DM n°4 : *PHYSIQUE* – Optique géométrique
Tutorat 2012-2013

Indiquez la ou les propositions exactes

SUJET

QCM1 : Soit un milieu transparent dont l'indice optique vaut 2 pour une radiation jaune

A) La vitesse d'une onde lumineuse jaune dans un tel milieu est deux fois moindre que dans le vide
B) La vitesse d'une onde lumineuse rouge est plus élevée dans ce milieu que celle d'une onde bleue
C) D'après la loi de Cauchy, l'indice optique du milieu varie selon la fréquence du rayonnement électromagnétique considéré selon la relation $n(\nu) = a + \frac{b}{\nu^2}$
D) La permittivité relative d'un tel milieu pour une radiation jaune vaut $\varepsilon_r = \sqrt{2}$
E) Toutes les propositions sont fausses

QCM2 : A propos des fondements de l'optique géométrique

A) Le principe de Fermat fait que la lumière se propage de façon à minimiser le chemin optique L_{AB} qui représente en fait la distance parcourue corrigée par l'indice optique des milieux traversés
B) D'après les lois de Snell-Descartes, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$
C) Si $\theta_1 = 30°$ et $\theta_2 = 60°$, alors $n_1 = \sqrt{3}\, n_2$
D) En considérant un rayon lumineux passant de l'air (indice n_{air}) au verre (indice n_{verre}), la valeur maximale de l'angle de réfraction qui peut être atteinte est de $\theta_L = \arcsin\frac{n_{air}}{n_{verre}}$
E) Toutes les propositions sont fausses

QCM3 : On considère un œil emmétrope dont la distance entre le sommet de la cornée et la rétine vaut $d = 25\ mm$. Que vaut en dioptries la vergence maximale de cet œil, càd lorsque la distance objet est au punctum proximum ? On utilisera le modèle de l'œil réduit de Listing, et on prendra pour valeur de l'indice optique de l'œil la valeur $n_{oeil} = 1,5$

A) 4 B) 56 C) 60 D) 64 E) 100

QCM4 : Soit l'image d'un objet réel par une lentille mince

A) Si la lentille utilisée est divergente, alors l'image est droite dans tous les cas
B) Si la lentille utilisée est divergente et que la distance objet vaut la distance focale image f', alors l'image est virtuelle et la distance image vaut $f'/2$
C) Si la lentille utilisée est convergente, l'image peut être renversée
D) Si la lentille utilisée est convergente et que la distance objet vaut la distance focale objet f, alors l'image est réelle et la distance image vaut $-2f$
E) Toutes les propositions sont fausses

QCM5 : On considère un ménisque en verre à bords minces, dont un schéma est représenté ci-contre

A) Cette lentille est divergente
B) Le dioptre le plus à gauche est convexe et convergent
C) Le dioptre le plus à droite est concave et convergent
D) On peut affirmer que la valeur absolue de la vergence du dioptre de gauche est supérieure à celle de la vergence du dioptre de droite
E) Toutes les propositions sont fausses

<u>QCM6</u> : Un patient de 40 ans se présente en consultation ophtalmologique pour des troubles de la vision rapprochée. Après quelques examens l'ophtalmologiste s'aperçoit que ce patient peut voir net à l'infini sans accommoder mais qu'en accommodant au maximum, il ne peut plus voir net à une distance inférieure à 50 cm

A) Le punctum remotum de ce patient est à 50 cm du sommet de son œil
B) Ce patient présente une amplitude d'accommodation de $2\ \delta$
C) Pour corriger son défaut visuel (la presbytie), il faut fournir des verres convergents de $2\ \delta$
D) Le punctum remotum du patient avec des verres correcteurs adaptés est à l'infini
E) Toutes les propositions sont fausses

<u>QCM7</u> : Lors d'une visite médicale dans le cadre scolaire, l'infirmière scolaire se rend compte qu'une élève de CE2 a des troubles de la vision éloignée. En effet, celle-ci ne peut voir net les objets situés à plus de 1 m de son œil. En revanche, elle arrive à lire des textes situés à seulement 10 cm de son œil gauche. Que peut-on dire sur cette situation ?

