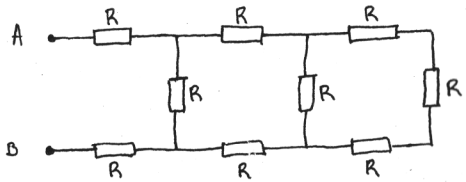
Durée : 2h40

Devoir Surveillé de Physique

27/09/03

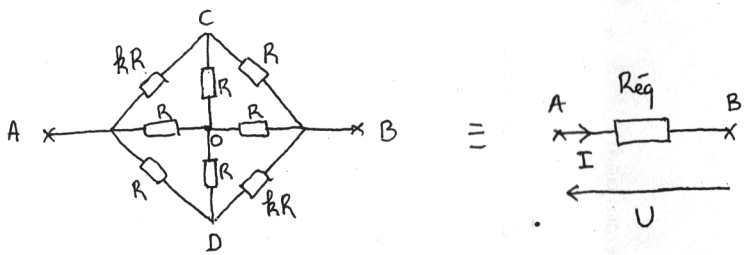
Electricité :

Exercice 1 :



Déterminez la résistance équivalente au dipôle AB.

Exercice 2 :



1) Résistance équivalente au dipôle AB pour :

a) $k = 0$

b) $k = 1$

c) $k = +\infty$

2) Cas général :

a) Appliquez la loi des nœuds en utilisant des symétries. On appelera j le courant de la branche AC, et ℓ celui de la branche AO.

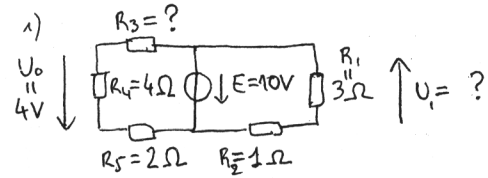
b) Appliquez la loi des mailles dans AOC et AOD pour expliciter j et ℓ en fonction de I.

c) Exprimez U en fonction de I.
En déduire Réq.
Retrouvez les cas particuliers du 1).

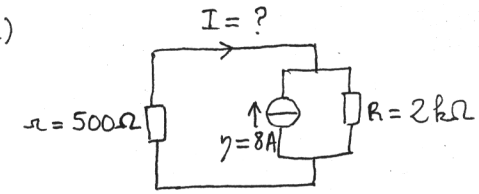
Exercice 3 :

Déterminez les valeurs demandées en utilisant les résultats des diviseurs de tension et de courant :

1)

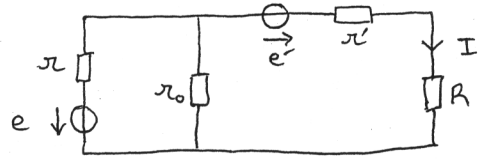


2)



Exercice 4 :

Soit le circuit suivant :



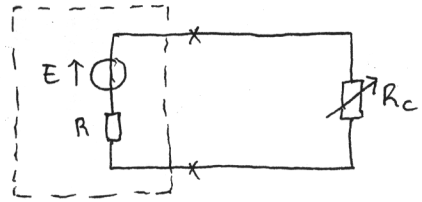
Déterminez le courant I en appliquant successivement les méthodes suivantes :

1) Méthode directe (lois de Kirchhoff),

2) Equivalence Thévenin / Norton.

Exercice 5 :

Soit le circuit suivant :



Générateur
E : F.e.m.
R : résistance interne

Rc : résistance de charge.

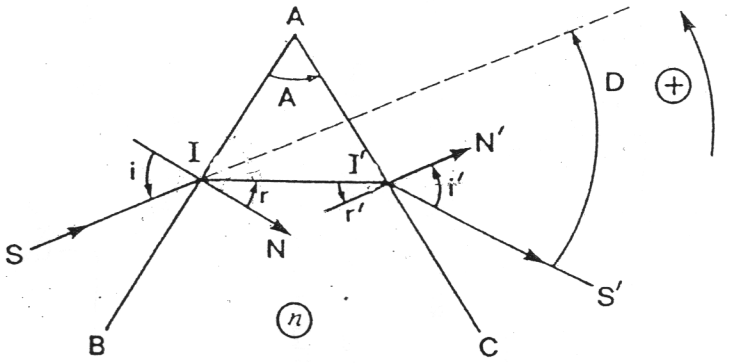
1) Exprimez la puissance P reçue par Rc en fonction de R, Rc et E.

2) E et R sont des constantes. Tracez l'allure de la courbe P(Rc).

