



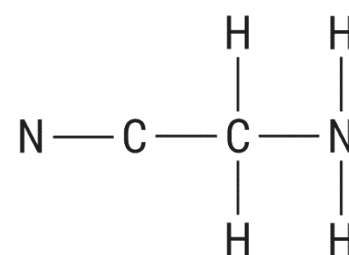
**Consignes générales :**

- L'ordre est indifférent, mais on séparera clairement les exercices ;
- il est conseillé de tous les aborder (difficulté progressive dans un exercice).
- Toute question, même qualitative, appelle une réponse argumentée.
- La qualité de la rédaction (*français et écriture mathématique*) sera notée.
- La qualité de la présentation également : soin, aération, résultats encadrés.
- Une application numérique sans unité explicite et appropriée ne sera pas prise en compte.
- Pour le nombre de chiffres significatifs à conserver pour le résultat final, on s'aligne sur la donnée la moins précise, avec au moins 2 chiffres significatifs (sauf indication contraire).

## 1- STRUCTURES MOLÉCULAIRES

**A. L'acétonitrile** est un composé organique de formule  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CN}$ , qui par hydrolyse donne de la glycine (un acide aminé). Ce composé a été détecté dans le milieu interstellaire, ce qui suggère la possible formation de glycine extraterrestre. (d'après Wikipédia)

Compléter le squelette proposé ci-contre en ajoutant les doublets liants et non liants correspondant au nombre d'électrons de valence  $N_v$ , à préciser.



**B. Le trichlorure d'azote** (ou trichloramine)  $\text{NCl}_3$  est un composé chimique à l'origine de l'odeur caractéristique des piscines couvertes. Il est généré par la réaction entre des matières organiques (sueur, salive, etc) et le chlore utilisé sous différentes formes pour la désinfection de l'eau. Sa présence se décèle non seulement dans l'air ambiant des piscines couvertes mais également dans les atmosphères des spas et des saunas. La trichloramine présente des effets analogues à ceux des gaz lacrymogènes : irritations oculaires, cutanées et respiratoires, rhinites et asthmes, ces deux dernières pathologies pouvant être reconnues comme maladies professionnelles. (<https://www.inrs.fr/actualites/piscines-agir-contre-trichloramine.html>)

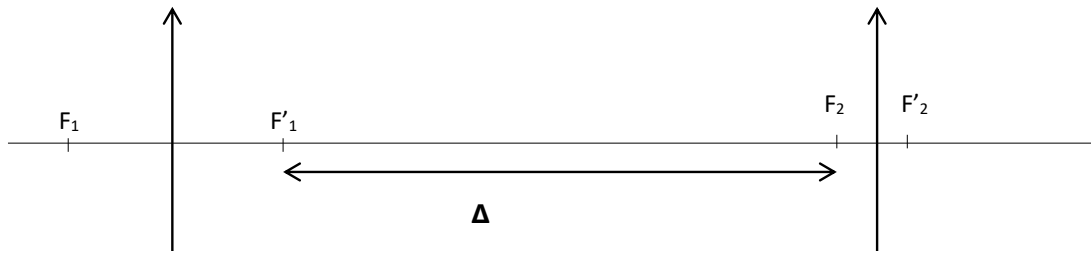
1. Donner le schéma de Lewis de la trichloramine  $\text{NCl}_3$ .
2. D'après la méthode VSEPR, l'atome d'azote sera-t-il au centre d'un triangle équilatéral ou au sommet d'une pyramide à base triangulaire ?
3. On précise que cette molécule présente un moment dipolaire  $p = 0,39 \text{ D}$ .  
En quoi cela confirme-t-il la réponse précédente ?
4. Le moment dipolaire de la molécule d'ammoniac  $\text{NH}_3$  vaut  $1,47 \text{ D}$  ; comment expliquer qualitativement la forte différence entre les moments dipolaires de ces deux molécules de structure comparable ?
5. La distance N-Cl dans  $\text{NCl}_3$  est de  $176 \text{ pm}$ , et la distance N-H dans  $\text{NH}_3$  est de  $101 \text{ pm}$  ; on donne le moment dipolaire de liaison  $p_{\text{N-H}} \approx 1,3 \text{ D}$ , et on suppose les géométries moléculaires identiques.  
Calculer l'ionicté (ou pourcentage ionique) des deux liaisons N-H et N-Cl ; rappel :  $1 \text{ D} = \frac{1}{3} 10^{-29} \text{ C}\cdot\text{m}$ .

