

Principal quantum number

Recall that the Bohr atomic model assigns quantum numbers to electron orbits. Similarly, the quantum mechanical model assigns four quantum numbers to atomic orbitals. The first one is the **principal quantum number** (n) and indicates the relative size and energy of atomic orbitals. As n increases, the orbital becomes larger, the electron spends more time farther from the nucleus, and the atom's energy increases. Therefore, n specifies the atom's major energy levels. Each major energy level is called a **principal energy level**. An atom's lowest principal energy level is assigned a principal quantum number of 1. When the hydrogen atom's single electron occupies an orbital with $n = 1$, the atom is in its ground state. Up to 7 energy levels have been detected for the hydrogen atom, giving n values ranging from 1 to 7.

Energy sublevels

Principal energy levels contain **energy sublevels**. Principal energy level 1 consists of a single sublevel, principal energy level 2 consists of two sublevels, principal energy level 3 consists of three sublevels, and so on. To better understand the relationship between the atom's energy levels and sublevels, picture the seats in a wedge-shaped section of a theater, as shown in **Figure 16**. As you move away from the stage, the rows become higher and contain more seats. Similarly, the number of energy sublevels in a principal energy level increases as n increases.

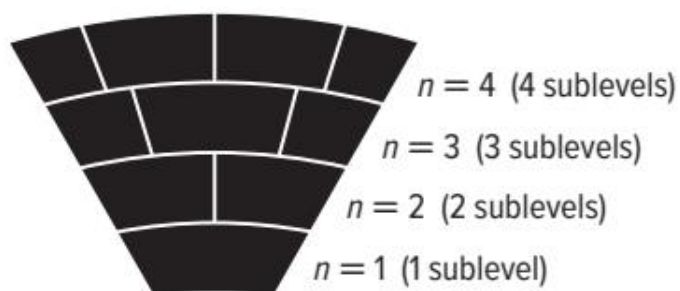


Figure 16 Energy levels can be thought of as rows of seats in a theater. The rows that are higher up and farther from the stage contain more seats. Similarly, energy levels related to orbitals farther from the nucleus contain more sublevels.

Shapes of orbitals

Sublevels are labeled s , p , d , or f according to the shapes of the atom's orbitals. All s orbitals are spherical, and all p orbitals are dumbbell-shaped; however, not all d or f orbitals have the same shape. Each orbital can contain, at most, two electrons. The single sublevel in principal energy level 1 corresponds to a spherical orbital called the $1s$ orbital. The two sublevels in principal energy level 2 are designated $2s$ and $2p$. The $2s$ sublevel corresponds to the $2s$ orbital, which is spherical like the $1s$ orbital but larger in size, as shown in **Figure 17a**. The $2p$ sublevel corresponds to three dumbbell-shaped p orbitals designated $2p_x$, $2p_y$, and $2p_z$. The subscripts x , y , and z merely designate the orientations of p orbitals along the x , y , and z coordinate axes, as shown in **Figure 17b**. Each of the p orbitals related to an energy sublevel has the same energy.

Principal energy level 3 consists of three sublevels designated $3s$, $3p$, and $3d$. Each d sublevel relates to five orbitals of equal energy. Four of the d orbitals have identical shapes but different orientations along the x , y , and z coordinate axes. However, the fifth orbital, d_z , is shaped and oriented differently than the other four. The shapes and orientations of the five d orbitals are illustrated in **Figure 17c**. The fourth principal energy level ($n = 4$) contains a fourth sublevel, called the $4f$ sublevel, which relates to seven f orbitals of equal energy. The f orbitals have complex, multilobed shapes.

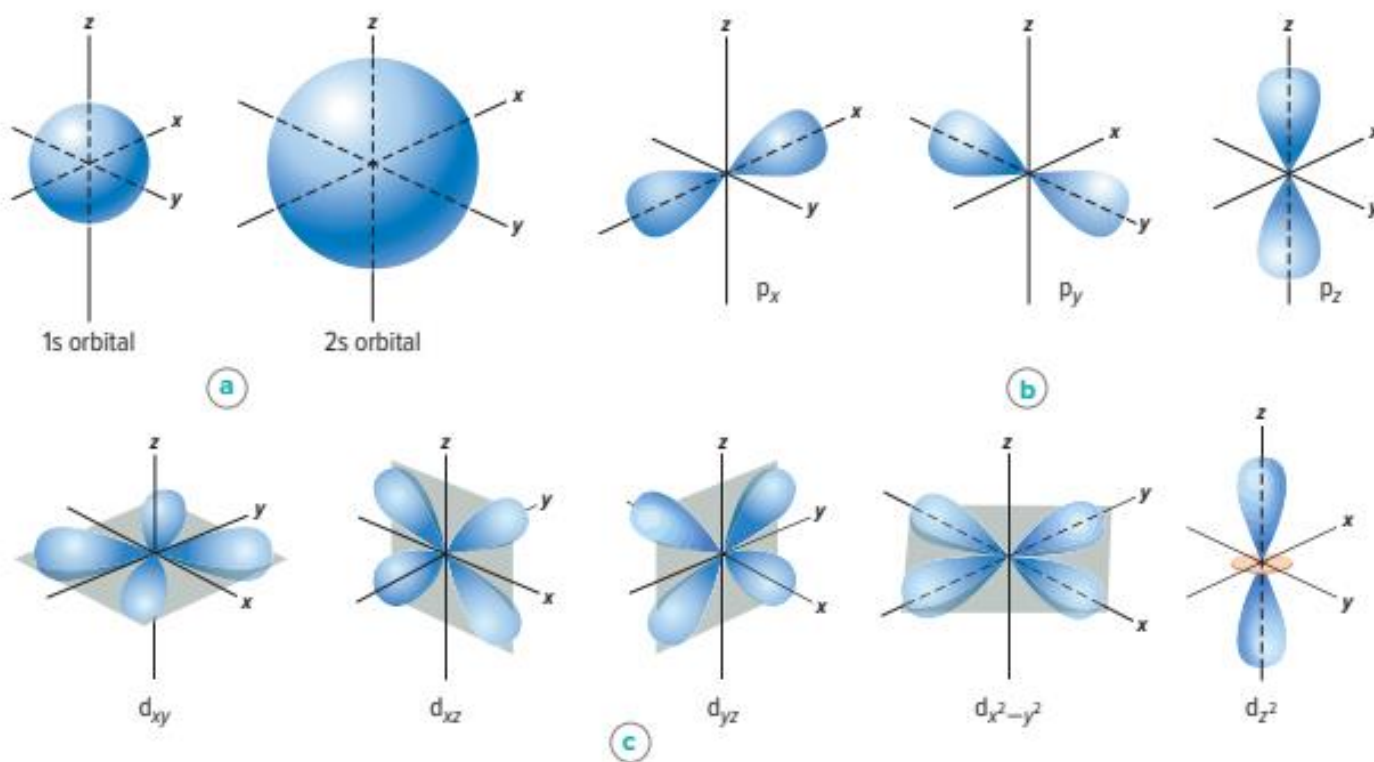


Figure 17 The shapes of atomic orbitals describe the probable distribution of electrons in energy sublevels.

- a. All s orbitals are spherical, and their size increases with increasing principal quantum number.
- b. The three p orbitals are dumbbell-shaped and are oriented along the three perpendicular x , y , and z axes.
- c. Four of the five d orbitals have the same shape but lie in different planes. The d_{z^2} orbital has its own unique shape.

Table 2 Hydrogen's First Four Principal Energy Levels

Principal Quantum Number (n)	Sublevels (Types of Orbitals) Present	Number of Orbitals Related to Sublevel	Total Number of Orbitals Related to Principal Energy Level (n^2)
1	s	1	1
2	s p	1 3	4
3	s p d	1 3 5	9
4	s p d f	1 3 5 7	16

Hydrogen's first four principal energy levels, sublevels, and related atomic orbitals are summarized in **Table 2**. Note that the number of orbitals related to each sublevel is always an odd number, and that the maximum number of orbitals related to each principal energy level equals n^2 .

At any given time, the electron in a hydrogen atom can occupy just one orbital. You can think of the other orbitals as unoccupied spaces—spaces available should the atom's energy increase or decrease.

Mr. Osama Almustafa

Which of the following statements is **correct**?

أي العبارات التالية **صحيحة**؟

Principal energy level 3 consists of three sublevels, they are 3s, 3p and 3f

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاث مستويات فرعية هي 3s و 3p و 3f

Principal energy level 3 consists of three sublevels, they are 3s, 3p and 3d

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاث مستويات فرعية هي 3s و 3p و 3d

Principal energy level 2 consists of two sublevels, they are 2s, 2d

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 2 من مستويين فرعيين هما 2s و 2d

Principal energy level 2 consists of two sublevels, they are 2s, 2f

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 2 من مستويين فرعيين هما 2s و 2f

Mr. Osama Almustafa

3	Write the electronic configuration of a variety of elements of the periodic table, employing the Pauli exclusion principle, the Hund rule, and the Aufbau principle for upward building	Textbook + figure18 + tables 3 , 4 ,5	23 , 24 , 25 , 26
4	Write the electronic configuration of a variety of elements of the periodic table, employing the Pauli exclusion principle, the Hund rule, and the Aufbau principle for upward building	Textbook	27

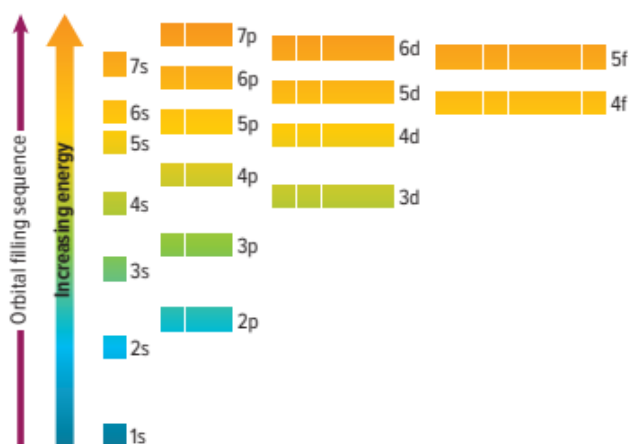


Figure 18 The aufbau diagram shows the energy of each sublevel relative to the energy of other sublevels.

Table 3 Features of the Aufbau Diagram

Feature	Example
All orbitals related to an energy sublevel are of equal energy.	All three 2p orbitals are of equal energy.
In a multi-electron atom, the energy sublevels within a principal energy level have different energies.	The three 2p orbitals are of higher energy than the 2s orbital.
In order of increasing energy, the sequence of energy sublevels within a principal energy level is s, p, d, and f.	If $n = 4$, then the sequence of energy sublevels is 4s, 4p, 4d, and 4f.
Orbitals related to energy sublevels within one principal energy level can overlap orbitals related to energy sublevels within another principal level.	The orbital related to the atom's 4s sublevel has a lower energy than the five orbitals related to the 3d sublevel.

Mr. Osama Almustafa

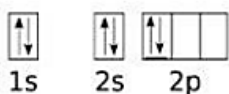
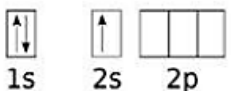
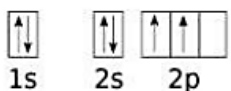
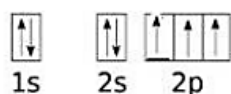
Table 4 Electron Configurations and Orbital Diagrams for Elements 1–10

Element	Atomic Number	Orbital Diagram 1s 2s 2p _x 2p _y 2p _z	Electron Configuration Notation
Hydrogen	1	↑	1s ¹
Helium	2	↑↓	1s ²
Lithium	3	↑↓ ↑	1s ² 2s ¹
Beryllium	4	↑↓ ↑↓	1s ² 2s ²
Boron	5	↑↓ ↑↓ ↑	1s ² 2s ² 2p ¹
Carbon	6	↑↓ ↑↓ ↑ ↑	1s ² 2s ² 2p ²
Nitrogen	7	↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑	1s ² 2s ² 2p ³
Oxygen	8	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑	1s ² 2s ² 2p ⁴
Fluorine	9	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑	1s ² 2s ² 2p ⁵
Neon	10	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	1s ² 2s ² 2p ⁶

Table 5 Electron Configurations for Elements 11–18

Element	Atomic Number	Complete Electron Configuration	Electron Configuration Using Noble Gas
Sodium	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$[\text{Ne}]3s^1$
Magnesium	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$[\text{Ne}]3s^2$
Aluminum	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^1$
Silicon	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^2$
Phosphorus	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^3$
Sulfur	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^4$
Chlorine	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^5$
Argon	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^6$ or $[\text{Ar}]$

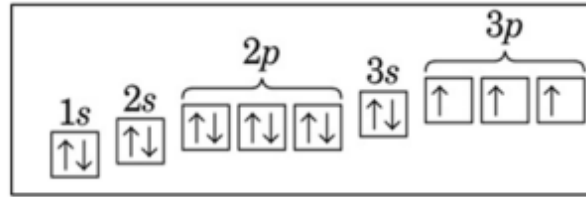
Which of the following orbital diagrams violates Hund's rule?



Which of the following is true related to the orbital diagrams below?

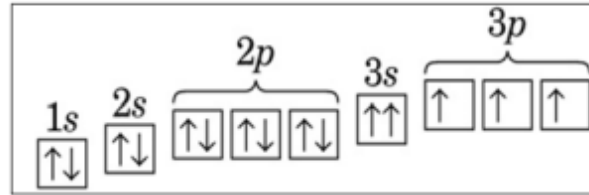
أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بمخططات الأفلاك أدناه؟

Matches all electron configuration principles



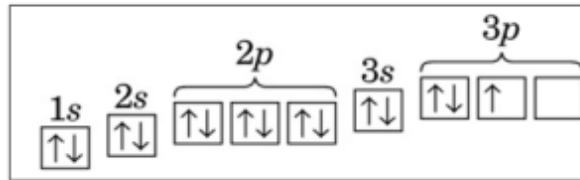
يتطابق مع كل قواعد الترتيب الإلكتروني

Matches Pauli exclusion principle



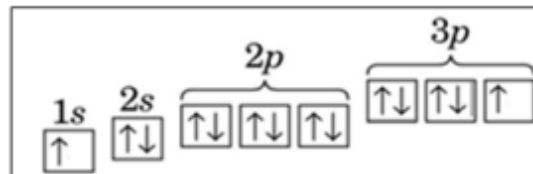
يتطابق مع مبدأ باولي للاستبعاد

Matches Hund's rule



يتطابق مع قاعدة هوند

Matches aufbau principle

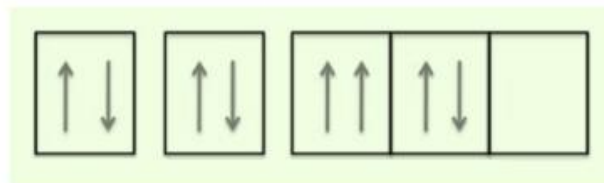


يتطابق مع مبدأ أوفباو

Mr. Osama Almustafa

Regarding the electron arrangement with orbital diagram method below, which of the following is **correct**?

فيما يتعلق بالترتيب الإلكتروني بطريقة مخطط الأفلاك أدناه، أي مما يأتي **صحيح**؟



This electronic arrangement violates only to the Pauli exclusion- principle

يتعارض هذا الترتيب الإلكتروني مع مبدأ باولي للاستبعاد فقط

1.

This electronic arrangement violates only the aufbau principle

يتعارض هذا الترتيب الإلكتروني مع مبدأ أوفباو فقط

2.

This electronic arrangement violates Hund's rule and aufbau principle

يتعارض هذا الترتيب الإلكتروني مع قاعدة هوند و مبدأ أوفباو

3.

This electronic arrangement violates Hund's rule and Pauli's exclusion principle

يتعارض هذا الترتيب الإلكتروني مع قاعدة هوند و مبدأ باولي

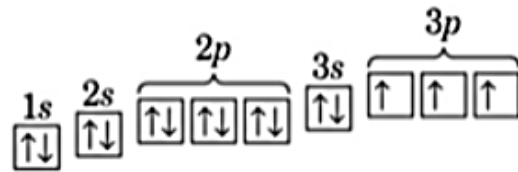
4.