A) Cette jeune élève est atteinte d'hypermétropie
B) L'amplitude d'accommodation de son œil gauche est de $4\ \delta$
C) Pour corriger son défaut visuel, il faut fournir des verres divergents de $-1\ \delta$
D) En portant des lunettes adaptées, sa vision rapprochée sera moins bonne et elle ne pourra voir net qu'à partir de 25 cm devant son œil
E) Toutes les propositions sont fausses

<u>QCM8</u> : S'amusant comme un petit fou devant son DM de physique, un étudiant en PACES a une idée pour se détendre un peu : il calcule le punctum remotum et le punctum proximum de son œil droit. Il s'aperçoit qu'il ne peut pas voir net à l'infini sauf s'il accommode mais n'arrive pas à trouver son punctum remotum. De plus, son punctum proximum semble se situer à environ 50 cm de son œil

A) Cet étudiant ferait bien de prendre dare-dare un rendez-vous chez un ophtalmologiste car il est myope
B) Il n'arrive pas à déterminer son punctum remotum car celui-ci n'est situé devant mais derrière son œil
C) En considérant que son amplitude d'accommodation est de $4\ \delta$, la vergence des verres correcteurs à lui fournir serait de $-2\ \delta$
D) Si un de ses camarades emmétrope lui chipe ses lunettes (le vilain garnement), celui-ci aura la désagréable surprise de ne plus pouvoir voir nets que les objets situés à 50 cm de son œil quelle que soit son accommodation
E) Toutes les propositions sont fausses

<u>QCM9</u> : Considérons une vitre en verre (rappel : $\boldsymbol{n_{verre} = 1,5}$) dans de l'air

A) Si l'on s'intéresse au premier dioptre plan (air → verre), si l'objet est réel alors l'image sera réelle et agrandie par rapport à l'objet
B) Si l'on s'intéresse au second dioptre plan (verre → air), si l'objet est virtuel alors l'image sera virtuelle et réduite par rapport à l'objet
C) Par rapport au premier dioptre plan (air → verre), l'angle de réfraction maximal que l'on peut atteindre vaut $\theta_L = \arcsin\frac{1}{1,5}$
D) On ne pourra jamais obtenir d'effet miroir par réflexion totale avec cette vitre si l'on place une source lumineuse dans l'air avant la vitre
E) Toutes les propositions sont fausses

<u>QCM10</u> : Le retour de l'étudiant en PACES curieux ! Cette fois-ci, il plonge dans sa baignoire et décide de contempler la surface de l'eau savonneuse par en-dessous. Pour quels angles par rapport à la surface observe-t-il un effet miroir sachant que l'indice optique de l'eau savonneuse vaut 1,4 ? Aide au calcul : $\boldsymbol{\arcsin 0,67 \approx 42,1°}$

A) 25° B) 35° C) 50° D) 60° E) 100°

CORRECTION

QCM1 : Réponses A, B

A) Vrai : En effet, dans un tel milieu la vitesse d'une radiation jaune vaut $V = \frac{c}{n} = \frac{c}{2}$
B) Vrai : On a $\lambda_{rouge} > \lambda_{bleu}$. D'après la loi de Cauchy, $n_{rouge} < n_{bleu}$ et donc comme $V = \frac{c}{n}$, $V_{rouge} > V_{bleu}$
C) Faux : Cette relation est valable pour la longueur d'onde et non pour la fréquence (rappel : $\lambda = \frac{c}{\nu}$)
D) Faux : L'indice optique vaut $n = \sqrt{\varepsilon_r}$ d'où $\varepsilon_r = n^2 = 4$
E) Faux

QCM2 : Réponses A, C, D

A) Vrai : Le chemin optique s'exprime pour un milieu $L = nAB$
B) Faux : D'après les lois de Snell-Descartes, $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ d'où $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$
C) Vrai : D'après la relation trouvée à l'item B, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 60°}{\sin 30°} = \frac{\sqrt{3}}{2} \div \frac{1}{2} = \sqrt{3}$ d'où $n_1 = \sqrt{3}$
D) Vrai : D'après les lois de Snell-Descartes, $n_{air} \sin\theta_i = n_{verre} \sin\theta_r$. Au maximum, $\theta_i = 90°$ d'où $n_{air} = n_{verre} \sin\theta_{max}$ et $\sin\theta_{max} = \frac{n_{air}}{n_{verre}}$. Ainsi, l'angle réfracté ne peut excéder la valeur de l'angle limite $\theta_L = \arcsin\frac{n_{air}}{n_{verre}}$
E) Faux

