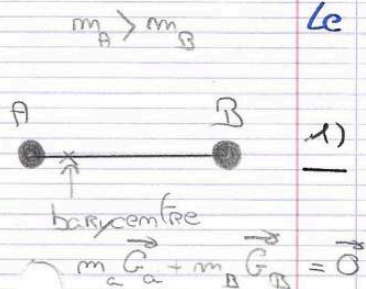
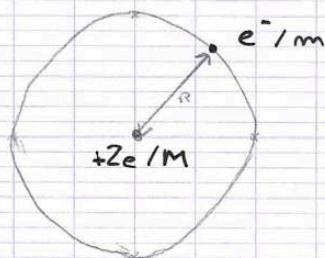


CORRECTION TD - Chimie générale - Les premiers modèles de l'atome



Le modèle de Rutherford. (1911)



$$M \gg m$$

Force de Coulomb: $F_c = - \frac{k \cdot Ze^2}{r^2} = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r^2}$

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

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

→ ($C \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$)

→ charge (q)

2) $E = q \cdot V \rightarrow$ différence de potentiel ($kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} \cdot C^{-1}$)

→ énergie ($J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$)

$$1F = 1C \cdot V^{-1}$$

$$1V = 1J \cdot C^{-1}$$

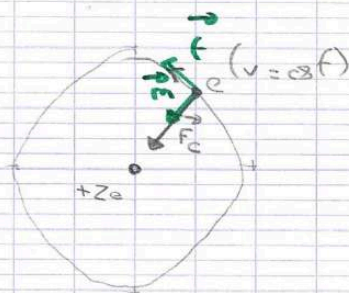
E s'exprime en $C \cdot m^{-1} \cdot V^{-1} = C^2 \cdot m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^2$

$F_c = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r^2}$ s'exprime en $\frac{m^2 \cdot kg}{C^2 \cdot s^2} \cdot \frac{C^2}{m^2} = kg \cdot m \cdot s^{-2}$

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

On a donc une dimension homogène à une masse accélérée.

3)



repère de Fresnel

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

dans le repère de Fresnel:

$$\vec{a} = a_r \vec{e}_r + a_\theta \vec{e}_\theta$$

$$= \frac{dv}{dt} \vec{e}_r + \frac{v^2}{R} \vec{e}_\theta \quad \text{car } v = \omega r$$

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

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

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

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

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

5) Force dérive d'une énergie: $F_c = - \frac{d\vec{L}_p}{dR}$
 $\cdot d\vec{L}_p = -F_c dR \Leftrightarrow \vec{L}_p = - \int_0^{+\infty} F_c dR$
 $= - \int_0^{+\infty} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{dR}{R^2}$
 $= - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R} + cte$

• On considère les conditions aux limites
 $R \rightarrow +\infty, \vec{L}_p \rightarrow 0$ dome $cte = 0$

• Ainsi: $\vec{L}_p = - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R}$

6) Théorème de viriel

pour un système à l'équilibre thermodynamique

$2\vec{L}_c + \vec{L}_p = 0 \quad \vec{L}_c > 0 \wedge \vec{L}_p < 0$

Correction TD

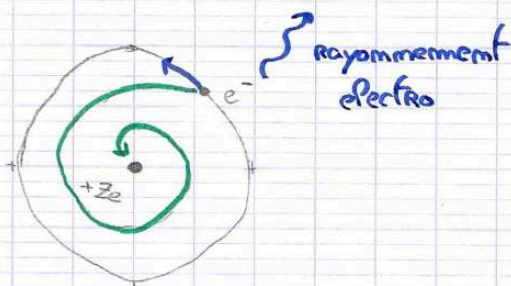
7) Énergie totale :

$$E_T = E_C + E_P = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{R}$$

$$= E_C = - \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{R}$$

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

8)

Si e^- perd de l'énergie alors il se rapproche du noyau

La physiq classiq ne permet pas d'expliquer la stab.ité des atomes.

II- Le modèle de Bohr (1913)

$$\frac{R \cdot m \cdot v}{m^2 \cdot v^2} = \frac{E_0}{Ze^2}$$

$$R = \frac{E \cdot m \cdot v^2}{Ze^2 \cdot m \cdot v}$$

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

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

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

On a aussi $E_C = \frac{Ze^2}{8\pi \cdot R \cdot E_0}$

Donc $\frac{m^2 \cdot v^2}{8\pi^2 \cdot m \cdot R^2} = \frac{Ze^2}{8\pi \cdot R \cdot E_0} \Leftrightarrow \frac{m^2 \cdot v^2}{\pi \cdot m \cdot R} = \frac{Ze^2}{E_0}$

$$\Leftrightarrow R = \frac{h^2 E_0}{\pi m e^2} \times \frac{m^2}{Z} \Leftrightarrow R = a_0 \frac{m^2}{Z}$$

 a_0 = Rayon de Bohr

$$a_0 = 0,5292 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 0,529 \text{ \AA}$$

$$4) \quad E_T = - \frac{1}{8} \cdot \frac{Ze^2}{\pi \epsilon_0 R}$$

$$\text{et } R = \frac{h^2 \cdot \epsilon_0}{\pi \cdot m \cdot e^2} \cdot \frac{n^2}{Z}$$

$$m = 100 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{100 \text{ cm}}$$

$$E_T = - \frac{1}{8} \cdot \frac{Ze^2}{\pi \epsilon_0} \cdot \frac{\pi \cdot m \cdot e^2}{h^2 \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Z}{n^2}$$

$$= - \frac{1}{8} \cdot \frac{e^4 \cdot m_e}{h^2 \cdot \epsilon_0^2} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$$

Joules

$$\frac{(1,602 \cdot 10^{-19})^4 \times (9,109 \cdot 10^{-31})}{(6,626 \cdot 10^{-34})^2 \times (8,854 \cdot 10^{-12})^2} \times \frac{(10^{-19})^4 \times 10^{-31}}{(10^{-34})^2 \times (10^{-12})^2}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$= - 2,1800 \cdot 10^{-18} \cdot \frac{Z^2}{n^2} \text{ J. } E = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= - 13,6 \frac{Z^2}{n^2} \text{ eV.}$$

$$= - 1,097 \cdot 10^7 \cdot \frac{Z^2}{n^2} (\text{m}^{-1}) = - 1,097 \cdot 10^5 \cdot \frac{Z^2}{n^2}$$

$$5) \quad R = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$$

$$n=1$$

$$R_1 = a_0$$

$$n=2$$

$$R_2 = 4a_0$$

$$n=3$$

$$R_3 = 9a_0$$

$$n=4$$

$$R_4 = 16a_0$$

III - Spectroscopie de l'atome d'hydrogène.

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

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

$$2) \quad \Delta E_{2,1} = \frac{hc}{\lambda} = h\nu_{2,1} = hc\bar{\nu}_{2,1}$$

$$\lambda = 122 \text{ nm (UV)}$$

$$\nu = 2,47 \cdot 10^{15}$$

$$\bar{\nu}_{2,1} = 8,2 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$d = v \cdot t$$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$\nu = \frac{\Delta E}{h}$$

Correction Spectroscopie des systèmes hydrogénoïdes

TD-Chimie

4

Exercice 1:

$$2) E_n = -13,6 \cdot \frac{Z^2}{n^2} \text{ eV}$$

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

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

$$Z = 4 \text{ Beryll } \text{Be}^{3+}$$

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

$$= -13,6 \cdot Z^2 \left| \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right|$$

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

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

Exercice 2:

$$1) Z = 1, m = 1, \frac{1}{\lambda} = R_H \left(1 - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\rightarrow n_2 = 4$$

$$Z = 1, m = 4, \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\rightarrow n_1 = 3$$

	ΔE eV	σ Hz
3 $\rightarrow$ 1	12,09	$2,92 \cdot 10^{15}$
2 $\rightarrow$ 2	10,2	$2,49 \cdot 10^{15}$
2 $\rightarrow$		
3 $\rightarrow$ 2	1,8	$4,57 \cdot 10^{14}$

Exercice 3

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

a) $E_I = E_\infty - E_1$
 $\Delta E_{1-8} = h.c. R_H \left(\frac{1}{m_2^2} - \frac{1}{m_8^2} \right) = h.c. R_H$

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

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

b) $Z^{2+} \quad Z=3$

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

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

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

Exercice 4

Série de Lyman : retour sur RP 1.

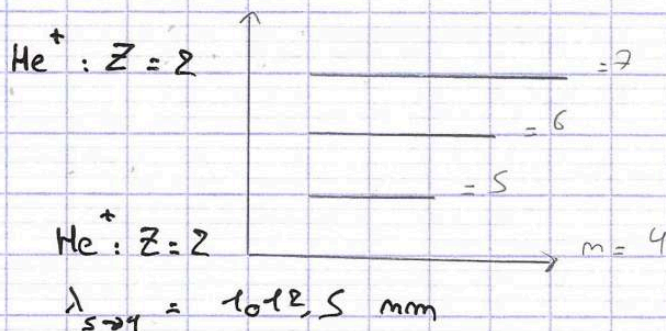
1) $\frac{1}{\lambda_{n \rightarrow 1}} = R_H Z^2 \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$ $\frac{\lambda_{m \rightarrow 1}}{\lambda_{n \rightarrow 1}} = \frac{1 - \frac{1}{m^2}}{1 - \frac{1}{n^2}} = \frac{1 - \frac{1}{m^2}}{1 - \frac{1}{(n-1)^2}}$
 $\frac{1}{\lambda_{m \rightarrow 1}} = R_H' Z^2 \left(1 - \frac{1}{m^2}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

2) Raie 1: $\lambda^{-1} = 410633,533 \text{ cm}^{-1}$ $5 \rightarrow 1$ $m+3 \rightarrow 1$
2: $\lambda^{-1} = 407009,310 \text{ cm}^{-1}$ $4 \rightarrow 1$ $m+2 \rightarrow 1$
3: $\lambda^{-1} = 380216,235 \text{ cm}^{-1}$ $3 \rightarrow 1$ $m+1 \rightarrow 1$
4: $\lambda^{-1} = 320807,448 \text{ cm}^{-1}$ $2 \rightarrow 1$ $m \rightarrow 1$

$$R_x = \frac{1}{\lambda_4} \times \frac{1}{1 - \frac{1}{4}} = 427.743 \text{ cm}^{-1}$$
$$Z^2 = \frac{R_x}{R_H} = 4$$

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

Correction Exercice 5
TD-Chimie



$$\frac{1}{\lambda_{8 \rightarrow 7}} = R_H \cdot Z^2 \cdot \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{8^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{9 \rightarrow 7}} = R_H \cdot Z^2 \cdot \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{9^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{5 \rightarrow 7}} = R_H \cdot Z^2 \cdot \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right) \Rightarrow R_H = \lambda_{5 \rightarrow 7}^{-1} \times \frac{1}{Z^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right)}$$

Exercice 6

$$EI(\text{He}^+) = 54,4 \text{ eV}, \quad EI(\text{Li}^{2+}) = 122 \text{ eV}$$

$$\Delta EI = E_{\infty} - E_1 = 13,6 Z^2$$

pour He:

$$E_1 = -54,4 \text{ eV}$$

$$E_2 = -13,6 \text{ eV}$$

$$E_3 = -6,04 \text{ eV}$$

Pour Li:

$$E_1 = -122 \text{ eV}$$

$$E_2 = -30,6 \text{ eV}$$

$$E_3 = -13,6 \text{ eV}$$

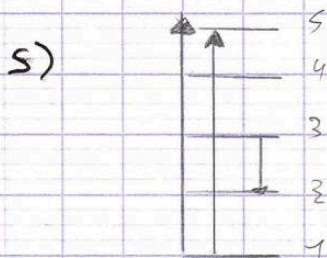
Exercice 2

1) $E_n = -13,6 \cdot \frac{Z^2}{n^2}$ avec $Z=1$ 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) $\lambda = 9,5 \cdot 10^{-8}$ $\Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = 2,07 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
 $= 12,9 \text{ eV}$

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



6) E_m partant du niveau $m=5$

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

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

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

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

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

C'est possible

Série de Balmer

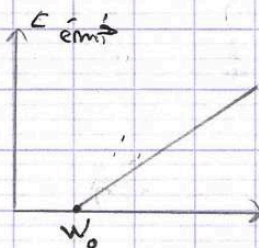
ΔE

Effet photo électrique

Exercice 1: 1) Einstein: $h \cdot \nu = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2$

$\downarrow$ $\downarrow$ $\rightarrow$
 énergie du photon incident énergie d'ionisation du métal énergie cinétique de l'électron

2) $\lambda_{\text{max}} = 564 \text{ nm}$
 $W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{max}}} = \underline{2,20 \text{ eV}}$



Correction 11
Chimie

3) $\lambda = 400 \text{ nm}$
$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_0$$
$$= 3,10 - 2,20$$
$$= \underline{0,9 \text{ eV}}$$

4) De Broglie

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{\sqrt{2 E_m}}, \quad E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$
$$= 1,29 \cdot 10^{-9}$$
$$= \underline{12,9 \text{ \AA}}$$

5) $13 \text{ \AA} \approx 12,9$: phénomène de diffraction

Exercice 2:

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

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

$$\Delta E = E_c + W_0 \Rightarrow \underline{7,17 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \Rightarrow \underline{4,32 \cdot 10^5 \text{ RJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Exercice 3:

a) $\frac{h \cdot c}{\lambda} = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow \lambda = \underline{230 \text{ nm (UV)}}$

c) λ 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:

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

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

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

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

$$4) \quad \Delta E = W_0 + E_c \Rightarrow \Delta E - W_0 = E_c \\ \Rightarrow \underline{E_c = 5,23 \text{ eV}}$$

Exercice 5:

$$\lambda_s = 0,66 \text{ } \mu\text{m}$$

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

$$2) \quad \lambda / \frac{h \cdot c}{\lambda} = 2W_0 \\ = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \\ 2W_0 = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \lambda = 330 \text{ nm} \\ v = \underline{8,10 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}}$$

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

$$4) \quad \text{Effet quantique : indetermination sur la position}$$

Prépa T Exercice 6

Correction

TD chimie

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

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

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

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

$$2) \lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \underline{2,42 \text{ nm}} \quad \text{physiq. quantig}$$

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

4)

Correction Orbital et nombres quantiques:

TD chimie

Exercice 1:

- 1) Équation de Schrödinger $\rightarrow$ état
 $\rightarrow$ solutions infinites $\rightarrow$ 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 polyélectronique $\rightarrow$ densité de proba de présence simultanée.

pour 1 électron: $|\Psi|^2 = \frac{dP}{dV}$ $\Rightarrow dP = |\Psi|^2 \cdot dV$
 $P = \int_V |\Psi|^2 dV$
 en m^{-3}

- 3) pour H: les OA s'expriment: $\Psi_{n\ell m}(r, \theta, \varphi)$
 $n > 0$
 $n \geq \ell \geq 0$
 $-\ell \leq m \leq +\ell$ 3 dimensions

Énergie de l'OA $\Psi_{n\ell m} = -13,6 \frac{Z^2}{n^2}$

4) $\Psi_{100} = 1s$ $\Psi_{411} = 4p$
 $\Psi_{321} = 3d$

- 5) Ψ_{100} : symétrie sphérique. (dépend q de r)
 $|\Psi|^2$ est normalisée.

Exercice 2:

n	ℓ	m	s	OA
3	1	0	$\frac{1}{2}$	3p
4	0	0	$-\frac{1}{2}$	4s
3	1	0	$-\frac{1}{2}$	3p
3	0	0	$\frac{1}{2}$	3s
3	1	-1	$\frac{1}{2}$	3p

donc 1, 3, 5 ont la même énergie
d'après la règle de **Klechkowski**:

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

Exercice 3:

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

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

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

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

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

Structure électronique des atomes classification périodique et propriétés des éléments.

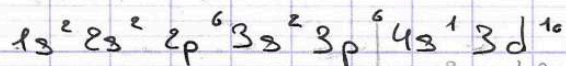
Exercice 1:

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

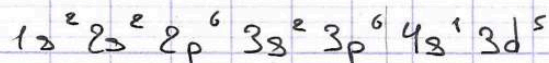
Klechkowski: état fondamental OA de plus basse énergie

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

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



Cr ($Z=24$)



4s² 3d⁴ moins stable

4s² 3d⁹ moins stable

CORRECTION Exercice 2

TD chimie

- 9 : F : halogène , $2s^2 2p^5$
 11 : Na : alcalin , $3s^1$
 16 : S : Chalcogène , $3s^2 3p^4$
 19 : K : Alcalin , $4s^1$

Isoélectronique : m mbr d'électrons

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

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

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

$$K^+ : 18 e^- \quad (\text{argon}) \quad \text{DO} : I$$

Exercice 3

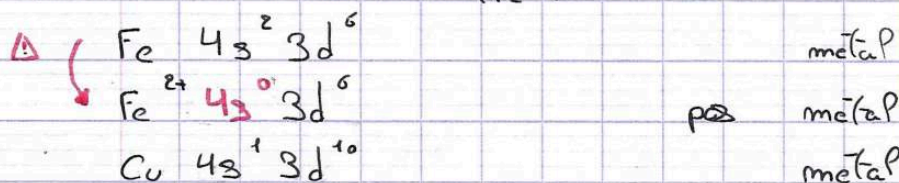
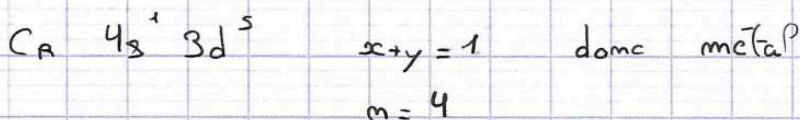
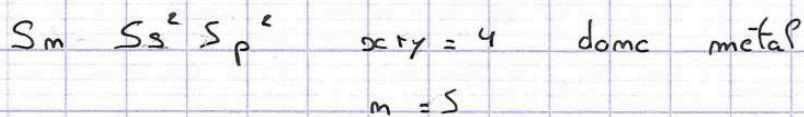
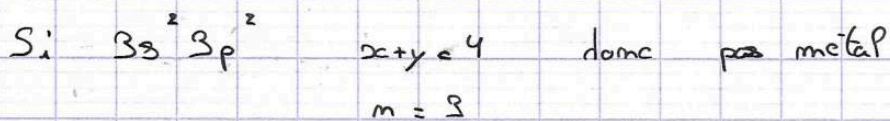
Mg	Alcalino	12	$\rightarrow 3s^2$
Na	Alcalin	11	$\rightarrow 3s^1$
S	Chalcogène	16	$\rightarrow 3s^2 3p^4$
I	Halogène	53	$\rightarrow 5s^2 5p^5$

L'électronegativité est l'aptitude des atomes à gagner ou perdre des électrons lorsqu'ils sont engagés dans une liaison chimique avec d'autres atomes

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

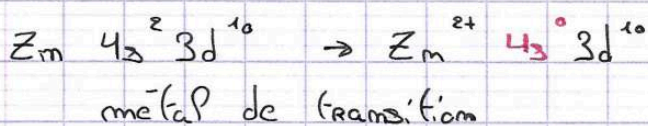
Les atomes ont tendance à adopter la structure électronique stable (gaz rare)

Exercice 4: règle de Sanderson $ms^x ms^y \leq n \rightarrow \text{métal}$

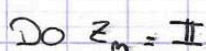
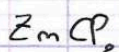


Exercice 5

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

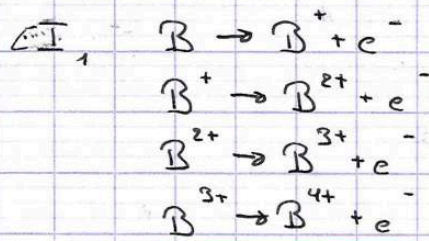
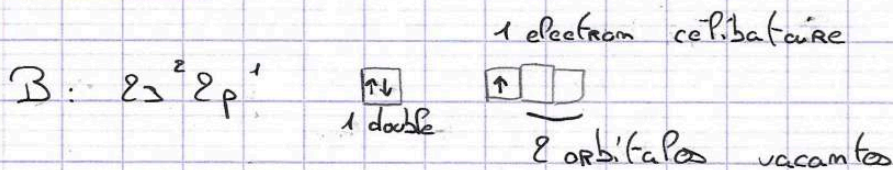


$$R_{\infty} = R_H \cdot Z^2$$



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

Exercice 7



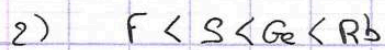
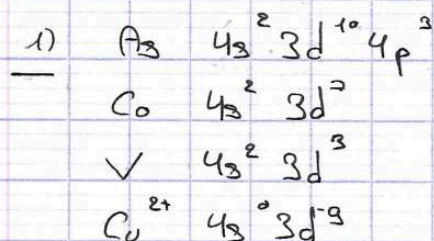
3 première = électron de valence
 dernière = électron de cœur

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

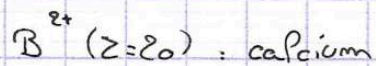
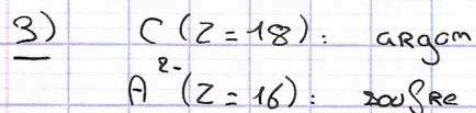
$$\text{É.I.}(B^{4+}) = 13,6 \cdot Z^2$$

Correction Exercice 9

TD chimie



- Pourquoi on descend d'une colonne
- sur une période car plus électrons → donc électrons sont + attirés.



Exercice 9:

- 1) Chrom $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$
Arsemic $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$
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

- 3) C $\Rightarrow$ Argon A^{2-} $\Rightarrow$ Soufre B^{2+} $\Rightarrow$ Calcium

Exercice 10

- 1) ... $4s^2$: Calcium ... $4p^2$: Germanium
... $5p^5$: Iode ... $3d^7$: Cobalt

- 2) [Ar] $4s^2 3d^3$ • [Ar] $4s^2 3d^3$
• [Ar] $4s^2 3d^8$ • [Ar] $4s^2 3d^{10}$

- 3) C $\Rightarrow$ Argon A^{2-} $\Rightarrow$ Soufre B^{2+} $\Rightarrow$ Calcium

- 4) a) Mg : Alcalino terreaux CP: ~~Chlore~~ Chalcogène
Ba : Alcalino terreaux I: ~~Chlore~~ halogène
Na : Alcalin Pb: famille du C
S : Chalcogène AR: gaz nobles

- b) Règle de Sanderson: ms^x, mp^x
métal si $x+y \leq m$

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

- d) IP croît quand on augmente le Rayon atomique
- Le Rayon de covalence décroit sur une période car lorsque le nbr d'électrons $\rightarrow$ les électrons sont $\oplus$ attirés par le noyau.
 - Le Rayon $\rightarrow$ lorsqu'on descend une colonne

Exercice 11

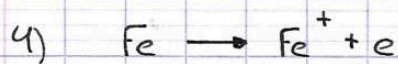
- 1) • 1st ionisation : électron de valence
 • 2nd ionisation : électron de cœur
- Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- Si on change d'une période à une autre.

2) F < N < Li < K < Cs voir 10)d).

Exercice 12

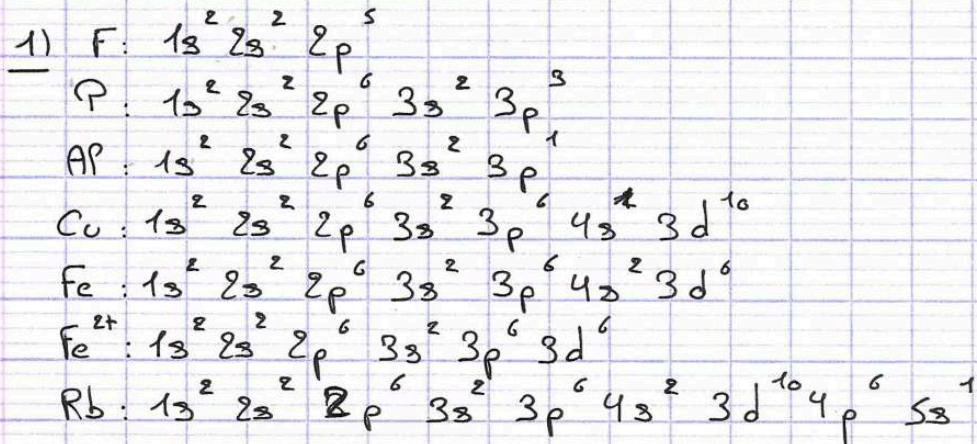
- 1) 2) Mg (alcalino terreux): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 K (alcalin) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
 Cr (métal de transition) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
 Fe (métal de transition) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
 Br (halogène) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

3) Fe²⁺: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^6$



5) 762,5 kJ.mol⁻¹ = 7,9 eV = $\Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$
 $\lambda = 157 \text{ nm.}$

Exercice 13



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

Sanderson

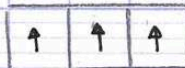
3) le cuivre, le ger

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

5) • Règle de Klechkowski



• 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^-

b) Al n'a qu'un e^- sur la couche 3s, il a donc tendance à former du Al^+ . 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^+ .

c) L'ectron de cœur

Exercice 14

a) Rb^+ b) $Z = 56$ c) Le cuivre et le chrome sont des exceptions

d) $CI(F) = 1681$, $CI(Cl) = 1251$, $CI(Br) = 1140$.

e) $Z = 52$

Exercice 15

1) K: $4s^1$ Cu: $4s^1 3d^{10}$
Sc: $4s^2 3d^1$ Ag: $5s^1 4d^{10}$
Fe: $4s^2 3d^6$ Au: $6s^1 5d^{10}$

2) Rb: $Z = 37$ $5s^1$

Exercice 16

- a) b) Mg (Alcalino-terreux) : $3s^2$
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) Magnésium (Sonderatom)

ΔE

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

- d) Mg^{2+} : $2s^2 2p^6$
 Cl^- : $3s^2 3p^6$
 Se^{2-} : $4s^2 3d^{10} 4p^6$

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

4,348

Exercice 17

- a) L'énergie de 1st ionisation est l'énergie nécessaire pour arracher l'électron le plus externe.
de 2nd ionisation est l'énergie nécessaire pour arracher l'électron le plus externe (après la 1st)

- 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^{2+} donc l'énergie de 1st 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

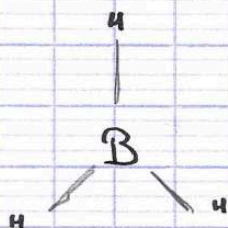
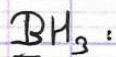
$$\begin{cases} L_i + H = 159 \\ F + H = 88 \\ L_i + F = 185 \end{cases} \quad \begin{matrix} L_i = 128 \\ H = 31 \\ F = 57 \end{matrix}$$

- Le Pong d'une colonne n' → donc R ✓
- Le Pong d'une période proutons → donc R ✓

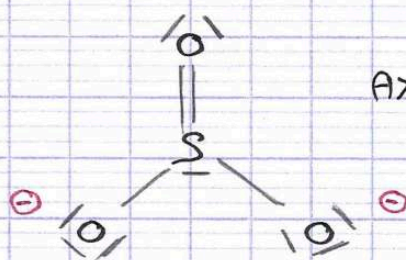
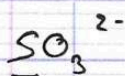
Correction Formalisme de Lewis et géométrie moléculaire

TD chimie modèle des orbitales hybridées

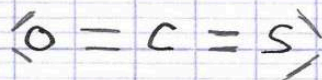
Exercice 1



AX_3 • Figure de Répulsion:
 triangle $\alpha = 120^\circ$
 • sp^2

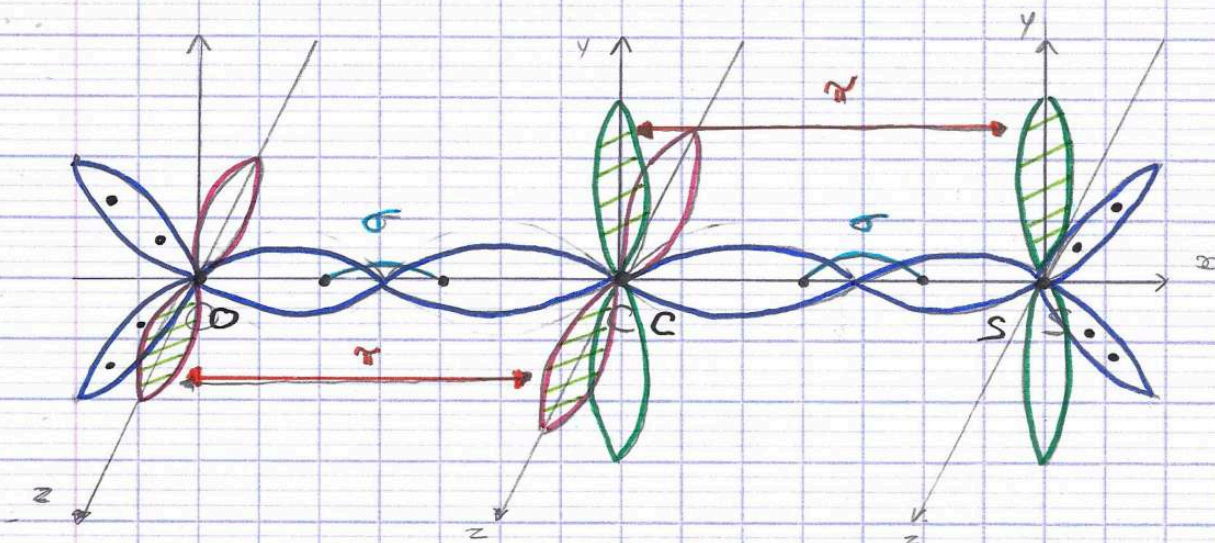
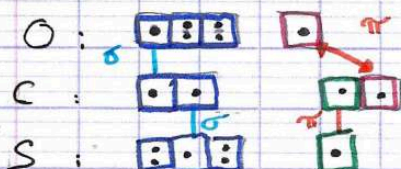


tétraèdre $109,5^\circ$
 $\text{AX}_3 \text{L}^-$ • triangle $\alpha = 120^\circ$
 • sp^3
 • pyramide trigonale

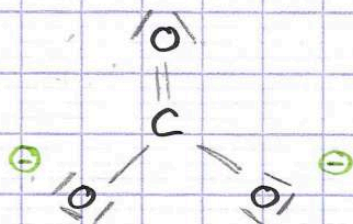


AX_2 • droite $\alpha = 180^\circ$
 • sp

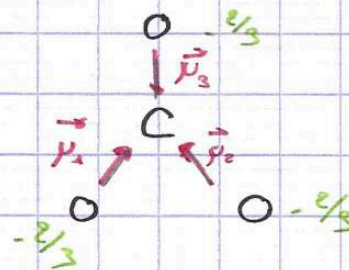
Hybridation:



Exercice 2

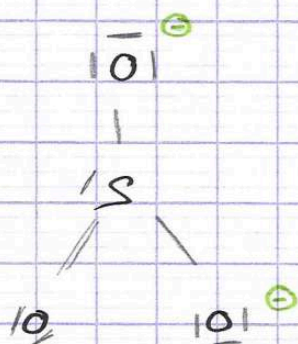


avec 10 différentes formes :

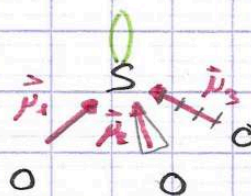


$$\vec{\mu} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 + \vec{\mu}_3 = 0$$

non polaire



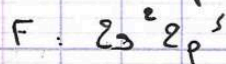
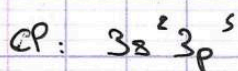
avec différentes formes



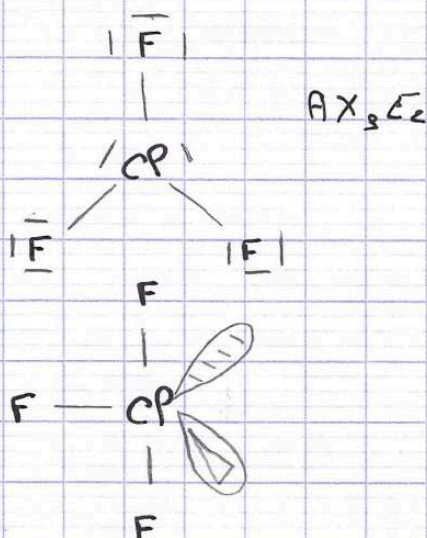
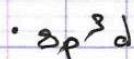
$$\vec{\mu}_T = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 + \vec{\mu}_3 \neq 0$$

polaire

Exercice 3



FR:

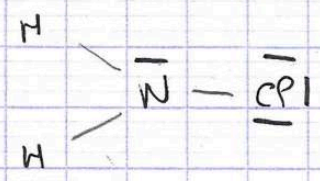


Correction Exercice 4

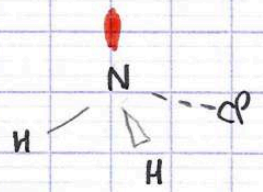
TD chimie

N: $2s^2 2p^3$ 1 dmp
3 e⁻ célibataires

C: $3s^2 3p^1$ 3 dmp
1 e⁻ célibataire



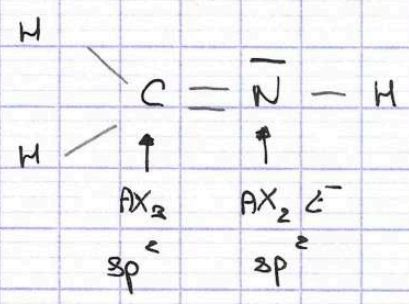
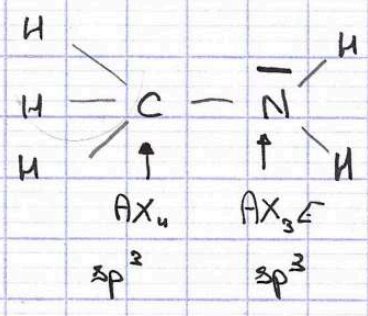
AX_3E^-
Figure de répulsion tétraédrique
 $\alpha \approx 109,5^\circ$



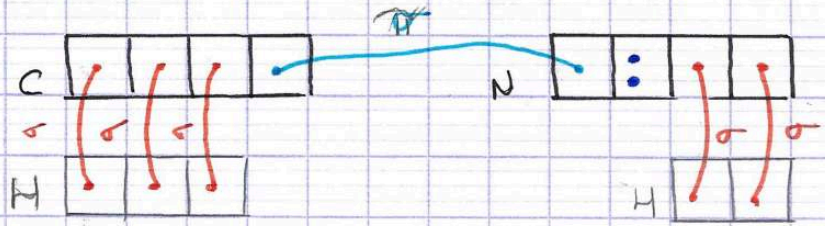
N: sp^3 , C: sp^3

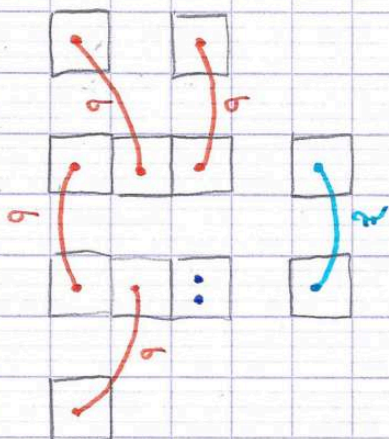
Exercice 5

$H_3C \cdot NH_2$

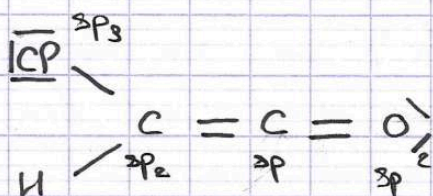


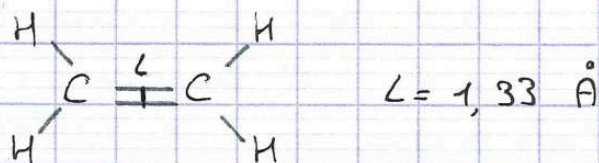
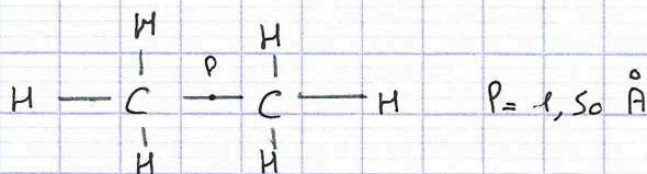
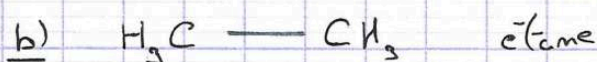
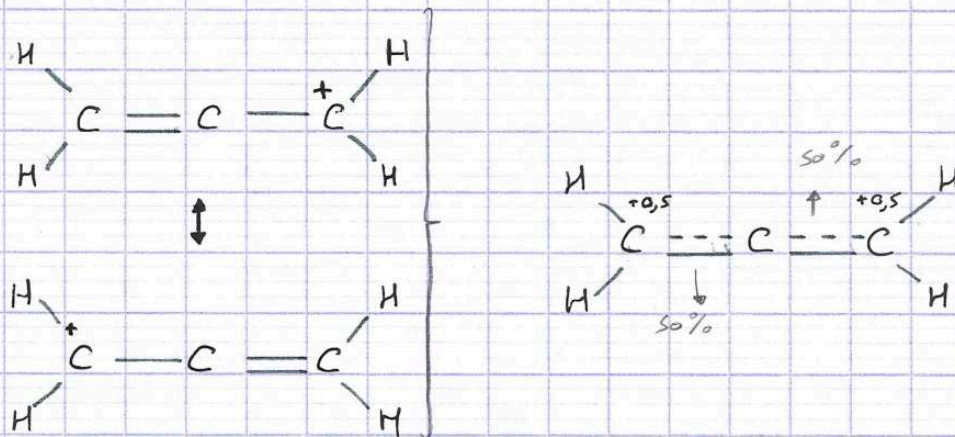
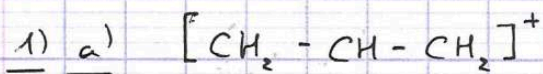
H_3CNH_2





