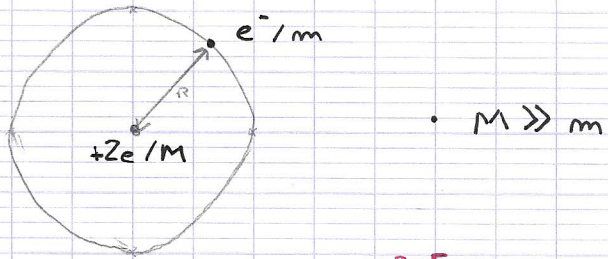
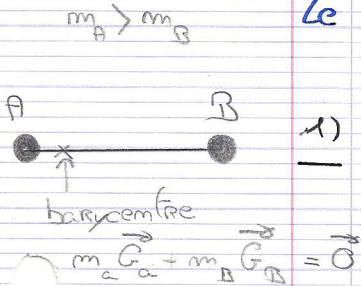


CORRECTION TD - Chimie générale - Les premiers modèles de l'atome

Le modèle de Rutherford. (1911)



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

→ déplacement des charges ($C \cdot m^{-2}$)
 $D = \epsilon F \rightarrow$ champ électrique ($V \cdot m^{-1}$)
 $\hookrightarrow (C \cdot V^{-1} \cdot m^{-1})$

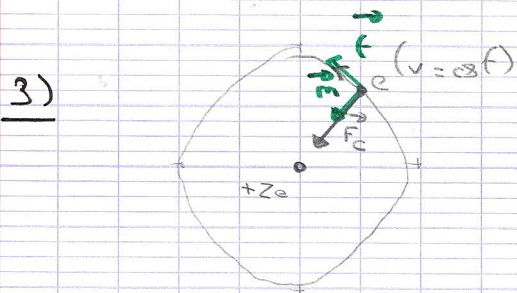
2) $E = q \cdot V \rightarrow$ différence de potentiel ($kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} \cdot C^{-1}$)
 \hookrightarrow énergie ($J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$)

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

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: $[M] \times [L] \times [T]^{-2}$
 G_m a donc une dimension homogène à une masse accélérée.



repère de Frey

Eq de Newton: $\vec{F}_c = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a}$
 dans le repère de Frey:
 $\vec{a} = a_e \vec{e} + a_m \vec{m}$
 $= \frac{dv}{dt} \vec{e} + \frac{v^2}{R} \vec{m}$ or $v = \omega r$

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

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

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

$E_p = -\frac{1}{2} E_c$

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

4) $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{ze^2}{8\pi\epsilon_0 R}$

5) Force dérivée d'une énergie: $F_c = -\frac{dE_p}{dR}$
 $dE_p = -F_c dR \Leftrightarrow E_p = -\int_0^{+\infty} F_c dR$
 $= -\int_0^{+\infty} \frac{ze^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{dR}{R^2}$
 $= -\frac{ze^2}{4\pi\epsilon_0 R} + cte$

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

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

6) **Théorème de viriel**

pour un système à l'équilibre thermodynamique

$2E_c + E_p = 0 \quad E_c > 0 \wedge E_p < 0$

Correction TD

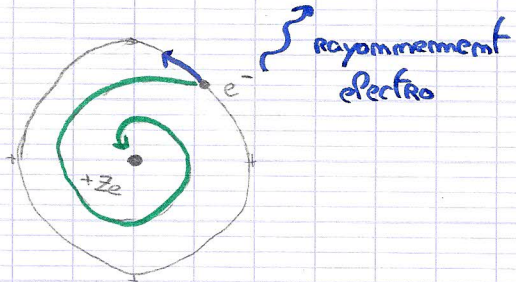
7) Énergie totale :

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

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

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 stabilité des atomes.

II - Le modèle de Bohr (1913)

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

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

1)

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

2)

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

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

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

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 = Rayon de Bohr

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

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

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

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

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

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

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

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

Joules

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

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

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

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

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

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

- $m=1 \quad R_1 = a_0$
- $m=2 \quad R_2 = 4a_0$
- $m=3 \quad R_3 = 9a_0$
- $m=4 \quad R_4 = 16a_0$

III - Spectroscopie de l'atome d'hydrogène.

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

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

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

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

$$\nu = 2,47 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

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

$$d = v \cdot t$$

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

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

λ longueur d'onde
 ν fréquence (Hz)
 $\bar{\nu}$ nombre d'onde m^{-1}

Correction Spectroscopie des systèmes hydrogénoïdes
TD-Chimie

Exercice 1:

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

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

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

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

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

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

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

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

Exercice 2:

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

$$\rightarrow m_f = 4$$

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

$$\rightarrow m_i = 3$$

	ΔE eV	σ Hz
2) 3 → 1	12,09	$2,92 \cdot 10^{15}$
2 → 2	10,2	$2,49 \cdot 10^{15}$
2 →		
3 → 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) $Li^{2+} \quad Z=3$

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 Pp 1.

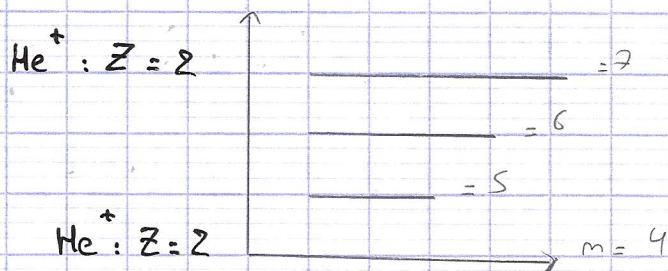
1) $\frac{1}{\lambda_{n \rightarrow 1}} = R_H Z^2 \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$ $\frac{\lambda_{m \rightarrow 1}}{\lambda_{n \rightarrow 1}} = \frac{1 - \frac{1}{m^2}}{1 - \frac{1}{n^2}} = \frac{1 - \frac{1}{m^2}}{1 - \frac{1}{(n-1)^2}}$
 $\frac{1}{\lambda_{m \rightarrow 1}} = R_H' Z^2 \left(1 - \frac{1}{m^2}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

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



$$\lambda_{5 \rightarrow 4} = 1012,5 \text{ nm}$$

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

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

$$\frac{1}{\lambda_{5 \rightarrow 4}} = R_H \cdot Z^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right) \Rightarrow R_H = \lambda_{5 \rightarrow 4}^{-1} \times \frac{1}{Z^2 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right)}$$

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

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

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

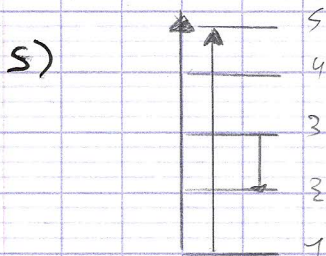
Exercice 2

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 $m=5$

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

$5 \rightarrow 2$ $4 \rightarrow 1$ C'est possible

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

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

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

Série de Balmer

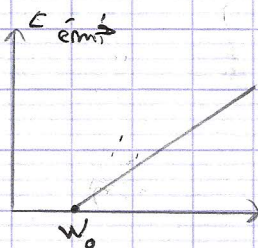
ΔE^-

Effet photoélectrique

Exercice 1: 1) Einstein: $h \cdot \nu = W_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2$ → énergie cinétique de l'électron

\downarrow énergie du photon incident \downarrow énergie d'ionisation du métal

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



Correction TD
Chimie

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

4) De Broglie

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

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

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

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

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

Exercice 3:

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

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:

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

$$2) \quad v = 0 \quad \text{pour} \quad \lambda = \lambda_0 \quad \frac{h \cdot c}{\lambda_0} = W_0 \\ = \underline{2,65 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\Rightarrow \lambda_0 = 750 \text{ nm}$$

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

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

Exercice 5:

$$\lambda_0 = 0,66 \text{ } \mu\text{m}$$

$$1) \quad W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_0} = \underline{3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

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

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

4) ~~Effet~~ effet quantique : indétermination 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) $\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \underline{2,42 \text{ nm}}$ physiq, quantig

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

4)

Correction Orbitales et nombres quantiques:

TD chimie

Exercice 1:

1) Équation de Schrödinger \rightarrow état
 \rightarrow solutions infinitésimales \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 polyelectronique \rightarrow densité de proba de présence simultanée.

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

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

\rightarrow 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 les règles de **Klechkowski**:

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

Exercice 3:

$$\begin{array}{l}
 m = 2 \quad p = 1 \quad m = -1 \quad \pm \frac{1}{2} \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad m = 0 \quad \pm \frac{1}{2} \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad m = 1 \quad \pm \frac{1}{2} \\
 \quad \quad \quad p = 0 \quad m = 0 \quad \pm \frac{1}{2}
 \end{array}$$

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 ($Z=29$)
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$
 $Cr (Z=24)$ $\frac{4s^2 3d^5}{4s^1 3d^5}$ moins stable
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
 $\frac{4s^2 3d^4}{4s^1 3d^5}$ 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: même nombre d'électrons

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

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

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

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

Exercice 3

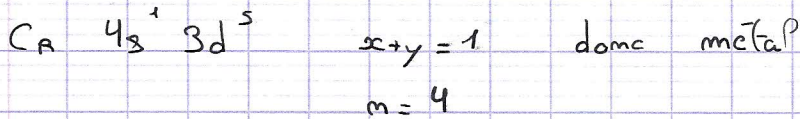
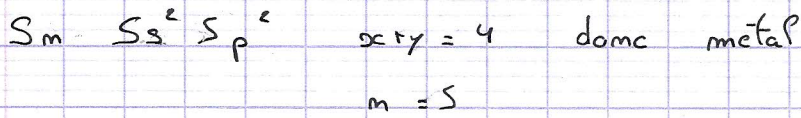
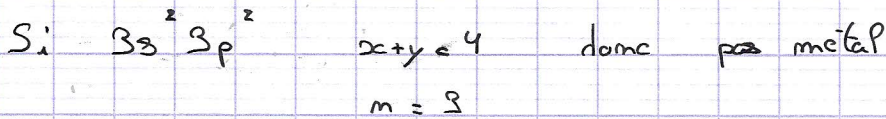
Mg	Alcalino	terre	12	$\rightarrow 3s^2$
Na	Alcalin		11	$\rightarrow 3s^1$
S	Chalcogène		16	$\rightarrow 3s^2 3p^4$
I	Halogène		53	$\rightarrow 5s^2 5p^5$

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

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

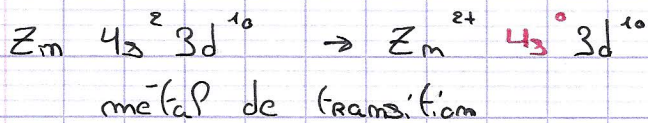
Les atomes ont tendance à adopter la structure électronique stable (gaz rare)

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

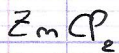


Exercice 5

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

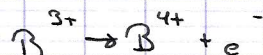
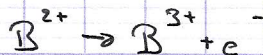
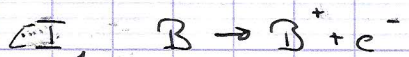
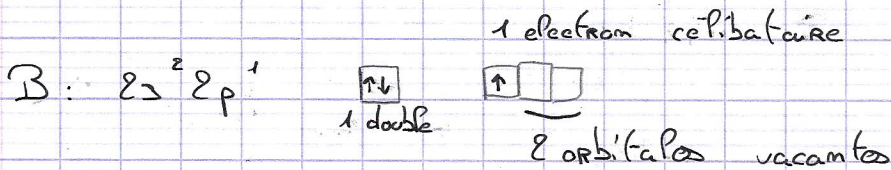


$$R_x = R_H \cdot Z^2$$



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

Exercice 7



3 première = électron de valence
 dernière = électron de cœur

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

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

Correction Exercice 9

TD chimie

- 1) As $4s^2 3d^{10} 4p^3$
 Co $4s^2 3d^7$
 V $4s^2 3d^3$
 Cu²⁺ $4s^0 3d^9$

2) F < S < Ge < Rb

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

3) C (Z=18): argon
 A²⁻ (Z=16): soufre

B²⁺ (Z=20): calcium

Exercice 9:

- 1) Chrome $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
ARsenic $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$
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 A²⁻ \Rightarrow Soufre B²⁺ \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 A²⁻ \Rightarrow Soufre B²⁺ \Rightarrow Calcium

- 4) a) Mg : Alcalino TERREUX Cl : ~~Chlore~~ Chalcogène
Ba : Alcalino TERREUX I : ~~Ch~~ 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 < Cl

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

Exercice 11

- 1) 1 1^{st} ionisation : électrom de valence
2 2^{nd} ionisation : électrom 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

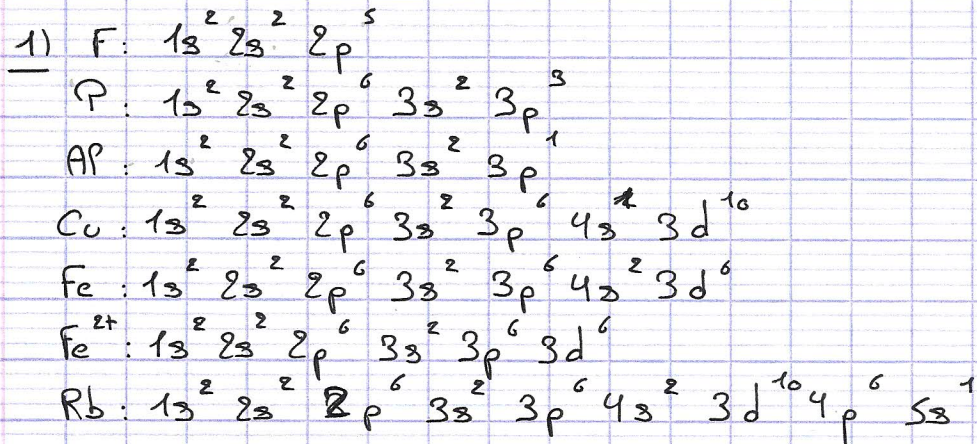
- 1) 2 Mg (alcalino terreux): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 K (alcalin) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
 Cr (métal de transition) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
 Fe (métal de transition) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
 Br (halogène) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

3) Fe⁺: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$



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

5) • Règle de Klechkovski



• 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'Électron de cœur

Exercice 14

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

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

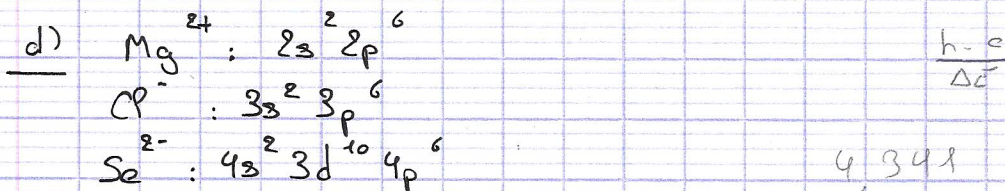
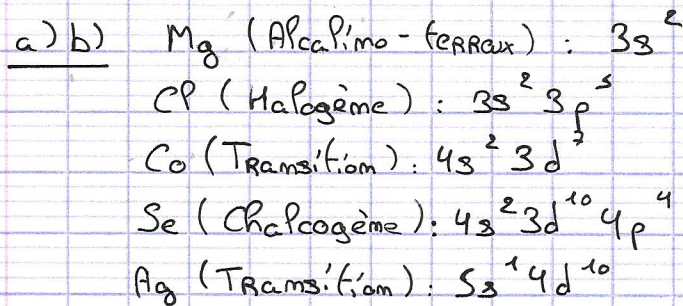
e) $Z = 52$

Exercice 15

1) K: $4s^1$ 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



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 Ca²⁺ donc l'énergie de 1st est faible mais plus élevée que celle de K.

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

d) $\lambda = 286$: visible

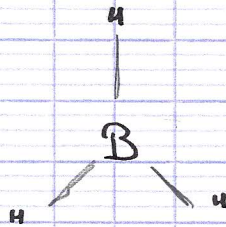
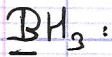
Exercice 18

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

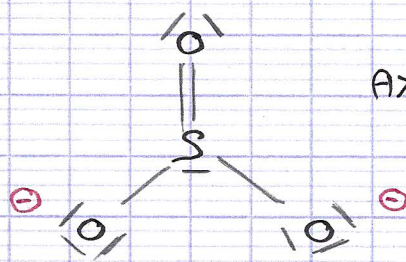
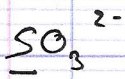
- Le pang d'une colonne $n \rightarrow$ donc $R \rightarrow$
- Le pang d'une période \rightarrow donc $R \rightarrow$

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

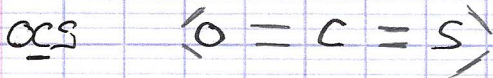
Exercice 1



AX₃ • Figure de Répulsion:
triangle α = 120°
• sp²

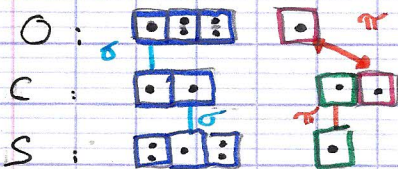


tétraèdre 109,5°
AX₃E⁻ • triangle α = 120°
• sp³
• pyramide trigonale

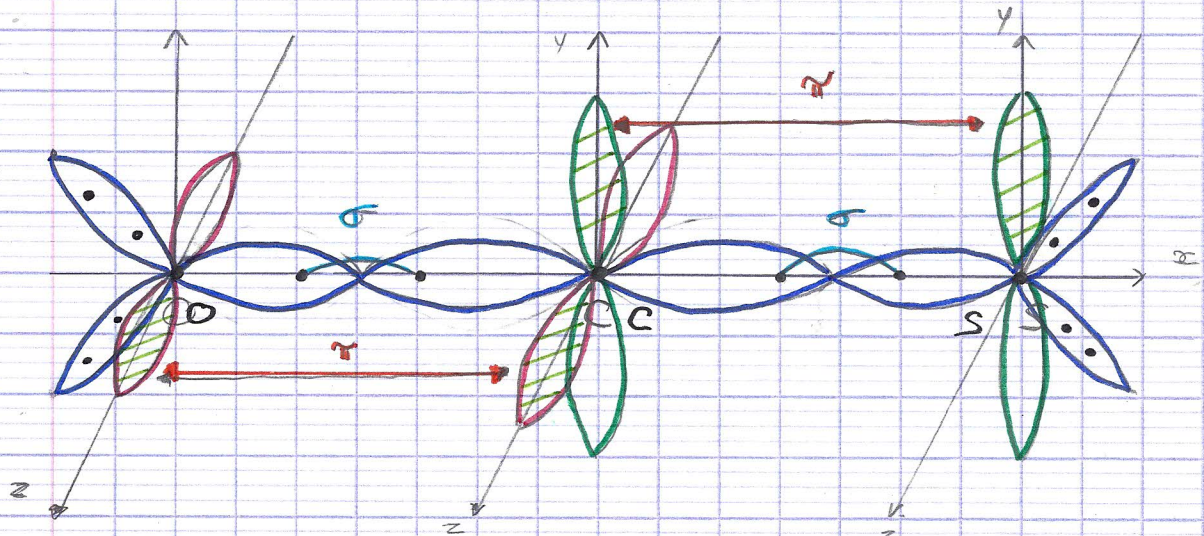


AX₂ • droite α = 180°
• sp

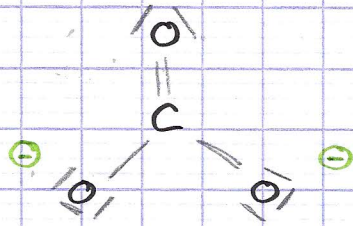
Hybridation:



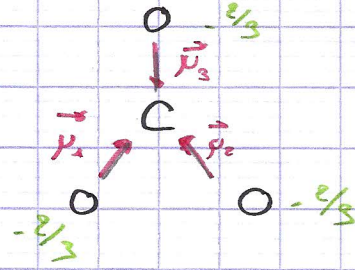
/// = ⊕



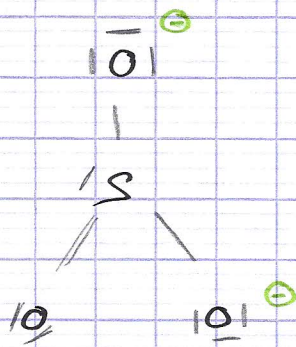
Exercice 2



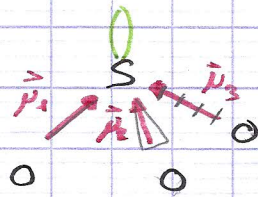
avec les différentes formes :



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

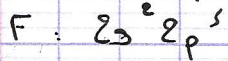
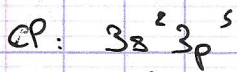


avec différentes formes

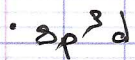
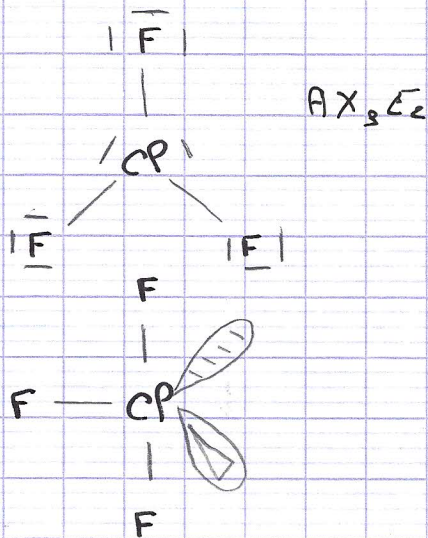


$\vec{\mu}_T = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 + \vec{\mu}_3 \neq 0$
polaire

Exercice 3

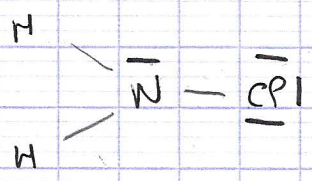
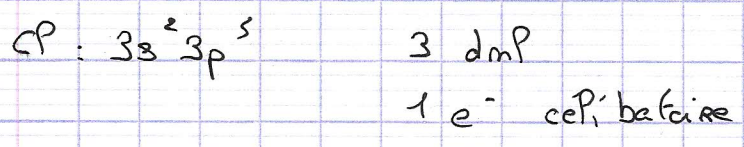
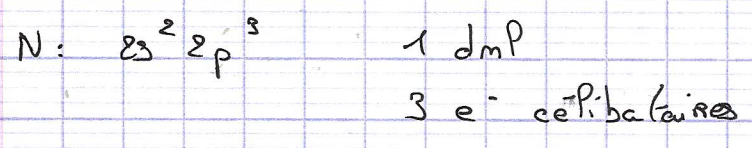


FR:

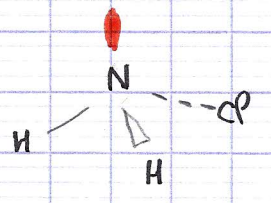


Correction Exercice 4

TD chimie

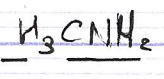
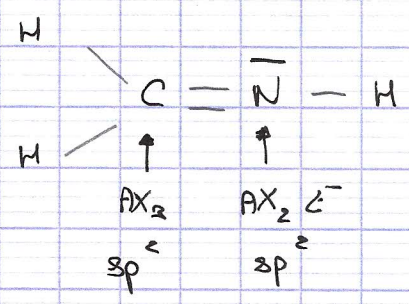
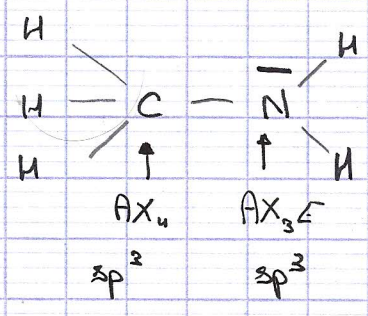
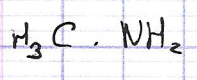


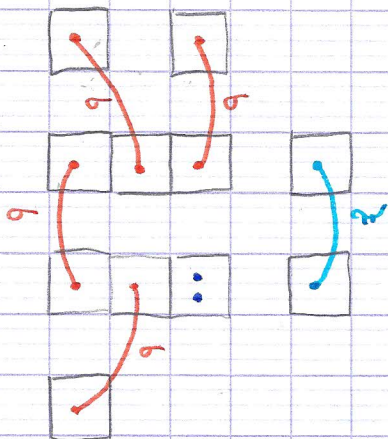
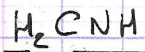
AX_3E^-
 figure de répartition tétraédrique
 $d \approx 109,5^\circ$



N: sp^3 , CP: sp^3

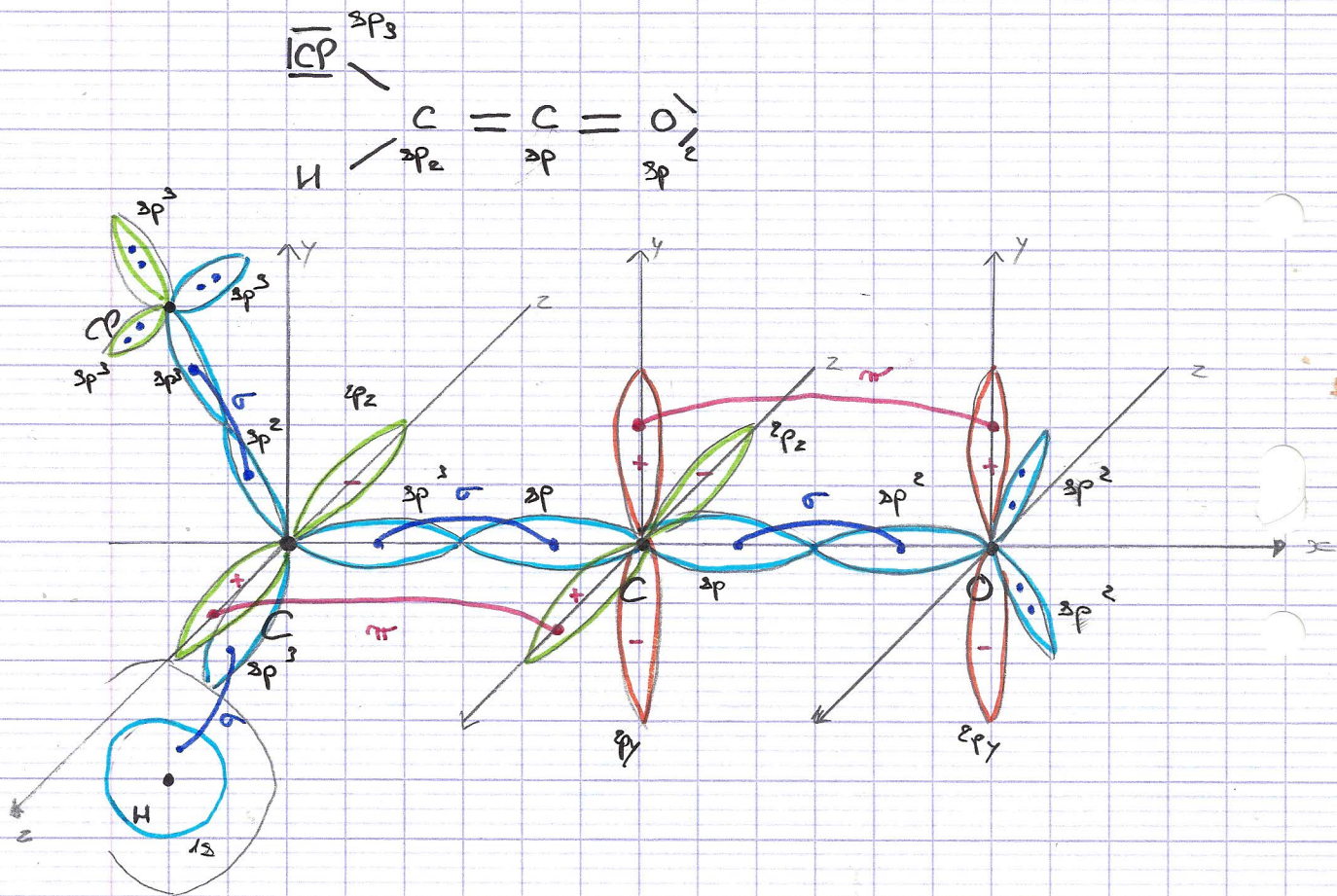
Exercice 5

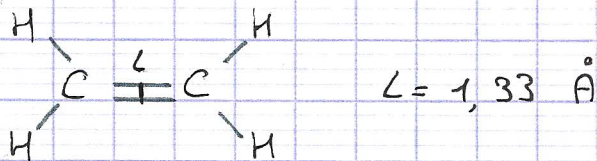
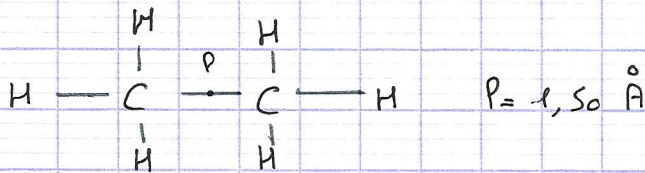
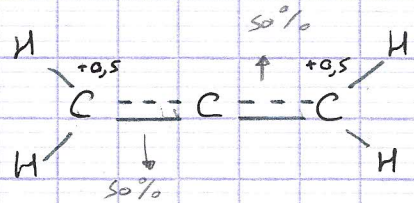
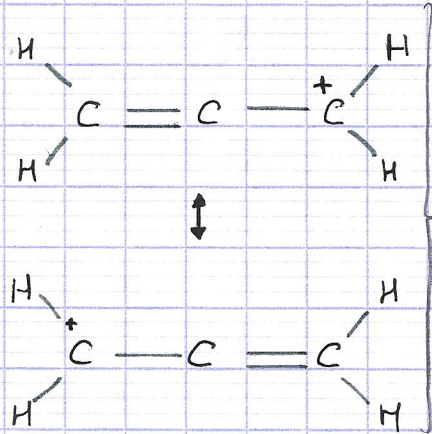
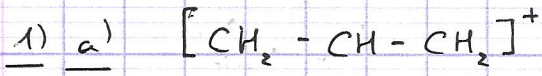




formalisme des cases quantiques

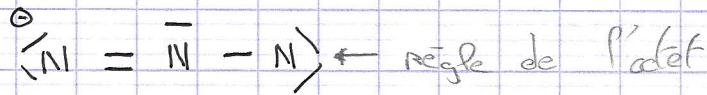
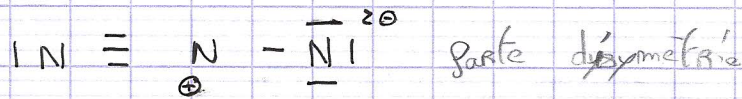
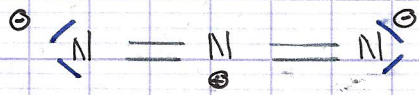
Exercice 6





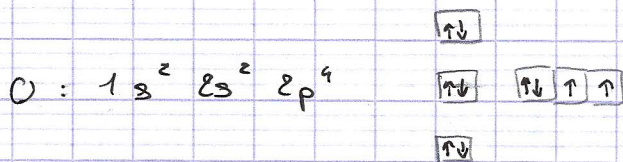
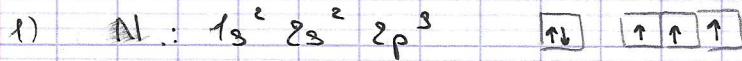
Donc comme chaque liaison C-C de l'allyle à 50% de chance d'être et 50% de chance de ne pas l'être. D'où la liaison aura une longueur intermédiaire.

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

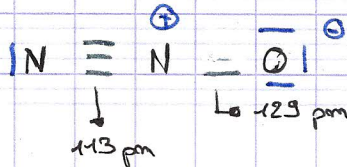
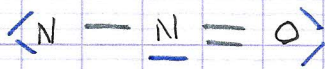
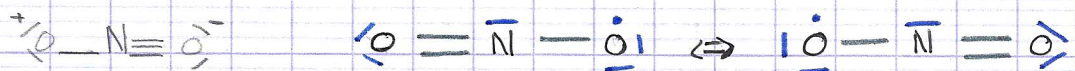


c) C : $\text{AX}_2 \rightarrow sp$, géométrie linéaire
 N : $\text{AX}_2 \rightarrow sp$, linéaire

Exercice 23

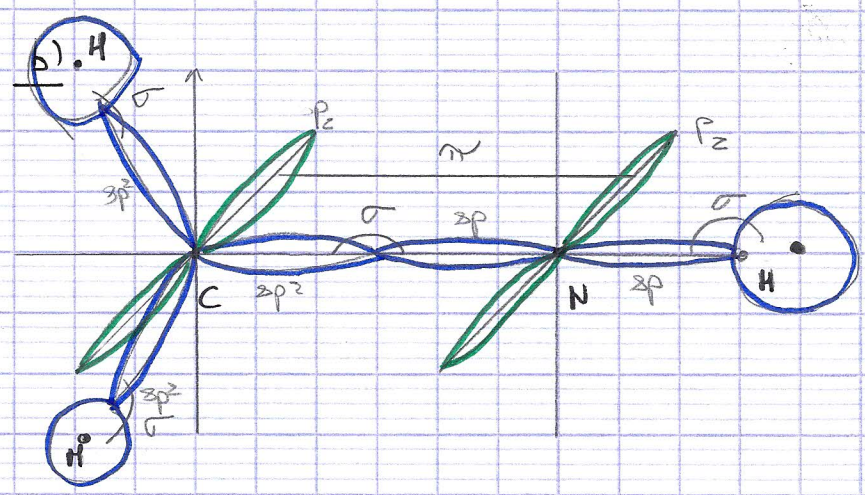


$\text{NO}_2 \rightarrow 17e^-$ de valence
 nombre **impair** d'électrons \rightarrow radical
 $\text{N}_2\text{O} \rightarrow 16e^-$ de valence

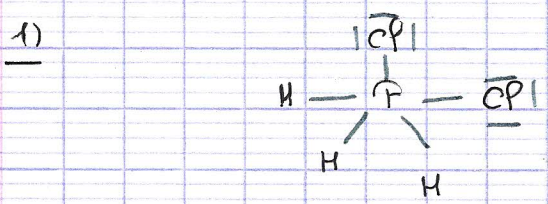


Exercice 7

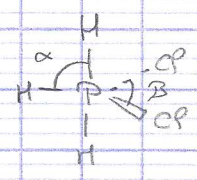
1) a) N: AX_2 : $2p^2$
 C: AX_3 : $3p^2$



Exercice 8



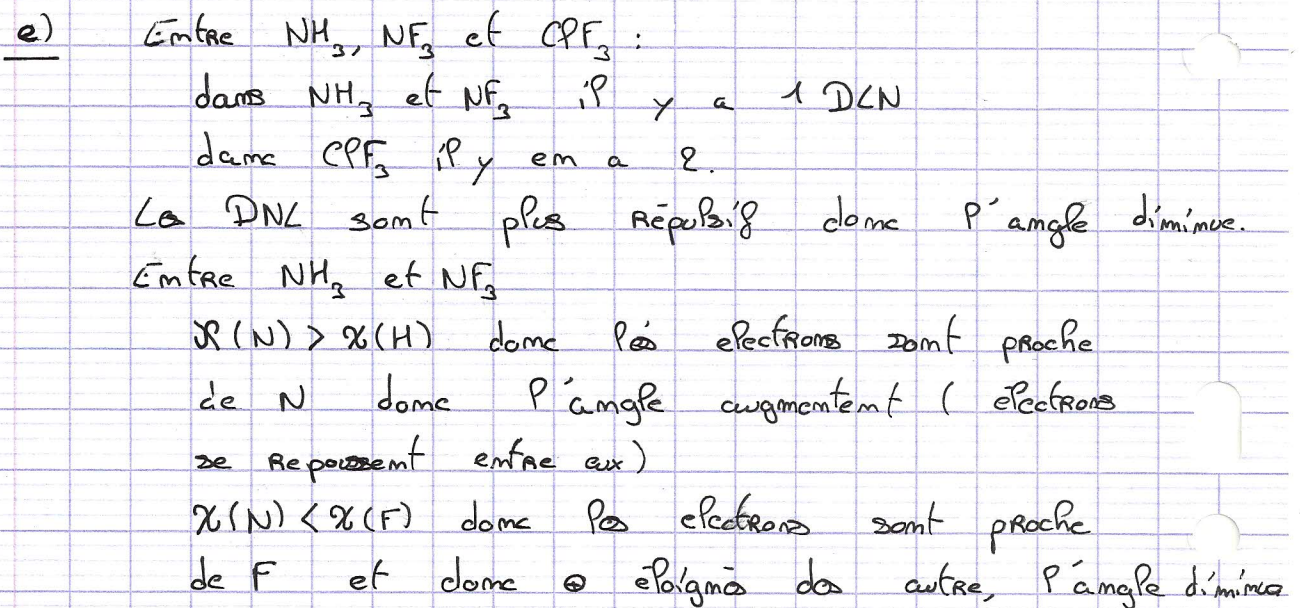
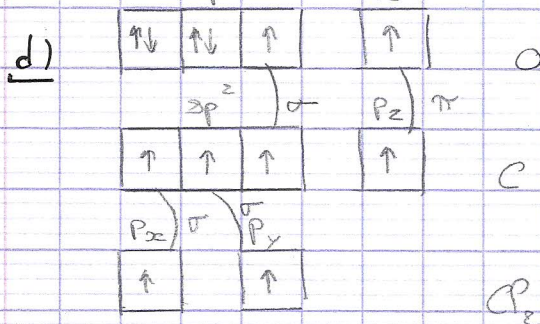
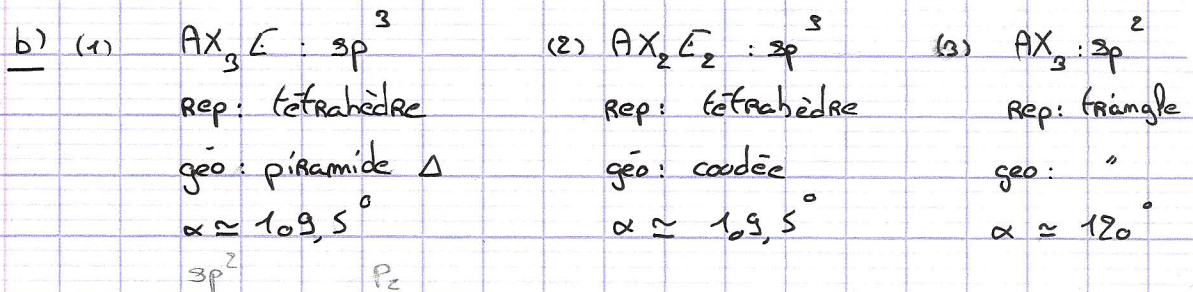
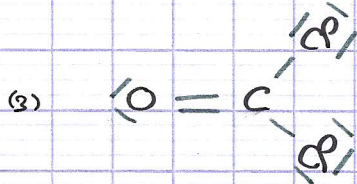
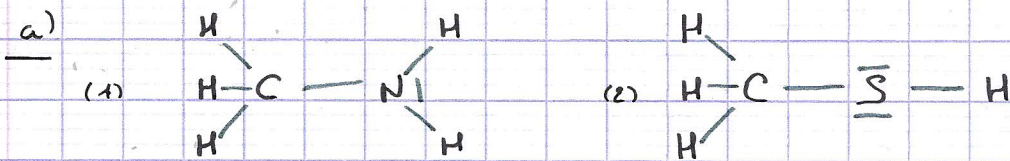
2) Ça sera une bipyramide trigonale
 $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 120^\circ$



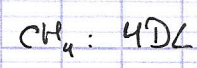
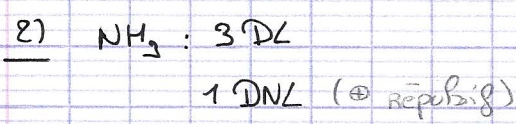
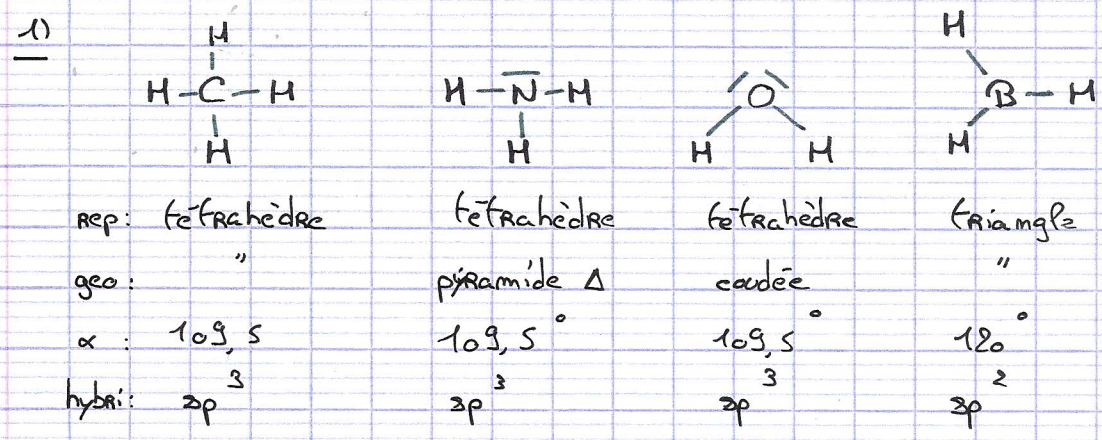
3) P: AX_5 sp^3d
 Cl: AX_3 sp^3

4) La molécule NH_3Cl_2 n'existe pas car P azote ne peut former 5 liaisons en effet la 2ème couche est limitée pas.

Exercice 3

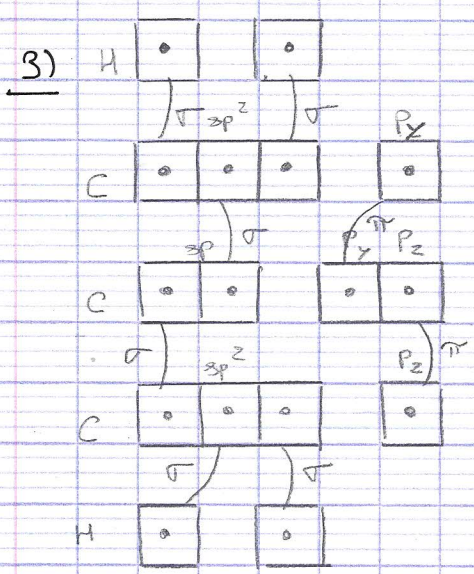


Exercice 10

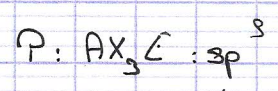


La présence de DL provoque un affaiblissement de l'angle

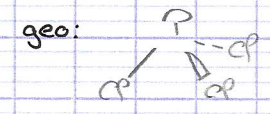
La molécule n'est pas plane



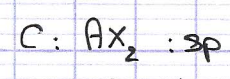
Exercice 11



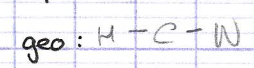
rep: tétraèdre



$\alpha = 109,5^\circ$



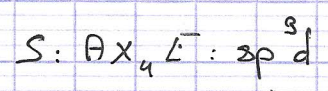
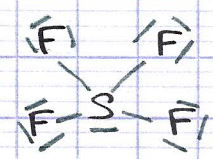
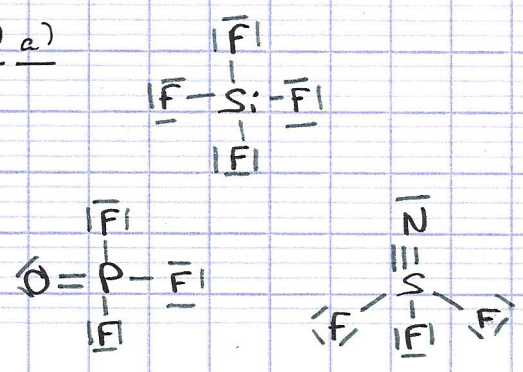
rep: linéaire



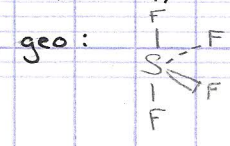
$\alpha = 180^\circ$

2) Problème des DL

3) a)



rep: bipyramide Δ



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

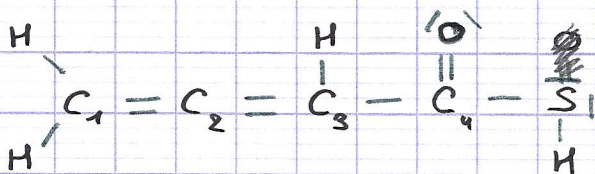
Ainsi: $\alpha(\text{SiF}_4) > \alpha(\text{POF}_3) > \alpha(\text{NSF}_3)$

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

Plus la différence d'électro-négativité 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



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

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

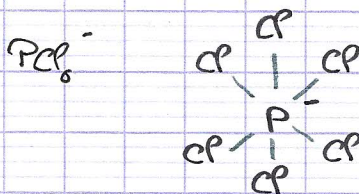
$\text{C}_3: \text{AX}_3: sp^2$

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

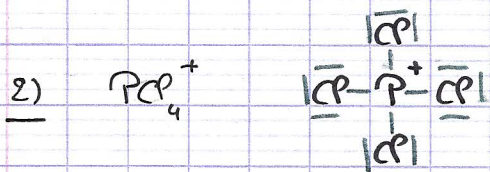
$\text{S}: \text{AX}_2\text{E}_2: sp^3$

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

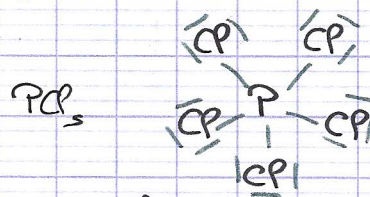
Exercice 13



$\text{AX}_6: sp^3d^2$ $\alpha = 90^\circ$
octaédrique

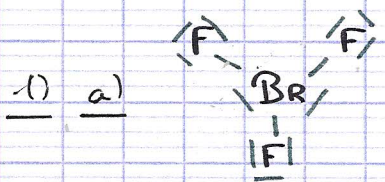


$\text{AX}_4: sp^3$ $\alpha = 109,5^\circ$
tétraédrique



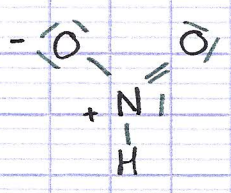
$\text{AX}_5: sp^3d$ $\alpha = 120^\circ$
bipyramide Δ $\beta = 90^\circ$

Exercice 15

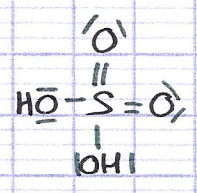


AX_3E_2
 sp^3d
 bipyramide Δ
 bascule cmT
 $\alpha = 90^\circ$
 $\beta = 180^\circ$

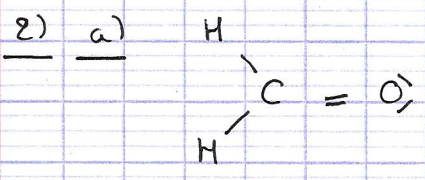
Résonance



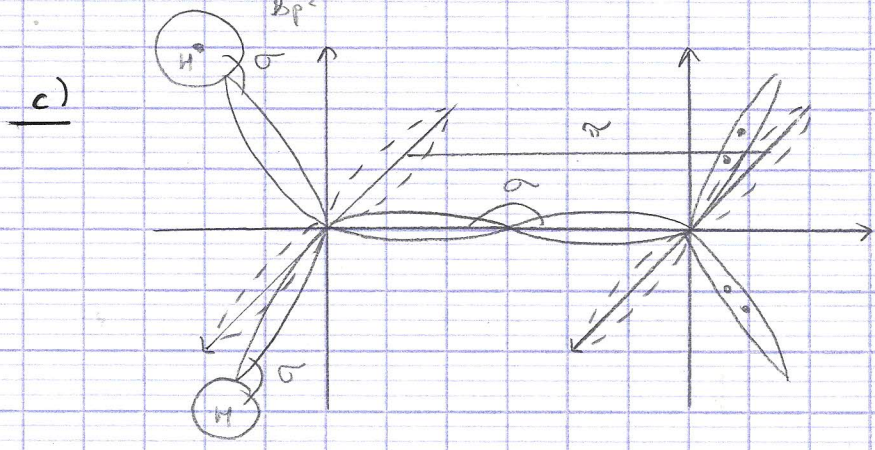
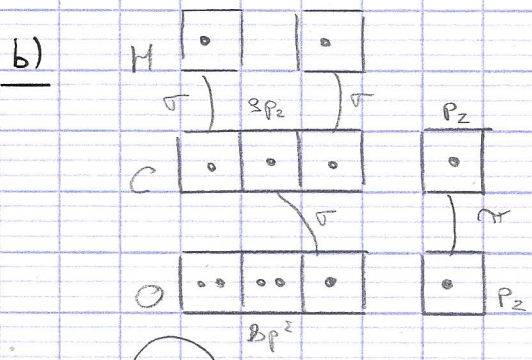
AX_3E
 sp^3
 tétraèdre
 pyramide Δ
 $\alpha = 109,5^\circ$



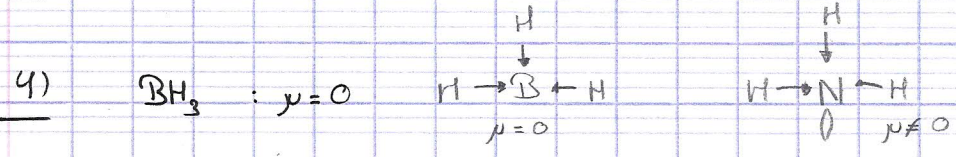
AX_4
 sp^3
 tétraèdre
 "
 $\alpha = 109,5^\circ$



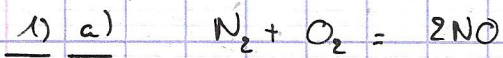
C: $AX_3: sp^2$
 O: $AX_2E_2: sp^2$



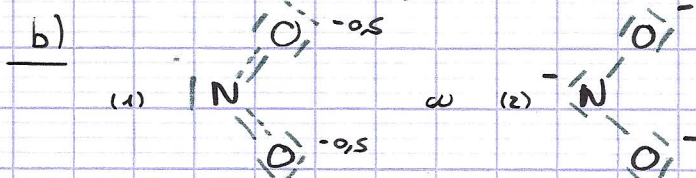
3) Évolution de DNK



Exercice 16



c) IP et paramagnétique

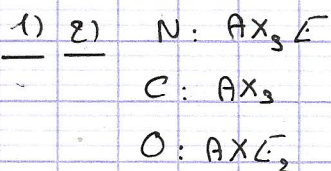


(1) et plus probable

$\delta = -1$

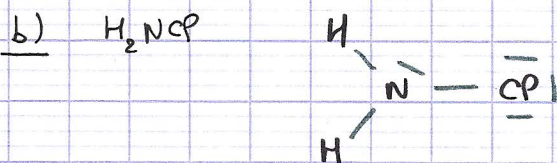
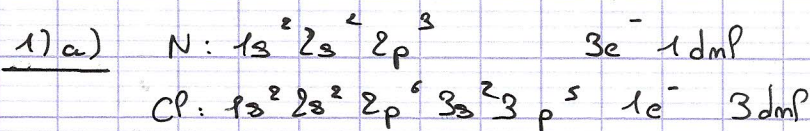
$\delta = -3$

Exercice 17



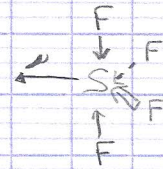
3) voir page

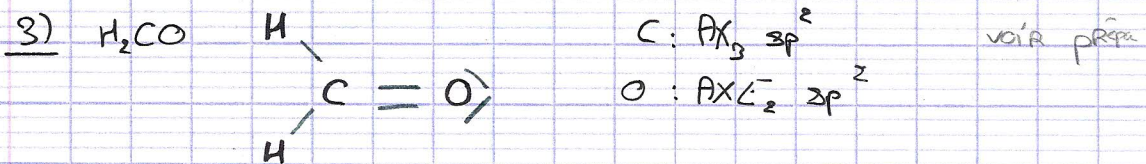
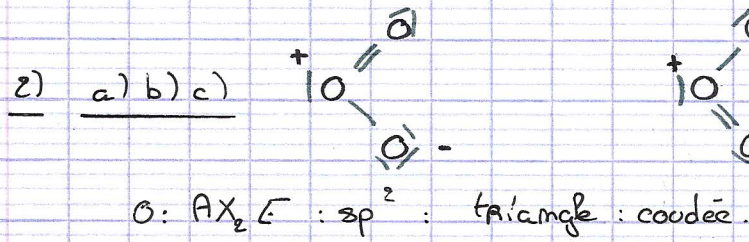
Exercice 18



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

d) La figure de rep est un tétraèdre avec un îome sur le sommet, il sera donc \ominus répulsif
 l'angle H-N-H sera donc \ominus petit

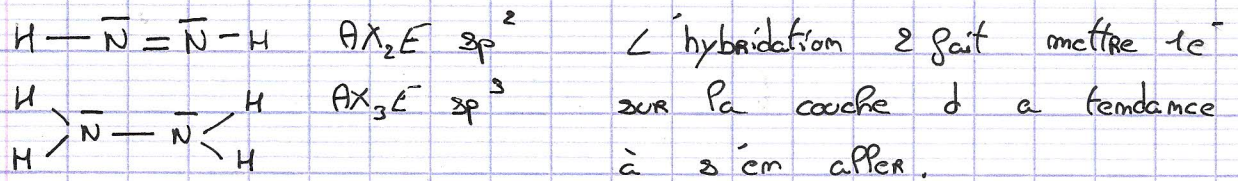
e) La molécule est polaire 



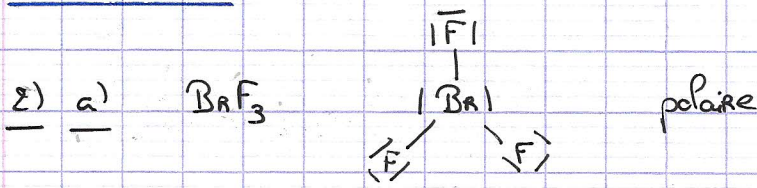
Exercice 19

AXE ⁻	sp	linéaire	"	180°
AX ₂ E ⁻	sp ²	coudée	tri'angle	120°
AX ₃ E ⁻	sp ³	pyramide Δ	tétraèdre	109,5°
AX ₄ E ⁻	sp ³ d	tétraèdre	bipyramide A	120°, 90°
AX ₅ E ⁻	sp ³ d ²	pyramide □	octaèdre	90°

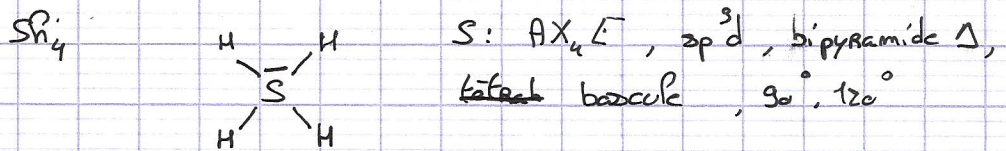
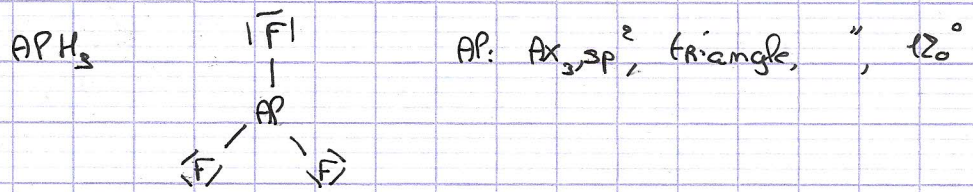
Exercice 20



Exercice 21



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



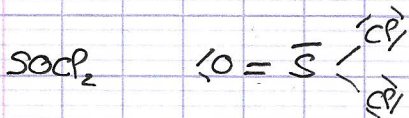
Exercice 22



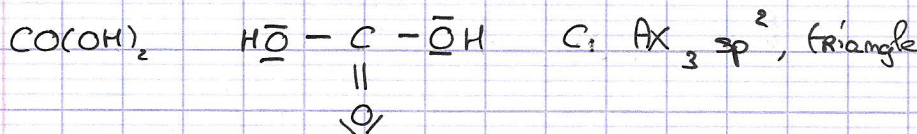
S: AX_2E_2 , triangle, courbée, sp^2



S: AX_2E_2 , sp^3 , tétrahédre, courbée, $109,5^\circ$



S: AX_3E_1 , sp^3 , tétrahédre, pyramide Δ , $109,5^\circ$

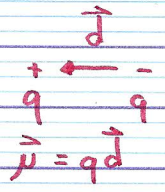


Correction Interactions moléculaires

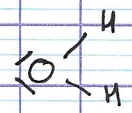
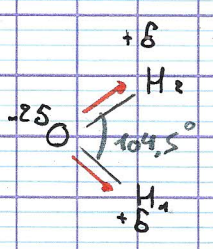
TD interac moléculaires

Exercice 1:

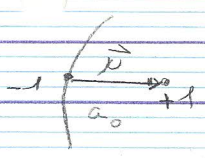
Dipôle = Charge x distance



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



AX_2E_2 sp^3
 FR = tétraèdre
 $\alpha_{HOH} = 109,5^\circ$
 geo : courbée
 $\alpha < \alpha_{HOH}$ (DNL)



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

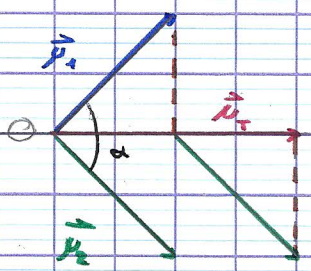
$\mu = qd$ en C.m

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

$\vec{\mu}_T = \vec{\mu}_{OH_1} + \vec{\mu}_{OH_2}$

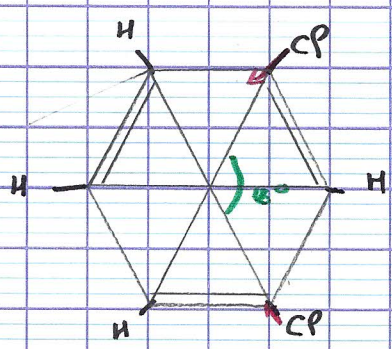
$\Leftrightarrow \|\vec{\mu}_T\| = \|\vec{\mu}_{OH_1} + \vec{\mu}_{OH_2}\|$

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



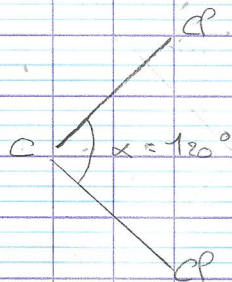
$\mu_T = \mu_{OH_1} \times \cos \frac{\alpha}{2} + \mu_{OH_2} \cos \frac{\alpha}{2}$

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



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

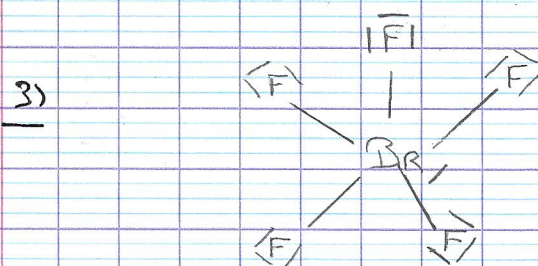
$$\chi_{CF} \neq \chi_C \rightarrow \mu_{CF} \neq 0 = 1,5 \text{ D}$$



$$\begin{aligned} \mu_T &= 2 \mu_{CF} \times \cos\left(\frac{180}{2}\right) \\ &= \mu_{CF} \end{aligned}$$

Polarité

ortho > meta > para

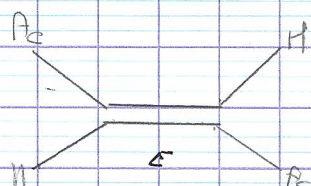
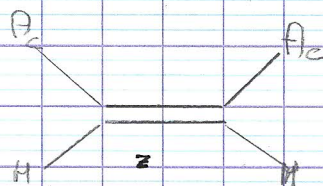


FR : octaédre

geo : pyramide à base \square

$\bar{\mu}_T \neq 0$ polaire

Exercice 4



A_c = COOH

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

$\mu_T ?$

maleïque = μ_{Ac}

fémarique $\mu_T = 0$

$T_g = 130^\circ$, $T_g = 286^\circ \leftarrow$ maleïque

↑
fémarique

↳ interaction Keesom / Keesom

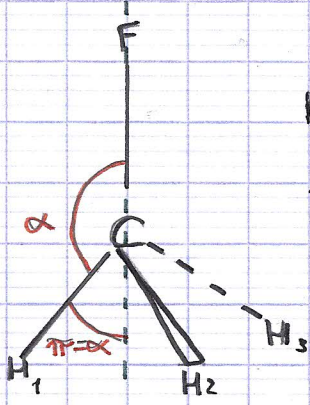
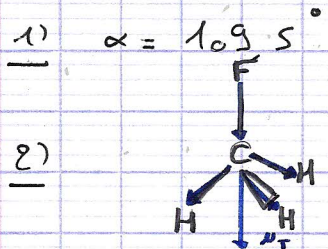
↳ interaction de Debye

(dipôle / dipôle induit)

Correction TD chimie

Exercice 5

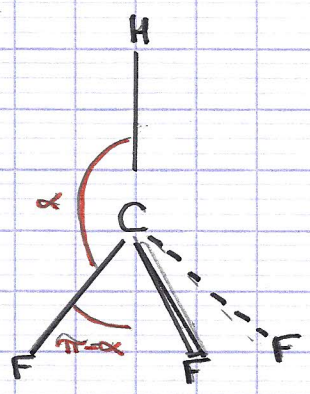
CH₃F et CF₃H



$$\|\vec{\mu}_T\| = \|\vec{\mu}_{CF} + \vec{\mu}_{CH_2} + \vec{\mu}_{CH_3} + \mu_{CH_1}\|$$

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

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



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

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

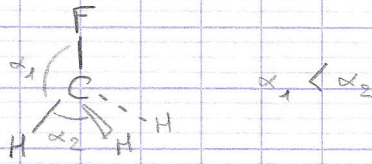
5) CH: $\Delta\% = 0,3$ CF: $\Delta\% = 1,8$
 $\delta = 0,051 \text{ C}$ $\delta = 0,35 \text{ C}$

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

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

7) $\mu_T = 2,09 \text{ D}$

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) $\text{CF}_2: V(R) = -8,11 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{m}^6$

$\text{CCl}_2: V(R) = -185,56 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{m}^6$

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 \rightarrow donc la polarisabilité \rightarrow
donc les interactions de London \rightarrow

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, $\epsilon = 0,127$

Anthracène, $\epsilon = 0,200$

4) a) Dipôle dissymétrique, arrangement anti-parallèle offre
une position relative plus favorable donc \oplus interactions

b) Interactions de London \approx répulsives

c) que London

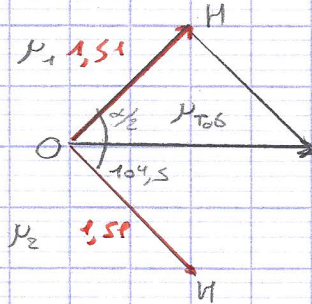
Prépa TD Chimie
Moment dipolaire : interactions intermoleculaires

Exercice 1

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

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

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

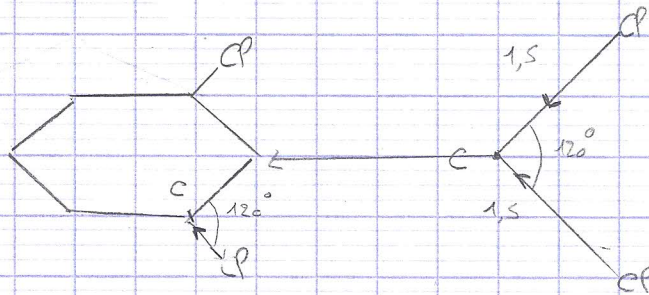


$$\vec{\mu}_{tot} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2$$

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

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

2)

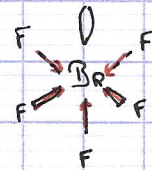
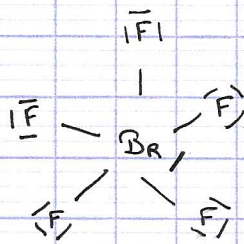


$$\mu_{tot} = 2\mu_1 \cos(60) = \mu_{acc}$$

3)

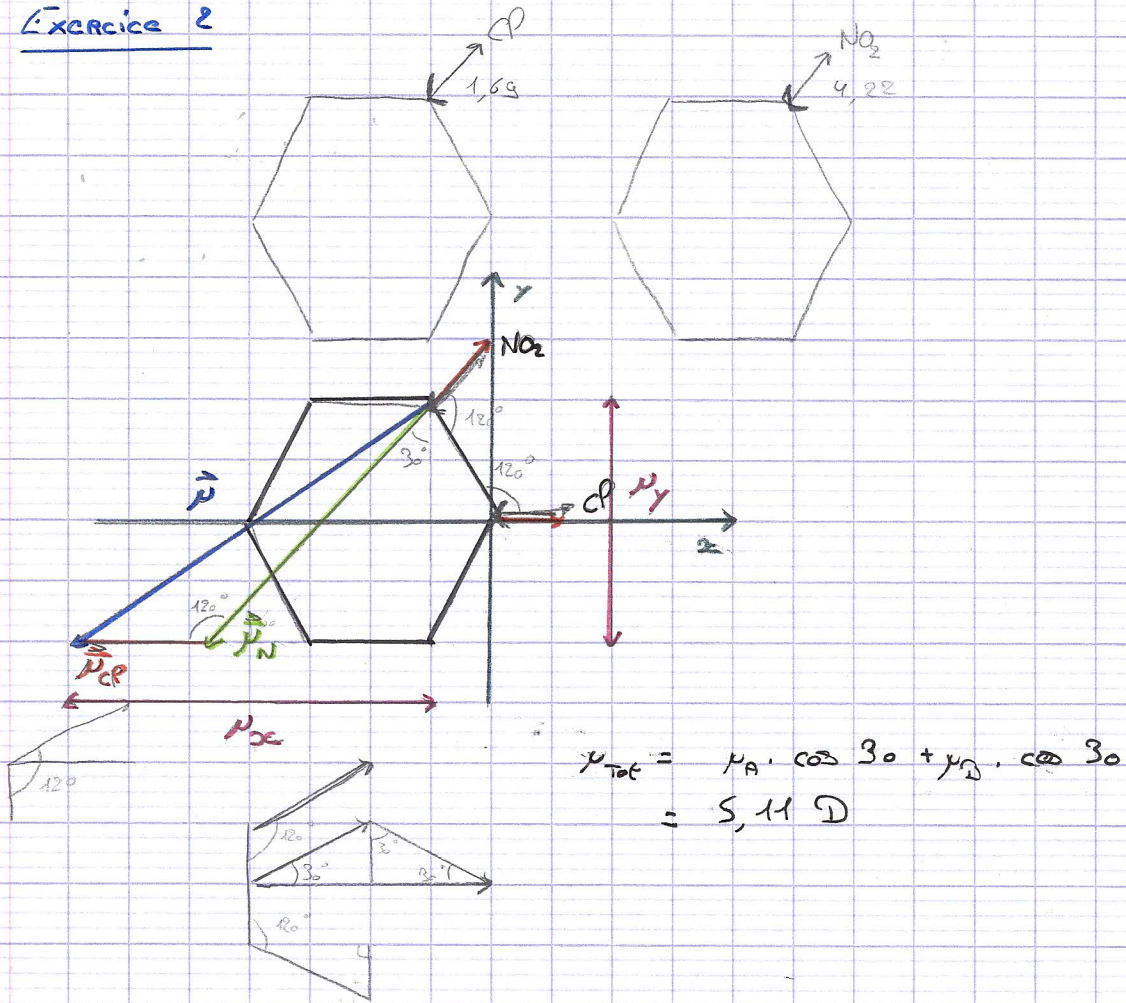
BrF_5 : AX_5E^- : sp^3d^2 : octaèdre

$\vec{\mu}_{\text{BR}}$



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

Exercice 2

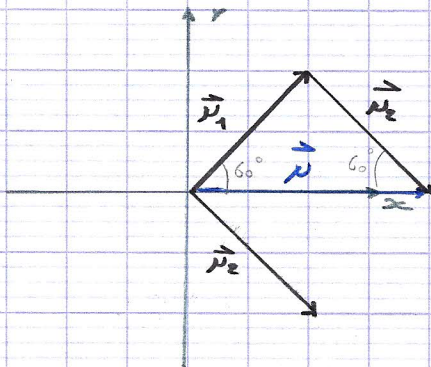


$$\mu_{\text{tot}} = \mu_A \cdot \cos 30 + \mu_B \cdot \cos 30 = 5,11 \text{ D}$$

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

Exercice 3

1)



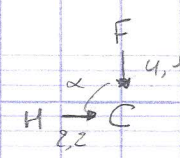
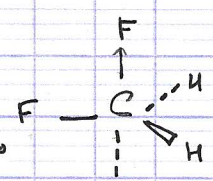
$$\begin{aligned} \mu &= \mu_1 \cdot \cos \frac{60}{2} + \mu_2 \cdot \cos \frac{60}{2} \\ &= 2\mu_1 \cdot \cos \frac{60}{2} \\ &= 1,85 \text{ D} \end{aligned}$$

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

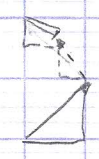
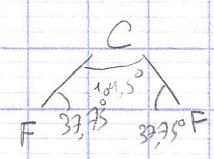
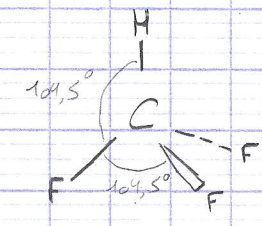
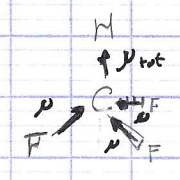
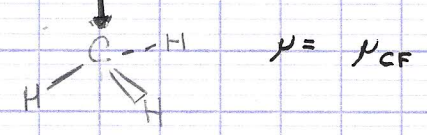
Prépa TD Exercice 5

1)

$\alpha = 109,5^\circ$



2)



3)

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

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.

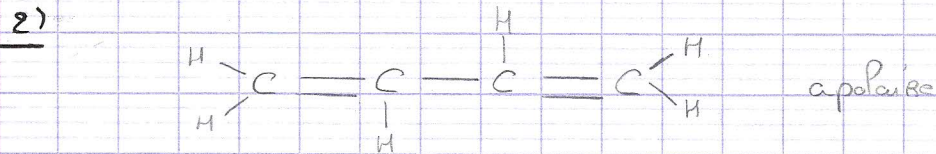
3)

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

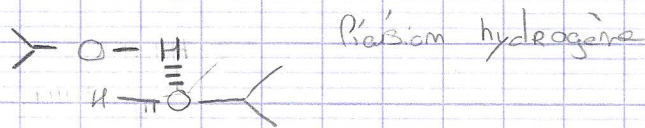
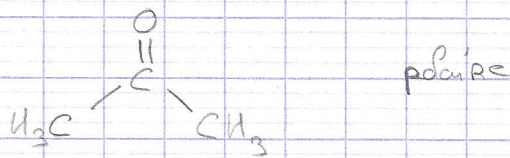
Exercice 7



- 1) Dipole / dipole: Keesom Liaison Hydrogène
 Dipole / dipole induit: Debye
 Dispersion: London

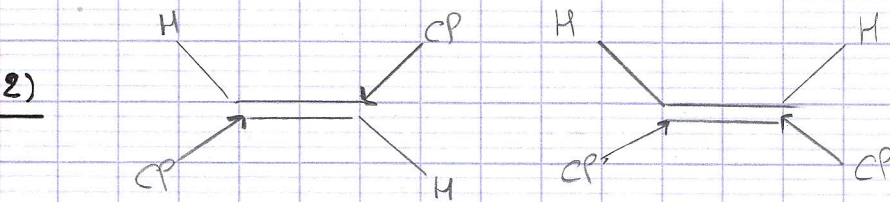


Les composés apolaires ont une température d'ébullition inférieure aux polaires



Exercice 8

- 1) voir exo 6.

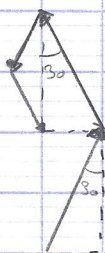
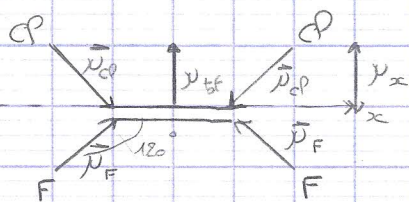
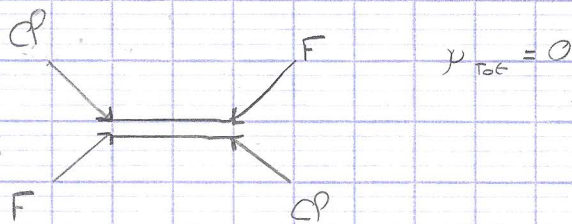


apolaire
 47,7°C

polaire
 60,3°C

Exercice 9

1)



$$\begin{aligned} & \mu_{\text{F}} \cdot \cos(30^\circ) + \mu_{\text{F}} \cdot \cos(30^\circ) - \mu_{\text{CF}} \cdot \cos(30^\circ) - \mu_{\text{CF}} \cdot \cos(30^\circ) \\ &= 2 \mu_{\text{F}} \cdot \cos(30^\circ) - 2 \mu_{\text{CF}} \cdot \cos(30^\circ) \\ &= 0,59 \text{ D} \end{aligned}$$

Exercice 10

1) Debye, Keesom, London

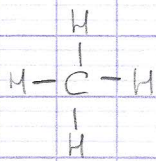
2) a) Le nuage électronique d'une ~~et~~ molécule est sensible à la présence d'un champ électrique externe, il est polarisable. La présence d'une charge près d'une molécule neutre non polaire ~~crée~~ ou provoque une déformation de son nuage électronique ce qui crée un moment dipolaire induit.

$$b) \frac{3}{2} \left(\frac{\Delta I}{2\Delta I} \right) \cdot \frac{\alpha^2}{(4\pi\epsilon_0)^2} \cdot \frac{1}{R^6} = \frac{3\Delta I}{4} \cdot \alpha^{12} \cdot \frac{1}{R^6} = \frac{m^3 R_j}{\text{mol} \cdot m^{-6}} = m^3 \cdot R_j \cdot \text{mol}^{-1}$$

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

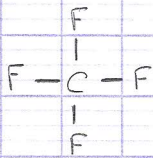
Tétrachlorométhane: $V(R) = -1,26 \cdot 10^{-70} R_j \cdot \text{mol}^{-1}$

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



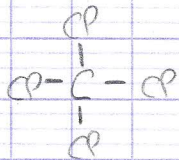
apolaire $\chi(\text{H}) \approx \chi(\text{C})$

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

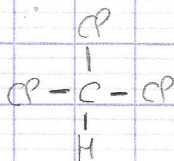


apolaire $\chi(\text{C}) < \chi(\text{F})$ temp de liaison \rightarrow

donc $T(\text{CF}_4) < T(\text{CH}_4) < T(\text{CCl}_4)$

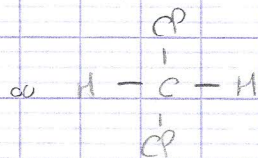
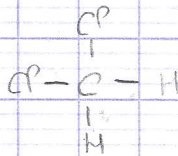


apolaire $\chi(\text{C}) < \chi(\text{Cl}) < \chi(\text{F})$



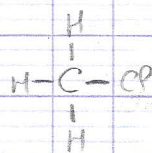
polaire

Plus il y a de liaison
 C-Cl plus les interactions
 de London \rightarrow donc



polaire
 apolaire

$$T(\text{CCl}_4) > T(\text{CHCl}_3) > T(\text{CH}_2\text{Cl}_2) > T(\text{CH}_3\text{Cl})$$



polaire

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

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

$$R^{-12} - R^{-2} = 0$$

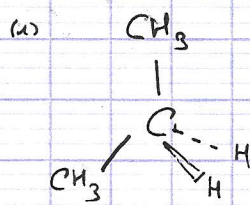
$$\frac{R}{2^{1/6}} = \sigma$$

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

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

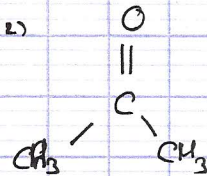
$$R = 2^{1/6} \sigma$$

1) a)



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

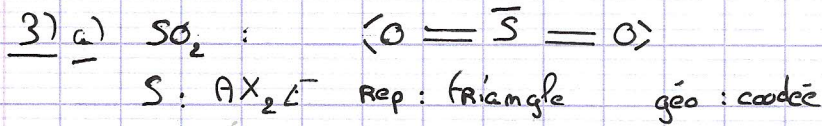
donc $T_{(1)} < T_{(2)}$

⊕ une molé^c est volumineuse plus elle est polarisable
→ interactions de London.

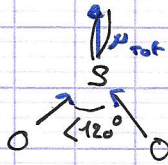
2) a) La colonne du carbone forme toujours des entités polaires ayant une température de fusion inférieure aux espèces apolaires (interactions de Keesom faibles)

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

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



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



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

La mol ecule est donc polaire

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

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $= 5,06 \cdot 10^{16} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$

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



• 30 g • 10 L

• 300 °C

1) Élimination

2) $PV = nRT$

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

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



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

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

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

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

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

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

$$= m_0 + x$$

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

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

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

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

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

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

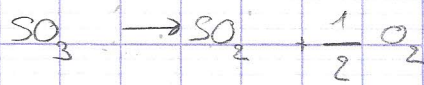
$$x_1 = \frac{m_1}{m_{\text{tot}}}$$

$$x_{\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3} = \frac{m_0 - x}{m_{\text{tot}}} = \underline{0,20}$$

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

4) $P = \frac{\text{obtenus}}{\text{théoriques}} = \frac{x}{m_0} = \underline{68\%}$

Exercice 2



$$P_0, T_0, V = cte$$

$$\begin{array}{l} t_0 \\ t \end{array} \begin{array}{l} m_0 \\ m_0 - \alpha \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ \alpha \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ \alpha/2 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \underline{1)} \quad P_i &= x_i \cdot P_{tot} \\ P_{\text{SO}_3} &= \frac{m_0 - \alpha}{m_0 - \alpha} \cdot \frac{RT}{V} \\ P_{\text{SO}_2} &= \alpha \cdot \frac{RT}{V} \\ P_{\text{O}_2} &= \frac{1}{2} \alpha \cdot \frac{RT}{V} \end{aligned}$$

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

$$\underline{2)} \quad \frac{\alpha}{m_0}$$

$$\dot{a} \quad t_0 \quad P_0 = m_0 \cdot \frac{RT_0}{V} \quad (1)$$

$$\dot{a} \quad t \quad P = \left(m_0 + \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \frac{RT}{V} \quad (2)$$

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

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

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

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

Exercice 3

- 1) $\begin{matrix} 28 & 4 & 2 \\ \text{g} & & \text{g} \end{matrix}$
• $\text{N}_2 + \text{He} + \text{H}_2$
• 10 L
• 30°C

a) $P = \frac{nRT}{V}$
 $= 4,1 \text{ atm}$

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

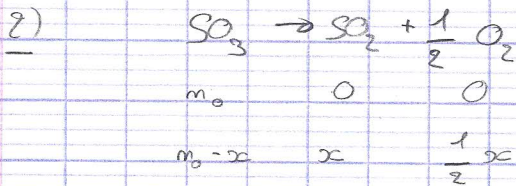
$$n_{\text{N}_2} = 0,11 \text{ mol}$$

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

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

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

b) $P_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} \cdot P_{\text{Tot}} = 0,28 \text{ atm}$
 $P_{\text{He}} = x_{\text{He}} \cdot P_{\text{Tot}} = 1,40 \text{ atm}$
 $P_{\text{H}_2} = x_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{Tot}} = 2,42 \text{ atm}$



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

$$\cdot 7,14 \text{ g SO}_3, n_0 = 88,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\cdot 2 \text{ L}$$

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

• taux de dissociation

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

$$x = 0,28 n_0$$

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

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

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

Exercice 4

1) $25^\circ\text{C} \rightarrow 400^\circ\text{C} \rightarrow 25^\circ\text{C}$ • $P = \frac{nRT}{V}$
• 1 L

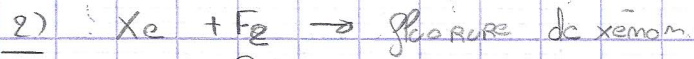
$$n = \frac{PV}{RT} = 0,32 \text{ mol}$$

$$\cdot P_{\text{F}_2} = 8 \text{ atm}$$

$$\cdot P_{\text{Xe}} = 1,7 \text{ atm}$$

$$\cdot P_{\text{F}} = 4,6 \text{ atm}$$

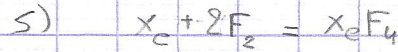
$$\cdot n = 0,07 \text{ mol}$$



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

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

3) $m_{F_2} = 0,13$
 $m_{Xe} = 0,26$



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



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

Exercice 5

- 1) • $CO_2 P_1$
 • 0,45 L \rightarrow ?
 • 202 kPa \rightarrow 404 kPa
 • 182 °C \rightarrow 91 °C

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{RT_1}{RT_2} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

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

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

- 2) C_6H_6
 • 3,9 g
 • $m = 0,05 \text{ mol}$
 • 15 L
 • 1,5 mol O_2
 • 50 °C

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

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

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

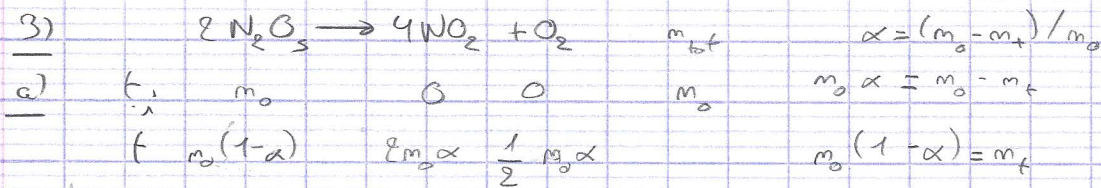
$$P_i = x_i \cdot P_{\text{tot}}$$

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

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

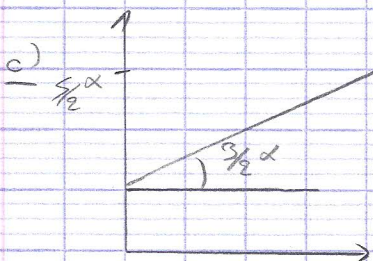
$$P_{O_2} = 2,70 \text{ atm}$$

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



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

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

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

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

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

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

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

3) $m_{\text{O}_2} = 0,012 \text{ mol}$

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

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

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

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

$$V_{m_{O_2}} = \frac{V}{n_{O_2}} = 39,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V_{m_{N_2}} = \frac{V}{n_{N_2}} = 95,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Exercice 8

B_1 et B_2

3L

4atm

CO_2

1L

6atm

O_2

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

• néglige interactions entre les molécules

• néglige le volume des molécules

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

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

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

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

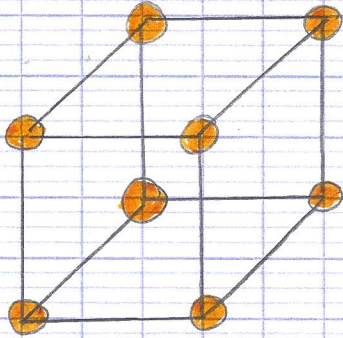
$$P_{O_2} = 1,47 \text{ atm}$$

3) $P_{tot} = 4,47 \text{ atm}$

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

CRISTAUX

Exercice 1

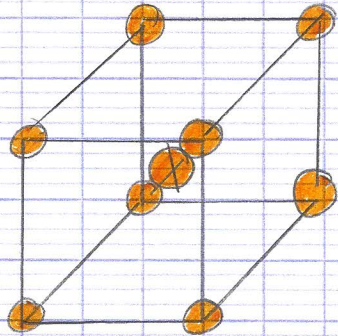


$$Z = 1$$

Les sphères atomiques sont tangentes le long d'une arête

$$a = 2R$$

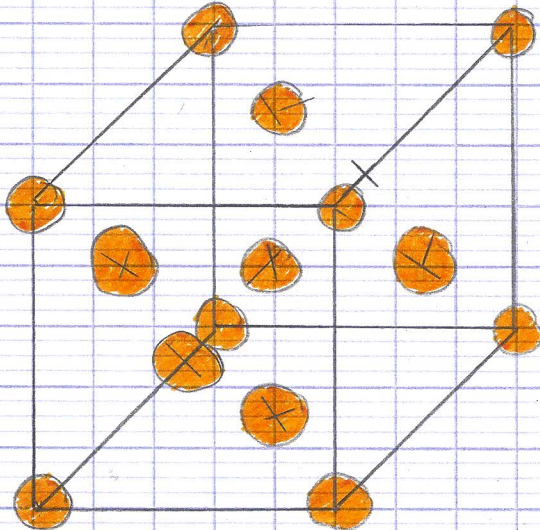
$$C = Z \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \frac{1}{a^3} = 0,52$$



$$Z = 2$$

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

$$C = 0,68$$



$$Z = 4$$

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

$$C = 0,74$$

Exercice 2

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

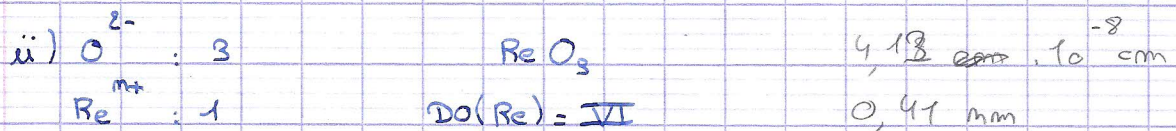
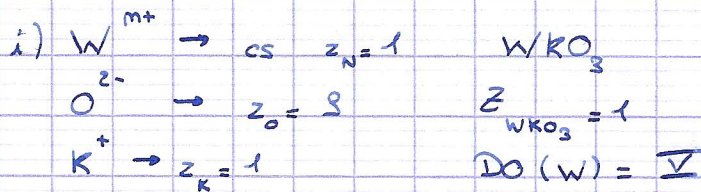
$$\rho_{\text{Fe } \gamma}: \rho = \frac{Z \cdot M}{N_A \cdot a^3} = \underline{\underline{7,62 \text{ g.cm}^{-3}}}$$

Exercice 3

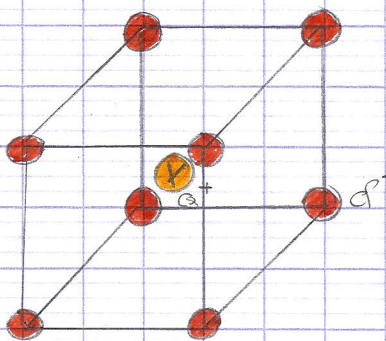
$$a = 2\sqrt{2}R$$
$$= 0,36 \text{ nm}$$

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

Exercice 4



Exercice 5



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

Les ions sont tangents suivant la diagonale du cube

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

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

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

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

Exercice 6

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

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

$$\rho_{CaCl_2} = 3,99 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$R_{Ca^{2+}} = ?$$

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

$$2R_{Ca^{2+}} + 2R_{Na^+} = a_2$$

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

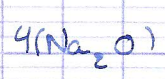
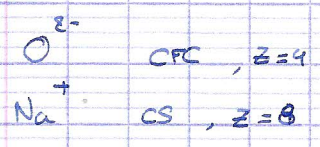
$$a_2 = \frac{4M_{Na} + 4M_{Cl}}{N_A \cdot \rho}$$

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

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

$$R_{Cl^-} = 0,178 \text{ nm}$$

Exercice 7



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

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

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

Exercice 8

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

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

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

3) $a = 2R_C + 2R_A$

$R_A = \frac{a}{2} - R_C$
 $= 0,157 \text{ mm}$

4) Les atomes sont en contact si: $4R_B = \sqrt{2}a$

$\sqrt{2}a = 0,38 \text{ mm}$

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

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

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

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

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

$\rho = 0,856 \text{ mm}^3$

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

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

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

Exercice 19

1) a)

$$Fe: Z = 2$$

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

grande diagonales

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

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

$$C = 0,68$$

b)

$$Cu: Z = 4$$

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

grande diagonale

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

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

$$C = 0,34$$

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

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

$$Z = 2$$

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

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

$$a = 0,34 \text{ mm}$$

$$R = 0,125 \text{ mm}$$

$$Z = 4$$

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

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

donc cristal cubique face centrée.

Exercise 11

$$\underline{2)} \quad a = 2\sqrt{2} R$$
$$R = \frac{\sqrt{2}}{4} a$$

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

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

$$\sqrt{2} a = 2R_{Ni} + 2R_{Cu}$$
$$= 0,388 \text{ nm}$$

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