

ÉTUDE D'UN OBJECTIF D'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

Les 3 parties sont indépendantes.

Les documents réponses à rendre avec la copie se trouvent à la fin du sujet.

Partie 1 : Étude de l'éclairement

L'objectif d'un appareil photographique donne d'un objet réel une image réelle. L'appareil étudié ici a un objectif de distance focale $f' = 50$ mm qui comporte un diaphragme circulaire de diamètre D .

On définit le nombre d'ouverture N par le rapport : $N = \frac{f'}{D}$.

L'objectif est face à une source lumineuse étendue. On mesure l'éclairement E en fonction du nombre d'ouverture N grâce à un luxmètre. Les valeurs obtenues sont regroupées dans un tableau (voir **document réponse 1**, à rendre avec la copie).

1.1 - En appliquant la définition du nombre d'ouverture, compléter, en détaillant le calcul, la cellule vide de la troisième ligne du tableau (voir **document réponse 1**, à rendre avec la copie).

1.2 - Compléter et modéliser le graphe $E = f(D^2)$ sur le **document réponse 1** (à rendre avec la copie).

1.3 - En déduire la relation liant l'éclairement E au carré du diamètre du diaphragme D^2 .

1.4 - Pour l'ensemble des valeurs de N :

1.4.1 - Compléter la dernière ligne du tableau en calculant le rapport des éclairements reçus pour deux valeurs successives de N , par exemple 2,8 et 4, puis 4 et 5,6... .

Donner la moyenne des valeurs obtenues.

1.4.2 - En déduire comment varie l'éclairement du film quand on passe d'un nombre d'ouverture au suivant.

Partie 2 : Traitement anti-reflet de l'objectif

Pour augmenter le flux lumineux transmis par l'objectif d'un appareil photographique, on traite les surfaces des lentilles qui le constituent par dépôt d'une couche mince.

On étudiera d'abord les phénomènes produits en réflexion par une lame à faces parallèles, les résultats de cette étude seront utilisés pour expliciter le traitement antireflet d'un objectif.

2.1 - On éclaire, sous incidence quasi normale i , à l'aide d'une source étendue monochromatique de longueur d'onde λ , une lame de verre à faces parallèles d'indice n et d'épaisseur e . Cette lame est placée dans l'air. On étudie les interférences produites par les ondes réfléchies. Le système est schématisé sur la **figure 1** ci-dessous. Les angles ne sont pas représentés à l'échelle.

Pour cette modélisation simplifiée, on ne tient compte que des deux premiers rayons réfléchis.

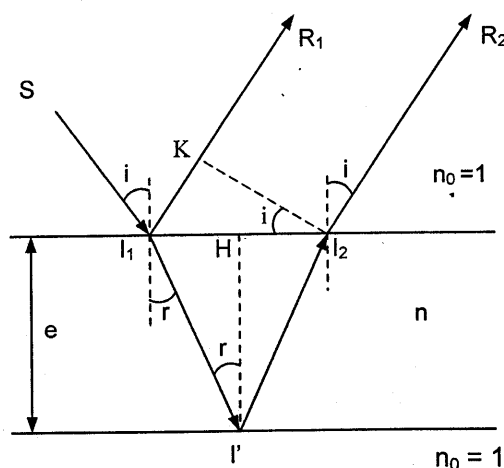


Figure 1

2.1.1 - Où les interférences sont-elles localisées ?

2.1.2 - Montrer que l'expression de la différence de marche entre les deux premiers rayons réfléchis s'écrit : $\delta = 2 \cdot n \cdot e \cdot \cos(r) + \frac{\lambda}{2}$, où le terme $\frac{\lambda}{2}$ correspond à la réflexion d'un milieu moins réfringent sur un milieu plus réfringent.

2.2 - On dépose par vaporisation sous vide une couche mince de fluorure de magnésium d'indice n_1 sur la face de la lentille de l'objectif d'indice n_2 avec $n_2 > n_1 > 1$.
On éclaire la couche par une source étendue monochromatique de longueur d'onde λ sous une incidence quasi-normale. L'angle i n'a pas été représenté à l'échelle.