QCM3 : Réponse D

D'après la loi du dioptre sphérique, $D = \frac{n_{oeil}}{d} - \frac{1}{p_P} = \frac{1{,}5}{0{,}25.10^{-1}} + \frac{1}{0{,}25} = 60 + 4 = 64\ \delta$
A) Faux B) Faux C) Faux D) Vrai E) Faux

QCM4 : Réponses A, B, C

A) Vrai : cf. cours
B) Vrai : D'après la loi du dioptre sphérique appliquée à une lentille mince, on a : $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$. Si $p = f'$, $\frac{1}{p'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{f'}$ et donc $\frac{1}{p'} = \frac{2}{f'}$ ce qui donne $p' = f'/2$. Comme $f' < 0$ (lentille divergente), l'image est virtuelle
C) Vrai : Cela est vrai uniquement dans le cas où l'objet est situé avant le foyer objet
D) Faux : En reprenant la relation du B, $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$. Si $p = f$, $\frac{1}{p'} - \frac{1}{f} = \frac{1}{f'}$ d'où $\frac{1}{p'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f}$. Or, $f = -f'$, d'où $\frac{1}{p'} = 0$ et $p' = \infty$. L'image est donc renvoyée à l'infini
E) Faux

QCM5 : Réponses B, D

A) Faux : Il s'agit d'une lentille à bords minces, elle est donc convergente
B) Vrai : Le verre est plus réfringent que l'air ($n_{verre} - n_{air} > 0$), et le rayon de courbure du dioptre est positif (dioptre convexe), donc la vergence du dioptre est positive : le dioptre est convexe et convergent
C) Faux : L'air est moins réfringent que le verre ($n_{air} - n_{verre} < 0$), et le rayon de courbure du dioptre est positif (dioptre convexe), donc la vergence du dioptre est négative : le dioptre est convexe et divergent
D) Vrai : La lentille est globalement convergente. Or, elle est constituée d''un dioptre convergent (vergence D_1) et d'un dioptre divergent (vergence D_2). Pour avoir une vergence globalement positive, il faut que $D_1 + D_2 > 0$ et donc que $D_1 > -D_2$ et on peut alors écrire $|D_1| > |D_2|$
E) Faux

QCM6 : Réponses B, C

A) Faux : Le punctum remotum de ce patient est à l'infini, c'est son punctum proximum qui se situe à 50 cm de son œil
B) Vrai : On a $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = 0 - \frac{1}{0{,}5} = 2\ \delta$
C) Vrai : Pour obtenir à nouveau un punctum proximum normal, il faut « ajouter » $2\ \delta$, d'où des verres convergents de $2\ \delta$
D) Faux : En portant ses verres correcteurs, le patient se crée un défaut de vergence $\delta_v = 2\ \delta = -\frac{1}{p_R}$ ce qui fait que $-p_R = 0{,}5\ m$: le punctum remotum de ce patient est à 0 cm devant son œil
E) Faux

QCM7 : Réponse C

A) Faux : Le punctum remotum de la fillette est rapproché ($-p_R = 1\ m$) et son punctum proximum est plus proche de son œil ($-p_P = 0{,}1\ m$), donc elle est myope
B) Faux : On a $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = \frac{1}{-1} - \frac{1}{0{,}1} = -1 + 10 = 9\ \delta$
C) Vrai : Le défaut de vergence vaut $\delta_v = -\frac{1}{-1} = 1\ \delta$. Pour rétablir un punctum remotum à l'infini, il faut fournir des verres divergents de vergence $-\delta_v = -1\ \delta$
D) Faux : En portant ses verres correcteurs, le punctum remotum est à l'infini, et donc $\Delta D = -\frac{1}{p_P}$ d'où $-p_P = \frac{1}{9} \approx 0{,}11\ m = 11\ cm$
E) Faux

