

Mesures et incertitudes : activité pour les élèves

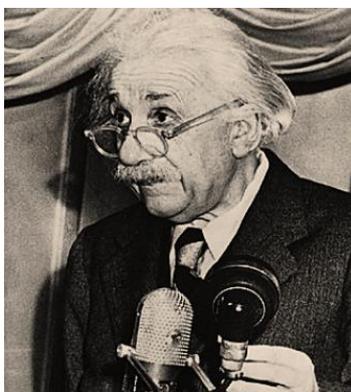
Caractérisation d'un verre de lunette – version Python



Cette activité est adossée au programme de la partie « Image » de la spécialité SPCL (Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire) de la classe de première. Elle peut être proposée dans la séquence 5 : « images données par les lentilles convergentes ».

Objectif de l'activité

À partir de 40 ans (en moyenne), les personnes n'ayant ni myopie ni hypermétropie commencent à être affectées par un défaut de vision inéluctable : la presbytie. Il s'agit d'un durcissement progressif du cristallin qui, peu à peu, rend plus difficile l'effort d'accommodation. Les personnes atteintes de presbytie ont donc de plus en plus de difficulté à voir de près.



Albert Einstein porte ses lunettes d'une manière caractéristique des personnes presbytes : la correction qu'elle apportent ne lui est utile que pour voir de près.

Des lunettes censées aider ces personnes à compenser ce défaut sont vendues en pharmacie. On dispose d'une telle paire de lunettes. Cette activité a pour objectif :

- ▶ de tester si les verres de ces lunettes sont assimilables à des lentilles convergentes ;
- ▶ de mesurer la correction qu'ils apportent.

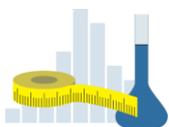
1. Réalisation des mesures

Préparation de l'expérience

- Fixer la paire de lunette testée sur un support adapté.
- Se munir d'une lanterne à la sortie de laquelle se trouve une figure de forme reconnaissable (lettre, flèche...) : ce sera notre objet.
- Sur le banc d'optique, aligner l'objet, le verre de lunette et l'écran de manière à observer une image sur l'écran.

Mesures :

- Mesurer, en valeur algébrique :
 - ▶ la distance lentille-objet \overline{OA} (attention au signe !)
 - ▶ la distance lentille-image $\overline{OA'}$.
- Noter les valeurs dans un tableau.
- Déplacer l'objet ou la lentille de quelques centimètres et positionner l'écran de sorte que l'image s'y forme à nouveau. Mesurer à nouveau \overline{OA} et $\overline{OA'}$ et noter les valeurs dans le tableau.
- Recommencer jusqu'à obtenir 12 mesures de \overline{OA} et $\overline{OA'}$.



2. Nature du verre de lunette testé

1. Ouvrir le programme « MI_Activite_IMAGE_LunettesPresbytie_Resultats.py ». Compléter la ligne 6 en saisissant, entre les crochets, toutes les valeurs de \overline{OA} mesurées précédemment, séparées par des virgules. De même, compléter la ligne 7 avec les valeurs de $\overline{OA'}$.

2. Ligne 11 : programmer le calcul de la grandeur suivante, que nous noterons « f » dans le programme :

$$\frac{1}{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}}$$

3. Programmer la ligne 16 pour calculer la valeur moyenne de la grandeur précédente (le document 3, en fin d'énoncé, rappelle quelques fonctions utiles en langage Python).

4. Exécuter le programme. Le graphique qui s'affiche contient les valeurs individuelles (points mauves) et la valeur moyenne (droite bleue) de la grandeur précédente. Quelle propriété de cette grandeur semble mettre en évidence ce graphique ?

5. Après avoir rappelé la relation de conjugaison des lentilles convergentes, exploiter l'allure du graphique pour montrer que le verre de lunette que nous testons semble satisfaire la loi de conjugaison, donc possède les propriétés d'une lentille convergente. On précisera à quelle grandeur caractéristique des lentilles convergentes correspond la grandeur calculée à la question 1.

3. À quel type de public s'adressent ces lunettes ?

DOCUMENT 1 : évaluation de type A d'une incertitude-type

Si l'on dispose d'un échantillon de n valeurs d'une même grandeur physique x :

- le meilleur estimateur de la valeur de cette grandeur est la valeur moyenne x_{moy} des valeurs de l'échantillon ;
- l'incertitude-type de cette moyenne peut être évaluée à l'aide de la relation :

$$u(x) = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

s étant l'écart-type de l'échantillon de valeurs, caractéristique de sa dispersion.

DOCUMENT 2 : choix d'une correction en fonction de l'âge du patient

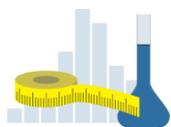
Lorsque le patient ne dispose pas d'une ordonnance, les pharmaciens peuvent proposer une paire de lunettes dont la correction est choisie en fonction du tableau indicatif suivant :

Importance de la presbytie	Âge du patient	Correction préconisée	Distance focale du verre préconisé (cm)
Début de presbytie	40 – 44 ans	+ 1 δ	
	45 – 50 ans	+ 1,5 δ	
Presbytie importante	51 – 54 ans	+ 2 δ	
	55 – 62 ans	+ 2,5 δ	
Presbytie sévère	63 – 69 ans	+ 3 δ	
	70 – 78 ans	+ 3,5 δ	
	79 ans et plus	+ 4 δ	

La « correction » mentionnée dans ce tableau correspond à une grandeur physique appelée « vergence », caractéristique d'une lentille et définie par :

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

- f' étant la distance focale exprimée en mètres ;
- C étant la vergence exprimée en dioptries (de symbole δ , unité homogène au m^{-1}).



6. Exploiter une indication donnée par le programme Python et une information extraite du document 1 pour déterminer la meilleure valeur de la distance focale du verre de lunette que nous puissions déduire de notre série de mesures.
7. Évaluation de l'incertitude-type :
 - Compléter la ligne 20 pour calculer l'écart-type de l'échantillon de valeurs de f' (à noter « s » dans le programme).
 - Compléter la ligne 21 pour programmer l'évaluation de l'incertitude-type $u(f'_{\text{moy}})$ de la moyenne des distances focales mesurées (à noter « uf » dans le programme).
 - Ligne 22 : effacer le symbole « # » en milieu de ligne afin que le titre du graphique contienne, en plus de la valeur moyenne, celle de l'incertitude-type.
8. Exécuter à nouveau le programme et, finalement, écrire le résultat de mesure compte-tenu de son incertitude et avec un nombre cohérent de chiffres significatifs (on pourra, dans cette situation, se contenter d'un chiffre significatif pour $u(f')$).
9. Compléter le tableau du document 2 en calculant les distances focales des verres de lunettes préconisés pour tous les âges mentionnés. Les valeurs seront données en cm, avec trois chiffres significatifs.
10. En conclusion : exploiter les résultats obtenus pour déterminer le type de patient auquel s'adresse la paire de lunette étudiée.

DOCUMENT 3 : quelques fonctions utiles avec les tableurs usuels

- Calcul d'une moyenne : « `np.mean(liste)` »
- Calcul d'un écart-type : « `np.std(liste, ddof=1)` »
- Calcul d'une racine carrée : « `np.sqrt(valeur)` »