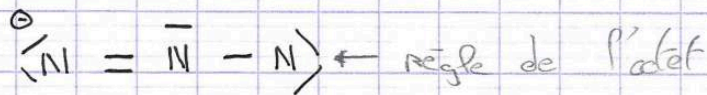
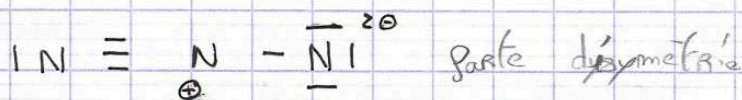
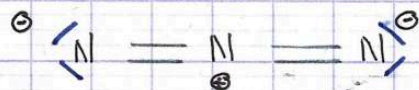
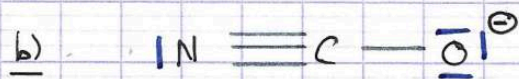
Exercice 6





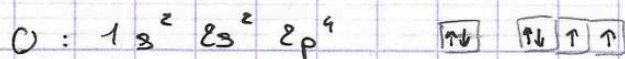
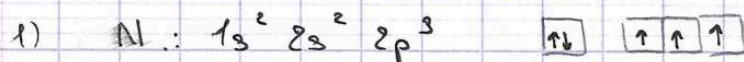
Donc comme chaque liaison C-C de l'allyle à 50% de chance d'être et 50% de chance de ne pas l'être. D'où la liaison aura une longueur intermédiaire.

2) a) NCO^- : donc $16e^-$
 N_3^- : donc $16e^-$
 IB sont donc *isoelectroniques*



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

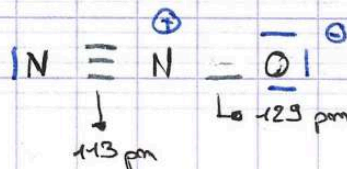
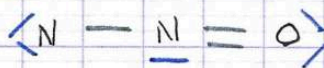
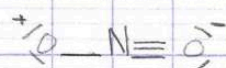
Exercice 23



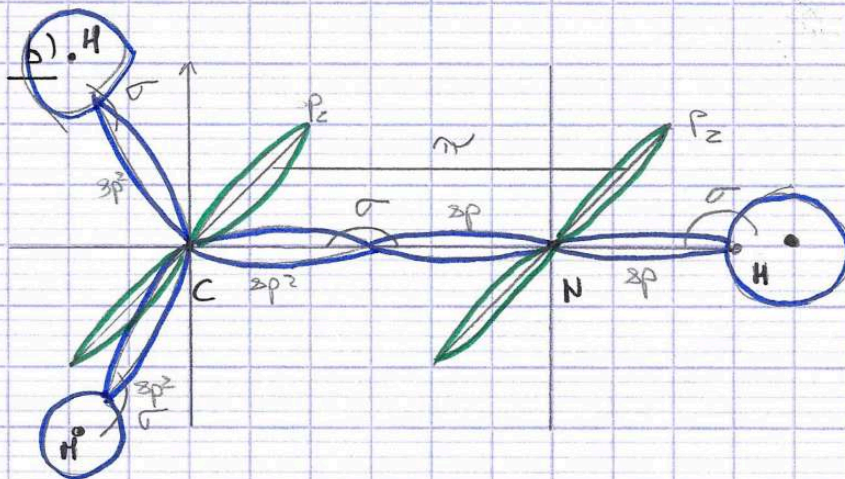
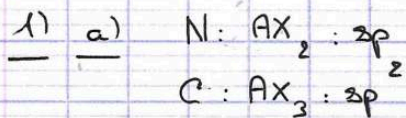
$\text{NO}_2 \rightarrow 17e^-$ de valence

nombre impair d'électrons $\rightarrow$ radical

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

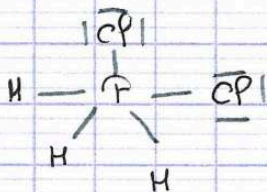


Exercice 7



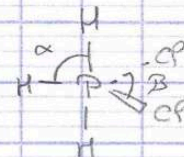
Exercice 8

1)

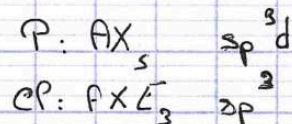


2)

Ça sera une bipyramide trigonale
 $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 120^\circ$



3)

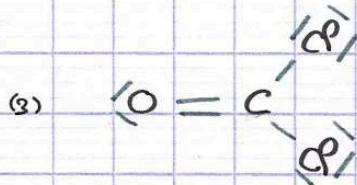
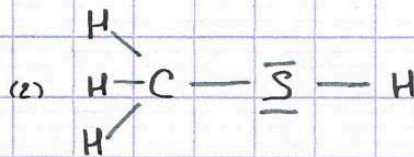
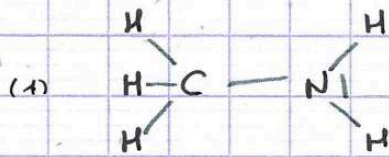


4)

La molécule NH_3PCl_2 n'existe pas car P azote ne peut former 5 liaisons en effet la 3ème couche est limitée par.

Exercice 3

a)



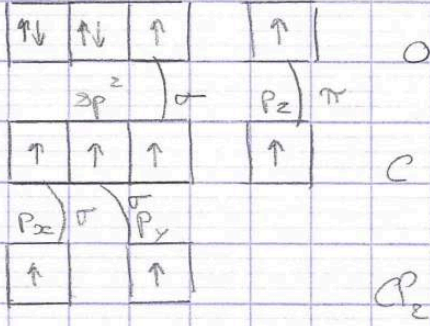
b)

(1) $AX_3E : sp^3$
Rep: tétraèdre
géo: pyramide Δ
 $\alpha \approx 109,5^\circ$
 $3p^2$

(2) $AX_2E_2 : sp^3$
Rep: tétraèdre
géo: coudée
 $\alpha \approx 109,5^\circ$
 p_z

(3) $AX_3 : sp^2$
Rep: triangle
géo: "
 $\alpha \approx 120^\circ$

d)



e)

Entre NH_3 , NF_3 et CPF_3 :

dans NH_3 et NF_3 il y a 1 DNL

dans CPF_3 il y en a 2.

La DNL sont plus répulsif donc l'angle diminue.

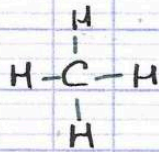
Entre NH_3 et NF_3

$\chi(N) > \chi(H)$ donc les électrons sont proche de N donc l'angle augmentent (électrons se rapprochent entre eux)

$\chi(N) < \chi(F)$ donc les électrons sont proche de F et donc s'éloignent des autres, l'angle diminue

Exercice 10

1)

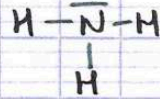


rep: tétraèdre

geo: "

α : $109,5^\circ$

hybr: sp^3

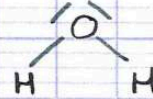


tétraèdre

pyramide Δ

$109,5^\circ$

sp^3

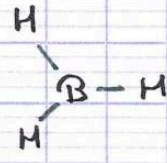


tétraèdre

courbée

$109,5^\circ$

sp^3



triangle

"

120°

sp^2

2) NH_3 : 3 DL

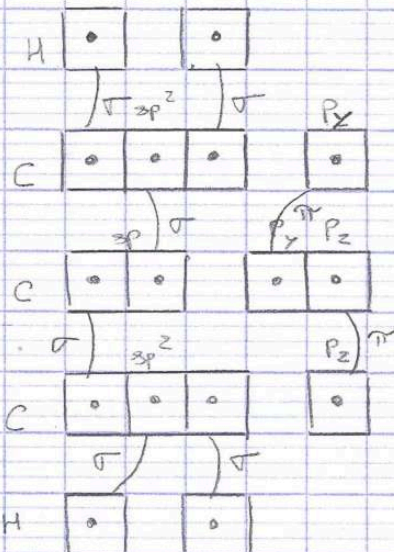
1 DL ($\oplus$ répulsif)

La présence de DL provoque un affaiblissement de l'angle

CH_4 : 4 DL

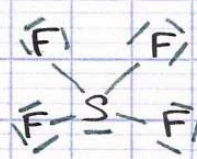
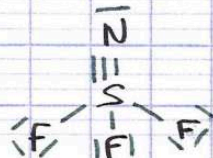
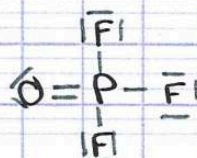
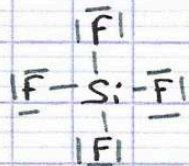
La molécule n'est pas plane

3)



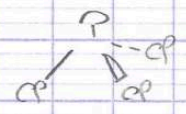
2) Problème des DL

3) a)



P: AX_3E : sp^3

rep: tétraèdre

geo: 

$\alpha = 109,5^\circ$

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$

C: AX_2 : sp

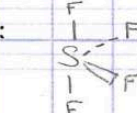
rep: linéaire

geo: $\text{H}-\text{C}-\text{N}$

$\alpha = 180^\circ$

S: AX_4E : sp^3d

rep: bipyramide Δ

geo: 

b) Une triple liaison est $\oplus$ répulsive qu'une double qui est $\oplus$ répulsive qu'une simple.

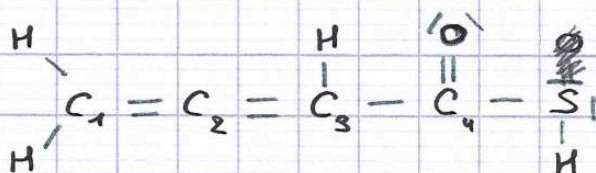
Ainsi: $\alpha(\text{SiF}_4) > \alpha(\text{POF}_3) > \alpha(\text{NSF}_3)$

4) $\chi(\text{N}) > \chi(\text{P}) > \chi(\text{As}) > \chi(\text{H})$

Plus la différence d'électronegativité entre X et H est forte plus les électrons sont proches de X et plus ils se repoussent entre eux.

Ainsi: $\alpha(\text{NH}_3) = 107,0^\circ$, $\alpha(\text{PH}_3) = 93,8^\circ$, $\alpha(\text{AsH}_3) = 91,6^\circ$

Exercice 12



$\text{C}_1: \text{AX}_3: sp^2$

$\text{C}_2: \text{AX}_2: sp$

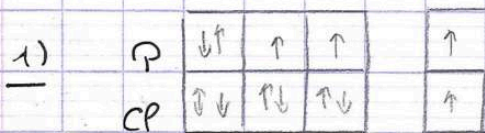
$\text{C}_3: \text{AX}_3: sp^2$

$\text{C}_4: \text{AX}_3: sp^2$

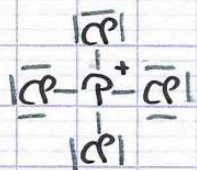
$\text{S}: \text{AX}_2\text{E}_2: sp^3$

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

Exercice 13



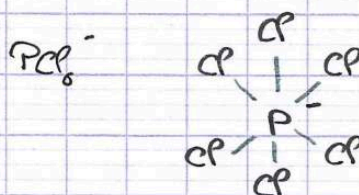
2) PCl_4^+



$\text{AX}_4: sp^3$

tétraèdre

$\alpha = 109,5^\circ$

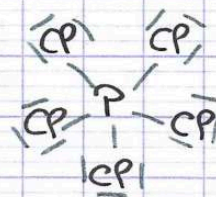


$\text{AX}_6: sp^3d^2$

octaèdre

$\alpha = 90^\circ$

PCl_5



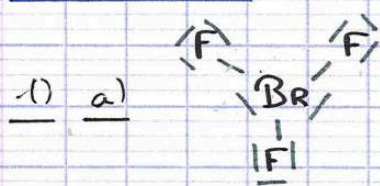
$\text{AX}_5: sp^3d$

bipyramide Δ

$\alpha = 120^\circ$

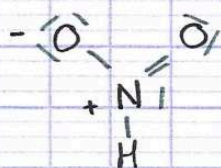
$\beta = 90^\circ$

Exercice 15

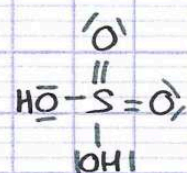


AX_3E_2
 sp^3d
 bipyramide Δ
 bascule cm T
 $\alpha = 90^\circ$
 $\beta = 180^\circ$

Résonance

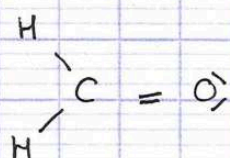


AX_3E
 sp^3
 tétraèdre
 pyramide Δ
 $\alpha = 109,5^\circ$



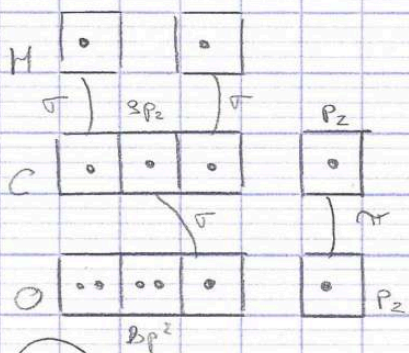
AX_4
 sp^3
 tétraèdre =
 "
 $\alpha = 109,5^\circ$

2) a)

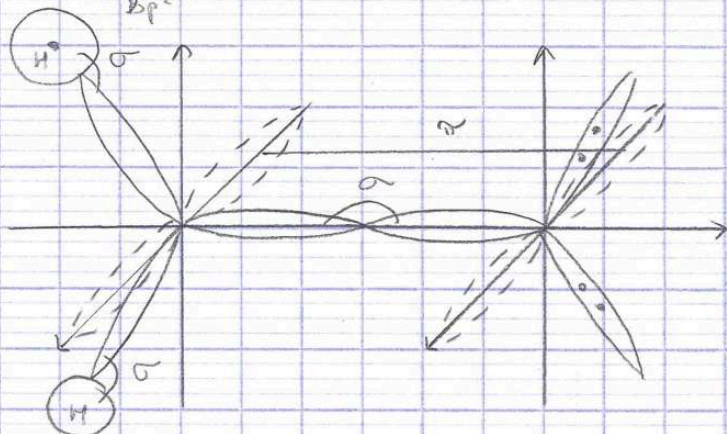


C: $AX_3:sp^2$
 O: $AX_2E_2:sp^2$

b)

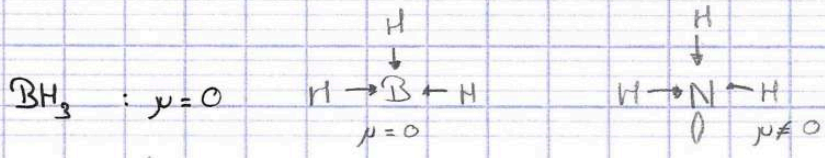


c)

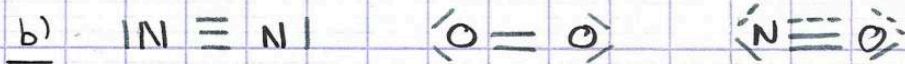
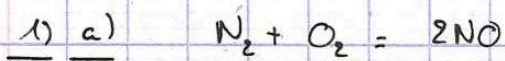


3) Évolution de DNL

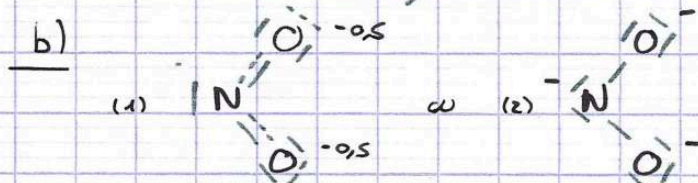
4)



Exercice 16



c) IP et paramagnétique

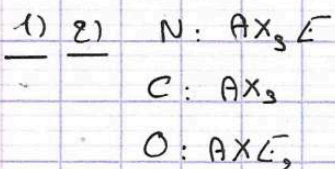


(1) et plus probable

$$\delta = -1$$

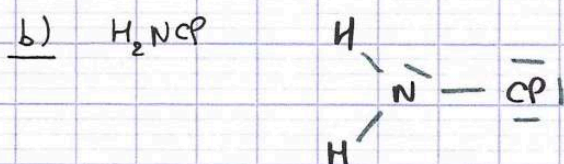
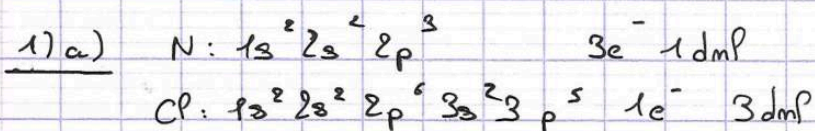
$$\delta = -3$$

Exercice 17



3) voir page

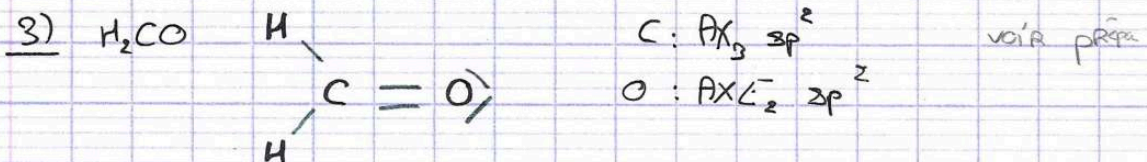
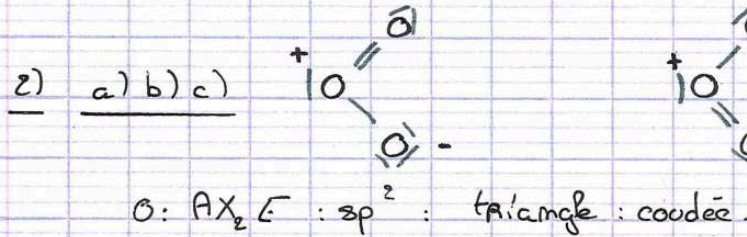
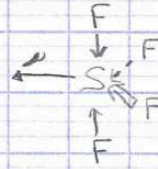
Exercice 18



c) N: AX_3E^- , pyramide Δ , $\alpha = 109,5^\circ$

d) La figure de rep est un tétraèdre avec un lobe sur le sommet, il sera donc $\oplus$ répulsif. L'angle H-N-H sera donc $\oplus$ petit.

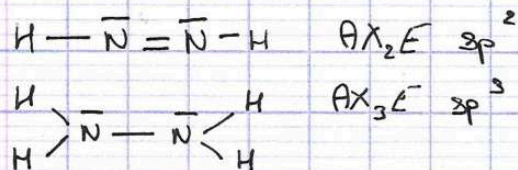
e) La molécule est polaire.



Exercice 19

AXE	sp	linéaire	"	180°
AX_2E	sp^2	coudée	triangle	120°
AX_3E	sp^3	pyramide Δ	tétraèdre	$109,5^\circ$
AX_4E	sp^3d	tétraèdre	bipyramide Δ	$120^\circ, 90^\circ$
AX_5E	sp^3d^2	pyramide $\square$	octaèdre	90°

Exercice 20



L'hybridation sp^2 fait mettre $1e^-$ sur la couche d a tendance à s'en aller.

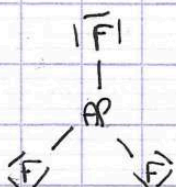
Exercice 21

2) a)

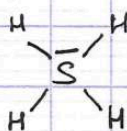


polaire

Br: AX_3E_2 , sp^3d , cm T, bipyramide Δ , $90^\circ + 120^\circ$

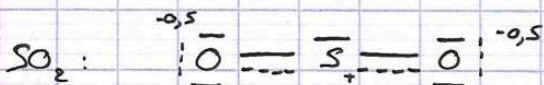


P: AX_3E_2 , sp^3 , triangle, " , 120°

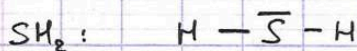


S: AX_4E , sp^3d , bipyramide Δ ,
 ~~tétrahèdre~~ bascule, $90^\circ, 120^\circ$

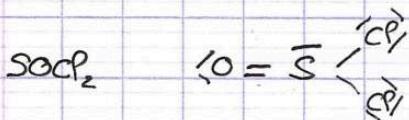
Exercice 22



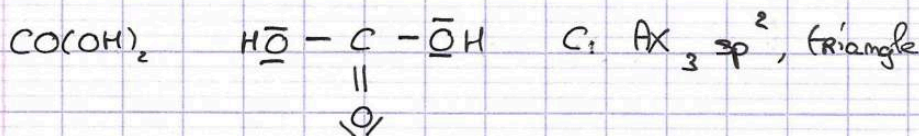
S: AX_2E_2 , triangle, coudée, sp^2



S: AX_2E_2 , sp^3 , tétrahèdre, coudée, $109,5^\circ$



S: AX_3E , sp^3 , tétrahèdre, pyramide Δ , $109,5^\circ$

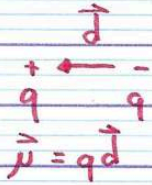


Correction Interactions moléculaires

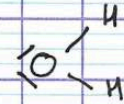
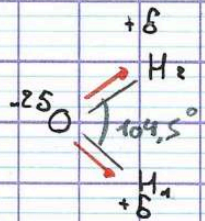
TD interac
moléculaires

Exercice 1:

Dipôle = Charge
x distance



1) H_2O
 $\mu_{OH} = 1,51 D$
 $\alpha = 104,5^\circ$



AX_2E_2 3p³
FR = tétraèdre
 $\alpha_{HOH} = 109,5^\circ$

geo : coudée
 $\alpha < \alpha_{HOH}$ (DNL)



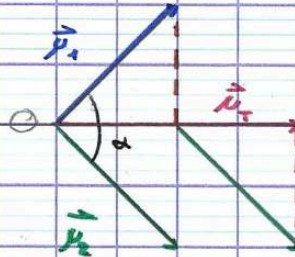
$\sim 10^{-30} C.m$

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

$\mu = qd$ en C.m

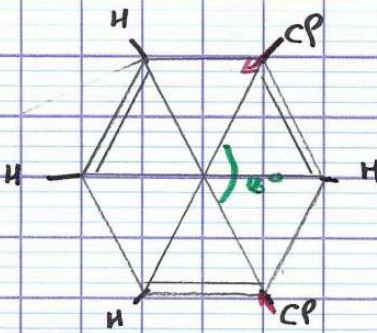
$\vec{\mu}_r = \vec{\mu}_{OH_1} + \vec{\mu}_{OH_2} \Leftrightarrow \|\vec{\mu}_r\| = \|\vec{\mu}_{OH_1} + \vec{\mu}_{OH_2}\|$

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



$\mu_r = \mu_{OH_1} \times \cos \frac{\alpha}{2} + \mu_{OH_2} \cos \frac{\alpha}{2}$

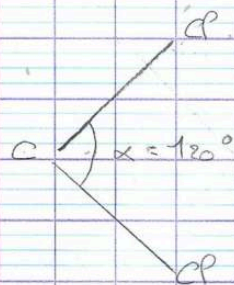
$\mu_{OH_1} = \mu_{OH_2} \Rightarrow \mu_r = 2 \mu_{OH} \cos \frac{\alpha}{2} = 1,85 D$



meta - di chlorobenzène

$\chi_c = 2,5$ $\chi_c \sim \chi_H$
 $\chi_H = 2,1$ $\rightarrow$ négligé
 $\chi_{Cl} = 3$

$$\chi_{cp} \neq \chi_c \rightarrow \mu_{c,cp} \neq 0 = 1,5 \text{ D}$$

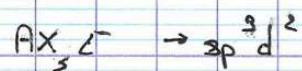
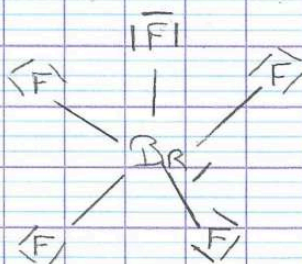


$$\begin{aligned} \mu_T &= 2 \mu_{cp} \times \cos\left(\frac{120^\circ}{2}\right) \\ &= \mu_{cp} \end{aligned}$$

