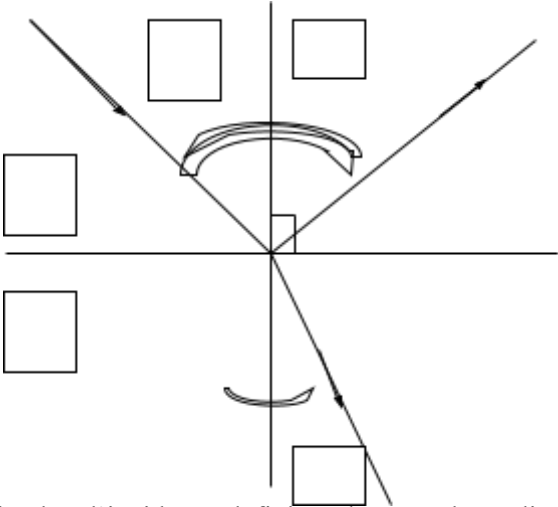
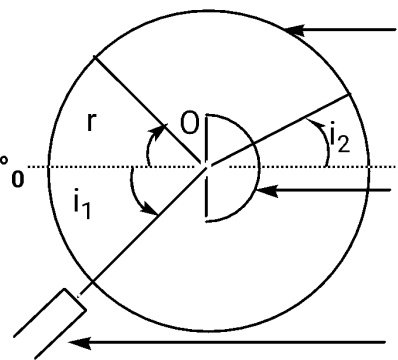


CAPES INTERNE PHYSIQUE 2006-BAREME

Questions	Correction succincte
Partie A Optique	
A-1	 Lois de la réflexion Le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence défini par la normale au dioptre et le rayon incident. $R = i_1$. Lois de la réfraction Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence. $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$
A-2-a	On place le miroir ou le demi-disque de plexiglas perpendiculairement à la direction $0^\circ-0^\circ$ pour faire la lecture directe des angles.  Disque gradué en degré miroir ou demi cylindre de plexiglass Le faisceau est visible sur le disque ce qui permet de mesurer i_1, i_2, r Source lumineuse, collimatée Il faut vérifier que le faisceau lumineux arrive bien au point O centre du disque, ce qui est nécessaire pour faire des mesures correctes. On fait varier l'angle d'incidence i_1 de 0 à 90° et on mesure i_2.
A-2-b	On peut tracer $i_2 = f(i_1)$ qui n'est une droite qu' aux petits angles. On trace aussi $r = f(i_1)$ qui est une droite dont la pente est 1. On trace aussi $\sin i_2 = f(\sin i_1)$ qui est une droite dont la pente est n_2/n_1.
A-2-c	On peut donc en déduire l'indice relatif du plexiglas par rapport à l'air. La pente de $\sin i_2 = f(\sin i_1)$ est n_1/n_2. Et donc l'indice relatif du plexiglas est l'inverse de la pente. L'ordre de grandeur est 1,5.
A-3-a	A l'entrée il n'y a pas de déviation, car le rayon est confondu avec un rayon du disque ($i=0$). Donc en sortie, on passe d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent, le rayon s'écarte de la normale et on observe le phénomène de réflexion totale. Pour un angle d'incidence $> i_{\text{limite}}$ la lumière est réfléchi.
A-3-b	Pour i_{lim} l'angle réfracté vaut 90° Donc $n_{\text{plexi}} \sin(i_l) = n_{\text{air}} \sin(90) = n_{\text{air}}$ $i_{\text{lim}} = \arcsin(n_{\text{air}}/n_{\text{plexi}})$
A-4-1-a	A l'entrée, au point i, on écrit (1) $n_{\text{air}} \sin(\theta_i) = n_1 \sin(r)$ On appelle J le point d'incidence sur le dioptre n_1 / n_2. l'angle d'incidence vaut $\pi/2 - r$

