**Exercice 1**

a) Déterminer la vitesse de la lumière dans l’eau, sachant que son indice de réfraction est de 1.333.

b) Sachant que la lumière se propage à une vitesse de 2.244×108 m/s à travers l’humeur aqueuse, donner son indice de réfraction.

1. Quel serait l’indice de réfraction d’un verre à l’intérieur duquel la lumière

atteindrait la vitesse de 1.875x108 mètres à la seconde.

1. La lumière se propage t’elle plus lentement dans un verre d’indice 1,7 ou 1,8 ?

e) Quel matériau présente l’indice le plus faible ? Celui où la lumière peut atteindre 166667km.s-¹, ou celui où elle se propage à 158x106 m/s

**Exercice 2**

Dans chacun des cas suivants, déterminez, à l’aide des faisceaux, la position de l’objet AB (objet perpendiculaire à l’axe optique, A sur l’axe), et de son image A’B’ et donner leur nature (réelle ou virtuelle).

Vous indiquerez également si les images sont droites ou renversées, ainsi que les différents types de faisceaux

a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



Que pensez vous de ce dernier cas ? Justifiez.

**Exercice 3**



Indiquez la nature de chaque objet et image (distance finie ou infinie, réel ou virtuel).

Précisez par rapport à quel système vous faîtes référence.

Quelle est la nature exacte de A1 ? Pourquoi ?

**Exercice 4**

On considère l’objet AB (perpendiculaire à l’axe optique), et un faisceau issu du point B qui traverse une association de systèmes optiques.

1. Où se situe le point objet B ? Justifiez.
2. Où se situe le point objet A ? Justifiez.
3. Représentez sur la figure les images successives de AB, en respectant les conventions de tracé.
4. Terminez le tracé du faisceau émergent final.



**Exercice n° 1 :**

Un microscope à immersion est un instrument où l’objet baigne dans un liquide (dans ce cas le liquide est de l’eau)

Ce microscope est composé d’un objectif, d’indice no=1,5, et d’un oculaire, qui est un doublet de lentilles accolées et d’indices respectifs n1=1,6 et n2= 1,7.

Un objet étendu AB (A sur l’axe et B hors de l’axe) est observé à travers cet instrument.

Un faisceau issu du point B est représenté ci-dessous :

A

B

B

1

B

2

B

3

B

4

B

'

n

=

1

,

3

3

3

O

b

j

e

c

t

i

f

O

c

u

l

a

i

r

e

I

1

S

1

S

2

S

3

S

4

S

5

1. De combien d’espaces optiques est composé cet instrument ?
2. Tracer la marche du faisceau représenté et issu de B à travers tout le microscope.
3. Précisez la nature des différentes portions de ce faisceau (émergent, incident, cylindrique, conique convergent ou conique divergent…).
4. Représenter un rayon issu du point objet A et incident sur le dioptre S1 en I1 .

Le rayon issu de A arrive sur l’objectif avec une intensité Io.

1. Calculer le facteur de transmission de chaque dioptre.
2. Quel est le pourcentage d’intensité lumineuse à la sortie du microscope.

**Exercice 2 :**

Une lunette astronomique est un instrument d’optique permettant à un sujet d’observer les astres. Les objets observés à l’aide de cet instrument seront donc considérés comme situé à l’infini.

La lunette étudiée est constituée : (cf. schéma)

* D’un objectif L0,constitué de deux dioptres S1 et S2, d’indice *nL0=1,5*
* D’un oculaire constitué de deux lentilles épaisses :
  + La comprenant deux dioptres sphériques S3 et S4, d’indice *nLa= 1,6*
  + Lb comprenant deux dioptres sphériques S5 et S6, d’indice *nLb= 1,7*

*Le système optique baigne dans l’air.*

L’observateur utilisant cet instrument est emmétrope, l’image finale de l’astre au travers de tout le système optique se trouve donc rejetée à l’infini.

l

o

L

a

L

b

S

1

S

2

S

3

S

4

S

5

S

6

+

D

6

à

l

'

i

n

f

i

n

i

C

6

à

l

'

i

n

f

i

n

i

C

1

D

1

C

2

D

2

C

3

D

3

C

4

D

4

C

a

l

'

i

n

f

i

n

i

D

a

l

'

i

n

f

i

n

i

1. Combien d’espaces optiques contient cet instrument ?

L’astre sera représenté sous la forme d’un vecteur CD.

1. Ecrire la chaîne d’images relative à l’objet CD.

Le faisceau lumineux représenté partiellement sur l’axe 1 est issu du point objet D.

1. Représenter les portions manquantes de ce faisceau.
2. Positionner l’image intermédiaire C5D5.
3. L’image intermédiaire C1D1 est elle réelle ou virtuelle (justifier votre réponse) ?

Même question pour l’image intermédiaire C4D4

1. Calculer les facteurs de transmission de chaque dioptre.

Un rayon incident d’intensité I0 tape la face d’entrée S1 de l’instrument.

1. Donner le pourcentage de lumière transmise à la sortie de l’instrument.

## ***Exercice n°1: Vitre d’aquarium***

**i1**

**NO =1**

**I**

**N1 =1,7**

**N2 =1,333**

1/ Tracer la marche d’un rayon qui traverse le dispositif sur un schéma de principe (Vous appellerez les angles i1 , r1 , i2 , r2)

2/ Calculer le pourcentage de lumière transmise à la sortie de la lame à faces parallèles.

3/ 3.1 Peut-on observer une réflexion totale sur la face d’entrée ? Sur la face de sortie ?

3.2 Existe-t-il un angle limite d’incidence à l’entrée de la lame?

3.3 On change l’indice d’entrée par NO = 1,5 , existe-t-il un angle d’incidence limite à l’entrée de la lame?

4/ Application numérique : Calculer r1 , i2 et r2 pour, i1 = 30° et i1 = 70° dans les 2 cas (indice d’entrée 1 puis 1.5)

## ***Exercice n°2 : Prisme***

Soit un prisme d’indice n = 1,6 et d’angle au sommet A = 60°

**I**

**i**

1/ Soit un rayon lumineux qui frappe la face d’entrée du prisme en **I** avec une incidence i = 40°.

