Physique - Interrogation Ecrite n°2 – semestre 1
Barème (/20)

Commentaires généraux valables pour la notation des trois exercices :

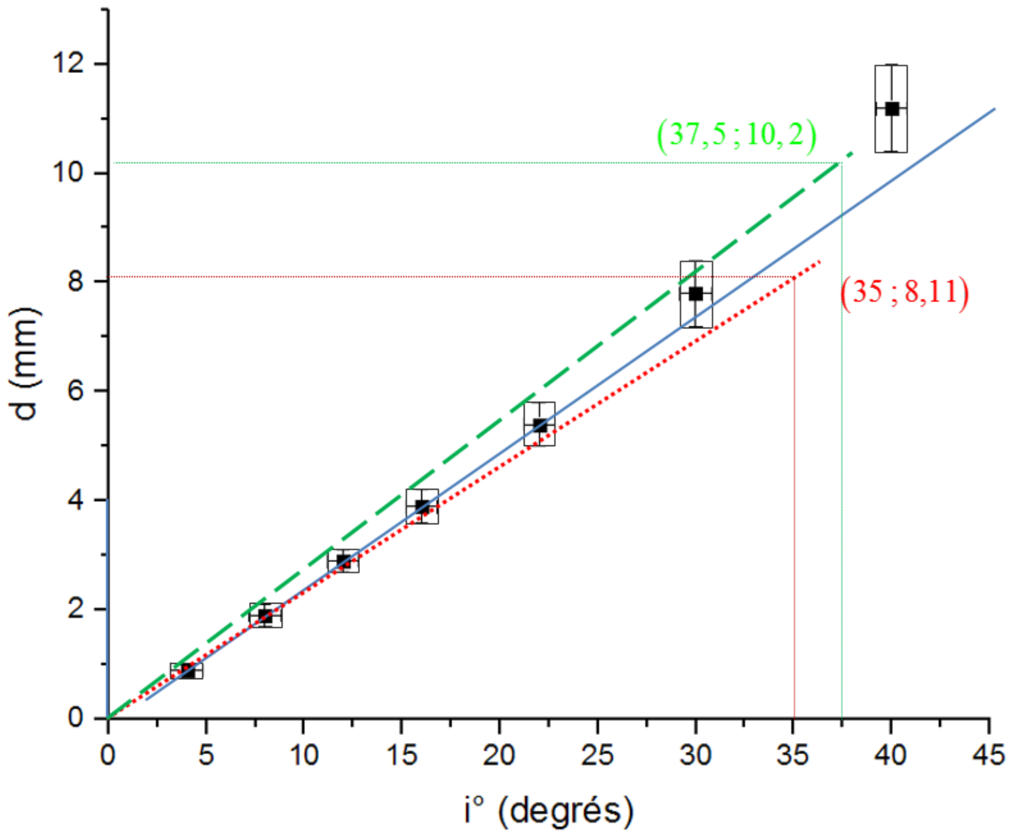
- **Bonus/malus jusqu'à + / - 1 point <u>au total</u>** pour l'orthographe et la présentation des copies.
- Comme indiqué dans l'en-tête du sujet, **tout résultat numérique donné sans son unité ne rapporte aucun point**.

1 –Étude d'une lunette servant à observer les anneaux de Saturne (/ 9,5 points)

1. La lentille (L_1) est une lentille convergente qui représente l'objectif et la lentille (L_2) est une lentille divergente qui représente l'oculaire.		**Sur 0.5 point** 0.25 + 0.25
2. Pour que la lunette soit afocale il faut que le foyer image F_1' de (L_1) (image d'un objet A_∞ à travers (L_1)) soit confondu avec le foyer objet F_2 de (L_2) (objet d'une image B_∞ à travers (L_2))		**Sur 1 point** 0.5
Donc $e = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_2O_2} = f_1' + f_2'$		0.25
A.N. $e = (100 - 20)cm = 80\ cm$		0.25
3.		**sur 8 points**
a)	Pour une vue complète du schéma, voir l'annexe fournie avec le barème	**Sur 1.5 point**
	Positionnement de la lentille divergente (cohérent avec e calculé à la question précédente)	0.5
	Natures des deux lentilles correctement indiquées	0.25 + 0.25
	Positionnement des points caractéristiques	0.25 + 0.25
b)	**Voir Schéma**	**Sur 1.25 point**
	Construction de l'image intermédiaire :	
	Le rayon qui passe par le centre optique O_1 de (L_1) n'est pas dévié : tracé en traits pleins jusque (L_2) puis en pointillés après (L_2)	0.25
	Les deux rayons viennent converger au même point dans le plan focal image de (L_1) : tracé du 2ème rayon en traits pleins jusque (L_2) puis en pointillés après (L_2)	0.5
	$\overline{A_1B_1}$ est tracée en pointillés dans le PFI de (L_1)	0.25
	Réponse sur copie : L'image $\overline{A_1B_1}$ est un objet virtuel pour (L_2) car elle est située après (L_2) dans le sens de propagation de la lumière.	0.25
c)	**Voir Schéma**	**Sur 1 point (+0.25)**

