographie et vérifier l'étiquette de lunettes, en tenant compte des incertitudes de mesure.

L'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière; les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

Recopier et compléter :

- Dans la formule de conjugaison, les distances sont des; elles s'expriment en lorsque la vergence est en dioptries.
- Une image est renversée lorsque le grandissement est; elle est agrandie lorsque
- Lorsque des lentilles minces sont, la vergence de l'ensemble est égale à la de leurs vergences.
- Le grandissement d'un système de deux lentilles est égal au des grandissements.

Exercice 2

Choisir la bonne réponse.

- Un objet placé au foyer objet d'une lentille convergente donne une image : a) en F' b) à l'infini c) en O .

2. Deux lentilles accolées de vergences $+8 \delta$ et -3δ équivalent à une lentille de distance focale :
a) 20 cm b) 9,1 cm c) -20 cm.
3. Pour une lentille convergente, si $\overline{OA} = -2f'$, alors γ vaut : a) -2 b) -1 c) $-0,5$.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

Une lentille donne d'un objet réel placé à 12 cm devant elle une image réelle située à 24 cm derrière elle.

1. Calculer la vergence et la distance focale de la lentille. Préciser sa nature.
2. Calculer le grandissement. L'objet mesurant 1,5 cm, donner la taille et le sens de l'image.

Exercice 4

Un système optique est formé de deux lentilles convergentes L_1 ($f'_1 = 20$ cm) et L_2 ($f'_2 = 10$ cm) de même axe, avec $\overline{O_1O_2} = 80$ cm. Un objet AB de hauteur 10 cm est placé à 30 cm devant L_1 .

1. Déterminer la position, la nature et la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par L_1 .
2. En déduire la position et la taille de l'image finale $A'B'$ donnée par L_2 .
3. Calculer le grandissement du système et vérifier le résultat par une construction à l'échelle 1 cm pour 10 cm.

Exercice 5

Pour déterminer la vergence C_2 d'une lentille divergente, on l'accrole à une lentille convergente de vergence $C_1 = +10 \delta$. L'ensemble donne de la flamme d'une bougie très éloignée une image nette sur un écran placé à 25 cm de lui.

1. Pourquoi l'image d'un objet très éloigné se forme-t-elle dans le plan focal image du système ?
2. Calculer la vergence du système, puis C_2 et la distance focale de la lentille divergente.
3. Pourquoi ne peut-on pas mesurer directement de cette façon la distance focale de la lentille divergente seule ?

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : photographier un immeuble

Chantal veut photographier en entier, avec son téléphone, un immeuble de 20 m de haut du quartier Bonanjo, en se plaçant à 50 m de lui. L'objectif est assimilé à une lentille convergente de distance focale 5,0 mm ; la hauteur du capteur est de 4,8 mm. Son frère affirme : « À 50 m, l'image se forme exactement dans le plan focal et l'immeuble ne tiendra pas sur la photo. »

Tâche : Vérifier les deux affirmations du frère et déterminer la hauteur maximale d'un bâtiment que Chantal pourrait photographier en entier depuis cette position.

Compétence 2 : vérifier l'étiquette de lunettes

Un opticien de Bertoua vérifie un verre de lunettes étiqueté « $-2,5 \delta$ ». Il l'acole à une lentille étalon de vergence $+10,0 \delta$ et obtient l'image nette du soleil sur un écran à $13,0 \text{ cm}$ de l'ensemble. Il estime l'incertitude sur cette distance (repérage de la netteté) à $\pm 0,5 \text{ cm}$.

Tâche : Dire si la mesure est compatible avec l'étiquette du verre, en tenant compte de l'incertitude de mesure.

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 9 : Formules de conjugaison et de grandissement – Théorème des vergences – Système de deux lentilles

Compétences visées

- Déterminer une distance focale, l'image donnée par un système de deux lentilles et la vergence d'une lentille divergente par accollement.
- Exploiter les formules des lentilles pour juger de la qualité d'une photographie et vérifier l'étiquette de lunettes, en tenant compte des incertitudes de mesure.

L'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière; les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

Recopier et compléter :

- Dans la formule de conjugaison, les distances sont des; elles s'expriment en lorsque la vergence est en dioptries.
- Une image est renversée lorsque le grandissement est; elle est agrandie lorsque
- Lorsque des lentilles minces sont, la vergence de l'ensemble est égale à la de leurs vergences.
- Le grandissement d'un système de deux lentilles est égal au des grandissements.

Exercice 2

Choisir la bonne réponse.