1.1 Représenter un rayon qui traverse le prisme sur un schéma de principe.

1.2 Déterminer r angle de réfraction en **I.**

2/ Exprimer l’angle r’, angle d’incidence en J sur la face de sortie, en fonction de A et r, calculer cet angle.

3/ En déduire l’angle i’, angle d’émergence à la sortie du prisme.

4/ Exprimer la déviation totale D en fonction de i, i’ et A puis calculer-là.

5/ Calculer iO angle limite sur la face d’entrée du prisme pour que le rayon ressorte du prisme sans subir de réflexion totale.

Donner l’intervalle des angles incidents pour qu’il n’y ait pas de réflexion totale à la sortie du prisme.

Soit un prisme équilatéral en verre d’angle au sommet A et dont les côtés mesurent 60 mm (cf. fig.1). Ce prisme est éclairé sous une incidence i>0 sur la face AB par une lampe émettant deux radiations dont les longueurs d’ondes sont :

λbleu = 479.99 nm et λrouge = 643.85 nm.



*Figure 1*

On rappelle que n = a + b/λ2 avec a = 1.5028 (sans unité) et b = 0.0042μm2

**1ère partie :**

1. Calculez les indices du prisme pour les deux radiations données (on conservera quatre chiffres après la virgule).
2. Quelle sera la radiation la plus déviée ? Justifiez votre réponse.
3. Représentez sur un schéma de principe à l’échelle 1:1, le cheminement de ces deux radiations à travers le prisme (vous ferez figurer sur ce schéma tous les angles et les points importants ; *conseil : nommez judicieusement ces angles et ces points pour ne pas vous y perdre dans la suite de l’exercice*).
4. Le prisme est maintenant éclairé sous une incidence positive de 60°.
   1. Quelle sera la valeur de l’angle d’émergence de la radiation bleue au niveau de la face AC ?
   2. Quelle sera la valeur de l’angle d’émergence de la radiation rouge au niveau de la face AC ?
5. Donnez la valeur de la déviation subie par la radiation bleue et la radiation rouge au niveau de la face AB.
6. Donnez la valeur de la déviation subie par la radiation bleue et la radiation rouge au niveau de la face AC.
7. En déduire la déviation totale subie par chacune des deux radiations à la sortie du prisme.

*Rappel : la déviation est l’angle formé entre le prolongement du rayon incident et le réfracté.*



*Figure 2*

**2ème partie :**

On va maintenant chercher à éliminer certaines radiations par réflexion totale.

1. Quelle doit être la valeur de l’angle d’incidence sur la face AC pour que la radiation bleue subisse une émergence rasante ?
2. En déduire la valeur minimum de l’angle d’incidence sur cette surface pour que la radiation bleue subisse une réflexion totale ?

*Rappel : quand on passe d’un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent, on a réflexion totale si l’angle d’incidence sur ce dioptre est strictement supérieur à l’angle limite.*

1. Montrer simplement qu’à cette valeur minimum d’incidence sur AC, correspond la valeur maximale de réfraction en AB.
2. Donnez l’encadrement de la valeur de l’angle d’incidence sur la face d’entrée AB pour que la radiation bleue subisse une réflexion totale au niveau de la face AC ?
3. Quelle doit être la valeur de l’angle d’incidence sur la face AC pour que la radiation rouge subisse une émergence rasante ?
4. En déduire la valeur minimum de l’angle d’incidence sur cette surface pour que la radiation rouge subisse une réflexion totale ?
5. Donnez l’encadrement de la valeur de l’angle d’incidence sur la face d’entrée AB pour que la radiation rouge subisse une réflexion totale au niveau de la face AC ?
6. Si on veut que les deux radiations soient éliminées par réflexion totale sur la face AC , quel doit être l’encadrement de l’angle d’incidence sur la face AB ?
7. Même question si on veut qu’une seule de ces deux radiations soit éliminée par réflexion totale après traversée du prisme.

# Exercice 1

Calculer la puissance de chacun des dioptres suivants et préciser s’il s’agit d’un dioptre convergent ou divergent.

1. SC = +40mm ; n = 1,6 ; n’ = 1,8
2. SC = -80mm ; n = 1 ; n’ = 1,4
3. SC = -16,67mm ; ne = 1,5 ; ns = 1
4. SC = +8mm ; n = 1,5 ; n’ = 1,9
5. SC = +4mm ; ne = 1,7 ; ns = 1,6
6. SC = -30mm ; ne = 1,5 ; ns = 1,8
7. SC = -75mm ; n = 1,8 ; n’ = 1,5

Où se trouve le centre de courbure quand le dioptre est convergent ? quand le dioptre est divergent ?

# Exercice 2

Calculer le rayon de courbure ainsi que les distances focales objet et image de chacun des dioptres suivants, et représenter l’ensemble sur un schéma de principe côté.

1. D = +25 δ ; n = 1,42 ; n’ = 1,336
2. D = +40 δ ; ne = 1,5 ; ns = 1,3
3. D = -10 δ ; n = 1 ; n’ = 1,5
4. D = +55 δ ; ne = 1 ; ns = 1,336
5. D = -30 δ ; n = 1,5 ; n’ = 1,8
6. D = +20 δ ; n = 1,7 ; n’ = 1,5
7. D = -5 δ ; ne = 1,333 ; ns = 1,5

Quelles distances sont toujours égales ?

# Exercice 3

Soit un dioptre sphérique divergent, de rayon de courbure SC = -15cm séparant un milieu d’indice ne = 4/3 et un milieu d’indice ns inconnu.

Sans faire de calcul, répondre aux questions suivantes :

1. L’espace image de ce dioptre sera-t-il plus ou moins réfringent que l’espace objet ?
2. Faire un schéma de principe en indiquant approximativement la position des foyers objet et image de ce dioptre, et indiquer leur nature.

La puissance de ce dioptre est |D=1,78 δ|

1. Vérifier les hypothèses précédentes par le calcul.

**Exercice 4**

Préciser pour chacun des dioptres ci-dessous s’il est convergent ou divergent ; et construire les rayons émergents.

F

F

'

F

'

F

F

F

'

F

'

F

F

F

'

F

'

F

F

F

'

F

'

F

F

F

'

F

'

F

S

S

S

S

S

S

S

S

S

S

**Exercice 5**

Préciser pour chacun des dioptres ci-dessous s’il est convergent ou divergent ; et construire les rayons incidents.



