

Tutorials: Elements of chemistry

Series IV

Exercise 1

The wavelength of sodium vapor is equal to 5900 Å. Calculate:

1. Wave number in cm^{-1} .
2. The frequency and period of the wave.
3. Energy of emitted photons.

Exercise 1

La longueur d'onde de la vapeur de sodium est égale à 5900 Å. Calculer :

1. Le nombre d'onde en cm^{-1} .
2. La fréquence ainsi que la période de l'onde.
3. L'énergie des photons émis.

Exercise 2

1. An X photon with a wavelength of 150 pm (1picometre = 0.001 nanometres) tears an electron from an inner layer of an atom. The ejected electron has a velocity of $2.1 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$.

What is the energy of the electron in the atom?

2. The work involved in extracting cesium is equivalent to 2.14 eV.

What is the kinetic energy and velocity of the electron emitted by 700 nm and 300 nm radiation?

What is the threshold frequency below which the phenomenon is no longer observed?

Exercice 2

1. Un photon X de longueur d'onde 150 pm (1picometre = 0,001 nanomètre) arrache un électron d'une couche interne d'un atome. L'électron éjecté à une vitesse de $2,1 \cdot 10^7$ m.s⁻¹.

Quelle est l'énergie de l'électron dans l'atome ?

2. Le travail d'extraction du Césium est équivalent à 2,14 eV.

Quelle est l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron émis par des radiations de 700 nm et 300 nm ?

Quelle est la fréquence de seuil en deçà de laquelle le phénomène n'est plus observé ?

Exercice 3

If the electron of the hydrogen atom is excited at the $n=5$ level, how many different lines can be emitted when it returns to the ground state? Calculate the frequency and wavelength of the photon emitted in each case.

Exercice 3

Si l'électron de l'atome d'hydrogène est excité au niveau $n=5$, combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors du retour à l'état fondamental. Calculer dans chaque cas la fréquence et la longueur d'onde du photon émis.

Exercice 4

The energy levels of the hydrogen atom are given by the relationship: $E_n = -13.6/n^2$ (in eV).

1. Calculate the values corresponding to the four lowest energy levels.

2. Place the levels on a diagram.

3. What is the fundamental level?

4. Consider the transition from level 3 to level 2.

a. Show this transition on the diagram. Is the radiation emitted or absorbed?

- b. Calculate the wavelength corresponding to this transition.
 - c. To which domain of light does the corresponding radiation belong?
5. The atom absorbs a photon of wavelength $\lambda = 121.7$ nm.
- a. What transition causes this absorption?
 - b. Show this transition on the diagram.

Exercice 4

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -13,6/n^2$ (en eV).

- 1. Calculer les valeurs correspondant aux quatre niveaux d'énergie les plus bas.
- 2. Placer les niveaux sur un diagramme.
- 3. Quel est le niveau fondamental ?
- 4. On considère la transition du niveau 3 vers le niveau 2.
 - a. Représenter cette transition sur le diagramme. S'agit-il d'une radiation émise ou absorbée ?
 - b. Calculer la longueur d'onde correspondant à cette transition.
 - c. A quel domaine de la lumière appartient la radiation correspondante ?
- 5. L'atome absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda = 121,7$ nm.
 - a. Quelle transition entraîne cette absorption ?
 - b. Représenter cette transition sur le diagramme.

Exercice 5

According to Bohr's model, establish for a hydrogenoid (nucleus of charge $+Ze$ around which an electron gravitates), the formulas giving as a function of K (Coulomb constant), Z (atomic number), e (elementary charge), π , m_e (electron mass), h (Planck constant) and n :

- 1. The radius (r) of the orbit of rank n .

2. The energy of the nucleus-electron system corresponding to this orbit

$$(E_n = E_{\text{Kinetic}} + E_{\text{Potential}}).$$

Exercice 5

Selon le modèle de Bohr, établir pour un hydrogénoïde (noyau de charge $+Ze$ autour duquel gravite un électron), les formules donnant en fonction de K (constante de Coulomb), Z (numéro atomique), e (charge élémentaire), π , m_e (masse de l'électron), h (constante de Planck) et n :

1. Le rayon (r) de l'orbite de rang n .

2. L'énergie du système noyau-électron correspondant à cette orbite

$$(E_n = E_{\text{cinétique}} + E_{\text{potentielle}}).$$

Exercice 6

Consider the hydrogen ion Li^{2+} according to Bohr's model.

1. Calculate the radius of the first orbit.

2. Calculate the speed of the electron in this orbit.

3. Calculate the value of the attractive force exerted on the electron by the nucleus.

4. Calculate the electron's energy in joules and electron volts on this orbit.

5. Calculate the shortest wavelength of the emission spectrum of this ion.

6. Calculate the energy corresponding to the longest wavelength of this ion's emission spectrum.

Exercice 6

On considère l'ion hydrogénoïde Li^{2+} selon le modèle de Bohr.

1. Calculer le rayon de la première orbite.

2. Calculer la vitesse de l'électron sur cette orbite.

3. Calculer la valeur de la force d'attraction exercée sur l'électron par le noyau.
4. Calculer l'énergie de cet électron en joule puis en electron-volt sur cette orbite.
5. Calculer la plus petite longueur d'onde du spectre d'émission de cet ion.
6. Calculer l'énergie correspondante à la plus grande longueur d'onde du spectre d'émission de cet ion.

Exercice 7

What is the wavelength associated with :

- An electron whose kinetic energy is 54 eV ;
- A ball with a velocity of 300 m.s^{-1} and a mass of 2g;
- The earth in its motion around the sun ($m = 6.1024 \text{ kg}$, $v = 3.104 \text{ m.s}^{-1}$) ;
- A man walking with a normal stride, assuming $m = 80 \text{ kg}$ and $v = 5 \text{ km. h}^{-1}$.

What conclusion do you draw?

Exercice 7

Quelle est la longueur d'onde associée à :

- Un électron dont l'énergie cinétique est de 54 eV ;
- Une balle dont la vitesse est de 300 m.s^{-1} et dont la masse est de 2g;
- La terre dans son mouvement autour du soleil ($m = 6.1024 \text{ kg}$, $v = 3.104 \text{ m.s}^{-1}$) ;
- Un homme marchant a un pas normal, supposant $m = 80 \text{ kg}$ et $v = 5 \text{ km.h}^{-1}$.

Quelle conclusion en tirez-vous ?

Exercise 8

The 1s orbital of the hydrogen atom has the expression: $\Psi = N_{1s} e^{-\frac{r}{a_0}}$

1. Express the probability of the presence of e^- inside a volume between the spheres r and $r+dr$.
2. Define the probability density of radial presence.
3. What is the radius r of the sphere on which the probability density of presence is maximum?
4. Calculate the electron's probability of presence inside and beyond a sphere of radius $0.2a_0$.

We give: $\int_0^{\infty} r^n e^{-\alpha r} dr = \frac{n!}{\alpha^{(n+1)}}$ with $\alpha > 0$ and n (*entier*) ≥ 0

Exercise 8

L'orbitale 1s de l'atome d'hydrogène a pour expression : $\Psi = N_{1s} e^{-\frac{r}{a_0}}$

1. Exprimer la probabilité de présence de l' e^- à l'intérieur d'un volume compris entre les sphères r et $r+dr$.
2. Définir la densité de probabilité de présence radiale.
3. Quel est le rayon r de la sphère sur laquelle la densité de probabilité de présence est maximale ?
4. Calculer la probabilité de présence de l'électron à l'intérieur d'une sphère de rayon $0,2a_0$ et au-delà de cette sphère.

On donne : $\int_0^{\infty} r^n e^{-\alpha r} dr = \frac{n!}{\alpha^{(n+1)}}$ avec $\alpha > 0$ et n (*entier*) ≥ 0

Exercise 9

1. A triplet of three quantum numbers (n, l, m) characterizes any wave function Ψ solution of the Schrödinger equation.

Specify the possible values of n and the relationships between these numbers.

2. Indicate which of the following triplets are impossible

- a- $n = 3 ; l = 2 ; m = 0 ;$ b- $n = 2 ; l = 2 ; m = -1 ;$
c- $n = 3 ; l = 0 ; m = 3 ;$ d- $n = 3 ; l = -2 ; m = 0 .$

3. After recalling the nomenclature of orbitals according to the value of the azimuthal quantum number l , indicate whether or not the different symbols characterize an atomic orbital : a- $1p ;$ b- $3f ;$ c- $5g ;$ d- $4s ;$ e- $2d.$

4. Designate the atomic orbitals corresponding to electrons characterized by the following quantum number sets :

- a- $n = 3 ; l = 2 ; m = 1 ;$ b- $n = 2 ; l = 1 ; m = 0 ;$ c- $n = 1 ; l = 0 ; m = 0 ;$
d- $n = 3 ; l = 2 ; m = -2 ;$ e- $n = 4 ; l = 2 ; m = 0 ;$ f- $n = 3 ; l = 1 ; m = -1$

Exercice 9

1. Un triplet de trois nombres quantiques (n, l, m) caractérise toute fonction d'onde Ψ solution de l'équation de Schrödinger.

Préciser les valeurs possibles de n et les relations entre ces nombres.

2. Indiquer, parmi les triplets suivants, celui (ceux) qui est (sont) impossible (s).

- a- $n = 3 ; l = 2 ; m = 0 ;$ b- $n = 2 ; l = 2 ; m = -1 ;$
c- $n = 3 ; l = 0 ; m = 3 ;$ d- $n = 3 ; l = -2 ; m = 0 .$

3. Indiquer, après avoir rappelé la nomenclature des orbitales selon la valeur du nombre quantique azimuthal l , si les différents symboles caractérisent ou non une orbitale atomique :

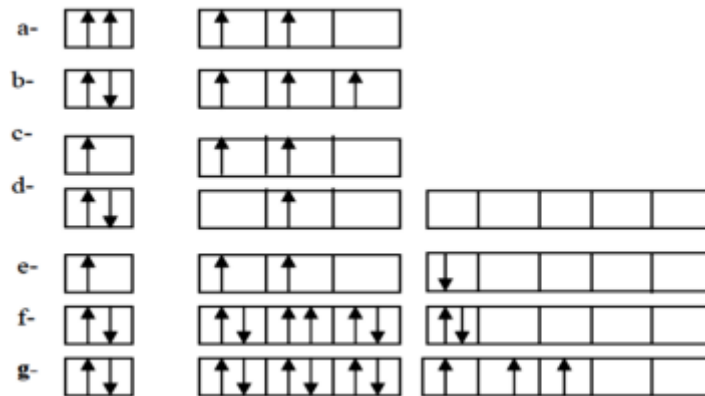
- a- $1p ;$ b- $3f ;$ c- $5g ;$ d- $4s ;$ e- $2d.$

4. Désigner les orbitaux atomiques correspondants aux électrons caractérisés par les ensembles de nombres quantiques suivants :

- a- $n = 3 ; l = 2 ; m = 1 ;$ b- $n = 2 ; l = 1 ; m = 0 ;$ c- $n = 1 ; l = 0 ; m = 0 ;$
d- $n = 3 ; l = 2 ; m = -2 ;$ e- $n = 4 ; l = 2 ; m = 0 ;$ f- $n = 3 ; l = 1 ; m = -1$

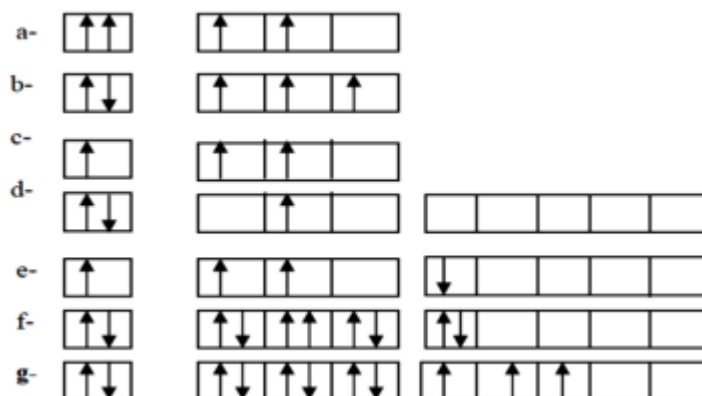
Exercise 10

1. State the rules and principles for establishing the electronic structure of an atom.
2. Justify the energy inversion of the 3d - 4s atomic orbitals.
3. Among the following electronic structures, distinguish those that are correct and, if not, justify the error.



Exercise 11

1. Énoncer les règles et principes qui permettent d'établir la structure électronique d'un atome.
2. Justifier l'inversion énergétique des orbitales atomiques 3d - 4s.
3. Parmi les structures électroniques suivantes, distinguez celles qui sont correctes et dans le cas contraire, justifier l'erreur.



Exercise 11

1. Calculate the energy of an electron in each of the Slater groups of cobalt Co ($Z=27$).
2. Deduce the total energy of the Co atom.
3. What is the radius of the cobalt atom?

Exercice 11

1. Calculer l'énergie d'un électron dans chacun des groupes de Slater du cobalt Co ($Z=27$).
2. En déduire l'énergie totale de l'atome de Co.
3. Quel est le rayon de l'atome de cobalt ?

Data for the series : $c= 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $h= 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$, $RH= 1,09678.10^7 \text{ m}^{-1}$, Li ($Z=3$), Be ($Z=4$),
 $K= 9.10^9 \text{ N.m}^2 .\text{c}^{-2}$, $m_e = 9,109.10^{-31} \text{ kg}$.

Données pour la série : $c= 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $h= 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$, $RH= 1,09678.10^7 \text{ m}^{-1}$, Li ($Z=3$), Be
($Z=4$), $K= 9.10^9 \text{ N.m}^2 .\text{c}^{-2}$, $m_e = 9,109.10^{-31} \text{ kg}$.