Solution Proposée Par :

CORRECTION DU ⋆ 2010/2011 ⋆ C.N.C.PHYSIQUE1 TSI

M.Ouzi (cpgespe.mp@gmail.com)

1^{iere} *partie*

1.1.1-

Le foyer d'un miroir parabolique est le point de son axe optique, où sont convergés, après réflexion, les rayons incidents parallèles à celui-ci.

1.1.2-

L'approximation de Gauss pour un système optique centré, consiste à ce que les rayons incidents soient peu inclinés et peu écartés de l'axe optique.

1.1.3-

D'après la formule de conjugaison du miroir sphérique, avec origines aux centre, on a :

$$\frac{1}{\overline{CA}}+\frac{1}{\overline{CA'}}=\frac{2}{\overline{CS}}$$

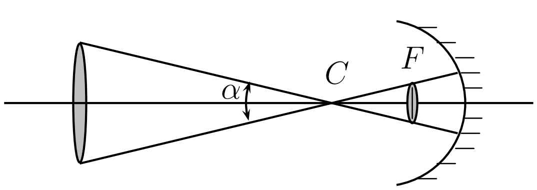
(A et A′ sont conjugués par le miroir).
Lorsque l'objet A est à l'infini alors A′ est confondu avec le foyer F, alors :

$\dfrac{1}{\infty}+\dfrac{1}{\overline{CF}}=\dfrac{2}{\overline{CS}}$ *alors* $\dfrac{1}{\overline{CF}}=\dfrac{2}{\overline{CS}}$

qui donne finalement :

$$\boxed{\overline{CF}=\frac{\overline{CS}}{2}=\frac{R}{2}}$$

1.1.4-



L'image se forme dans le plan focal du miroir et les rayons qui passent par son centre sont non déviés alors, d'après le schéma on a :

$\tan\dfrac{\alpha}{2}=\dfrac{\frac{d}{2}}{\overline{CF}}$ *soit, puisque* $\tan\alpha\simeq\alpha$:

$$\boxed{d=\alpha\frac{R}{2}}\qquad A.N:\ \boxed{d=4,4\ cm}$$

1.1.5-

La puissance P_o se déduit de l'éclairement par : $\boxed{P_o=E\times S}$ *où* $S=\pi R_p^2$ *c-à-d* $P_o=800\times 3,14\times(4,5)^2$

$$\boxed{P_o=50,1\ kW}$$

1.1.6-

$$F_C=\frac{\frac{P_o}{\pi R_a^2}}{\frac{P_o}{\pi R_p^2}}=\frac{R_p^2}{R_a^2}\Rightarrow R_a=\frac{R_p}{\sqrt{F_C}}\ \text{donc}\ \boxed{R_a=0,09\ m}$$

1.1.7-

$\dfrac{R_a}{a}=\dfrac{R_p}{\frac{R}{2}}$ *(car approximation de Gauss)* $\Rightarrow$ $\boxed{a=10\ cm}$

1.1.8.1-

Le bilan de puissance s'écrit :

$P_o=rP_o+\sigma T_a^4S_a+P_t\Rightarrow\boxed{P_t=(1-r)P_o-\sigma T_a^4S_a}$

1.1.8.2-

$P_t=0,82\times 50,1.10^3-5,67.10^{-8}\times 1040\times 3,14\times(\frac{0,09}{2}^2))=40,1\ kW$

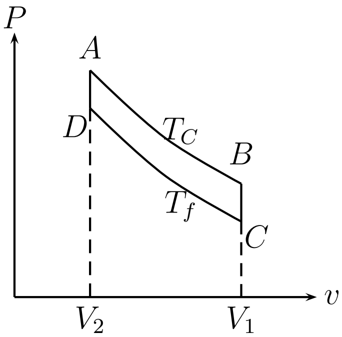
1.2.1-

$\boxed{PV=nRT}$

$PV=nRT$ l'unité de PV est le joule (travail de force de pression) donc l'unité de R est $\boxed{J.K^{-1}.mol^{-1}}$.

1.2.2-

Le diagramme de Clapeyron du cycle est :



1.2.3-

• *La transformation $A-B$ est isotherme alors :* $\Delta U_{AB}=0$ *alors* $Q_{AB}=-W_{AB}$ *or* $\delta W=-P_{ext}dV=-PdV$ *(car les transformations sont supposées réversibles) et sachant que* $PV=nRT=nRT_C$*, alors* $\delta W=-nRT_C\frac{dV}{V}$ *soit :* $W_{AB}=nRT_C\ln(\frac{V_2}{V_1})$

et donc $\boxed{Q_{AB}=nRT_C\ln(\frac{V_1}{V_2})}$

Le signe est positif car $V_1>V_2$.

• *La transformation $B-C$ étant isochore donc* $W_{BC}=0$ *et d'après le premier principe :* $\Delta U_{BC}=Q_{BC}=nC_v(T_f-T_C)$ (d'après la première loi de Joule). $\boxed{Q_{BC}=nC_v(T_f-T_C)}$.

Le signe est négatif car $T_f<T_C$.

• *La transformation $C-D$ est isotherme donc :* $W_{AB}=nRT_f\ln(\frac{V_1}{V_2})$ *(même calcul que pour l'isotherme* T_C*).*

$$\boxed{Q_{CD}=nRT_f\ln(\frac{V_2}{V_1})}$$

Le signe est négatif car $V_1>V_2$.

• *De même que $B-C$, la transformation $D-A$ est isochore donc* $\boxed{Q_{DA}=nC_v(T_C-T_f)}$.

Le signe est positif car $T_C>T_f$.

1.2.4-

D'après le premier principe :
$\Delta U_{cycle}=0=Q_{AB}+Q_{BC}+Q_{CD}+Q_{DA}+W$ *donc :*
$W=-(Q_{AB}+Q_{BC}+Q_{CD}+Q_{DA})$

$W=nRT_c\ln(\frac{V_2}{V_1})-nRT_f\ln(\frac{V_2}{V_1})$

$$\boxed{W=nR(T_f-T_C)\ln x}$$

1.2.5-

$W=0,4\times 8,314\times(300-900)\ln(2,3)$
$\Rightarrow \boxed{W=-1662\ J}$
$Q_{AB}=0,4\times 8,314\times 900\ln(2,3)$
$\Rightarrow \boxed{Q_{AB}=2493\ J}$

1.2.6-

Le rendement théorique est le rapport du travail fourni par le gaz (ce qu'on a gagné) à la chaleur reçue par le gaz (ce qu'on a dépensé) $r_{th}=\frac{-W}{Q_{AB}}$ *ce qui donne :* $r_{th}=0,67$
Ce rendement (qui est égale à celui du cycle Carnot correspondant !) n'est jamais atteint à cause des irréversibilités inévitables des transformations réelles.

1.2.7.1-

Le rendement réel du moteur est :
$r_{rel}=\frac{-W}{Q_{AB}}\Rightarrow r_{rel}=\frac{790}{2180}$

$$\boxed{r_{rel}=0,36}$$

1.2.7.2-

Pour chaque cycle le moteur fourni un travail égale à 790 J donc pour une minute (60 s) de fonctionnement le travail fourni est 790×1080 *soit une puissance de* $\mathcal{P}=\frac{1080\times 790}{60}$ *donc* $\boxed{\mathcal{P}=14,2\ kW}$

1.2.7.3-

$P_{absorb}=\frac{Q_{AB}\times 1080}{60}=39,2\ kW$

$$\Rightarrow \boxed{P_{absorb}=39,2\ kW}$$

On remarque que cette valeur est inférieure ou pratiquement égale à celle trouvée en 1.1.8.2.

2^{ieme} *partie*

2.1.1-

Le flux Φ_1 *est donné par :*

$$\Phi_1 = \iint_{S_c} \overrightarrow{B}.\overrightarrow{dS} = \iint_{S_c} BdS\cos(\widehat{\overrightarrow{e}_y, \overrightarrow{n}_1})$$

$$\Phi_1 = \iint_{S_c} B\sin\theta dS = BS_c\sin\theta. (\textit{car } \overrightarrow{B} \textit{ uniforme})$$

$$\boxed{\Phi_1 = BS_c\sin\theta}$$

2.1.2-

Le flux totale à travers le cadre de N spire est $\Phi_{tot} = N\Phi_1$ D'après la loi de Faraday :

$$e_1 = -\frac{d\Phi_{tot}}{dt} = -N\frac{d\Phi_1}{dt} \Rightarrow$$

$$\boxed{e_1 = -NBS_c\dot{\theta}\cos\theta}$$

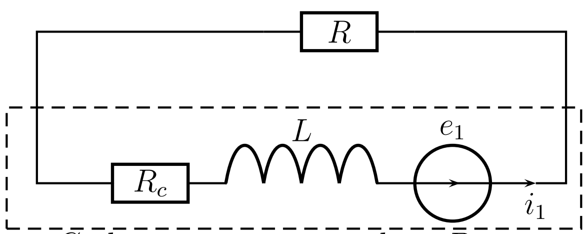
(le texte laisse entendre que, pour une raison ou une autre (exemple car $\mathcal{P} = cte$!) on a : $\Omega = cte$ pour écrire que $\theta = \Omega t + \theta_o$ avec $\theta(0) = 0 \Rightarrow \theta_o = 0$) et donc :

$$\boxed{e_1 = -NBS_c\Omega\cos\Omega t}$$

alors la pulsation est : $\boxed{\omega = \Omega}$

2.1.3-

le schéma équivalent du cadre, en mouvement dans le champ B, en série avec la résistance R est :



Cadre en mouvement dans B

La loi des maille, en régime sinusoïdale et en notation complexe, s'écrit :

$jL\omega\underline{i}_1 + R_C\underline{i}_1 - \underline{e}_1 - R\underline{i}_1 = 0$ *ce qui donne :*

$$\underline{i}_1 = \frac{\underline{e}_1}{(R_c + R + jL\omega)} = \frac{\underline{e}_1}{Z_c + R}$$

$\underline{e}_1 = NBS_c e^{j(\omega+\pi)t}$ *et donc*

$$i_1(t) = \mathcal{R}e\left(\frac{\underline{e}_1}{(R_c + R + jL\omega)}\right)$$

$$\boxed{i_1(t) = \frac{NBS_c\omega}{\sqrt{(R+R_c)^2 + L^2\omega^2}}\cos(\omega t + \varphi)}$$

Avec $\varphi = \pi - artg\left(\frac{L\omega}{R + R_c}\right)$

2.1.4.1-

Il suffit de remplacer l'expression précédente de i_1 dans l'expression de Γ_1, alors on obtient :

$$\overrightarrow{\Gamma}_1 = NS_c i_1 B(\overrightarrow{n}_1 \wedge \overrightarrow{e}_y)$$

$$\Rightarrow \overrightarrow{\Gamma}_1 = NBS_c i_1 \sin(\widehat{\overrightarrow{n}_1, \overrightarrow{e}_y})\overrightarrow{e}_z$$

$$\overrightarrow{\Gamma}_1 = NBS_c i_1 \cos\theta\overrightarrow{e}_z \Rightarrow$$

$$\boxed{\overrightarrow{\Gamma}_1 = \frac{N^2B^2S_c^2\omega}{\sqrt{(R+R_c)^2 + L^2\omega^2}}\cos(\omega t + \varphi)\cos\omega t)\overrightarrow{e}_z}$$

2.1.4.2-

Sachant que $\Omega = \omega = \dot{\theta}$ et $\overrightarrow{L}_o = J\omega\overrightarrow{e}_z$ où O est un point quelconque de Δ (axe de symétrie du cadre), alors le théorème du moment cinétique scalaire s'écrit :

$$\frac{d(\overrightarrow{L}_o.\overrightarrow{e}_z)}{dt} = J\frac{d\omega}{dt} = \overrightarrow{\mathcal{M}}_\Delta(\overrightarrow{F}_{ext}).\overrightarrow{e}_z$$

Le moment des réactions de l'axe par rapport à Δ est nul car les liaisons sont supposées parfaites, de même celui du poids est nul, car Δ est parallèle au poids total $\overrightarrow{P}_{total}$ alors :

$$J\frac{d^2\theta}{dt^2} = (\overrightarrow{\Gamma}_M + \overrightarrow{\Gamma}_1).\overrightarrow{e}_z, \Rightarrow \boxed{J\ddot{\theta} = \Gamma_1 + \Gamma_M}$$

2.1.5-

En régime permanent $\dot{\theta} = cte$ et $\ddot{\theta} = 0$ alors $\Gamma_1 + \Gamma_M = 0$ et aussi $< \Gamma_1 > + < \Gamma_M >= 0$ donc

$$< \Gamma_M >= - < \frac{N^2B^2S_c^2\omega}{\sqrt{(R+R_c)^2 + L^2\omega^2}}\cos(\omega t + \varphi)\cos\omega t) >$$

$$< \Gamma_M >= -\frac{N^2B^2S_c^2\omega}{2\sqrt{(R+R_c)^2 + L^2\omega^2}}\cos\varphi$$

Avec $\cos\varphi = -\frac{R + R_c}{\sqrt{(R+R_c)^2 + L^2\omega^2}}$

$$< \Gamma_M >= \frac{N^2B^2S_c^2\omega(R+R_c)}{2((R+R_c)^2 + L^2\omega^2)}$$

La puissance mécanique moyenne fournie par le moteur est donnée par le comoment du torseur des actions extérieures et du torseur cinématique en un point O quelconque de l'axe :

$P = \overrightarrow{\Gamma}_M.\overrightarrow{\omega} + \overrightarrow{F}_{ext}.\overrightarrow{V}(O) = \overrightarrow{\Gamma}_M.\overrightarrow{\omega}$ *(car la vitesse de tout point appartenant à l'axe est nulle).*

$P_m =< P >= \omega. < \Gamma_M >$

$$\Rightarrow \boxed{P_m = \frac{(R+R_c)N^2B^2S_c^2\omega^2}{2((R+R_c)^2 + L^2\omega^2)}}$$

2.1.6-

$$P_e(t) = e_1 \times i_1$$

$$P_e(t) = -NBS_c\omega\cos\omega t \times \frac{NBS_c\omega}{\sqrt{(R+R_c)^2 + L^2\omega^2}}\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\boxed{P_e = -\frac{(R+R_c)N^2B^2S_c^2\omega^2}{2((R+R_c)^2 + L^2\omega^2)}}$$

$P_e = -P_m$ *ceci est prévisible car on a : conversion* de la puissance mécanique en puissance électrique en régime permanent

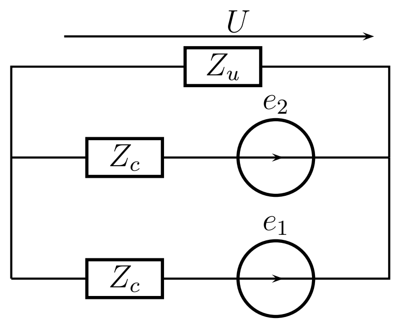
2.2.1- \1pt\

$$\Phi_2 = \iint_{S_c} \overrightarrow{B}.\overrightarrow{dS} = BS_c \cos\theta = BS_c \cos\omega t$$

$$\boxed{e_2 = -\frac{d(N\Phi_2)}{dt} = NBS_c\omega \sin\omega t}$$

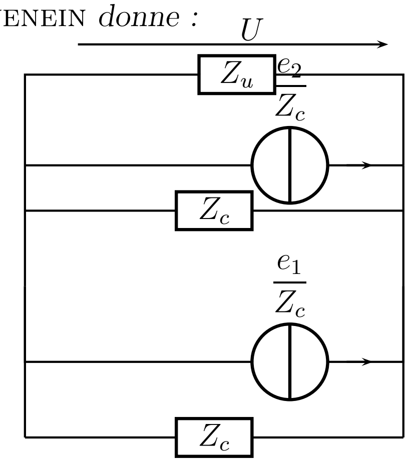
2.2.2.1-

Le schéma électrique équivalent est :

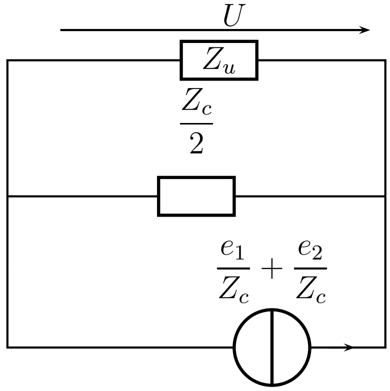


2.2.2.2-

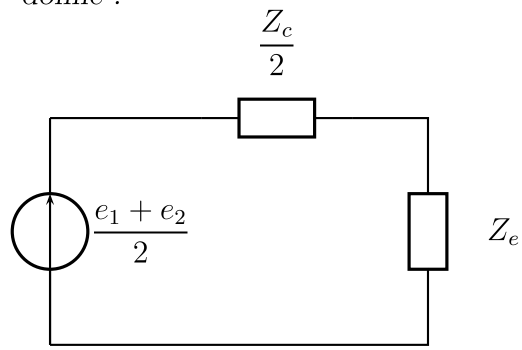
En régime sinusoïdale (et même fréquences) et en notation complexe les transformation NORTON THÉVENEIN donne :



qui devient en remplaçant $Z_c \parallel Z_c$ par $\frac{Z_c}{2}$ et le générateur de courant par un générateur équivalent de courant électromoteur $\frac{e_1}{Z_c} + \frac{e_2}{Z_c}$, alors :



La transformation en générateur de THÉVENIN donne :



Par identification terme à terme avec la figure 3 on a : $\boxed{e = \frac{e_1 + e_2}{2}}$ et $\boxed{Z_e = \frac{Z_c}{2}}$

2.2.3-

$$P_u = R_u I_{eff}^2 \Rightarrow P_u = R_u\left(\frac{e_{eff}}{|Z_u + Z_e|}\right)^2$$

2.2.4-

$P_u = \frac{R_u(e_{eff})^2}{(R_u + \frac{R_c}{2})^2 + (X + \frac{L\omega}{2})^2}$, donc P_u est maximale si $\frac{\partial P_u}{\partial X} = 0$ et $\frac{\partial P_u}{\partial R_u} = 0$

$$\Rightarrow \boxed{X = -\frac{L\omega}{2}} \text{ et } \boxed{R_u = \frac{R_c}{2}}$$

Pour avoir un transfert de puissance maximal il faut que : $\boxed{Z_u = Z_c^*}$.

3^ieme^ partie

3.1-

La mesure de R permet de déterminer celle de I connaissant U car $U = RI$ (loi d'Ohm).

3.2-

La puissance électrique est :

$P = UI = \frac{U^2}{R}$, pour l'éclairement E_1 on a :

$$\boxed{P_{1,max} = \frac{(17,9)^2}{3} = 106,8\ W}$$

ce qui correspond,d'après la caractéristique, à :

$$\boxed{U_{1,max} = 18\ V \text{ et } I_{1,max} = 6,4\ A}$$

De même pour l'éclairement E_2 on a :

$$\boxed{P_{2,max} = \frac{(15,4)^2}{10} = 23,7\ W}$$

ce qui correspond à

$$\boxed{U_{2,max} = 15\ V \text{ et } I_{2,max} = 1,8\ A}$$

finalement pour l'éclairement E_3 :

$$\boxed{P_{3,max} = \frac{(14,8)^2}{20} = 10,9\ W}$$

ce qui correspond à

$$\boxed{U_{3,max} = 15\ V \text{ et } I_{3,max} = 0,8\ A}$$

3.3.1-

D'après le graphe I_{cc} correspond à $U = 0$ c-à-d $R = \infty$ alors :

$\boxed{I_{3,cc} = 0,9\ A}$, $\boxed{I_{2,cc} = 1,8\ A}$ et $\boxed{I_{1,cc} = 7,2\ A}$.

Pour $U = 0$ on a : $I = I_{cc} = AE$ donc pour les trois valeurs de I_cc on a :

$A = \frac{7,2}{800} = \frac{1,8}{200} = \frac{0,9}{100}$

$$\boxed{A = 9.10^{-3}\ A.m^2.W^{-1}}$$

3.3.2-

$\boxed{U_{1,co} = 24,5\ V}$, $\boxed{U_{2,co} = 21,0\ V}$,et $\boxed{U_{3,co} = 19,0\ V}$

Notons ici que si $U = U_{co}$ alors $e^{\frac{U_{co}}{U_o}} \gg 1$ et donc $I = 0 = I_o e^{\frac{U_{co}}{U_o}} + AE$ donc $I_o e^{\frac{U_{i,co}}{U_o}} = -AE_i$

En remplaçant par les valeurs de E_i et $U_{i,co}$ on trouve :

$\boxed{U_o = 4,9\ V}$ et $\boxed{I_o = -0,04\ A}$

3.4.1.1-

Le point de fonctionnement donné par l'intersection de la droite $U = rI$ et la caractéristique a pour coordonnées :

$\boxed{I = 1,1\ A}$ *qui correspond à* $\boxed{U = 24\ V}$

3.4.1.2-

$P_v = U \times I = 26,4\ W$

la puissance (de l'éclairement) du panneau de 1 m^2 est 800 W donc le rendement est : $\rho = \frac{26,4}{800} = 0,033$

3.4.2.1-

1 Ω *est la résistance interne de la batterie et* 12 V *est la $f.e.m$ (maximale,nominale).*

3.4.2.2-

Au début de la charge $U = 0$ (complètement déchargée) et d'après la caractéristique $I = 7,2\ A$ la puissance reçue est $P_{rec} = RI^2 = 1 \times (7,2)^2$

$$\boxed{P_{rec} = 51,8\ W}$$

c'est pratiquement la moitié de la puissance maximale délivrée par le panneau.

3.4.2.3-

8 hA désigne la charge maximale que peut accumuler la batterie.

(la batterie fonctionne pendant 1h en délivrant 8A).

3.4.2.4-

Durant toute la phase de la charge, on a : $U \leq 12V$, cependant, sur la caractéristique du panneau le courant est constant et est égale $I = 7,2\ A$. donc

$Q_{max} = 8hA = I \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{8}{7,2}$

$$\boxed{\Delta t = 1,11\ h}$$

3.5.1-

La puissance maximale est $P_o = 106,8\ W$ donc il faut $n = 936$ cellule de 1 m^2

3.5.2-

Additivité des tensions(à courant nul) donne :

$U = 50U_{co} = 50 \times 24,5 \Rightarrow \boxed{U = 1225\ V}$

3.5.3-

La loi des nœuds donne :

$I = n_p \times I_{1,cc} = 20 \times 7,2 \Rightarrow \boxed{I = 144\ A}$

3.5.4-

La puissance maximale est :

$\mathcal{P}_{max} = n_s \times U_{max} \times n_p \times I_{max} = 1000 \times P_{max}$

$$\Rightarrow \boxed{\mathcal{P}_{max} = 106,8\ kW}$$

Le rendement ρ' est $\rho' = \frac{1000 \times P_{max}}{1000 \times E_1}$

$\rho' = \frac{106,8}{800} = 0,134$

$$\boxed{\rho' = 13,4\%}$$

Le rendement est faible

3.5.5-

La puissance est maximale si $r = R$ (résistance interne de la cellule photovoltaïque est égale à celle de la charge :adaptationd'impédance) donc pour

une seule cellule $r = 3\ \Omega$ *(d'après 3.2).*
Dans le cas de l'association, on a 20 branches, de 50 cellules identiques en série, qui sont en parallèles soit une résistance équivalente de :

$$R_{eq} = \underbrace{(50 \times 3) \parallel (50 \times 3) \parallel ...... \parallel (50 \times 3)}_{\text{(20 fois)}};$$

soient 20 résistances de 150 Ω *en* $\parallel$, *ou 10 résistances de* $\dfrac{150}{2}$ *en* $\parallel$ *ou 5 résistances de* $\dfrac{150}{4}$ *en* $\parallel$ *ou 2 résistances de* $\dfrac{150}{8}$ *en* $\parallel$ *et en* $\parallel$ *avec une de* $\dfrac{150}{4} \Rightarrow R_{eq} = \frac{\frac{150}{16} \times \frac{150}{4}}{\frac{150}{16} + \frac{150}{4}} = \frac{\frac{150}{4}}{1+4} = \frac{150}{20}$

$$\boxed{R_{eq} = 7,5\ \Omega}$$

C'est pratiquement le double de celle d'une seule cellule ($r = 3\ \Omega$ *pour un éclairement de* $E_1 = 800$ $W.m^{-2}$*)*