Déterminer pour quelle valeur de Rc la puissance dissipée est maximale (on parle alors de charge

OPTIQUE : Application des lois de Descartes au prisme

On considère un prisme constitué par une substance non absorbante, homogène et isotrope, d'indice n (n>1) pour une radiation de longueur d'onde λ. Le milieu extérieur, dans lequel est plongé ce prisme, est l'air dont l'indice sera pris égal à 1.



A- Formules du prisme.

A.1. Quelle est la relation qui lie l'angle i, l'angle r et l'indice n ?
Même question avec les angles i', r' et l'indice n.

A.2. Montrer qu'un relation très simple relie r, r' et A.

A.3. Établir la relation liant D, i, i' et A.

B- Conditions d'émergence

B.1. Quelle condition avons nous sur | r '| pour que le rayon lumineux puisse émerger du prisme?

B.2. Condition sur r ?

B.3. Condition nécessaire sur A ?

B.4. De même établir la condition d'émergence du rayon sur i.
Quel est l'angle d'incidence minimum i_0 ?
A.N.: A=60° n=1,5
Faire des schémas du rayon qui traverse le prisme pour $i<i_0$, $i=i_0$, $i>i_0$ puis $i=\pi/2$.

C- Étude de la courbe D(i)

C.1. Que vaut D pour les deux valeurs extrêmes de i?

A.N.

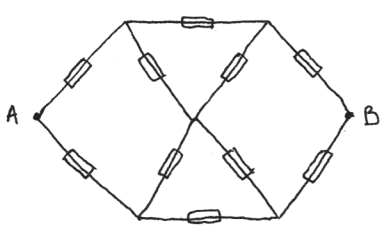
C.2. Sachant que la déviation est minimale dans le cas symètrique i=i' et r=r':

Établir une relation entre A et r_m (m pour minimal).
Établir une relation entre A, i_m et D_m.
Établir une relation entre A, n et D_m.

Calculez r_m, i_m et D_m.
Faire un schéma.

C.3. Établir le tableau de variation de D(i) puis tracer la courbe.

Exercice en complément:



résistances r.

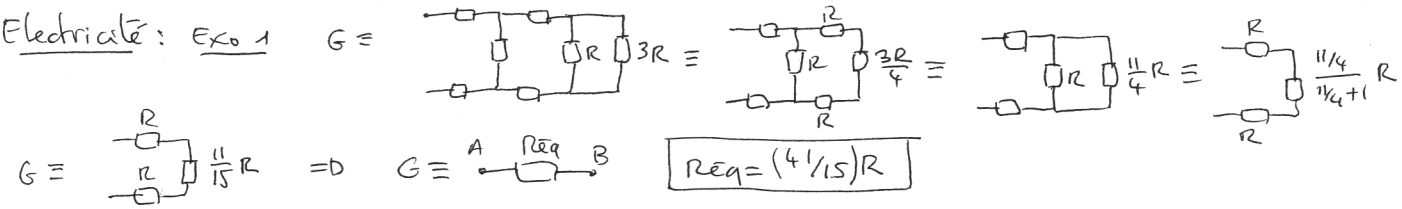
résistance équivalente AB.

