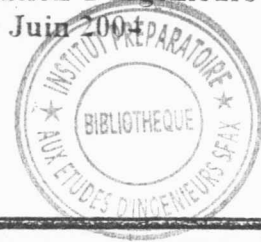


Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique



Date : Juin 2004 Heure : 8 H Durée : 3 H Nb pages : 4
Barème : Problème 1 : 12/20 ; Problème 2 : 8/20

Corrigé

Problème 1

- 1°) Les lois de la réflexion et de la réfraction de Descartes :
- rayon réfléchi et rayon réfracté sont dans le plan d'incidence
 - angle de réflexion $i' = -i$: angle d'incidence.
 - $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$.

0,25
0,25
0,25

2°) Relation entre l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r sur la première face du prisme

$$\sin i = n \sin r$$

0,25

3°) Relation entre l'angle d'incidence r' et l'angle d'émergence i' :

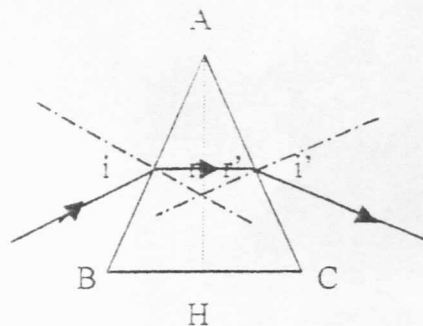
$$n \sin r' = \sin i'$$

0,25

$$n \sin r'_e = 1 \Rightarrow \sin r'_e = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow r'_e = 41,8^\circ$$

0,25

4°)



0,25
0,25

5°) En déduire la relation entre A , r et r' :

$$A = r + r'$$

0,25

6°) rayon émergent est perpendiculaire à la face de sortie

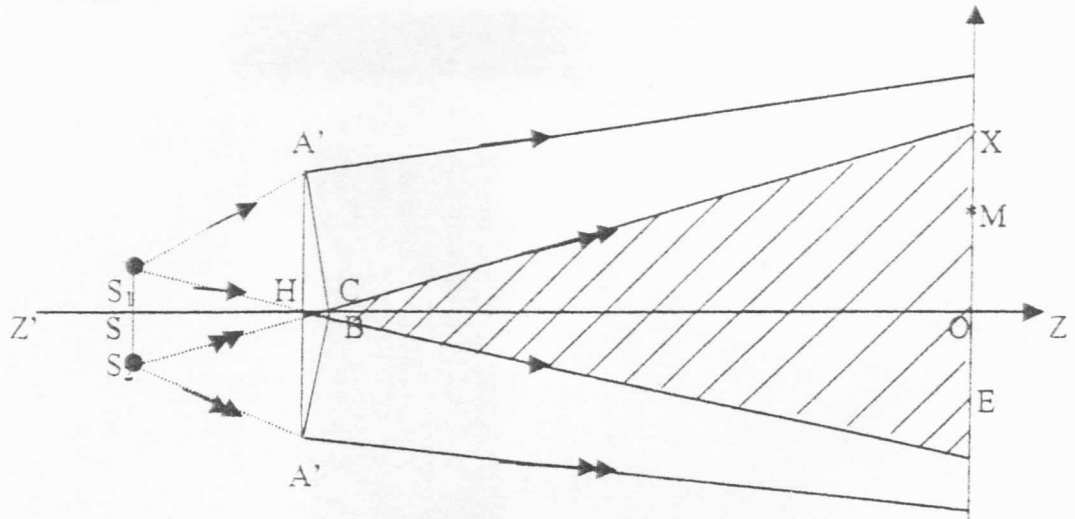
$$AC \Rightarrow i' = 0 \Rightarrow r' = 0 \Rightarrow r = A. \quad \Rightarrow \quad \boxed{A = \frac{\sin i}{n}}$$

7°) Déviation D du prisme:

$$D = D_1 - D_2 = (i - r) + (i' - r') = (i + i') - (r + r') = (i + i') - A = (nr + nr') - A = nA - A$$