Traits de construction présents sur la figure	0.25
Les deux rayons ressortent de (L_2) en traits pleins et parallèlement au segment O_2B_1	0.25 + 0.25
Propreté et soin du tracé complet	0.25
BONUS pour un commentaire de type : les deux rayons rentrés dans la lunette parallèles entre eux émergent en étant à nouveau parallèles entre eux : l'image d'un objet à l'infini est située à l'infini donc la lunette est bien afocale.	**+ 0.25**
d)	**Sur 1.25 point**
Expression $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$	0.25
Approximation justifiée que $\overline{O_1A_1} \sim f_1'$	0.25
Expression finale $\gamma_1 = \frac{f_1'}{-D}$ (avec le bon signe !!)	0.5
A.N. : $\gamma_1 = \frac{f_1'}{-D} = \frac{1}{-2\cdot 10^{12}} = -5 \cdot 10^{13}$	0.25
e)	**Sur 1.5 point**
Les angles utilisés sont orientés correctement (orientation définie sur tracé)	0.25
L'approximation des petits angles pour la tangente est utilisée avec justification (conditions de Gauss)	0.25
$$\alpha \approx \tan\alpha = \frac{\overline{A_1B_1}}{f_1'}$$	0.25
$$\alpha' \approx \tan\alpha' = -\frac{\overline{A_1B_1}}{f_2'}$$ Note : les deux angles sont de mêmes signes. Selon le sens positif choisi par l'étudiant, il y a un signe négatif ou non dans l'une des deux équations.	0.25
$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f_1'}{f_2'}$$	0.25
A.N. $G = 5$	0.25
f)	**Sur 1.5 point**
Expression pour l'œil nu avec R et D : $\alpha \approx \tan\alpha = \frac{R}{D}$	0.5
A.N. pour l'œil nu $\alpha = \frac{10^8}{2\cdot 10^{12}} = 5 \cdot 10^{-5} < 10^{-4}$	0.25
Expression avec la lunette avec R et D : $\alpha' = G\alpha = G\frac{R}{D}$	0.25
A.N. avec la lunette : $\alpha' = 5 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 2.5 \cdot 10^{-4} > 10^{-4}$	0.25
Conclusion : anneaux invisibles à l'œil nu ; visibles avec la lunette	0.25

2 –« Mesures et Incertitudes » (/7,5 points)

1.	**Sur 3 points (±0.25)**
Graphique en annexe 2	
- Qualité du graphique (nom des grandeurs physiques sur chaque axe ; unités ; choix pertinent de l'échelle, points correctement placés) **Note** : A cette étape, les étudiants ont pu tracer *i* en degrés (comme ci-dessous) ou *i* en radians. Les deux sont OK bien-sûr : mettre les points dans les deux cas en appréciant uniquement les critères ci-dessus / ci-dessous.	0.75
- Présence des boîtes d'incertitudes sur le graphique	0.5
- Valeurs correctes pour les boîtes d'incertitude	0.25
- Bonus / Malus de soin pour le tracé du graphique	**± 0.25**
Voici la courbe obtenue en traçant les points de mesure et leurs incertitudes : 	
Raisonnement	
- D'après l'équation (2) de l'énoncé, si on est dans l'approximation des petits angles, les points de mesure doivent être alignés sur une droite passant par (0 ; 0), tracée sur le graphique. **MALUS :** si la droite de régression / les droites extrêmales n'ont pas été forcées à passer par (0 ; 0), ne mettre que 0.25 / 0.5 pour explication points alignés sur une droite.	0.5
- Sur le graphique, c'est vrai pour les premiers points mais le 6ème point à *i* = 30° n'est plus tout à fait aligné avec les autres, même si la droite passe par sa boite	0.5