Polarité

ortho > meta > para

3)

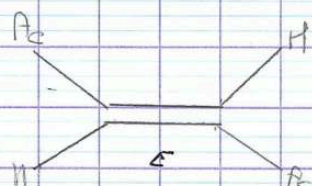
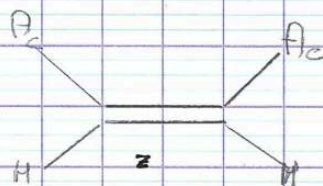


FR : octaèdre

geo : pyramide à base □

$\mu_T \neq 0$ polaire

Exercice 4



$A_c = \text{COOH}$

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

$\mu_T = ?$

maleïque = μ_{cAc}

sumarique $\mu_T = 0$

$T_g = 130^\circ$, $T_g = 226^\circ \leftarrow \text{maleïque}$

↑
sumarique

↳ interaction Keesom / Keesom

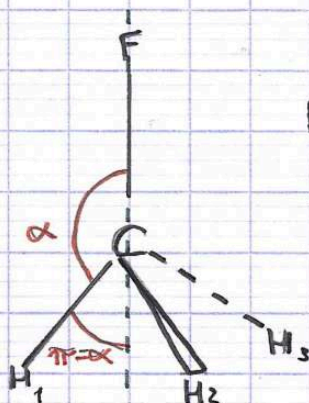
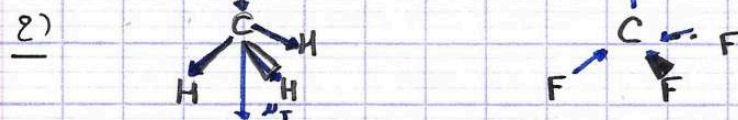
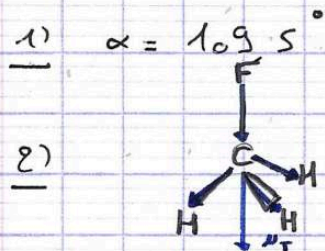
↳ interaction de Debye

(dipôle / dipôle induit)

Correction
TD chimie

Exercice 5

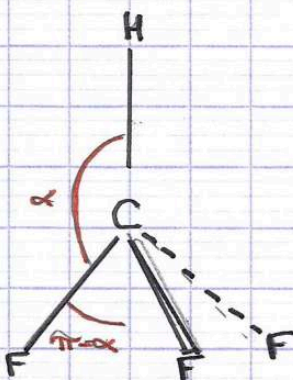
CH_3F et CF_3H



$$\|\vec{\mu}_r\| = \|\vec{\mu}_{\text{CF}} + \vec{\mu}_{\text{CH}_2} + \vec{\mu}_{\text{CH}_3} + \mu_{\text{CH}_1}\|$$

$$\mu_r = \mu_{\text{CF}} + 3\mu_{\text{CH}} \cos(\pi - \alpha)$$

$$= \mu_{\text{CF}} - \mu_{\text{CH}}$$



$$\mu_r = \mu_{\text{CH}} + 3\mu_{\text{CF}} \cos(\pi - \alpha)$$

$$= \mu_{\text{CH}} - \mu_{\text{CF}}$$

5) CH: $\Delta\% = 0,3$
 $\delta = 0,051 \text{ C}$

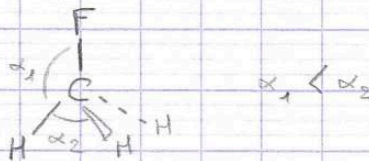
CF: $\Delta\% = 1,8$
 $\delta = 0,35 \text{ C}$

6) $\mu_{\text{CH}} = (\delta e) \times d$
 $= 8,91 \cdot 10^{-31} \text{ C.m} = 0,267 \text{ D}$

$\mu_{\text{CF}} = 7,85 \cdot 10^{-30} \text{ C.m} = 2,36 \text{ D}$

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

- 2) $\alpha = 109,5^\circ$: pour la molécule n'est pas un tétraèdre parfait.



- formule de 5 gauss, approximative
- $\mu = |\delta e| \times d$, approximative

Exercice 10

- 1) Debye, London, Keesom

Keesom: dipôle / dipôle

polaire / polaire

Debye: dipôle / dipôle induit

polaire / (a) polaire

London: dipôle instantané / dipôle induit

partout

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

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

b) $-\frac{3}{4} \epsilon_0 \cdot \alpha^2 \cdot \frac{1}{R^6}$

c) $\epsilon_2: V(R) = -8,11 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = -8,11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\epsilon_2: V(R) = -125,56 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 3) On a $T_g: \text{CF}_4 < \text{CH}_4 < \text{CCl}_4$

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

On a $T_g: \text{CCl}_4 > \text{CHCl}_3 > \text{CH}_2\text{Cl}_2 > \text{CH}_3\text{Cl}$

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

Exercice 13

1) Ce sont des interactions de London

2) Le volume des molécules donc la polarisabilité → donc les interactions de London

3) a)
$$V'(R) = 4\epsilon \left[-12 \sigma^{12} R^{-13} + 6 \sigma^6 R^{-7} \right]$$
$$= 24\epsilon \sigma^6 \left[-2 \sigma^6 R^{-13} + R^{-7} \right]$$

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

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

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

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

Benzène, $\epsilon = 0,061$

Naphtalène, $\epsilon = 0,123$

Anthracène, $\epsilon = 0,200$

4) a) Dipôle dissymétrique, arrangement antiparallèle offre une position relative plus favorable donc ⊕ interactions

b) Interactions de London ≈ répulsives

c) que London

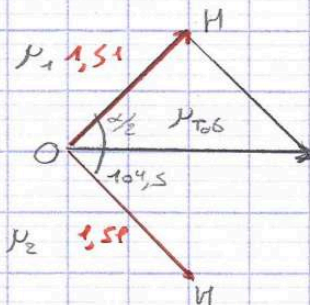
Prépa TD Chimie

Moment dipolaire : interactions intermoleculaires

Exercice 1

1) $\mu_{OH} = 1,51 \text{ D}$

$\alpha = 104,5^\circ$



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

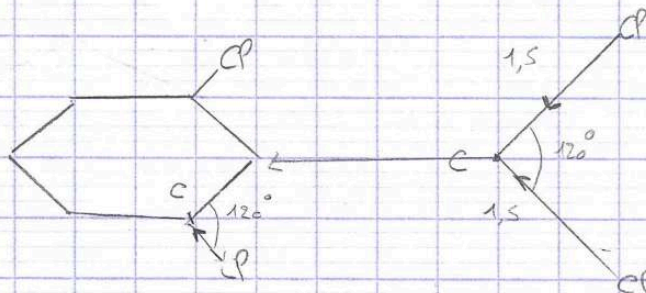
$$\|\vec{\mu}_2\| = \mu_2 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\vec{\mu}_{tot} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2$$

$$\mu_{tot} = 2\mu_1 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

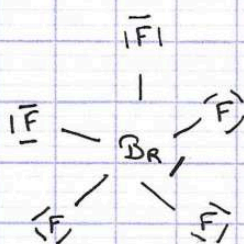
$$= 1,85 \text{ D}$$

2)

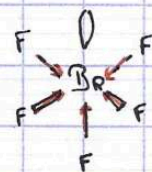


$$\mu_{tot} = 2\mu_1 \cos(60) = \mu_{C-Cl}$$

3)

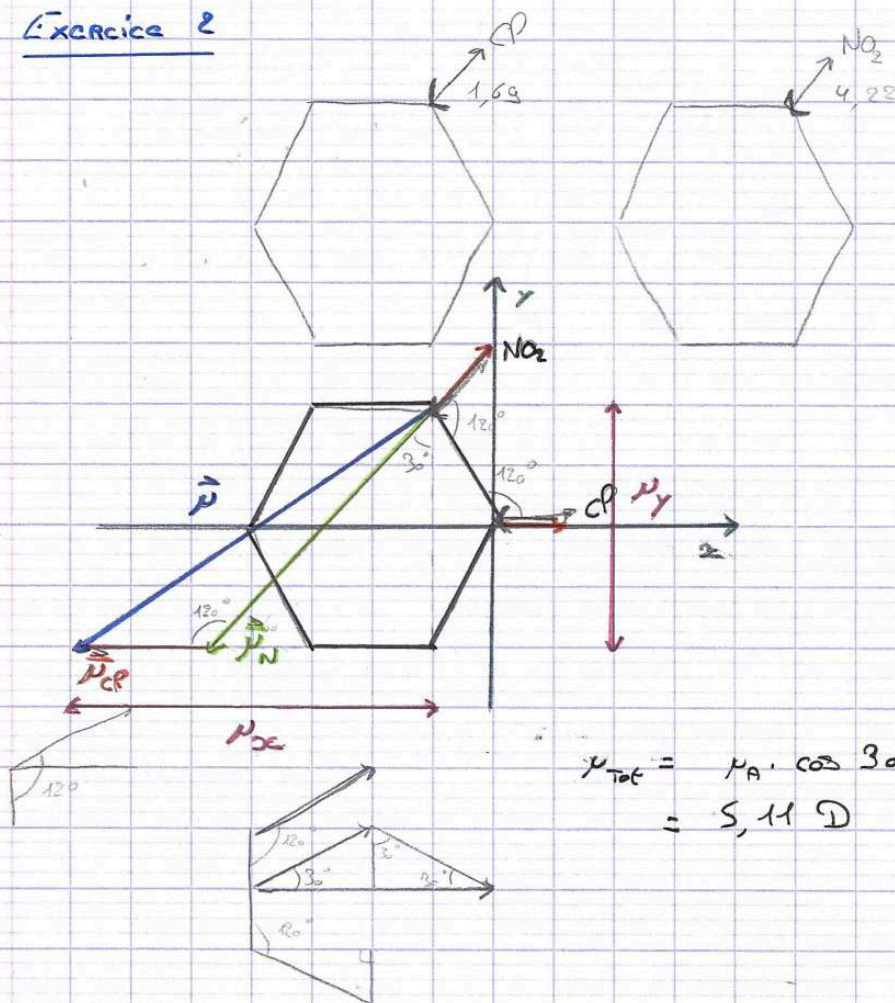


Br: AX_5E^- : sp^3d^2 : octaédrique



Le BrF_5 possède un moment dipolaire car toutes les charges flèches ne se compensent pas. $\mu \neq 0$

Exercice 2

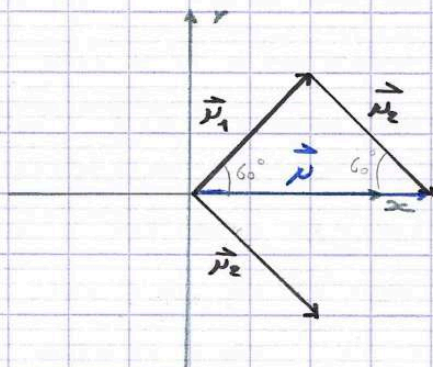


$$\mu_{\text{tot}} = \mu_A \cdot \cos 30^\circ + \mu_D \cdot \cos 30^\circ = 5,11 \text{ D}$$

$$\begin{aligned} \mu_x &= \mu_{\text{CP}} + \mu_N \sin(30^\circ) = 3,8 \\ \mu_y &= \mu_N \cdot \cos(30^\circ) = 3,65 \\ \mu &= \sqrt{\mu_x^2 + \mu_y^2} = \underline{5,27} \end{aligned}$$

Exercice 3

1)



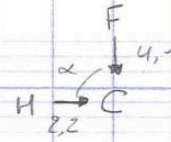
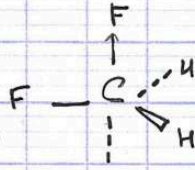
$$\begin{aligned} \mu &= \mu_1 \cdot \cos \frac{60^\circ}{2} + \mu_2 \cdot \cos \frac{60^\circ}{2} \\ &= 2\mu_1 \cdot \cos \frac{60^\circ}{2} \\ &= 1,85 \text{ D} \end{aligned}$$

2) $\chi(\text{Li}) \ll \chi(\text{I}) < \chi(\text{Br}) < \chi(\text{CP}) < \chi(\text{F})$ Plus la diff d'électro est grande $\Rightarrow$ le dipôle permanent est fort et donc la interaction de Keesom $\rightarrow$ donc la température de fusion $\rightarrow$

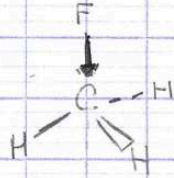
Prépa TP Exercice 5

1)

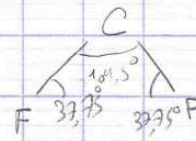
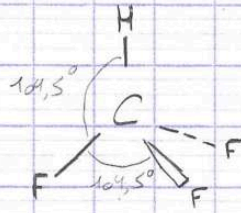
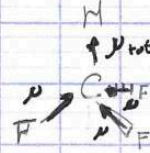
$$\alpha = 109,5^\circ$$



2)



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



3)

$$\langle \sigma = \bar{S} = 0 \rangle$$

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 $\neq$

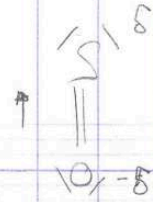
CH_4 est apolaire les interactions de Debye et

Keesom sont donc réduites.

