

Structure électronique propriétés périodiques.

I classification périodique.

1) construction

3 règles + Pauli, principe d'exclusion de Pauli, $1e^-$ ne peut avoir que 4 nb quantique, pas plus de $2e^-$ dans une orbitale. pour n , pas plus de $2n^2 e^-$.
 + règle de Hund, valeur de multiplicité, lorsque plusieurs orbitales dégénérées, les e^- les occupent Hs avant de s'appairer. + règle de Mueckhowski : donne l'ordre de succession des orbitales (pénétration)
 $s > p > d > f$.

e) composition structure.

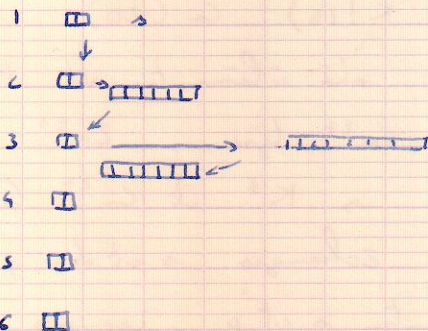
Tableau de Mendeleev 1869.

avoir type de e^- le plus périphérique et le nb de ces e^- pour les colonnes.

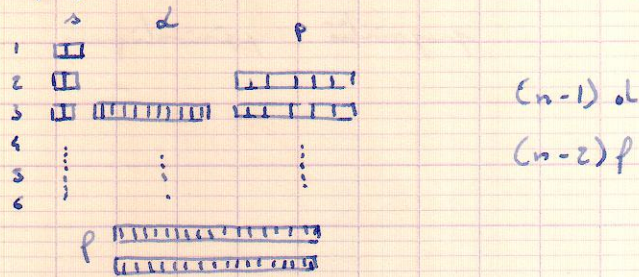
sur une ligne : Hs ayant le même n .

$(n-1) d$

$(n-2) f$



regroupement, construction des lignes.



quis tableau.

	I _A	II _A	III _A	IV _A	V _A	VI _A	VII _A	II	VIII		I _B	II _B	III _B	IV _B	V _B	VI _B	VII _B	0	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			

Lanthanides

Actinides

A-B: pour mentionner l'existence des couches intérieures inférieures.

A: s, et p en dessous, exception Li et Be.
après valence.

B: s, situés en dessous d'orbitales d.

ex: Cu et Zn, s en dessous d.

pour K et Ca $\overset{IA}{K(19)}$ $\overset{IIA}{Ca(20)}$ $\overset{IB}{Cu(29)}$ $\overset{IIB}{Zn(30)}$

pour Cu et Zn: les éléments de Rx habituelle est perdent 2 e⁻. Cu²⁺ type, Zn²⁺ aussi.

pour K et Ca $\rightarrow K^+$ et Cu²⁺ (Cu⁺ pas stable)

Cu: sans s, de échanges s et d. perd 1 e⁻ d
K a une distance entre s et p, jamais K²⁺

III_A → VIII : gradient en regardant e⁻ ou e⁻ couche orbitale et en dehors orbitale s éléments de transition

VIII : triades, propriétés très voisines

III_B → 0 remplissage orbitale p. éléments bien définis éléments des séries principales.

0 : gaz rares, nobles. propriétés particulières, orbitale p périphérique saturée, presque inerte. gaz monoatomiques lanthanides et actinides, s'intègrent après lanthane et actinium, membres de transition profond. se ressemblent beaucoup.

3) valeurs de Z*

e⁻ périphérique, n et l

charge du noyau. Z, numéro atomique

traduit attraction noyau et e⁻ périphérique.

pour H : 1 charge centrale + 1 périphérique

des H_s les autres : 1 ou d⁻ autres électrons.

pour He ou Li.

est-ce que les e⁻ profonds constituent un écran pour la charge périphérique, blindage ?

blindé par E de liaison d⁻ e⁻, par E d⁻ ions 0.

E d⁻ e⁻ est fonction de $\frac{Z^2}{n^2}$ e première approximation 0.

quoique Z↑, alors Ee ↑ indistinctement.

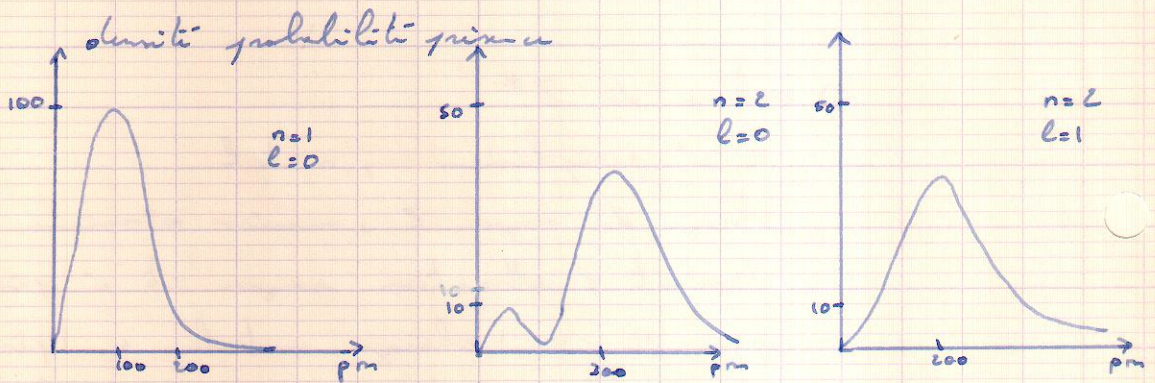
H : E_i = 1,31 eV/mole

Li : E_i = 0,52 eV/mole →

e⁻ e⁻ 2s¹ est en moyenne plus éloigné que les 1s² de H
la 2s¹ est repoussée par les 2 1s² → écran entre charge centrale et périphérique. il ne perçoit qu'une partie de la charge du noyau.

la charge effective pique, effet d'écran.
 a part assés la charge périphérique si elle est
 supérieure au noyau. charge intérieure positionnée au
 noyau; l'effet périphérique pique charge ≈ 1 par li.
 cage: si l'effet piqueté, elle n'est pas blindée,
 l'attraction serait celle d'une charge égale à 3.
 la valeur d'ionisation ne varie pas, elle est proportionnelle
 à la charge nucléaire effective. Z^x

$$Z^x = Z - \phi \quad \phi = \text{cte d'écran. correction}$$



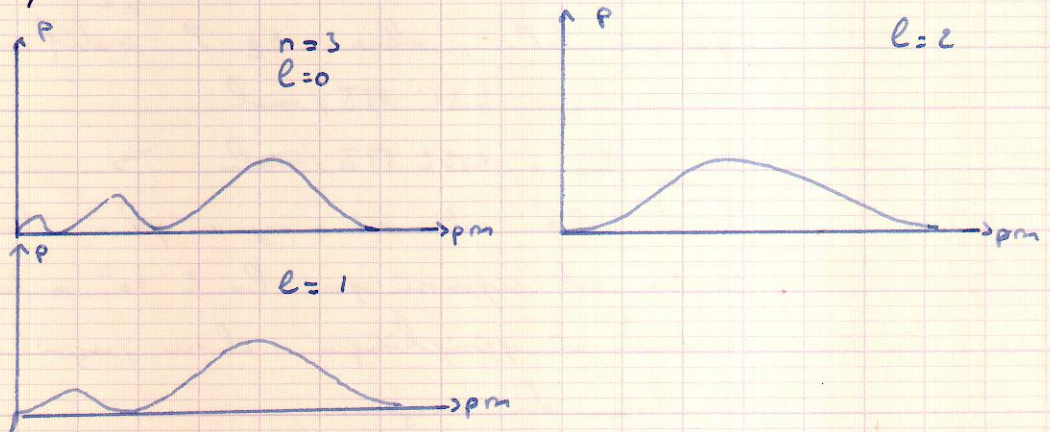
réflecte à plus piqueté car plus du noyau.

la plus blindée que p

p " " de

de " " f

piqueture variable des \neq couches.



$l=0$: 3 surf. nodales.

$l=1$: 2 " "

les e^- sont plus près du noyau \rightarrow blindage vis à vis d'autres e^- .

s plus blindant que p
p " " " " d.

§ 5 Lettre

$n s$ $n p$ $n d$ $n f$

1) écrire selon la configuration.

(1s) (2s 2p) (3s 3p) (3d) (4s 4p) (4d) (4f) (5s 5p).

2) e^- de droite $\rightarrow 0$

3) e^- du groupe $n b \times 0,35$.

$n s$ $n p \rightarrow$ 4) $n-1$: facteur correctif de 0,85.

5) $n-2$: " " de 1

$n d$ $n f \rightarrow$ 6) de gauche : " " de 1

ex: Si $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

charge positive par e^- périphérique p.

$$Z^* = 15 - 3 \times 0,35 - 8 \times 0,85 - 2 \times 1 = 4,15$$

ex: Ca : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

$$Z^* = 2,85$$

ex: Zn : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

$$Z^* = 4,35$$

meth marche mal pour Z grand.

genioch : \uparrow

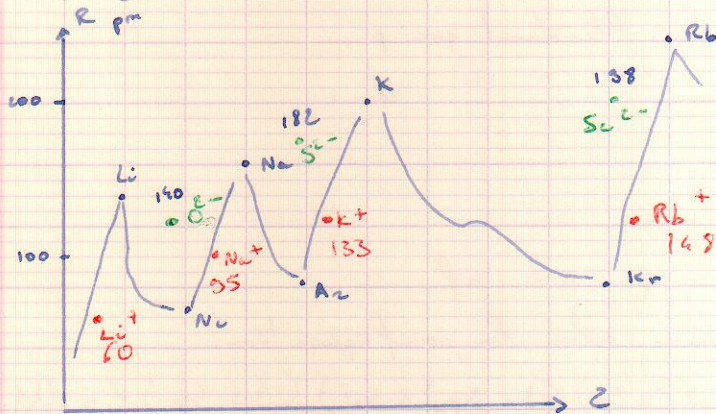
de ne faillir, vraiment très faible, tend vers limite

\rightarrow influence du noyau Ca $Z=20$ $Z^*=4,35$

II rayon atomiques

$\frac{1}{2}$ distance qui sépare 2 éléments de la même liaison covalente homonucléaire.

rayon covalent.



évolution dans une période, de Li au Ne, $R \searrow$ qd $Z \nearrow$.
 m valeur de n, nb quantique principal fixe domine e^-
 Z et $Z^X \nearrow$, charge + grande attraction sur e^- de distance voisines. e^- se rapprochent du noyau.

Li : 1,3 B 2,6 C 3,60.

ce sont type les alcalins qui ont le + grand rayon. Na : 150 pm
 D brusques au moment changement des périodes.

le changement valeur de n.

petite des rayons atomiques pour e^- période.

CNOF petite éléments. très important, ne bonne partie propriété résulte de leur richesse.

évolution de la famille: \nearrow qd $Z \nearrow$, on \nearrow valeur de n

$\Rightarrow R$ orbital moyen \nearrow , Z^X tend vers une limite.

allongement du rayon avec n vers limite.

alcalins: Li (1,3) Na (2,2) K (2,2) Rb (2,2)

cations: \rightarrow considérables atomes \rightarrow ion. parti d' e^- le plus périphérique, $\rightarrow R$. changement valeur n.

ion: $R +$ grand, pas type la covalente à l'étude

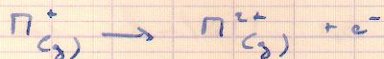
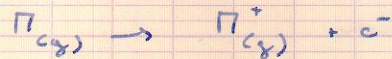
raisonne qui tend vers limite pour ∞ famille.
 anions: ajout π , double R., blindage \uparrow , effet
 de repulsion entre charges négatives.

		n CoV	n ion $^{\oplus}$
I_A	Li	139 nm	60 nm
	Na	154	85
	K	186	133
	Rb	222	158
	Cs		163
V_B	O	73	140
	S	102	182
	Se	117	138
	Te	135	222

aspect convergence important, ces propriétés se ressemblent
 de plus en plus. (en tricola du Pt).

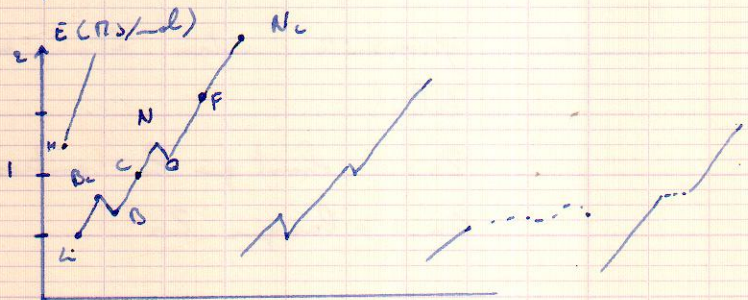
III énergie et ionisation.

E mise \leftarrow énergie pour arracher $1e^-$ pour l'atome au 1
 ion à l'état gazeux.



- étude E de 1^{re} ionisation.
- " " des n ions θ successives.

- 1^{re} ionisation θ .



penetration.

\uparrow de n vers z .

n int n pénétration, n , naissance de Z^* , de plus en plus difficile rigueur \bar{c} de l'atome.

effet de tournement q de $Z \uparrow$

accidents particuliers Bc - B N-O.

Bc valeur élevée : en orbitale s saturée.

\rightarrow symétrie sphérique orbitale.

mais pour orbitale n $\frac{1}{2}$ saturée en zone N.

pour le chrome.

$4s^1 3d^5$ alors que le remplissage donne $4s^2 3d^4$.

il a une orbitale n $\frac{1}{2}$ saturée

la stabilité particulière.

éléments qui suivent les : orbitale remplie est \bar{c} pénétrante, \bar{c} moins bon.

explication \bar{c} est plus valable pour O, S, F

N : L

1	1	1
---	---	---

O : L

1	1	1	1
---	---	---	---

rigueur relativement importante pour le nombre \bar{c} ,

\Rightarrow E et ionisation plus faible.

mécanisme de transition.

faible amplitude : 0,1 π s/d - de par absence

orbitales d qui pénétrantes

échange continu entre la $4s$ et la $3d$.

proximité entre état excité, état ionique, état fondamental.