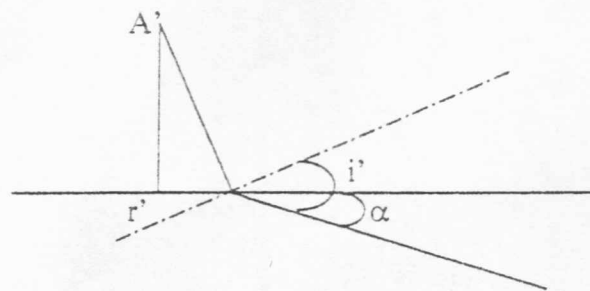
$$\boxed{D = A(n-1)}$$

II) 1°)



Le biprisme de Fresnel donne de la source S des images symétriques S_1 et S_2 par rapport à l'axe $Z'Z$. S_1 et S_2 se comportent alors comme deux sources cohérentes vibrant en phase et sur un écran E parallèle à S_1S_2 , elles produisent d'interférences rectilignes perpendiculaires au plan de la figure.

2°)



Tous les angles sont très petits :

$$n \sin r' = i' = nr'$$

$$\alpha = i' - r' = nr' - r' = r'(n-1)$$

$$\text{or } r' = \hat{A}' \Rightarrow \alpha = \hat{A}'(n-1)$$

$$\boxed{S_1S_2 = 2\alpha d = 2\hat{A}'(n-1)d}$$

III) 1°) $s_1 = s_2 = a \cos \omega t$.

En M ces 2 vibrations s_1 et s_2 issues des sources S_1 et S_2 sont respectivement:

$$\begin{aligned} s_1(M,t) &= a \cos(\omega t - \varphi_1) \\ s_2(M,t) &= a \cos(\omega t - \varphi_2) \end{aligned}$$

en notation complexe $a e^{j\omega t} e^{-j\varphi_1}$
en notation complexe $a e^{j\omega t} e^{-j\varphi_2}$

0,25

0,25

φ_1 et φ_2 étant les déphasages introduits lors des trajets S_1M et S_2M

$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{\lambda} S_1M \quad \text{et} \quad \varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} S_2M$$

En déduire la vibration résultante $s(M,t)$ en M :

$$s(M,t) = s_1(M,t) + s_2(M,t) = a [\cos(\omega t - \varphi_1) + \cos(\omega t - \varphi_2)]$$

$$s(M,t) = 2a \cos\left[\omega t - \frac{(\varphi_2 + \varphi_1)}{2}\right] \cos \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)}{2}$$

0,5

d'amplitude $2a \cos \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)}{2} = 2a \cos \frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M)$

en notation complexe $ae^{j\omega t} [e^{-j\varphi_1} + e^{-j\varphi_2}]$

2°) Intensité résultante I en M :

L'intensité lumineuse est proportionnelle au carré du module de la vibration résultante en M

$$I(M) = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M)$$

0,5

3°) a) Lieu des points M de l'espace où l'intensité est maximale:

Les points de l'espace où l'intensité est maximum sont tel que :

$$\cos^2 \frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M) = 1$$

$$\cos \frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M) = \pm 1$$

$$\frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M) = k\pi \quad \text{avec } k \text{ entier naturel}$$

0,25

soit : $S_2M - S_1M = k\lambda$

Cette équation définit dans l'espace une famille (F_1) d'hyperboloïdes de révolution de foyers S_1 et S_2 , l'axe de révolution étant la droite S_1S_2 .

0,25

b) Les points où l'intensité est nulle sont tel que : $\cos^2 \left[\frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M) \right] = 0$