PCSI 2h40

D.S. de Physique
Corrections

Le Samedi 27 septembre 03

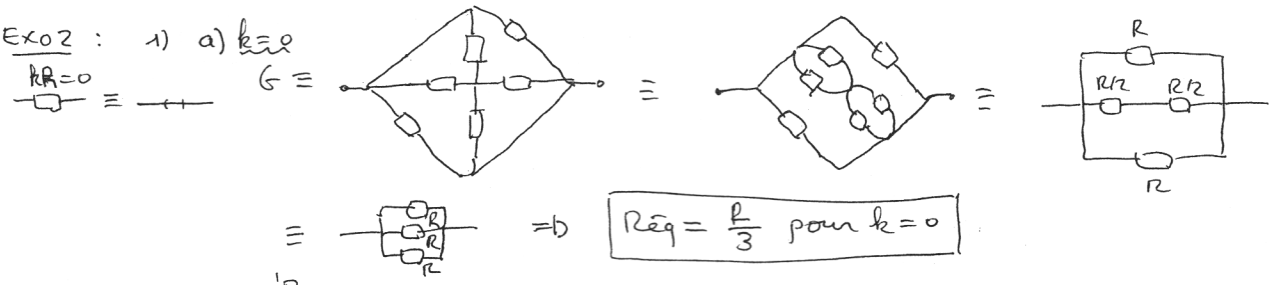
Electricité : Exo 1



$$\boxed{R_{éq} = (4/15)R}$$

2

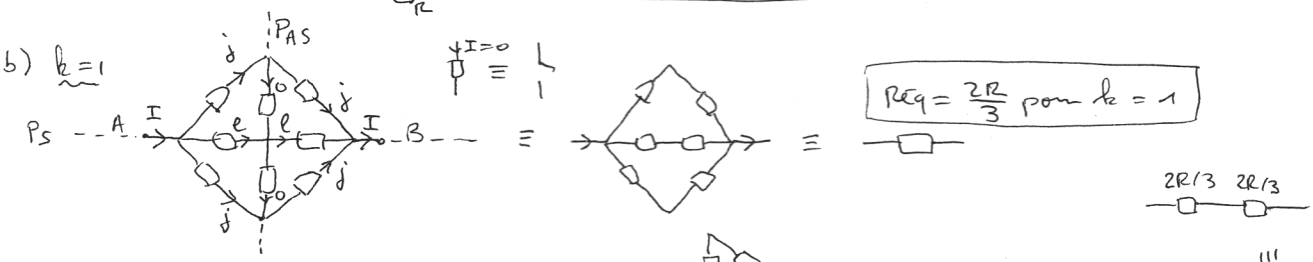
Exo 2 : 1) a) $k \equiv 0$



$$\boxed{R_{éq} = \frac{R}{3} \text{ pour } k=0}$$

2

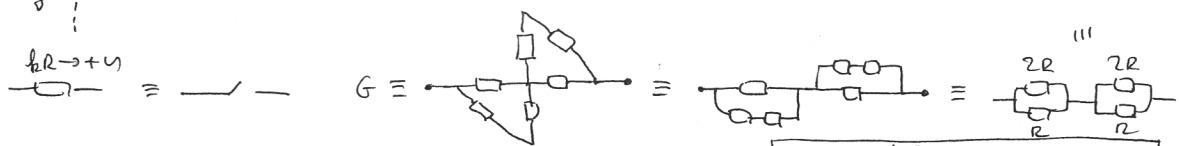
b) $k=1$



$$\boxed{R_{éq} = \frac{2R}{3} \text{ pour } k=1}$$

3

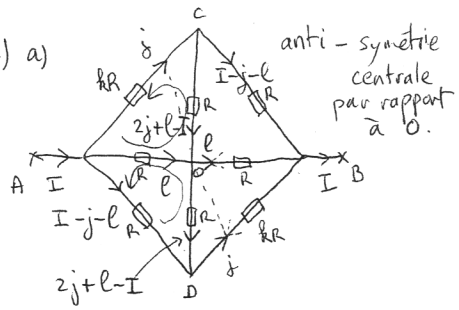
c) $k=+\infty$



$$\boxed{R_{éq} = \frac{4R}{3} \text{ pour } k \to +\infty}$$

1,5

2) a)



anti-symétrie centrale par rapport à O.

3

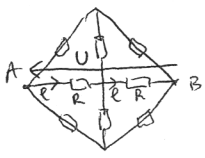
4,5

b) AOC : $jkR + (2j+\ell-I)R - R\ell = 0$

AOD : $\ell R - (I-j-\ell)R + R(2j+\ell-I) = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} j(k+2) = I & \Rightarrow \boxed{j = I/_{k+2}} \\ 3\ell + 3j = 2I & \Rightarrow \ell = \frac{1}{3}\left(2I - \frac{3}{k+2}I\right) \Rightarrow \boxed{\ell = \frac{2k+1}{3(k+2)} I} \end{cases}$$

c)



$$\begin{cases} U = R_{éq} I \\ U = 2R\ell = \frac{2}{3}\frac{(2k+1)}{(k+2)} R I \end{cases} \Rightarrow \boxed{R_{éq} = \frac{2}{3}\left(\frac{2k+1}{k+2}\right)R}$$

$k=0 \to R_{éq} = \frac{2}{3}\frac{1}{2}R = \frac{R}{3}$ OK

$k=1 \to R_{éq} = \frac{2}{3}\frac{3}{3}R = \frac{2R}{3}$ OK

$k \to +\infty \to R_{éq} = \frac{2}{3}\frac{2}{1} = \frac{4R}{3}$ OK

3

Exo 3 : 1) Diviseurs de tension : $U_0 = E\frac{R_4}{R_3+R_4+R_5} \Rightarrow R_3 = \left(\frac{E}{U_0}-1\right)R_4 - R_5$ AN : $R_3 = 4\Omega$

$U_1 = (-E)\frac{R_1}{R_1+R_2}$ AN : $U_1 = -7{,}5V$

6×0,75

2) Diviseur de courant : $I = -\eta\frac{R}{R+r}$ AN : $I = -8\frac{4}{5} \Rightarrow I = -6{,}4A$

Exo 4 1)