d'incertitude. On peut décider de le prendre en compte. Par contre, le dernier point à i=40° est clairement en dehors de la droite, y compris sa boite d'incertitude.	
Enoncé de la conclusion	
- L'approximation des petits angles semble valable au moins jusqu'à 30° car on peut considérer comme alignés tous les points dans ce domaine, en considérant leurs boîtes d'incertitude respectives. Par contre, ce n'est plus vrai à partir de 40°. La limite de l'approximation des petits angles se trouve donc quelque part entre 30° et 40°.	0.5
2.	**Sur 1 point**
Raisonnement	
- D'après la question précédente, les premiers points expérimentaux du graphique correspondent donc à l'équation $d = e \cdot i \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$ car l'approximation des petits angles est vérifiée.	0.25
- Dans cette équation, l'angle i et la distance d sont liés par un coefficient de proportionnalité $p = e \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$	0.5
- Expérimentalement, on a accès à ce coefficient *p* (la pente de la droite) et on connaît l'épaisseur *e*. On peut donc écrire $n = \frac{e}{e-p}$ pour trouver n. NB : L'expression de *n* est bien homogène !	0.25
3.	**Sur 3.5 points**
Raisonnement	
Comme on a des incertitudes, et que l'indice *n* dépend de la pente de la droite joignant les points, il faut trouver les droites de pente min et max qui passent néanmoins par toutes les boîtes d'incertitude et par (0 ; 0)	0.25
Sur le graphique : tracé des droites extrémales	0.25 + 0.25
Calcul des pentes min et max (expliqué) : Pente min : 0,232 $mm.degré^{-1}$; Pente max : 0,272 $mm.degré^{-1}$ ou Pente min : 13,3 $mm.rad^{-1}$; Pente max : 15,6 $mm.rad^{-1}$	0.5 + 0.5 (0 si pas d'unités)
Conversion des degrés en radians : La conversion peut avoir été faite dès le début (tracé du graphique avec *i* en radians) ou bien une fois la pente calculée. Dans les deux cas, mettre les points.	0.25
Calcul de n_{max} et n_{min} : $n_{max} = \frac{1}{1 - {p_{max}}/{e_{min}}} = 1{,}67$; $n_{min} = \frac{1}{1 - {p_{min}}/{e_{max}}} = 1{,}48$ **Attention !** Il est bien-sûr impossible d'avoir e_{min} et e_{max} en même temps (en utilisant la méthode des encadrements à partir de la relation $n = \frac{e}{e-p}$). **Note 1** : Si du coup les étudiants ont préféré utiliser la méthode des différentielles plutôt que les encadrements, mettre les points si le calcul est juste (même s'ils n'ont pas vérifié l'hypothèse que les incertitudes sur *p* et sur *e* sont suffisamment faibles pour avoir le droit de l'utiliser).	0.5 pour les formules 0.25 pour les A.N.

Note 2 : si les valeurs utilisées pour le calcul de l'indice sont restées en degrés mais que le raisonnement est correct : - mettre 0.75 / 0.75 si commentaire sur la valeur d'indice *n* aberrante. - pas de points si pas de commentaires.	
Calcul de $\Delta n = \frac{(n_{max} - n_{min})}{2} = 0{,}10$ et $n = \frac{(n_{max} + n_{min})}{2} = 1{,}57$	0.5
Présentation du résultat dans les règles de l'art	0.25

3 – Application directe du cours : Mesure au voltmètre (/ 3 points)

1.	**Sur 1 point**
Soit juste, soit faux, pas d'intermédiaire de notation $U = -E - RI$	1
2.	**Sur 1.25 points**
a) Il faut brancher le voltmètre en parallèle sur la résistance en mettant la borne + en A et le COM en C. Ainsi on mesure $V_s = RI > 0$. On peut aussi inverser les bornes du voltmètre et mesurer $V_s = -RI < 0$. **Note 1** : la question ne porte que sur le branchement correct du voltmètre. **Note 2** : Si le voltmètre a été placé aux bornes de l'ensemble (E + R), mettre 0	0.75
b) $I = \frac{V_s}{R} > 0$ si $V_s > 0$ (borne + du voltmètre en A) ou bien $I = -\frac{V_s}{R} > 0$ si on a mis la borne + du voltmètre en C. **Note** : Si le voltmètre a été placé aux bornes de l'ensemble (E + R), et que l'expression de I donnée est cohérente avec le branchement indiqué (par exemple I=(U-E)/R), mettre les 0.5 pts	0.5
3.	**Sur 0.75 point**
On exprime $U = P/I$ d'où $\dim(U) = \frac{\dim(P)}{\mathrm{I}} = \frac{ML^2T^{-3}}{I} = ML^2T^{-3}I^{-1}$	0.75

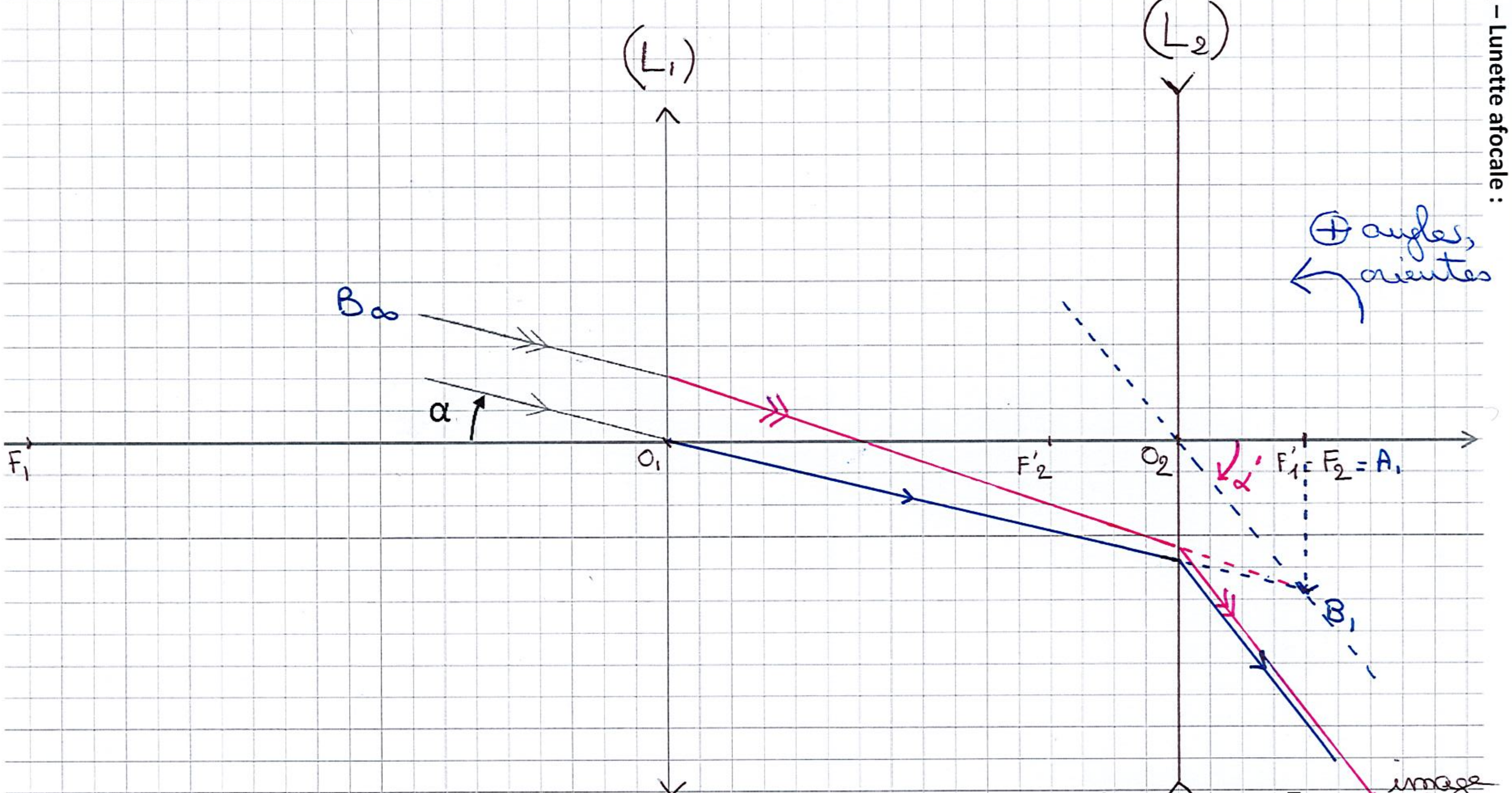
TOTAL : 20 points

Auxquels s'ajoutent 0.5 point bonus

INSA
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON

Annexe 1 : Ex. 1 – Lunette afocale :

NOM : **Prénom :** **Groupe :**



1 carreau = 5 mm
échelle horizontale : 1/10
(échelle verticale non précisée)