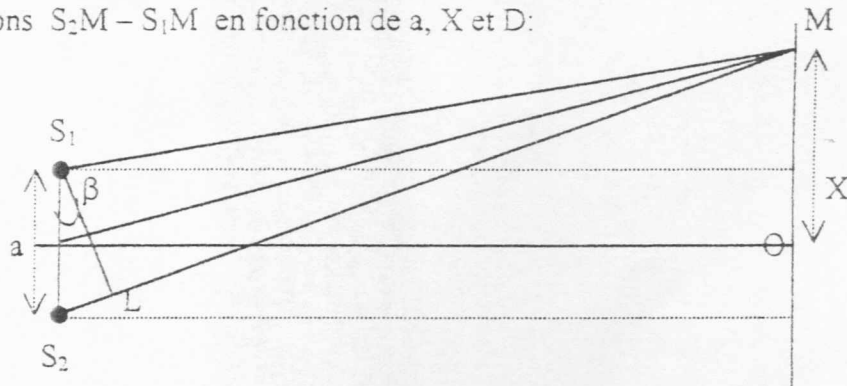
$$\Rightarrow \frac{\pi}{\lambda} (S_2M - S_1M) = (2k + 1) \frac{\pi}{2} \quad \text{soit} \quad \boxed{S_2M - S_1M = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}}$$

le lieu de ces points est aussi une famille (F_2) d'hyperboloïdes de révolution de foyers S_1 et S_2 . Les hyperboloïdes des deux familles (F_1) et (F_2) s'intercalent régulièrement dans l'espace.

4°) L'écran E est parallèle à S_1S_2 , on observe dans le plan E des franges brillantes et sombres ayant la forme d'hyperboles.

Puisque $D \gg a = S_1S_2$, le domaine d'observation des franges autour de O, est très réduit. On peut confondre les hyperboles avec leurs tangentes. La figure d'interférences est alors constituée de franges rectilignes équidistantes, perpendiculaires au plan de figure (S_1S_2O).

5°) Exprimons $S_2M - S_1M$ en fonction de a, X et D :



Le système est dans l'air.

La différence de marche $\delta = S_2M - S_1M = S_2L = a \sin \beta$

β est petit $\Rightarrow \sin \beta = \text{tg } \beta = \frac{X}{D} \Rightarrow S_2L = \frac{aX}{D}$ avec $D = d + d'$

$$\boxed{S_2M - S_1M = \delta = \frac{aX}{d+d'}}$$

6°) Calcul de l'interfrange :

L'abscisse des franges brillantes est donné par la relation :

$$S_2M - S_1M = k\lambda = \frac{aX}{D} \quad \Rightarrow \quad X_k = \frac{k\lambda D}{a}$$

La distance entre 2 franges brillantes consécutives est :

$$i = X_{k+1} - X_k = (k+1) \frac{\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a} = i$$

On trouverait de même pour les franges sombres :

$$S_2M - S_1M = (2k+1) \frac{\lambda}{2} = \frac{aX}{D} \quad \Rightarrow \quad X = (2k+1) \frac{\lambda D}{2a}$$

$$S_2M - S_1M = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = \frac{aX}{D} \Rightarrow X = (2k+1)\frac{\lambda D}{2a}$$

0,25

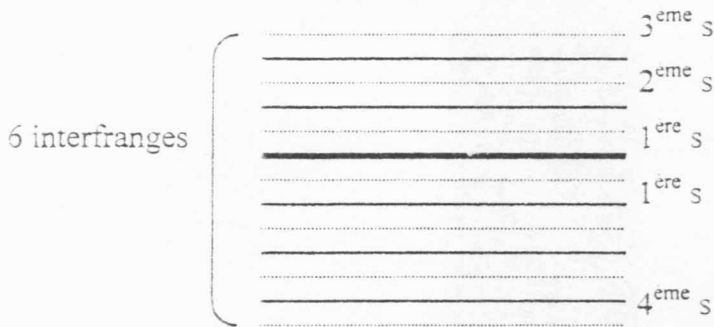
$$\Rightarrow X = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$$

0,25

$$i = X_{k+1/2} - X_{k-1/2} = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \boxed{i = \frac{\lambda D}{a}}$$

IV) 1°) Calcul de l'interfrange:

De la 3^{ème} frange obscure au dessus de la frange centrale à la 4^{ème} frange obscure au dessus de cette frange centrale, il y a 6 interfranges



l'interfrange i aura donc pour longueur : $\boxed{i = \frac{\lambda}{6} = 0,5 \text{ mm}}$

0,25

2°) Distance b qui sépare les deux sources S_1 et S_2 donnée par le prisme.

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow a = \frac{\lambda D}{i} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} D}{0,5 \cdot 10^{-3}}$$

D étant la distance entre les sources et l'écran E : $D = 0,25 + 1,75 = 2 \text{ m}$

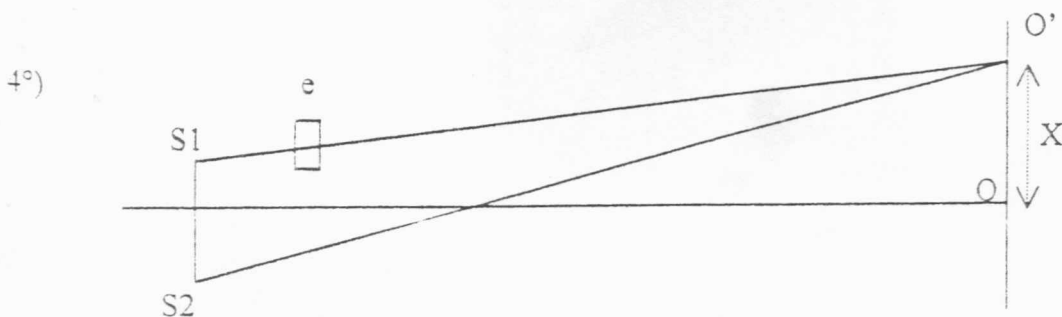
$$a = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \boxed{a = 2 \text{ mm}}$$

0,25

3°) Angle \hat{A}' de chacun des prismes du biprisme :

$$a = 2d(n-1)\hat{A}' \Rightarrow \hat{A}' = \frac{a}{2d(n-1)} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,25 \cdot 2(1,5-1)} = \boxed{0,008 \text{ rd} = \hat{A}'}$$

0,25



a) Avant introduction de la lame, la différence de marche était $\delta = \frac{aX}{D}$

La lame introduit la différence de marche : $= (n'-1)e$

=> la nouvelle différence de marche devient : $\delta' = \frac{aX}{D} - (n'-1)e$

b) l'interfrange ne varie pas mais la frange centrale ($\delta = 0$) est déplacée de

$$X = \frac{(n'-1)eD}{a} = \frac{(1,5-1)810^{-5}2}{210^{-3}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4 \text{ mm}$$

c) même interfrange : $i = 0,5 \text{ mm}$

Conclusion :

$n > 1$ => le déplacement se fait du côté de la source image sur lequel est placée la lame transparente c'est à dire vers le haut.

L'ensemble de toutes les franges se déplacera sur l'écran E de 4 mm du côté où a été placée la lame.

V) 1°) Chaque radiation donne un système d'interférences, l'intensité de chaque système est :

$$I_1(X) = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_1} (S_2M - S_1M) = = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D \lambda_1}$$

$$I_2(X) = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_2} (S_2M - S_1M) = = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D \lambda_2}$$

Les deux systèmes d'interférences se superposent sur l'écran (E). Il y a coïncidence et anticoïncidence des franges.

$$\delta = k_1 \lambda_1$$

$$\delta = k_2 \lambda_2$$

$S_1M = S_2M$ => $\delta = S_1M = S_2M = 0$ => $k_1 = 0$ et $k_2 = 0$ => superposition des franges brillantes des deux systèmes de franges

2°) L'intensité de chaque système est

$$I(M) = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_i} (S_2M - S_1M) \quad (i = 1, 2)$$

Détermination de la fonction $I(X)$ donnant la répartition de l'intensité sur l'écran :

$$I(X) = I_1(X) + I_2(X)$$

$$\text{où } I_1(X) = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_1} (S_2M - S_1M) = = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D \lambda_1}$$

$$I_2(X) = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_2} (S_2M - S_1M) = = 4 a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D \lambda_2}$$

$$I(X) = 2 a^2 \left[1 + \cos \frac{2\pi a X}{D \lambda_1} + 1 + \cos \frac{2\pi a X}{D \lambda_2} \right]$$

$$I(X) = 2 a^2 \left[2 + \cos \frac{2\pi a X}{D \lambda_1} - \cos \frac{2\pi a X}{D \lambda_2} \right]$$

$$I(X) = 4 a^2 \left[1 - \cos \frac{\pi a X}{D} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \cdot \cos \frac{\pi a X}{D} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) \right]$$

3°) 1ère anti-coïncidence des franges brillantes

$$k_1 i_1 = k_2 i_2 \quad \text{avec} \quad k_2 = k_1 - \frac{1}{2} \quad i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} \quad \text{et} \quad i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a}$$

$$\Rightarrow k_1 \lambda_1 = \left(k_1 - \frac{1}{2} \right) \lambda_2 \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{k_1}{k_1 - \frac{1}{2}} = \frac{0,6}{0,5} = \frac{6}{5} \quad 5k_1 = 6k_1 - 3 \quad k_1 = 3 \quad \text{et} \quad k_2 = 2,5$$

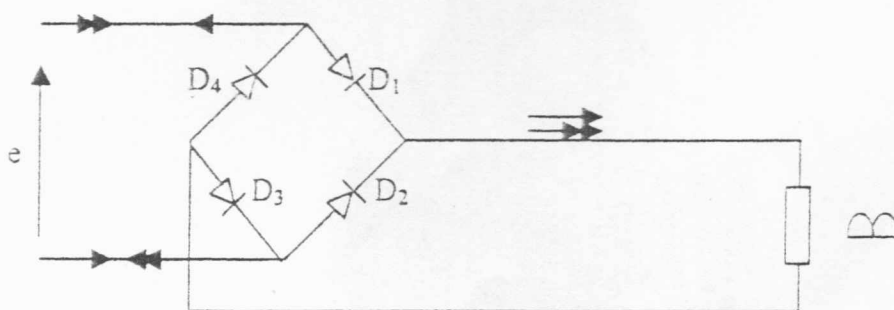
$$X = \frac{k \lambda_1 D}{a} = 1,5 \text{ mm}$$

Problème n°2

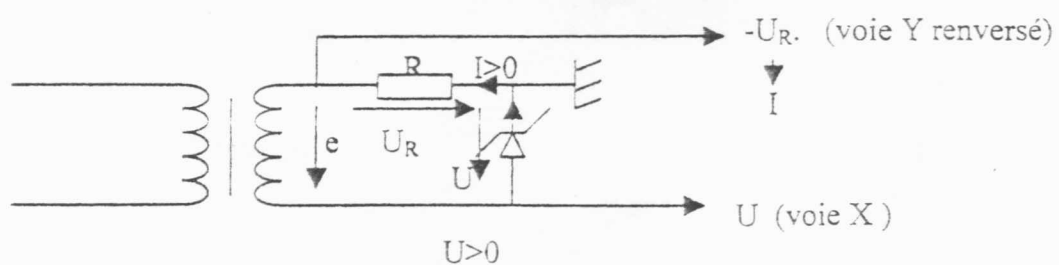
1-
1°)

n° de l'étage	nom de l'étage	rôle
1	redresseur	redresse la tension dans la résistance de charge R_c . le courant circule dans le même sens pour les deux alternance.
2	filtre avec un condensateur	filtrer la tension redresser (maintenir la tension à ses bornes pendant un certain temps.)
3	stabilisateur de tension	stabiliser la tension de sortie et la maintenir constante à une valeur égale à V_z .

2°) a) , b) et c)



3°)



II-

1°) Après l'énierisation par morceau, la caractéristique présentée par la figure 3 possède trois modes de fonctionnement