**Exercice 6**

Construire, dans chacun des cas suivants, le conjugué image de A à l’aide d’un rayon quelconque.



**Exercice 7**

Construire, dans chacun des cas suivants, la marche du rayon à travers le système optique.



Nous allons étudier une lentille d’indice 1,5 constituée de deux dioptres sphériques respectivement D1 et D2. Cette lentille baigne dans l’air et a une épaisseur S1S2=+40mm. De plus, on connaît la puissance de D1 = +20δ et le rayon de courbureS2C2 = +10 mm

1. Rappeler la définition du dioptre sphérique.
2. Trouver par le calcul le rayon de courbure S1C1 et les distances focales objets et images S1F1 et S1F’1 de D1.

*Placer le centre C1 et les foyers objets et images de D1 sur le schéma ci-joint.*

1. Trouver par le calcul la puissance de D2 ainsi que les distances focales objets et images S2F2 et S2F’2 de D2.

*Placer le centre C2 et les foyers objets et images de D2 sur le schéma ci-joint.*

1. Préciser la nature (« convergent » ou « divergent »), ainsi que la géométrie (« convexe » ou « concave ») de chaque dioptre en justifiant vos réponses.
2. De quel type de lentille s’agit-il ? Est-elle convergente ou divergente ?
3. Tracer la marche du rayon incident parallèle à l’axe donné sur la mise en page en utilisant la méthode des foyers secondaires.
4. Ce rayon est issu d’un point A à l’infini sur l’axe optique. Déterminer la chaîne d’image de ce point, on appellera A1 l’image intermédiaire et A’ l’image finale.

Préciser sur votre chaîne d’images les positions particulières de A, A1 et A’.

1. A l’aide de votre construction placer A1 et A’. Préciser si ces conjugués sont réels ou virtuels. Justifier vos réponses.
2. Tracer la marche du rayon émergent donné à l’aide de la méthode des foyers secondaires.



L’objectif d’une jumelle est une lentille équiconvexe dont on recherchera ses éléments cardinaux pour simplifier les calculs.

Cette lentille est composée de deux dioptres sphériques de sommets S1 pour la face avant et S2 pour la face arrière. Les deux dioptres ont le même rayon R1 = R2 = .

L’épaisseur au centre de la lentille, sur l’axe optique, est de 20 mm (  ). Elle baigne dans l’air et elle est taillée dans un indice de 1,5.

* Calculer la puissance ainsi que les distances focales de la lentille. Donner sa nature.
* Calculer la position des plans principaux H et H’ ( H plan principal objet et H’ plan principal image) ainsi que les distances frontales.
* Calculer l’interstice .
* Construire à l’échelle 1 sur une feuille horizontale, les éléments cardinaux H, H’, F et F’ ( F foyer objet et F’ foyer image ). Pour cela , placer les foyers de chaque dioptre ( F1, F’1, F2 et F’2 ), puis tracer la marche des rayons n°1 et n°2.



**Etude d’un objectif photographique :**

Un appareil photographique « reflex » est constitué de deux voies optiques distinctes.

La première permettant à l’observateur de *viser l’objet* qu’il désire prendre en photo. Les rayons lumineux partant de l’objet et pénétrant dans l’appareil photo atteignent l’œil de l’observateur après traversée de l’objectif, de deux miroirs inclinés à 45°, et de l’oculaire.



La seconde permettant de prendre la photographie (imprimer le négatif ou la pellicule)

Grâce à une liaison mécanique lorsque l’observateur appuie sur l’interrupteur pour prendre la photo, le miroir escamotable subit une rotation. Dans cette nouvelle condition, les rayons lumineux issus de l’objet et pénétrant dans l’appareil photographique, traversent l’objectif et atteignent directement la pellicule (ou négatif).



Étude de l’objectif photographique en condition de prise de cliché :

L’objectif photographique est constitué de deux lentilles épaisses baignant dans l’air.

La première, L1, est une lentille équiconvexe, en verre d’indice 1,7. Son épaisseur au centre est de 6mm (S1S2=6mm), et la puissance de cette lentille est de 20δ.

La seconde lentille, L2, est un ménisque divergent en verre d’indice 1,5. Son épaisseur au centre est de 10mm (S3S4=10mm). Le rayon de courbure de sa face avant est de 25mm (S3C3=-25mm). La puissance de sa face arrière est de +10δ.

La distance entre les deux lentilles est de 50mm (S2S3= 50mm).

1. Quelle est la fonction de l’objectif ?
2. Faire un schéma de principe représentant la lentille L1 ainsi que la lentille L2.

(vous y placerez toutes les données de l’énoncé)

*Etude de la lentille L1 :*

1. Déterminer par le calcul la puissance de chacune des faces, D1, D2 (Vous conserverez la valeur la plus faible).
2. Déterminer, par le calcul, la position de ses éléments cardinaux.( H1, H’1 , F1 et F’1)

*Etude de la lentille L2 :*

1. Déterminer, par le calcul, la position des éléments cardinaux de cette lentille. (H2, H’2 , F2 et F’2)
2. Quel est l’encombrement de ce doublet de lentilles épaisses L1L2. (L’encombrement est la distance entre la face d’entrée et la face de sortie d’un système optique….).
3. Déterminer l’intervalle optique de ce doublet (distance entre le foyer principal image de la première lentille et le foyer principal objet de la seconde).