Zn : + haut que les autres : nature \bar{c} couche.

Ga : + bas que Zn

variations de la famille.

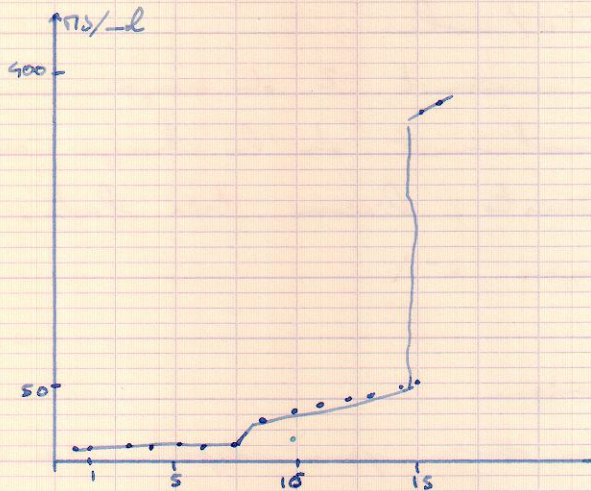
→ de la valeur E_i lorsque $Z \uparrow$.

oxygène, puis pour alcalins.

on se voit limité car Z^* se voit limité.

E_i successives

E_i pour Cl.



Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

1^{er} max : 7 pts E_i relativement basses 1 → 10 PiD/d.
régularité des valeurs successives.

1,3 PiD/d pour 3p

double pour 3s.

croissance régulière des valeurs.

valeurs relativement basses. domaine de la chimie.

ces e^- peuvent être arrachés par un chimiste, mais ce
sont des e^- chimiques.

degré Ox → 7.



hypochlorite chlorite chlorate perchlorate.

2^{er} max : 8 pts . extraction e^- $2p$.

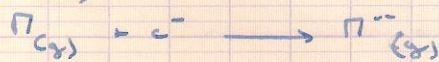
sauf en cas de change de volume de n .
 régularité, n domine, ni même fin, \neq l'ité s et p.
 on est surtout obs. volume de la chie. on ne connaît
 pas degré et on > 7 . pas assez E pour stabiliser
 degré et aussi haute énergie.

3^e seq. la à extraire.
 350 et 580 kJ/mol .

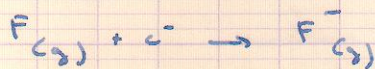
1^{er} élément recevoir 2 de moyen.
 distance, rapprochement de la charge centrale.
 électrons relativistes, liaison très forte, échange
 importante moyen e^- .

II affinité électronique.

étude E min en course pour ajouter 1^{er} e^- à l'état
 gazeux.

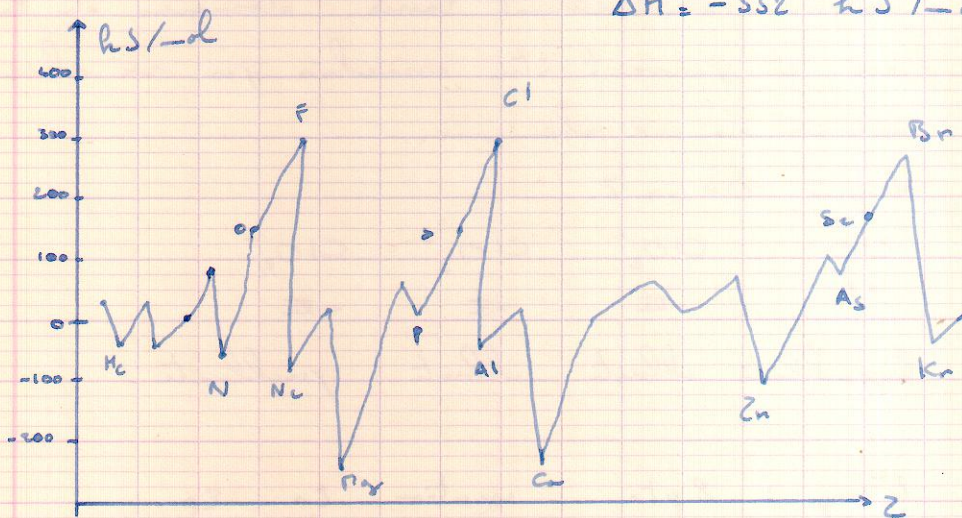


usage signes: + lorsque on se développe spontanément



$$AE = 332 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = -332 \text{ kJ/mol}$$



périodicité.

amplitudes + faibles que E_i

certains éléments attirent + des e^- . certains exceptions.

stabilités particulières des configurations électroniques.

admission pour halogènes \rightarrow orbitales p saturées \rightarrow configurations stables.

orbitales s saturées : Mg, Ca, Zn : très stable, e^- adhésif est attiré.

les orbitales p à $\frac{1}{2}$ saturées P, N, As difficilement acceptent e^- supplémentaire.

O, S, Se, stabilisés par charge supplémentaire.

O^- n'existe pas dans la nature.

$O^- + e^- \rightarrow O^{2-}$.

affinité électronique est basse. rapprocher 2 charges \ominus
 \rightarrow dipôle énergétique.

O^{2-} : configuration gazeuse rare

O^{2-} facile à stabiliser par des charges \oplus .

$I_A \rightarrow \pi^+$

$II_A \rightarrow \pi^{2+}$

$III_B \rightarrow \pi^{2-}$

$VII_B \rightarrow \pi^-$

C et Si : peuvent donner ions \ominus
carbone ou silicium.

métaux de transition : amplitudes faibles.

2 explications. on se déplace d'un coin.

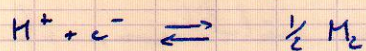
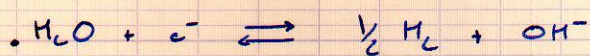
$d^2 \Sigma$ des B, amplitudes, homogénéité des feuilles.

feuille, $AE \rightarrow qd \uparrow$

les valeurs 2^e période éléments : petits éléments 2^e période

car difficile rajouter des électrons. + diff ajouter e-
sur petit atome.

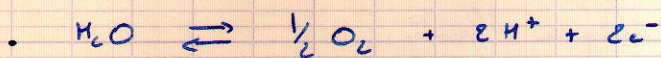
Propriétés redox
de l'eau.



équivalentes, réduction du proton.

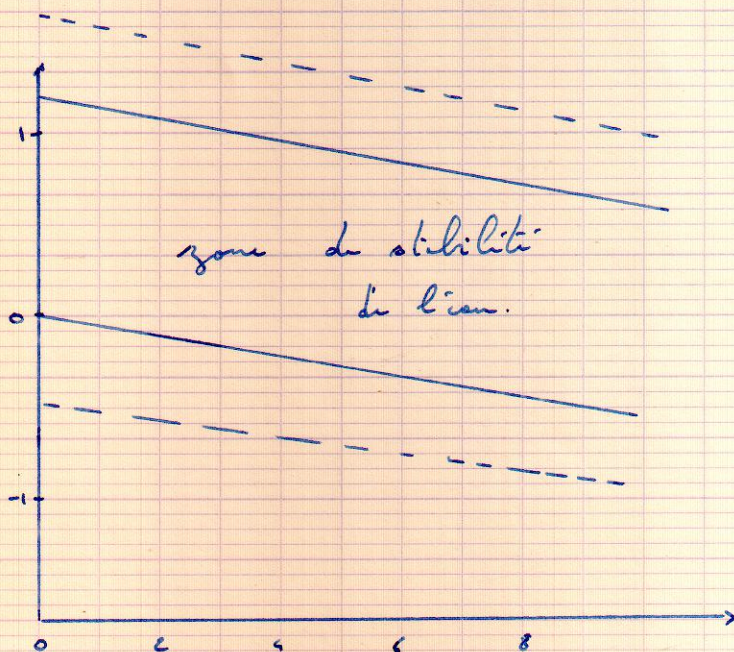
$$E = \frac{E^\circ}{0} - 0,06 \log \frac{p_{\text{H}_2}^{1/2}}{[\text{H}^+]}$$

$$E = -0,06 \text{ pH} \quad \text{équation de réduction de l'eau.}$$



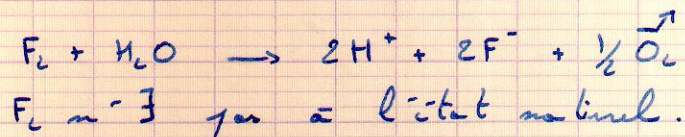
$$E = E^\circ - \frac{0,06}{2} \log \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}^+]^2 p_{\text{O}_2}^{1/2}}$$

$$E = 1,23 - 0,06 \text{ pH.} \quad \text{équation d'oxydation de l'eau.}$$

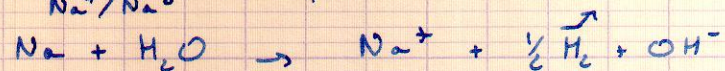


- dehors : instables. exemples :

$$E_{F^{\bullet}/F^{-I}} = 2,87 \text{ V}$$



$$E_{Na^+/Na^{\bullet}} = -2,71 \text{ V}$$



m⁻³ gas Na gas métallique, il est immédiatement oxydé.

quantités : réactions lentes.

élimination, ajout de l'eau, transformations

→ cinétique lente.

$\Pi_{NO_2^-} / \Pi_{NO_2^+}$ solutions stables bien que $E = 1,51 \text{ V}$.

zone $\pm 0,5 \text{ V}$: si rx trop lente peuvent être négligées

Abondance naturelle des éléments

I dans l'univers

théorie big-bang. théorie inflationniste.

à 10^{-43} s après t_0 , avant H se forme si on avait une particule quantique.

taille de 10^{-33} cm.

°C de 10^{32} K.

étape suivante

qq ps après: les quarks s'associent en nucléons.

qq min: \rightarrow °C 10^9 K. les nucléons se combinent en noyau de hydrogène, (de deutérium, instable), Hélio.

10^6 années plus tard: qq millions de K. forces électro B apparemment. noyau de H, Li, He capture des électrons. on a des atomes. l'univers devient transparent.

lente à l'observation.

20% H, 10% He, Li, D en trace.

10^8 années: condense en amas H, He en amas ou de galaxies. contracte en amas \rightarrow forme des étoiles.

phénomène digeste vers des amas.

si amas = 1 \odot , $\uparrow P$, \uparrow °C \rightarrow diminue la fusion thermonucléaire de H en He. avec passage par D.

vers $10-20 \pi$ °C

ex régulière, durée transp lente, de l'ordre du milliard années

10 → 15 Π années.

perte de masse au rayonnement.

expansion solaire puis contraction.

si masse = $5 \odot$, \odot C plus élevée 100 Π C

rx de He sur lui-même.

apparaît C, O, N, jusqu'au Π g.

multisynthèse + importance.

la durée : 100 Π années.

explosion en Nova.

si masse = $20 \odot$, 500 Π C

condensation jusqu'au Fe, car stabilité nucl.

sa rx \odot de forme \odot est plus exothermique. la rx

fusion s'arrête. E négative.

étoile se contracte, du fait de sa propre masse.

pression de radiation \rightarrow , contraction.

implosion.

P et \odot C \uparrow rapidement. élément catastrophique.

la pte ultérieure explosion, Hs les autres éléments sont

créés. durée de vie : 99 Π années.

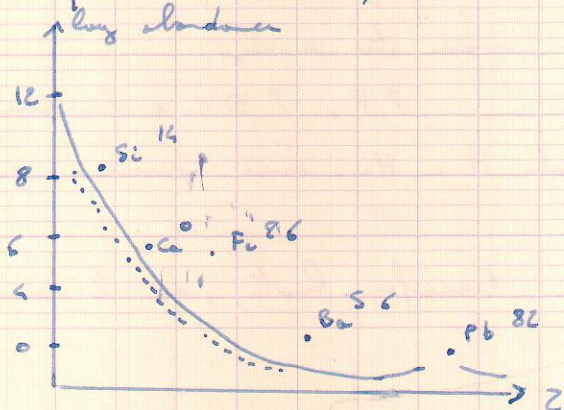
forme \odot d'un gigantesque noyau atomique : étoile

à neutrons.

Π t / cm^3 .

gigantesque rebondi sur le noyau \rightarrow explosion super nova.

filiation à He; condense \odot comme He.



piloté H_e → éléments plus
+ abondants

85% éléments entre H et Fe.

éléments + abondants q⁻ en théorie Ba, Pb. physique moyenne → mythique privilégié.

accidents : à l'inverse, moyenne instable : Se
éléments 3, 4, 5 Li Be B instables au 0°C
de 20°C et 5°C

multiples de He.

C : 12 - 6 3 x He

O : 16 - 8 4 x He

N₂ : 28 - 14 2 x He

Mg : 24 - 12 6 He

Si : 28 - 14 7 He

II la terre

phénomène d'aggrégation vs effet gravitation.

E_c d'impact, objets qui se choquent mènent à la fusion de H₂
les éléments

vs laule = fusion.

guts d'un noyau d'élément : décharge due fait de la 0°C.
gaz vers extérieur.

à un certain moment condensation de l'atm. plus.

→ contraction, km³ can reviens sur terre, phase solide,
liquide. syst à 3 phases.

redistribution éléments lourds vers le fond. crâtes terres br

→ éléments légers. centre terre riche en Fe.

⇒ hydrogène / Lithosphère.

éléments légers combinés. même alcalin, alcalin-terreux.

visant apparaît. utilise ces éléments.

CHON ; K Na Mg Ca. 33,33%

exemples : Al, Si très peu. leur réactivité est peu compatible avec vivant Al \rightarrow 3e. Si \rightarrow 4e. ces liaisons sont très solides, ce sont des réactions lentes. incompatible avec vie.

B : peu naturellement.

F : très peu, réactions très solides. intérêt de solubilité de médicament. les + actifs = fluorés. solubilité \rightarrow persiste longtemps.

éléments lourds : à l'état de trace de vivant et de nature. ni abondant : toxique.

Ca : os + syst. org. si Ba, Sr : ne marche pas toxique à la place Ca.

Strontium : 30 radioactif. Sr*

si Sr* ; usages, mais pas de syst. org. pour éviter la accumulation radioactive.

Fe : Hb riche - Fe, myoglobine riche aussi. en abondance naturelle.

Fe remplacé par Mg chez vég.

L⁻ lysine.

structure - liaison.

alcalin : possiede 1 e⁻ s. fait le groupe pour donner un cation en colonne des hydroxydes. donne ion H⁺ : hydroxyde.

affinite e⁻ assez grd.

on se donne C ou N, a retenir note / lieu.

valeur de son électronégativité de 2,1 proche de celle de C (2,5)
donne beaucoup de covalents.

requiert le glycine à lui-même.

quantitativement : lithogène (0,8%) = 1/10^e de L-hydroxylysine.

élément abondant de l'environnement.

animaux : 30% dans les aliments.

importance qualitative : moyen 80% chez vivants.

le milieu biologique contient H.

quasi totalité m. thérapeutique contient H.

I structure liaison.

$$r_{cov} = 37 \text{ pm}$$

$$r_{vdw} = 120 - 150 \text{ pm}$$

$$r_{H^+} = 210 \text{ calculé}$$

150 mesuré plus gros que OH⁻ ou F⁻

$$r_{H^+} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ pm}$$

1) perte e⁻ → H⁺

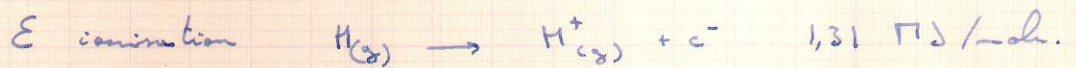
proton, ion déformant.

seul cas où on a un noyau.

proton sur que dans oscillations de particules.

jamais un choc.

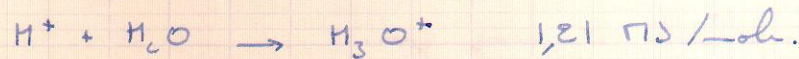
raison de taille, rapport taille. polariser les charges des autres ions. transforme les orbitales des autres éléments



alcalins: 4 à 5 fois + élevé q⁻ alcalin.

sur autres Rx qui permettent E_i.

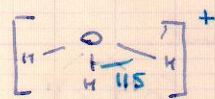
→ Rx de solvatation



0,1 eV / at. trans par un triplon.

solvant protogélique. car ol-hydratation.

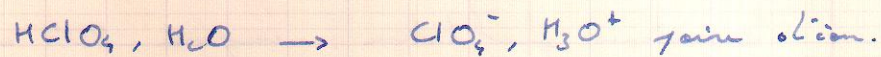
ex: EtOH, NH₃



ion oxonium.

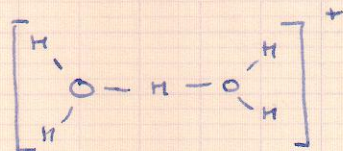
HCl, H₂O

HF, H₂O



de sol ac, formes + hydratés du proton.

proton ol-hydratés



rapport charge / taille et quel de H⁺ les ions.

la ration le + acide, on forme sur H⁺ les bases gemelles.



taille / O²⁻: 140 pm F⁻: 136 pm H⁻: 150 pm.

ion très diffusible.

aspect énergétique, aff e^-

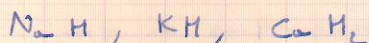


∃ hydrures, mais: E de dissociation moléculaire de H_2

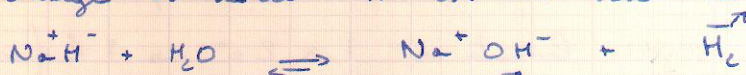


réaction unique à priori
des cations très électropositifs
alcalins ou alcalino-terreux.

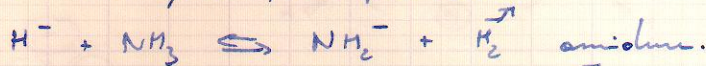
isolés hydrures ioniques à priori alcalins ou alcalino-terreux.



charge et taille H^- est la base la + forte.



H^- base plus forte que OH^-



3) min - commun de 2 e^- : covalence.

avec B, C, O, N... les 1^{ers} éléments de la classification.

B: 3 e^- périphériques.

BH_3 ac de Lewis.

CH_4 : l. covalente. partage égalité e^- .

NH_3 : doublet libre: base de Lewis.

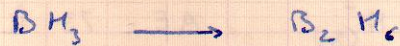
H_2O : 2 doublets libres: base ou acide

HF : acide

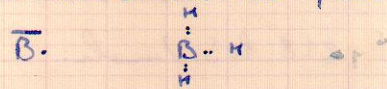
électronégativité des atomes, polarité. - simple.



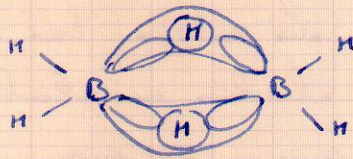
a) min = cation $h^+ 1e^-$



se dissocient très facilement.

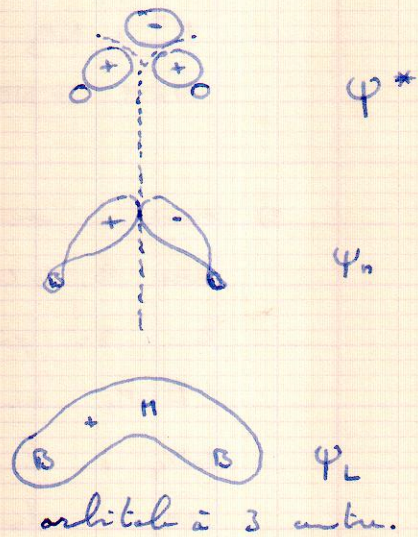
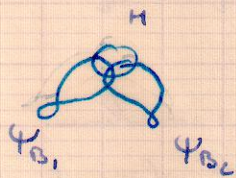
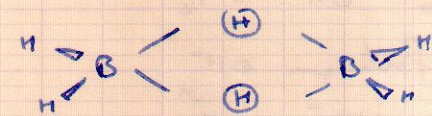


Lips comb (Nobel) $\rightarrow B - sp^3$, hypothèse.



si 3 orbitales atomiques \rightarrow on peut former 3 orbitales moléculaires (1 σ liante, 1 non liante, 1 anti liante)

1σ liante $\rightarrow 1 \times 2e^- \rightarrow 1$ li formée.



B_2H_6 par H^- , il se forme BH_4^- tétrahydroborate.

\rightarrow hybridation sp^3

petite taille de H autorise le rapprochement.

5) la liaison hydrogène.

gob \hookrightarrow H lié à 2 atomes électro-négatifs.

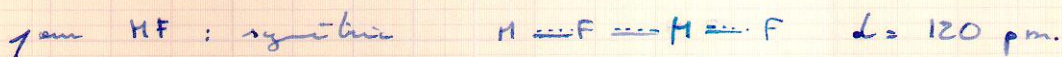


E de liaison faible. car: liq grâce à ϵ_H .

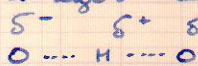
$$\Delta H = -25 \text{ kJ/mole.}$$

$$HF: \Delta H = 155 \text{ kJ/mole.}$$

structure angulaire de longueur de liaison.

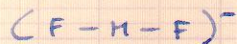


δ^- agit interact type dipole.



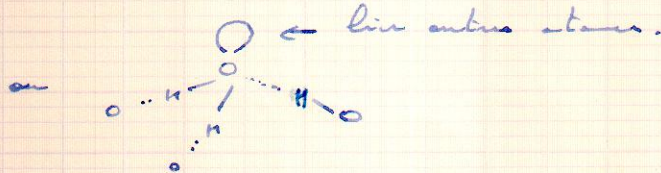
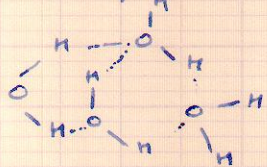
HF: liq mais résistante. déplacement de charge

\rightarrow gob solidité. $\epsilon = 3$ unités, \exists orbitales pour



explique structure car, glau

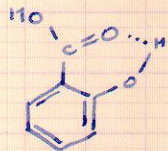
O sp^3 a un 4 sommets occupés.



biochimie: forme et destruction ϵ_H .

6) structures chélatées

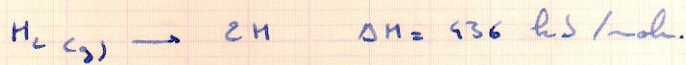
où ϵ_H intramoléculaire.



stabilité importante — acide carboxylique
car: petite taille H.

II H atome.

existe rare, inexistante



car ΔH très forte.

tendance naturelle à former H_2 , énergie sonne d'E.

avec formation ΔH pour H, arc électrique.

dissociation totale pour $\approx 6000^\circ C$.

si les uns graviers: se soude bien la numérisation, même à l'Ip

si haute pression ou avec un atome: recombinaison avec production

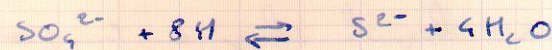
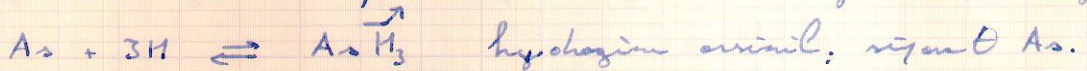
E, chalumeau de Langmuir: $5000 \rightarrow 6000^\circ C$

normal: $1500^\circ C$.

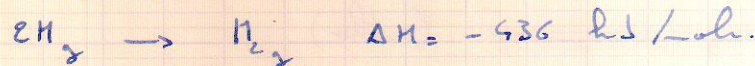
intéret: atmosphère réductrice. si Al chauffé $\rightarrow Al_2O_3$

avec atmosphère oxydante.

H réduction très puissant: même avec degré 0 ou négatifs.



III l'hydrogène moléculaire H_2 .



grand stabilité.

formule σ^2 : $1s \uparrow \downarrow$

l. covalente homonucléaire, non polarisée

réagit peu.

peut avoir un liq: avec refroidir beaucoup.

fusion: 14 K

vaporisation: 20, 4 K

absolu interagit entre molécules H_2 .

(seules forces de London).

densité faible: 0,0685 par rapport à l'air.

la activation. mais br ch facilement au O_2 .
 gaz très peu soluble dans l'eau. orbitales non
 déformées par H_2O .
 peut  tintervalles de molécules de p tr ole, ou H_2 dissout.
 inodore et incolore.
 transitions $\sigma \rightarrow \pi$ vers 10^5   de UV.

isomérie de spin du proton.

spin = f(onde) attachée   une particule.

  rotation sur elle même d'une particule.

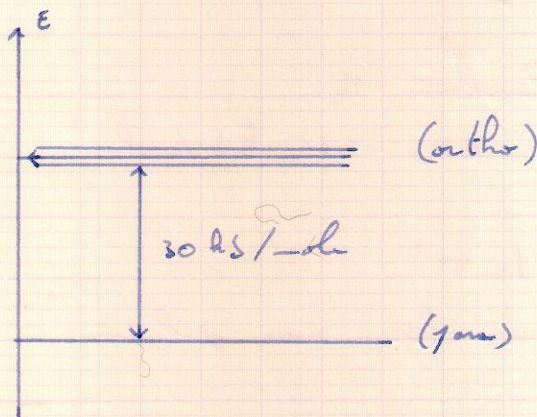
La fonction d'onde peut être symétrique ou anti-
 symétrique. la f. de spin   est égal   $\pm 1/2$

ces particules sont des fermions : e^- , neutrons, H^+

bosons : symétriques, pas de charge négative; photon,
 deuteron.

H_2 : syst  dans lequel il y a 2 protons.

si les 2 spins ont $\uparrow \rightarrow$ 3  tats quantitatifs désignés.



si spin anti $\uparrow \downarrow$: seule valeur d'E plus basse. H_2 para

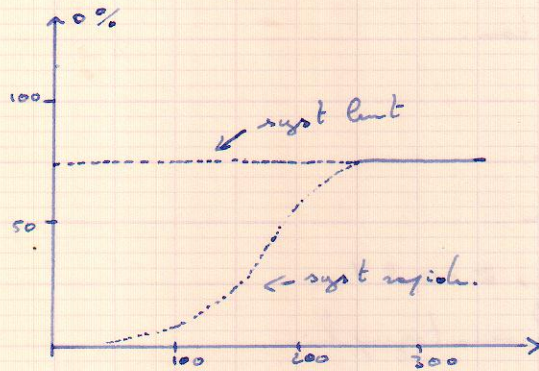
  basse $0^\circ C$, H_2 liq, état stable = H_2 para.

on a 100% de para.   $0^\circ C = 20$, les 2  tats

ont   probabilité : $H_2 = 75\%$ ortho, 25% para.

aspect thermodynamique : lorsque liquéfaction
 de l'hydrogène

→ avec Q suffisante pour volatiliser 60% de H_2 liq.
 - cinétique



$\frac{1}{2}$ vie de $O-H_2$ à basse $O^{\circ}C$ est de 3 ans.
 transfo $O \rightarrow P$ favorise E pour volatiliser
 au cours liquéfaction sur à chq instant E_q , catalyseurs.
 Et classe de catalyseurs.

- de surface: $Fe(OH)_2$, charbon.

- de masse: H atomique, CO , O_2 , NO , avec Q
 importante

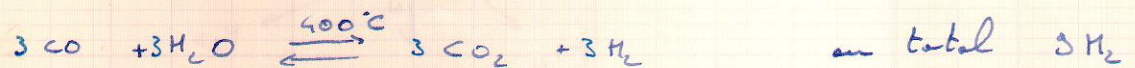
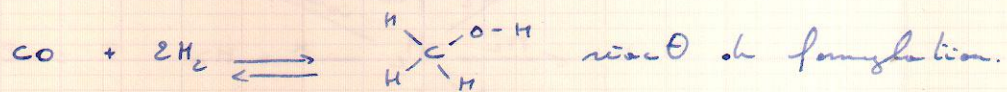
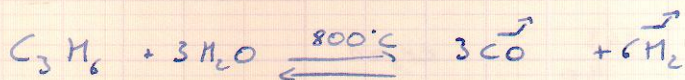
L'industrie choisit catalyseurs de surface

$Fe(OH)_2 \rightarrow 33\% p.$

charbon $\rightarrow 20K, 33,7\%$ de $P-H_2$

préparation

source d'hydrogène: parfois distillat de pétrole. Les
 hydrocarbures: le + utilisés sont les éthyléniques C_2H_4



CO₂ + facile à régler que CO.
 par pression, CO₂ liq, H₂ gaz.
 CO₂ acide avec con.

autre source: l'eau.

- voir électrolytique

↳ milieu basique, $\bar{a} = -0,8V$

par syst de chromatographie.

petite source d'⁻H₂.

- utilisation bien de mitaine.

gas d'⁻alcalin: c'est très fort.

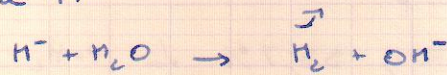
utilisation Al³⁺/Al₀ = -2,3V. c milieu alcalin.
 = -1,6V " acide.

milieu alcalin forme O hydroxyde qui fait barrière.

cations catalytiques H₂²⁺ pour la recherche.

↳ utilisation: Zn/Zn²⁺ = -0,76V. car la Rx est très régulière.

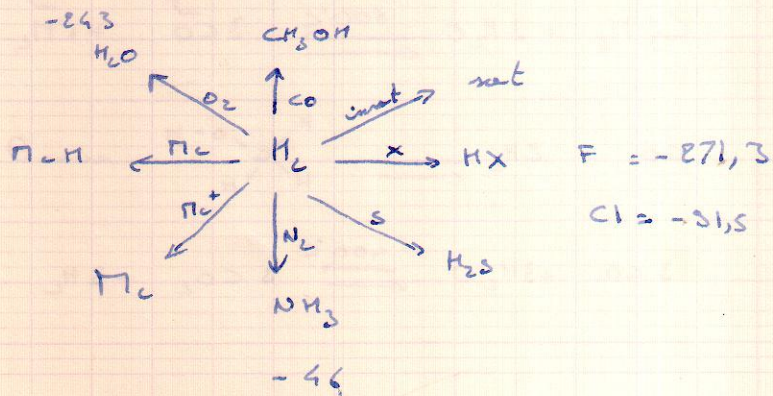
αH^-



utilise O Al LiH₄

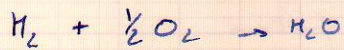
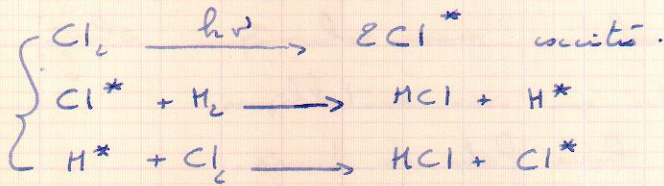
réactions

$$\Delta H \text{ en kJ/mol}$$





Cl_2 catalysé par H^+ .



utilisé de la endiométrie, $\rightarrow V$ permet connaître V_{H_2} .

Haber: procédé pour fabrication NH_3 .

400°C \rightarrow catalyseur \rightarrow cinétique lente et chaleur destructrice.

\neq réactivité des Rx dues à état de départ de l'élément.

F_2 instable 1 e.o.n
 O_2 \downarrow 2 e.o.n
 N_2 stable 3 e.o.n

oxyde \rightarrow métal.

métal \rightarrow métal-H. \rightarrow hydrures.

saturé \rightarrow ch. orga. insaturé se gaze \rightarrow + liq.

IV les hydrures.

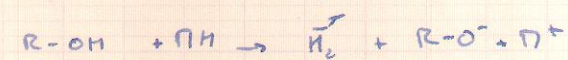
0,8	H^- salins / ioniques	NaH	CaH_2	IA IA
1,2	H^- métalliques	TiH_2	$PdH_{0,6}$	
1,5	H^- covalents multicentriques		$B_{12}H_{12}^{2-}$	$Al_n H_{3n}$ III B
4	H^- covalents moléculaires		A_2H_6	SiH_4 IV B VB

- NaH ... gives et ions, lorsque électrolyse, on retrouve H^- à l'anode. comparé à PT fusion élevée.
 les réactions solides. même volumique élevée taille de H^-
 du = ordre que ions métalliques.

chimie : bons fortes de Lewis.

puissance réduction très élevée.

réaction avec H_2 les protons



déplacement des ions Cl^- de certains composés.



les réactions de la chimie org.



- hydrides métalliques.

Zr H_2 , H + métal à $\theta^\circ C$ forte.

Ti H_2

Pd $H_{0,6}$ composé non stœchiométrique.

Cu $H_{2,8}$

Ti $H_{1,73}$

rien jamais régulier

les composés d'intercession, H^- de 150 pm

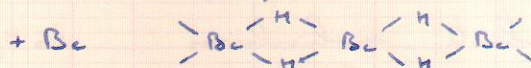
restent métalliques, gardent leur propriété.

Pt + Fe dérivent souvent. H^- cheminent et ressortent.

tomis à l'échelle de H_2 utilisés pour purifier H_2 .

Pd : dissout jusqu'à 8 fois son volume de H_2 .

- complexes π anti-triqués.



- moléculaires.

cationisation $^{\oplus} - C - C - C -$ ainsi pour Si

Ces éléments sont les $H_n S_n$; polysulfures (H_2S-SH $S_n H_2$)

V les isotopes.

éléments très \neq de H.



autres symboles.

doublement et triplement de la masse.

H: 99,985% 1,008

D: 0,015% 2,014

T: $10^{-7} \rightarrow 10^{-10}$ % 3,017

deuterium.

1D pour 6000 H.

on peut l'extraire

source: H_2O . former D_2O , distiller, et décomposer.

enrichissement par électrolyse, dilution du solide. H_2 + que D_2 .



H^+ plus mobile que D^+ , H^+ plus facile à fixer e^- .



rx d'échange:



enrichie sol en D_2O . can liquide.

on distille. sans reflux considérable.

qu'il:

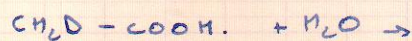


D_2O : relativement les réactions rapides.

propriétés physiques: \approx can, \rightarrow Eb, \rightarrow fusion.

chimiques: identiques.

pour vérifier sur la mobilité des protons dans la molécule.



pour analyse biochimique, vieille méthode.

utilisé comme marqueur et en chimie biologique.

de études métaboliques. mais minime par total.

toxicité relative des comparés deutériés.

études de RPN. sur H^+ étude de spin de H^+ .

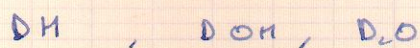
D

permision. l'usage
 $\pm \frac{1}{2}$ 0

avec solvant n'a pas de viscosité. pas de H^+

↳ utilisé seule deutériés. ex: DCCl_3

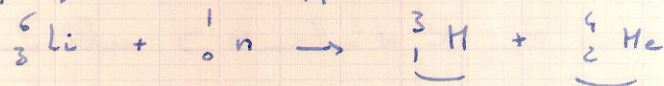
nomenclature. D avant



hydrogène de deutérium, hydroxyde de deutérium, oxyde de

• Tritium

préparation différente.



régénération : stérilisé de filtration sur métaux,

taille $\approx \text{H}_2$. on filtre mélange de tubes enroulés enroulés.

intérêt : radioactif



études biochimiques avec T. appliqué : vitalité de recherche &

de milieu avec thymidine tritiée.

les métaux
alcalins.

I les atomes.

famille IA. sous H, compacte.

Li Na K Rb (Rubidium) Cs Fr (Francium).

	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Z	3	11	19	37	55	87
masse	6,94	23	39,1	85,5	133	223
structure	He 2s	Ne 3s	Ar 4s	Kr 5s	Xe 6s	Rn 7s
E _i 1 ^{er}	0,52	0,49	0,42	0,4	0,37	
z ⁻	2,3	4,5	3,05	2,63	2,23	
Aff e ⁻	59,8	52,9	48,4	46,9	45,5	
e ⁻ moy	0,38	0,33	0,22	0,21	0,19	0,17
R _{cov}	134	154	156	216	235	
Z*	1,3	2,2	2,2	2,2	2,2	

1) origine symbolique des alcalins.

Na: autrefois natrium (encore utilisé en AII)

K: autrefois Kalium. Kalium = terme de K de la langue
le mot kalium vient de l'arabe "kali": la soude
alcaline → arabe al qiliqi: plante où on extrait la soude

Rb: flamme rouge

Cs: flamme bleu pâle

Fr: élément lourd, 10 isotopes tous radioactifs. le + stable

a ne $\frac{1}{2}$ vie de 21 nm. croqui de cours pour voir
évolution paramétrique de famille, certains valeurs F_n mal
connus.

e) numéros atomiques.

impairs, donc peu abondants.

3) masses atomiques molaires.

pour les 3 premiers alcalins $M = 2Z + 1$

4) structure e^-

celle du gaz rare + $1 e^-$

sans couches: $Li (1s^2)$ autres $(n s^2 n p^6)$ saturés

les sans couches saturés confèrent aux alcalins une stabilité
particulière. que $1 e^-$ des sans couches peuvent être arrachés
d'où E_i élevé pour la 1^e .

2^e aff e^- est basse, on peut saturer la couche entière
(orbitales $s+p$), il faut ajouter $7 e^-$ supplémentaires. que de
chance obtenir édifice stable.

5) E_i

a) 1^e

valeurs les + basses de la classification.

éléments typiquement métalliques

- ions stabilisés par simple solvatation, E_{hydr} ($0,5 \text{ MJ/mol}$)

et normaux courants dans les réactions chimiques.

- $E_i \rightarrow$ qd $Z \uparrow$. la réactivité de ces éléments \uparrow si $Z \uparrow$

les rx deviennent de plus en plus rares.

- écart important entre E_{i1} et E_{i2} .

b) ϵ_i Z^c

élevée, car me diminue ϵ^- dans des sens autres notées.

c) conséquences.

éléments très monovalents.

6) Z^*

calculée selon Slater, évoluent vers plus profond, ϵ_i de plus en plus basse et ϵ^- de - en - retiens (idem pour Z^* expérimentaux).

7) affinité ϵ^-

capacité d'accepter e^- . ici valeurs basses, il est que semblable q^- en solution accepté e^- et donne e^- anion.

Or les valeurs d'aff ϵ^- sont positives ($\Delta H < 0$), donc, en théorie, cela peut avoir lieu. on peut trouver des π^- de certains milieux.

8) électrolytes

valeurs sont les + basses possibles. les électrolytes ne font systématiquement figure basse ϵ^- par les atomes auquel ils sont liés. polarisation comme suit très avec autre élément électrolyte $\rightarrow X$.

de rapport $\frac{\epsilon_i}{A_{pe^-}}$ peut permettre de prévoir l'électrolyte.

en théorie, e^- peut avoir charge \ominus sur électrolyte. cependant l'électrolyte est elle que ce e^- ne se retrouvent jamais sur électrolyte Γ exception cependant.

9) la caractéristique métallique

\uparrow n \uparrow Z \uparrow . la caractéristique réside essentiellement dans la mobilité des e^- .

- ϵ_i met en évidence cette mobilité

- ϵ d'oscillations sont basses, e^- passe facilement sur un

orbitale supérieure pour revenir ensuite à l'état
 fondamental. ces valeurs sont liées avec l'E qui ils
 émettent dans une flamme ou même type dans le visible.
 et même majoritairement de infrarouge.
 - les métaux conduisent l'électricité.

II les éléments.

	Li	Na	K	Rb	Cs	Fa
Θ°C F	180	37,5	67,5	33	28,5	27,2
Θ°C Eb	1136	883	757	696	670	606
pot redox	-3,02	-2,71	-2,32	-2,32	-2,32	-2,30
Rion	72	38	133	143	165	180
(ChS/d) DM hydratés	513	406	322	233	264	
R hydratés	340	276	232	28	218	

potentiel redox → évaluer la réactivité des éléments.
 potentiels très bas ce qui signifie réductions quiissent
 cèdent facilement des électrons. c'est pourquoi on les
 trouve jamais à l'état naturel sans forme d'éléments
 mais très sous forme d'ions.

1) état naturel

Li	lithogène	hydrogène	
Li	18	0,2	partie par million.
Na	25000	10000	
K	18000	380	
Rb	78	0,12	
Cs	2,6	0,0006	

Li : rare; du à la très grde instabilité moyen dans la croûte continentale

Na : c'est le + abondant, sous forme de chlorure le + sol. dans la mer où les mines de sel en 2 milliards par rapport au vol de gisement de sulfate de Na ou phosphate de Na.

K : presque aussi abondant de lithosphère, mais beaucoup moins dans l'hydrosphère. implique des sources "K a goût amer et brûlant, beaucoup moins qu'il n'y en a pas de sources minérales.

dans l'environnement : 3 types minéraux.

Carnalite : $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$

sylvite : KCl

sylvinit : $KCl \cdot NaCl$

minerais en Alsace → gisements de sel.

Rb et Cs : élément lourd, peu abondants.

e) préparation.

métaux alcalins ont potentiels très bas, on ne peut pas les préparer chimiquement. on ne dispose pas de réactifs suffisamment red. on fait appel à la réduction le + forte: e^- .

de NaCl, pour obtenir l'élément Na^0 , on électrolyse le sel fondu, avec $\theta^{\circ}C$ de $300^{\circ}C$, électrodes graphite ou fer.

si on met ces métaux alcalins dans l'eau. on retombe sur les cations → pas intéressant.

application de l'électrolyse NaCl en milieu aqueux: prépare H_2 et $NaOH$.



on fait cette électrolyse de cuivre à électrolyse normale et on
distingue pour empêcher les ions de circuler.



de cette rx, Cl_2 se dissout en $\text{Cl} (+I)$ $\text{Cl} (-I)$

l'électrolyse en milieu aqueux met uniquement à la préparation
hypochlorites.

avec NaOH = mélange hypochlorite et chlorure.

autre application de l'électrolyse de NaCl en milieu aqueux
avec électrode de Hg^0 .

$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ réduction considérable de l'hydrogène
ce phénomène a pour conséquence la disparition du Na métallique
il se dissout de Hg^0 liquide vient ainsi à amalgamer
 HgNa qui soustrait Na à l'action de l'eau. Cet amalgame
est:

soit traité à chaud pour séparer par distillation Hg et Na .
(Hg régénéré et retourné à cathode).

soit isolé puis traité à l'eau pour fabriquer à nouveau
le soude, Cl_2 est récupéré à l'anode. on obtient ainsi
 Na et Cl_2 purs.

cependant, ce procédé est illégal car les vapeurs de Hg
sont hautement toxiques. durant l'électrolyse, ces vapeurs
apparaissent car il y a une élévation de 0°C durant l'électrolyse
(passage du courant) et aussi fait distillation. Malgré tout
certains usines sont hors la loi.

conclusion: Na et Li sont préparés à partir de Na et Li fondus
non à eau.

préparation des autres alcalins.

obtiens \neq , les pts fusions halogénures élevés et il n'y a pas de quel \neq d'E entre eux pts fusion et pt Eb°C. on peut difficilement les fondre.

obtiens ce entre mêmes.



c'est un déplacement de l'équilibre, comme entre métal Li ou Ca, on peut se servir du C comme réducteur, mais est habituellement n'a pas encore d'applications industrielles.

⇒ propriétés physiques.

les alcalins ont 1e de valence, ce qui explique Hcs leurs propriétés physiques.

caractère métallique :

alcalin : 1e liées ⇒ faible solidité réseau ⇒ métal mou de couleur blanc argenté.

Fe : beaucoup e liées ⇒ métal dur et noir.

les températures de fusion sont basses : parfois — dessous de celle de l'eau.

Cs : 28,5°C ; faire fondre Cs de la main.

température Eb°C.

relativement élevés, les alcalins restent long temps à l'état liquide, on les exploitent donc comme caloroporteurs : emmagasinement chaleur car ils ont une large plage de fusion et chaleur spécifique élevés.

le meilleur ? apparemment Li car plage la + grande mais rare et dur.

on lui préfère Na qui est meilleur marché.

ce liq (melt Na) utilisés de centrales nucléaires de circuits refroidissement à haute température.

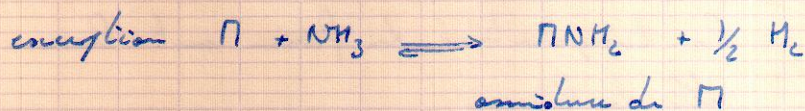
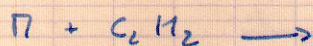
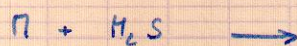
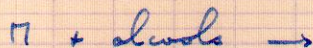
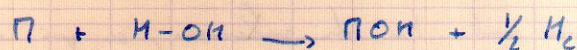
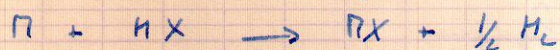
densité : faible $\rho_{Li} = 0,53$ $\rho_{Na} = 0,97$ $\rho_K = 0,85$.
si Li est gélulé, il flotte.

des rayures et des lignes sont soit monocliniques ; - de 1%
de distorsion.

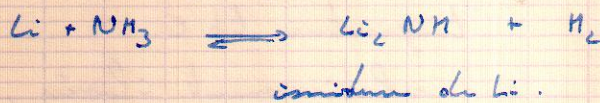
propriétés chimiques.

réactivité ↑ avec Z.

+ redox : alcalins fortement réducteurs, sol. très bas.



pour Li : ce n'est pas pareil.



c) propriétés chimiques.

oxydation à l'air.

syst $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow$ formation de $4OH^-$. $E = 0,4V$

fortement oxydant des métaux alcalins.

s'oxydent facilement à l'air. avec $\sigma \neq$.

Li: chauffage à $200^\circ C$.

Na, K: dès $0^\circ C$ ordinaire.

dès Cs et Rb: inflammation spontanée à l'air.

module le potentiel de réaction.

Li: le + réduction, les réactivités \uparrow avec Z.

Li + O \rightarrow Li_2O + Li_2O_2 espèce réagissante O^{2-}

Na + O \rightarrow Na_2O forme la petite Q, Na_2O_2 espèce réagissante majoritaire O_2^{2-} .

pour K, K_2O la petite Q, KO_2 , espèce réagissante est \bar{O}_2 , K_2O_2 la petite Q.

oxyde \rightarrow superoxyde \rightarrow hypoxyde

évolution liée avec taille, pb stabilisation de

niveau: le + petit avec le + petit, le + gros avec le + gros. les métaux de + \leftarrow + oxydables, réagissent avec ions les - oxydés.

$2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2 \uparrow$ $E = -0,33V$

eau + métal alcalin. réduction eau. rx violente sauf pour Li où Rx douce. syst + difficile à réduire à l'air couche oxyde qui ralentit Rx, ds eau, pas de couche protectrice \rightarrow Rx forte.

les alcalins réagissent avec totalité éléments sauf gaz rares et l'azote N_2 (pour Li: \neq)

Li + $N_2 \rightarrow Li_3N$.



avec C, S, O \rightarrow divers composés.

alliages avec alliages. Li Hg : amalgame.

Li Al \rightarrow ds air \ominus .

réaction réactivité des alcalins

100

propriété des métaux alcalins ds NH_3 liq.

il se forme une solution bleue jusqu'à ce qu'il apparaît plus un brun qui flotte à la surf. sol. bleue.

\uparrow ajout, \uparrow partie brune. \uparrow aspect métallique.

si évaporation, on retrouve le métal.

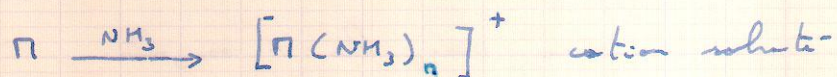
Li Na K ...

solution bleue ? conduction du courant

électrolytiquement, comme une solution d'électrolyte

il y a un transporteur de très haute mobilité.

solutions pour O^2 , F^- cation qui n'est pas coloré.



dans eau, e^- solvati, mais durée de vie brève
(pH acide : 10^{-11} s, pH = 7 : 10^{-9} s).

dans ammoniac, décomposition faible. \rightarrow de 1%
par jour.

négativité au centre cage. e^- confine colonne \ominus

bleue par ses oscillations.

état métastable.

si introduction Fe_2O_3 catalyseur, on forme
 $\text{NH}_2^- + \frac{1}{2} \text{H}_2 + (x-1) \text{NH}_3$.

phase bronze: 3 caractères physico chimiques.
état métallique, forte conductibilité, de celle
des métaux liquides. susceptibilité \vec{B} correspond à
celle des métaux, très faible densité (phase à la
surface).

ce qui existe de cette phase c'est un métal solvatié
 $\text{Li}(\text{NH}_3)_n \rightleftharpoons \text{Li}^+(\text{NH}_3)_n^-$
déplacement de charge négative sur Li.

↓
réducteur faible à utiliser en chimie organique.

$\Pi(\text{NH}_3)_n$: réducteur et espèce réductrice.
si présence catalyseur donne $\Pi^+\text{NH}_2^- + \frac{1}{2} \text{H}_2$
sol stable si pure.

III Les ions.

ions monovalents.

configuration électronique est semblable $\text{Li}^+ : n p^6$.

conche périphérique stable, à symétrie sphérique.

"boules de billard" qui déformables, qui déformables
se ressemblent, sont inertes. se différencient que à travers
variation taille.

sont non colorés au dia \vec{B} .

	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Θ C Eb	1136	883	757	636	670	606
Θ C F	180	37,5	62,5	33	28,5	27,2
rien (pm)	72	38	133	143	165	180

densité charge varie selon le cube du rayon.

Pot	-3,02	-2,71	-2,32	-2,32	-2,32	-2,30
ΔH hydrat	515	406	322	233	264	
r hydrat	340	276	232	228	228	
$\Pi^+(H_2O)_n$						

$Li^+(H_2O)_n$ le + gros ion solvati.

si isolation sel de Li, on isole un sel hydrate, idem pour le sodium.

manipuli : sel anhydre.

capacité à fixer de l'eau.

KCl ; mais peu com, cristallin Θ anhydre.

beaucoup de sel Na ou Li deliquescent, deviennent pâteux

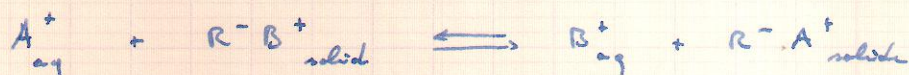
$\left. \begin{array}{l} -SO_3H \\ -COOH \end{array} \right\}$

expériences de migration des ions sur les résines échangeuses d'ions.

échange H^+ contre Na^+ ...

l'ordre d'échange est celui classifié périodique.

si COO^-Li^+ , Na^+ prend sa place



s'explique par le rayon de l'ion en solution.
 application loi de Coulomb, intuitivement on veut
 de la distance L^2 : Li le + gros, Ca le + petit.
 le plus petit se fixe le plus énergiquement.
 utilise pour riguer ions. pour "adoucir" des eaux.
 changer les ions contre Na^+ .

réactivité avec O.

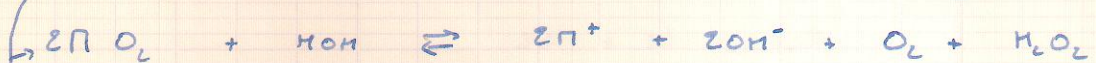
oxydes, chlorures oxydés.

avec oxydes O_2^-

de comportement de can, il y a rx d'hydrolyse.



ce n'est pas une rx de solvatation, mais hydrolyse.



dismutation

de O, O_2^- et O^{2-}
 et O_2^-

hydroxydes POH

réactifs communs. - chine

pour industrie: $Ca(OH)_2$.

avec acides \rightarrow sels.

à la fois la base, 1% réaction involut, \rightarrow vague
 possible, les sels formés sont totalement ioniques,
 fondent à 0°C faible.

halogénures de métaux alcalins. M^+X^- très rigides.

composé est partagé des charges est le plus mauvais.

archétypes composés ioniques: $NaCl$, sel de cuisine.

nbx propriétés.

monographies.

- Li.

qui abonde à l'état naturel, 10.000x⁺ que Na.

appartient à mêmes formes : silico-aluminates : $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$
ou spodumène.

minéral de Li_2CO_3

digéolite, aluminosilicate contenant Li et K.

analogie diagonale. entre Li et Mg, Be et Al,
B et Si. pb de taille, m^e groupe polarisant.

taille \rightarrow de période, \uparrow de famille. \rightarrow rayons assez
vrais

$R_{\text{cov}}(\text{Li}) = 134 \text{ pm}$

$\Pi_{\text{g}} = 145 \text{ pm}$

$\text{Na} = 154 \text{ pm}$.

Ratons Li = 152

$\Pi_{\text{g}} = 160$

Risque $\text{Li}^+ = 72$

$\Pi_{\text{g}}^{2+} = 78$

groupe polarisant, \uparrow période, \rightarrow famille.

convergence groupe polarisant de diagonale.

Li ressemble à Mg, relativement \neq des autres éléments
alcalins.

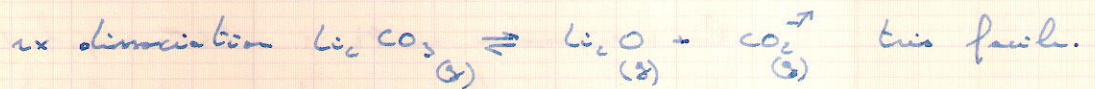
3 isotopes. ${}^6\text{Li}$ et ${}^7\text{Li}$, \neq propriétés. le + abondant est
 ${}^7\text{Li}$ (92%), différence masse = 18%. \rightarrow peut les séparer
à l'aide de résines échangeuses d'ions.

\hookrightarrow lors préparation ${}^3\text{H} = \text{T}$

le faire réagir avec ${}^2\text{H} = \text{D}$ pour réaliser rx de fusion
contrôlée de la Tokamak. utiliser ${}^6\text{Li}$.

pour faire bombe H avec ${}^6\text{Li}$

Li donne oxyde, les autres des quaternaires lors d'une combustion.



cation petit avec gros anion, polarisant grad avec acid polarisable. réagⁿ facile.

Li_2O vireux très stable.

NaHCO_3 , n⁻3 pas Na_2CO_3 , instable pour les 2 raisons.



chauffe C avec Li \rightarrow carbone

" N_2 " \rightarrow azotures N_3^-

avec NH_3 , les alcalis donne amides alors que Li donne imides.

pb solubilité pour Li

fluorure, phosphate, carbonate, avec Li : insoluble.

dérivés organiques.



organolithiens sont très conductifs, se rapproche du Na instable à l'air, hydrolyse si con. importance à chimie pour la polymérisatⁿ des alcènes.

gils et acus au Li.

	anode	sel de Li^+	cathode
gils:	Li		oxydes, S^{2-} , sulfates, PO_4^{3-} de Cu^{2+} , SOCl_2
acus	Li		PbO_2 , oxydes de Ni

gils : irréversible

acus : syst réversible.

grande forte capacité massique

accu : 3800 amp. h heure moy. Li $\pi = 6,5$

les + répandus en Pb : 260 amp. h / kg $\pi = 200$

tension avec bon syst, Li (3V), Pb (-0,12V).

avantage écologique, Pb, Hg polluants, Li qui
tonique et ne disjunt.

pas de

pas de Li de résonance sanguin.

manieco dépressive, caractères cyclothymiques

phases hyperactifs puis hypo, dépression.

affection invalidante, saignée par petites doses de sel
de Li.

il y a 40 ans, on ne savait pas le dose. toxicité révéla.

il y a 20 ans, mesure de dosage - Li, lithiémie $< 1 \text{ mg/l}$
dosage neurologique.

dosage, caractères θ .

pour les alcalins, potentiel positif les. de flamme
suffisant pour faire passer à périphérie de mer

supérieur. s \rightarrow p. revient à état initial ou

émettent les, Li: de rouge. couleur flamme

rouge \rightarrow moyen de dosage.

sel qui soluble, très insolubles LiK $(\frac{FIO_6}{12})$

ferriperiodate

- Na

très répandus, abx y compris, sel de PO_4^{3-} , NO_3^- , SO_4^{2-}
sel: NaCl, 10^4 ppm de hydroxyde.

$2 \cdot 10^4$ " " lithiémie.

le seul minéral est homme ne peut pas se passer.

commune du sel. supplémentaire en sel NaCl
3 veqs particuliers riches en Na^+ , 1^{er} africain traitent
ce veq.

isotop (s) : que du 23.
intérêt industriel, industrie du verre,
radium comme échangeur thermique.

NaOH : savons et sels analogues.
industrie papetière, textile.

Les sels sont solubles.

Na^+ : 38 pm

Ca^{2+} : 35 pm

↳ adoucisseurs pour traiter eau pollué. Ca^{2+} se fixe
à la place de Na^+ .

savons sur résines pour la nettoyage en Ca^{2+}

organes Na : que soluble de sels organiques.

utilisés de industrie caoutchouc. butadiène, isoprène

pt une thérapeutique.

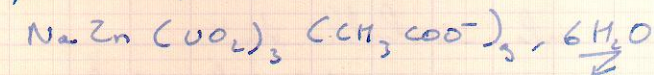
"solution physiologique" en milieu hospitalier.

en comme véhicule d'administration médicaments.



si atmosphère confinée

que de veqs insolubles avec Na^+



$\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ _____

rd de Strömberg et Blanchetier, jaune.

pour donner et macérer Na^+

dosage par titrage, photo spectre. → raie, double raie

à 589 nm.

- K

important pour le vivant.

3 isotopes:

^{39}K ^{40}K ^{41}K

93% 0,012% 6,8%

^{40}K est radioactif, émetteur β^- , parfois α .
période: $1,3 \cdot 10^9$ années.

dans organisme K = 0,2% du poids corporel
↳ environ 40 g.

calcul → beaucoup d'intégrations / s.

relation avec crainte radioactivité artificielle.

liq intracell = 150 mmol/l.

radioactivité corporelle.

intérêt économique.

engrais, ion essentiel pour vég.

aliments engrais...

intérêt thérapeutique. si fuite liq intracell: K perdu
qu'il faut réintroduire.

pb des vomissements et diarrhées: liq riche en K,
geste à faire, redonner K par jus de fruits frais.

ou si plus grave: perfusions.

aspect analytique:

pas de sel insoluble de K.

- K $(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{B}$ tétraphényl borate de K

- K (PtCl_6) hexa chloro platinate de K.

- $\text{Na}_2\text{K} (\text{Co}(\text{NO}_2)_6)$ hexa nitrito cobaltate de Na et K

↳ dosage par colorimétrie NO_2^- par réox.

→ spectre: 766 ou 763 nm
flamme violette: Li^+

NH_4^+ : n'a insolubilité

- Rb

couleur de flamme: rouge rubis

le + réactif des alcalins: Rb^+ & photo- γ proche Rb.
2 isotopes. est le 87 radioactif (β faible, un période
longue $6 \cdot 10^4$ années)

- Cs

le seul isotope: le 133 radioactif
était; grâce à Tchernobyl, nouvel isotope 135 radioactif
étalon universel, vite de temps difficile à travers
transition hyperfine de niveau.

car il est facile à exciter et il y a 1 seul isotope
naturel.

ref de longueur: on obtient grâce à deux parcoures golt
temps de Cs^+

le + électropositif métrique \rightarrow & photo- γ .

propriété analytique: identique que Rb.

césium: flamme bleu pâle.

sels insolubles.

Rb_2 $\text{Na} (\text{Bi}(\text{NO}_3)_6)$ hexanitrate bisnitrato de Na et de Rb
 Cs_2 " " "

Quasi totalité sels insolubles = très gros anions.

pour $\text{Li} \rightarrow \text{Cs}$.

éléments II_A.

I atomes.

alcalino-terreux \rightarrow chimie proche des alcalins.

famille extrêmement homogène pour alcalin.

Bc \neq des autres alcalino-terreux.

Π_y élément de transition entre Bc et les métaux AT: Ca, Sr, Ba

général 7: termine par Radium. Σ radioactivité $\bar{\alpha}$ élevée
 très faible, pas d'intérêt chimique.

structure gaz rare \rightarrow homogénéité, grande pour alcalins.

de - e - voir gaz en s'éloigne gaz rare

	Bc	Π_y	Ca	Sr	Ba	Ra
Z	4	12	20	38	56	88
	He 2s ²	Ne 3s ²	Ar 4s ²	Kr 5s ²	Xe 6s ²	Rn 7s ²
E _i 1 ^{er}	9,50	0,74	0,60	0,55	0,50	0,51
2 ^e	1,75	1,45	1,10	1,06	0,96	0,98
3 ^e	14,8	7,73	4,9			
R atom pm	80	136	174	191	198	
\bar{c} moy	1,57	1,31	1,00	0,95	0,83	0,90
PF	1280	651	851	800	850	960
PE	2770	1107	1437	1366	1637	1140
E _o	-1,85	-2,37	-2,87	-2,83	-2,90	-2,96
ΔH_y	326,0	149,0	158,5	148,1	158,5	
voir Π^{++}	32	65	99	113	135	
App ⁻	-21	-230	-186	-146		

relé de Beryllium joint main : gluciniumum

Bc: isotops - seul le 3

Bc: faire feuilles pour tube à RX

↳ fenêtre de tube à RX, perméabilité
vair de forme Θ : instable.

Ca, Ce très abondant (2n)

↓ isotops → 7 isotops

Ba → 6 isotops

Hs sont stables.

sans couche stable, variation propriétés faibles.
famille stable.

couches inf saturées et stables.

Rctm ↑ régulièrement et important

ne être plus petit que celui des alcalins. (différence
considérable.

Ei pas très élevés → alcalin.

mais la couche est saturée, et Ca, on retombe de chiffre
des alcalins.

Ei deuxième : c'est important, on note de zone E
facile à travers de rx clinique.

Ei troisième : difficile en structure gaz rare.

éléments typiquement métalliques.

conduction importante. va ↑ du Bc au Ba.

degré de ox man est +2

proximité des valeurs E_i^2 et E_i : structure Ca^{2+} facile.

+ structure gaz rare.

acquisition e^- charge + : stabiliser Θ importante, sans
forme de rctm en E de solubilité.

ion + petit, charge + élevée.

ions réfractaires, supportent \ominus C élevée, E de niveau très élevée. hydratation des ions importante.

affinité électronique.

Bc nettement à part. que valeurs très basses. on peut difficilement ajouter e⁻ supplémentaire.

formule électronique. pour obtenir couche mince, on ajoute 6e⁻.

p^1, p^2, p^3 de - - - stables.

électronégativité.

valeur + élevée, valeurs de partage d'électron.

Ca = 1. Bc = 1,57. rapport E_i / A_f .

partage des e⁻ de la liaison.

Bc → chimie coordonnée. les autres ioniques. le polonien.

on ne trouve jamais élément de nature. seulement les ions.

II éléments.

1) état naturel.

	lithogène	hydrogène
Bc	2	$5 \cdot 10^{-5}$ ppm
Mg	27600	1300
Ca	46600	400
Sr	304	8
Ba	390	0,03

→ Bc très toxique. rareté = toxique
élément oncogène.

B₂ : principal minéral et un silicate mixte

$6\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{B}_2\text{O}_3$: nommé Beryl

lorsque impurifié de Cr_2O_3 , teinte verte \rightarrow émeraude.

lorsque Cu, \rightarrow aigue marine.

Mg : abondant (3%), minerais carbonatés \rightarrow magnésite.

si MgCO_3 accompagné de $\text{CaCO}_3 \rightarrow$ dolomite.

(nom tiré d'un zone algère).

silicate de Mg \rightarrow talc.

sel ayant importance pharmaco $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ l'epsomite
(laxatif) vendu sans le nom de sel d'Epsom.

Ca : très abondant (4%)

un peu quant à la lithologie.

sel de carbonate les + abondants, forme amorphe

de CaCO_3 : crin, forme cristalline : marbre,

encore plus cristalline : calcite (ou : spath d'Islande, biréfringence)

sel de SO_4^{2-} : gypse, sulfate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

si chauffage, puis remis en présence eau \rightarrow redonne

plâtre. avec $\frac{1}{2}$ - dose eau.

artémise et les albatros. genres tendus

\rightarrow sculptures, soit calcite soit variétés de gypse.

translucide, teinte par oxyde.

+ les oxyde \rightarrow calcite + silice.

Mg²⁺ et Ca²⁺ très répandus de hydroxyde.

can d'eau en contenant. pas de goût.

si riche en K et Na \rightarrow renommés goût fort.

CO_3^{2-} pas de goût, SO_4^{2-} goût léger.

Sr et Ba

Ba légèrement + abondant que Sr car stabilité
moyen.

minerais \rightarrow carbonates ou sulfates.

Ra

non produit minerais et uranium U_3O_8 : Pechblende

2) préparations.

galvaniques selon voisins.

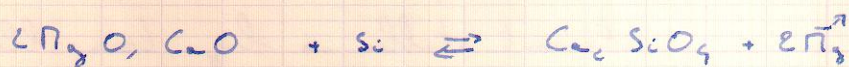
préparé par électrolyse en utilisant réducteurs industriels suivants.

pour N_2 : électrolyse de N_2Cl_2 en réduisant par le Si.
ou par la dolomite, chauffage

dolomite \rightarrow mélange des oxydes \rightarrow N_2O , CaO .

+ Si

\hookrightarrow sel de calcium Ca_2SiO_4 + N_2 qui distille



pour Ca : électrolyse $CaCl_2$ fondue en présence de CaO

en présence de Al , sel formé = $Ca_5Al_2O_6$ + $Ca \uparrow$



idem avec BaO , SrO ...

métallurgie de N_2 pour aéronautique.

3) propriétés.

\rightarrow physique

est facile à mouliner, caractère métallique + ductile. \rightarrow alliages, travail...

pt fusion, $0^\circ C$ t_b + élevés que pour alcalins.

mélangeabilité des métaux en Ba avec feraille pour fonte _{Rx.}

b) chimiques.

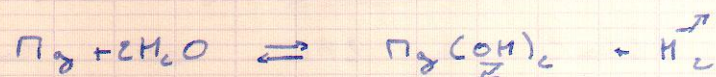
par rapport H/H^+ , se comporte comme les réducteurs
 $Pt + 2HX \rightleftharpoons PtX_2 + H_2$.

par O_2/OH^- : l'oxygène ox fait ris à ris de ces métaux. craignent l'oxydation. se forme couche d'oxyde en surface très solide. surface de oxyde par de métal.

$Pt_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons Pt_2O$ -601,6 kJ/mol
lorsque Pt_2 très divisé, il brûle facilement à l'air du foyer explosif.

se forme Pt_2O et Pt_2O_3 azoture. H₂ les sont réfractaires. ce produits sont à 0°C haute ils sont stables → luz très blanche. grande fumée: état solide.

par H_2O/OH^-



hydroxyde, color avec Ca.

$Ca(OH)_2$: la chaux éteinte

CaO : chaux vive.

solubilité dans ammoniac. color que par alcalins.

sol blanc + suspension bronze

↓ solvati ↓ solvati
métal solvati.

(ex plus).

III les ions.

→ cations divalents, plus petits, plus chargés plus polarisants que les alcalins.

ionisité est complète

Be^{2+} tellement polarisant que les liaisons qu'il contracte sont covalentes. analogie dirigée avec Al^{3+}

$$\text{Be}^{2+} : \quad R_{\text{ion}} = \frac{39}{2} = 19.5$$

charge = 2

pour Al : 18.

les chlorures de Al^{3+} et Be^{2+} AlCl_3 et Be_2Cl_4 sont H₂ les π dimérisés.

ac de Lewis. H₂ les π hydrolyzables dissous de con. donne caracté de en solution.

→ présence ion OH^- , donne de l'hydrogène.

le carbure Be_2C → présence con ne donne pas acétylène



pour Al :



leur oxyde et hydroxyde sont amphotères



potentiels.

$$\text{Be} \quad E^\circ \rightarrow -1,85 \text{ V}$$

$$\text{Al} \quad E^\circ \rightarrow -1,67 \text{ V}$$

pour Ca, Sr, Ba, Ra

famille homogène, les propriétés évoluent avec Z. nature ionique et électropositive culmine avec Ra. cations gros stabilisés par gros ions.

hydroxyde \rightarrow qd π .

solubilité des sels \rightarrow lorsque $Z \uparrow$
 important avec $SO_4^{2-} / PO_4^{3-} / CO_3^{2-}$.
 instabilité thermique min de \approx mo que Z .
 \rightarrow traduit stabilité \ominus du réseau. difficile de se dissocier.

Π_2 : fait transi \ominus entre Ba et autres.
 $BaSO_4$ et Π_2SO_4 solubles de com.
 les autres sont insolubles de com.
 Π_2O , $CaO \equiv$ bases fortes.
 CaO élément très basique.
 BaO oxyde amphotère.

IV monographies.

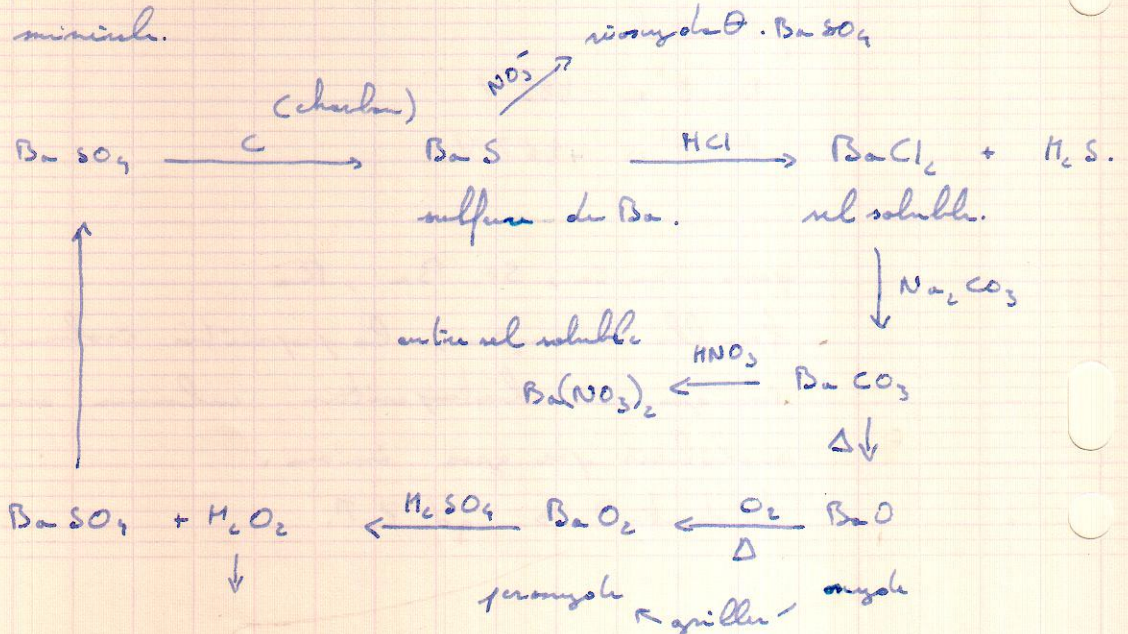
Ba

importante industrielle

$BaSO_4$ baryte, racine grecque: barosol, dense.

utilisé en rayons \ominus du tube digestif dû à la
 pharmacie. contrairement radiologique.

pas utilisable directement, reflète les techniques industrielles
 miniées.



$BaSO_4$: insoluble et très toxique. C'est la forme sulfatée.
industrie papetière : papier glacé chargé en sulfate de
 $Ba \rightarrow$ flamme verte caractéristique.
 $H_2O_2 \rightarrow$ eau oxygénée.

insolubilité \rightarrow à la base de l'obtention de H₂SO₄ soluble
titrés.

Ra:

Marie Curie. la seule à avoir obtenu 2 grains nobles.

(physique: traverser sa radioactivité, chimie: séparation du Ra)

\rightarrow élément pour le traitement des tumeurs. radiothérapie,
curiethérapie.

abandonnée aujourd'hui

utilisation surtout médicale.

parfois de peinture fluorescente. dopage au Ra.

morte des tumeurs engendrées par sa ingestion au Ra.

éléments VI_B

I les atomes.

O, S, Se, Te, Po

chacun : très grande hétérogénéité.

O : non métal

Po : métal.

* homogénéité des éléments sous.

Xc : divers fluorés, seule exception famille.
archétype de la non réactivité.

halogènes : acceptent facilement e^-

homogénéité de degré ox : -1 ou positif (sauf fluor).

chimie isotopique : At = Astatine.

VI_B : hétérogénéité : calcogènes.

"qui fabriquent de la pierre"

	O	S	Se	Tellure	Po
Z	8	16	34	52	84
Π	15,999	32,064	78,96	127,60	210,0
Z*	4,55	5,45	6,95	6,95	6,95.
st c-	He $6s^2 2p^4$	Ne $3s^2 3p^4$	Ar $3d^{10} 4s^2 4p^4$	Kr $4d^{10} 5s^2 5p^4$	Xc $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$

sulfur : origine sanskrit

Se : lune

Te : terre.

	O	S	Se	Te	Po
E_0 +	1,31	1	0,34	0,87	0,81
ns/mol ++	3,35	2,25	2,04	1,80	1,80
i_{max}	3,44	2,58	2,55	2,1	1,50
App e^-	141	200,4	155	150	186

structure e^- : $ns^2 np^4$

les sous couches : O : $2e^-$ seulement

S : $3e^-$ p.

et Se : e^- de sous-jacent

$6e^-$ périphériques.

mais $2e^-$ utilitaires $P_x^2 P_y^1 P_z^1$

éléments para \vec{B} car e^- utilitaires.

utilitaires :

3 de degré d'ox positif, au maximum de 6.

mais sans pour O qui ne dépasse pas 2.

sans ne seule forme : OF_2 difluorure d'oxygène.

sauf ; forme la + stable SO_4^{2-} sulfate.

suffit rajouter $2e^-$: degré ox négatif de -2.

A^{2-}

ions dia \vec{B} incolores.

→ group de $2e^-$: O^{2-} , S^{2-}

→ 2 liaisons covalentes R₂A.

→ une double liaison : CO_2 CS_2

un liaison simple + $1e^-$ OH^- , SH^-
 une liaison covalente + $1p$ R_2O^+

rayon atomique : croissant régulièrement de ce valeur.
 évolution régulière des paramètres liés à ce rayon.
 O plus petit, réactivité ≠ des autres.

E_i de 1^{re} ionisation.

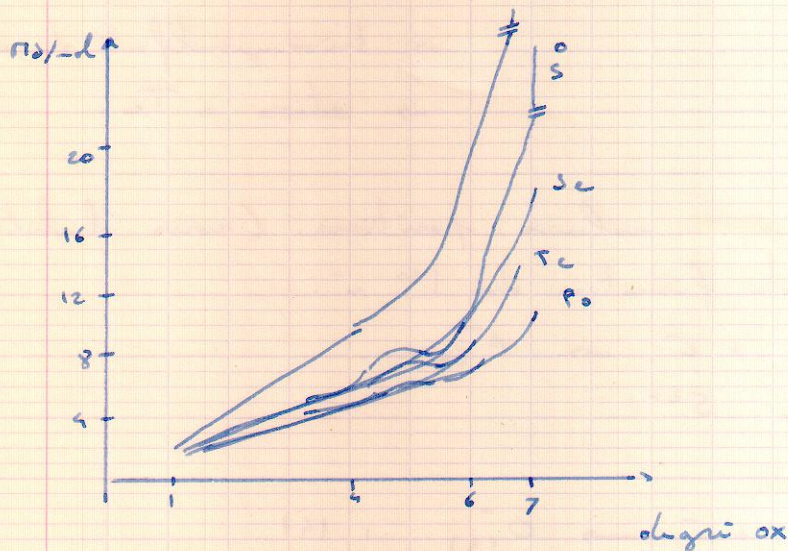
1,31 pour O

0,4 pour K.

difficile arracher e^-
 différences régulières.

E_i de 2^{e} : sont important pour O.
 plus difficile arracher le 2^{e} e^- .

E_i successives.



O à part, + haut.

minimum : stabilité pour 4° et 6° degré d'ox

pour le soufre : SO_2 , SO_3

degré 2 : une certaine stabilité : SO , - important que 4 et 6.

lorsque stabilisation faite par O ou F, peuvent atteindre le degré +6.

si stabilisation faite par Cl, Br, on ne fait jusqu'au degré 4.

2 sans familles.

Se, S et Te Po.

élément de + 6 + métalliques.

Po : ions, métal.

Te : à éclat métallique = étain.

passage vers métaux : Te

TeO₂ : dioxyde de Te

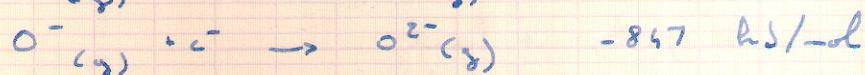
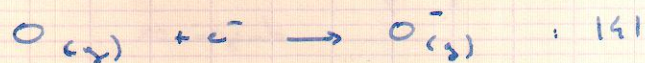
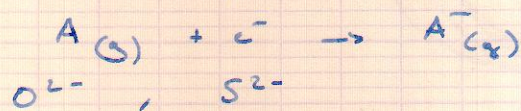


→ trioxyde et sulfate de ditellure.

→ trioxysulfate de ditellure

→ action = Te.

aff e^- : valeurs positives. (nous habituellement valeur de fonction des 1^{er} e^- .)



réaction endo vers O^{2-} car gain stabilité considérable sans forme réticulaire. cristaux, solides. nbx oxydes. H₂ insolubles.

idem pour S : 200 S⁻ : 533. h5 / -l.

- pour plus facilement - en sulfure (-333) vers
divers insolubles.

insolubilité des sulfures. très insolubles.

avec Se : bilan négatif. pour Se²⁻
spontanément stable silicium.

e⁻ nég → vers 1,8 Po : chimie et - métal.
oxydes et réaction acide → qd Z⁺ et qd degré
oxydation →.

A_(VI) SO₃ SeO₃ se dissolvent facilement
et ungrés de leur solides.

TeO₃ : une oxyde avec une forme pour
obtenir une correspondante.

A_(IV) SO₂, SeO₂ plus difficile à dissoudre de
leur.

TeO₂ amphotère
si base forte : → tellurite
si acide : → sels

II éléments.

abondance naturelle		ppm	
O	210 000	455 000	16/18
S	SO ₂ 1 H ₂ S 0,0001	340	300
Se		0,05	9,004
Te		0,001	10 ⁻¹⁰
Po		3.10 ⁻¹⁰	
	Atm	litho S	hydro S.

isotopes O : 16, 17, 18.

éléments abondant : pair et multiple de 4.

16 : 99,75 %

17 : 0,037 %

18 : 0,204 %

$^{16}_8\text{O}$: très abondant.

lithos : silicates, carbonates, ...

les métaux sont oxygénés.

hydrogène = H_2O $^{16}/^{18}$.

S : élément solide, pas gazeux.

SO_2 de + - + de atom par industrie

H_2S → dérivés organiques soufrés.

limites légales.

lithos : sulfates. sulfate de Ca = gypse.

hydro S : Ca^{2+} Mg^{2+} , contre ion = sulfates.

pas les solides = O.C. ordinaire.

sol de + - + insolubles.

pour obtenir Po : on part de $^{210}_{83}\text{Bi}$ qui
donne $^{210}_{84}\text{Po}$

dans la nature résulte du Thorium ou Uranium.

état naturel : dépend potentiels redox.

	O	S	Se	Te	Po
$E^\circ_{A \rightarrow A^2}$	1,23	0,14	-0,11	-0,64	-1,0

milieu ac.

O : à la fois degré 0 et -2 → O_2 .

avec + vrai pour soufre. degré 0 : mine de soufre
 natif, -2 : sulfures métalliques : galène = sulfure de Pb.
 avec sulfures. sulfate les + stable.
 vrai pour manganèse : -2 ou 0.

	O	S	Se	Te	Po
R _{cof} (pm)	66	104	125	153	167
R _A (pm)	132	180	191	211	
E° _{A → A⁻}	1,23	0,14	-0,11	-0,64	-1,0
milieu ac	$\frac{2}{2}$				
TF ₆ (K)	54,8	386	950	722	527
TE ₆ (K)	30,2	717	358	1263	1235.

évolution gigantesque. O difficile à liquéfier

O : oxydant. oxyde He les éléments sauf les 1^{er} gaz rares

O₂ : 1,23 V

O : atome : 2,2 V très oxydant.

au début chimie, choisi comme ref pour calcul des
pds atomiques.

oxydes : 3 familles.

- oxydes basiques : métaux, donc bases.

- oxydes acides : les non métaux (halogènes, S, C...)

↳ oxydes amphotères

- oxydes d'éléments centraux, lorsque degré bas.

↳ gaz, oxydes neutres NO, CO, ...

S, Se, Te, brûlent à l'air

↳ SO₂, SeO₂, TeO₂

brûlent de la fleur.

↳ AF_6 degré plus élevé.
 dans le bleu. donnent chlorure
 ACl_4 tétra chlorure de S, Se, Te.

Po : nls d'acide...

réactions de caténation.
 apparaît pour que partent $1e^-$ non apparié.
 allotropisme.
 notable pour la famille.

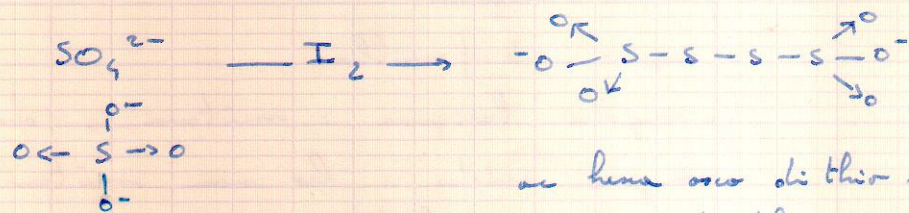
→ il peut se former O_2, O_3, O_4, \dots faible pour

pour le soufre: $\uparrow, \updownarrow, S_6, S_8, S(n)$
 idem pour Se.

existence des polysulfures $S(n)$
 sulfones $X-S(n)-X$

$X = H, \text{halogènes}, \text{cyano}, \text{ou } -NR_2$

acides polysulfuriques.
 thiosulfuriques.