للاستبعاد

Mr. Osama Almustafa

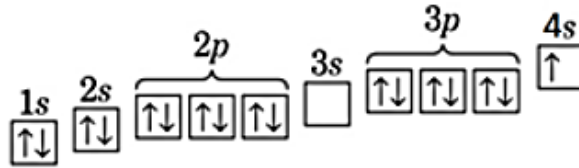
Which of the following is true related to the orbital diagrams below? أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بمخططات الأفلاك أدناه؟

Matches Hund's rule



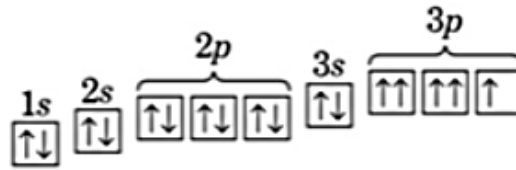
يتطابق مع قاعدة هوند

Matches Aufbau principle



يتطابق مع مبدأ أوفباو

Matches Pauli exclusion principle



يتطابق مع مبدأ باولي للاستبعاد

Matches all electron configuration principles



يتطابق مع كل قواعد الترتيب الإلكتروني

Mr. Osama Almustafa

Which of the following is **correct**?

أي مما يأتي **صحيح**؟

	يتفق مع قاعدة هوند It agrees with Hund's rule	A
	يتفق مع مبدأ باولي للاستبعاد It agrees with the Pauli exclusion principle	B
	يتفق مع مبدأ أوفباو It agrees with the Aufbau principle	C
	يتفق مع كل قواعد ومبادئ الترتيب الإلكتروني It agrees with all electron configuration rules and principles	D

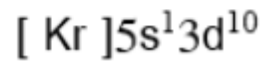
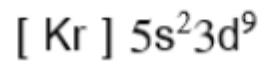
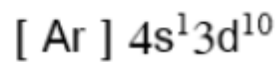
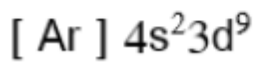
The atomic number of the element copper (Cu) is 29.

العدد الذري لعنصر النحاس (Cu) يساوي 29. ما الترتيب الإلكتروني

What is the correct electronic configuration of copper

الصحيح للنحاس باستخدام ترميز الغاز النبيل؟

using the noble-gas notation?



The figure below shows the orbital notation of iron.

يوضح الشكل أدناه ترميز الفلك لعنصر الحديد.

Which of the following is **commonly happen**?

أي مما يأتي **عادة ما يحدث**؟



A

Iron atom loses the two 4s electrons only, and a positive ion Fe^{2+} is formed

تفقد ذرة الحديد إلكترونين فقط من 4s وتكون أيونًا موجبًا Fe^{2+}

B

Iron atom loses only one electron from 3d and a positive ion Fe^{1+} is formed

تفقد ذرة الحديد إلكترونًا واحدًا فقط من 3d وتكون أيونًا موجبًا

Fe^{1+}

C

Iron atom loses two electrons from 4s and one electron from 3d, and a positive ion Fe^{3+} is formed

تفقد ذرة الحديد إلكترونين من 4s وإلكترونًا من 3d

وتكون أيونًا موجبًا Fe^{3+}

D

Iron atom loses two electrons from 4s, and two electrons from 3d, and a positive ion Fe^{4+} is formed

تفقد ذرة الحديد إلكترونين من 4s وإلكترونين من 3d

وتكون أيونًا موجبًا Fe^{4+}

Table 1 Lavoisier's Table of Simple Substances (Old English Names)

Gases	light, heat, dephlogisticated air, phlogisticated gas, inflammable air
Metals	antimony, silver, arsenic, bismuth, cobalt, copper, tin, iron, manganese, mercury, molybdena, nickel, gold, platina, lead, tungsten, zinc
Nonmetals	sulphur, phosphorus, pure charcoal, radical muriatique*, radical fluorique*, radical boracique*
Earths	chalk, magnesia, barote, clay, siliceous earth

*no English name

Table 2 Contributions to the Classification of Elements

John Newlands (1837–1898)

- arranged elements by increasing atomic mass
- noticed the repetition of properties every eighth element
- created the law of octaves

Lothar Meyer (1830–1895)

- demonstrated a connection between atomic mass and elements' properties
- arranged the elements in order of increasing atomic mass

Dmitri Mendeleev (1834–1907)

- demonstrated a connection between atomic mass and elements' properties
- arranged the elements in order of increasing atomic mass
- predicted the existence and properties of undiscovered elements

Henry Moseley (1887–1915)

- discovered that atoms contain a unique number of protons called the atomic number
- arranged elements in order of increasing atomic number, which resulted in a periodic pattern of properties

Elements with similar properties
are in the same row.