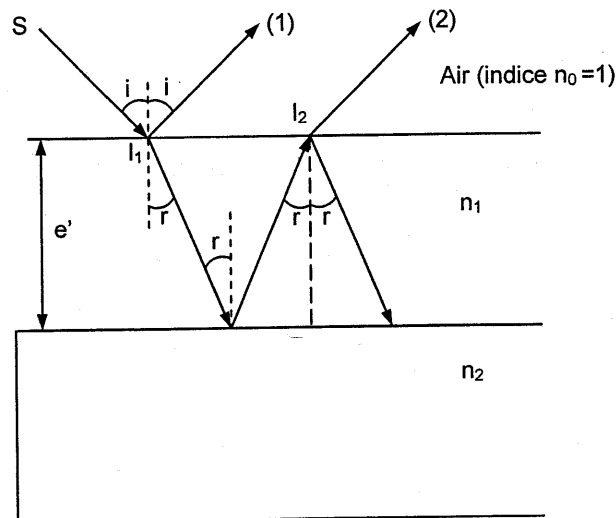


Figure 2

2.2.1 - Le coefficient de réflexion R en intensité pour le dioptre fluorure de magnésium-verre est :

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

2.2.1.1 - Exprimer le coefficient de réflexion R' en intensité pour le dioptre air-fluorure de magnésium.

2.2.1.2 - Calculer ces coefficients R et R' pour $n_1 = 1,35$ et $n_2 = 1,52$.

2.2.2 - Donner, dans le cas d'une incidence normale, l'expression du déphasage entre les deux ondes associées aux rayons (1) et (2) représentés.

2.2.3 - À quelle condition sur le déphasage ϕ l'intensité réfléchie I sera-t-elle minimale ?
En déduire la plus petite valeur possible de l'épaisseur e' de la couche mince en fonction de λ et de n_1 .

Partie 3 : Comparaison de focales d'objectifs d'appareils photographiques

On peut lire sur la notice d'un fabricant d'appareil photographique numérique-les données suivantes :

- Capteur CCD de dimension $(13 \times 17,6) \text{ mm}^2$.
- Objectif de focale 25 mm (notée f') ; focale équivalente en $24 \times 36 : 50 \text{ mm}$ (notée f'_a).

On rappelle que le format standard des pellicules argentiques est de $(24 \times 36) \text{ mm}^2$.

3.1 - Sur le **document réponse 2** (à rendre avec la copie), compléter les tracés des rayons issus des bords d'un objet B situé à l'infini.

3.2 - On appelle champ objet moyen l'angle ω entre les deux rayons extrêmes issus de B. L'image formée couvre le capteur ou la pellicule comme illustré ci-dessous :

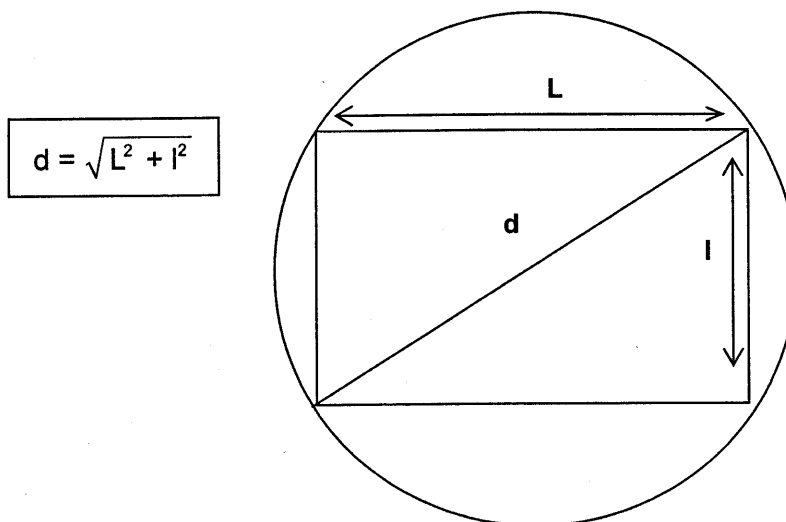


Figure 3

3.2.1 - En utilisant le **document réponse 2** que vous avez complété, établir la relation entre $\tan(\omega/2)$, d et f' .