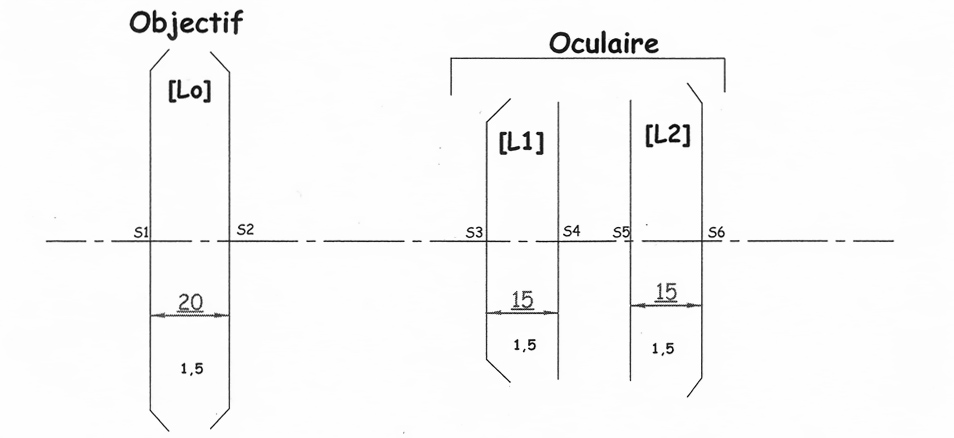
Ps : si vous n’avez pas répondu à la question 3, vous pourrez prendre D1=10,183δ

Etude de l’oculaire de l’appareil photographique :

L’oculaire de cet appareil photographique est une lentille biconvexe taillée dans une matière d’indice 1,6, baignant dans l’air. La face avant a une distance focale image de 160mm. L’épaisseur au centre est de 0,8cm. L’oculaire à une distance focale objet de 50mm.

L’appareil photographique est réglé de manière à permettre une perception nette à un utilisateur emmétrope, de 7 à 77ans.

1. Donner le rôle de l’oculaire.
2. Déterminer la valeur du rayon de courbure de la face arrière de cette lentille.
3. Déterminer la position de l’objet pour l’oculaire par rapport à sa face d’entrée, dans ces conditions de réglage.



Une jumelle, permettant d'observer des objets éloignés, est composée :

D'un objectif [Lo], lentille épaisse **biconvexe**, desommet S1 pour la face avant et de sommet S2 pour la face arrière. L'épaisseur au centre (sur l'axe optique) est de 20 mm (S1S2 = +20 mm) et elle est taillée dans un verre d'indice 1,5. La distance focale image de la lentille est de 72 mm (**f'Lo =** **+72 mm**)et la distance frontale image de **66mm.**

D'un oculaire, deux lentilles plan-convexes identiques [L1] et [L2], permettant d'observer l'image instrumentale. *Ces* lentilles sont taillées dans un verre d'indice **1,5**.Le rayon de la face avant de la lentille [L1] estde 50 mm. L'interstice entre ces deux lentilles est de **30 mm** (H'L1HL2 = + 30 mm ; H'L1 est le plan principal image de [L1] et HL2 est le plan principal objet de[L2]).

**1- Étude de l'oculaire :**

a) Calculer la puissance DL1, leséléments cardinaux (HL1 etH'L1)ainsi que la distance focale image f'L1 de la lentille [L1].

b) En déduire la puissance DL2, leséléments cardinaux (H'L2 et HL2)de la lentille [L2].

c) Calculer la distance entre les deux lentilles, distance S4S5.

d) Calculer l'intervalle optique des deux lentilles, distance F'L1FL2.

e) Calculer les éléments cardinaux résultant de l’association des 2 lentilles.

**2- Étude de l'objectif :**

f) Calculer la puissance DLo de la lentille objective [Lo].

g) À l'aide de Ia distance frontale image, calculer la puissance de la face avant Ds1.

h) Calculer la puissance de la face arrière Ds2.

i) Calculer la position des plans principaux de l'objectif H'Lo et HLo ainsi que la distance frontale objet S1FLo. (FLo étant le foyer principal objet de [Lo])

j) Calculer les distances focales de chaque dioptre.

k) Construire sur un schéma à l'échelle 0,5, feuille A4 horizontale les éléments cardinaux de la lentille [Lo]. On prendra f'1 = 240 mm, f1 = -160 mm, f'2 = 120 mm et f2 = -180 mm.

**3- Étude** **de la jumelle :**

l) Calculer l'encombrement de la jumelle distance S1S6 sachant la jumelle est utilisée par un observateur emmétrope n’accommodant pas. Faire une chaîne d’images pour répondre à cette question!!!

Exercice 1 :

Un doublet de type Ramsden, a une distance focale image de 25mm.

1/ Déterminer par le calcul les éléments cardinaux de ce doublet.

2/ Déterminer graphiquement les éléments cardinaux de ce doublet.

Exercice 2 :

Un doublet est constitué de deux lentilles minces convergentes L1 et L2.

La distance focale de L1 est de 30mm. L’encombrement de ce doublet est de 20mm.

Ce doublet a été conçu pour ne pas contenir d’aberrations chromatiques (doublet achromat)

1/ Déterminer la distance focale de la lentille L2.

2/ Déterminer par le calcul et graphiquement la position de éléments cardinaux de ce doublet.

Exercice 3 :

Un doublet de lentilles minces 2/1/2 est utilisé comme oculaire dans une lunette astronomique.

Cette lunette est constitué d’un objectif, lentille mince convergente de distance focale image 200mm. Cette lunette contient un réticule ( toujours positionné sur une image intermédiaire réelle), situé à 10mm du verre de champ de l’oculaire ( première lentille de l’oculaire). L’observateur est considéré comme emmetrope n’accommodant pas.

1/ Faire une chaine d’images de l’instrument.

2/ Déterminer graphiquement les éléments cardinaux de l’oculaire.

3/ Grâce à cette étude graphique déterminer le signe de la distance entre le verre de champ et le réticule. En déduire la valeur de la frontale objet de l’oculaire.

4/ Déterminer la position des éléments cardinaux de cet oculaire par le calcul.

5/ Calculer l’encombrement de la lunette.

Exercice 4 :

Soient 2 lentilles minces formant un doublet de formule (4,3,-1). La deuxième lentille a une distance focale image de 10mm.

a) Calculez f’1 et e.

b) Calculez la position des éléments cardinaux de l’ensemble ainsi formé. Qu’en pensez-vous ?

c) Vérifiez par construction.

**Partie A :**

Etude d’une lunette astronomique :

**Une lunette astronomique est un instrument permettant à son utilisateur d’observer des objets situés à l’infini, de les voir plus gros et à l’envers.**

Dans le cadre de cet exercice la lunette astronomique est constituée :

* D’un objectif, lentille épaisse biconvexe, d’indice 1,6 et d’épaisseur au centre ( ) 2mm. La vergence de cette lentille est de 5δ. Le rayon de courbure de sa face arrière est de 300mm.
* D’un oculaire, doublet de lentilles minces L1L2, de symbole 2/1/2. la distance focale de ce doublet est de 25mm.
* Le plan principal objet de l’œil de l’observateur est positionné dans le plan focal image de l’oculaire.
* L’observateur est considéré comme emmétrope n’accommodant pas.

**Etude de l’objectif :**

1/ Déterminer la puissance et le rayon de courbure des deux faces constituants l’objectif.

2/ Déterminer par le calcul la position des éléments cardinaux de cette lentille.

**Etude de l’oculaire :**

« *L’oculaire à pour rôle de projeter l’image instrumentale dans le plan d’accommodation de l’observateur* ».

3/ Déterminer f’1 et f’2 les distances focales images des lentilles L1 et L2, ainsi que l’interstice entre ces deux lentilles (L1L2).

4/ Déterminer par le calcul la position des éléments cardinaux de l’oculaire.

5/ Retrouver les éléments cardinaux graphiquement.

Etude de la lunette astronomique :

6/ Ecrire la chaine des images relative aux conditions d’utilisation de la lunette.

7/ Déterminer l’encombrement de la lunette.

**Partie B :**

Transformation de la lunette astronomique en lunette terrestre :

Une lunette terrestre permet a son utilisateur d’observer des objets situés à l’infini, de les voir plus gros nettement et à l’endroit…….



La lunette astronomique est transformée en lunette terrestre par l’adjonction, entre l’objectif et l’oculaire, d’un doublet de lentilles minces convergentes identiques LaLb. La distance focale objet de la lentille La est de 80mm (laFa=-80mm). **Dans ces conditions d’utilisation l’objectif conjugue le plan objet visé [AB] avec le plan focal objet de la lentille La.**

L’utilisateur est toujours considéré emmétrope n’accommodant pas.

8/ Ecrire la nouvelle chaine des images (attention il y a peut être des positions particulières……)

9/ Déterminer le nouvel encombrement de l instrument.

**Partie C :**



Transformation de la lunette terrestre en viseur.

Devant l’objectif est ajoutée une lentille épaisse plan convexe « L » d’épaisseur au centre 4mm d’indice 1,5 et de vergence 10δ (voir schéma ci-dessus).

10/ Déterminer par le calcul la position des éléments cardinaux de cette lentille L.

11/ Sachant que limage finale de l’objet visé reste à l’infini et que l’objet pour l’objectif reste lui aussi à l’infini, déterminer la position du plan objet visé par l’utilisateur du viseur (vous donnerez la position par rapport à la face d’entrée de la lentille « L »).

12/ Calculer le nouvel encombrement de l’instrument.

**Etude d’une lunette terrestre**

Une lunette terrestre est un instrument permettant à son utilisateur d’observer des objets très éloignés, considérés comme se trouvant à l’infini.

A travers cet instrument l’observateur verra net, à l’endroit, et plus gros. La lunette étudiée dans ce sujet est représentée sur le schéma de principe ci-dessous.



Dans le cadre de cet exercice l’utilisateur de cet instrument sera considéré comme emmétrope n’ayant pas de capacité accommodative.

Cette lunette est constituée :

**D’un objectif**, lentille biconvexe fabriquée dans une matière minérale d’indice de réfraction 1,5. La vergence de cette lentille est de 10δ. Le rayon de courbure de sa face avant est de 100mm. *Le rôle de cet objectif est de conjuguer le plan de l’objet observé avec le plan focal objet de la lentille L1 (première lentille du redresseur).*

**D’un redresseur**, doublet de lentilles minces convergentes identiques. L’interstice de ce doublet est de 20mm. La distance focale de la lentille L1 est de 40mm. Le rôle de ce doublet est de redresser l’image… dans les conditions d’utilisation de l’instrument, il a un grandissement transversal négatif.

**D’un oculaire,** doublet de lentilles minces convergentes, de symbole 2/1/2. La distance frontale objet de ce doublet est de

**Partie A : Etude de l’objectif**

1/ Déterminer la vergence de la face d’entrée de l’objectif

2/ Déterminer la vergence puis le rayon de courbure de la face de sortie S’1.

3/ Déterminer, par le calcul, la position des éléments cardinaux de l’objectif.

**Partie B : Etude de l’oculaire**

4/ Faire un schéma à l’échelle de cet oculaire.

5/ Déterminer graphiquement la position de ses éléments cardinaux. En déduire le signe de la distance frontale objet de l’oculaire.

6/ Déterminer les distances focales images du verre de champs et du verre d’œil de l’instrument.

7/ Déterminer la position des éléments cardinaux de l’oculaire.

**Partie C : Etude de l’instrument.**

8/ Donner la chaîne des images représentant les conditions d’utilisations de l’instrument. (Attention aux positions particulières…..).

9/ Déterminer la distance entre la face de sortie de l’objectif et la lentille L1.

10/ Déterminer la distance entre la lentille L2 et le verre de champs.

11/ Donner la valeur de l’encombrement de la lunette terrestre.

12/ Donner la valeur de la distance frontale image de l’ensemble objectif +redresseur.

13/ Sur une feuille A4 à l’horizontale, représenter, à l’échelle 1, les différents éléments de l’instrument.

14/ Tracer la marche d’un faisceau issu de A(infini sur l’axe) et délimité par un diaphragme D de diamètre 30 mm placé sur la lentille L1.

**A travers un dioptre :**

Soit un dioptre convergent de puissance 20δ, séparant l’air d’un milieu d’indice 1,5.

1/Un objet AB de 10mm de haut (A sur l’axe optique et B au dessus) se trouve :

A 75mm en avant du dioptre

A 50mm en avant du dioptre (….)

Déterminer dans les deux cas précédent la position et la taille de l’image de l’objet à travers le dioptre.

2/ Un objet AB se trouve à l’infini et possède un diamètre angulaire de 2° (A sur l’axe, B en dessous).

Déterminer la position et la taille de l’image de cet objet à travers le dioptre (utiliser « chaîne d’images, schéma, tangente »).

3/ Dans un instrument d’optique, ce même dioptre est utilisé avec un grandissement de +4. Déterminer la position du plan objet et image dans ces conditions (utiliser les formules de Newton).