## 2- SYSTÈME OPTIQUE

Un microscope est constitué de deux lentilles convergentes :

(L1) objectif de focale  $f_1'$  (5 mm) de centre  $O_1$       (L2) oculaire de focale  $f_2'$  (20 mm) de centre  $O_2$

On note  $\Delta$  l'intervalle optique entre le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire :  $\Delta = \overline{F_1'F_2}$  (25 cm).



1. L'image de l'objet par ce microscope est rejetée à l'infini pour que l'œil n'accomode pas.

Quelle est la position de l'objet,  $A_0$ , par rapport au foyer principal objet de l'objectif ? Faire l'A.N..

2. Le cercle oculaire, de centre  $O'$ , correspond à l'image de l'objectif par l'oculaire.

Quel est l'intérêt de cette notion de cercle oculaire ?

Déterminer  $\overline{O_2O'}$  et en donner une expression approchée.

3. On définit le grossissement commercial d'un tel instrument par  $G = \left| \frac{\theta'}{\theta} \right|$ , avec  $\theta'$  le diamètre angulaire sous lequel est vue l'image, et  $\theta$  le diamètre angulaire sous lequel serait vu l'objet à l'œil nu à une distance de référence  $d$  (25 cm).

Schématiser la traversée du microscope par les rayons lumineux, en faisant apparaître l'image intermédiaire  $A_1B_1$ , et la direction du faisceau parallèle en sortie.

Exprimer le grossissement en fonction des distances focales et de l'intervalle optique. A.N..

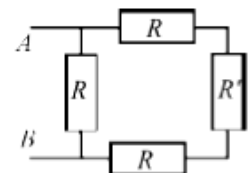
4. L'œil de l'observateur, placé en  $F_2'$ , peut voir nettes les images à une distance supérieure ou égale au punctum proximum, qui correspond à la distance  $d$ .

Déterminer la position de l'objet  $A$ , d'image  $A'$ , pour laquelle on a  $d = \overline{AF_2'}$ .

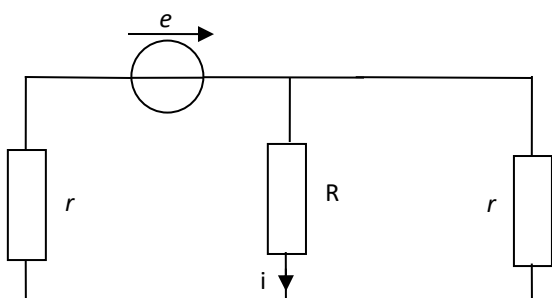
En déduire la *profondeur de champ* du microscope, c'est-à-dire l'intervalle des positions des objets permettant une vision nette. A.N..

## 3- ÉLECTROCINÉTIQUE

1. Déterminer la valeur de  $x = R'/R$  pour que la résistance équivalente entre les bornes A et B soit égale à  $R'$ .

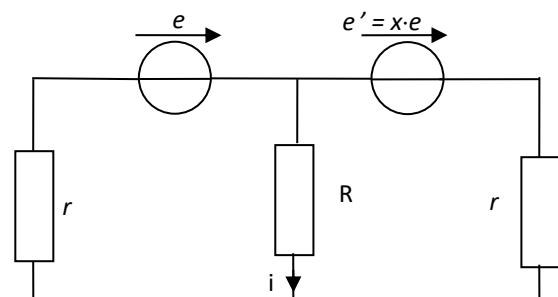


2. Étudier en fonction de  $R$  la puissance reçue par le dipôle de résistance  $R$ , les grandeurs  $e$  et  $r$  étant fixées.

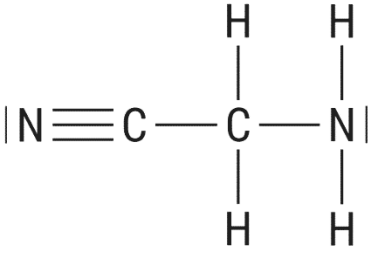
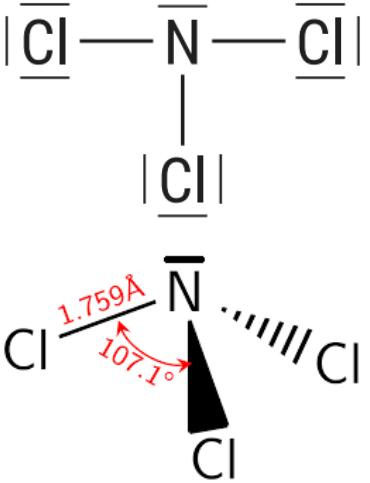


3. Exprimer l'intensité  $i$  (méthode au choix).

4. Étudier ses variations selon  $x \in [-1,1]$ .



