

INSA PCC1 - Interrogation écrite 2

21 novembre 2014

Avertissement

Non seulement vos résultats, mais surtout votre capacité à les justifier clairement et à les analyser ensuite de manière critique seront évalués. Il est également rappelé de soigner l'orthographe et la présentation des copies. Tout document est interdit. Il y a trois documents à rendre avec la copie. Seul l'emploi d'une calculatrice est autorisé.

Durée : 1h30

Exercice 1

Étude du système d'agrandissement - réduction d'un photocopieur

Cet exercice a pour objet l'étude d'un système optique d'agrandissement/réduction d'un photocopieur. L'objectif est de pouvoir soit agrandir un document du format A4 (21,0 cm × 29,7 cm) au format A3 (29,7 cm × 42,0 cm) soit de le réduire du format A3 au format A4 suivant le réglage du dispositif. De par la constitution du photocopieur, il est impératif que l'image se forme toujours au même endroit.

La fabrication d'un tel système peut se résoudre en utilisant un doublet de lentilles minces afocal. On considère deux lentilles L_{01} et L_2 de distances focales respectives $f'_{01} = 7,1$ cm et $f'_2 = 10,0$ cm. L'écartement entre les lentilles e est tel que $e = \overline{O_1O_2} = f'_{01} + f'_2$.

- 1) Construire sur le document 1 l'image définitive $A'B'$ de l'objet AB avec $\overline{AO_1} = 8,1$ cm. Quelle est la valeur approximative du grandissement obtenu sur l'épure ? Ce dispositif permet-il d'obtenir la transformation souhaitée ?
- 2) Quelles sont la ou les source(s) d'erreur sur cette mesure graphique du grandissement ?
- 3) Exprimer littéralement la position de l'image définitive $\overline{O_2A'}$ en fonction de e , des distances focales et de $\overline{O_1A}$.
- 4) Calculer numériquement $\overline{O_2A'}$.
- 5) Établir l'expression théorique du grandissement γ du photocopieur en fonction des distances focales. Conclure.

En fait, la lentille L_{01} est un doublet de lentilles accolées notées L_0 et L_1 (position 1 sur la figure 1), L_1 ayant une distance focale $f'_1 = 10,0$ cm. Par une commande appropriée, l'utilisateur du photocopieur peut déplacer L_0 au contact de la lentille L_2 (position 2 sur la figure 1), formant ainsi un doublet accolé L_{02} considéré comme une lentille mince. Les lentilles L_1 et L_2 restent fixes pendant le déplacement de L_0 .

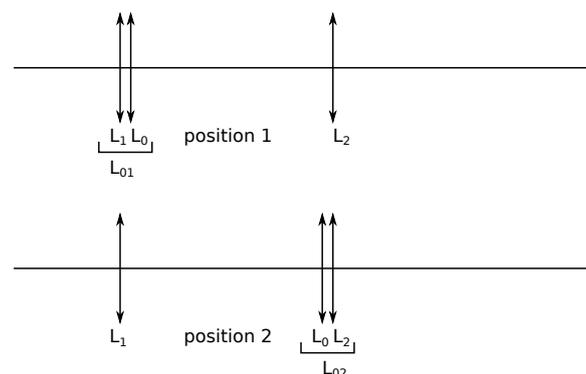


FIGURE 1 –

- 6) On note f'_0 la distance focale de L_0 . Montrer que pour un tel doublet accolé, $\frac{1}{f'_{01}} = \frac{1}{f'_0} + \frac{1}{f'_1}$. En déduire f'_0 .
- 7) Quelle est la distance focale f'_{02} du nouveau doublet accolé L_{02} ? En déduire le nouveau grandissement γ' du système et conclure.
- 8) Tracer sur le document 2 l'épure correspondant à cette nouvelle situation et vérifier la valeur du nouveau grandissement γ' .

- 9) En remarquant que $\overline{AO_1} \simeq \overline{O_2A'}$, justifier sans calculs (mais avec justification précise) la position de la nouvelle image obtenue. Commenter.

Exercice 2

Focométrie

Une étudiante souhaite caractériser une lentille convergente L_0 dont on ne connaît pas la distance focale. Elle dispose d'un objet éclairé, d'un banc optique gradué et d'un écran. Elle réalise les mesures suivantes (Tableau 1) et trace le graphe présenté en figure 2 afin de déduire la distance focale de la lentille.

Distance algébrique lentille-objet p (cm)	Distance algébrique lentille-image p' (cm)	Δp (mm)	$\Delta p'$ (mm)
-20,2	3,3	4	5
-15,4	3,7	4	5
-5,3	3,8	4	5
-8,3	4,8	4	5
-6,2	6,0	4	6
-5,5	8,1	4	6
-4,8	9,7	4	8
-2,1	13,6	4	10
-4	16,4	4	15

TABLEAU 1 – Mesures brutes

- 1) Expliquer comment l'étudiante a pu procéder pour estimer Δp et $\Delta p'$.
- 2) L'étudiante a tracé le graphe de la figure 2 (à rendre avec la copie) à partir de ses mesures. Proposez une analyse de ce graphe et en déduire une estimation de f' avec son incertitude. Justifier.
- 3) Exprimer littéralement les barres d'incertitude horizontales. Faire l'application numérique pour le premier point.
- 4) Proposer une autre méthode pour déterminer f' en vous appuyant sur les données. Vous expliquerez votre méthode sans la réaliser.