	(on a un triangle rectangle IJH avec H sur la normale et sur l'axe) (2) $n_1 \sin(\pi/2 - r) = n_2 \sin(r_2)$ Comme $n_2 < n_1$ on passe à un milieu moins réfringent, donc la question se pose de savoir s'il y a réflexion totale au point J. Il y a réflexion totale en J si $\pi/2 - r > I_{\text{lim}}$ ($I_{\text{lim}} = \arcsin(n_2/n_1)$) Cad si $r < \pi/2 - I_{\text{lim}}$ Alors $\sin(r) < \sin(\pi/2 - I_{\text{lim}})$ Et $\sin(\theta_i) = n_1 / n_{\text{air}} \sin(r) < n_1 / n_{\text{air}} \sin(\pi/2 - I_{\text{lim}})$ Donc $\sin(\theta_i) < \sin(\alpha)$ avec $\sin(\alpha) = n_1 / n_{\text{air}} \sin(\pi/2 - I_{\text{lim}}) = n_1 / n_{\text{air}} \cos(I_{\text{lim}})$ Donc : $\alpha = \arcsin(n_1 / n_{\text{air}} \cos(I_{\text{lim}}))$ AN $I_{\text{lim}} = 1,429 \text{rd} = 81,89^\circ$ $r_{\text{max}} = 8,11^\circ$ et $\alpha = 0,213 \text{rad} = 12,21^\circ$
A-4-1 b	$\sin(\alpha) = n_1 / n_{\text{air}} \cos(I_{\text{lim}})$ $\sin \alpha = \frac{n_1}{n_{\text{air}}} \sqrt{1 - \sin^2 i_{\text{lim}}} = \frac{n_1}{n_{\text{air}}} \sqrt{1 - \frac{n_2^2}{n_1^2}} = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_{\text{air}}} = \mathbf{0,212}$
A-4-2 a	$\theta_i < \alpha$ donc les rayons sont tous réfléchis dans la fibre le rayon normal non dévié parcourt L, les autres parcourent L/cos(r) $0 < \theta_i < 12^\circ$ donc $0 < r < 7,97^\circ$ (0,139rd) donc $100 \text{km} < L < 101 \text{km}$
A-4-2 b	☹ ☹ ☹ ☹ ☹ ☹ ☹ ☹ ☹ ☹ se transmet à la vitesse de la lumière dans le milieu soit c/n_1. Donc les différents rayons du cône n'arrivent pas ensemble puisqu'ils parcourent des distances différentes $\tau = \Delta L/v$ $\tau = 0,975 \cdot 10^3 / (3 \cdot 10^8 / 1,5) = 0,485 \cdot 10^{-5} \text{s} = 4,85 \mu\text{s}$ Il ne faut pas que des informations de 2 signaux différents se recoupent. Il faut donc que T entre deux signaux soit supérieure à τ, soit la fréquence inférieure à $1/\tau$. $f_{\text{max}} = 1/(0,485 \cdot 10^{-5}) = 2,05 \cdot 10^5 \text{Hz} = 0,2 \text{MHz}$
A-4-3	Il y a les télécommunications et les endoscopes
A-5-1	On appelle prisme un milieu homogène transparent isotrope séparé par deux dioptries plans non parallèles et faisant entre eux un angle A appelé angle du prisme.
A-5-2a)	En I (1) $\sin i = n \sin r$ avec $n = n_{\text{verre}}/n_{\text{air}}$ En I' (2) $n \sin r' = \sin i'$
A-5-2b)	Triangle II'K somme des angles = 180° Donc $r + r' + (K) = 180^\circ$ Quadrilatère A II'K somme des angles = 360° Donc $(A) + 90^\circ + 90^\circ + (K) = 360^\circ \Rightarrow (K) = 180 - (A)$ Donc $r + r' = A$ D = $180 - (J)$ Quadrilatère J II'K somme des angles = 360° Donc $(J) + i + i' + (K) = 360^\circ \Rightarrow (J) = 360 - (K) - i - i' = 180 + (A) - i - i'$ Donc $D = i + i' - A$ Deuxième méthode : Triangle AII' donne $\pi = A + (\pi/2 - r) + (\pi/2 - r')$ On définit D_1 et D_2 déviation à chaque réfraction : $D_1 = i - r \quad D_2 = i' - r' \quad D = D_1 + D_2$