# 1- STRUCTURES MOLÉCULAIRES - corrigé

<p><b>L'aminoacétonitrile</b> <math>\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CN}</math> :</p> <p>Un atome H apporte 1 électron de valence et est monovalent.            Un atome C apporte 4 électrons de valence et est tétravalent.            Un atome N apporte 5 électrons de valence et est trivalent.            Il y a donc 22 électrons de valence soit 11 doublets.            La structure ci-contre satisfait la règle de l'octet pour C et N, et ne fait pas apparaître de charges formelles.</p>	
<p><b>Le trichlorure d'azote :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\text{NCl}_3</math>: <math>5 + 7 \times 3 = 26</math> électrons de valence dont 13 doublets ; la structure ci-contre respecte la valence "naturelle" des atomes (aucune charge formelle) et la règle de l'octet.</li> <li>D'après la méthode VSEPR, l'environnement de l'atome d'azote est du type <math>\text{AX}_3\text{E}_1</math>, d'où une structure tétraédrique autour de cet atome. Si l'on ne décrit que les liaisons, l'atome N apparaît donc au sommet d'une pyramide dont la base triangulaire est formée par les atomes Cl.</li> <li>Le moment dipolaire d'une molécule est la somme vectorielle des moments dipolaires des liaisons. Si la molécule était plane, avec N au centre du triangle des atomes Cl, la symétrie impliquerait la nullité de cette somme et la molécule serait apolaire. Dans le tétraèdre, la somme est non nulle et colinéaire à l'axe de symétrie de la molécule.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>On a <math>p = 0,39</math> D pour <math>\text{NCl}_3</math> et <math>1,47</math> D pour <math>\text{NH}_3</math>, de géométrie analogue : cela signifie que la liaison N-H est plus polarisée que la liaison N-Cl, ce qui s'explique par des <i>électronégativités</i> très différentes pour N et H, mais proches pour N et Cl.</li> <li>Le pourcentage ionique est <math>100(p/p_{max})</math>, avec <math>p_{max} = e.d</math> si la liaison était totalement ionique entre deux atomes distants de <math>d</math>.            On peut estimer <math>p_{\text{N-Cl}}</math> par <math>\frac{p_{\text{N-Cl}}}{p_{\text{N-H}}} = \frac{p_{\text{NCl}_3}}{p_{\text{NH}_3}}</math> (les angles entre les liaisons étant supposés pratiquement égaux), ce qui donne <math>p_{\text{N-H}} \approx 0,35</math> D.</li> </ol>	<p>pour <math>\text{NH}_3</math> :</p> <p><math>p_{max} = 4,8</math> D  <b>ionicité <math>\approx 30</math> %</b></p> <p>pour <math>\text{NCl}_3</math> :</p> <p><math>p_{max} = 8,45</math> D  <b>ionicité <math>\approx 4</math> %</b></p>

# Microscope

1) Position p/r  $F_1'$  donc utilisons la relation de conjugaison de Newton:  $\overline{FA} \cdot \overline{F_1'A'} = -f_1'^2$ , d'où

$$\overline{F_1'A} \cdot \overline{F_1'F_2} = -f_1'^2 \text{ car } A_1' \equiv F_2$$

On a donc  $\overline{F_1'A} = -\frac{f_1'^2}{\Delta}$ ; A.N.:  $\overline{F_1'A} = -0,1 \text{ mm}$ .

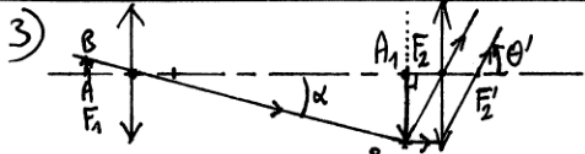
2) Tous les rayons objets passent par l'objectif  
 ⇒ tous les rayons images passent par le cercle oculaire, c'est la position idéale de l'œil.