**A travers un Système Centré représenté par ses Plans Principaux :**

Un objectif est représenté par ses plans principaux H et H’ distant de 5mm (HH’=+5mm). Cet objectif, baignant dans l’air, a une vergence de 50δ.

1/Un objet AB de 10mm de haut (A sur l’axe optique et B au dessus) se trouve à 75mm en avant du plan principal objet de l’objectif. Déterminer la position et la taille de l’image de l’objet à travers l’objectif (utiliser les formules de Newton).

2/ Dans un instrument cet objectif possède un grandissement transversal de -20. Déterminer la position des plans objet et image dans ces conditions.

3/ Dans un autre instrument cet objectif donne, d’un objet, une image située à 100mm après le plan principal image.

Déterminer la position de l’objet ainsi que la valeur du rapport entre la taille de l’image et celle de l’objet, dans ces conditions d’utilisation.

4/ Cet objectif est maintenant utilisé dans une lunette astronomique. Cette lunette permet l’observation de la lune qui possède un diamètre angulaire de 2°35’.(l’utilisateur fixe le centre de la lune)

Déterminer la position et la taille de l’image objective de la lune.

**A travers une lentille mince :**

L’oculaire d’une lunette terrestre de type Galilée est une lentille mince divergente de distance focale 20mm (lorsqu’elle baigne dans l’air).

1/ Un objet AB de 15mm (A sur l’axe et B au dessus) est situé à 2O mm en avant de l’oculaire. Déterminer la position et la taille de l’image finale A’B’ (A’ sur l’axe et B’ au dessus) de cet objet.

2/ L’image finale A’B’ est rejetée à l’infini (A’ sur l’axe et B’ en dessous de l’axe) et a un diamètre angulaire de 5°. Déterminer la position et la taille de l’objet pour l’oculaire.

3/ Cette lentille est utilisée avec un grandissement transversal de +6. Déterminer la position du plan objet et du plan image pour l’oculaire, dans ces conditions.

## Etude d’un microscope

Un microscope est formé :

* D’un objectif épais, lentille biconvexe de sommets S1 pour la face avant et S2 pour la face arrière ; d’indice n=1,5,  et D1=+25δ. La distance focale image est de 20 mm ( f’obj = +20 mm ).
* D’un oculaire, doublet de lentilles minces [L1] et [L2] de focales f’1 = +75 mm et f’2 inconnu. La distance focale image de cet oculaire est de 50 mm ( f’oc = +50 mm ). La distance frontale objet de l’oculaire est de 25 mm (  ). Ce doublet est corrigé des aberrations chromatiques.
* L’intervalle optique de l’instrument est de 150mm
* L’observateur est emmétrope et n’accommode pas ; le plan principal objet de son œil est placé dans le plan focal image de l’oculaire, en [F’oc]

A1 – Etude de l’oculaire :

* + Calculer la distance focale image f’2 de la lentille [L2] ainsi que la distance entre les deux lentilles . On prendra pour la suite de l’exercice : f’2 = + 37,5 mm et = 56,25 mm.
  + Calculer la distance frontale image de l’oculaire.
  + Construire sur un schéma à l’échelle 1, les éléments cardinaux de l’oculaire Hoc, H’oc, Foc et F’oc.

## A2 – Etude de l’objectif

* Calculer la position des éléments cardinaux de cet objectif.
* Déterminer dans les conditions d’observation, le grandissement transversal de l’objectif gyo.
* Calculer la position du plan objet [A] observé. On donnera la distance.

## A3 – Etude du microscope

* Un objet AB de taille 1 mm (A sur l’axe optique et B au dessus de l’axe) est observé à l’aide du microscope. Sous quel angle est perçue l’image instrumentale A’B’ ? On déterminera la taille de l’image objective AoBo, conjuguée de l’objet AB par l’objectif.
* Tracer la marche réelle du faisceau lumineux issu du point B et traversant le microscope en couvrant le diaphragme [D] placé dans le plan focal image de l’objectif [F’obj]. Son diamètre est de 10 mm. (Feuille A4H, échelle axiale 1 et échelle transversale 5 ).
* Un observateur myope de 2δ regarde dans le microscope. Dans quel sens et de quelle valeur faut-il déplacer l’oculaire afin que cet observateur puisse voir l’objet AB net sans accommoder. L’observateur est toujours situé en [F’oc].

**Exercice 1 :**

Une loupe, assimilée à une lentille mince convergente, a une puissance de 30 dioptries. Elle baigne dans l’air.

Un observateur regarde à travers cette loupe un petit objet AB (A sur l’axe et B au dessus de l’axe) de taille 25 mm placé dans le plan focal objet de la lentille [FL].

1. Déterminer la position du conjugué image A’B’ de cet objet à travers la loupe. En déduire l’amétropie de l’œil de l’observateur.
2. A l’aide d’un schéma, calculer la taille angulaire de cette image.
3. On déplace dans le sens de la lumière l’objet AB de 10 mm. Construire, sur un schéma à l’échelle, puis calculer la position et la taille de l’image A’B’. Donner le nom et la valeur de l’amétropie de l’observateur (Hoeil placé dans le plan focal image de la loupe)

**Exercice 2 :**

Une lunette astronomique permettant d’observer des étoiles est composée :

D’un objectif [Lo] convergent, assimilé à une lentille mince de distance focale 120 mm.

D’un oculaire, doublet de lentilles minces [L1] et [L2], de symbole (2 ; 1 ; 2) et de puissance Doc = 40δ.

L’observateur est emmétrope et n’accommode pas et est placé à 15mm de L2.

**Etude de l’oculaire :**

* Calculer les distances focales images f’1 et f’2 ainsi que la distance séparant les deux lentilles [L1] et [L2].
* Construire et calculer les éléments cardinaux de l’oculaire que l’on notera Hoc, H’oc, F’oc et Foc.

**Etude de la lunette astronomique :**

L’image instrumentale A’B’ est à l’infini.