$G \equiv$ 

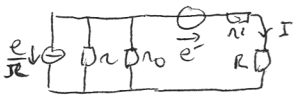
$$\begin{cases} (R+r')I - e' + r_0 i_0 = 0 \\ r(I-i_0) + e - r_0 i_0 = 0 \end{cases} \Rightarrow i_0 = \frac{1}{r_0+r}(rI+e)$$

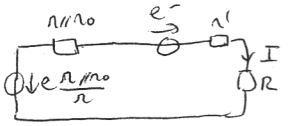
$$\Rightarrow (r_0+r)(R+r')I - (r_0+r)e' + r_0(rI+e) = 0$$

$$\Rightarrow [(r_0+r)(R+r') + r_0 r]I = (r_0+r)e' - r_0 e$$

$$\Rightarrow \boxed{I = \frac{(r_0+r)e' - r_0 e}{(r_0+r)(R+r') + r_0 r}}$$

3,5

2) $G \equiv$ 

$\equiv$ 

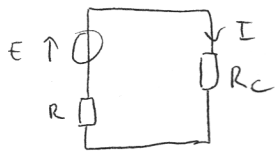
Loi de Pouillet :

$$I = \frac{e' - e\frac{r//r_0}{r}}{r//r_0 + r' + R}$$

3,5

$r//r_0 = r r_0 / r + r_0 \Rightarrow \boxed{I = \frac{(r+r_0)e' - r_0 e}{r r_0 + (r'+R)(r+r_0)}}$ ok idem 1)

Exo 5 1)



Loi de Pouillet : $I = E/R+R_c$

Pour une résistance : $P = R_c I^2 \Rightarrow \boxed{P = \frac{R_c}{(R+R_c)^2}E^2}$

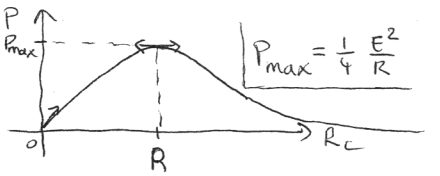
3

2) $\begin{cases} P(R_c=0) = 0 \\ P(R_c \to +\infty) = 0 \end{cases} \Rightarrow$ maximum

$$\frac{dP}{dR_c} = E^2 \frac{1 \times (R+R_c)^2 - 2(R+R_c)R_c}{(R+R_c)^4} = E^2 \frac{R - R_c}{(R+R_c)^3}$$

3,5

$$\frac{dP}{dR_c} = 0 \Rightarrow \boxed{R_c = R}$$

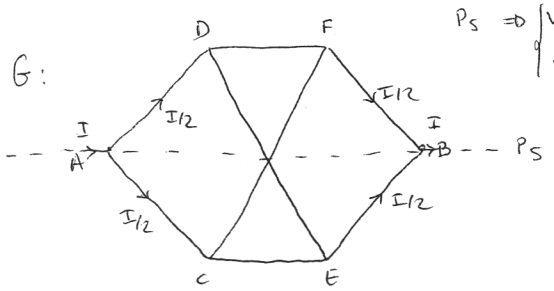


$\boxed{P_{max} = \frac{1}{4}\frac{E^2}{R}}$

La charge R_c est alors adaptée, la puissance dissipée est alors maximale.

Le générateur (E, R) fournit un maximum de puissance à R_c.

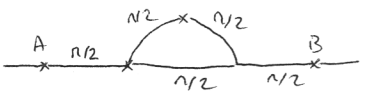
Exercice en complément :

G : 

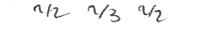
$P_S \Rightarrow \begin{cases} V_C = V_D \\ V_E = V_F \end{cases}$

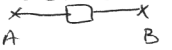
repliement

$G \equiv$ 

$\equiv$ 

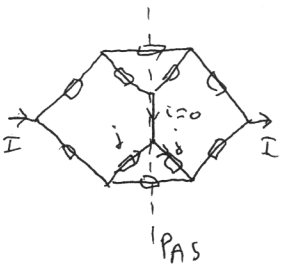
4

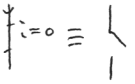
$\equiv$ 

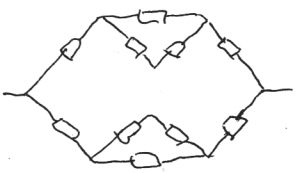
$\equiv$ 

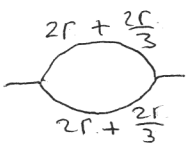
$\boxed{R_{éq} = \frac{4}{3}r}$

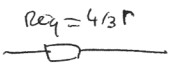
Autre méthode :



$i=0 \equiv$ 

$\equiv$ 

$\equiv$ 

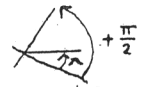
$\equiv$ 

Application des lois de Descartes au prisme
(correction)

A.1. $\sin i = n \sin r$ (1)

$n \sin r' = \sin i'$ (2)

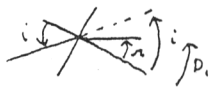
A.2. (AII') : $\left(\frac{\pi}{2} - r\right) + \left(\frac{\pi}{2} - r'\right) + A = \pi$



attention tous les angles du triangle doivent être orientés dans le sens positif.

$\Rightarrow$ $A = r + r'$ (3)

A.3. $D = \underbrace{(i - r)}_{1^{ère}\ réfract^o} + \underbrace{(i' - r')}_{2^{ème}\ réfract^o}$ $\Rightarrow$ $D = i + i' - A$ (4)



B.1. $|r| < i_l$, $\sin i_l = \frac{1}{n}$

B.2. $\Rightarrow$ $-i_l < r' < i_l$ $\Rightarrow$ $A + i_l > r > A - i_l$

de plus : $i \in \left]-\frac{\pi}{2} ; \frac{\pi}{2}\right[$ (3) $\Rightarrow$ $i_l > r > -i_l$

d'où : $r > A - i_l$ l'autre inégalité étant toujours vérifiée.

B.3. $i_l > r$ $\Rightarrow$ $i_l > A - i_l$ $\Rightarrow$ $A < 2 i_l$ (condit° nécessaire).

B.4. (1) $\Rightarrow$ $\sin i > n \sin(A - i_l)$

soit : $\sin i > \frac{\sin(A - i_l)}{\sin i_l}$

$\sin i_0 = \frac{\sin(A - i_l)}{\sin i_l}$

A.N.: $i_l \simeq 41°49'$ $i_0 \simeq 27°55'$

$A > i_l$, $i_0 > 0$

rayons incidents pouvant émerger du prisme.

$i_0 < 0$ si $A < i_l$; $i_0 > 0$ si $A > i_l$

C.1. $0 < i < \frac{\pi}{2}$

Points extrêmes : • $i = \frac{\pi}{2}$ $\Rightarrow$ $r = i_l$ $\Rightarrow$ $r' = A - i_l$

$\Rightarrow$ $\sin i' = n \sin(A - i_l)$

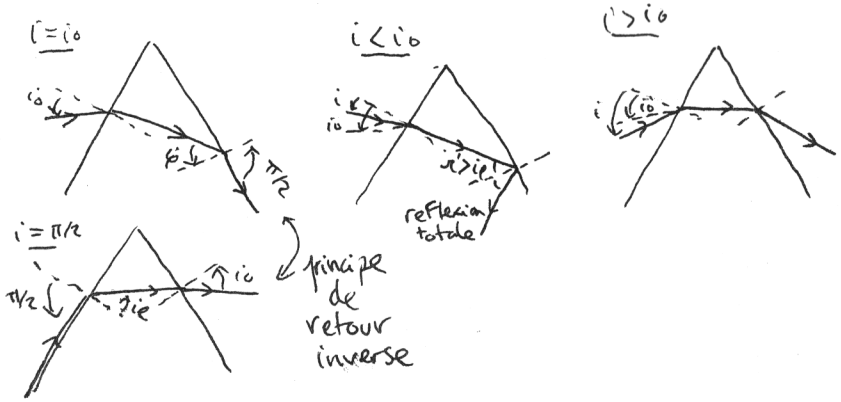
$\Rightarrow$ $i' = i_0$ (Principe de retour inverse de la lumière vérifié !)

$\Rightarrow$ $D = \frac{\pi}{2} + i_0 - A$

• $i = i_0$ $\Rightarrow$ $i' = \frac{\pi}{2}$ $\Rightarrow$ $D(i_0) = D\left(\frac{\pi}{2}\right) = D_0$

A.N.: $D_0 \simeq 57°55'$

B 4 (suite)



$A = 2 r_m$; $D_m = 2 i_m - A$; (1) $\Rightarrow$ $n = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$

A.N.: $r_m = 30°$ $\sin i_m = n \sin r_m$ $\Rightarrow$ $i_m = 48°35'$ $\Rightarrow$ $D_m = 37°11'$

C.3.

	i_0		i_m		$\pi/2$
$\frac{dD}{di}$	$-\infty$	$-$	0	$+$	1
D	D_0	↘	D_m	↗	D_0

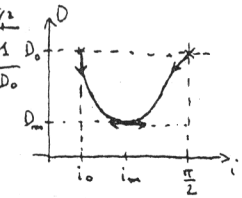


Figure symétrique