A-5-3a)	On retrouve en I' le problème lié à la reflexion totale $i'_{\max} = 90^\circ$ donc $r'_{\max} = \arcsin(1/n)$ $r_{\min} = A - r'_{\max}$ $i_{\min} = \arcsin(n \sin(A - r'_{\max}))$ $i > \arcsin(n \sin(A - r'_{\max}))$
A-5-3b)	Pour des raisons de symétrie $r_{\max} = \arcsin(1/n)$ Donc $A = r + r' < 2 \arcsin(1/n)$
A-5-4a)	$r + r' = A$ (3) $\square dr + dr' = 0$ $D = i + i' - A$ (4) $\square dD = di + di'$ (1) $\sin i = n \sin r \square \cos i di = n \cos r dr$ (2) $n \sin r' = \sin i' \square n \cos r' dr' = \cos i' di'$ donc $dD = di (1 + di'/di) = di (1 + n \cos r' dr' / (\cos i' di)) \dots\dots >$ () $A, n = 1 -$
A-5-4b)	$()A, n = 1 -$ Si $r = r'$, alors $i = i'$ et $(\partial D / \partial i) A, n = 0$, on est au minimum de déviation.
A-5-4c)	On a alors $r + r' = 2r = A$ soit $r_{\min} = A/2$ avec A angle du prisme $D_{\min} = i + i' - A = 2i - A$ donc $i_{\min} = (D_{\min} + A)/2$ et $\sin i = n \sin r$. $n(\lambda) = \frac{\sin D_{\min} A/2}{\sin A/2}$ On en déduit que
A-5-4d)	Pour mettre en évidence le minimum, on fait tourner le prisme, le rayon incident étant fixe, on regarde le rayon émergent celui change de sens de déviation lors du minimum.
A-5-5 a)	Le goniomètre
A-5-5 b)	Le goniomètre est constitué * d'un collimateur fixe (à fente de largeur réglable) qui permet d'envoyer sur le prisme un faisceau de lumière parallèle * d'un prisme installé sur un support mobile : on peut donc faire varier l'angle d'incidence i des rayons lumineux arrivant sur le prisme * d'une lunette d'observation. L'ensemble est placé sur un disque gradué de façon très précise (à la minute d'angle) et les pieds sont munis de vernier.
A-5-6 a)	On voit le spectre continu de la lumière blanche et les différentes radiations que contient la lumière blanche
A-5-6 b)	On met en évidence la dispersion de la lumière par le prisme. L'indice n est fonction de la longueur d'onde.
Partie B Electrocinétique	
B-1-1)	8 carreaux = 1 période $T = 8 \times 2,5 \text{ms} = 20 \text{ms}$ $N = 1/T = 1/0,02 = 50 \text{Hz}$
B-1-2)	On sait que $u_{BM} = Ri$ donc la voie 2 varie comme l'intensité On lit le déphasage qui correspond à 1 carreau soit 2,5ms $\phi \square 1$ carreau $2\pi \square 8$ carreaux donc $\phi = 2\pi/8 = \pi/4$ ϕ est bien positif car u_{MN} est en avance sur u_{BM}
B-1-3)	U_{NM} est max à $t=0$ $U_{NM} = U_{\text{eff}} \sqrt{2} \cos(2\pi Nt) = 14,1 \cos(100\pi t)$ D'après la figure $U_{BM} \text{ max} = 10 \text{V}$ $U_{BM} = 10 \cos((100\pi t - 0,25\pi))$
B-1-4)	L'intensité efficace est l'intensité du courant continu qui donne le même effet Joule