* Après avoir déterminé la position des images intermédiaire [Ao] et [A1], calculer la distance LoL1. En déduire l’encombrement de la lunette, distance LoL2.
* L’objet observé est vu sous un diamètre apparent α = 5°(A sur l’axe et B au dessus de l’axe). Calculer la taille des images intermédiaire AoBo et A1B1 puis de l’image instrumentale.
* Peut-on placer un réticule dans cette lunette (si oui, où ? et si non, pourquoi ?)
* Tracer sur un schéma à l’échelle axiale 1 et échelle transversale 2, la marche d’un faisceau lumineux issu du point B (point au dessus de l’axe) et traversant la lunette par un diaphragme [D] de diamètre 30 mm placé dans le plan de la lentille objective [Lo].

Un viseur est constitué :

* D’un objectif Lo supposé mince de distance focale image +80 mm
* D’un oculaire : doublet de lentilles minces L3 et L4 de symbole (4 ;3 ;2) et de vergence Doc= 25δ

1/ Etude de l’oculaire :

1. Déterminer graphiquement les éléments cardinaux de l’oculaire.
2. Vérifier votre étude graphique par le calcul.
3. Ce doublet est-il achromate ? positif ou négatif ?

2/ Etude de l’instrument :

L’objet AB visé est situé à 120mm de Lo et l’observateur qui utilise ce viseur est emmetrope et n’accommode pas.

1. Calculer la position de l’image objective AoBo. En déduire la valeur de l’intervalle optique F’oFoc.
2. Déterminer le grandissement transversal de l’objectif.
3. Trouver l’encombrement de cet instrument.
4. Exprimer puis calculer le grossissement de ce viseur sachant que l’observateur est situé sur le plan focal image de l’oculaire F’oc.
5. Sachant que l’objet AB visé mesure 30mm, calculer la taille de l’image instrumentale A’B’.

On place un diaphragme d’ouverture Do dans le plan focal image de l’objectif F’o, de diamètre 40 mm.

1. Tracer la marche d’un faisceau issu de B limité par les bords de Do. (échelle 1/2 axiale et transversale)

3/ Observateur amétrope :

Ce viseur est maintenant utilisé par un observateur hypermetrope de 2δ (l’œil est toujours placé sur le plan focal image de l’oculaire).

1. Déterminer le sens et la valeur du déplacement de l’oculaire afin que l’observateur voie l’image nette sans accommoder.

**Exercice 1 :**

Une lunette astronomique est composée :

* D’un objectif : lentille mince convergente de focale f’o= 100mm
* D’un oculaire : doublets de lentilles minces de symbole (3 ;2 ;3) et de vergence Doc= +40δ.

L’observateur est emmetrope et n’accommode pas.

1. Calculer et construire les éléments cardinaux de l’oculaire.
2. Ce doublet est-il convergent ou divergent ? positif ou negatif ? achromate ?
3. Calculer l’encombrement de la lunette.
4. Définir et exprimer le grossissement de la lunette. Calculer sa valeur.
5. L’objet AB (A sur l’axe et B au dessus) est vu sous un angle de 5°, déterminer la taille de l’image instrumentale A’B’.

**Exercice 2 :**

Une lunette terrestre est composée :

* D’un objectif : lentille mince convergente de focale f’o= 80mm
* D’un redresseur : lentille mince convergente de grandissement transversal gyr= │2│
* D’un oculaire : système convergent représenté par ses plans principaux Hoc et H’oc de focale 20mm.

L’observateur est emmetrope et n’accommode pas.

1. Définir et exprimer le grossissement de la lunette. Calculer sa valeur.
2. L’objet AB (A sur l’axe et B au dessus) est vu sous un angle de 3°30’, déterminer la taille de l’image instrumentale A’B’.

**Exercice 3 :**

Un microscope est composé :

* D’un objectif : lentille mince convergente de focale 10mm et de grandissement transversal gyo= -16
* D’un oculaire : doublet de lentilles minces de symbole (4 ;3 ;2) et de distance frontale objet L1Foc= +20mm

L’observateur est emmetrope et n’accommode pas. Il est placé dans le plan focal image de l’oculaire.

1. Calculer et construire les éléments cardinaux de l’oculaire.
2. Ce doublet est-il convergent ou divergent ? positif ou négatif ? achromate ?
3. Calculer l’intervalle optique du microscope. En déduire l’encombrement.
4. Déterminer la position de l’objet observé par rapport à l’objectif.
5. Définir et exprimer la puissance du microscope. Calculer sa valeur.

**Exercice 4 :**

Une lunette astronomique afocale est composée :

* D’un objectif : lentille mince convergente de focale 120mm
* D’un oculaire : système centré HocH’oc convergent de vergence 25δ. La distance entre Hoc et H’oc est de 5mm.
* L’observateur est situé à 50mm en arrière de H’oc.

1. Déterminer l’encombrement de l’instrument.
2. A l’aide de schémas, exprimer le grossissement de cette lunette en fonction de la distance focale de l’objectif et celle de l’oculaire. Calculer sa valeur.
3. L’objet AB (A sur l’axe et B au dessus) est vu sous un angle de 5°. Déterminer la taille de l’image A’B’.
4. Un observateur myope de 2δ regarde ce même objet AB. Afin de faire la mise à vue, ce sujet règle l’oculaire. Déterminer le sens et la valeur du déplacement de l’oculaire.
5. A l’aide de schémas, calculer la nouvelle valeur du grossissement.

**Exercice 5 :**

Une loupe, lentille mince convergente de puissance intrinsèque Pi= 20δ, est utilisée par un observateur sans effort accommodatif.

L’objet AB visé est situé à 30mm de la loupe et l’observateur placé à 125mm en arrière de la loupe.

1. Déterminer la position de l’image A’B’. En déduire la nature et la valeur de l’amétropie du sujet.
2. Calculer le grandissement transversal de la loupe.
3. A l’aide d’un schéma, exprimer puis calculer la puissance de la loupe dans ces conditions.

Une lunette astronomique est constituée :

D’un objectifachromatique, de puissance intrinsèque Pio= 4,2δ composé de deux lentilles minces accolées L1 et L2:

* L1: indice n1=1,653 et constringence ν1= 38,2
* L2: indice n2 =1,516 et constringence ν2= 60,3

D’un oculaire composé de deux lentilles minces L3 et L4. Le symbole de ce doublet est 3/2/3.

1/ Etude de l’objectif :

1. Rappeler la condition d’achromatisme d’un ensemble de deux lentilles minces accolées et calculer les vergences D1 et D2  de chaque lentille.
2. La lentille convergente de l’achromat est équiconvexe. Calculer les rayons de courbure de L1 et L2.Que peut-on dire de la lentille divergente ?

