

À lire avec soin avant de commencer :

Les résultats doivent toujours être exprimés sous forme littérale avant d'en donner une application numérique (si elle est demandée) : aucun calcul semi-numérique n'est admis.

On demande d'encadrer les résultats littéraux et de souligner les résultats numériques en utilisant de la couleur pour les mettre en évidence.

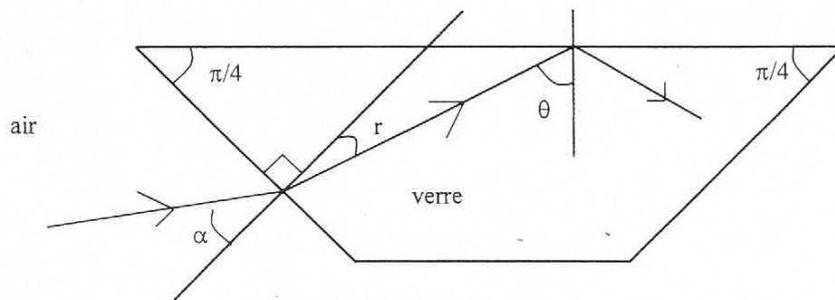
De manière générale, il sera tenu compte dans la notation des qualités de présentation et de rédaction de la copie.

Toutes les affirmations doivent notamment être justifiées avec précision.

La manipulation des unités dans les applications numériques est imposée.

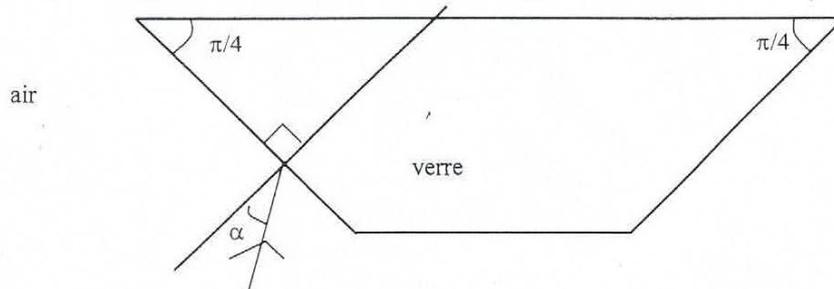
I – RÉFLEXION TOTALE DANS UN PRISME EN TRAPÈZE – D'APRÈS CCP PSI – 3 PTS

- On considère 2 milieux transparents (1) et (2) d'indices respectifs n_1 et n_2 . Ces deux milieux sont séparés par un dioptre plan. On s'intéresse à un rayon lumineux qui se propage dans le milieu (1) vers le milieu (2). Rappeler dans quelles conditions il n'y aura pas de rayon réfracté. On introduira l'angle limite θ_{lim} (angle repéré par rapport à la normale au dioptre) que l'on exprimera en fonction de n_1 et n_2 .
- Donner un exemple concret d'utilisation de la réflexion totale.
- On considère le dispositif représenté sur la figure ci-dessous, où le prisme de verre, d'indice n , présente une section trapézoïdale avec des angles de valeur égale à $\pi/4$. Le prisme est plongé dans l'air (d'indice de réfraction que l'on prendra égal à 1).

**Marche d'un rayon dans le prisme**

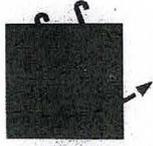
- a- Donner la condition sur l'angle θ pour qu'il y ait réflexion totale sur l'interface verre/air pour $n = 1,30$.
Application numérique.
En déduire la condition sur l'angle α . Application numérique.

- b- Faire un schéma lorsque le rayon incident est incliné d'un angle α de l'autre côté de la normale.



La réflexion totale sur l'interface verre/air est-elle possible ?

II – BLUE FIRE – 4 PTS



CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Physique-chimie 1

TSI

4 heures

Calculatrice autorisée

2025

Le *Blue Fire*

Le *Blue Fire* est l'une des montagnes russes du parc d'attraction Europa-Park, situé à Rust, en Allemagne. Elle est en service depuis le 4 avril 2009. Le nom de l'attraction a été choisi en référence à la couleur de la flamme émise par la combustion du gaz naturel, vecteur énergétique important.

Partie D – L'arrivée

Lors de l'une des dernières figures, un appareil photographique numérique judicieusement placé prend des photos de chacune des voitures du train et de leurs passagers alors que le train est à grande vitesse. Les visiteurs peuvent ainsi acheter une photographie-souvenir de leur expérience dans le *Blue Fire* à la sortie.

L'objectif de l'appareil utilisé sera modélisé par une simple lentille mince convergente, de distance focale $f' = 5,00$ cm. Il est situé à $D = 3$ m du sujet à photographier au moment où la photographie est prise. Le capteur de l'appareil photographique, sur lequel se forme l'image, est une matrice rectangulaire de taille $L \times \ell$ avec $L = 36$ mm et $\ell = 24$ mm constituée de pixels carrés de taille a . Le constructeur indique pour son capteur une résolution de 24 Mpixels.