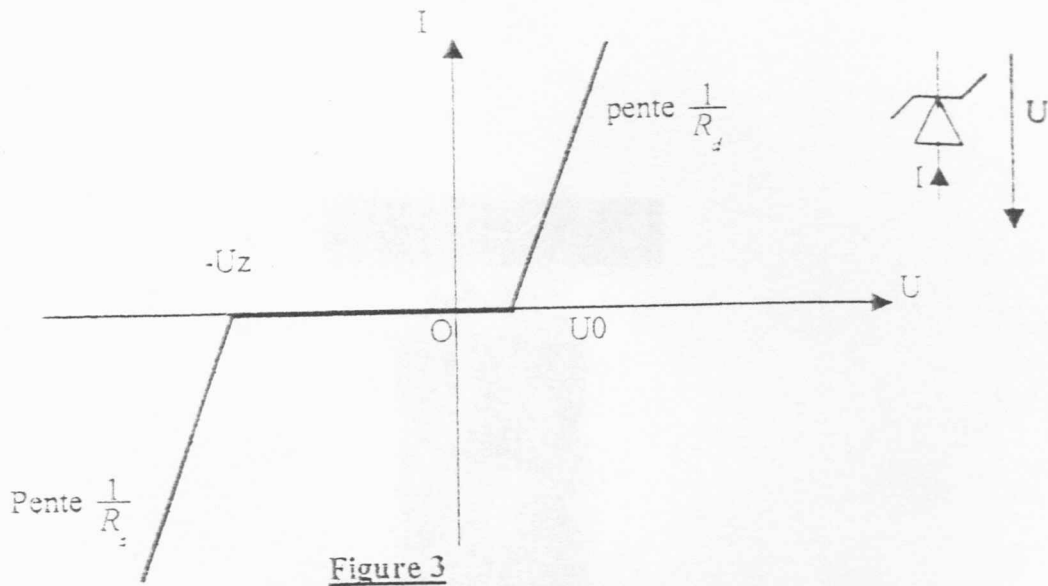


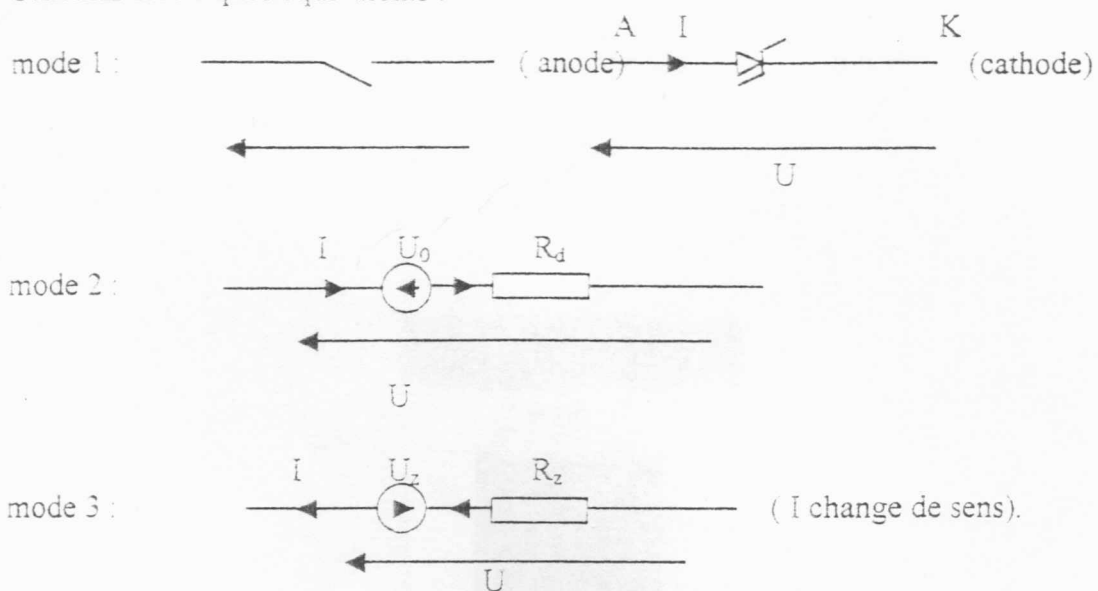
Figure 3

- U_0 : est la tension de seuil à partir de laquelle en mode direct la diode laisse passer le courant I .
- U_z : est la tension Zener à partir de laquelle il y a passage du courant inverse (si la tension d'entrée dépasse la tension Zener U_z), U_z est presque constante.
- R_d : est la résistance dynamique de la diode Zener dans le sens direct (lorsque $I > 0$)
 $= \frac{\Delta U}{\Delta I}$ pour $U > U_0$.
- R_z : est la résistance dynamique dans la diode Zener dans le sens inverse ($I < 0$)
 $= \frac{\Delta U}{\Delta I}$ pour $U < -U_z$.

