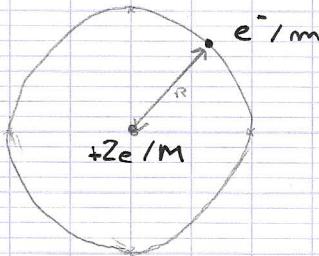
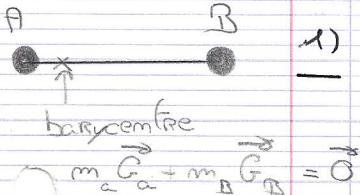


# CORRECTION TD - CHIMIE GÉNÉRALE - LES PREMIERS MODÈLES DE L'ATOME

$$m_A > m_B$$

## Le modèle de Rutherford. (1911)



$$M \gg m$$

Force de Coulomb:  $F_C = -\frac{R \cdot Z e^2}{r^2} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Z e^2}{R^2}$

→ déplacement des charges ( $C \cdot m^{-2}$ )

$D = E F \rightarrow$  champ électrique ( $V \cdot m^{-1}$ )

$$\hookrightarrow (C \cdot V^{-1} \cdot m^{-1})$$

→ charge ( $q$ )

2)  $E = qV \rightarrow$  différence de potentiel ( $\text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2} \cdot C^{-1}$ )  
 $\hookrightarrow$  énergie ( $J = \text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2}$ )

$$1F = 1C \cdot V$$

$$1V = 1J \cdot C$$

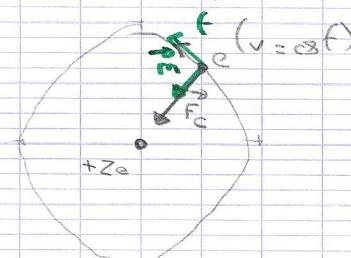
$$E \text{ s'exprime en } C \cdot m^{-1} \cdot V^{-1} = C^2 \cdot m^{-3} \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$F_C = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Z e^2}{R^2} \text{ s'exprime en } \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{C}^2 \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{\text{C}^2}{\text{m}^2} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Les dimensions de  $F_C$  sont donc:  $[M] \times [L] \times [T]^{-2}$

Gm a donc une dimension homogène à une masse accélérée.

3)



repère de Fresnel

Eq de Newton:  $F_C = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a}$

dans le repère de Fresnel:

$$\vec{a} = \vec{a}_E + \vec{a}_m$$

$$= \frac{du}{dt} \vec{E} + \frac{v^2}{R} \vec{n}$$

où  $v = c\beta f$

dome  $\frac{d\vec{v}}{dt} = 0$  dome  $\vec{a} = \frac{\vec{v}^2}{R} \vec{n}$

dome  $\vec{F}_c = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\vec{v}^2}{R} \cdot \vec{n} = \|\vec{F}_c\| m \vec{n}$

$$\vec{F}_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{R^2} \vec{n}$$

dome  $\vec{F}_c = m \cdot \frac{\vec{v}^2}{R} \vec{n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{R^2} \vec{n}$

$$= m \cdot v^2 = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

4)  $\vec{E}_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 R}$

5) Force dérivée d'une énergie:  $F_c = - \frac{d\vec{E}_p}{dR}$

$$\cdot d\vec{E}_p = -F_c dR \Leftrightarrow \vec{E}_p = - \int_0^{+\infty} F_c dR = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{+\infty} \frac{dR}{R^2}$$

$$= - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R} + cte$$

- On considère les conditions aux limites  
 $R \rightarrow +\infty, E_p \rightarrow 0$  donc  $cte = 0$

$$\cdot Ainsi: E_p = - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

6) Théorème de viriel

pour un système à l'équilibre thermodynamique

$$E_c + E_p = 0 \quad E_c > 0 \wedge E_p < 0$$

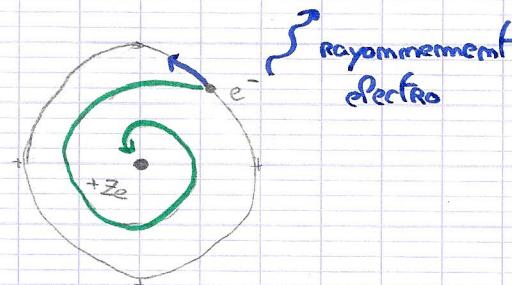
Correction TD 7) L'énergie totale :

2

$$\begin{aligned} E_T &= E_C + E_P = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{R} \\ &= E_E = -\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{R} \end{aligned}$$

donc l'énergie est minimale quand  $R \rightarrow 0$

8)



Si  $e^-$  perd de l'énergie alors  $R$  se rapproche du moyen

La physique classique ne permet pas d'expliquer la stabilité des atomes.

## II- Le modèle de Bohr (1913)

$$1) m \cdot v \cdot 2\pi R = m \cdot h$$

$$\begin{aligned} \frac{R \cdot m \cdot \pi}{m^2 \cdot v^2} &= \frac{\epsilon_0}{Ze^2} \\ R &= \frac{\epsilon_0 \cdot m^2 \cdot v^2}{Ze^2 \cdot \pi \cdot m \cdot \pi} \end{aligned}$$

$$2) \text{À partir du postulat 2 : } v = \frac{m \cdot h}{m \cdot 2\pi R}$$

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot \frac{m^2 \cdot v^2}{m^2 \cdot 4\pi^2 \cdot R^2} = \frac{m^2 \cdot v^2}{8\pi^2 \cdot m \cdot R^2}$$

$$\text{On a aussi } E_C = \frac{Ze^2}{8\pi \cdot R \cdot \epsilon_0}$$

$$\text{Donc } \frac{m^2 \cdot v^2}{8\pi^2 \cdot m \cdot R^2} = \frac{Ze^2}{8\pi \cdot R \cdot \epsilon_0} \Leftrightarrow \frac{m^2 \cdot v^2}{\pi \cdot m \cdot R} = \frac{Ze^2}{\epsilon_0}$$

$$\Leftrightarrow R = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} \times \frac{m^2}{z} \Leftrightarrow R = a_0 \frac{m^2}{z}$$

$$a_0 = \text{Rayon de Bohr} \quad \text{AN} = 0,5292 \cdot 10^{-10} \text{ m} \\ = 0,529 \text{ Å}$$

$$\begin{aligned}
 4) \quad E_T &= -\frac{1}{8} \cdot \frac{Z e^2}{\pi \epsilon_0 R} \\
 \text{et} \quad R &= \frac{\hbar^2 \cdot \epsilon_0}{\pi \cdot m \cdot e^2} \cdot \frac{m^2}{Z} \quad m = 100 \text{ cm} \\
 E_T &= -\frac{1}{8} \cdot \frac{Z e^2}{\pi \epsilon_0} \cdot \frac{\pi \cdot m \cdot e^2}{\hbar^2 \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Z}{m^2} \quad \frac{1}{m} = \frac{1}{100 \text{ cm}} \\
 &= -\frac{1}{8} \cdot \frac{e^4 \cdot m}{\hbar^2 \cdot \epsilon_0^2} \cdot \frac{Z^2}{m^2} \\
 &\quad \text{Joules} \\
 &= \frac{(1,6022)^4 \times (9,1094)}{(6,6261)^2 \times (8,8542)^2} \times \frac{(10^{-13})^4 \times 10^{-31}}{(10^{-34})^2 \times (10^{-12})^2} \\
 &= -2,1800 \cdot 10^{-18} \cdot \frac{Z^2}{m^2} \text{ J.} \quad E = h \nu = \frac{hc}{\lambda} \\
 &= -13,6 \frac{Z^2}{m^2} \text{ eV.} \\
 &= -1,097 \cdot 10^7 \cdot \frac{Z^2}{m^2} \text{ (m}^{-1}\text{)} \quad = -1,097 \cdot 10^5 \cdot \frac{Z^2}{m^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \quad R &= a_0 \cdot \frac{m^2}{Z} \quad m=1 \quad R_1 = a_0 \\
 & \quad m=2 \quad R_2 = 4a_0 \\
 & \quad m=3 \quad R_3 = 9a_0 \\
 & \quad m=4 \quad R_4 = 16a_0
 \end{aligned}$$

### III - Spectroscopie de l'atome d'hydrogène.

$$1) \quad h\nu = E_{m_1} - E_{m_2} \quad (\text{absorption}) \text{ ou émission}$$

$$\Delta E_{2-1} = E_2 - E_1 = -\frac{13,6}{4} + 13,6 = 10,2 \text{ eV}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad \Delta E_{2-1} &= \frac{Rc}{\lambda} = h\nu_{2-1} = hc\nu_{(2)} \quad \lambda = 122 \text{ nm (UV)} \\
 &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\
 &\quad \text{Puissance} \quad \text{fréquence} \quad \text{nombre d'onde} \quad \nu = 2,49 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \\
 &\quad \text{atomique} \quad (\text{Hz}) \quad \text{m}^{-1} \\
 &\quad \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{\Delta E}{h} \quad \nu_{2-1} = 8,8 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}
 \end{aligned}$$

# CORRECTION Spectroscopie des systèmes hydrogénoides

TD-Chimie

## Exercice 1:

$$2) \frac{E_m}{L} = -13,6 \cdot \frac{Z^2}{m^2} \text{ eV}$$

$$3) \Delta E = E_{\infty} - E_1 = -E_1$$

$$13,6 \cdot Z^2 = 217,6$$

$$Z = 4 \quad \text{Bériel Be}^{3+}$$

$$4) \Delta E_{1-4} = E_4 - E_1$$

$$= -13,6 \cdot Z^2 \left| \frac{1}{m_i^2} - \frac{1}{m_8^2} \right|$$

$$= 204 \text{ eV} = 1,96 \cdot 10^4 \text{ R.J. mol}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 6,02 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

## Exercice 2:

$$1) Z = 1, m = 1, \frac{1}{\lambda} = R_H \left( 1 - \frac{1}{m_8^2} \right)$$

$$\rightarrow m_8 = 4$$

$$Z = 1, m = 4, \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{m_1^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\rightarrow m_1 = 3$$

2)	$\Delta E$	$\sigma$
	eV	Hz
$3 \rightarrow 1$	$18,09$	$2,92 \cdot 10^{15}$

$$2 \rightarrow 2 \quad 10,2 \quad 2,47 \cdot 10^{15}$$

$$2 \rightarrow 1 \quad 1,8 \quad 4,57 \cdot 10^{14}$$

### Exercice 3

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{m_i^2} - \frac{1}{m_f^2} \right)$$

a)  $\Delta E = E_\infty - E_1$

$$\Delta E_{4-8} = h.c. R_H \left( \frac{1}{m_2^2} - \frac{1}{m_8^2} \right) = h.c. R_H$$

b)  $\Delta E_{2-\infty} = h.c. R_H \cdot \frac{1}{4}$

$$\Delta E_{2-1} = \frac{3}{4} h.c. R_H$$

b)  $Z = 3$

1)  $\Delta E_{4-1} = 114,75 \text{ eV}$

2)  $\Delta E_{4-3} = 5,95 \text{ eV}$   $\Delta E_{4-\infty} = 7,7 \text{ eV}$

3)  $\nu_{4-3} = 1,44 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

### Exercice 4

Série de Lyman : retour sur RP 1.

1)  $\frac{1}{\lambda_{n=1}} = R_H Z^2 \left( 1 - \frac{1}{m^2} \right)$

$$\frac{\lambda_{m=1}}{\lambda_{n=1}} = \frac{1 - Y_m^2}{1 - Y_n^2} = \frac{1 - Y_m^2}{1 - Y_{(m-1)}^2}$$

$$\frac{1}{\lambda_{m=1}} = R_H^1 Z^2 \left( 1 - \frac{1}{m^2} \right)$$

$$m = m-1$$

2) Raie 1:  $\lambda^{-1} = 410633,533 \text{ cm}^{-1}$   $S \rightarrow 1$   $m+3 \rightarrow 1$

2:  $\lambda^{-1} = 409009,310 \text{ cm}^{-1}$   $4 \rightarrow 1$   $m+2 \rightarrow 1$

3:  $\lambda^{-1} = 380216,235 \text{ cm}^{-1}$   $3 \rightarrow 1$   $m+1 \rightarrow 1$

4:  $\lambda^{-1} = 320807,448 \text{ cm}^{-1}$   $2 \rightarrow 1$   $m \rightarrow 1$

$$R_x = \frac{1}{\lambda_4} \times \frac{1}{1 - Y_4} = 487.743 \text{ cm}^{-1}$$

$$Z^2 = \frac{R_x}{R_H} = 4$$

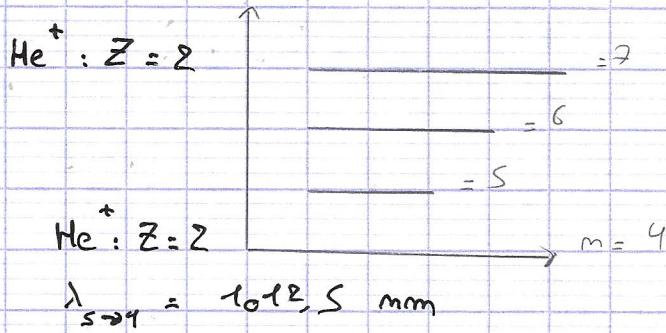
$\rightarrow Z = 2 \text{ He}^+$

Correction

Exercice 5

TD-Chimie

4



$$\frac{1}{\lambda_{S \rightarrow 4}} = R_H \cdot Z^2 \cdot \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{S^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{S \rightarrow 4}} = R_H \cdot Z^2 \cdot \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{S \rightarrow 4}} = R_H \cdot Z^2 \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{S^2} \right) \Rightarrow R_H = \lambda_{S \rightarrow 4}^{-1} \times \frac{1}{Z^2 \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{S^2} \right)}$$