- Un objet placé au foyer objet d'une lentille convergente donne une image : a) en F' b) à l'infini c) en O .

2. Deux lentilles accolées de vergences $+8 \delta$ et -3δ équivalent à une lentille de distance focale :
a) 20 cm b) 9,1 cm c) -20 cm.
3. Pour une lentille convergente, si $\overline{OA} = -2f'$, alors γ vaut : a) -2 b) -1 c) $-0,5$.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

Une lentille donne d'un objet réel placé à 12 cm devant elle une image réelle située à 24 cm derrière elle.

1. Calculer la vergence et la distance focale de la lentille. Préciser sa nature.
2. Calculer le grandissement. L'objet mesurant 1,5 cm, donner la taille et le sens de l'image.

Exercice 4

Un système optique est formé de deux lentilles convergentes L_1 ($f'_1 = 20$ cm) et L_2 ($f'_2 = 10$ cm) de même axe, avec $\overline{O_1O_2} = 80$ cm. Un objet AB de hauteur 10 cm est placé à 30 cm devant L_1 .

1. Déterminer la position, la nature et la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par L_1 .
2. En déduire la position et la taille de l'image finale $A'B'$ donnée par L_2 .
3. Calculer le grandissement du système et vérifier le résultat par une construction à l'échelle 1 cm pour 10 cm.

Exercice 5

Pour déterminer la vergence C_2 d'une lentille divergente, on l'accrole à une lentille convergente de vergence $C_1 = +10 \delta$. L'ensemble donne de la flamme d'une bougie très éloignée une image nette sur un écran placé à 25 cm de lui.

1. Pourquoi l'image d'un objet très éloigné se forme-t-elle dans le plan focal image du système ?
2. Calculer la vergence du système, puis C_2 et la distance focale de la lentille divergente.
3. Pourquoi ne peut-on pas mesurer directement de cette façon la distance focale de la lentille divergente seule ?

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : photographier un immeuble

Chantal veut photographier en entier, avec son téléphone, un immeuble de 20 m de haut du quartier Bonanjo, en se plaçant à 50 m de lui. L'objectif est assimilé à une lentille convergente de distance focale 5,0 mm ; la hauteur du capteur est de 4,8 mm. Son frère affirme : « À 50 m, l'image se forme exactement dans le plan focal et l'immeuble ne tiendra pas sur la photo. »

Tâche : Vérifier les deux affirmations du frère et déterminer la hauteur maximale d'un bâtiment que Chantal pourrait photographier en entier depuis cette position.

Compétence 2 : vérifier l'étiquette de lunettes

Un opticien de Bertoua vérifie un verre de lunettes étiqueté « $-2,5 \delta$ ». Il l'acole à une lentille étalon de vergence $+10,0 \delta$ et obtient l'image nette du soleil sur un écran à $13,0 \text{ cm}$ de l'ensemble. Il estime l'incertitude sur cette distance (repérage de la netteté) à $\pm 0,5 \text{ cm}$.

Tâche : Dire si la mesure est compatible avec l'étiquette du verre, en tenant compte de l'incertitude de mesure.

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 7 : Modes de transfert de chaleur – Quantité de chaleur – Calorimétrie

Compétences visées

- Déterminer une température d'équilibre, une masse ou une chaleur latente par la méthode des mélanges, avec ou sans changement d'état.
- Exploiter les échanges de chaleur pour expliquer et prévoir des situations de la vie courante (conservation au froid, brûlures).

Données : $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $c_{\text{fer}} = 460 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $L_f(\text{glace}) = 3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$; $L_v(\text{eau}) = 2,26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$; masse volumique de l'eau : $1,0 \text{ kg/L}$. Sauf mention contraire, les échanges avec l'extérieur sont négligés.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

Exercice 1

Choisir la bonne réponse.

1. La chaleur se propage dans le vide par : a) conduction b) convection c) rayonnement.
2. L'unité de la capacité thermique est : a) $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ b) $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ c) $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
3. Lors de la solidification de l'eau, la quantité de chaleur échangée par l'eau est : a) positive b) nulle c) négative.
4. Une bouteille thermos limite surtout les échanges par : a) un seul mode b) les trois modes c) rayonnement seulement.
5. Un écart de température de 15°C correspond à un écart de : a) 15 K b) 288 K c) 258 K .

Exercice 2

Pour baigner un nourrisson, une mère mélange $3,0 \text{ L}$ d'eau chaude à 80°C et $7,0 \text{ L}$ d'eau du robinet à 20°C dans une baignoire.