	(les mêmes effets énergétiques) $I_{eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T I^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T I_{max}^2 \cos^2 \omega t dt = \frac{I_{max}^2}{2}$ donc $I_{eff} = I_{max}/\sqrt{2}$ C'est l'intensité efficace qu'on mesure avec un ampèremètre en courant alternatif. $I_{eff} = U_{BMmax}/R\sqrt{2} = 0,71A$
B-1-5 a	Résistor $Z = R$ Bobine $Z = jL\omega$ Condensateur $Z = 1/jC\omega$
B-1-5 b	Entre M et N les dipôles sont en série, on additionne les impédances $Z = R + jL\omega + 1/jC\omega$ $ Z ^2 = R^2 + L^2\omega^2 - \frac{1}{C^2\omega^2} = \left(\frac{U}{I}\right)^2 = \frac{U_{eff}^2}{I_{eff}^2} = \frac{U_{max}^2}{I_{max}^2}$ $Z = U_{NM}/(U_{BM}/R) = 14,1\Omega$
B-1-6	$Z^2 = R^2 + L^2\omega^2 - \frac{1}{C^2\omega^2} = Z^2 - R^2$ $L^2\omega^2 - \frac{1}{C^2\omega^2} = Z^2 - R^2 \quad L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R^2} = \frac{1}{C\omega} \sqrt{Z^2 - R^2}$ $L = 1/100\pi ((14,1^2 - 100)^{1/2} + 1/(100\pi * 2 \cdot 10^{-5})) = 0,538H$ Ou par le déphasage $Z = R + j(L\omega - 1/C\omega) = U/i$ Déphasage de U en avance par rapport à i correspond à $\tan j = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} = \tan \frac{\pi}{4} \quad L\omega = R + \frac{1}{C\omega}$ $L = \frac{1}{\omega} \left(R + \frac{1}{C\omega} \right)$ $L = 1/100\pi (10 + 1/(100\pi * 2 \cdot 10^{-5})) = 0,538H$
B-2-1	D'après la loi des mailles $u_L + u_R + u_C = E$ $U_C = q/C$ $u_L = L di/dt$ (1pt pour un schéma et 1 point pour i) Soit $L di/dt + Ri + q/C = E$ Ici $i = dq/dt = C du_C/dt$ donc $LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$ On pose $\omega_0^2 = 1/LC$ ici $\omega_0 = (1/LC)^{1/2} = 305 \text{ rad.s}^{-1}$ soit $\ddot{u}_C + R/L \dot{u}_C + \omega_0^2 u_C = \omega_0^2 E$
B-2-2	On a une équation différentielle linéaire du deuxième ordre, à coefficients constants et à second membre constant. La solution particulière de l'équation est $u = E$ La solution de l'équation sans second membre est du type $Ae^{\beta t}$. On a donc l'équation caractéristique $\beta^2 + R/L\beta + \omega_0^2 = 0$ Equation du second degré $\Delta = (R/L)^2 - 4\omega_0^2 = 345 - 3,72 \cdot 10^5 < 0$

	$\Delta \approx -3,72 \cdot 10^5 = -4 \omega^2 - 4\omega_0^2 = j^2 4\omega_0^2$ On a donc une solution du type sinusoïde amortie, dit régime pseudo-périodique. $U = A \exp(-R/2L t) \cos(\omega_0 t + \varphi)$ $U_{\text{général}} = E + A \exp(-R/2L t) \cos(\omega_0 t + \varphi)$ $t=0 \quad U=0 = E + A \cos(\varphi)$ $t=0 \quad i=0 = Cdu/dt = CA \exp(-R/2L t) [-R/2L \cos(\varphi) - \omega_0 \sin(\varphi)]$ $\tan(\varphi) = R/(2L\omega_0) = 10/(2 \cdot 0,538 \cdot 305) = 0,0305$ $\arctan(\varphi) = 0,0305 = 1,75^\circ$ $A = -E/\cos(\varphi) = 5,002$ $U = E - 5,00 \exp(-9,3t) \cos(305t + 0,0305)$ Autre méthode : $U = E + \exp(-R/2L t) \cdot [A \cdot \cos(\omega_0 t) + B \cdot \sin(\omega_0 t)]$ $t=0 \quad U=0 = E + A$ $t=0 \quad i=0 = Cdu/dt = C \exp(-R/2L t) [-R/2L \cdot A + \omega_0 B]$ $A = -E$ $B = -R/(2L\omega_0) \cdot E$
B-2-3 a	Le régime critique correspond à $\Delta=0$ Soit $(R/L)^2 - 4\omega_0^2 = 0$ donc $(R/L)^2 = 4\omega_0^2$ donc $R = 2L\omega_0 = 2(L/C)^{1/2}$ $R_C = 328\Omega$.
B-2-3 b	Courbe temps (s)
B-2-3 c	C'est le régime pour lequel le retour à l'équilibre est le plus rapide et on évite en mécanique les oscillations des amortisseurs.
B-2-3 d	On a montré que le régime était pseudo-périodique
B-2-4 a	On reprend le montage du début, en gardant la masse entre les dipôles dont on veut la tension c'est à dire entre le générateur et le condensateur On observe u_{NM} et u_{BM} <i>On peut utiliser aussi un oscilloscope à mémoire et un échelon de tension</i> Tension crête-à-crête : on visualise ainsi plusieurs charges et décharges

	La période du générateur doit être égale à 10 fois la constante d'atténuation $2L/R$ du régime pseudo-périodique pour qu'on puisse visualiser le régime.
B-2-4 b	On peut enregistrer ces tensions sur un ordinateur grâce à des boîtiers de mesure. On peut ensuite faire les traitements voulus avec un logiciel d'exploitation.