Exercice 6

$$C.I(\text{He}^+) = 54,4 \text{ eV}, C.I(\text{Li}^{++}) = 1,22 \text{ eV}$$

$$\Delta C.I = C_I - C_\infty = 13,6 Z^2$$

pour He:  $C_1 = -54,4 \text{ eV}$

$$C_2 = -13,6 \text{ eV}$$

$$C_3 = -6,04 \text{ eV}$$

Pour Li:  $C_1 = -188 \text{ eV}$

$$C_2 = -30,6 \text{ eV}$$

$$C_3 = -13,6 \text{ eV}$$

### Exercice 7

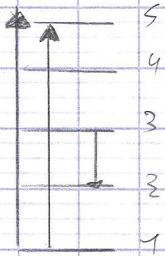
$$1) E_m = -13,6 \cdot \frac{Z^2}{m^2} \quad \text{avec } Z=1 \text{ pour H.}$$

$$2) \Delta E = E_{m_i} - E_{m_f} = 13,6 \cdot Z^2 \left| \frac{1}{m_f^2} - \frac{1}{m_i^2} \right|$$

$$3) \lambda = 9,5 \cdot 10^{-9} \quad \Delta E = \frac{h.c}{\lambda} = 2,07 \cdot 10^{-18} \text{ J} \\ = 12,9 \text{ eV}$$

$$4) 12,9 = 13,6 \left(1 - \frac{1}{m^2}\right) \rightarrow m=5$$

5)



6)  $E_m$  partant du niveau  $m=5$

$5 \rightarrow 1 \quad 4 \rightarrow 2$

$5 \rightarrow 2 \quad 4 \rightarrow 1 \quad \text{c'est possible}$

$5 \rightarrow 3 \quad 3 \rightarrow 2$

$5 \rightarrow 4 \quad 3 \rightarrow 1$

$4 \rightarrow 3 \quad 2 \rightarrow 1$

Série de Balmer

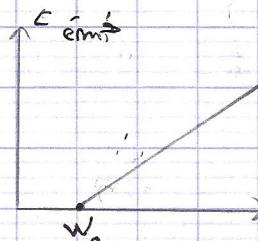
$\Delta E$

### Effet photo électrique

$$\text{Exercice 1: 1) } E_{\text{kinetic}}: h \cdot \nu = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \rightarrow \begin{array}{l} \text{énergie cinétique} \\ \downarrow \\ \text{énergie du photon incident} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{énergie d'ionisation} \\ \downarrow \\ \text{de l'électron du métal} \end{array}$$

$$2) \lambda_{\text{max}} = 564 \text{ nm}$$

$$W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{max}}} = 2,90 \text{ eV}$$



Correction TD 3)  $\lambda = 400 \text{ nm}$

Chimie

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_0$$

$$= 3 \cdot 10^{-220}$$

$$= 0,9 \text{ eV}$$

4) De Broglie

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{\sqrt{2E_m}}, E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= 1,29 \cdot 10^{-9}$$

$$= 12,9 \text{ \AA}$$

5)  $13^\circ \approx 12,9$  : phénomène de diffraction

Exercice 2:  $W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{seuil}}} \Rightarrow W_0 = 4,31 \text{ eV}$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow 2,62 \cdot 10^{-20} \Rightarrow 0,16 \text{ eV}$$

$$\Delta E = E_c + W_0 \Rightarrow 7,17 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow 4,32 \text{ eV} \xrightarrow{\text{RJ. mol}^{-1}}$$

Exercice 3:

a)  $\frac{h \cdot c}{\lambda} = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow \lambda = 830 \text{ nm (UV)}$

c)  $\lambda$  dans le visible  $400 < \lambda < 800 \text{ nm}$

$$\lambda = 400 \rightarrow \frac{h \cdot c}{\lambda} = 3,10 \text{ eV} \leq W_0$$

pas d'effet photoélectrique

#### Exercice 4:

$$1) v = \sqrt{\frac{2}{m} (\Delta E \cdot W_0)} = \sqrt{\frac{2 \bar{E}}{m}} = 6,22 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2) v = 0 \text{ pour } \lambda = \lambda_s \quad \frac{h \cdot c}{\lambda_s} = W_0 \\ = 8,65 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Rightarrow \lambda_s = 750 \text{ nm}$$

$$3) W_0 = 8,65 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,65 \text{ eV} \\ = 38,2 \text{ kcal.mol}^{-1}$$

$$4) \Delta E = W_0 + \bar{E}_c \Rightarrow \Delta E - W_0 = \bar{E}_c \\ \Rightarrow \bar{E}_c = 5,23 \text{ eV}$$

#### Exercice 5: $\lambda_s = 0,66 \mu\text{m}$

$$1) W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_s} = 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$2) \lambda / \frac{h \cdot c}{\lambda} = 2W_0 \\ = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \lambda = 380 \text{ nm} \\ 2W_0 = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad v = 8,10 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$3) \text{De Braglie} \quad \frac{h}{m \cdot v} = \lambda \Rightarrow \lambda = 8,98 \text{ \AA}$$

4) Efect quantiq : indétermination sur la position

Prépa T Exercice 6

Correction

TD chimie

$$\lambda = 550 \text{ nm}$$

$$W_0 = 2 \text{ eV}$$

$$E_C = 4,12 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$v = 3,0 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

2)  $\lambda = \frac{h}{m.v} = 4,42 \text{ nm}$  physiq quantiq

3) On augmente le nombre d'électrons émis donc  
le nombre d'électron émis de photons

4)

# Correction Orbital et nombres quantiques

TD chimie

(1)

## Exercice 1:

- 1) Équation de Schrödinger → état  
 ↳ solutions infinies → fonctions d'ondes  
 $\Psi(x_1, y_1, z_1 \dots x_n, y_n, z_n)$  3N coordonnées d'espace pour n électrons.  
 $|\Psi|^2$  = densité de probabilité de présence.

Fonctions d'onde polyélectromagnétique → densité de proba de présence simultanée.

pour 1 électron:  $|\Psi|^2 = \frac{dP}{dV} \Rightarrow dP = |\Psi|^2 dV$   
 $P = \int_{V_0} \Psi^2 dV$

- 3) pour H: (les OA s'expriment:  $\Psi_{mPm}$  ( $R, \Theta, \varphi$ )  
 $m > 0$  ↳ 3 dimensions  
 $m \neq 0 > P > 0$   
 $-P > m > +P$  Énergie de l'OA  $\Psi_{mPm} = -13,6 \frac{Z^2}{n^2}$

4)  $\Psi_{100} = 1s$        $\Psi_{400} = 4p$   
 $\Psi_{32+} = 3d$

- 5)  $\Psi_{100}$ : symétrie sphérique. (dépend pas de  $\varphi$ )  
 $|\Psi|^2$  est normalisé.

## Exercice 2:

$n$	$P$	$m$	$S$	OA
3	1	0	$1/2$	$3p$
4	0	0	$-1/2$	$4s$
3	1	0	$-1/2$	$3p$
3	0	0	$1/2$	$3s$
3	1	-1	$1/2$	$3p$

donc 1, 3, 5 ont la même énergie

d'après les règles de Kossel-Krönig:

$$E_{4s} > E_{3p} > E_{3s}$$

### Exercice 3:

$$m = 2 \quad p = 1 \quad m = -1 \quad \pm \frac{1}{2}$$

$$m = 0 \quad \pm \frac{1}{2}$$

$$m = 1 \quad \pm \frac{1}{2}$$

$$p = 0 \quad m = 0 \quad + \frac{1}{2}$$

donc 8 états différents pour l'électron si  $m = 2$ .

Structure électronique des atomes classification périodique et propriétés des éléments.

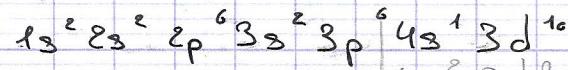
### Exercice 1:

1) Pauli: pas plus de 2 électrons dans 1 OA

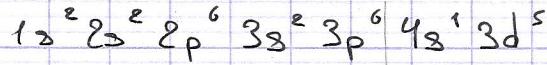
Kossel-Krönig: état fondamental OA de plus basse énergie

Hund: dans une même sous couche les électrons occupent un max d'OA

2) Exceptions = Cu ( $Z=29$ )



$Cu$  ( $Z=29$ ) ~~4s<sup>2</sup> 3d<sup>9</sup>~~ moins stable



~~4s<sup>2</sup> 3d<sup>4</sup>~~ moins stable

CORRECTION Exercice 2

(2)

TD chimie

9 : F : halogène,  $1s^2 2p^5$

11 : Na : alcalin,  $1s^1$

16 : S : chalcogène,  $1s^2 2s^2 2p^4$

19 : K : Alcalin,  $1s^1$

Isoelectromiq : mbr d'électrom

$Z = 16 (S) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$Z = 19 (K) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$S^{2-} : 18 e^-$  (argon) DO : - II

$K^+ : 18 e^+$  (argon) DO : I

Exercice 3

Mg Alcalino terreaux 12  $\rightarrow 3s^2$

Na Alcalin 11  $\rightarrow 3s^1$

S Chalcogène 16  $\rightarrow 3s^2 3p^4$

I Halogène 17  $\rightarrow 3s^2 3p^5$

L'électromégativité est l'aptitude des atomes à gagner ou perdre des électrons. Parce qu'ils sont engagés dans une liaison chimiq avec d'autres atomes.

$$X_{Na} < X_{Mg} < X_S < X_I$$

Les atomes ont tendance à adopter la structure électronique stable (gaz rare).

Exercice 4: Régle de Sanderson  $m_x^x - m_y^y \leq m \rightarrow \text{métal}$

$\text{Si } 3s^2 3p^2 \quad x+y=4 \quad \text{donc pas métal}$   
 $m = 3$

$\text{Sm } 5s^2 5p^2 \quad x+y=4 \quad \text{donc métal}$   
 $m = 5$

$\text{Cr } 4s^1 3d^5 \quad x+y=1 \quad \text{donc métal}$   
 $m = 4$

$\Delta \leftarrow \text{Fe } 4s^2 3d^6$  métal  
 $\text{Fe } ^{2+} 4s^0 3d^6$  pas métal  
 $\text{Cu } 4s^1 3d^{10}$  métal

Exercice 5

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left( \frac{1}{m_1^2} - \frac{1}{m_2^2} \right)$$

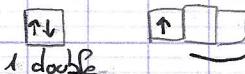
$Z_m 4s^2 3d^{10} \rightarrow Z_m^{2+} 4s^0 3d^{10}$   $R_B = R_H \cdot Z^2$   
 métal de transition

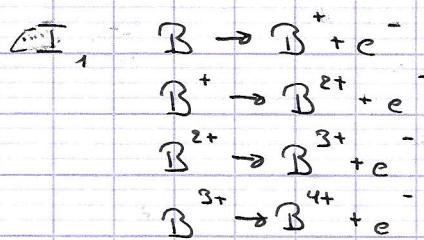
$Z_m CP_e$  DO  $Z_m = II$

$$R_B = R_H \times S^2$$

Exercice 7

1 électron célibataire

$B: 2s^2 2p^1$   1 doublet 8 orbitales vides



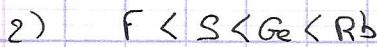
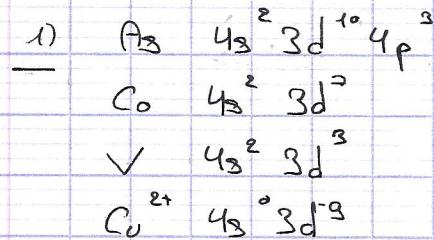
1 premièr = électron de valence  
 dernièr = électron de cœur

$$R_B = R_H \cdot Z^2$$

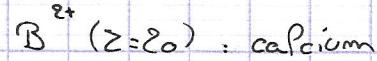
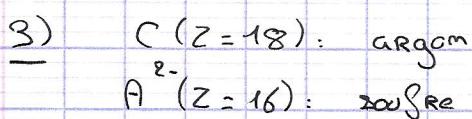
$$\text{EI}(B^{4+}) = 13,6 \cdot Z^2$$

### Correction Exercice 9

TD chimie



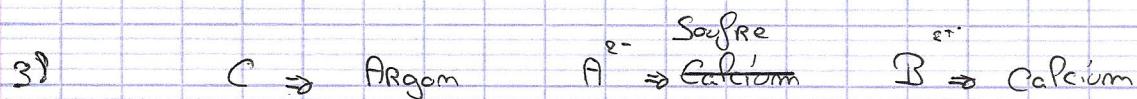
- $\rightarrow$  Parqu'on descend d'une colonne
- $\rightarrow$  sur une période car mbr électrons  
donc électrons sont  $\oplus$  attirés.



Exercice 9:

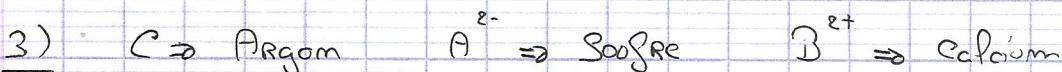
<u>1)</u>	Chrome	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$
	Antimonic	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$
	Cobalt	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$
	Vanadium	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
	Cuivre 2+	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$

$$2) F < S < Ge < Rb$$

Exercice 10:

<u>1)</u>	$\dots 4s^2$ : Calcium	$\dots 4p^2$ : Germanium
	$\dots 5p^5$ : Iode	$\dots 3d^7$ : Cobalt

<u>2)</u>	$[Ar] 4s^2 3d^3$	$[Ar] 4s^2 3d^3$
	$[Ar] 4s^2 3d^8$	$[Ar] 4s^2 3d^{10}$



<u>4) a)</u>	Mg : Alcalino terreaux	CP : Chalcogénie
	Ba : Alcalino terreaux	I : halogène
	Na : Alcalin	Pb : Famille du C
	S : Chalcogénie	Ar : gaz nobles

b) Règle de Sanderson:  $m_s^x, m_p^y$   
métal si  $x+y \leq m$

c) Ba ~~X~~ Na ~~X~~ Mg < Pb < I < S < CP.

- d) Il croît quand on augmente le rayon atomique
- Le rayon de covalence décroît sur une période car lorsque le nbr d'électrons → les électrons sont + attirés par le noyau.
  - Le rayon ↑ Puisqu'on descend une colonne

### Exercice 11

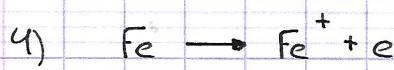
- 1) • 1<sup>st</sup> ionisation : électron de valence  
     —     • 2<sup>nd</sup> ionisation : électron de cœur  
         Na: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>1</sup>  
         • Si on change d'une période à une autre.

2) F < N < Li < K < Cs      voir 1o) d).

### Exercice 12

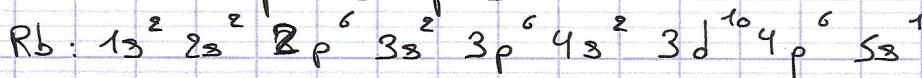
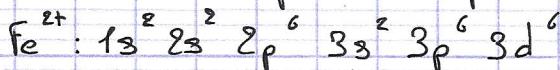
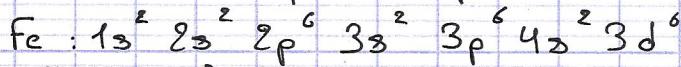
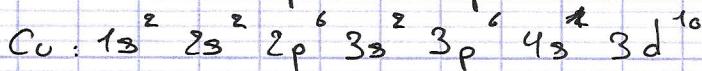
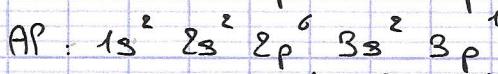
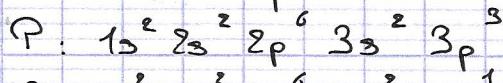
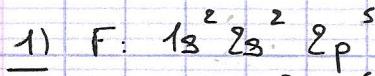
- 1) 2) Mg (alcalino ferreux): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup>  
     K (alcalin) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>1</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup>  
     Cr (métal de transition) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup> 3d<sup>5</sup>  
     Fe (métal de transition) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup> 3d<sup>6</sup>  
     Br (halogène) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup> 4p<sup>5</sup>

3) Fe<sup>+</sup>: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>1</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup> 3d<sup>5</sup>



5) 762,5 R<sub>J</sub>.mol<sup>-1</sup> = 7,9 eV = ΔE =  $\frac{h.c}{\lambda}$   
     λ = 157 nm.

### Exercice 13



2) L'aluminium, le cuivre, le fer, le rubidium

Sanderson

3) Le cuivre, le fer

4) • Le long d'une période le nombre de protons augmente, la force qu'ils exercent sur les électrons augmente donc le volume diminue.

• Le long d'une colonne le numéro atomique principal augmente donc les électrons s'éloignent et le volume augmente.

Ainsi :  $R(F) < R(P) < R(AP) < R(Cu) < R(Fe) < Fe^{2+}(R) < R(Rb)$ .

5) • Règle de Kramers-Kronig

↑	↑	↑
---	---	---

• Règle de Hund

↑↓
----

• Exclusion de Pauli

6) a) Le long d'une période la force des protons sur les électrons augmente ainsi, il faut plus d'énergie pour "arracher" le premier e<sup>-</sup>

b) AP m'a qu'un e<sup>-</sup> sur la couche 3s, il a donc tendance à former du AP<sup>+</sup>. Alors que le magnésium a toutes ses sous couches pleines. P est stable car sa sous couche 3s est demi-remplie, S aura tendance à former du S<sup>+</sup>.

c) L'électron de cœur

### Exercice 14

a) Rb<sup>+</sup>

b) Z = 56

c) Ce cuivre et le chrome sont des exceptions

d) CI(F) = 1681, CI(CP) = 1251, CI(BR) = 1140.

e) Z = 52

### Exercice 15

1) K: 4s<sup>1</sup>

Sc: 4s<sup>2</sup> 3d<sup>1</sup>

Fe: 4s<sup>2</sup> 3d<sup>6</sup>

Cu: 4s<sup>1</sup> 3d<sup>10</sup>

Ag: 5s<sup>1</sup> 4d<sup>10</sup>

Pt: 6s<sup>1</sup> 5d<sup>10</sup>

2) Rb: Z = 37    5s<sup>1</sup>

### Exercice 16

a) b) Mg (Alcalino-ferraux) :  $3s^2$

Cl (Halogène) :  $3s^2 3p^5$

Co (Transition) :  $4s^2 3d^7$

Se (Chalcogène) :  $4s^2 3d^{10} 4p^4$

Ag (Transition) :  $5s^1 4d^{10}$

c) Magnesium (Sanderson)

$\Delta E$

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} = \Delta E$$

d)  $Mg^{2+}$  :  $2s^2 2p^6$

$$\frac{h \cdot c}{\Delta E}$$

Cl<sup>-</sup> :  $3s^2 3p^6$

Se<sup>2-</sup> :  $4s^2 3d^{10} 4p^6$

4341

### Exercice 17

a) L'énergie de l'<sup>3f</sup> ionisation est l'énergie nécessaire pour arracher l'électron le plus externe.  
de l'<sup>nd</sup> ionisation est l'énergie nécessaire pour arracher l'électron le plus externe (après la l<sup>3f</sup>)

b) Ar est stable (toutes les couches remplies) il faut donc beaucoup d'énergie pour arracher un électron  
K a un seul électron de valence il faut donc peu d'énergie pour l'arracher

Ca a tendance à former du Ca<sup>2+</sup> donc l'énergie de l'<sup>3f</sup> est faible mais plus élevée que celle du K

c) Il n'a qu'un seul électron de valence.

d)  $\lambda = 286$  : visible

### Exercice 18

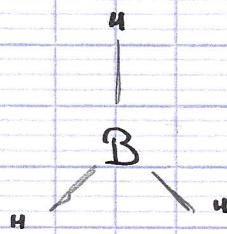
$$\begin{cases} L_i + H = 159 \\ F + H = 88 \\ L_i + F = 185 \end{cases} \quad \begin{array}{l} L_i = 128 \\ H = 31 \\ F = 57 \end{array}$$

- Le Pong d'une colonne  $\rightarrow$  donc R  $\rightarrow$
- Le Pong d'une période promfons  $\rightarrow$  donc R  $\rightarrow$

Correction Formalisme de Lewis et géométrie moléculaire  
TD chimie modèle des orbitales hybrides

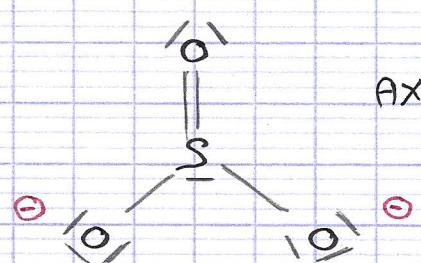
Exercice 1

$\text{BH}_3$ :



- Figure de Répulsion:
- triangle  $\alpha = 120^\circ$
- $sp^2$

$\underline{\text{SO}}_3^{2-}$



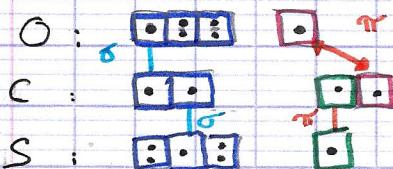
- tétraèdre  $109,5^\circ$
- triangle  $\alpha = 120^\circ$
- $sp^3$
- pyramide trigonale

$\underline{\text{OCS}}$

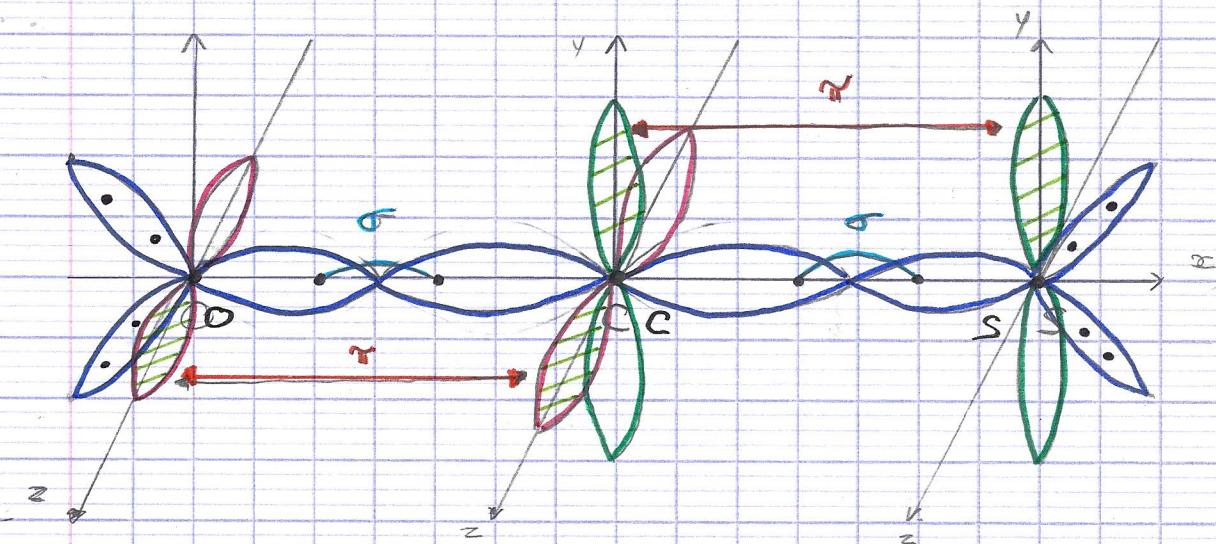


- droite  $\alpha = 180^\circ$
- $sp$

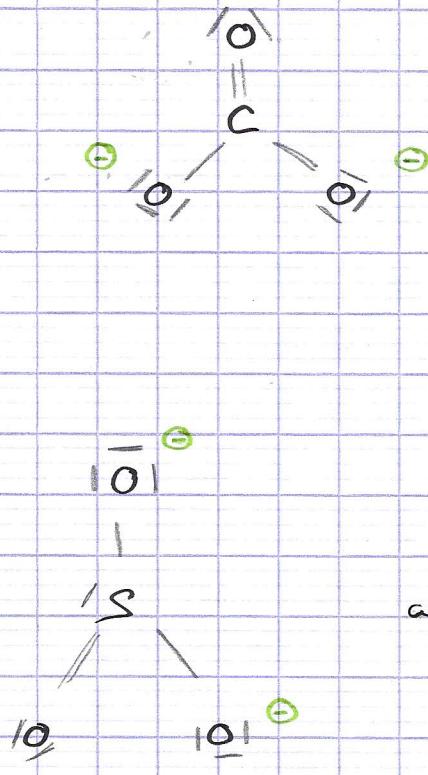
Hybridation:



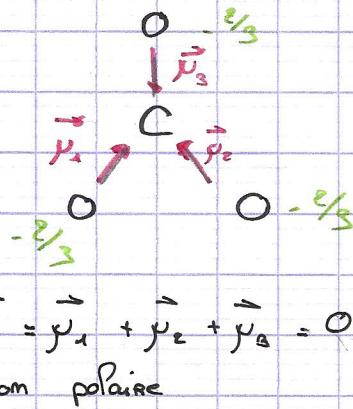
$$\pi = \oplus$$



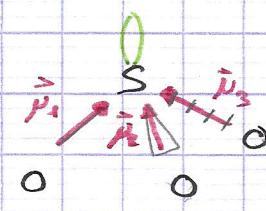
### Exercice 2



avec  $\rho_{\text{CO}_2}$  différentes formes.



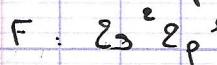
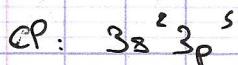
avec différentes formes



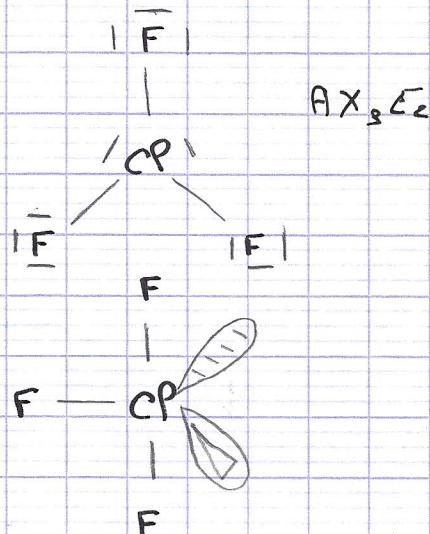
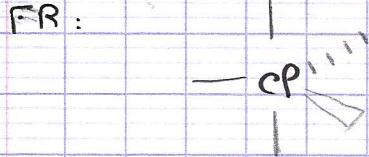
$$\vec{\mu}_{\text{tot}} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 + \vec{\mu}_3 \neq 0$$

polaire

### Exercice 3

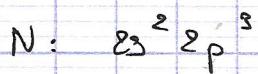


FR:



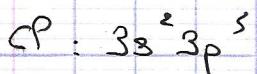
CORRECTION Exercice 4

TD chimie



1 dmp

3 e<sup>-</sup> célibataires



3 dmp

1 e<sup>-</sup> célibataire

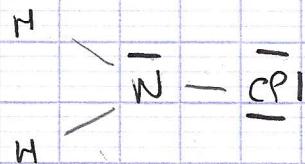
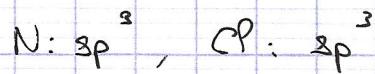
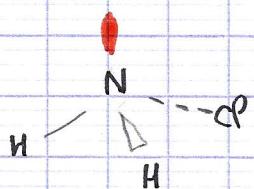
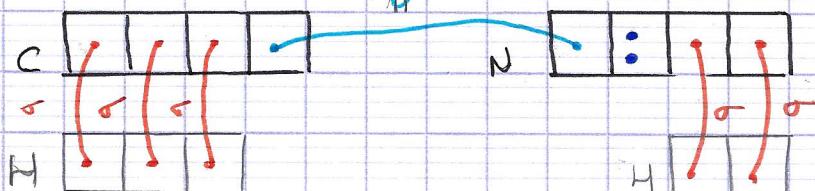
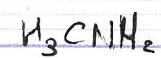
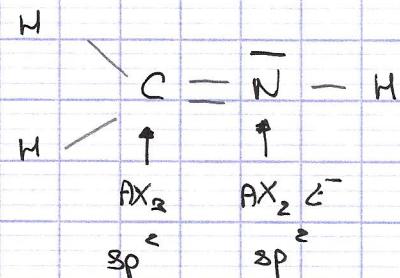
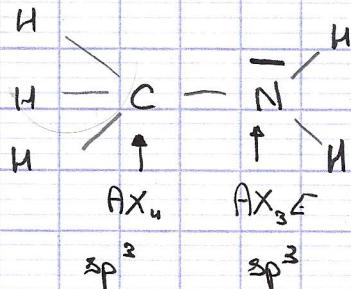
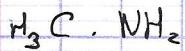


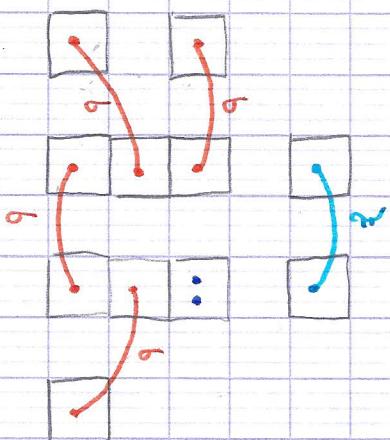
Figure de répulsion théorique  
 $d \approx 109,5^\circ$



Exercice 5

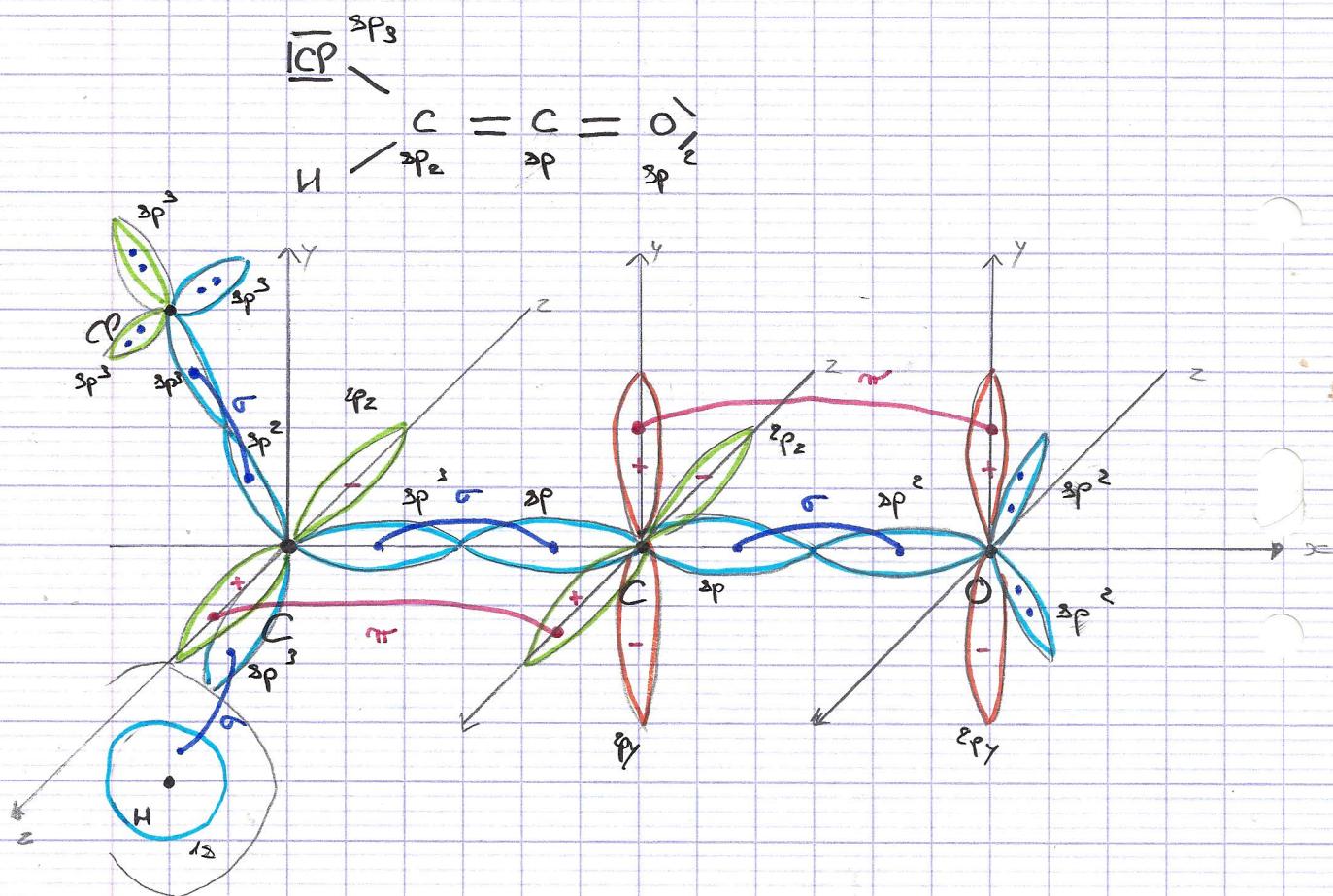


## H<sub>2</sub>CNH



Formalisme des casse quantiques

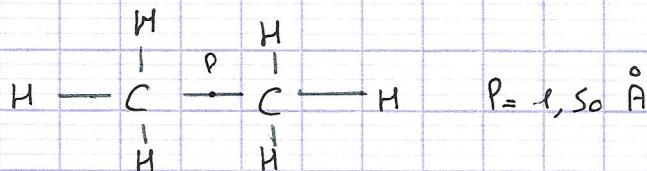
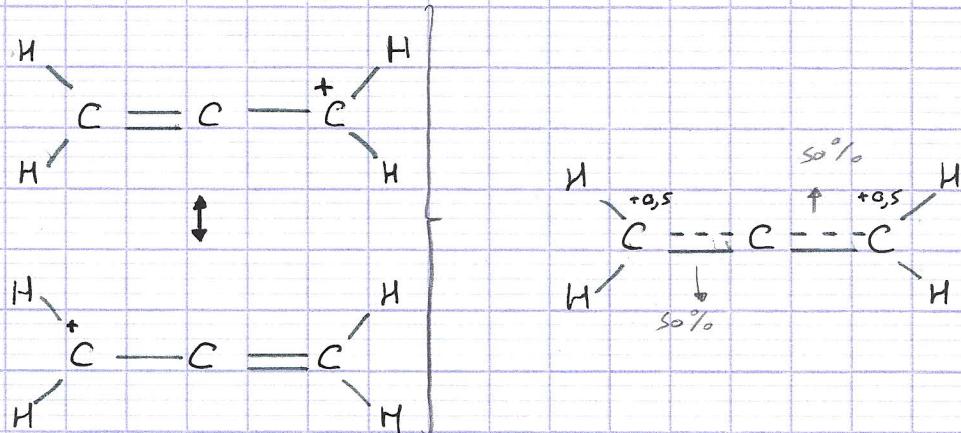
## Exercice 6



CORRECTION Exercice 24

3

TD Chimie

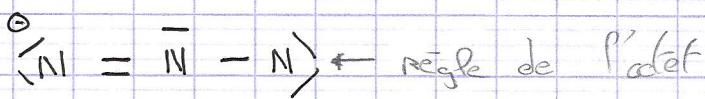
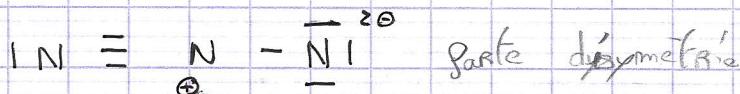
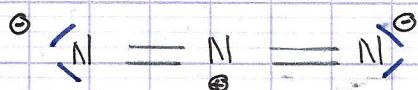
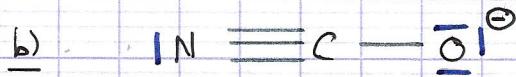


Donc comme chaque liaison C-C de l'allyle à 50% de chance d'être et 50% de chance de ne pas l'être. D'où la liaison aura une longueur intermédiaire.

8) a)  $\text{NCO}^-$  : donc  $16e^-$

$\text{N}_3^-$  : donc  $16e^-$

$\text{IBs}$  somme donc **isoelectroniques**



c) C:  $\text{AX}_2 \rightarrow \text{sp}$ , géométrie linéaire

N:  $\text{AX}_2 \rightarrow \text{sp}$ , linéaire

### Exercice 29

i) N:  $1s^2 2s^2 2p^3$   $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \downarrow \\ \hline \end{array}$

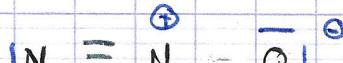
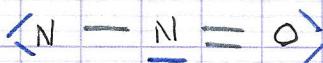
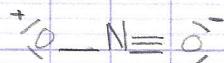
O:  $1s^2 2s^2 2p^4$   $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \downarrow \\ \hline \end{array}$

$\text{NO}_2 \rightarrow 17e^-$  de valence

nombre impair d'électrons  $\rightarrow$  radical

$\text{N}_2\text{O} \rightarrow 16e^-$  de valence

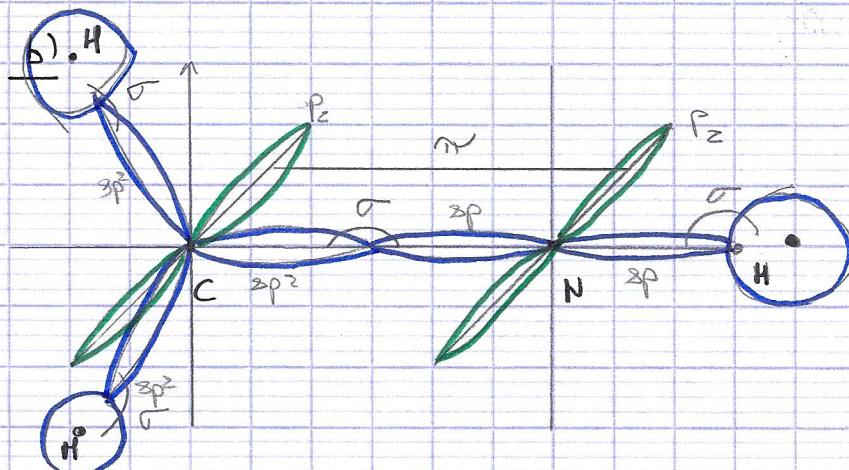


143 pm

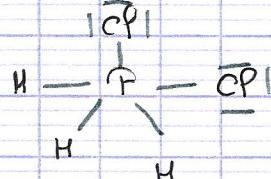
La 129 pm

Exercice 7

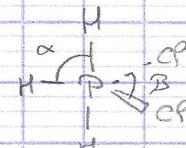
1) a) N:  $\text{AX}_2 : \text{sp}^2$   
     C:  $\text{AX}_3 : \text{sp}^2$

Exercice 8

1)



2) Ca sera une bipyramide trigonale  
 $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 120^\circ$

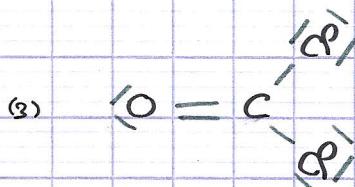
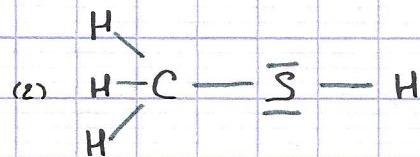
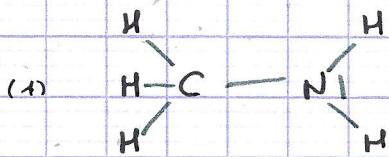


3) P:  $\text{AX}_5$   $\text{sp}^3\text{d}$   
     CP:  $\text{FXE}_3$   $\text{sp}^3$

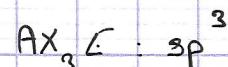
4) La molécule  $\text{NH}_3\text{CP}_2$  n'existe pas car l'azote ne peut former 5 liaisons en effet la 5ème coûte 8 d'énergie.

### Exercice 9

a)



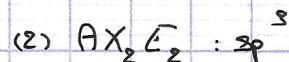
b)



Rep: tétraèdre

géo: pyramide  $\Delta$

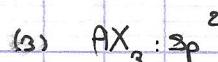
$$\alpha \approx 109,5^\circ$$



Rep: tétraèdre

géo: coédée

$$\alpha \approx 109,5^\circ$$

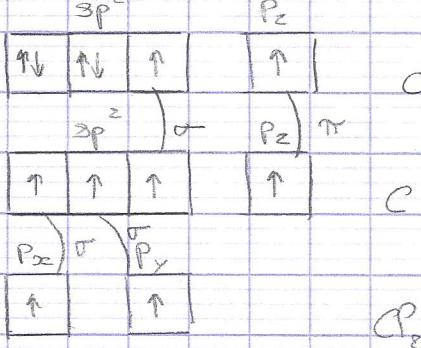


Rep: triangle

geo: "

$$\alpha \approx 120^\circ$$

d)



e)

Entre  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NF}_3$  et  $\text{PF}_3$ :

dans  $\text{NH}_3$  et  $\text{NF}_3$  iP y a 1 DCLN

dans  $\text{PF}_3$  iP y en a 2.

Les DNL sont plus répulsif donc l'angle diminue.

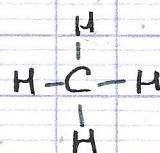
Entre  $\text{NH}_3$  et  $\text{NF}_3$

$\chi(\text{N}) > \chi(\text{H})$  donc les électrons sont proche de N donc l'angle augmente (électrons se repoussent entre eux)

$\chi(\text{N}) < \chi(\text{F})$  donc les électrons sont proche de F et donc + éloignés des autres, l'angle diminue

Exercice 10

1)

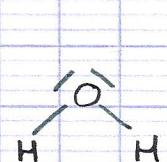


Rep: tétrahèdre

geo: "

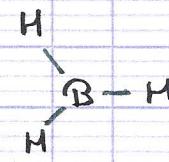
 $\alpha = 109,5^\circ$ hybr:  $sp^3$ 

tétrahèdre

pyramide  $\Delta$  $109,5^\circ$  $sp^3$ 

tétrahèdre

caudée

 $109,5^\circ$  $sp^3$ 

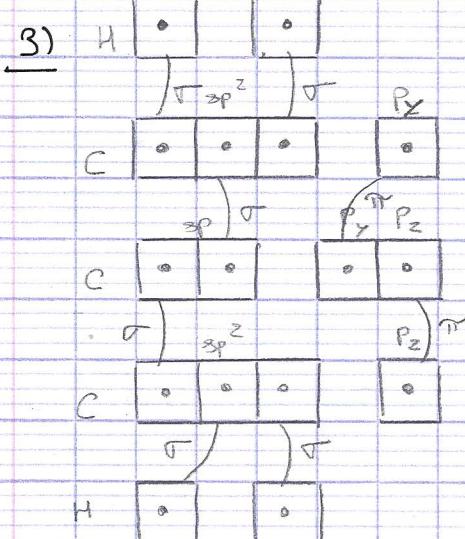
triangl

"

 $120^\circ$  $sp^2$ 2)  $\text{NH}_3$ : 3 DL $\text{CH}_4$ : 4 DL1 DNL ( $\oplus$  repulsif)

La présence de DNL provoque un affaissement de l'angle

La molécule n'est pas plane

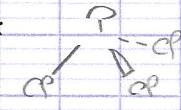


2) Problème des DNL

Exercice 11P:  $\text{AX}_3\text{E} : sp^3$ 

Rep: tétrahèdre

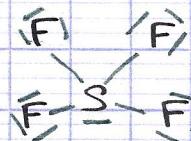
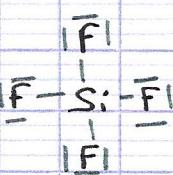
geo:

 $\alpha = 109,5^\circ$ C:  $\text{AX}_2 : sp$ 

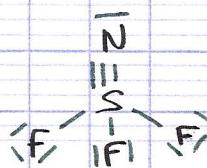
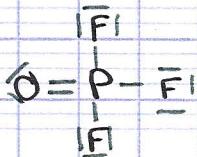
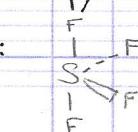
Rep: linéaire

geo:  $\text{H}-\text{C}-\text{N}$  $\alpha = 180^\circ$ 

3) a)

S:  $\text{AX}_4\text{E}^- : sp^3d$ Rep: bipyramide  $\Delta$ 

geo:

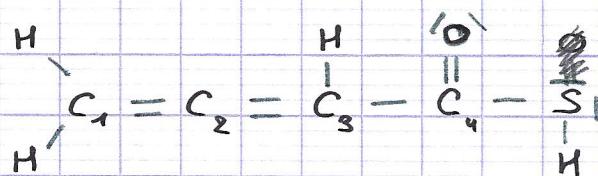


b) Une triple liaison est + répulsive qu'une double qui est + répulsive qu'une simple.  
Ainsi:  $\alpha(SiF_4) > \alpha(POF_3) > \alpha(NSF_3)$

$$4) \alpha(N) > \alpha(P) > \alpha(Ag) > \alpha(H)$$

Pas de différence d'effectivité entre X et H et sorte plus les électrons sont proches de X et plus ils se repoussent entre eux.  
Ainsi:  $\alpha(NH_3) = 107,0^\circ$ ,  $\alpha(PH_3) = 93,8^\circ$ ,  $\alpha(AsH_3) = 91,6^\circ$

### Exercice 12



$C_1 : AX_3 : sp^2$

$C_2 : AX_2 : sp$

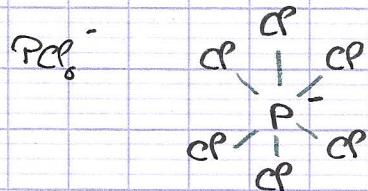
$C_3 : AX_3 : sp^2$

$C_4 : AX_3 : sp^2$

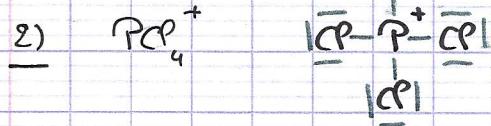
S :  $AX_2^-$  :  $sp^3$

O :  $AX_2^-$  :  $sp^2$

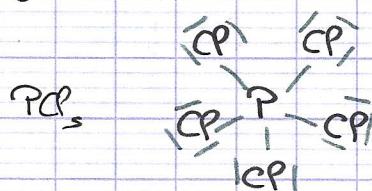
### Exercice 13



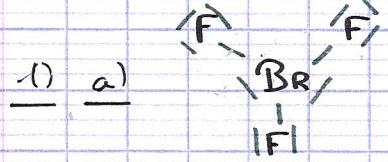
$AX_6 : sp^3d^2$   
octaèdre



$AX_4 : sp^3$   
tétraèdre



$AX_5 : sp^3d$   
bipyramide  $\Delta$

Exercice 15
 $\text{AX}_3\text{E}_2$   
 $\text{sp}^3$ 

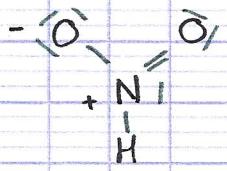
bipyramide Δ

base de cmT

$\alpha = 90^\circ$

$\beta = 120^\circ$

Résonance

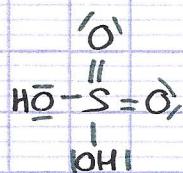
 $\text{AX}_3\text{E}$ 

$\text{sp}^3$

tétraèdre

pyramide Δ

$\alpha = 109,5^\circ$

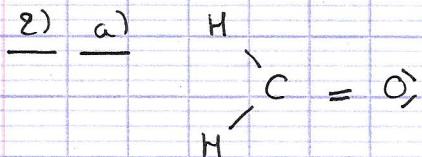
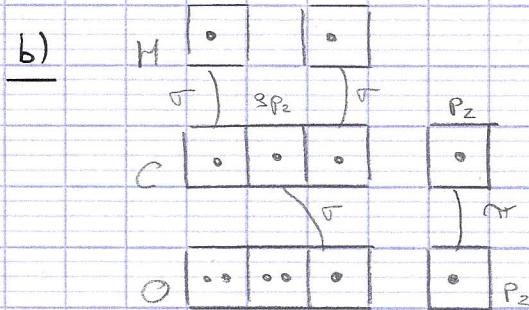
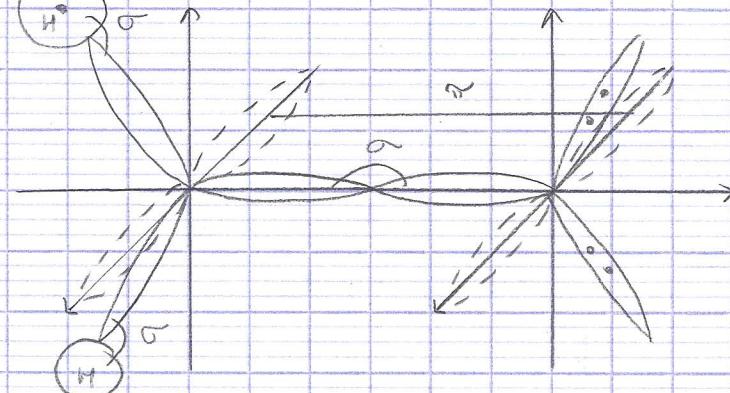
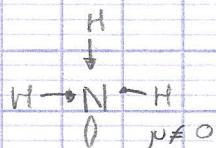
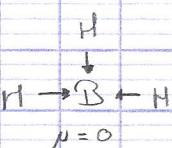
 $\text{AX}_4$ 

$\text{sp}^3$

tétraèdre

"

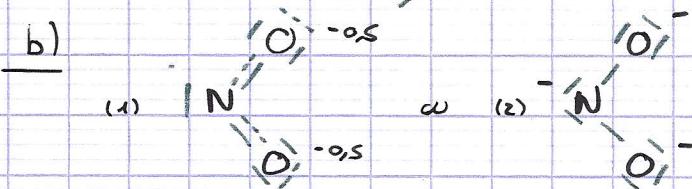
$\alpha = 109,5^\circ$

C :  $\text{AX}_3 : \text{sp}^2$ O :  $\text{AX}_2\text{E}_2 : \text{sp}^2$ c)3) Evolution de DNA4)  $\text{BH}_3$  :  $\mu = 0$ 

### Exercice 16



c) IP est paramagnétique

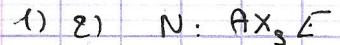


(1) est plus probable

$$\delta = -1$$

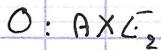
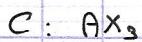
$$\delta = -2$$

### Exercice 17

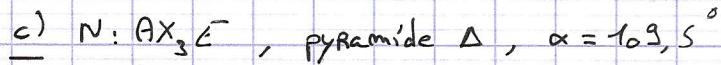
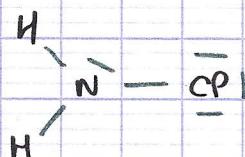
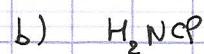
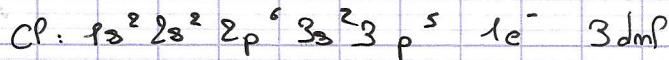
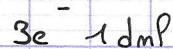
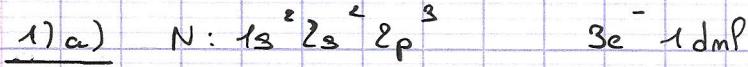


3)

voire prép.

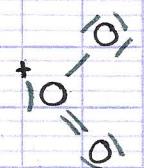
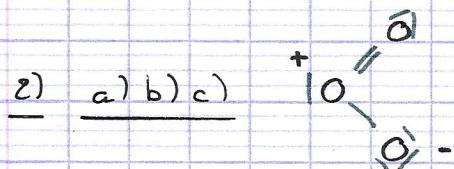
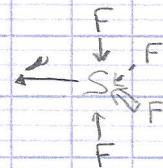


### Exercice 18

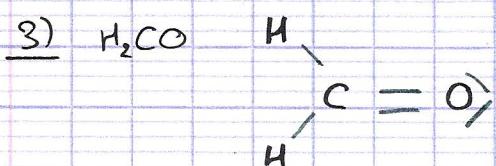


d) La figure de rep est un tétraèdre avec un iome sur le sommet, l'iP sera donc + répulsif. L'angle H-N-H sera donc + petit.

e) La molécule est polaire



O:  $\text{AX}_2\text{E}$  :  $\text{sp}^2$  : triangle : coudeé.



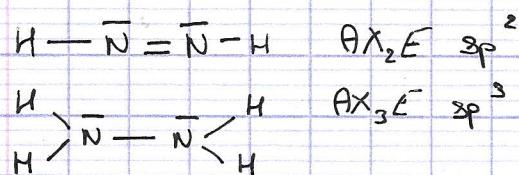
C:  $\text{AX}_3$   $\text{sp}^2$   
O:  $\text{AX}_2\text{E}_2$   $\text{sp}^2$

voir prépa

### Exercice 19

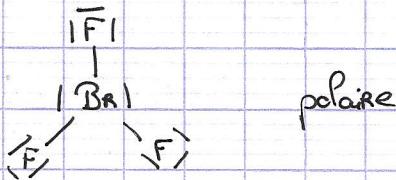
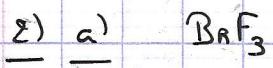
$\text{AXE}$	$\text{sp}$	pénible	"	$180^\circ$
$\text{AX}_2\text{E}$	$\text{sp}^2$	coudeé	triangle	$120^\circ$
$\text{AX}_3\text{E}$	$\text{sp}^3$	pyramide △	tétrahédre	$109,5^\circ$
$\text{AX}_4\text{E}$	$\text{sp}^3\text{d}$	tétrahédre	bipyramide A	$120^\circ, 90^\circ$
$\text{AX}_5\text{E}$	$\text{sp}^3\text{d}^2$	pyramide □	octaèdre	$90^\circ$

### Exercice 20



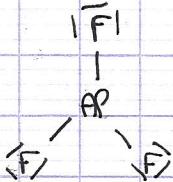
L'hybridation fait mettre le - sur la couche d a tendance à s'en appeler.

### Exercice 21

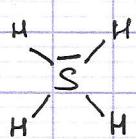


polaire

$\text{Br}$ :  $\text{AX}_3\text{E}_2$ ,  $\text{sp}^3\text{d}$ , cmT, bipyramide  $\Delta$ ,  $90^\circ + 120^\circ$

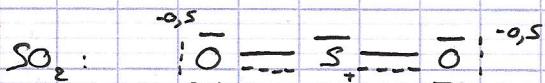


AP:  $\text{AX}_3\text{sp}^2$ , triangle, "  $120^\circ$



S:  $\text{AX}_4^-$ ,  $\text{sp}^3\text{d}$ , bipyramide  $\Delta$ ,  
tête basculée,  $90^\circ, 120^\circ$

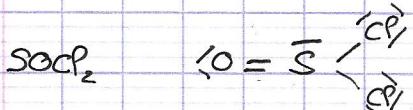
### Exercice 22



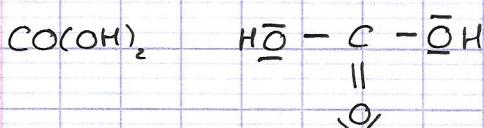
S:  $\text{AX}_2\text{E}$ , triangle, coédée,  $\text{sp}^2$



S:  $\text{AX}_2\text{E}_2$ ,  $\text{sp}^3$ , tétrachédre, coédée,  $109,5^\circ$



S:  $\text{AX}_3\text{C}$ ,  $\text{sp}^3$ , tétrahèdre, pyramide  $\Delta$ ,  $109,5^\circ$



C:  $\text{AX}_3\text{sp}^2$ , triangle

# Corrélation Interactions moléculaires

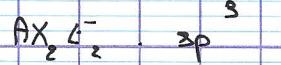
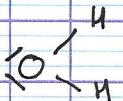
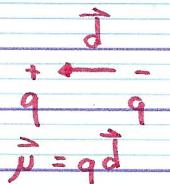
TD interac  
moléculaire

Exercice 1:

1)  $\text{H}_2\text{O}$

$$\mu_{\text{OH}} = 1,5 \text{ D}$$

$$\alpha = 10^4,5^\circ$$



FR = tétraèdre

$$\alpha_{\text{HOM}} = 109,5^\circ$$

geo : courbée

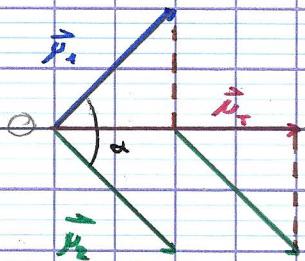
$$\alpha < \alpha_{\text{HOM}} \quad (\text{DNL})$$

$$\|\vec{\mu}\| = qd \|\vec{d}\|$$

$$\mu = qd \quad \text{en C. m}$$

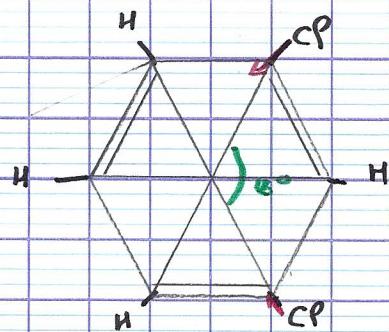
$$\mu_T = \mu_{\text{OH}_1} + \mu_{\text{OH}_2} \Rightarrow \|\vec{\mu}_T\| = \|\vec{\mu}_{\text{OH}_1} + \vec{\mu}_{\text{OH}_2}\|$$

$$1^{\text{D}} = 3,335 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$$



$$\mu_T = \mu_{\text{OH}_1} \times \cos \frac{\alpha}{2} + \mu_{\text{OH}_2} \cos \frac{\alpha}{2}$$