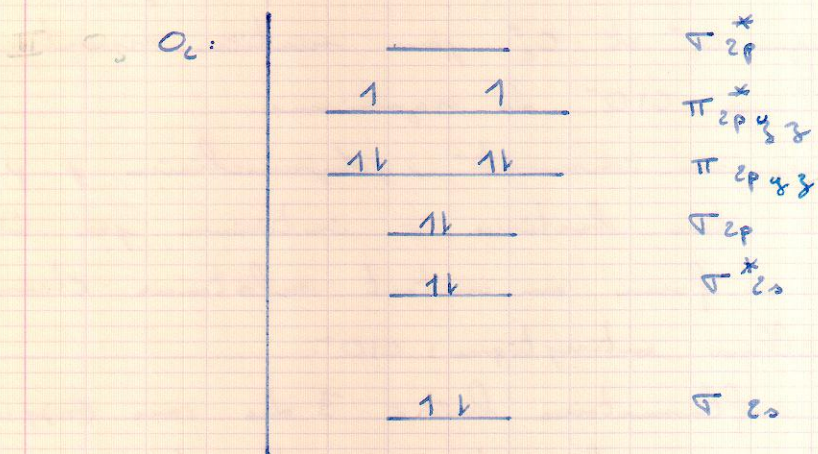
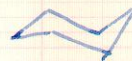
ou hexa ou di thio sulfurique
 ou tétra thionique.

→ pour un $\hat{=}$ espèce, a \neq formes physiques existantes.
 pour le soufre élément S_8

soufre α orthorhombique formé de cycles S_8



soufre β monoclinique $\leftarrow S_8$
 " ϵ rhomboédrique $\leftarrow S_8$
 soufre amorphe.



π_{2p}^* : $2e^-$ non appariés. \rightarrow propriétés O_2 .

$l_{O-O} = 121 \text{ pm}$, 495 kJ/mol / — de
 gaz incolore bleu, sur O_2 liquide, para β .
 oxydant, mais vitesse lente \rightarrow relativement inerte.
 ex: O_2 sur Fe^{2+}/Hb sans e^- oxydés.

si on rajoute $1e^-$, à nouveau e^- antiliant, on
 fragilise le liaison. O_2^- : superoxyde. $l_{O-O} = 15$
 $l = 126 \text{ pm}$, para β ;
 mb d'enz qui traite l'oxygène.

superoxyde synthétise $O_2 \rightarrow O_2^-$
 naturel e^- : O_2^{2-} peroxyde. $4e^-$ antiliants. $l_{O-O} = 1$
 $l = 149 \text{ pm}$, ion dia β , incolore.

O_2^{2-} beaucoup plus oxydant, plus dangereux.
 protection de l'organisme : peroxydases et catalases.

enz les + actifs. de soline.

∃ superoxyde dismutase. qui a transforme O_2^-
↳ $H_2O_2 + O_2$.



sa première + action des superoxydes.

danger O_2^- et $O_2^{\cdot -}$ pour matière vivante.

$Cl^- \rightarrow ClO^-$ de organisme.

étude sur immunité, polymérisation + pororganisme
sur leur lactive à intérieur par ClO^- .

q- se forme au contact substances étrangères.

meilleur antiseptique: ClO^- .

rx inflammatoires liés à ∃ des ions superoxydes
libérés. car le système se dirige.

III O_3 ozone.

couche O_3 sur terre connue depuis près d'un siècle.
disparition = ozone.

sa protection des rx uv d'E illicite.

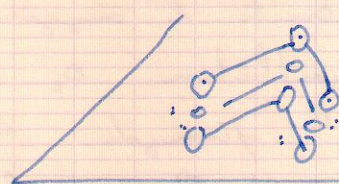
les tumours épidermiques.

contamination de la découverte de l'électricité.

on sent le courant, odeur d'ozone. O_3 .

sentir : ozone.

allotrope de O_2 .



hybridation sp^2 .

angle entre les liaisons = 116° .

sauf car 2 doublets l. 1dl,
répulsion.

$$E^{\circ} O_3/O_2 = 2,07 \text{ V}$$

↳ du syst les + oxydant.

le + : fluor, O atomique, OF₂.

oxygène : O₃ tonique.

ox très puissant : si S(0) : ou ← S^{VI}.

si Ag⁰ : ou ← Ag²⁺

orbitals π : cette onde absorbé de UV.

Hartley (bande de) entre 220 et 300 nm.

max pour 280 nm.

plus bande de Higgins entre 305 et 350 nm.

bande de la visible. entre 407 et 733 nm.

si trace, le Ruv pour, attaque évidente.

O_3 : molécule angulaire
absorbe UV en orbitales σ et π , beaucoup d'états de transition.

absorption de IR. 3 atomes vibrent indépendamment les uns des autres.

très grande réactivité. très oxydant.
molécule toxique.

O_3 atmosphérique

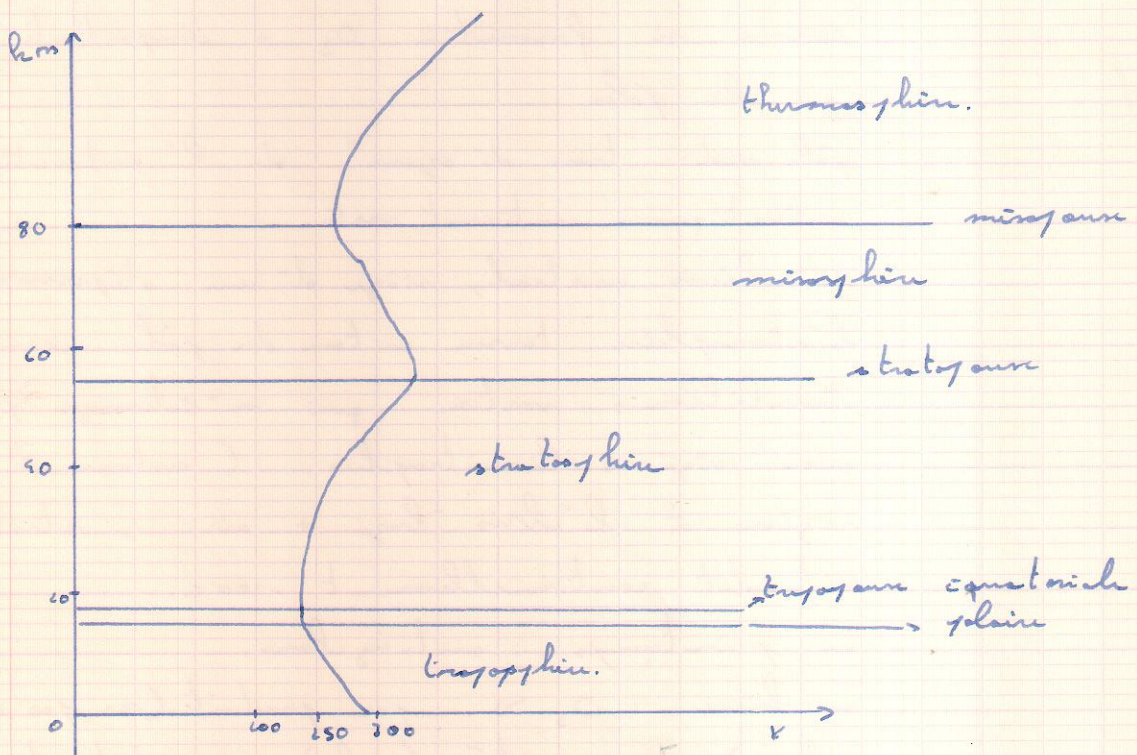
unité de mesure de O_3 atm en Dobson.

= Q totale d' O_3 de une colonne verticale, en densité du pt d'observation, exprimée en équivalent réduite, couche obtenue en comprimant # l' O_3 à 1013,25 mbar et à 0°C.

⇒ épaisseur.

$V_{\text{moy}} = 300$ Dobson

mesure avec IR ou chimique. (→ prélèvements).



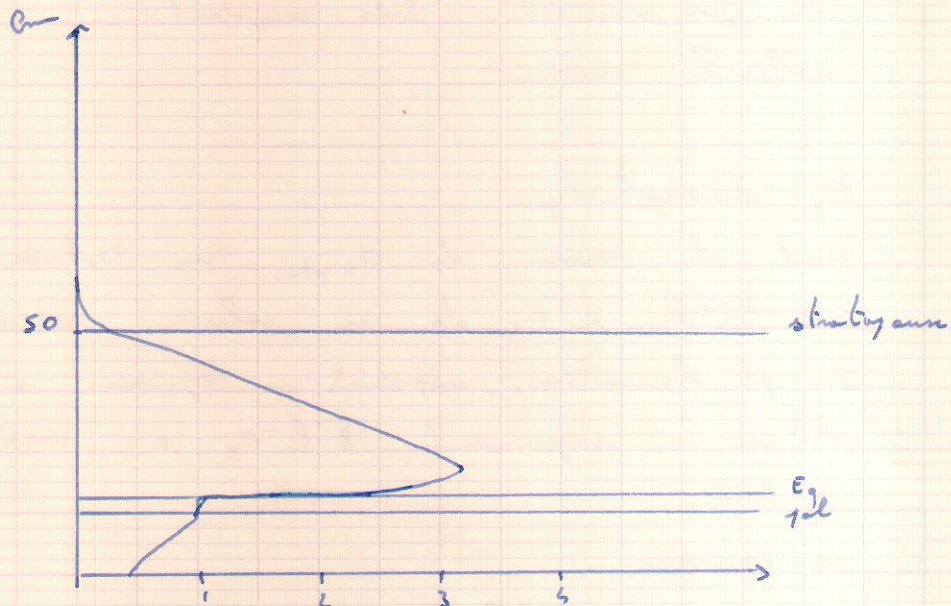
avant : atm = gaz parfait.

→ θ C avec → P.

en même temps de l'atmosphère.

puis stratosphère ↑

mésosphère →



10". nb - diures / cm^3

comme si formation O_3 + importante = Eq
que la glace.

gèle sud: "trou d'ozone" de l'antarctique.

antarctique = continent resté.

gèle hiver austral, siège d'une dépression stable.

l'atmosphère tourne en tour de la glace comme un

tourbillon = vortex. qui n'échange pas d'air

avec régions limitrophes. (autour + hautes altitudes)

région = l'abri luz + air. stratosphère se

refroidit continuellement -100°C.

en printemps : anticyclone.

en hiver : O_3 → pas produit. (car pas de rayonnement

solaire) pas apporté (inert), O_3 détruit.

printemps: reçoit des masses d'air, $O_3 \uparrow$.

observation à 73, \rightarrow entre 75 et 85 de 90% de la Q d' O_3 moy.

formation et destruction O_3 .

en sol: production O_3 lié à la présence de smog.
(brûlerol) + fumée.

dérivés azotés (\rightarrow voitures), de centrales électriques).

composés soufrés (SO_2 , SO_3 ...)

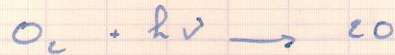
" carbonés (CO , CO_2)

mines et poussières (polymines de C \rightarrow catalyseurs).

+ photons. avec radicaux OH ou HO_2

$\hookrightarrow O_3$ formé. en air à nuit toniques.

équations de Chapman:



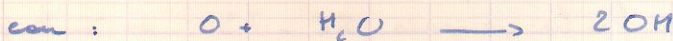
synthèse ozone
pour $\lambda < 242,6 \text{ nm}$

π ? autres molécules.



\Rightarrow la synthèse est $>$ dégradée θ .

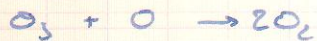
autres E_q : dégradée θ



idem pour CH_3 , CO ...

mais type cois formé.

OH : catalyseur de la rx
de O_3 sur O



N_2 stable, dissocié uniquement de thermosphère.



en dessous: pas assez E pour rompre.

lectures dénitrifiantes $N + O_2 \rightarrow NO_2$ stable de troposphère.

gaz léger qui \uparrow de

troposphère traversée par 10^5 - milliards de N_2O par cm^2 et s

10^{13} g / an par surf. terre.

meth cultures: engrais azotés. NO_2^- en action destructrice O_3 .

avion supersoniques: de rx $N_2 + O_2 \rightarrow$ dérivés azotés.

subsoniques 10 km. \rightarrow se et se ramènent au sol.

supersoniques: concorde, vols \bar{a} + haute altitude 17-18 km, stratosphère contaminée.

explosion atomiques de atmosphère. $Q \uparrow N_2O$ de l'ordre de grad de la Q présente.

mesures faites depuis 56-73 n'ont pas montré variation quantitative de $O_3 \rightarrow$ régulation compliquée de NxO .



frigos (halons).

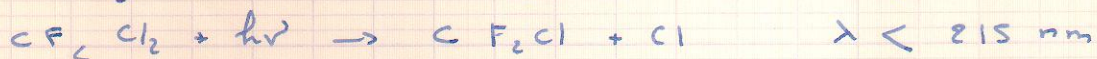
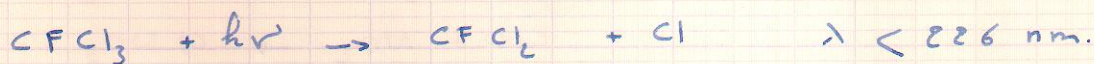
C + halogénus.

de frizo frigos \parallel CFCl_3 .

nb carbon $\swarrow \searrow$ nb fluor.

frans 12 CCl_2F_2

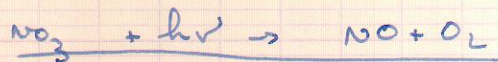
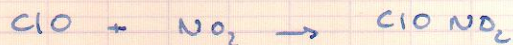
molecules très stables, facile à liquéfier, gaz purs
de structure chim. rx de dissociation.



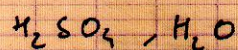
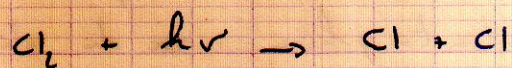
donc ne CFC Isiclé.



idem pour Br
(gaz aliéner).



equilibre - phase gazeuse.
à 25 °C, E glacé...
étude catalyse hétérogène.



} existent en x se dissolvent à la surface.