Relation de conjugaison de Descartes:

$$\frac{1}{\overline{O_2O'}} - \frac{1}{\overline{O_2O_1}} = \frac{1}{f_2} \text{ avec } \overline{O_2O_1} = -f_2' - \Delta - f_1'$$

on en déduit  $\overline{O_2O'} = \frac{f_2'(f_1' + f_2' + \Delta)}{f_1' + \Delta}$

Comme  $\Delta \gg f_1'$  et  $f_2'$ ,  $\overline{O_2O'} \approx f_2'$ .



$$\begin{cases} (\tan)\theta' = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_2A_1}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{-f_2'} \\ (\tan)\theta = \frac{\overline{AB}}{-d} \end{cases} \text{ et } \begin{cases} (\tan)\alpha = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_1A_1}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{f_1' + \Delta} \\ (\tan)\alpha = \frac{\overline{AB}}{-f_1'} \end{cases}$$

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\overline{A_1B_1}}{f_2'} \cdot \frac{d}{\overline{AB}} = \frac{d}{f_2'} \cdot \frac{1}{\overline{AB}} \cdot \frac{f_1' + \Delta}{f_1'} \overline{AB}$$

soit  $G \approx \frac{d \cdot \Delta}{f_1' \cdot f_2'}$  car  $\Delta \gg f_1'$ .

A.N.:  $G = \frac{250^2}{5 \times 20} = 625$

4)  $A \xrightarrow{L_1} A_1 \xrightarrow{L_2} A' \text{ t.q. } \overline{A'F_2'} = d$   
 $L_2: A_1$  est tel que  $\overline{F_2'A_1} \cdot \overline{F_2'A'} = -f_2'^2$

soit  $\overline{F_2'A_1} = \frac{f_2'^2}{d}$

Pour  $L_1: \overline{F_1'A} = \frac{-f_1'^2}{\overline{F_1'A_1}} = \frac{-f_1'^2}{\Delta + \frac{f_2'^2}{d}}$

La P.d.C. est  $\frac{-f_1'^2}{\Delta + \frac{f_2'^2}{d}} - \frac{-f_2'^2}{\Delta} = \frac{f_1'^2}{\Delta} \cdot \frac{f_2'^2}{f_2' + d \cdot \Delta}$   
 A.N.:  $\approx 0,64 \mu\text{m!}$  (avec  $f_2' + d \cdot \Delta \approx d \cdot \Delta$ )

## Résistances

$R_{AB} = R \parallel (R + R' + R) = \frac{R(R' + 2R)}{R' + 3R}$   
 On veut  $R' = R_{AB}$  soit  $R'(R' + 3R) = R(R' + 2R)$   
 $\Leftrightarrow R'^2 + 2RR' + 2R^2 = 0$   
 on pose  $x = \frac{R'}{R}$ , d'où la racine positive  $x = \sqrt{3} - 1$ .

## Puissance reçue par un résistor

$P = R \cdot i^2$ ;  $i = \frac{r}{r+R} i_e$  où  $i_e = \frac{e}{r + \frac{rR}{r+R}}$  (loi de Pouillet)  
 soit  $i = \frac{e}{r+2R}$  et  $P = \frac{R}{(r+2R)^2} e^2$

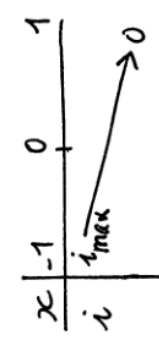
$P'(R) = \frac{r-2R}{(r+2R)^3} e^2$  donc:  $\begin{matrix} R & 0 & r/2 & +\infty \\ P' & + & 0 & - \\ P & 0 & P_{\max} & 0 \end{matrix}$

$P(R = \frac{r}{2}) = \frac{e^2}{8r} = P_{\max}$

## Circuit à 2 mailles - 2 générateurs

(Par lois de Kirchhoff → 2 éq.  
 Par superposition → 2 circuits avec loi de Pouillet et division.)  
 On obtient:

$$i = \frac{(1-x)e}{r+2R}$$



rq: ne pas se laisser tromper par le sens des flèches sur le schéma:  
 $(x = 1: p/r R, \text{ les sources agissent en opposition})$   
 $(x = -1: p/r R, \text{ " " " dans le m sens.})$