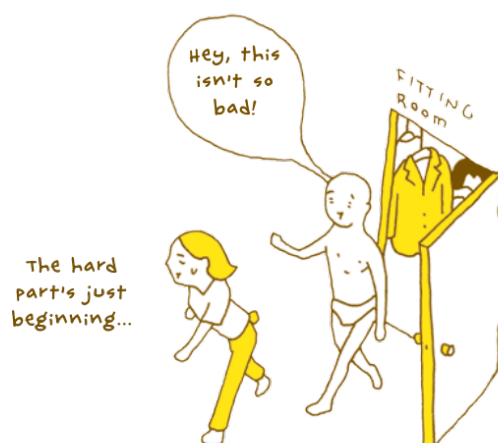


# Plan de travail n°6

**Théophile Cailliau**

*À rendre le lundi 21 janvier 2019*

<b>Introduction à la physique quantique</b>	
I J'applique mon cours . . . . .	1
II Je m'entraîne . . . . .	1
III Je progresse . . . . .	2
IV Je vise l'excellence . . . . .	2
<b>Architecture électronique des atomes</b>	
I J'applique mon cours . . . . .	3
<b>Architecture des molécules et solvants</b>	
I J'applique mon cours . . . . .	5



# Chapitre 15

## Introduction à la physique quantique

### I J'applique mon cours

**Exercice 1** — *Évaluer des ordres de grandeurs typiques intervenant dans des phénomènes quantiques*

1. On a  $v \approx 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  donc  $p = \frac{m}{v} \approx 140 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
2.  $\lambda = \frac{h}{p} \approx 4.75 \cdot 10^{-36} \text{ m}$
3.  $\lambda$  est négligeable, la physique quantique n'a pas d'importance pour ce phénomène
4. On a  $m = \frac{M(O_2)}{N_a}$ ,  $p = mv \approx 2.65 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  donc  $\lambda = \frac{h}{p} = 2.49 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ . Les phénomènes quantiques ne sont pas négligeables.

**Exercice 2** — *Interpréter une expérience d'interférences (matière ou lumière) «particule par particule» en termes probabilistes*

Dans les zones d'interférences constructives (resp. destructives), les ondes associées au corpuscule sont en phase (resp. opposition de phase) pour les trajectoires possibles.

**Exercice 4** — *Obtenir des niveaux d'énergie par analogie avec les modes propres d'une corde vibrante*

$$E = E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

or  $p = \frac{h}{\lambda}$  d'où  $E_c = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$ . Pour les modes propres  $L = n\lambda/2$ ,  $n \in \mathbb{N}$ , soit  $\lambda = 2L/n$ . Donc, on a

$$E_c = \frac{h^2 n^2}{8mL^2}$$

**Exercice 5** — *Établir le lien qualitatif entre confinement spatial et quantification*

On a

$$\Delta x \Delta p \leq \frac{h}{2}$$

et  $\Delta x \ll 1$  donc  $\Delta p$  peut prendre toutes les valeurs, et l'énergie aussi.

### II Je m'entraîne

**Exercice 6** — *Expérience des fentes d'Young*

L'atome est plus lourd que l'électron. La longueur d'onde associée est donc plus petite, et les fentes doivent être plus rapprochées et plus fines.

**Exercice 7** — *Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène*

1. On a  $2\pi r = n\lambda$ ,  $n \in \mathbb{N}^*$
2. On a  $p = \frac{hn}{2\pi r}$ ,  $n \in \mathbb{N}^*$
3. On note  $p = \frac{\alpha}{\sqrt{r}}$ . On a

$$r = \frac{hn\sqrt{r}}{2\pi\alpha} \iff r = \left(\frac{hn}{2\pi\alpha}\right)^2 \implies r_n \propto n^2$$

### III Je progresse

#### Exercice 8 — Les cyanines

1. Les longueurs d'onde possibles sont  $\lambda = \frac{2L}{n+1}$ , pour  $n \in \mathbb{N}$ . On a alors

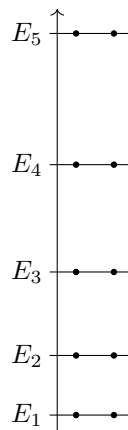
$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{(n+1)h}{2L}$$

On a  $E_n = E_c = \frac{p^2}{2m} = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ ,  $n \in \mathbb{N}^*$

2. On a  $L = 11d \approx 1.54 \text{ nm}$   
3. On a les niveaux d'énergie suivants :

$n$	$E_n$
1	0.631
2	1.419
3	2.523
4	3.942
5	5.677
6	7.727
7	10.092

4. On a le diagramme suivant :



5. La transition pour l'excitation de plus basse énergie est  $E_6 - E_5$ . On a

$$h\nu = E_6 - E_5 = (36 - 25)E_1 \iff \lambda = \frac{hc}{11E_1} \approx 720 \text{ nm}$$

La molécule apparaît verte.

### IV Je vise l'excellence

#### Exercice 9 — Couplage opto-mécanique

L'objet qui réfléchit les photons a une position variable. Le flux réfléchi étant plus régulier, les photons incidents doivent transmettre une certaine énergie mécanique à l'objet. Cela confirme l'interprétation corpusculaire du photon (on n'aurait pas ce phénomène avec un photon purement ondulatoire).

# Chapitre 16

## Architecture électronique des atomes

### I J'applique mon cours

**Exercice 1** — Utiliser un vocabulaire précis : élément, atome, corps simple, espèce chimique, entité chimique

CO <sub>2</sub>	Espèce chimique
Cl <sup>-</sup>	Entité chimique
O <sub>2</sub>	Corps simple
Le fer	Élément
<sup>2</sup> <sub>1</sub> H	Atome

**Exercice 2** — Déterminer la longueur d'onde d'une radiation émise ou absorbée à partir de la valeur de la transition énergétique mise en jeu, et inversement

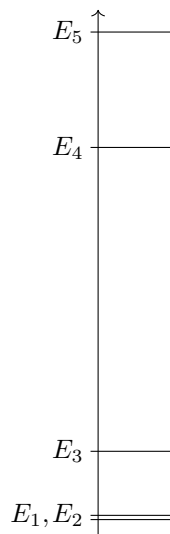
On a

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \approx 5.91 \cdot 10^{-6} \text{ eV}$$

De même,

$$\lambda = \frac{hc}{E} \approx 294 \text{ nm}$$

**Exercice 3** — Établir un diagramme qualitatif des niveaux d'énergie électroniques d'un atome donné



**Exercice 4** — Établir la configuration électronique d'un atome dans son état fondamental

- $Z = 7$ , N :  $1s^2 2s^2 2p^3$
- $Z = 15$ , P :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
- $Z = 22$ , Ti :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
- $Z = 46$ , Pd :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^8$

—  $Z = 53, I : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$

**Exercice 5** — Déterminer le nombre d'électrons non appariés d'un atome dans son état fondamental

- N : 3
- P : 3
- Ti : 2
- Pd : 2
- I : 1

**Exercice 6** — Prévoir la formule des ions monoatomiques d'un élément

**Configuration électronique du cobalt :  $4s^2 3d^7$**

**Exercice 7** — Relier la position d'un élément dans le tableau périodique à la configuration électronique et au nombre d'électrons de valence de l'atome correspondant

- Mn :  $4s^2 3d^5$
- Tc :  $5s^2 4d^5$
- P :  $3s^2 3p^3$
- Gd :  $6s^2 5d^1$
- Ac :  $7s^2 6d^1$
- Zr :  $5s^2 4d^2$
- Rn :  $6s^2 6p^6$
- Kr :  $4s^2 4p^6$
- Ne :  $2s^2 2p^6$
- $\text{Sn}^{2+}$  :  $5s^2$
- $\text{K}^{2+}$  :  $3p^5$
- $\text{Se}^{2-}$  :  $4s^2 4p^6$
- $\text{I}^-$  :  $5s^2 5p^6$

**Exercice 8** — Positionner dans le tableau périodique et reconnaître les métaux et non métaux

1	H																		He
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne		
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	An	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo	
PERIOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
FAMILY																			
Ln =	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
An =	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Les métaux sont à gauche de la ligne grise

**Exercice 9** — Situer dans le tableau les familles suivantes : métaux alcalins, halogènes et gaz nobles

Les alcalins sont sur la première colonne, les halogènes sur l'avant dernière colonne et les gaz nobles sur la dernière.

**Exercice 10** — Citer les éléments des périodes 1 à 2 de la classification et de la colonne des halogènes (nom, symbole, numéro atomique)

Il n'y a que le fluor qui est de période 1 ou 2 et qui est un halogène.

Fluor :  ${}_9\text{F}$       Numéro atomique : 9

**Exercice 11** — Relier le caractère oxydant ou réducteur d'un corps simple à l'électronégativité de l'élément

- Na : Réducteur
- $\text{H}_2$  : Réducteur
- $\text{F}_2$  : Oxydant
- $\text{O}_2$  : Oxydant

**Exercice 12** — Comparer l'électronégativité de deux éléments selon leur position dans le tableau périodique

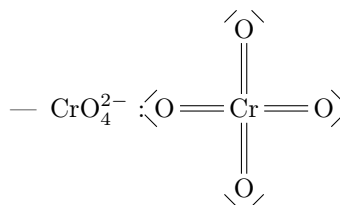
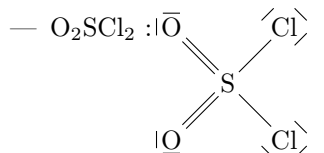
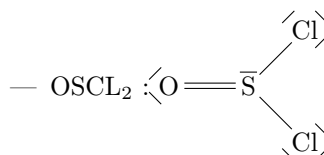
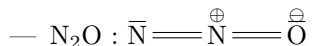
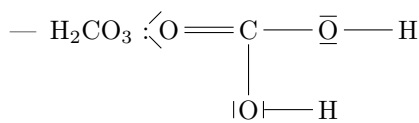
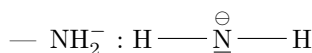
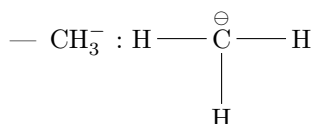
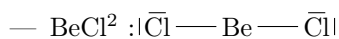
- Fe est moins électronégatif que Co
- Li est plus électronégatif que K
- Cs est moins électronégatif que Zr

## Chapitre 17

# Architecture des molécules et solvants

## I J'applique mon cours

**Exercice 1** — Établir un schéma de Lewis pour une entité donnée



**Exercice 2** — Relier la structure géométrique d'une molécule à l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent

- Non
- Non
- Oui
- Oui