3.2.2 - On souhaite couvrir le même champ objet ω en utilisant indifféremment un appareil photo numérique et un appareil photo argentique (avec un objectif de focale f'_a). Dans ce cas, quelle relation aura-t-on entre la diagonale d_a de la pellicule argentique et celle d du capteur CCD, f' et f'_a ?

3.3 - En déduire alors pourquoi le fabricant peut proposer la conversion « 25 mm équivalent à 50 mm ».

tpil.ecoles.officielles.com

BTS TECHNIQUES PHYSIQUES POUR L'INDUSTRIE ET LE LABORATOIRE		Session 2011
Nom de l'épreuve : Sciences physiques	Code : TPSP	Page : 4/12

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie :

Session :

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

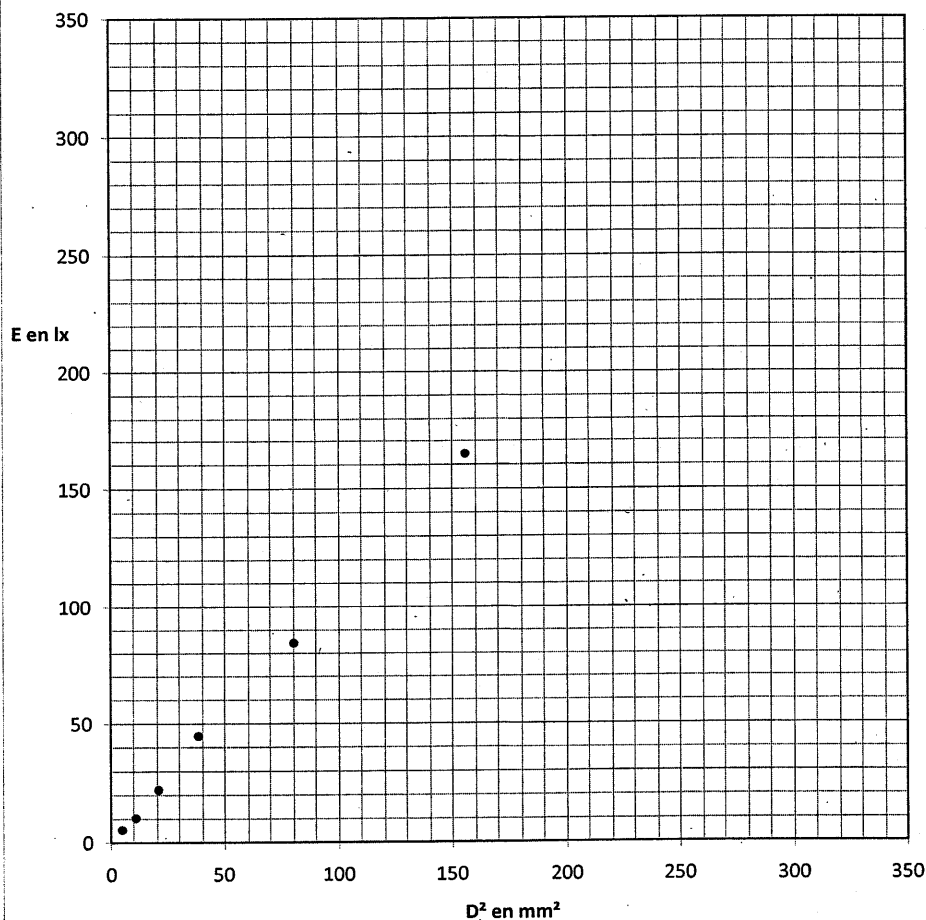
Né(e) le :

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

DOCUMENT RÉPONSE N° 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

Nombre d'ouverture N	2,8	4	5,6	8	11	16	22
Eclairement E (lx)	349	165	85	45	22	11	5,4
D ² (mm ²) Carré du diamètre du diaphragme		156	80	39	21	9,8	5,2
Rapport des éclairagements				1,9		2,0	2,0



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie :

Session :

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

Né(e) le :

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

DOCUMENT RÉPONSE N° 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