1. Calculer la température de l'eau du bain (capacité thermique de la baignoire négligée).
2. La température idéale d'un bain de bébé est 37°C . Quel volume d'eau froide aurait-il fallu utiliser avec les $3,0 \text{ L}$ d'eau chaude ?

Exercice 3

Dans un verre contenant 300 g d'eau à 25 °C, on place deux glaçons de masse totale 50 g à 0 °C.

1. Montrer que toute la glace va fondre.
2. Calculer la température finale de l'eau.

Exercice 4

Pour mesurer la chaleur latente de fusion de la glace, on utilise un calorimètre de valeur en eau $\mu = 20$ g contenant 250 g d'eau à 30,0 °C. On y introduit 40 g de glace à 0 °C, préalablement essuyée. Après fusion complète, la température d'équilibre est 15,8 °C.

1. Pourquoi faut-il essuyer la glace avant de l'introduire ?
2. Écrire le bilan des échanges de chaleur et en déduire L_f .
3. Comparer à la valeur des tables et proposer une cause d'écart.

Exercice 5

Un forgeron de Foumban trempe une pièce de fer de masse 0,50 kg, sortie de son foyer, dans un seau contenant 5,0 L d'eau à 25 °C. La température de l'eau monte à 30 °C. On néglige la vaporisation d'une petite quantité d'eau et la capacité thermique du seau.

1. Quel est le mode de transfert de chaleur entre la pièce et l'eau ?
2. Déterminer la température de la pièce de fer à sa sortie du foyer.
3. En réalité, une partie de l'eau se vaporise au contact du fer. La température réelle du fer est-elle supérieure ou inférieure à la valeur calculée ? Justifier.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : la glacière de la vendeuse

Mme MBALLA vend des yaourts au marché Mokolo de Yaoundé, de 6 h à 18 h. Elle les conserve dans une glacière où elle place de la glace à 0 °C. Tant qu'il reste de la glace, la température intérieure reste à 0 °C. Malgré l'isolation, la glacière reçoit de l'extérieur une puissance thermique moyenne de 20 W. Elle achète habituellement 2,0 kg de glace, mais ses yaourts se gâtent l'après-midi.

Tâche : Expliquer pourquoi les yaourts se gâtent et déterminer la masse minimale de glace à acheter pour toute la journée de vente.

Compétence 2 : la brûlure par la vapeur

En soulevant le couvercle d'une marmite de riz en ébullition, une cuisinière reçoit sur la main 10 g de vapeur d'eau à 100 °C, qui se condense sur sa peau. L'infirmière lui explique : « Une brûlure par la vapeur est bien plus grave qu'une brûlure par la même masse d'eau bouillante. » On admet que l'eau (condensée ou bouillante) se refroidit jusqu'à la température de la peau, 37 °C, en cédant toute sa chaleur à la main.

Tâche : À l'aide de calculs, justifier l'affirmation de l'infirmière.

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 3 : Travail d'une force constante – Travail de la tension d'un ressort
– Travail d'un couple de moment constant

Compétences visées

- Calculer le travail du poids sur une trajectoire courbe et le travail d'une force de moment constant.
- Déterminer graphiquement le travail de la tension d'un ressort.
- Comparer deux méthodes de manutention à l'aide du travail et de la force à exercer.

Donnée : $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$. Les résultats seront donnés avec 3 chiffres significatifs au plus.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

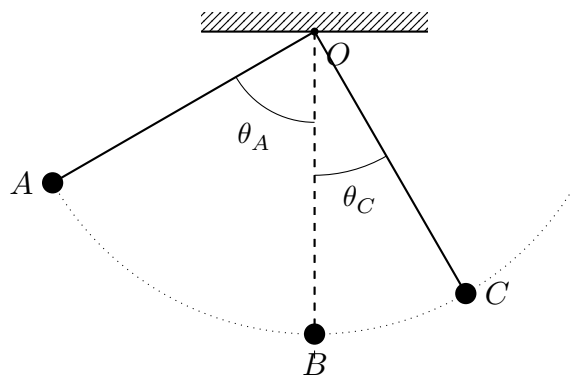
Exercice 1

1. Recopier et compléter :
 - a) Le travail d'une force constante dont le point d'application se déplace de A à B est égal au du vecteur force par le vecteur
 - b) Le travail du poids d'un corps ne dépend pas du suivi ; on dit que le poids est une force
 - c) Le travail d'une force perpendiculaire au déplacement est
2. Choisir la bonne réponse.
 - 2.1. Une porte tourne de 90° sous l'action d'une force de moment constant $\mathcal{M} = 4,0 \text{ N m}$. Le travail de cette force vaut : a) 360 J b) $6,28 \text{ J}$ c) $2,55 \text{ J}$.
 - 2.2. Un sac de 10 kg est descendu de 3 m . Le travail de son poids vaut : a) -294 J b) 294 J c) 30 J .
3. Pourquoi la tension d'un ressort ne peut-elle pas être traitée comme une force constante pour le calcul de son travail ? Comment calcule-t-on alors ce travail ?

Exercice 2

Une bille de masse $m = 200 \text{ g}$, assimilable à un point matériel, est suspendue à un fil inextensible de longueur $\ell = 80 \text{ cm}$ dont l'extrémité est fixée en O . On écarte le pendule d'un angle $\theta_A = 60^\circ$

de la verticale (position A) et on le lâche. Il passe par la position d'équilibre B puis remonte de l'autre côté jusqu'à la position C repérée par $\theta_C = 30^\circ$.



1. Faire le bilan des forces appliquées à la bille. Pourquoi le travail de la tension du fil est-il nul ?
2. Exprimer, en fonction de ℓ et θ_A , la différence d'altitude $z_A - z_B$ entre A et B .
3. Calculer le travail du poids de la bille entre A et B , puis entre B et C .
4. En déduire le travail du poids entre A et C de deux façons différentes.

Exercice 3

Pour étudier un ressort d'un amortisseur de moto, des élèves mesurent la tension T du ressort en fonction de son allongement x :

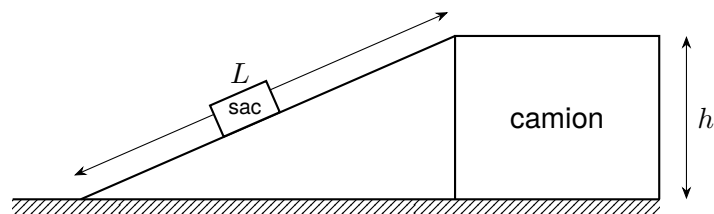
x (cm)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
T (N)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

1. Tracer la courbe $T = f(x)$. Échelle : 1 cm pour 1 cm d'allongement ; 2 cm pour 1 N.
2. Le ressort est-il à réponse linéaire ? Déterminer sa raideur k .
3. Hachurer sur le graphique l'aire qui représente le travail de l'opérateur quand l'allongement passe de 2,0 cm à 6,0 cm, puis calculer ce travail par la mesure de l'aire.
4. Retrouver ce résultat à l'aide de la formule du cours. En déduire le travail de la tension du ressort.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Au port de Douala, deux dockers doivent charger des sacs de café de 50 kg dans un camion dont le plateau est à $h = 1,2$ m du sol.

- MBARGA soulève chaque sac verticalement, lentement et à vitesse constante.
- TCHOUPPO pousse chaque sac, à vitesse constante, le long d'une planche inclinée de longueur $L = 3,0$ m posée entre le sol et le plateau. Il exerce une force parallèle à la planche ; les frottements du sac sur la planche équivalent à une force constante $f = 150$ N opposée au mouvement.



Le chef d'équipe déclare : « TCHOUPPO est plus malin, il travaille moins que MBARGA ! »

Tâche 1 : En calculant le travail de la force exercée par chacun des dockers pour charger un sac, dire si l'affirmation du chef d'équipe est exacte.

Tâche 2 : Calculer l'intensité de la force que chaque docker doit exercer et expliquer pourquoi la plupart des dockers préfèrent tout de même utiliser la planche.

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 2 : Notion de modèle – Exemples de modèles utilisés en sciences physiques

Compétences visées

- Choisir la représentation graphique qui permet d'obtenir une droite et en déduire une loi.
- Tester la validité d'un modèle par comparaison avec la mesure.
- Utiliser un modèle pour prendre une décision dans une situation de la vie courante (sécurité routière, gonflage des pneus).

Données : $\pi^2 \approx 9,87$; $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$; $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$; $1 \text{ m s}^{-1} = 3,6 \text{ km h}^{-1}$.

Les graphiques demandés sont à tracer sur papier millimétré.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

Exercice 1

1. Recopier et compléter : « Pour modéliser un phénomène, on identifie les qui interviennent, on formule des hypothèses, on réalise des que l'on représente sur un; on en déduit une mathématique que l'on en comparant ses prévisions aux mesures. »
2. Choisir la bonne réponse.
 - 2.1. Si $y = \frac{a}{x}$, la courbe qui donne une droite passant par l'origine est : a) $y = f(x)$ b) $y = f(1/x)$ c) $y = f(x^2)$.
 - 2.2. Si $y = ax^2$, il faut tracer : a) $y = f(x)$ b) $y = f(\sqrt{x})$ c) $y = f(x^2)$.
 - 2.3. Le coefficient directeur d'une droite se calcule avec : a) deux points de mesure voisins b) deux points de la droite éloignés l'un de l'autre c) un seul point.
3. Expliquer pourquoi on dit qu'un modèle n'est « ni vrai ni faux », mais « valable dans un domaine ».

Exercice 2

Pour vérifier un modèle de la période d'un pendule simple, des élèves d'un lycée de Garoua

mesurent la période T des petites oscillations d'une bille suspendue à un fil, pour différentes longueurs L du fil.

L (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
T (s)	0,90	1,27	1,55	1,79	2,01
T^2 (s ²)					

1. Donner trois hypothèses simplificatrices qui permettent de modéliser ce pendule.
2. La courbe $T = f(L)$ n'est pas une droite. Compléter le tableau.
3. Tracer la courbe $T^2 = f(L)$. Échelle : 1 cm pour 0,1 m ; 1 cm pour 0,5 s².
4. Montrer que $T^2 = aL$ et déterminer le coefficient directeur a .
5. Le modèle théorique du pendule simple donne $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$. Exprimer a en fonction de g et en déduire la valeur de g à Garoua.
6. Prévoir la longueur du fil pour obtenir une période de 1,50 s.

Exercice 3

Un conducteur de moto-taxi gonfle ses pneus à la pression $P_1 = 2,0$ bar le matin, à $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$. Après un long trajet sous le soleil, l'air des pneus atteint $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$. On admet que le volume du pneu reste constant ($V = 4,0$ L) et que l'air est un gaz parfait.

1. Calculer la quantité de matière d'air contenue dans un pneu.
2. Montrer qu'à volume et quantité de matière constants, $\frac{P}{T} = \text{constante}$.
3. Calculer la pression P_2 de l'air dans le pneu chaud.
4. La pression maximale recommandée par le fabricant est 2,5 bar. Le pneu risque-t-il d'éclater ? Pourquoi ne faut-il pas dégonfler un pneu chaud pour le ramener à 2,0 bar ?

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Lors d'une campagne de prévention routière à Bafoussam, un agent de la sécurité routière réalise des essais de freinage avec une moto-taxi sur une route goudronnée sèche. Il mesure la distance de freinage d (distance parcourue entre le début du freinage et l'arrêt) pour différentes vitesses v :

v (km/h)	20	30	40	50	60
d (m)	2,5	5,6	10,0	15,6	22,5

Un soir, sur la même route, un conducteur roule à 80 km/h lorsqu'il aperçoit un enfant traversant la chaussée à 35 m devant lui. Son temps de réaction (durée entre le moment où il voit l'obstacle et le début du freinage) est de 1,0 s ; pendant cette durée, la moto garde sa vitesse.

Tâche 1 : Établir, à l'aide d'une représentation graphique judicieuse, la loi qui relie la distance de freinage à la vitesse de la moto. Préciser les hypothèses de ce modèle.

Tâche 2 : Dire si le conducteur peut s'arrêter avant d'atteindre l'enfant. Proposer, à l'aide du modèle, la vitesse qu'il aurait dû respecter pour s'arrêter à temps (on pourra raisonner par essais avec des vitesses multiples de 10 km/h).

TRAVAUX DIRIGÉS N°2

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçons étudiées : Leçon 1 (Mesure des grandeurs physiques et chimiques – Notion d'incertitude sur la mesure)

Compétences visées

- Mesurer une grandeur avec un instrument (pied à coulisse, multimètre numérique, chronomètre) et évaluer l'incertitude-type associée.
- Exprimer un résultat de mesure sous forme d'intervalle de confiance et comparer la précision de deux mesures.
- Exploiter un intervalle de confiance pour vérifier la conformité d'un appareil de mesure de la vie courante.

Consignes : Les résultats numériques seront donnés avec leur unité. L'incertitude élargie est arrondie **par excès** à un chiffre significatif et la valeur mesurée est arrondie au même rang décimal.

Données : coefficient d'élargissement k pour un niveau de confiance de 95 % : mesure unique $k = 2$; série de $n = 5$ mesures $k = 2,78$.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

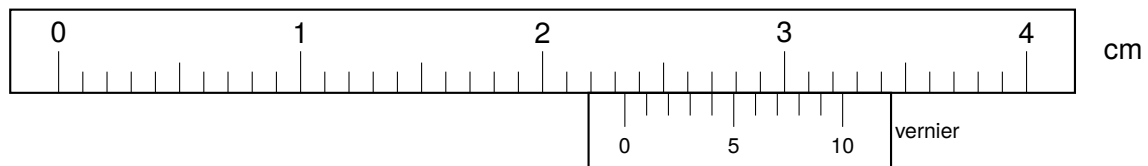
Exercice 1

1. Distinguer une erreur systématique d'une erreur aléatoire et donner un exemple de chacune.
2. Citer quatre qualités d'un instrument de mesure.
3. Recopier et compléter les phrases suivantes :
 - a) L'incertitude élargie U est égale au produit de l'incertitude-type par le coefficient ; elle dépend du de confiance choisi.
 - b) Lorsqu'on dispose d'une série de mesures répétées, l'évaluation de l'incertitude est dite de type ; pour une mesure unique, elle est de type
 - c) L'incertitude relative s'exprime sans ; plus elle est, plus la mesure est précise.
4. Recopier et compléter le tableau suivant :

Grandeur	Unité SI (symbole)	Instrument de mesure
Intensité du courant		
.....	N	
Quantité de chaleur		
.....	δ	banc d'optique
Tension électrique		

Exercice 2

1. Un apprenti mécanicien mesure le diamètre D d'une pièce de monnaie avec un pied à coulisse au 1/10 de millimètre. La position du vernier est représentée ci-dessous.



- 1.1. Lire la valeur de D en millimètres. Expliquer la lecture.
- 1.2. La résolution de l'appareil est $r = 0,1 \text{ mm}$ et l'incertitude-type est $u(D) = \frac{r}{2\sqrt{3}}$. Calculer $u(D)$ et exprimer le résultat à 95 %.
2. On mesure la tension E aux bornes d'une pile neuve avec un voltmètre numérique, sur le calibre 20 V. L'écran affiche 9.27. La notice indique un écart maximal $\Delta = \pm(0,5 \% \text{ de la lecture} + 2 \text{ digits})$, un digit représentant une unité du dernier chiffre affiché.
- 2.1. Quelle est la valeur d'un digit sur ce calibre ? Calculer Δ .
- 2.2. En déduire l'incertitude-type $u(E) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$ puis exprimer le résultat de la mesure à 95 %.
3. Deux groupes d'élèves ont mesuré l'intensité de la pesanteur à Yaoundé : groupe 1 : $g_1 = (9,78 \pm 0,05) \text{ m.s}^{-2}$; groupe 2 : $g_2 = (9,6 \pm 0,3) \text{ m.s}^{-2}$ (niveau de confiance 95 %).
- 3.1. Calculer l'incertitude relative de chaque mesure. Quel groupe a réalisé la mesure la plus précise ?
- 3.2. La valeur de référence à Yaoundé est $g_0 = 9,78 \text{ m.s}^{-2}$. Chaque résultat est-il compatible avec cette valeur ? Justifier.

Exercice 3

Pour déterminer la période T d'un balancier d'horloge murale, deux élèves utilisent le même chronomètre manuel. L'écart maximal dû aux réflexes de l'opérateur est estimé à $\Delta = 0,2 \text{ s}$ sur chaque durée mesurée, avec $u = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$.

- AMINATOU chronomètre **une seule** oscillation : elle obtient $t_1 = 1,4 \text{ s}$.
 - BOUBA chronomètre **dix** oscillations consécutives : il obtient $t_{10} = 14,2 \text{ s}$.
1. Calculer l'incertitude-type u commune aux deux durées mesurées, puis l'incertitude élargie U ($k = 2$).
2. Exprimer la période T obtenue par AMINATOU avec son incertitude élargie, puis calculer l'incertitude relative.

3. Sachant que $T = \frac{t_{10}}{10}$ et $U(T) = \frac{U(t_{10})}{10}$, exprimer la période obtenue par BOUBA avec son incertitude élargie et calculer l'incertitude relative.
4. Représenter sur un même axe gradué (1 cm pour 0,1 s, de 1,0 s à 1,8 s) les deux intervalles de confiance. Quelle méthode faut-il recommander ? Justifier.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

À Ngaoundéré, M. HAMADOU achète régulièrement 20,0 L de super dans la même station-service, au prix de 840 FCFA le litre. Il a l'impression que son réservoir se remplit moins que prévu et saisit le service de la métrologie légale.

Un agent contrôle la pompe : il commande cinq fois 20,0 L affichés et recueille à chaque fois le carburant dans une jauge étalon. Il lit les volumes réellement délivrés :

Essai	1	2	3	4	5
V (L)	19,62	19,70	19,58	19,66	19,64

La réglementation impose que, pour 20,0 L affichés, le volume réellement délivré soit compris entre 19,90 L et 20,10 L (erreur maximale tolérée de $\pm 0,5\%$). La pompe est déclarée **non conforme** si tout l'intervalle de confiance à 95 % du volume délivré est situé en dehors de cette plage.

Tâche 1 : Exprimer le volume réellement délivré par la pompe pour 20,0 L affichés, avec son incertitude élargie à 95 %.

Tâche 2 : Dire si la pompe est conforme à la réglementation. Une représentation sur un axe gradué est attendue.

Tâche 3 : Estimer la somme minimale que M. HAMADOU perd à chaque achat de 20,0 L si la pompe n'est pas conforme.

TRAVAUX DIRIGÉS N°1

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 2 H • Leçon 9 : Formules de conjugaison et de grandissement – Théorème des vergences

Compétences visées

- Utiliser les formules de conjugaison et de grandissement pour déterminer la position, la taille et la nature d'une image, et déterminer expérimentalement la vergence d'une lentille.
- Choisir et positionner une lentille ou un ensemble de lentilles accolées pour un usage donné (photocopie, photographie rapprochée).

Sauf indication contraire, l'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière et les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss. Les graphiques sont à tracer sur papier millimétré.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

1. Écrire la formule de conjugaison d'une lentille mince et préciser la signification de chaque terme.
2. Définir le grandissement et donner ses deux expressions.
3. Énoncer le théorème des vergences et préciser sa condition d'application.
4. Pour un système de deux lentilles non accolées, quel rôle joue l'image donnée par la première lentille ?

Exercice 2

Répondre par Vrai ou Faux en justifiant.

1. Si $\overline{OA'} < 0$, l'image est réelle.
2. Un grandissement $\gamma = -3$ correspond à une image renversée et trois fois plus grande que l'objet.
3. Deux lentilles accolées de vergences $+4 \delta$ et -4δ se comportent comme une lame à faces

parallèles.

4. Le grandissement d'un système de deux lentilles est la somme des grandissements de chaque lentille.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

Un objet AB de hauteur 5,0 cm est placé à 30 cm devant une lentille convergente de distance focale 10 cm.

1. Calculer la position de l'image $A'B'$.
2. Calculer le grandissement, puis la taille de l'image.
3. Donner les caractéristiques de l'image et vérifier par une construction à l'échelle 1 cm pour 5 cm.

Exercice 4

Un objet AB de hauteur 2,0 cm est placé à 30 cm devant une lentille de vergence $-5,0 \text{ } \delta$.

1. Quelle est la nature de cette lentille ? Calculer sa distance focale.
2. Déterminer la position et la taille de l'image. Donner ses caractéristiques.

Exercice 5

Pour déterminer la vergence d'une lentille convergente, un groupe d'élèves du lycée de Kumba mesure, sur un banc d'optique, la position de l'image nette d'un objet pour différentes positions de celui-ci :

$\overline{OA}$ (cm)	-25	-30	-40	-50	-60
$\overline{OA'}$ (cm)	99	61	40	33	30

1. Calculer $\frac{1}{\overline{OA}}$ et $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en m^{-1} pour chaque mesure.
2. Tracer la courbe $\frac{1}{\overline{OA'}} = f\left(\frac{1}{\overline{OA}}\right)$. Échelle : 2 cm pour 1 m^{-1} sur chaque axe.
3. Montrer que l'allure de la courbe est en accord avec la formule de conjugaison.
4. En déduire graphiquement la vergence et la distance focale de la lentille.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : la photocopieuse

Dans un cybercafé de Douala, l'objectif d'une photocopieuse est assimilé à une lentille mince convergente de distance focale 20 cm. L'image du document se forme sur un tambour photosensible. Pour une copie à 100 % (même taille), le technicien place document et tambour à 80 cm l'un de l'autre. Un client demande un agrandissement à 150 %.

Tâche : Justifier le réglage du technicien pour la copie à 100 %, puis indiquer où il doit placer le document et le tambour par rapport à l'objectif pour l'agrandissement demandé.

Compétence 2 : photographier un insecte avec un téléphone

L'objectif du téléphone de Junior est assimilé à une lentille convergente de distance focale 4,0 mm, le capteur étant fixé dans le plan focal image. Junior veut photographier une coccinelle de 8,0 mm de long. Il achète une lentille « macro » à clip, de vergence $+25 \delta$, qu'il accole à l'objectif.