QCM8 : Réponse B

A) Faux : Le punctum proximum est plus éloigné de son œil que la normale ($-p_P = 0{,}5\ m$), et il peu voir net à l'infini en accommodant donc il est hypermétrope
B) Vrai : Un hypermétrope a un punctum remotum situé derrière son œil, on a alors $p_R > 0$ (ce qui explique qu'il puisse voir net à l'infini en accommodant)
C) Faux : On a $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ d'où $\delta_v = -\frac{1}{p_R} = -\frac{1}{p_P} - \Delta D = \frac{1}{0{,}5} - 4 = 2 - 4 = -2\ \delta$. Il faut donc fournir des verres convergents de vergence $-\delta_v = +2\ \delta$
D) Faux : En portant les verres correcteurs, on a $-\frac{1}{p_R} = \delta_v' = -\delta_v$ d'où $-p_R = \frac{1}{-\delta_v} = \frac{1}{2} = 0{,}5\ m = 50\ cm$. De plus, $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ ce qui fait que $-\frac{1}{p_P} = \Delta D - \frac{1}{p_R} = \Delta D - \delta_v = 4 + 2 = 6\ \delta$ et donc $-p_P = \frac{1}{6} \approx 0{,}17\ m$. Donc cet étudiant chapardeur peut voir net entre 17 et 50 cm
E) Faux

QCM9 : Réponse A, B, C, D

A) Vrai : D'après la loi du dioptre sphérique, $\frac{n_{verre}}{p'} - \frac{n_{air}}{p} = D = \frac{n_{verre} - n_{air}}{\overline{SC}}$. On est face à un dioptre plan, donc $\overline{SC} = \infty$ d'où $D = 0\ \delta$ et $\frac{n_{verre}}{p'} = \frac{n_{air}}{p}$. On a ainsi $p' = \frac{n_{verre}}{n_{air}} p$. Comme $\frac{n_{verre}}{n_{air}} > 0$, on peut en déduire que p' est du même signe que p, donc si l'objet est réel, l'image est réelle aussi. De plus, $\gamma = \frac{p'}{p} = \frac{n_{verre}}{n_{air}} = 1{,}5 > 1$ donc l'image est agrandie par rapport à l'objet
B) Vrai : D'après la formule trouvée au A, $\frac{n_{air}}{p'} = \frac{n_{verre}}{p}$ d'où $p' = \frac{n_{air}}{n_{verre}} p$. Comme $\frac{n_{air}}{n_{verre}} > 0$, on peut en déduire que p' est du même signe que p, donc si l'objet est virtuel, l'image est virtuelle aussi. De plus, $\gamma = \frac{p'}{p} = \frac{n_{air}}{n_{verre}} = \frac{1}{1{,}5} = \frac{2}{3} < 1$ donc l'image est réduite par rapport à l'objet
C) Vrai : D'après les lois de Snell-Descartes, $n_{air} \sin\theta_i = n_{verre} \sin\theta_r$. Au maximum, $\theta_i = 90°$ d'où $n_{air} = n_{verre} \sin\theta_{max}$ et $\sin\theta_{max} = \frac{n_{air}}{n_{verre}}$. Ainsi, l'angle réfracté ne peut excéder la valeur de l'angle limite $\theta_L = \arcsin\frac{n_{air}}{n_{verre}} = \arcsin\frac{1}{1{,}5}$
D) Vrai : Au maximum, l'angle réfracté au niveau premier dioptre air→ verre vaut $\theta_L = \arcsin\frac{n_{air}}{n_{verre}}$. Or, cet angle est également l'angle incident maximal pour le deuxième dioptre. On se trouve donc dans le cas de la réfraction limite. Ceci signifie qu'on en pourra jamais avoir de réflexion totale et donc d'effet miroir, puisque l'angle réfracté du premier dioptre=l'angle incident du deuxième dioptre ne pourra jamais dépasser θ_L…
E) Faux

QCM10 : Réponses A, B

Pour obtenir un effet miroir, il faut que l'angle d'incidence soit supérieur ou égal à $\theta_L = \arcsin\frac{n_{air}}{n_{eau\ savonneuse}}$. On sait que $n_{eau} < n_{eau\ savonneuse} < n_{verre}$. On en déduit donc que de réfraction limite de l'eau savonneuse est compris entre celui de l'eau (49°) et celui du verre (42°, on peut le déduire en prenant en compte le fait que $\theta_{L_{verre}} = \arcsin\frac{n_{air}}{n_{verre}} = \arcsin\frac{1}{1{,}5} = \arcsin\frac{2}{3} \approx \arcsin 0{,}67 \approx 42{,}1°$). Ceci correspond à des angles par rapport à la surface compris entre 41° et 48°. Ainsi, on trouve que l'on a une réflexion totale pour des angles par rapport à la surface inférieurs à θ_L qui possède une valeur entre 41° et 48°.
A) Vrai B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux