PCSi — Devoir Surveillé — 4h — 7/11/2006

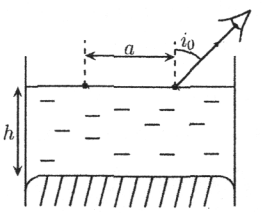
Optique :

Exercice 1 INCIDENCE DE BREWSTER

Une surface plane sépare l'air d'un milieu d'indice n. Pour quelle valeur de l'angle d'incidence le rayon réfléchi est-il perpendiculaire au rayon réfracté ?

Calculer i_B pour $n = 1,5$.

Exercice 2 MESURE D'INDICE

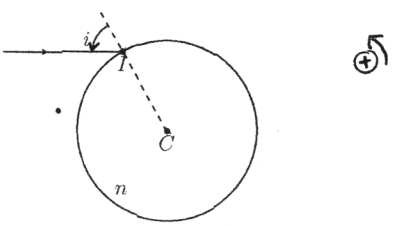


Deux fils parallèles, distants de a sont maintenus à la surface d'un liquide d'indice n grâce à des flotteurs (non représentés sur la figure). Le liquide est placé dans un récipient dont le fond est garni de mercure, formant un miroir plan. Soit h la hauteur du liquide au-dessus du mercure ; cette hauteur est réglable grâce à un dispositif à vases communiquants.
On observe l'un des fils sous une incidence i_0 donnée et on règle h de façon que l'image de l'autre fil coïncide avec le fil observé. Donner l'expression de n en fonction de i_0, a et h.

Calculer n pour $i_0 = 45°$; $a = 10\,mm$; $h = 8\,mm$

Exercice 3 Goutte d'eau

Une bille sphérique de rayon R et de centre C est réalisée dans un matériau homogène transparent d'indice n. Elle est placée dans l'air. Un rayon lumineux rencontre la surface de la bille en I avec l'angle d'incidence i et se réfracte sous l'angle r. Il subit une réflexion interne en J puis émerge de la bille au point K.



a) Justifier que le trajet complet du rayon lumineux appartient à un plan que l'on précisera.

b) Déterminer r en fonction de i et n.
Calculer r pour $i = 45°$ et $n = 1,5$.

c) Dessiner le trajet complet du rayon lumineux en précisant les valeurs des angles d'incidence, réflexion et réfraction.

d) La réflexion en J est-elle partielle ou totale ? (Justifier.)

e) Calculer la déviation totale du rayon lorsqu'il ressort de la goutte en fonction de i et r.

f) Pour quelle valeur de i le rayon fait finalement demi-tour au sortir de la goutte ?

↳

g) Montrer que pour les petits angles d'incidence en I, il existe une valeur n_0 de n que l'on calculera pour qu'un faisceau incident de lumière parallèle soit réfléchi par la bille en direction de la source lumineuse.

h) Pourquoi mélange-t-on des billes de très petit diamètre et d'indice n_0 aux peintures de signalisation routière ?

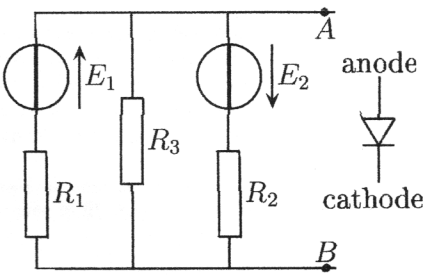
i) Quelle devrait être la valeur de n pour que les billes jouent le même rôle par temps pluvieux, l'eau ruisselant sur les peinture ? Commenter.

Electricité :

Exercice 1 RÉSEAU AVEC DIODE IDÉALE

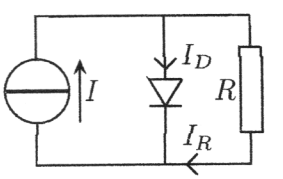
1. Déterminer le générateur de Norton équivalent au dipôle AB constitué du circuit auquel on a retiré la diode.
2. Calculer le courant traversant la diode dans les deux positions possibles (anode en A ou B).

Données : $E_1 = 16$ V ; $E_2 = 8{,}0$ V ; $R_1 = R_2 = 8{,}0$ kΩ ; $R_3 = 4{,}0$ kΩ.



Exercice 2 CIRCUIT AVEC DIODE

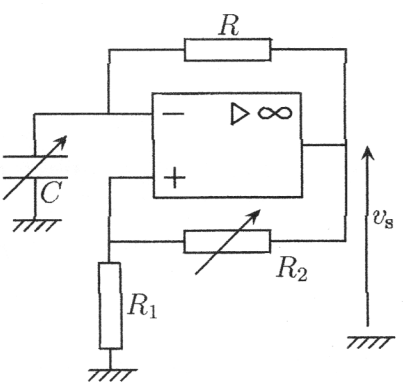
Un générateur idéal de courant I est relié à une diode de tension de seuil $V_s = 0{,}70$ V et de résistance dynamique $r = 10\ \Omega$ en parallèle sur une résistance $R = 100\ \Omega$.
Discuter suivant les valeurs de I, les valeurs du courant I_D dans la diode et I_R dans la résistance.



Exercice 3 MULTIVIBRATEUR ASTABLE .

L'AO est idéal. On pose $\beta = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$.

1. Montrer que l'équilibre $v_+ = v_- = \varepsilon = 0$ n'est pas stable et que l'AO ne fonctionne pas linéairement. Imaginer pour cela qu'à un instant où le condensateur est déchargé v_s prenne une valeur positive à cause d'une perturbation électrique. Déduire alors les signes de v_+ et ε puis que v_s atteint brusquement V_{sat}. Comment évoluera v_- et que se passera-t-il quand v_- atteindra βV_{sat} ?



2. Compte tenu de l'étude précédente, posons $t = 0$ l'instant où $v_- = \beta V_{sat}$ et $v_s = -V_{sat}$. Déterminer $v_-(t)$ et la période T des oscillations de relaxations en fonction de β, R et C.

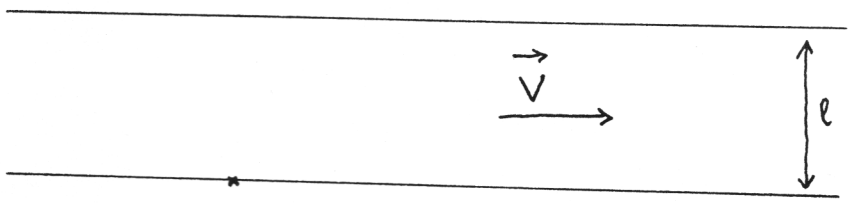
3. Représenter les évolutions de v_s et de v_- avec t sur un même graphe.
Que devient la forme du signal $v_-(t)$ si $\beta \ll 1$?

Mécanique :

Cours : lois de composition des vitesses et des accélérations.
Énoncés et démonstrations.

Exercice 1

Deux bateaux traversent une rivière de largeur l ; leur vitesse par rapport à l'eau est $\vec{v}$ = **cte**, la vitesse du courant est $\vec{V}$ = **cte**.
Le premier met le temps le plus court, le second emprunte le chemin le plus court. Comparer les durées mises par les deux bateaux pour traverser la rivière.



Exercice 2 : Dans un plan (Oxy) deux particules se déplacent en mouvement rectiligne uniforme. A un instant donné elles se trouvent en M_1 et M_2 et leurs vitesses sont $\vec{v_1}$ et $\vec{v_2}$.

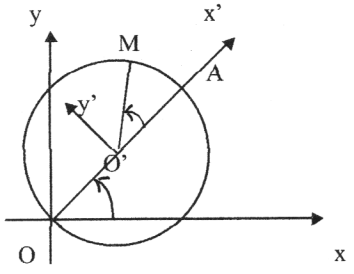
a) Nous considérons un référentiel relatif d'origine M_1 et en translation rectiligne uniforme par rapport au référentiel absolu $(R)_{oxy}$.
Calculer les vitesses relatives de M_1 et M_2, $\vec{v_1}'$ et $\vec{v_2}'$.

b) M_1 et M_2 entrent en collision à $t = 0$.
Montrer que, pour que le choc ait lieu, nous devons avoir :

$$\overrightarrow{M_1M_2} = (\vec{v_2} - \vec{v_1})\,t$$

c) Application : un faisan vole horizontalement à la vitesse de 20 m/s et un chasseur le tire avec une balle de vitesse 300 m/s.
Le chasseur (immobile) tire lorsqu'il passe au plus proche (30 m).
Pour réussir son tir quel angle doit faire la direction de tir avec la direction de vol du faisan ?

Exercice 3



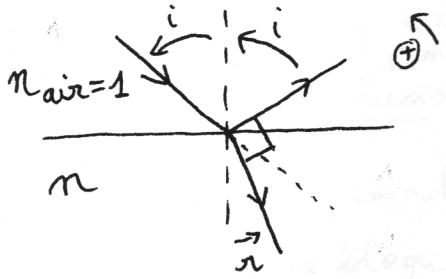
Dans le plan Oxy, un cercle de rayon R, de diamètre OA, tourne à la vitesse angulaire constante ω autour du point O. On lie à son centre mobile O' deux axes rectangulaires O'x'y' (l'axe O'x' est dirigé suivant OA).
A l'instant t = 0, A est sur Ox, Ox et O'x' étant alors colinéaires.
Un point M, initialement en A, parcourt la circonférence dans le sens positif avec la même vitesse angulaire ω.

1. Calculer directement les composantes des vecteurs vitesse et accélération de M dans le repère Oxy (en dérivant les composantes de $\overrightarrow{OM}$).
2. Calculer les composantes de la vitesse et de l'accélération relatives de M dans le repère O'x'y' puis dans Oxy.
3.a) *Calculer les composantes de la vitesse d'entraînement dans le repère Oxy en* utilisant la notion de point coïncidant, retrouver le résultat par la loi de composition des vitesses.
b) Calculer de même les composantes de l'accélération d'entraînement dans le repère Oxy ; en déduire l'accélération complémentaire.
4. Vérifier les expressions des composantes de la vitesse d'entraînement et celle de l'accélération complémentaire en utilisant les expressions faisant intervenir le vecteur rotation $\vec{\omega}$.

107 pts — Correct° DS - 7/11/2006 - PCSi

26

Optique: Exercice 1: incidence de Brewster: $i + r + \frac{\pi}{2} = \pi \Rightarrow i + r = \pi/2$



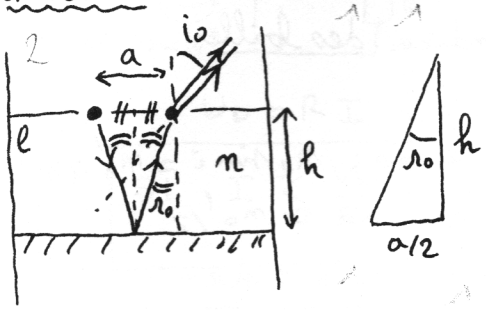
$\sin i = n \sin r = n \sin(\pi/2 - i) = n \cos i$

$\Rightarrow \tan i_B = n$

$\Rightarrow \underline{i_B = \arctan n}$ A.N. : $\underline{i_B = 56°19'}$

$(= 56,31° = 0,983 \text{ rad})$

Exercice 2: Mesure d'indice: $\sin i_0 = n \sin r_0$ $\tan r_0 = \frac{a/2}{h} \left(= \frac{\sin r_0}{\cos r_0} = \frac{\sin r_0}{\sqrt{1-\sin^2 r_0}} \right.$



$\Rightarrow \sin i_0 = n \sin(\arctan \frac{a}{2h})$ $\Rightarrow \frac{a^2}{4h^2}(1-\sin^2 r_0) = \sin^2 r_0$

$\Rightarrow \boxed{n = \frac{\sin i_0}{\sin(\arctan \frac{a}{2h})} = \sin i_0 \sqrt{1 + \frac{4h^2}{a^2}}}$ AN: $\underline{n = 1,33}$)

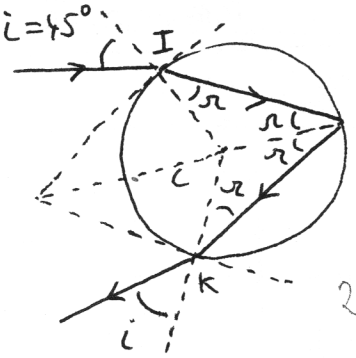
16

Exercice 3: ~~Goutte d'eau~~ → bille de verre ! a) d'après les lois de Descartes le rayon réfracté appartient au plan d'incidence défini par le rayon incident et (IC), plan passant par le centre de la sphère. En J la normale passe encore par C et le rayon appartenant à (IJ) on reste dans le même plan. Même chose en K, tjrs selon les lois de Descartes.

b) $\sin i = n \sin r \Rightarrow \boxed{r = \arcsin\left[\frac{\sin i}{n}\right]}$

$(= 28,13° = 0,491 \text{ rad})$ AN: $\underline{r = 28°8'}$

c)



IJC triangle isocèle en C $\Rightarrow (\vec{JI}, \vec{JC}) = r$

réflexion en J $\Rightarrow$ même angle.

En K à nouveau i : principe de retour inverse.

d) Angle limite pour le passage verre/air:

$n \sin r_l = \sin \pi/2 \Rightarrow r_l = \arcsin(1/n)$

AN $r_l = 41°49'$

$\Rightarrow r < r_l \Rightarrow$ **réflexion partielle.**

Et ceci en fait quelquesoit l'indice de la bille, car même pour r maximum soit $i = \pi/2$ on a $r = r_l$:

e) $D = D_1 + D_2 + D_3 = (r-i) + (2r-\pi) + (r-i)$

2 $\underline{D = 4r - 2i - \pi}$

f) demi-tour $\Rightarrow D = -\pi \Rightarrow 4r - 2i = 0 \Rightarrow \underline{i = 2r}$

$\Rightarrow \sin i = n \sin i/2$

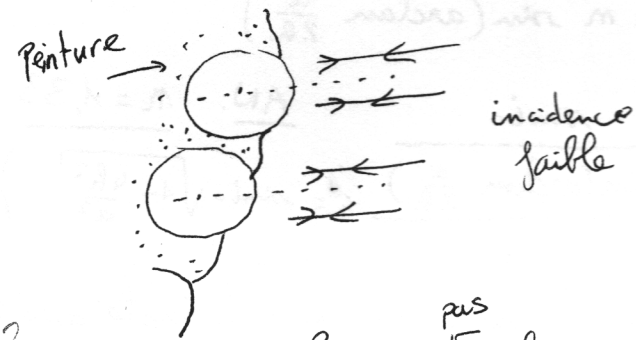
1 $\Rightarrow 2 \sin \frac{i}{2} \cos i/2 = n \sin i/2 \Rightarrow \cos(i/2) = n/2 \Rightarrow \boxed{i = 2 \arccos(n/2)}$

1 AN : $\underline{i = 82°49' = 82,8° = 1,45 \text{ rad}}$

g) $\begin{cases} D = -\pi \\ i << 1 \end{cases} \overset{f)}{\Rightarrow} i \simeq n_0 \cdot \frac{i}{2} \Rightarrow \boxed{n_0 = 2}$

1

h) Ainsi quelquesoit la direction d'où provient la lumière des phares la lumière est réfléchit vers la voiture si l'indice des billes est de 2 :



i) Dans ce cas : $n_e \sin i = n_0' \sin i/2$

$i << 1 \Rightarrow n_e \simeq n_0'/2$

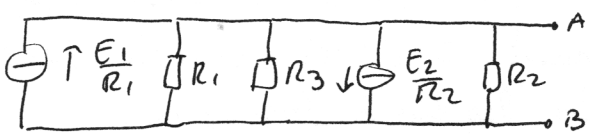
$\Rightarrow \underline{n_0' = 2 n_e}$

indice plus élevé $\simeq 2,66 = n_0'$ pour les billes.

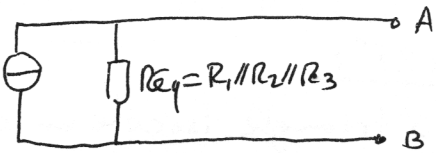
2 Pourquoi pas mélanger des billes d'indices n_0 et n_0' ... ?

31

Electricité : (10) Exercice 1 : 1.

$G \equiv$ 

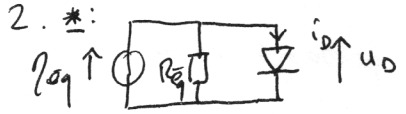
$\equiv$

2 $\underline{\mathcal{E}_{éq} = \frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}$ 

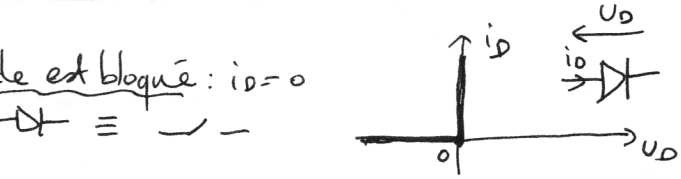
avec : $\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

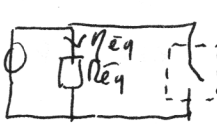
$\Rightarrow \underline{R_{éq} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}}$

2 AN : $\mathcal{E}_{éq} = 16/8.10^3 - 8/8.10^3 \Rightarrow \underline{\mathcal{E}_{éq} = 1 \text{ mA}}$ $\underline{R_{éq} = 2 \text{ k}\Omega}$

2. *: 

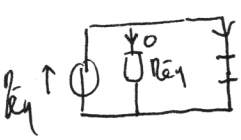
si la diode est bloquée : $i_D = 0$



6 $G \equiv$ 

$u_D = R_{éq} \mathcal{E}_{éq} > 0$, contradictoire, on devrait avoir $u_D < 0$

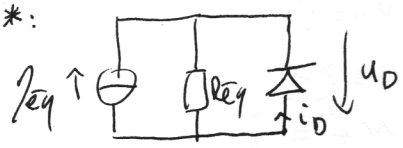
$\Rightarrow$ diode passante : $\equiv$



$\Rightarrow u_D = 0$ cohérent

Conclusion : si l'anode est en A on a $\underline{i_D = \frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} = 1 \text{ mA}}$

*: supposons la diode bloquée :

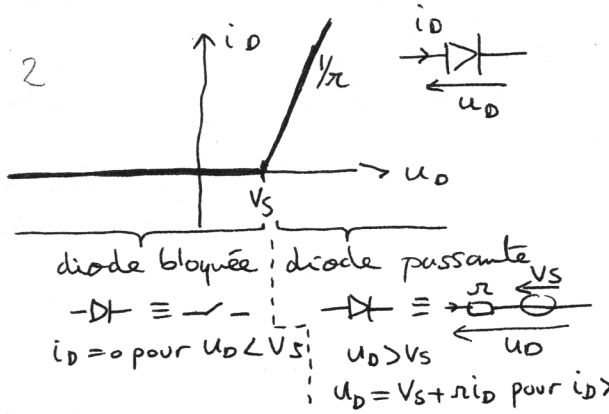


$u_D = -R_{eq}\mathcal{E}_{eq} < 0$ ⇒ hypothèse valide la diode est bien bloquée

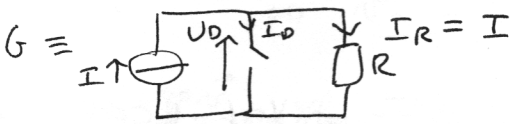
Conclusion : si l'anode est en B alors $i_D = 0$.

(7)

Exercice 2 : caractéristique de la diode :



1er cas : diode bloqué : $-\triangleright\!\!|\!\!- \equiv -/-$

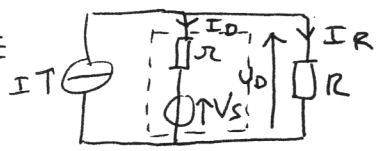


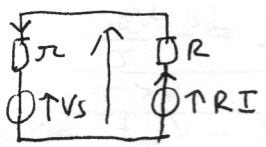
$I_D = 0$ $U_D = RI < V_S$

⇒ Si $I < \frac{V_S}{R}$ on a : $\begin{cases} I_D = 0 \\ I_R = I \end{cases}$

2

2ème cas : diode passante : $-\triangleright\!\!|\!\!- \equiv$ r V_S





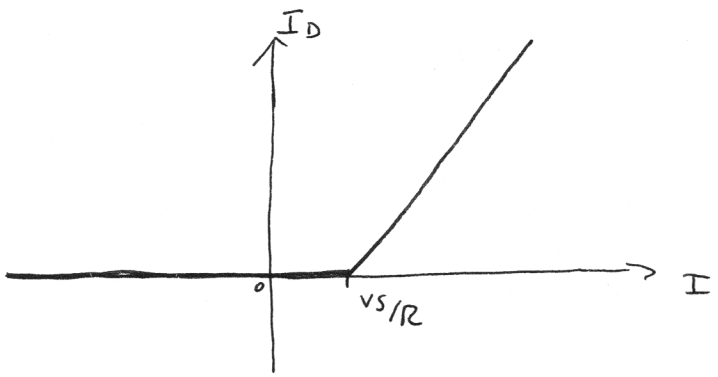
$I_D = \frac{RI - V_S}{r + R}$

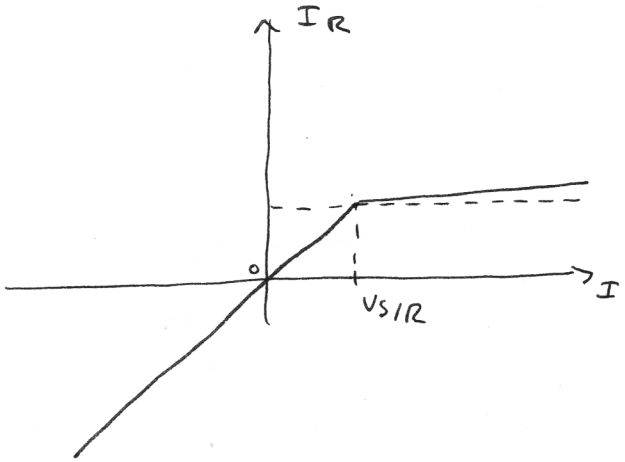
$U_D = RI - \frac{R}{r+R}(RI - V_S) = R I_R$

3

$I_D > 0 \Rightarrow RI - V_S > 0 \Rightarrow I > \frac{V_S}{R}$ (cohérent !)

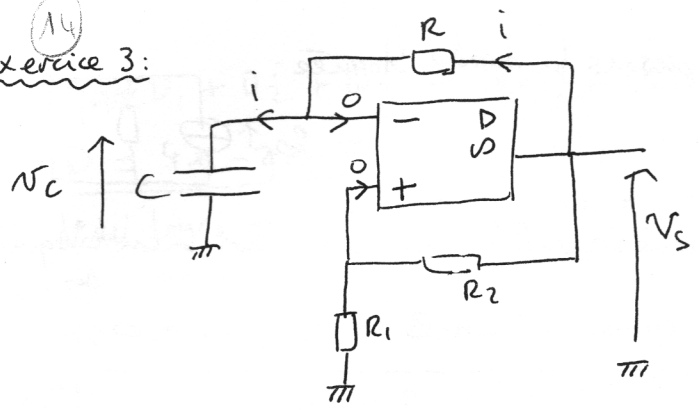
Si $I > \frac{V_S}{R}$ on a : $\begin{cases} I_D = \frac{RI - V_S}{r + R} \\ I_R = I - \frac{RI - V_S}{r+R} = \frac{r}{r+R} I + \frac{V_S}{r+R} \end{cases}$





(14)

Exercice 3 :



3

1. $V_+ = V_- = 0$

$v_s > 0 \Rightarrow v_+ > 0$ car $v_+ = \frac{R_1}{R_1+R_2} v_s$

condensateur déchargé $\Rightarrow v_- = 0 \Rightarrow \varepsilon = v_+ - v_- > 0$

$\Rightarrow$ régime saturé

$\Rightarrow \underline{v_s = +V_{sat}}$

$i_- = 0$ donc le condensateur se charge à travers R à la tension $+V_{sat} \Rightarrow \underline{v_- = v_c}$ augmente. Quand v_- atteint $\beta V_{sat} = v_+$ alors $\varepsilon < 0$ et $v_s = -V_{sat}$.

$V_{sat} = Ri + v_c \qquad i = C\frac{dv_c}{dt} = C\frac{dv_-}{dt} \Rightarrow V_{sat} = RC\frac{dv_-}{dt} + v_-$

$\Rightarrow \boxed{\frac{dv_-}{dt} + \frac{1}{\tau} v_- = \frac{V_{sat}}{\tau} \text{ avec } \tau = RC}$ $\Rightarrow v_- = \alpha e^{-(t-t_I)/\tau} + V_{sat}$

$v_-(t=0) = 0 \Rightarrow \alpha = -V_{sat}$

$\Rightarrow \underline{v_-(t) = V_{sat}(1 - e^{-(t-t_I)/\tau})}$; t_I : instant où le condensateur est déchargé.

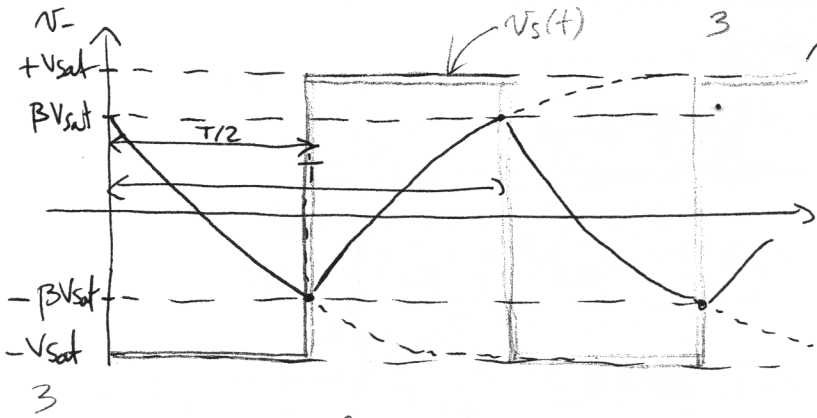
2. $t=0$: $\begin{cases} v_- = \beta V_{sat} \\ v_s = -V_{sat} \end{cases}$ équa. diff. : $v_s = -V_{sat} = Ri + v_-$

4

$\Rightarrow \frac{dv_-}{dt} + \frac{1}{\tau} v_- = -\frac{V_{sat}}{\tau}$

$v_-(t) = \alpha' e^{-t/\tau} - V_{sat} \qquad v_-(t=0) = \beta V_{sat} = \alpha' - V_{sat} \Rightarrow \alpha' = (1+\beta) V_{sat}$

$\Rightarrow \boxed{v_-(t) = V_{sat}[(1+\beta)e^{-t/\tau} - 1]}$



3

$v_s(t)$: signal carré.

$v_-(t=T/2) = -\beta V_{sat} = V_{sat}[(1+\beta)e^{-T/2\tau} - 1]$

$\Rightarrow 1 - \beta = (1+\beta)e^{-T/2\tau}$

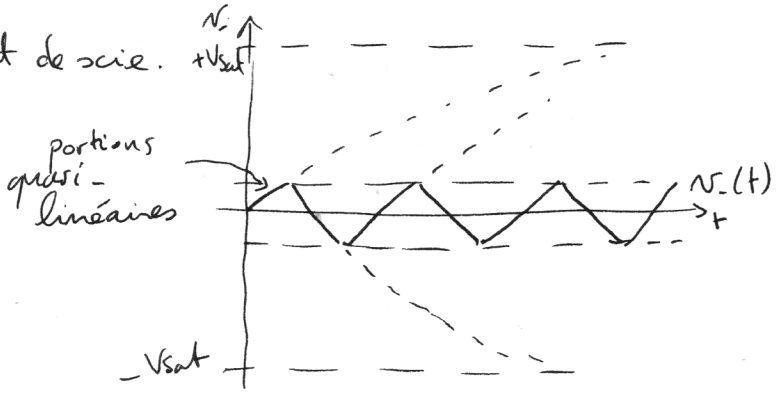
$-\frac{T}{2\tau} = \ln\frac{1-\beta}{1+\beta}$

$\Rightarrow T = 2\tau \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$

$\Rightarrow \underline{\boxed{T = 2RC \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)}}$

1 si $\beta << 1$: $v_-(t)$: signal en dent de scie.

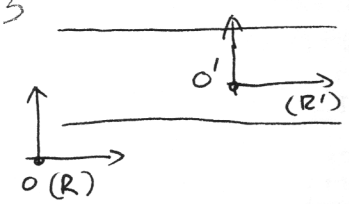
Charge et décharge successives du condensateur sous + ou $-V_{sat}$.



Mécanique : (8) (12) Exercice 1 : $\vec{v} = \vec{v}_{R'}(B) = \vec{v}_r$; B : bateau

(R) : Référentiel lié à la berge (R') : Référentiel lié à l'eau (eau immobile dans (R'))

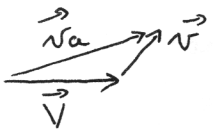
3



(R') en translat° par rapport à (R) : $\vec{\Omega}_{R'/R} = \vec{0}$

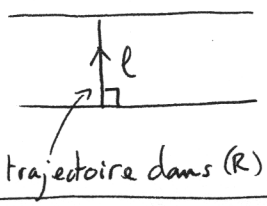
$\vec{v}_e = \vec{v}_R(O') + \vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \vec{O'M} = \vec{v}_R(O') = \vec{V}$

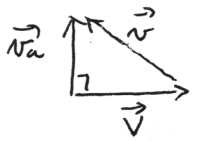
$\Rightarrow \vec{v}_a = \vec{v}_R(B) = \vec{v}_e + \vec{v}_r = \vec{V} + \vec{v}$



* Chemin le plus court : $\vec{v}_a \perp$ à la berge pour le second bateau

3





$\Rightarrow v^2 = v_a^2 + V^2$

$\Rightarrow v_a = \sqrt{v^2 - V^2}$

$v_a = cste \Rightarrow v_a = \frac{l}{\Delta t}$

$\Rightarrow$ $\begin{cases} \Delta t_2 = l/\sqrt{v^2 - V^2} & \text{trajet le plus court} \\ \text{distance } l = \Delta d_2 \end{cases}$

valable si $v > V$ ↳ plus lent

* Chemin le plus court en tps : composante de la vitesse $\perp$ à la berge maximale pour le premier bateau :

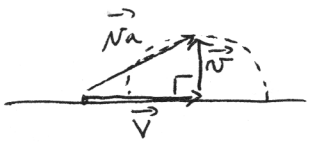
$\Delta t_1 = \frac{l}{v}$ { mvt projeté $\perp$ mt à la berge.

$v_a = \sqrt{v^2 + V^2}$

$v_a = \frac{\Delta d_1}{\Delta t_1} = cste$

3

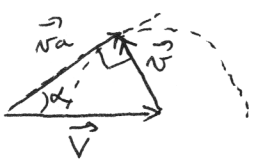
$\begin{cases} \Delta t_1 = l/v & \text{trajet le plus rapide} \\ \Delta d_1 = l\sqrt{1 + \frac{V^2}{v^2}} \end{cases}$ → plus long en distance

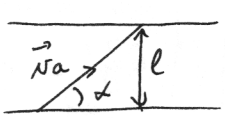


* Remq : pour Δt_2 il faut aussi considérer le cas $v < V$ car alors $\Delta d_2 > l$

3 Dans ce cas il faut $\vec{v}_a$ dirigé au mieux vers l'autre berge : $\vec{v}_a$ tangente au cercle réalisé par $\vec{v}$:

$V^2 = v^2 + v_a^2 \Rightarrow v_a = \sqrt{V^2 - v^2}$





$\Delta d_2 = l/\sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{v}{V} \Rightarrow \Delta d_2 = l\frac{V}{v} > l$

$v_a = \frac{\Delta d_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = l\frac{V}{v}\frac{1}{\sqrt{V^2 - v^2}} = \frac{l}{v}\frac{V}{\sqrt{V^2 - v^2}} > \Delta t_1$

si $V >> v \Rightarrow \Delta t_1 \simeq \Delta t_2$ et $\Delta d_1 \simeq \Delta d_2$ (courant Fort).

si $v >> V \Rightarrow$ idem.

différence maximale entre les deux parcours pour v de l'ordre de V.

(11)

Exercice 2 : a) $\vec{v_1}' = \vec{v}_{R'}(M_1) = \vec{0}$ $\quad \vec{v_2} = \vec{v}_R(M_2)$ $\quad \vec{v_2}' = \vec{v}_{R'}(M_2)$

3 $\vec{v_2} = \vec{v_e} + \vec{v_2}'$ $\quad \vec{v_2} = \vec{v}_R(M_1) + \underbrace{\vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \overrightarrow{M_1M_2}}_{\vec{0}} = \vec{v_1}$ $\Rightarrow$ $\vec{v_2}' = \vec{v_2} - \vec{v_1}$

b) dans (R') :

M_1 immobile, pour que M_2 entre en collision avec M_1 il faut que $\vec{v_2}'$ soit selon la droite (M_1M_2)

4 d'où : $\vec{v_2}'$ selon $\overrightarrow{M_1M_2}$

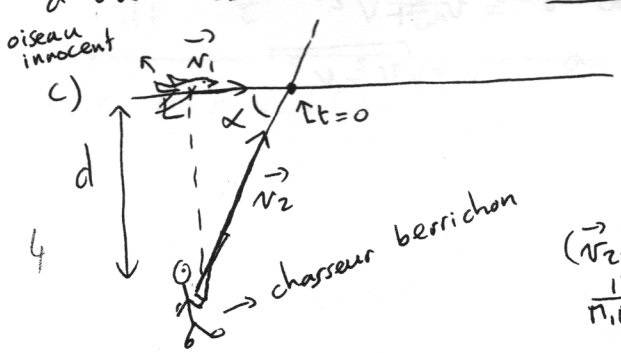
$\Rightarrow \overrightarrow{M_1M_2} \propto (\vec{v_2} - \vec{v_1})$; $\vec{v_2} - \vec{v_1} = \frac{d\overrightarrow{OM_2}}{dt} - \frac{d\overrightarrow{OM_1}}{dt} = \frac{d}{dt}(\overrightarrow{OM_2} - \overrightarrow{OM_1})$

$\Rightarrow \vec{v_2} - \vec{v_1} = \frac{d}{dt}(\overrightarrow{M_1M_2}) \Rightarrow \overrightarrow{M_1M_2} = (\vec{v_2} - \vec{v_1})t + \text{cste}$

$= \text{cst}$ or à $t = 0$ $\overrightarrow{M_1M_2} = \vec{0}$ (choc : $M_1 = M_2$)

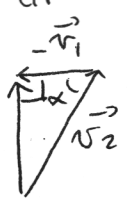
d'où : cste $= 0$ et $\boxed{\overrightarrow{M_1M_2} = (\vec{v_2} - \vec{v_1}).t}$

c)



$d = 30\ m$

tir pour $t < 0$

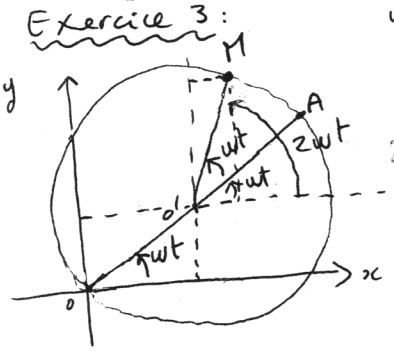


$\left(\Rightarrow \frac{M_1M_2}{|t|} = \frac{d}{\Delta t} = \sqrt{v_2^2 - v_1^2}\right)$

$\cos\alpha = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \boxed{\alpha = \arccos\frac{v_1}{v_2}}$ AN : $\alpha = 86°11' = 86{,}2°$ $= 1{,}5$ rad

(19)

Exercice 3 :



$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \text{cste} \Rightarrow \theta = \omega t + \text{cst} = \omega t$ à $t = 0$ $\theta = 0$

1. $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OO'} + \overrightarrow{O'M} = [R\cos\omega t\,\vec{u}_{xc} + R\sin\omega t\,\vec{u}_y]$
$+ [R\cos(2\omega t)\,\vec{u}_{xc} + R\sin(2\omega t)\,\vec{u}_y]$

2 $\overrightarrow{OM} = R(\cos\omega t + \cos 2\omega t)\,\vec{u}_{xc} + R(\sin\omega t + \sin 2\omega t)\,\vec{u}_y$

$\boxed{\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = -R\omega(\sin\omega t + 2\sin 2\omega t)\,\vec{u}_{xc} + R\omega(\cos\omega t + 2\cos 2\omega t)\,\vec{u}_y}$

1 $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = -R\omega^2(\cos\omega t + 4\cos 2\omega t)\,\vec{u}_{xc} - R\omega^2(\sin\omega t + 4\sin 2\omega t)\,\vec{u}_y = -\omega^2\overrightarrow{OO'} - 4\omega^2\overrightarrow{O'M}$

2. $\vec{v_r} = \vec{v}_{R'}(M) = \left(\frac{d\overrightarrow{O'M}}{dt}\right)_{R'}$

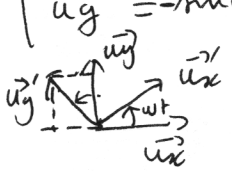
2 $\overrightarrow{O'M} = R(\cos\omega t\,\vec{u}_{xc}' + \sin\omega t\,\vec{u}_y')$

1 $\vec{v_r} = \omega R(-\sin\omega t\,\vec{u}_{xc}' + \cos\omega t\,\vec{u}_y')$

$\vec{a_r} = -\omega^2 R(\cos\omega t\,\vec{u}_{xc}' + \sin\omega t\,\vec{u}_y')$

$= -\omega^2\,\overrightarrow{O'M}$ OK

$\begin{cases} \vec{u}_{xc}' = \cos\omega t\,\vec{u}_x + \sin\omega t\,\vec{u}_y \\ \vec{u}_y' = -\sin\omega t\,\vec{u}_{xc} + \cos\omega t\,\vec{u}_y \end{cases}$



$\Rightarrow \vec{v_r} = \omega R[-2\sin\omega t\cos\omega t\,\vec{u}_{xc} + \vec{u}_y] = \omega R[-\sin 2\omega t\,\vec{u}_{xc} + \vec{u}_y]$

$\Rightarrow \vec{a_r} = -\omega^2 R((\cos^2\omega t - \sin^2\omega t)\,\vec{u}_{xc} + 2\cos\omega t\sin\omega t\,\vec{u}_y) = -\omega^2 R(\cos(2\omega t)\vec{u}_{xc} + \sin(2\omega t)\vec{u}_y)$

$= -\omega^2\,\overrightarrow{O'M}$ ↪

3. a) * $\vec{v}_e = \vec{v}_R(C) = \vec{\omega} \wedge \vec{OC} = \vec{\omega} \wedge \vec{OM}$ (rotation)

1 (ensemble $OO'\Pi$ considéré rigide)

* $\vec{v}_e = \vec{v}_R(O') + \vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \vec{O'M}$

2 $\vec{\Omega}_{R'/R} = \vec{\omega} = \omega \vec{u}_z$

$\vec{v}_e = \vec{\omega} \wedge \vec{OO'} + \vec{\omega} \wedge \vec{O'M} = \vec{\omega} \wedge (\vec{OO'} + \vec{O'M}) = \vec{\omega} \wedge \vec{OM}$ OK

b) * $\vec{a}_e = \vec{a}_R(C) = -\omega^2 \vec{OM}$

1

* $\vec{a}_e = \vec{a}_R(O') + \frac{d\vec{\Omega}_{R'/R}}{dt} \wedge \vec{O'M} + \vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{O'M}) = -\omega^2 \vec{OO'} + \vec{\omega}(\vec{\omega}.\vec{O'M}) - \vec{O'M}(\vec{\omega}.\vec{\omega})$

2 $\vec{\omega} = \omega \vec{u}_z$ $\Rightarrow \vec{a}_e = -\omega^2(\vec{OO'} + \vec{O'M}) = -\omega^2 \vec{OM}$ OK

$\vec{a}_a = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_c$ = ...

$\Rightarrow \vec{a}_c = \vec{a}_a - \vec{a}_e - \vec{a}_r = (-\omega^2 \vec{OO'} - 4\omega^2 \vec{O'M}) + \omega^2 \vec{OM} - (-\omega^2 \vec{O'M})$

(1. $\vec{a}_a$, 2. $\vec{a}_r$)

2 $= -\omega^2(\vec{OO'} + 4\vec{O'M} - \vec{OM} - \vec{O'M})$

$= -\omega^2(\vec{OO'} + 4\vec{O'M} - \vec{OO'} - \vec{O'M} - \vec{O'M})$

$\vec{a}_c = -2\omega^2 \vec{O'M}$

vérif : $\vec{a}_c = 2\vec{\omega} \wedge \vec{v}_r = 2\vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{O'M}) = -2\omega^2 \vec{O'M}$ OK

3 4. déjà fait ... exo. pas vraiment exitant → calculatoire, dans une base pas adéquate, pas physique.

↓

base cartésienne,

ici le calcul avec $\vec{\omega}$ était bcp plus élégant et rapide comme fait en cours.