2/Etude de l’oculaire :

3- Sachant que l’interstice de ce doublet est de 20mm, déterminer la position des éléments cardinaux de cet oculaire. Vous donnerez les distances frontales objet et image.

4- Déterminer graphiquement les éléments cardinaux de cet oculaire.

3/Etude de la lunette astronomique :

Pour la suite de l’exercice, l’objectif sera considéré comme une lentille mince de puissance intrinsèque Pio = + 4,2δ

5- Sachant que l’observateur est emmétrope et qu’il n’accommode pas, déterminer l’encombrement de cette lunette pour observer la lune.

6- Déterminer à l’aide de schémas et d’une chaîne des images la valeur du grossissement de la lunette.

7- L’image objective mesure 30mm (Ao sur l’axe et Bo en dessous de l’axe). Déterminer la taille de l’objet visé AB et celle de l’image instrumentale A’B’.

8- Sachant que le diamètre utile de l’objectif est de 40mm, tracer le faisceau utile, au travers de toute la lunette, issu d’un point B à l’infini hors de l’axe optique de la lunette. (Les lentilles L1 et L2 ont des diamètres suffisamment importants pour ne pas limiter le faisceau). Echelle axiale 1 :2 et transversale 1 :1

4/ Transformation de la lunette astronomique en lunette terrestre :

Pour transformer cette lunette en lunette terrestre afocale, on y introduit une lentille mince convergente appelée redresseur.

9- Sachant que ce redresseur possède un grandissement transversal de│2│ dans les conditions d’utilisation et que sa distance focale image est de 15 mm, déterminer le nouvel encombrement de la lunette. (observateur emmetrope n’accommodant pas )

10- Déterminer la valeur du grossissement de la lunette.

11- Sachant que l’image objective mesure toujours 30 mm. Déterminer la taille de l’image instrumentale A’B’

Le viseur étudié est une association de deux lentilles minces convergentes.

L’objectif Lo de distance focale 30mm et de diamètre d’ouverture 45mm.

L’oculaire Loc de focale 10mm et de diamètre d’ouverture 30mm.

Le plan objet visé se trouve à 50mm de l’objectif. L’observateur est emmetrope et l’oculaire est réglé de manière à lui permettre une vision nette et sans effort à travers le viseur.

1. Ecrire la chaîne d’images relative aux conditions d’utilisation du viseur ainsi que celles des diaphragmes.
2. Faire un schéma de principe de l’instrument*. (faire apparaître la position de chacun des plans des champs)*
3. Déterminer l’intervalle optique de cet instrument.

Etude des champs :

1. Déterminer un espace de travail. *(il est nécessaire d’obtenir les conjugués des diaphragmes ainsi que celui du plan des champs dans un seul et même espace)*
2. Faire les conjugaisons nécessaires…
3. Représenter sur **un schéma à l’échelle** les éléments de l’espace choisi *(le plan des champs et les conjugués des diaphragmes. Les lentilles ne seront pas représentées sur ce schéma)*
4. Sur ce schéma, déterminer la pupille. *(la pupille est le diaphragme qui est rempli de lumière par le faisceau issu du centre des champs. C’est le diaphragme qui sous-tend le plus petit angle à partir du centre du plan des champs. Son conjugué matériel s’appelle le* ***diaphragme d’ouverture****)*
5. Déterminer la lucarne de l’instrument. *(la lucarne est le diaphragme qui sous-tend le plus petit angle à partir du centre de la pupille. Son conjugué matériel s’appelle le* ***diaphragme de champs****)*
6. Déterminer graphiquement le rayon des champs de pleine lumière, moyen et total dans le milieu considéré. *(choisissez un bord de la lucarne et tracez 3 droites reliant ce bord au bord inférieur, au centre et au bord supérieur de la pupille. Ces trois droites coupent le plan des champs et donnent les bords du champ de pleine lumière ,moyen et total dans le milieu considéré)*
7. Déterminer à l’aide des équations de droite le rayon du champ de pleine lumière dans l’espace de travail. *(Pour écrire les équations de droite il faut placer un repère et coter le schéma)*
8. Déterminer le champ apparent et objet de pleine lumière. *(le champ apparent est le champ image dans le cas d’instruments subjectifs)*
9. Tracer le faisceau issu de A.
10. Tracer sur un autre schéma, un faisceau issu du bord du champ de pleine lumière.
11. Un diaphragme est positionné dans le plan d’une image intermédiaire réelle et mesure la taille du champ de pleine lumière. Quel est l’effet de ce diaphragme ?

Un microscope est composé :

* d’un objectif : système centré convergent HoH’o= 5mm, de puissance intrinsèque Pio = 100δ et de grandissement gyo= -10
* D’un oculaire : doublet de lentilles minces (3 ;2 ;1) distantes de 20mm
* Un diaphragme Do est positionné dans le plan de F’o et mesure 60mm de diamètre.
* Un diaphragme DC est positionné sur le verre de champ et mesure 20 mm de diamètre
* Un diaphragme D2 est positionné sur le verre d’œil et mesure 20mm de diamètre.
* L’observateur est emmetrope et n’accommode pas et est positionné sur le plan focal image de l’oculaire.

1. Calculer et construire la position des éléments cardinaux de l’oculaire.
2. Calculer la position de l’objet observé AB ainsi que l’intervalle optique.
3. Calculer l’encombrement de ce microscope.
4. Déterminer la puissance du microscope.
5. Déterminer la taille du champ de pleine lumière entre l’objectif et le verre de champ.
6. Calculer les champs de pleine lumière objet et apparent.
7. Peut-on supprimer le champ de contour ? Si oui, déterminer la position et la taille du diaphragme le permettant.
8. Tracer la marche du faisceau utile issu du bord du champ de pleine lumière à travers tout l’instrument.

L’observateur se met à accommoder de 1δ. L’image observée est alors floue. Il déplace l’oculaire afin de la voir nette.

1. Déterminer la valeur et le sens du déplacement de l’oculaire.
2. Quelle est la conséquence sur la taille du champ de pleine lumière ? (augmente, diminue ou ne change pas ?)