Pour décrire la situation, on se placera dans la configuration géométrique simplifiée suivante :

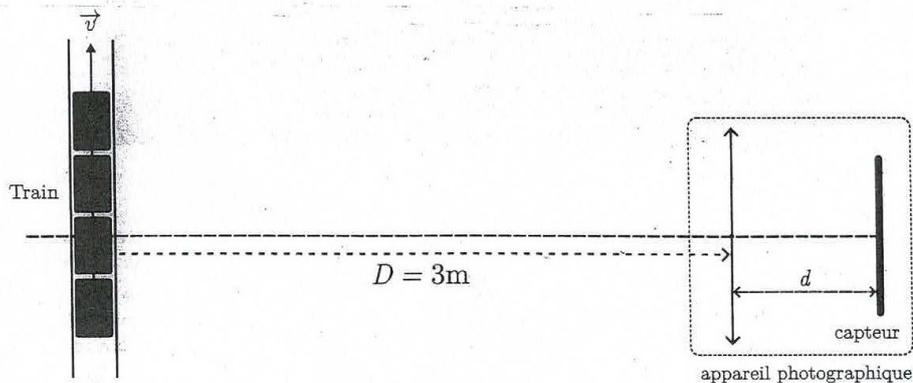


Figure 14 – Modèle simplifié de la prise d'une photographie

On notera en particulier que, même si le déplacement réel du train n'est pas orthogonal à l'axe optique de l'objectif, on fait ici cette hypothèse pour simplifier la description optique de la situation. Lors de la prise de la photographie, la vitesse de train est de $v = 15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- Q38. Quelles sont les conditions optiques permettant un stigmatisme approché ? Énoncer ces conditions.
- Q39. Déterminer avec deux chiffres significatifs la valeur numérique de la distance d entre le capteur et la lentille de l'objectif.
- Q40. Déterminer la valeur numérique de a .
- Q41. Montrer que si la durée d'exposition t_{exp} du capteur pendant la prise de la photographie est trop longue, la photo sera floue. Calculer un ordre de grandeur de cette durée maximale d'exposition pour obtenir une photographie nette en fonction des paramètres pertinents, et proposer une application numérique.

III – SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN RÉTROPROJECTEUR – 4 PTS

Dans un rétroprojecteur, on fabrique d'un objet AB une image A'B' sur un écran, grâce à :

- d'abord un objectif assimilé à une lentille mince convergente (L),
- suivie d'un miroir plan noté (M), qui change la direction de l'axe optique A.O. – A'B' étant bien sûr perpendiculaire à l'A.O.

Voir la **figure 1** sur l'**annexe à rendre avec la copie** : sur le schéma, la dimension de AB est de 2 cm exactement, et l'on a représenté le début de l'axe optique A.O.

1. Écrire le diagramme de conjugaison correspondant.
2. Par lecture graphique, donner la valeur du grandissement de la conjugaison, en valeur absolue.
3. Sur la **figure 1**, obtenir **par construction**, donc **sans aucun calcul**, la position du miroir, puis celle de la lentille dont on fixera le diamètre à 5 cm sur le schéma.
Décrire brièvement mais précisément la construction sur la copie.
4. En déduire par lecture graphique la valeur de la focale de cette dernière, en cm sur la figure, puis sa valeur réelle sachant que le schéma est tracé à l'échelle 1/10, puis calculer sa vergence V.
5. Sur la **figure 1**, hachurer le faisceau lumineux issu du point A là où la lumière passe réellement, passant par le bord de la lentille.
On augmentera éventuellement la dimension du miroir plan pour que celui-ci ne limite pas le faisceau.

IV – MODÉLISATION D'UN APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE – 7 PTS

Appareil photographique

On photographie une personne mesurant 1 m 80 depuis une distance de 40 m. L'appareil photographique est constitué d'un objectif et d'un capteur CCD de largeur $L = 50$ mm portant des photodiodes de diamètre $\phi_p = 50$ μm . Le réglage de mise au point est réalisé en ajustant la distance entre ces deux éléments.

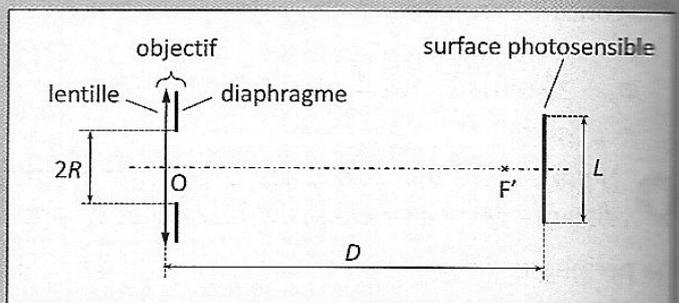
1. L'appareil photographique est équipé d'un objectif standard assimilé à une lentille convergente de distance focale $f' = 35$ mm, accolée à un diaphragme circulaire de rayon $R = 2$ cm.

1.a. À quelle distance D du centre la lentille doit-on placer la pellicule pour effectuer la mise au point ?

1.b. Quelle est alors la taille de l'image de la personne sur la pellicule ?

1.c. Montrer qu'un objet situé à l'infini apparaîtra net sur la photographie.

1.d. Déterminer la distance minimale à laquelle les objets seront vus nets sans modifier le réglage de l'appareil.



Remarques :

photodiode = pixel

Questions 1.c. et 1.d. : on raisonnera seulement avec des rayons issus du point A de l'objet, sur l'axe optique.

V – CONSTRUCTIONS OPTIQUES – 3 PTS

1. L'image A'B' formée par une lentille convergente est virtuelle, située à trois fois la distance focale de son centre optique.
Construire l'objet AB correspondant, en respectant les conventions de l'optique, sans aucun calcul.

2. Voir la **figure 2**, de l'**annexe à rendre avec la copie**.

On souhaite que le rayon issu du point A ait le comportement donné, lors de la traversée d'une seule lentille mince.

Obtenir par construction, donc sans aucun calcul :

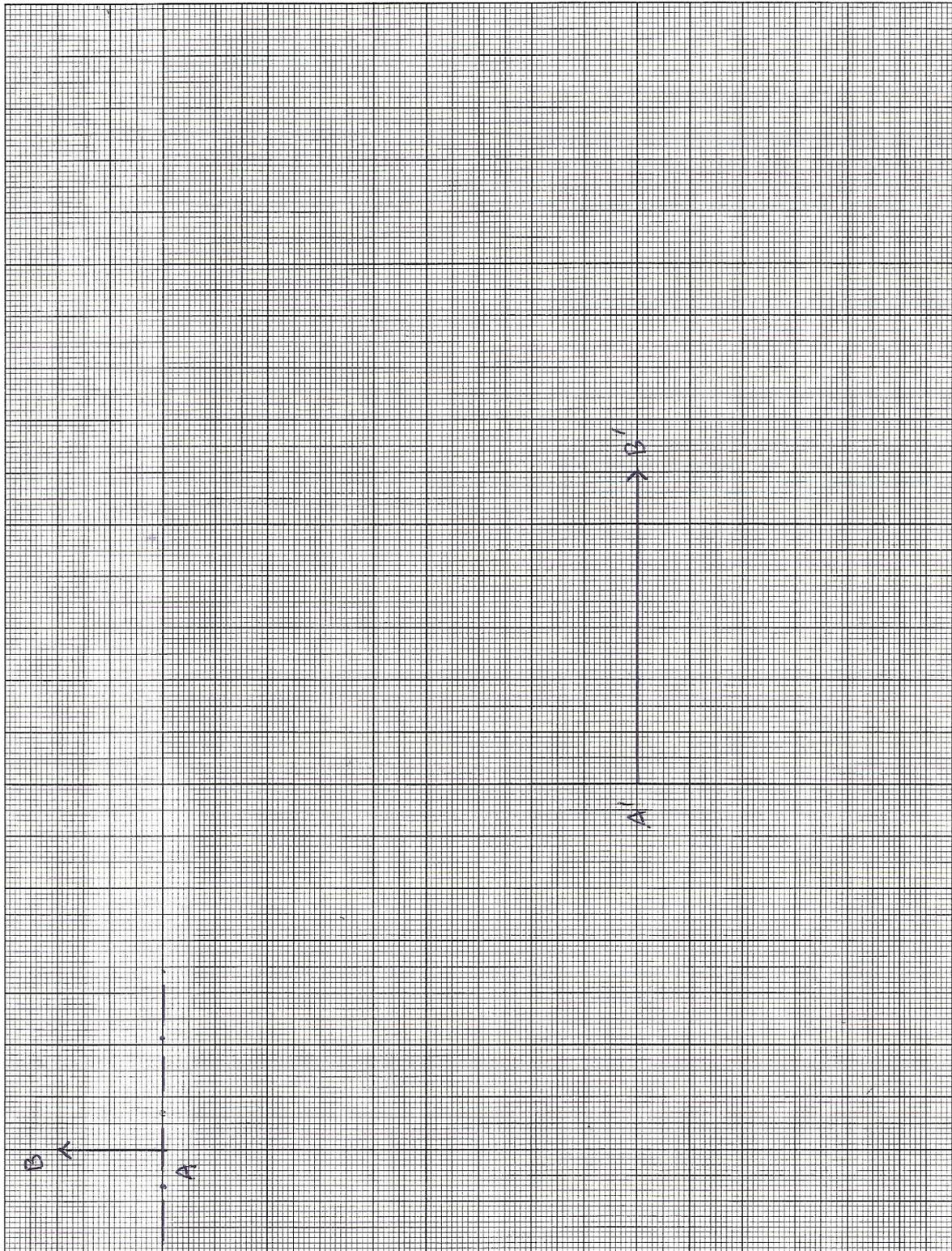
- l'image A' de A
- les points caractéristiques de la lentille : centre optique O, foyers objet et image.

FIN

Annexe à rendre avec la copie **NOM, Prénom :**

Partie II, figure 1 :

PRINCIPE DU RETROPROJECTEUR - ECHELLE 1/10²



A.O.

Partie IV, figure 2 :