Exercice 3

Corde de guitare

La fréquence de vibration d'une corde de guitare est liée à sa longueur ℓ , à la force de tension F qu'on lui impose et à sa masse linéique μ (masse par unité de longueur) par une relation du type :

$$f = \frac{K}{\ell} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

où K est une constante.

- 1) Déterminer la dimension de la constante K (on rappelle qu'une tension a la dimension d'une force).

Dans une notice technique, la tension d'une corde de guitare est souvent donnée en kilogramme-force (kgf). Par définition : 1 kgf = 9,81 N.

- 2) Calculer la valeur à donner à F (avec incertitude) en N puis en kgf pour obtenir la fréquence du "la" de référence (440 ± 5 Hz) avec une corde de longueur $\ell = 80,0$ cm (incertitude relative de 3%) et de masse linéique $\mu = 0,030 \pm 0,001$ g cm⁻¹. On donne $K = 2$ USI connue sans incertitude.

Exercice 4

Question de cours d'électrocinétique

Déterminer la tension U de la figure 3 en fonction de E , R et I .

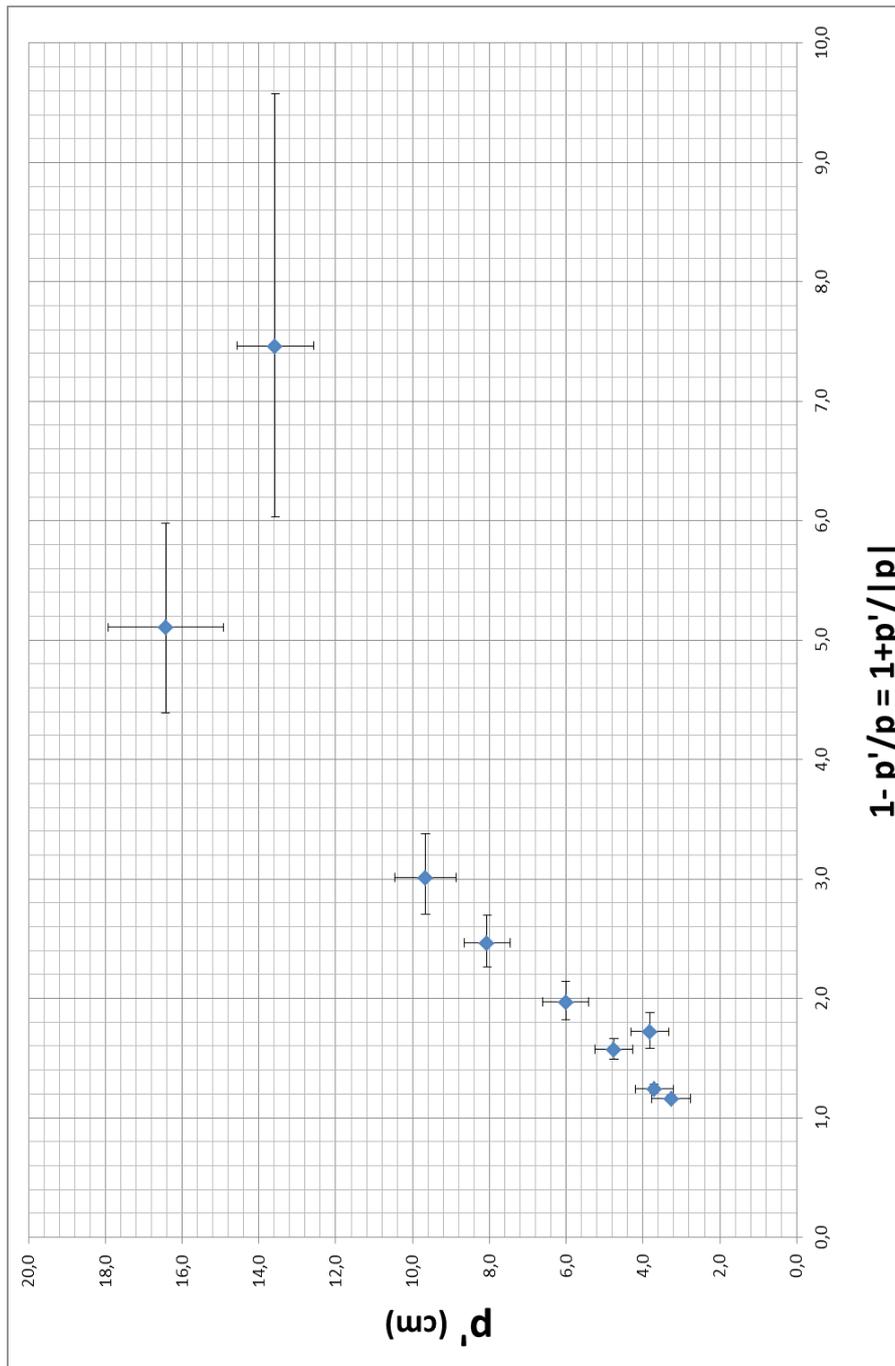


FIGURE 2 –

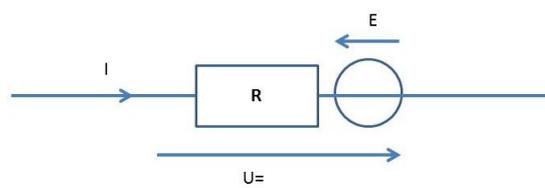


FIGURE 3 –