3)

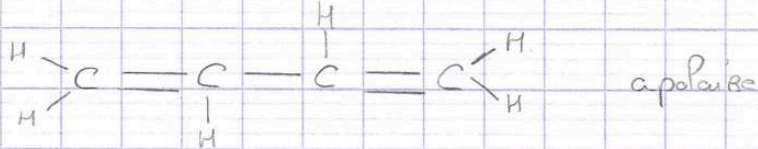
$$T(H_2O) > T(NH_3) > T(CH_4) > T(AR)$$

Exercice 7

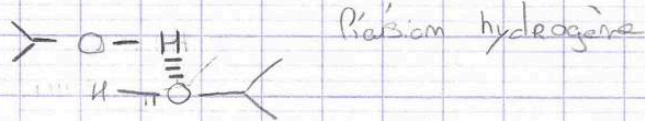
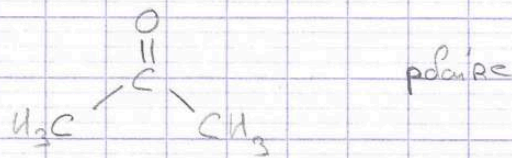


- 1) Dipôle / dipôle: Keesom Liaison Hydrogène
 Dipôle / dipôle induit: Debye
 Dispersion: London

2)



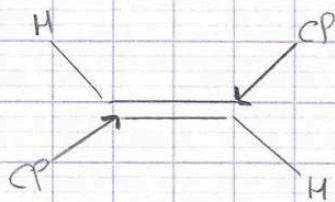
Les composés apolaires ont une température d'ébullition inférieure aux polaires



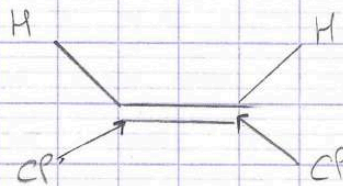
Exercice 8

- 1) voir exo 6.

2)



apolaire
 $47,7^\circ\text{C}$

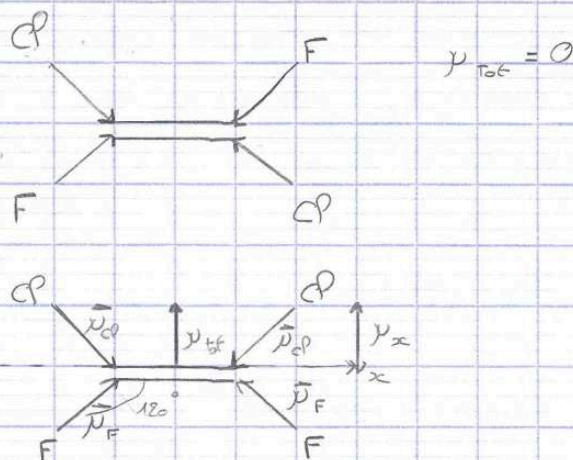


polaire
 $60,3^\circ\text{C}$

Exercice 9

3

1)



$$\begin{aligned} & \mu_F \cdot \cos(30) + \mu_F \cdot \cos(30) - \mu_{Cl} \cdot \cos(30) - \mu_{Cl} \cdot \cos(30) \\ &= 2 \mu_F \cdot \cos(30) - 2 \mu_{Cl} \cdot \cos(30) \\ &= 0,59 \text{ D} \end{aligned}$$

Exercice 10

1) Debye, Keesom, London

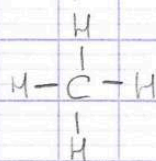
2) a) Le nuage électronique d'une ~~et~~ molécule est sensible à la présence d'un champ électrique externe, il est polarisable. La présence d'une charge près d'une molécule neutre non polaire ~~crée~~ ou provoque une déformation de son nuage électronique ce qui crée un moment dipolaire induit.

$$b) \quad - \frac{3}{2} \left(\frac{\Delta I}{2 \Delta I} \right) \cdot \frac{\alpha^2}{(4\pi\epsilon_0)^2} \cdot \frac{1}{R^6} \quad \frac{m^3 R_j}{mol \cdot m^{-6}} \\ = - \frac{3 \Delta I}{4} \cdot \alpha^2 \cdot \frac{1}{R^6} = \frac{m^3 R_j}{mol \cdot m^{-6}} = \frac{m^3 R_j}{mol^{-1}}$$

Dichlore: $V(R) = -8,11 \cdot 10^{-92} R_j^{\frac{1}{3}} \cdot mol^{-1}$

Tétrachlorométhane: $V(R) = -1,26 \cdot 10^{-70} R_j^{\frac{1}{3}} \cdot mol^{-1}$

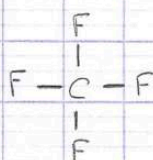
$pm = m^{-12}$
 $pm^6 = m^{-6}$



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

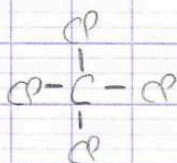
$$R(F) < R(H) < R(CP)$$

Plus le volume de la mol $\nearrow$
plus la polarisabilité $\nearrow$ et $\oplus$ la
interaction de London $\nearrow$ donc $\oplus$ la

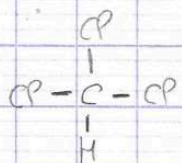


apolaire $\chi(C) < \chi(F)$ temp de gaz $\nearrow$

$$\text{donc } T(CF_4) < T(CH_4) < T(CCl_4)$$

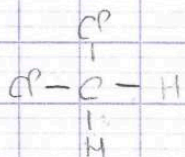


apolaire $\chi(C) < \chi(CP) < \chi(F)$

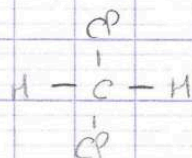


polaire

Plus il y a de liaison
C-CP plus la interactions
de London $\nearrow$ donc

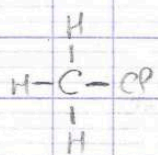


ou



polaire
apolaire

$$T(CCl_4) > T(CHCl_3) \\ > T(CH_2Cl_2) > T(CH_3Cl)$$



polaire

$$\frac{R^6 - 2\sigma^6}{R^{13}} = 0$$

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

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

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

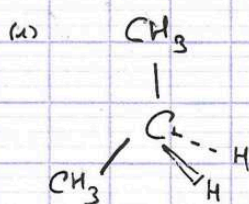
$$\frac{1}{R^2} = \frac{2\sigma^6}{R^{13}} \\ R^{-13} - R^{-2} = 0$$

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

Exercice 11

4

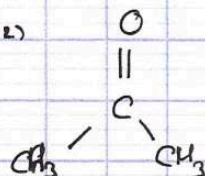
1) a)



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

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 or le n-butane a une chaîne carbonnée plus longue et donc des interactions de London plus fortes

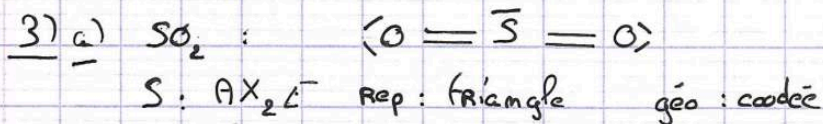
$$\text{donc } T_{\text{b}}(1) < T_{\text{b}}(2)$$

et une molécule est volumineuse plus elle est polarisable
→ interactions de London.

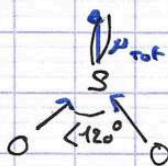
2) a) La colonne du carbone forme toujours des entités polaires ayant une température de fusion inférieure aux espèces apolaires (interactions de Keesom faibles)

b) Quand $n: 3 \rightarrow 5$ le volume des atomes → donc le volume des molécules → et la polarisabilité → donc les interactions de London → et la ϵ_{rel} →

c) Il y a présence de liaisons hydrogène donc ϵ_{rel} →



$$300 \text{ pm} \\ = 300 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$



$$\chi(\text{S}) < \chi(\text{O})$$

La molécule est donc polaire

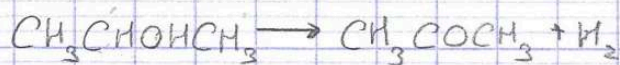
b) $V_{\text{dd}}(R) = 5,06 \cdot 10^{-16} \text{ J}$
 $V_{\text{dd}}(R) = 2,53 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

$$1 \text{ eV} = eJ \\ = 5,06 \cdot 10^{-16}$$

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



$$\cdot 30 \text{ g} \quad \cdot 10 \text{ L}$$

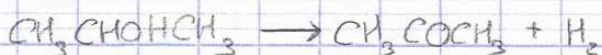
$$\cdot 300^\circ \text{C}$$

1) Élimination

2) $PV = nRT$

$$n_0 = \frac{m}{M} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ mol}$$

$$P = \frac{n_0 RT}{V} = 2,38 \text{ atm}$$



t_0	n_0	0	0
t	$n_0 - x$	x	x

$$P_1 = x_1 P_{\text{tot}}$$

$$P_{\text{tot}} = \frac{n_{\text{tot}} RT}{V}$$

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

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

$$n_{\text{tot}} = n_0 - x + x + x$$

$$= n_0 + x$$

$$x = n_{\text{tot}} - n_0$$

$$= 0,34 \text{ mol}$$

$$P_{\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3} = (n_0 - x) P_{\text{tot}}$$

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

$$P_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = P_{\text{H}_2} = x P_{\text{tot}}$$

$$= 1,62 \text{ atm}$$

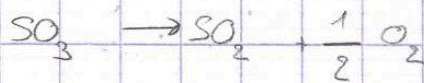
$$x_1 = \frac{n_1}{n_{\text{tot}}}$$

$$x_{\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3} = \frac{n_0 - x}{n_{\text{tot}}} = 0,20$$

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

4) $P = \frac{\text{obtenues}}{\text{théoriques}} = \frac{x}{n_0} = 68\%$

Exercice 2



$$P_0, T_0, V = cte$$

$$\begin{array}{ccc} t_0 & m_0 & 0 & 0 \\ t & m_0 - x & x & x/2 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1) \quad P_1 &= x_1 \cdot P_{T_0 t} \\ P_{\text{SO}_3} &= (m_0 - x) \cdot \frac{RT}{V} \\ P_{\text{SO}_2} &= x \cdot \frac{RT}{V} \\ P_{\text{O}_2} &= \frac{1}{2} x \cdot \frac{RT}{V} \end{aligned}$$

$$P_{T_0 t} = \sum P_i = m_{T_0 t} \cdot \frac{RT}{V} = \left(m_0 + \frac{x}{2}\right) \cdot \frac{RT}{V}$$

$$2) \quad \frac{x}{m_0}$$

$$\text{à } t_1 \quad P_0 = m_0 \cdot \frac{RT_0}{V} \quad (1)$$

$$\text{à } t_2 \quad P = \left(m_0 + \frac{x}{2}\right) \cdot \frac{RT}{V} \quad (2)$$