Tâche : Déterminer à quelle distance de l'objectif Junior doit placer la coccinelle pour obtenir une photo nette avec la lentille macro, et calculer la taille de l'image de la coccinelle sur le capteur.

TD DE SYNTHÈSE – CHAPITRE 8

Année scolaire 2026 – 2027 | Classe : Première D

PHYSIQUE

DURÉE : 3 H • Chapitre 8 : Lentilles minces (Leçons 8 et 9)

Compétences visées

- Prévoir, par construction et par le calcul, les caractéristiques de l'image d'un objet donnée par une lentille mince ou un ensemble de lentilles.
- Choisir une lentille et la positionner en fonction d'un usage (projection, lecture).

L'axe principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière ; conditions de Gauss.
Les constructions et graphiques sont à réaliser sur papier millimétré.

PARTIE A : ÉVALUATION DES RESSOURCES

A.1 – Évaluation des savoirs

Exercice 1

1. Définir : foyer principal objet ; distance focale ; grandissement.
2. Énoncer les trois règles de construction des rayons particuliers pour une lentille divergente.
3. Écrire la formule de conjugaison et le théorème des vergences.
4. Citer deux instruments utilisant une image réelle et un instrument utilisant une image virtuelle.

Exercice 2

Répondre par Vrai ou Faux en justifiant.

1. Une lentille plan-concave est convergente.
2. Une lentille convergente donne toujours une image réelle.
3. Une vergence de $+4 \text{ } \delta$ correspond à une distance focale de 25 cm.
4. Lorsque l'objet se rapproche du foyer objet d'une lentille convergente, l'image réelle s'éloigne de la lentille et grandit.

A.2 – Évaluation des savoir-faire

Exercice 3

Un objet AB de hauteur $5,0\text{ cm}$ est placé à 15 cm devant une lentille de vergence $+5,0\text{ }\delta$.

1. Construire l'image à l'échelle 1 cm pour 10 cm .
2. Calculer la position et la taille de l'image ; comparer avec la construction.
3. Donner les caractéristiques de l'image. Quel est le rôle joué ici par la lentille ?

Exercice 4

Un objet lumineux et un écran sont fixés à $D = 100\text{ cm}$ l'un de l'autre. Entre eux, on déplace une lentille convergente : on obtient une image nette pour deux positions de la lentille, distantes de $d = 60\text{ cm}$.

1. On admet que la distance focale est donnée par $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$. La calculer.
2. Les deux positions sont à 20 cm et à 80 cm de l'objet. Vérifier, à l'aide de la formule de conjugaison, que chacune donne bien une image nette sur l'écran.
3. Calculer le grandissement dans chaque cas. Commenter.

Exercice 5

Avec une lentille convergente, des élèves mesurent la position $\overline{OA'}$ de l'image et le grandissement γ pour différentes positions de l'objet :

$\overline{OA'}$ (cm)	15	20	30	40	50
γ	-0,50	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0

1. À partir des formules de conjugaison et de grandissement, montrer que $\gamma = 1 - \frac{\overline{OA'}}{f'}$.
2. Tracer $\gamma = f'(\overline{OA'})$. Échelle : 1 cm pour 5 cm ; 2 cm pour une unité de γ .
3. En déduire graphiquement la distance focale de la lentille.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Compétence 1 : le projecteur de la salle polyvalente

Pour la journée culturelle d'un lycée de Maroua, on veut projeter sur un écran situé à $5,0\text{ m}$ de l'objectif des diapositives de 36 mm de largeur. L'image doit avoir une largeur d'environ $1,8\text{ m}$. On dispose de trois objectifs de distances focales 5 cm , 10 cm et 15 cm .

Tâche : Choisir l'objectif le mieux adapté, préciser à quelle distance de lui placer la diapositive et la largeur réelle de l'image obtenue.

Compétence 2 : lire avec une loupe et des lunettes

Un grand-père presbyte de Dschang lit son journal avec une loupe de vergence $+10 \delta$. Il voit les lettres nettement lorsque leur image virtuelle se forme à 25 cm devant la loupe (son œil étant collé contre celle-ci). Son petit-fils lui conseille de garder ses lunettes de vergence $+2,5 \delta$, accolées à la loupe.

Tâche : Comparer, avec et sans les lunettes, la distance à laquelle il doit placer le journal et la taille apparente des lettres, puis dire si le conseil du petit-fils est intéressant.