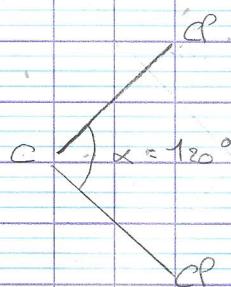
$$\mu_{\text{OH}_1} = \mu_{\text{OH}_2} \Rightarrow \mu_T = 2 \mu_{\text{OH}} \cos \frac{\alpha}{2} = 1,85 \text{ D}$$



meta - dichlorobenzene

$$\begin{aligned} K_c &= 2,5 & \gamma_c &\sim \gamma_H \\ \gamma_n &= 2,1 & \rightarrow \text{négligeable} \\ \gamma_{\text{CP}} &= 3 \end{aligned}$$

$$\chi_{ce} \neq \chi_c \rightarrow \mu_{cecp} \neq 0 = 1, 5 D$$



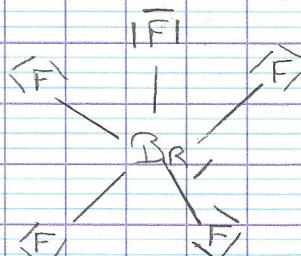
$$\mu_T = 2 \mu_{cecp} \times \cos\left(\frac{120^\circ}{2}\right)$$

$$= \mu_{cecp}$$

Polarité

ortho > méta > Para

3)



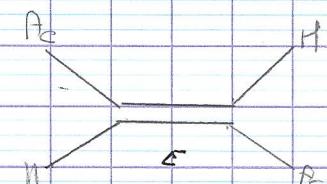
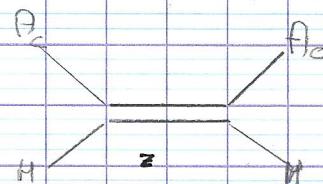
$$AX_3E \rightarrow sp^3d^2$$

FR : octaèdre

geo : pyramide à base □

$\mu_T \neq 0$  polaire

Exercice 4



$A_c = COOH$

$$\mu_{c-Ac} = 1,89 D$$

$\mu_T ?$

maleique =  $\mu_{c=c}$

symétrique  $\mu_T = 0$

$$T_{8m} = 130^\circ, T_8 = 286^\circ \rightarrow \text{maleique}$$

Symétrique

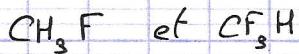
↳ interaction Keesom / Keesom

↳ interaction de Debye

(dipôle / dipôle induit)

Correction

Exercice 5

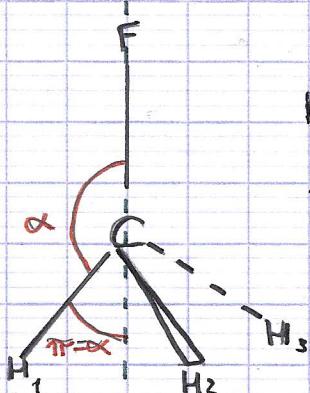
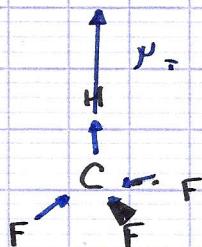
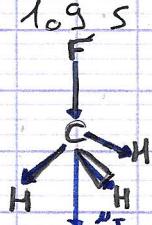


TD chimie

2

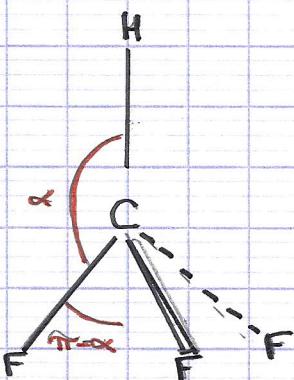
$$1) \alpha = 109^\circ$$

2)



$$\|\vec{\mu}_T\| = \|\vec{\mu}_{\text{CF}} + \vec{\mu}_{\text{CH}_2} + \vec{\mu}_{\text{CH}_3}\|$$

$$\begin{aligned} \mu_T &= \mu_{\text{CF}} + 3\mu_{\text{CH}} \cos(\pi - \alpha) \\ &= \mu_{\text{CF}} + \mu_{\text{CH}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \mu_T &= \mu_{\text{CH}} + 3\mu_{\text{CF}} \cos(\pi - \alpha) \\ &= \mu_{\text{CH}} + \mu_{\text{CF}} \end{aligned}$$

$$3) \text{CH: } \Delta\chi = 0,3$$

$$\delta = 0,051 \text{ C}$$

$$\text{CF: } \Delta\chi = 1,6$$

$$\delta = 0,35 \text{ C}$$

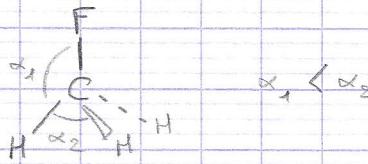
$$6) \mu_{\text{CF}} = (\delta_e) \times d$$

$$= 8,91 \cdot 10^{-31} \text{ C.m} = 0,267 \text{ D}$$

$$\mu_{\text{CH}} = 7,85 \cdot 10^{-30} \text{ C.m} = 0,26 \text{ D}$$

$$7) \mu_T = 2,63 \text{ D}$$

- 2) •  $\alpha = 103,5^\circ$  : Sauf la molécule n'est pas un tétraèdre parfait.



- Formule de 5 grande, approximative
- $\mu = 1.6e \times d$ , approximative

### Exercice 10

- 1) Debye, London, Keesom

Keesom: dipôle / dipôle polarisé / polarisé

Debye: dipôle / dipôle induit polarisé / (a) polarisé

London: dipôle instantané / dipôle induit partout

- 2) a) Sensibilité d'un matériau électrique d'une molécule à la présence d'un champ électrique.

$$\vec{\mu}_{\text{induit}} = \alpha \cdot \vec{E}$$

$$b) -\frac{3}{4} \epsilon I \cdot \alpha^2 \cdot \frac{1}{R^6}$$

$$c) CP_e: V(R) = \frac{-8,11 \cdot 10^{-34}}{1,36 \cdot 10^{-34} R^3 \cdot \text{mol}^{-1}} = 8,11 \text{ kJ/mol}^{-1}$$

$$CCP_e: V(R) = -125,56 \text{ kJ/mol}^{-1}$$

- 3) On a  $T_g: CF_4 < CH_4 < CCP_4$

Puis la molécule est polarisable, plus les interactions de London sont fortes donc la température de fusion augmente.

$$On a T_g: CCP_4 > CHCP_3 > CH_2CP_2 > CH_3CP_4$$

Les interactions de London augmentent car la polarisabilité de la molécule ↗

### Exercice 13

1) Ce sont des interactions de London

2) Ce volume des molécules donc Pa polarisabilité donc les interactions de London

$$3) \text{ a)} \quad V'(R) = 4\epsilon \left[ -12\sigma^{12}R^{-13} + 6\sigma^6R^{-9} \right]$$

$$= 24\epsilon\sigma^6 \left[ -2\sigma^{-13} + R^{-9} \right]$$

$$\text{b)} \quad R_{\min} = 2^{1/6}\sigma \Leftrightarrow \sigma = \frac{R_{\min}}{\epsilon^{1/6}} = 3,39 \text{ Å}$$

$$\text{c)} \quad V_{\min}(R_{\min}) = 4\epsilon \left( \left( \frac{\sigma}{R_{\min}} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{R_{\min}} \right)^6 \right)$$

$$\checkmark_{\min}(3,8) =$$

$$\frac{V_{\min}(R_{\min})}{4 \left[ \left( \frac{\sigma}{R_{\min}} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{R_{\min}} \right)^6 \right]} = \epsilon \Leftrightarrow V_{\min}(R_{\min}) = -\epsilon$$

Benzène,  $\epsilon = 0,061$

Naphthalène,  $\epsilon = 0,187$

Anthracène,  $\epsilon = 0,200$

4) a) Dipôle d'asymétrie, arrangement anti-parallèle offre une position relative plus favorable donc  $\oplus$  interactions

b) Interactions de London  $\approx$  répulsives

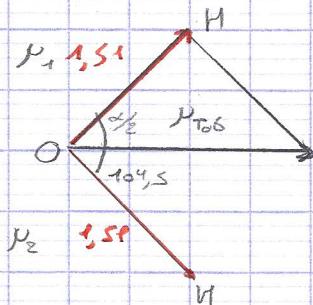
c) que London

# Prépa TD Chimie

## Moment dipolaire : interactions intermoleculaires

### Exercice 1

1)  $\mu_{\text{OH}} = 1,51 \text{ D}$        $\alpha = 104,5^\circ$

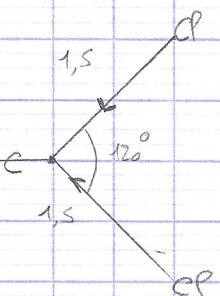
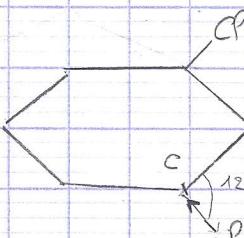


$$\|\vec{\mu}_1\| = \mu_1 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\|\vec{\mu}_2\| = \mu_2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\begin{aligned}\vec{\mu}_{\text{tot}} &= \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 \\ \mu_{\text{tot}} &= 2\mu_1 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \\ &= 1,85 \text{ D}\end{aligned}$$

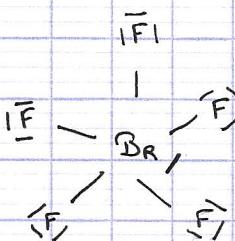
2)



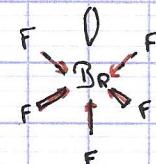
$$\mu_{\text{tot}} = 2\mu_1 \cos(60^\circ) = \mu_{\text{loop}}$$

3)

Br

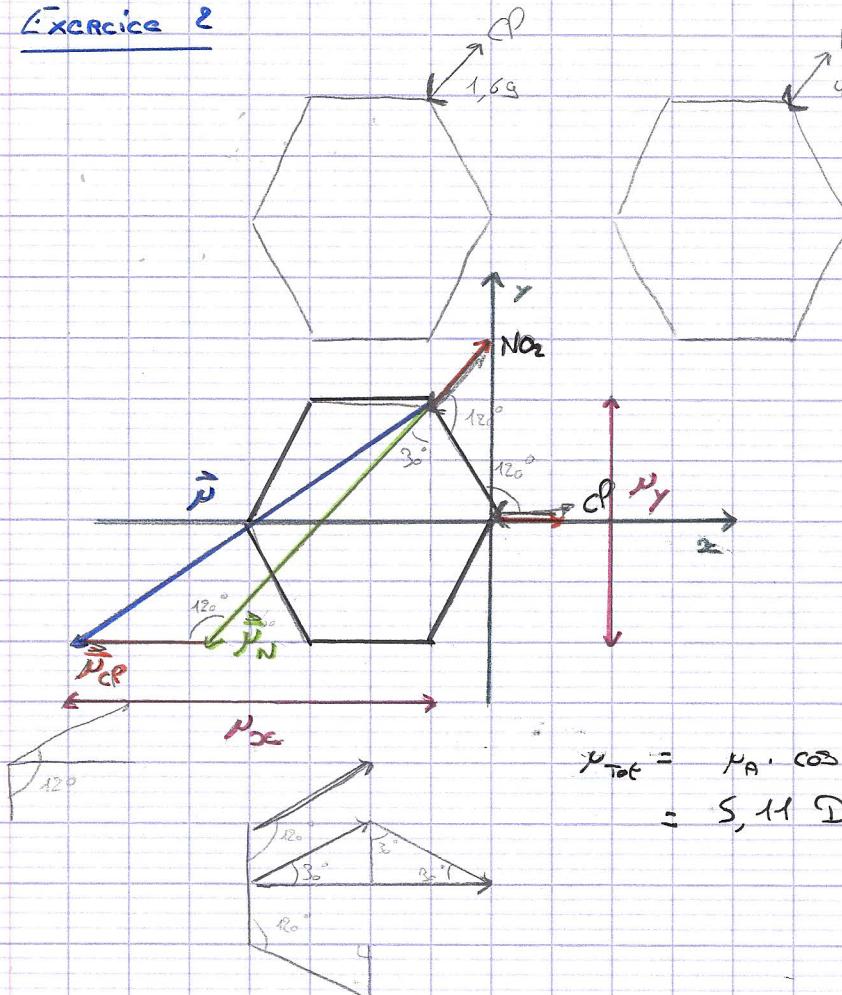


BR:  $\text{AX}_4^-$ :  $sp^3d^2$ : octaèdre



Le  $\text{BrF}_5$  possède un moment dipolaire car toutes les charges négatives se compensent pas. C'est donc  $\mu \neq 0$

### Exercice 2



$$\begin{aligned}\mu_{\text{tot}} &= \mu_x \cdot \cos 30 + \mu_z \cdot \cos 30 \\ &= 5,11 \text{ D}\end{aligned}$$

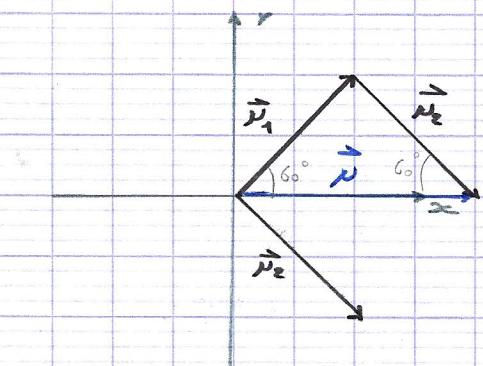
$$\mu_x = \bar{\mu}_{CP} + \mu_N \sin(30^\circ) = 3,8$$

$$\mu_y = \bar{\mu}_N \cdot \cos(30) = 3,65$$

$$\mu = \sqrt{\mu_x^2 + \mu_y^2} = 5,27$$

### Exercice 3

1)



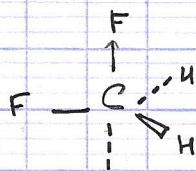
$$\begin{aligned}\mu &= \mu_1 \cdot \cos \frac{60}{2} + \mu_2 \cdot \cos \frac{60}{2} \\ &= 2\mu_1 \cdot \cos \frac{60}{2} \\ &= 1,85 \text{ D}\end{aligned}$$

2)  $\chi(L) \ll \chi(I) < \chi(B_R) < \chi(CP) < \chi(F)$  Plus la dipôle électrique est grande  $\Rightarrow$  le dipôle permanent est fort et donc les interactions de Keesom  $\Rightarrow$  donc la température de fusion  $\rightarrow$

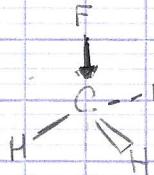
Prépa TP

### Exercice 5

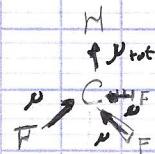
1)  $\alpha = 103,5^\circ$



2)



$$\mu = \mu_{CF}$$



3)

$$\langle O = S = O \rangle$$

### Exercice 6

1) Keesom : Interactions entre un dipôle/dipôle

Debye : Interactions entre un dipôle / dipôle induit

London : Interactions de dispersion.