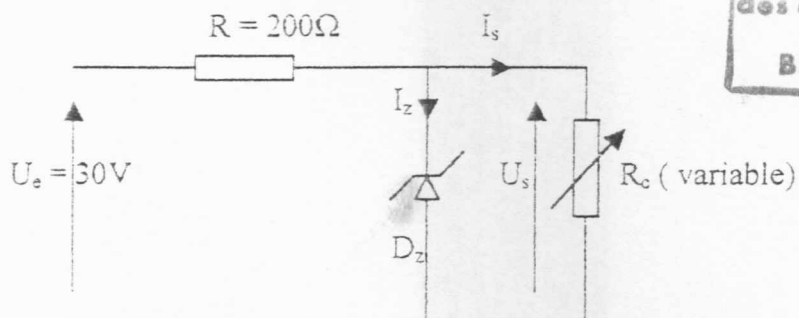
- 2°)
- $-U_z < U < U_0$ la diode Zener est bloquée; elle se comporte comme un interrupteur ouvert $I = 0$.
 - $U > U_0$ la diode Zener est passante en mode direct (se comporte comme une diode à jonction.)
 - $U < -U_z$ la diode est passante en mode inverse elle fonctionne en Zener

3°)	mode 1	$-U_z < U < U_0,$	$U = e,$	$I = 0$
	mode 2	$U > U_0$	$U = U_0 + R_d I$	
	mode 3	$U > U_z $	$U = U_z + R_z I$	
		$U < -U_z$	$U = -U_z - R_z I.$	

Schémas électriques équivalents :

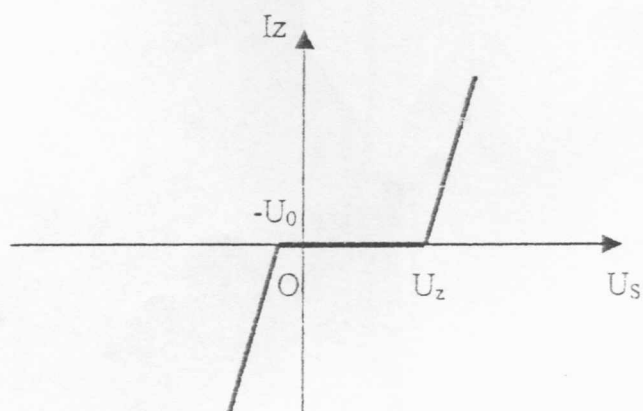


III-
1°)

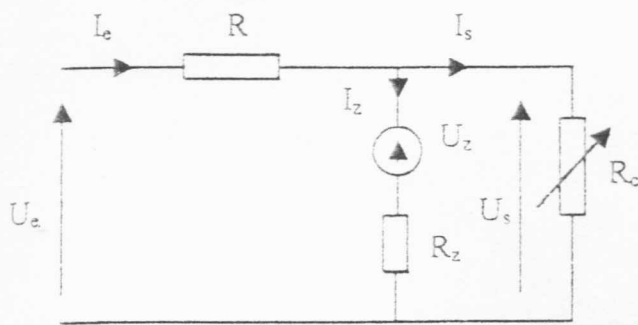


Institut Préparatoire
des études Ingénieurs
de stax
BIBLIOTHÈQUE

Caractéristique $I_z = f(U_s)$



2°)



$$U_s = R_c I_s \quad (1) \Rightarrow I_s = \frac{U_s}{R_c}$$

$$U_s = U_z + R_z I_z \quad (2) \Rightarrow I_z = \frac{U_s - U_z}{R_z}$$

$$I_e = I_z + I_s \quad I_z = I_e - I_s \quad (3)$$

$$I_e = \frac{U_e - U_s}{R}$$

$$\text{de (3), (1) et (2)} \Rightarrow I_z = \frac{U_e - U_s}{R} - \frac{U_s}{R_c} = \frac{(U_e - U_s)R_c - U_s R}{R R_c} = \frac{R_c U_e - U_s (R_c + R)}{R R_c}$$

$$\text{avec } U_s = U_z + R_z I_z \Rightarrow I_z = \frac{R_c U_e - (U_z + R_z I_z)(R_c + R)}{R R_c}$$

$$R R_c I_z + I_z R_z (R_c + R) = R_c U_e - U_z (R_c + R)$$

$$I_z [R R_c + R_z (R_c + R)] = R_c U_e - U_z (R_c + R)$$

$$I_z = \frac{R_c U_e - U_z (R_c + R)}{R R_c + R_z (R_c + R)} \Rightarrow \boxed{I_z = \frac{U_e - U_z (1 + \frac{R_c}{R_z})}{R + R_z (1 + \frac{R_c}{R_z})}}$$

3°) $U_s = f(U_e)$

$$U_s = U_z + R_z I_z \Rightarrow I_z = \frac{U_s - U_z}{R_z}, \quad I_e = I_z + I_s$$

$$I_e = \frac{U_e - U_s}{R} = \frac{U_s - U_z}{R_z} + I_s \Rightarrow -\frac{U_s}{R} + \frac{U_s}{R_z} = \frac{U_e}{R} - \frac{U_z}{R_z} + I_s \Rightarrow U_s \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_z} \right) = \frac{U_e}{R} + \frac{U_z}{R_z} - I_s$$

$$U_s \left(\frac{R_z + R}{R R_z} \right) = \frac{U_e}{R} + \frac{U_z}{R_z} - I_s \Rightarrow \boxed{U_s = \frac{R_z U_e}{(R_z + R)} + \frac{R U_z}{(R_z + R)} - I_s \frac{R R_z}{R_z + R}}$$

$$\text{si } I_s = \text{cte c'est à dire } dI_s = 0 \Rightarrow dU_s = \frac{d(R_z U_e)}{R_z + R} \Rightarrow f = \left(\frac{\Delta U_s}{\Delta U_e} \right)_{I_s = \text{cte}} = \frac{R_z}{R_z + R} \approx \frac{R_z}{R} \Rightarrow f = 2,5\%$$

$$\text{et } r = \left(\frac{\Delta U_s}{\Delta I_s} \right)_{U_e = \text{cte}} \Rightarrow dU_s = \frac{dI_s R R_z}{R_z + R}$$

$$R_z \ll R \Rightarrow -\frac{dU_s}{dI_s} = r \approx R_z = 5V/A$$

0,25

0,25

0,2

0,5

0,5

0,25

0,25

4°) a) et b) $R_c = \infty \longrightarrow R_c = 250 \Omega$

Pour $R_c = \infty$ $I_z = \frac{U_e - U_z}{R + R_z}$

correspond à $U = U_z + R_z \frac{(U_e - U_z)}{R + R_z}$

Application numérique : $U_e = 30 \text{ V}$; $U_z = 10 \text{ V}$; $R = 200 \Omega$; $R_z = 5 \Omega$

$I_z = \frac{30 - 10}{200 + 5} = 97 \text{ mA}$ correspond à I_{\max}

$U = U_{s \max} = U_z + R_z I_z = 10 + 5 \cdot 97 \cdot 10^{-3} = 10,48 \text{ V}$

pour $R_c = 250 \Omega$

$I_z = I_{z \min} \quad I_z = \frac{30 - 10(1 + \frac{200}{250})}{200 + 5(1 + \frac{200}{250})} = 0,057 \text{ A}$

$U_s = U_{s \min} = 10 + 5 \cdot 57 \cdot 10^{-3} = 10,28 \text{ V}$

c) $\frac{\Delta U_s}{U_s}_{\text{moy}}$ avec $U_{s \text{ moyen}} = \frac{U_{s \max} + U_{s \min}}{2}$

$U_{s \text{ moyen}} = \frac{10,48 + 10,28}{2} = 10,38 \text{ V}$

$\frac{\Delta U_s}{U_s}_{\text{moy}} = \frac{10,48 - 10,28}{10,38} = 0,019$

$\frac{\Delta U_s}{U_s}_{\text{moy}} = 2\%$