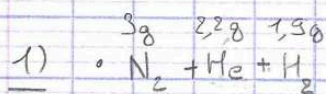
$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{P}{P_0} = \frac{m_0 + x/2}{m_0} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{PT_0}{P_0 T} = 1 + \frac{x}{2m_0}$$

$$2 \left(\frac{PT_0}{P_0 T} - 1 \right) = \frac{x}{m_0}$$

$$1 + \frac{x}{2m_0}$$

Exercice 3



• 10 L

• 30 °C

a) $P = \frac{nRT}{V}$

= 4,1 atm

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

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

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

$n_{\text{H}_2} = 0,98 \text{ mol}$

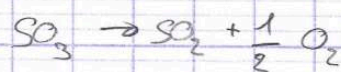
$n_{\text{Tot}} = 1,64 \text{ mol}$

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

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

$P_{\text{H}_2} = x_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{Tot}} = 2,42 \text{ atm}$

2)



$n_0 \quad 0 \quad 0$

$n_0 - x \quad x \quad \frac{1}{2}x$

• 300 °K

• 7,14 g SO_3 , $n_0 = 88,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

• 2 L

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

• taux de dissociation

$\frac{x_0}{n_0} = 0,28$

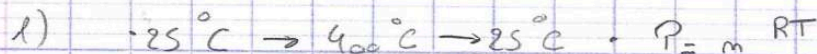
$x_0 = 0,28 n_0$

= $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

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

$C = \frac{m}{x}$

Exercice 4



• 1 L

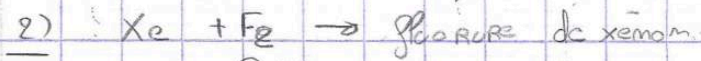
$n = \frac{PV}{RT} = 0,32 \text{ mol}$

• $P_{\text{F}_2} = 8 \text{ atm}$

• $P_{\text{Xe}} = 1,7 \text{ atm}$

• $P_{\text{F}} = 4,6 \text{ atm}$

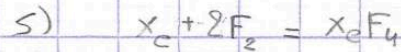
• $n = 0,07 \text{ mol}$



$$n_{\text{F}_2} = \frac{P_8 V}{RT_8} = 0,19 \text{ mol}$$

$$\text{consommée} = n_{\text{F}_2} - n_{\text{F}_2} = 0,13$$

3) $n_{\text{F}_2} = 0,13$
 $n_{\text{F}_2} = 0,26$



4) $\frac{n_{\text{F}_2}}{n_{\text{Xe}}} = 4$



$$\frac{nRT}{V}$$

Exercice 5

1) CO_2
 $0,45 \text{ L} \rightarrow ?$
 $202 \text{ kPa} \rightarrow 404 \text{ kPa}$
 $182^\circ \text{C} \rightarrow 91^\circ \text{C}$
 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{nRT_1}{V_1} \cdot \frac{V_2}{nRT_2}$

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

$$V_2 = 0,18 \text{ L}$$

2) C_6H_6
 $3,9 \text{ g}$
 $n = 0,05 \text{ mol}$
 15 L
 $1,5 \text{ mol O}_2$
 50°C

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

$$x_{\text{C}_6\text{H}_6} = \frac{n_{\text{C}_6\text{H}_6}}{n_{\text{tot}}}$$

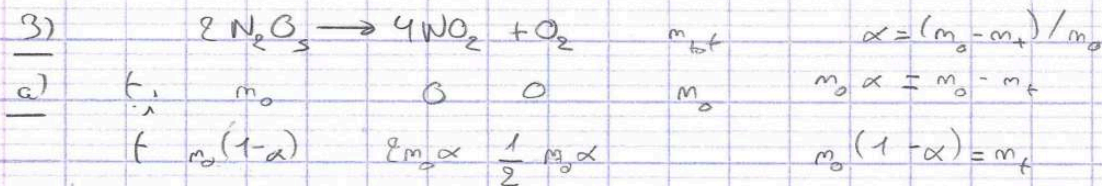
$$x_{\text{C}_6\text{H}_6} = 3\%$$

$$x_{\text{O}_2} = 97\%$$

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

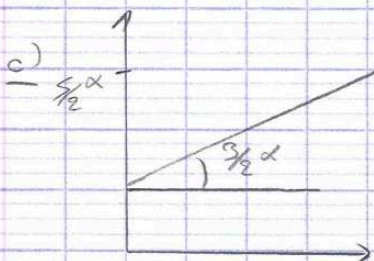
$$P_{\text{C}_6\text{H}_6} = 0,08 \text{ atm}$$

$$P_{\text{O}_2} = 2,70 \text{ atm}$$



L dL d' mL
0, 0 5 0

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



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

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

- 1,5 L
- 20 °C
- 1 atm
- 80% azote
- 20% O₂

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

1) $V_{\text{N}_2} = 1,2 \text{ L}$

$n_{\text{N}_2} = 0,049 \text{ mol}$

$V_{\text{O}_2} = 0,3 \text{ L}$

$n_{\text{O}_2} = 0,012 \text{ mol}$

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

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

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

3) $n_{\text{O}_2} = 0,012 \text{ mol}$
 $n_{\text{N}_2} = 0,049 \text{ mol}$

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

$$V_{N_2} = 1,52 \text{ L}$$

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

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

$$V_{m_{N_2}} = \frac{V}{n_{N_2}} = 150 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Exercice 8

B_1 O_2 B_2

3L

1L

4atm

6atm

CO_2

O_2

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

• néglige l'interaction entre les molécules

• néglige le volume des molécules

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

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

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

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

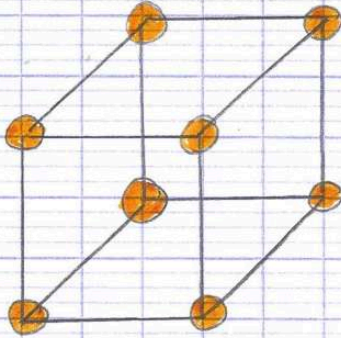
$$P_{O_2} = 1,7 \text{ atm}$$

$$3) P_{tot} = 4,7 \text{ atm}$$

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

CRISTAL

Exercice 1

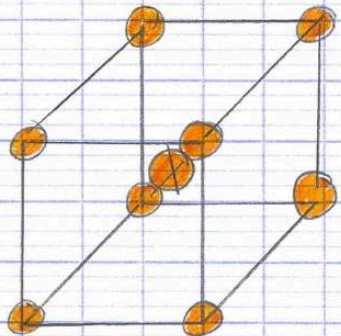


$$Z = 1$$

Les sphères atomiques sont tangentes le long d'une arête

$$a = 2R$$

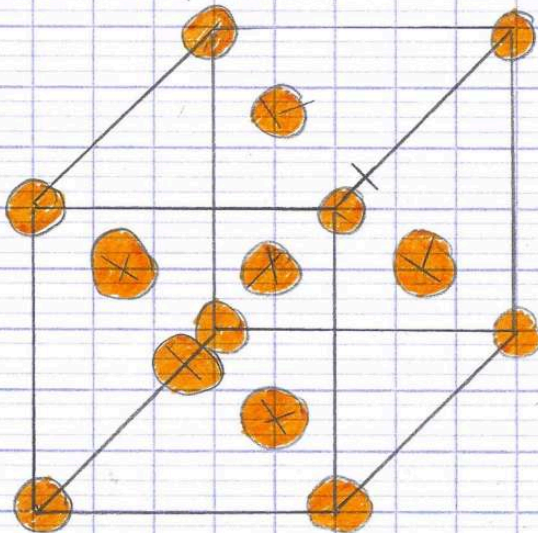
$$C = Z \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \frac{1}{a^3} = 0,52$$



$$Z = 2$$

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

$$C = 0,68$$



$$Z = 4$$

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

$$C = 0,74$$

Exercice 2

$$\rho_{\text{Fe}} \propto \rho = \frac{Z \cdot M}{N_A \cdot a^3} = \underline{\underline{7,84 \text{ g.cm}^{-3}}}$$

$$\rho_{\text{Fe}} \propto \rho = \frac{Z \cdot M}{N_A \cdot a^3} = \underline{\underline{7,62 \text{ g.cm}^{-3}}}$$

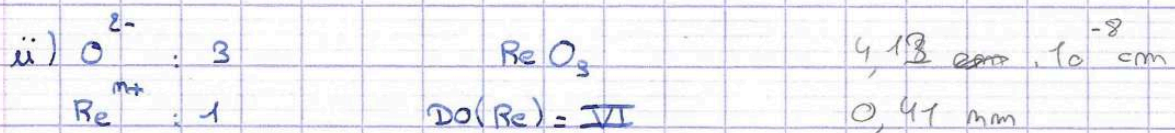
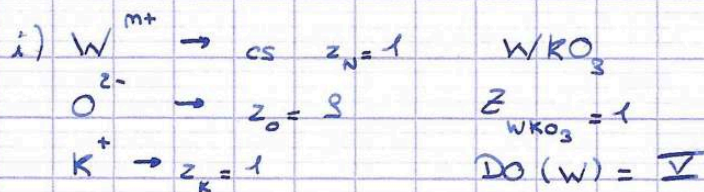
Exercice 3

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

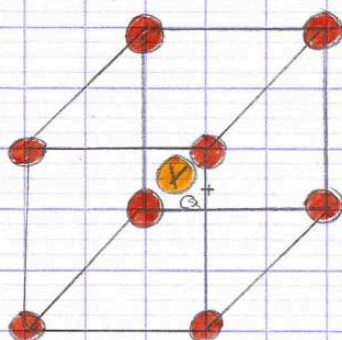
$$= 0,36 \text{ nm}$$

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

Exercice 4



Exercice 5



$$\rho = 3,97 \text{ g.cm}^{-3}$$

Les ions sont tangents suivant la diagonale du cube

$$\sqrt{3} a = 2R_{\text{O}^{2-}} + 2R_{\text{Cs}^+}$$

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

$$\rho = \frac{M_{\text{O}^{2-}} + M_{\text{Cs}^+}}{N_A \cdot \rho} \Rightarrow a = 0,41 \text{ nm}$$

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

Exercice 6

$$R_{Na^+} = 0,098 \text{ nm}$$

$$R_{Cs^+} = ?$$

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

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

$$2R_{Cl^-} + 2R_{Cs^+} = \sqrt{3} a_1$$

$$2R_{Cl^-} + 2R_{Na^+} = a_2$$

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

$$a_2 = \frac{4M_{Na} + 4M_{Cl}}{N_A \cdot \rho}$$

$$N_A \cdot \rho$$

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

$$\begin{cases} 2R_{Cl^-} + 2R_{Cs^+} = \sqrt{3} \cdot 0,41 \\ 2R_{Cl^-} = 0,56 - 2 \cdot 0,098 \end{cases} \Leftrightarrow R_{Cl^-} = 0,182 \text{ nm}$$

$$R_{Cs^+} = 0,178 \text{ nm}$$

Exercice 7

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

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

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

Exercice 8

1) $4O^{2-}$ $4(SrO)$
 $4M^{2+}$

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

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

3) $a = 2R_C + 2R_A$

$R_A = \frac{a}{2} - R_C$
 $= 0,137 \text{ nm}$

4) Les atomes sont en contact si: $4R_B = \sqrt{2}a$
 $\sqrt{2}a = 0,38 \text{ nm}$
 $4R_B = 0,55 \text{ nm}$

donc ils ne sont pas en contact

Exercice 9

1) a) $Z = 4$ $a = 2\sqrt{2}R \Rightarrow R = \frac{\sqrt{2}}{4}a$

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

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

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

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

$\rho = 0,856 \text{ g/cm}^3$

$M(K) = 39,1 \text{ g/mol}$

$\rho = \frac{M \cdot Z}{N_A \cdot a^3}$

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

Exercice 19

1) a) $\text{Fe} : Z = 2$

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

grande diagonales

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

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

$$C = 0,68$$

b) $\text{Cu} : Z = 4$

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

grande diagonale

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

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

$$C = 0,39$$

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

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

$$Z = 2$$

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

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

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

$$R = 0,195 \text{ nm}$$

$$Z = 4$$

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

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

donc cristal cubique face centrée.

Exercice 11

$$\begin{aligned} 2) \quad a &= 2\sqrt{2} R \\ R &= \frac{\sqrt{2}}{4} a \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} 4) \quad \rho &= 17,63 \text{ g cm}^{-3} \\ M_{Ni} &= 58,3 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{2} a &= 2R_{Ni} + 2R_{Au} \\ &= 0,380 \text{ nm} \end{aligned}$$

$$a^3 = \frac{3M_{Ni} + 4M_{Au}}{N_A \cdot \rho}, \quad a = \underline{0,38 \text{ nm}}, \quad 0,388 \text{ nm}$$