Nature électrostatique

2) Argon est un gaz rare interactions Z

$CH_4$  est apolaire Pas interactions de Debye et Keesom donc réduites.

3)  $T(H_2O) > T(NH_3) > T(CH_4) > T(Ar)$

### Exercice 7

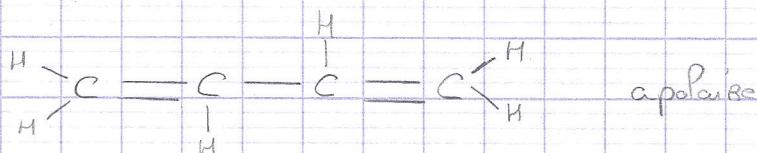
1) Dipôle / dipôle : Keesom

Liaison Hydrogène

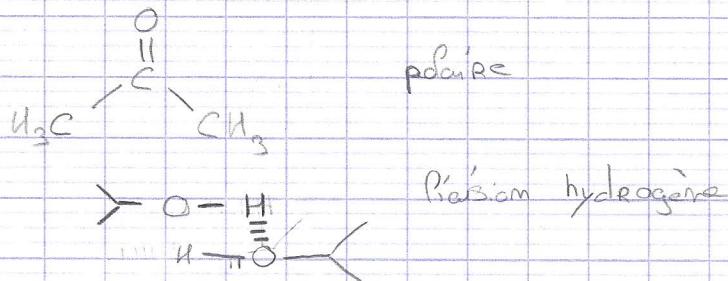
Dipôle / dipôle induit : Debye

Dispersion : London

2)



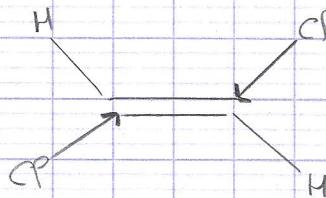
Les composés apolaires ont une température d'ébullition inférieure aux polaires



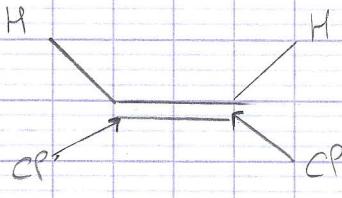
### Exercice 8

1) voir exo 6.

2)



apolaire  
47,7 °C

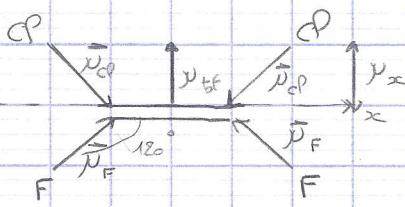
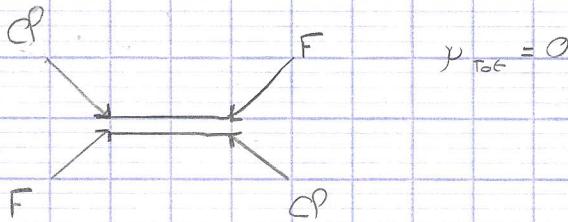


polaire  
60,3 °C

Exercice 9

3

1)



$$\begin{aligned} \mu_F \cdot \cos(30^\circ) + \mu_F \cdot \cos(30^\circ) - \mu_{CP} \cdot \cos(30^\circ) - \mu_{CP} \cdot \cos(30^\circ) \\ = 2\mu_F \cdot \cos(30^\circ) - 2\mu_{CP} \cdot \cos(30^\circ) \\ = 0, \text{ sg D} \end{aligned}$$

Exercice 10

1) Debye, Keesom, London

2) a) Le mouvement électronique d'une molécule est sensible à la présence d'un champ électrique externe, si elle est polarisable.

La présence d'une charge près d'une molécule mettra son polarisabilité en présence et provoquera une déformation de son mouvement électronique ce qui crée un moment dipolaire induit.

$$\begin{aligned}
 b) & - \frac{3}{2} \left( \frac{\epsilon \alpha^2}{2\epsilon \alpha^2} \right) \cdot \frac{\alpha^2}{(4\pi \epsilon_0)^2} \cdot \frac{1}{R^6} \\
 & = - \frac{3\epsilon \alpha^2}{4} \cdot \frac{\alpha^2}{R^6}
 \end{aligned}$$

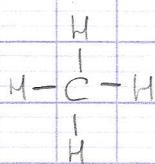
$$\frac{m^3 \cdot R_j}{mol \cdot m^{-6}}$$

$$= \mu^3 \cdot R_j \cdot mol^{-1}$$

Dichlore :  $V(R) = -8,11 \cdot 10^{-32} R_j \cdot \mu^3 \cdot mol^{-1}$

Tétrachlorométhane :  $V(R) = -1,26 \cdot 10^{-30} R_j \cdot \mu^3 \cdot mol^{-1}$

$$\begin{aligned}
 pm &= m^{-12} \\
 pm^8 &= m^{-6} \\
 pm^6 &= m
 \end{aligned}$$

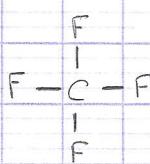


apolaire  $\chi(H) \approx \chi(C)$

$$R(F) < R(H) < R(CP)$$

Plus le volume de Pa mol ↗

plus Pa polarisabilité ↗ et + Pa  
interaction de London ↗ donc + Pa

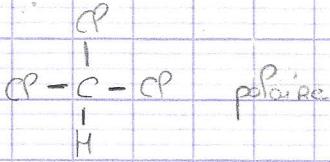


apolaire  $\chi(C) < \chi(F)$  temp de fusion ↗

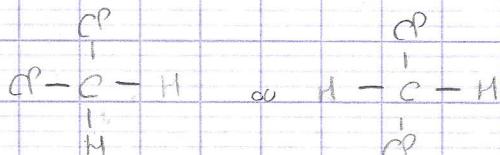
$$dans T(CF_4) < T(CH_4) < T(CCP_4)$$



apolaire  $\chi(C) < \chi(CP) < \chi(F)$

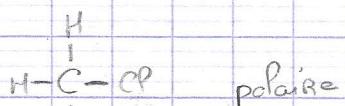


Plus il y a de liaison  
C-CP plus Pa interaction  
de London ↗ donc



polaire  
apolaire

$$\begin{aligned}
 T(CCP_4) &> T(CHCP_3) \\
 &> T(CH_2CP_2) > T(CH_3CP)
 \end{aligned}$$



$$\frac{R^6 - 2\sigma^6}{R^{12}} = 0$$

$$\frac{1}{R^6} - \frac{2\sigma^6}{R^{12}} = 0$$

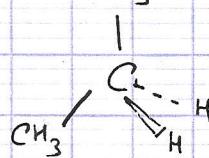
$$R^{-12} - R^{-6} = 0$$

$$R = 2^{\frac{1}{6}} \sigma$$

$$\frac{R}{2^{\frac{1}{6}}} = \sigma$$

$$R^6 - 2\sigma^6 = 0$$

$$R^6 = 2\sigma^6$$

Exercice 141) a)

$\chi(\text{H}) \approx \chi(\text{C})$

La molécule est apolaire

(2)



molécule polaire

Les molécules polaires ont des interactions de Keesom plus importantes et donc une température d'ébullition plus élevée.

b) Les deux molécules sont polaires car le m-butane à une chaîne carbonnée + longue et donc des interactions de London + fortes

donc  $T(1) < T(2)$ 

+ une molécule + volumineuse + elle est polarisable  
→ interactions de London.

2) a) La colonne du carbone forme toujours des entités polaires ayant une température de fusion inférieure aux espèces apolaires (interactions de Keesom faibles)

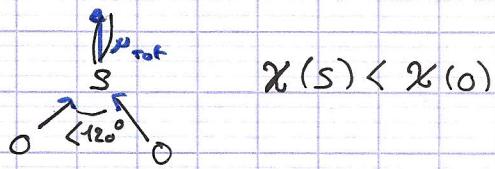
b) Quand  $m: s \rightarrow s$  le volume des atomes → donc le volume des molécules → et la polarisabilité → donc les interactions de London → et la  $\Theta_{\text{F.D.}}$  →

c) Si y a présence de liaisons hydrogène donc  $\Theta_{\text{F.D.}} \rightarrow$

3) a)  $\text{SO}_2$ :  $\langle \text{O} = \text{S} = \text{O} \rangle$

S:  $\text{AX}_2\text{E}^-$  rep: triangle géo: coquée

$$\begin{aligned}300\text{pm} \\= 300 \cdot 10^{-10} \text{ m}\end{aligned}$$



La molécule est donc polaire

b)  $V_{dd}(R) = 5,06 \cdot 10^{+16} \text{ J}$   
 $V_{dd}(R) = 2,53 \cdot 10^{+16} \text{ J}$

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{av}} = e\bar{J} \\= 5,06 \cdot 10^{+16}\end{aligned}$$

c)  $3,04 \cdot 10^{24} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $1,52 \cdot 10^{24} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

### Exercice 12

## Exercice 1



• 3a g      • 10L

• 300 °C

1) Élimination

$$PV = mRT$$

$$m_0 = \frac{m}{M} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ mol}$$

$$P = \frac{m_0 RT}{V} = 2,38 \text{ atm}$$



$t_0$	$m_0$	0	0
$t$	$m_0 - x$	$x$	$x$

$$P_i = x_i \cdot P_{\text{tot}}$$

$$P_{\text{tot}} = \frac{m_{\text{tot}}}{M_{\text{tot}}} \cdot \frac{RT}{V}$$

$$\Rightarrow m_{\text{tot}} = \frac{V \cdot P_{\text{tot}} \cdot M_{\text{tot}}}{RT}$$

$$x_i = \frac{m_i}{m_{\text{tot}}}$$

$$x_{\text{CH}_3\text{CH(OH)CH}_3} = \frac{m_0 - x}{m_{\text{tot}}} = 0,20$$

$$= 0,84 \text{ mol}$$

$$x_{\text{H}_2} = x_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = \frac{x}{m_{\text{tot}}} = 0,40$$

$$m_{\text{tot}} = m_0 - x + x + x$$

$$= m_0 + x$$

$$x = m_{\text{tot}} - m_0$$

$$= 0,39 \text{ mol}$$

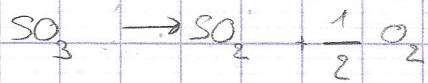
$$P_{\text{CH}_3\text{CH(OH)CH}_3} = (m_0 - x) \cdot P_{\text{tot}}$$

$$= 0,76 \text{ atm}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} &= P_{\text{H}_2} = x \cdot P_{\text{tot}} \\ &= 1,68 \text{ atm} \end{aligned}$$

$$q = \frac{\text{obtenus}}{\text{théoriques}} = \frac{x}{m_0} = 68\%$$

Exercise 2



$P_o, T_o, V = \text{cte}$

t <sub>0</sub>	$m_o$	0	0
t	$m_o - x$	x	$x/2$

$$\begin{aligned} 1) \quad P_i &= x \cdot P_{T_o, V} \\ P &= \frac{(m_o - x)}{V} \cdot RT \\ P_{SO_3} &= x \cdot \frac{RT}{V} \\ P_{SO_2} &= \frac{1}{2}x \cdot \frac{RT}{V} \end{aligned}$$

$$P_{T_o, V} = \sum_i P_i = m_{\text{tot}} \cdot \frac{RT}{V} = \left( m_o + \frac{x}{2} \right) \cdot \frac{RT}{V}$$

$$2) \quad \frac{x}{m_o}$$

$$\text{at } t_1 \quad P_o = m_o \cdot \frac{RT_o}{V} \quad (1)$$

$$\text{at } t_2 \quad P = \left( m_o + \frac{x}{2} \right) \cdot \frac{RT}{V} \quad (2)$$

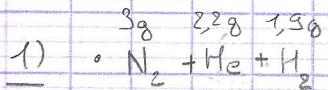
$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{P}{P_o} = \frac{m_o + \frac{x}{2}}{m_o} \cdot \frac{T}{T_o}$$

$$\frac{PT_o}{P_o T} = 1 + \frac{x}{2m_o}$$

$$2 \left( \frac{PT_o}{P_o T} - 1 \right) = \frac{x}{m_o}$$

$$1 + \frac{x}{2m_o}$$

### Exercice 3



• 10 L

• 30 °C

a)  $P = \frac{m RT}{V}$

$m = \frac{M}{m}$

$m_{\text{N}_2} = 0,11 \text{ mol}$

$m_{\text{He}} = 0,55 \text{ mol}$

$m_{\text{H}_2} = 0,38 \text{ mol}$

$m_{\text{tot}} = 1,64 \text{ mol}$

b)  $P_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} \cdot P_{\text{tot}} = 0,28 \text{ atm}$

$P_{\text{He}} = x_{\text{He}} \cdot P_{\text{tot}} = 1,40 \text{ atm}$

$P_{\text{H}_2} = x_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{tot}} = 0,42 \text{ atm}$

2)



$$\begin{array}{ccccc} m_0 & & 0 & & 0 \\ & & & & \\ m_0 - x & & x & & \frac{1}{2}x \end{array}$$

• 300 °K

• 7,14 g  $\text{SO}_3$ ,  $m_0 = 88,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

• 2L

$P = \frac{m}{V}$

• taux de dissociation

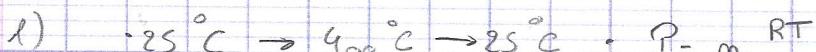
$\frac{x}{m_0} = 0,28$

$x = 0,28 m_0$

$= 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$m = 7,14 \text{ g}$

### Exercice 4



• 1L

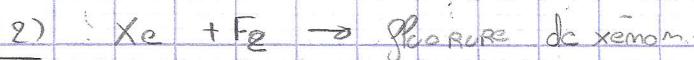
$m = \frac{PV}{RT} = 0,38 \text{ mol}$

•  $P_{\text{F}_2} = 8 \text{ atm}$

•  $P_{\text{xe}} = 1,7 \text{ atm}$

•  $P_{\text{F}} = 4,6 \text{ atm}$

•  $m = 0,07 \text{ mol}$

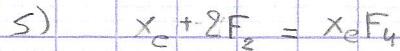


$$\frac{m_{F_2}}{m_{F_2}} = \frac{P_8 V}{RT_8} = 0,19 \text{ mol}$$

$$\text{consommée} = m_{F_2} - m_{F_2}^{'} = 0,13$$

3)  $m_{F_2} = 0,13$

$$m_{F_2}^{'} = 0,26$$



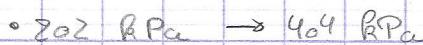
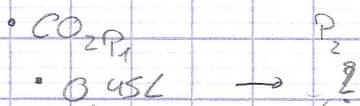
4)  $\frac{m_F}{m_{Xe}} = 4$



$$\frac{m RT}{V}$$

### Exercice 5

1)



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\alpha R T_1}{\alpha R T_2} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{P_1 \cdot T_2 \cdot V_1}{P_2 \cdot T_1} = V_2$$

$$V_2 = 0,18 L$$

2)



$\bullet 3,9g$

$\bullet m = 0,05 \text{ mol}$

$\bullet 15L$

$\bullet 1,5 \text{ mol } O_2$

$\bullet 50^\circ C$

$$P_{\text{tot}} = 2,78 \text{ atm}$$

$$\chi_G = \frac{m_G}{m_{\text{tot}}}$$

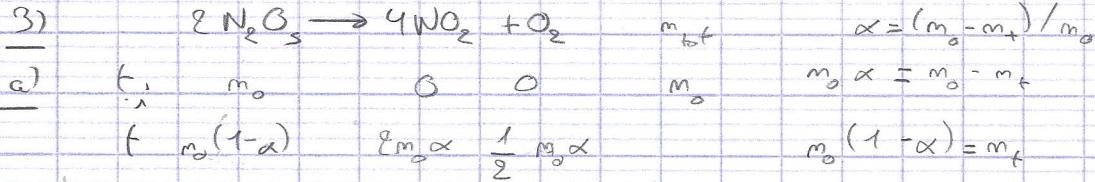
$$\chi_{C_6H_6} = 3\%$$

$$\chi_{O_2} = 97\%$$

$$P_i = \chi_i \cdot P_{\text{tot}}$$

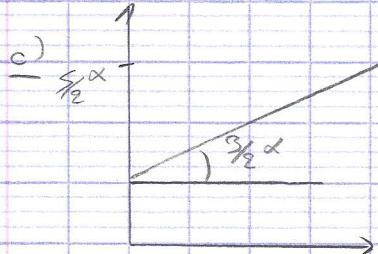
$$P_{C_6H_6} = 0,08 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = 2,70 \text{ atm}$$



$L \text{ dL}^{-1} \text{ mL}^{-1}$   
 $O, O \text{ S } O$

b)  $P_f = m_{\text{tot}} \frac{RT}{V} = \left(m_0 + \frac{3}{2}\alpha\right) \frac{RT}{V}$



$$P_f = m \frac{RT}{V}$$

### Exercice 6

50 mL =

- 50 mL
- 100 atm
- 20 °C

1)  $m = \frac{PV}{RT} = 0,21 \text{ mol}$

2)  $V_m = \frac{V}{m} = 0,24 \text{ L}$

3)  $P = m \frac{RT}{V} \Rightarrow \frac{mRT}{P} = V \Rightarrow V = 5,1 \text{ L}$

### Exercice 7

- 1,50 L
- 20 °C
- 1 atm
- 80 % azote
- 20 % O<sub>2</sub>

$$m = \frac{PV}{RT}$$

1)  $V_{N_2} = 1,2 \text{ L}$

$$m_{N_2} = 0,049 \text{ mol}$$

$$V_{O_2} = 0,3 \text{ L}$$

$$m_{O_2} = 0,012 \text{ mol}$$

$$m_{\text{tot}} = 0,061$$

2)  $V \text{ constante} \text{ alors } \frac{P}{T} \text{ cte}$

$$P = m \frac{RT}{V} = 1,3 \text{ atm}$$

3)  $m_{O_2} = 0,012 \text{ mol}$

$$m_{N_2} = 0,049 \text{ mol}$$

$$P = \frac{mRT}{V} \Leftrightarrow V = \frac{mRT}{P}$$

$$V_{N_2} = 1,58 \text{ L}$$

$$V_{O_2} = 0,37 \text{ L}$$

$$V_{m_{O_2}} = \frac{V}{m_{O_2}} = 31,0 \text{ L.mol}^{-1}$$

$$V_{m_{N_2}} = \frac{V}{m_{N_2}} = 25,0 \text{ L.mol}^{-1}$$

### Exercice 8

B<sub>1</sub> 0°C B<sub>2</sub>

3L 1L

9 atm 6 atm

CO<sub>2</sub> O<sub>2</sub>

$$1) P = \frac{mRT}{V}$$

- méglige l'interaction entre les molécules

- méglige le volumes des molécules

$$2) P_i = x_i \cdot P_{\text{tot}}$$

$$m_{CO_2} = \frac{PV}{RT} = 0,53 \text{ atm mol}$$

$$m_{O_2} = 0,26 \text{ mol}$$

$$P_{CO_2} = \frac{m_{CO_2} \cdot RT}{V_1 + V_2} = 3 \text{ atm}$$

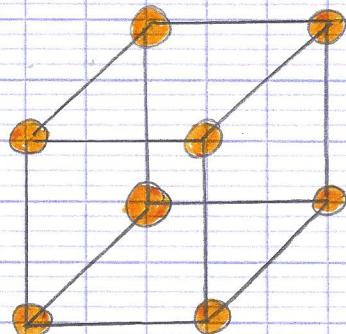
$$P_{O_2} = 1,47 \text{ atm}$$

$$3) P_{\text{tot}} = 9,47 \text{ atm}$$

$$4) \rho = \frac{m}{V} = \frac{m_{\text{tot}} \cdot \langle M \rangle}{V} = \frac{7900 \text{ g.m}^{-3}}{V} = 7,9 \text{ g.L}^{-1}$$

## Cristaux

### Exercice 1

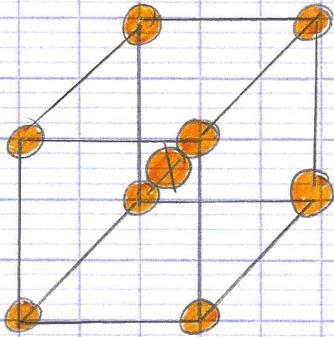


$$Z = 1$$

Les sphères atomiques sont tangentes le long d'une arête

$$a = 2R$$

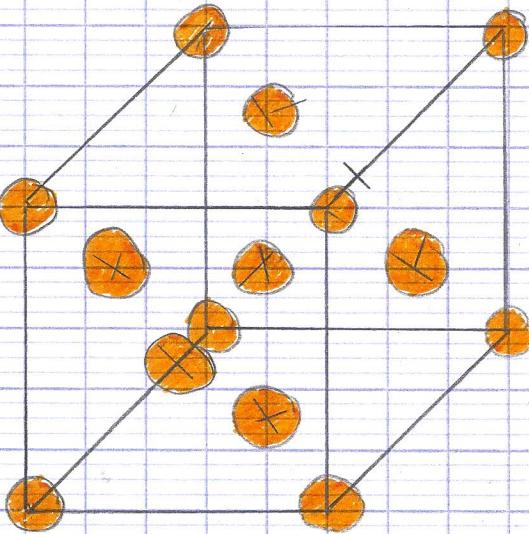
$$C = Z \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \frac{1}{a^3} = 0,52$$



$$Z = 2$$

$$a = \frac{4}{3} \sqrt{3} R \Leftrightarrow R = \frac{\sqrt{3}}{4} a$$

$$C = 0,68$$



$$Z = 4$$

$$a = 8\sqrt{2} R \Leftrightarrow R = \frac{\sqrt{2}}{4} a$$

$$C = 0,74$$

### Exercice 2

$$\text{g}_{\text{ER}} \propto: \rho = \frac{Z \cdot M}{N_a \cdot a^3} = 7,84 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$\text{g}_{\text{ER}} \propto: \rho = \frac{Z \cdot M}{N_a \cdot a^3} = 7,62 \text{ g.cm}^{-3}$$

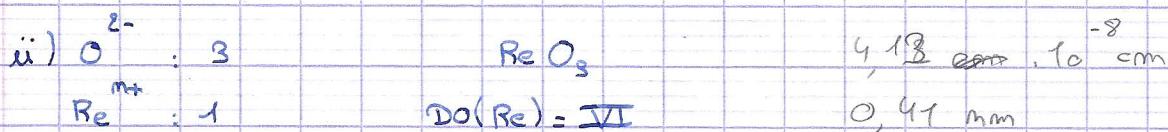
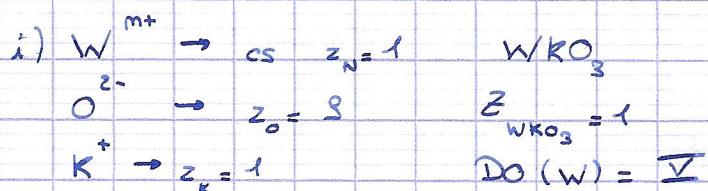
### Exercice 3

$$a = 8\sqrt{2} R$$

$$= 0,36 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{Z \times M}{N_a \times a^3} = 9,05 \text{ g.cm}^{-3}$$

### Exercice 4



### Exercice 5

$$\rho = 3,57 \text{ g.cm}^{-3}$$

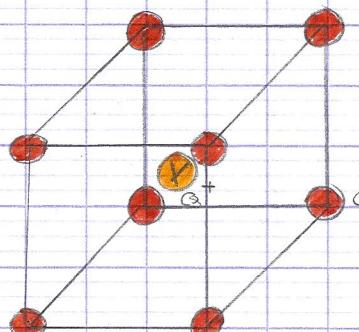
Les ions sont tangents suivant la diagonale du cube

$$\sqrt{3} a = 2R_{\text{cf}} + 2R_{\text{cs}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} a = d$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{M_{\text{cf}} + M_{\text{cs}}}{N_a \cdot \rho} \Leftrightarrow a = 0,41 \text{ mm.}$$

$$\text{donc } d = 0,36 \text{ mm}$$



Exercise 6

$$R_{Na^+} = 0,058 \text{ mm}$$

$$\rho_{NaCl} = 2,163 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$\rho_{CsCl} = 3,99 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$R_{Cs^+} ?$$

$$2R_{cp} + 2R_{cs} = \sqrt{3} a_1$$

$$2R_{cp} + 2R_{Na} = a_2$$

$$a_1 = 0,41 \text{ mm}$$

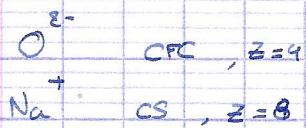
$$a_2^3 = \frac{4M_{Na} + 4M_{cp}}{N_A \cdot \rho}$$

$$a_2 = 0,56 \text{ mm}$$

$$\begin{cases} 2R_{cp} + 2R_{cs} = \sqrt{3} \cdot 0,41 \\ 2R_{cp} = 0,56 - 2 \cdot 0,058 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow R_{cp} = 0,182 \text{ mm}$$

$$R_{cs} = 0,173 \text{ mm}$$

Exercise 7

$$\rho = 2,27 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8M(Na) + 4M(O)}{Na \cdot a^3}$$

$$a = 0,57 \text{ mm}$$

### Exercise 8

$$1) \frac{4O^{2-}}{4M^{2+}} \quad 4(SAO)$$

$$2) a^3 = \frac{4M(O) + 4M(M')}{N_a \cdot \rho}$$

$$a = 0, 51 \text{ mm}$$

$$3) a = 2R_c + 2R_a$$

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{a}{2} - R_c \\ &= 0, 137 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$4) 62 \text{ atomos sont en contact si } 4R_a = \sqrt{2}a$$

$$\sqrt{2}a = 0, 78 \text{ mm}$$

$$4R_a = 0, 55 \text{ mm}$$

donc 1P<sub>3</sub> ne sont pas en contact

### Exercise 9

$$1) a) z = 4 \quad a = 2\sqrt{2}R \Leftrightarrow R = \frac{\sqrt{2}}{4}a$$

$$b) a^3 = \frac{4M(C_6)}{N_a \cdot \rho}$$

$$a = 0, 36 \text{ mm}$$

$$R = 0, 13 \text{ mm}$$

$$2) a = 0, 5333 \text{ mm}$$

$$R = 0, 856 \text{ mm}$$

$$M(K) = 39, 1 \text{ g/cm}^{-3}$$

$$\rho = \frac{M \cdot Z}{N_a \cdot a}$$

$$N_a = \frac{M \cdot Z}{\rho \cdot a^3} = 6, 023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

### Exercice 19

1) a) Fe:  $Z = 2$

$$a = 0,29 \text{ mm}$$

grande diagonale

$$a = \frac{4}{3} \sqrt{2} R \Leftrightarrow R = \frac{\sqrt{2}}{4} a$$

$$R = 0,13 \text{ mm}$$

$$C = 0,68$$

b) Cu:  $Z = 4$

$$a = 0,35 \text{ mm}$$

grande diagonale

$$a = 2\sqrt{2} R \Leftrightarrow R = \frac{\sqrt{2}}{4} a$$

$$R = 0,12 \text{ mm}$$

$$C = 0,79$$

2)  $\rho = 8,9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$

$$R = 0,143 \text{ mm}$$

$$Z = 2$$

$$\rho = \frac{M(\text{AP}) \cdot Z}{N_a \cdot a^3}$$

$$a^3 = \frac{M(\text{AP}) \cdot Z}{N_a \cdot \rho}$$

$$a = 0,31 \text{ mm}$$

$$R = 0,155 \text{ mm}$$

$$Z = 4$$

$$a = 0,405 \text{ mm}$$

$$R = 0,143 \text{ mm}$$

donc cristal cubique face centrée.

### Exercise 11

$$2) \quad a = 2\sqrt{2} R$$

$$R = \frac{\sqrt{2}}{4} a$$

$$3) \quad a = 408 \text{ pm}$$

$$4) \quad \rho = 17,63 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$M_{Ni} = 58,3 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\sqrt{2} a = 2R_{Ni} + 2R_{Au}$$

$$= 0,380 \text{ pm}$$

$$a^3 = \frac{3M_{Ni} + M_{Au}}{N_A \cdot \rho}, \quad a = \underline{0,38} \text{ mm}$$

$$0,388 \text{ pm}$$