1 octave	A	H	1	A	F	8	— and so on →
	B	Li	2	B	Na	9	→
	C	G	3	C	Mg	10	→
	D	Bo	4	D	Al	11	→
	E	C	5	E	Si	12	→
	F	N	6	F	P	13	→
	G	O	7	G	S	14	→

Figure 1 John Newlands noticed that the properties of elements repeated every eighth element in the same way musical notes repeat every eighth note and form octaves.

Typische Elemente H = 1 Li = 7 Be = 9,4 B = 11 C = 12 N = 14 O = 16 F = 19 Na = 23 Mg = 24 Al = 27,3 Si = 28 P = 31 S = 32 Cl = 35,5			K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
			Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
			—	? Yt = 88?	? Di = 138?	Er = 178?	—
			Tl = 48?	Zr = 90	Co = 140?	? La = 180?	Th = 231
			V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
			Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
			Mn = 55	—	—	—	—
			Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
			Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
			Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
			Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
			Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
			—	In = 113	—	Tl = 204	—
			—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
			As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
			Se = 78	Te = 125?	—	—	—
			Br = 80	J = 127	—	—	—

Figure 2 In the first version of his table, published in 1869, Mendeleev arranged elements with similar chemical properties horizontally. He left empty spaces for elements that were not yet discovered.

Regarding Mendeleev's contribution in the

فيما يتعلق بمساهمات مندليف في تطوير الجدول الدوري للعناصر .

development of the periodic table. Which of the

أي مما يأتي **غير صحيح**؟

following is **incorrect**?

تنبأ بوجود عناصر غير مكتشفة والتي أكتشفت لاحقاً He predicted the existence and properties of undiscovered elements that were later founded	1
رتب العناصر تصاعدياً حسب الكتلة الذرية He arranged the elements in order of increasing atomic mass	2
رتب العناصر تصاعدياً حسب أعدادها الذرية He arranged the elements in order of increasing atomic number	3
لاحظ تكرار خصائص العناصر كل ثمانية عناصر He noticed that elements' properties repeated every eighth element	4

1 and 2

2 و 1

1 and 3

3 و 1

3 and 4

4 و 3

2 and 4

4 و 2

Mr. Osama Almustafa

6

Describe the different groups of elements in the periodic table and predict the physical and chemical properties of each group

Textbook + Example
problem 1 + practice
problems

46 , 48

EXAMPLE Problem 1

ELECTRON CONFIGURATION AND THE PERIODIC TABLE Strontium, which is used to produce red fireworks, has an electron configuration of $[\text{Kr}]5s^2$. Without using the periodic table, determine the group, period, and block of strontium.

PRACTICE Problems



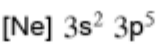
ADDITIONAL PRACTICE

- Without using the periodic table, determine the group, period, and block of an atom with the following electron configurations.
 - $[\text{Ne}]3s^2$
 - $[\text{He}]2s^2$
 - $[\text{Kr}]5s^24d^{10}5p^5$
- What are the symbols for the elements with the following valence electron configurations?
 - s^2d^1
 - s^2p^3
 - s^2p^6
- CHALLENGE** Write the electron configuration of the following elements.
 - the group 2 element in the fourth period
 - the group 12 element in the fourth period
 - the noble gas in the fifth period
 - the group 16 element in the second period

Mr. Osama Almustafa

What is the period, group, and block for an element with the following electron configuration?

ما الدورة والمجموعة والمجمع التي ينتمي إليها العنصر ذو الترتيب الإلكتروني التالي؟



المجموعة Group	الدورة Period	المجمع Block
2	2	s

المجموعة Group	الدورة Period	المجمع Block
17	6	p

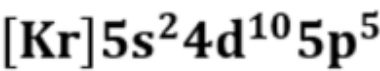
المجموعة Group	الدورة Period	المجمع Block
15	3	p

المجموعة Group	الدورة Period	المجمع Block
17	3	p

Mr. Osama Almustafa

Determine the period, group and block of an element has an electron configuration shown below.

حدد الدورة والمجموعة والمجمع لعنصر له الترتيب الإلكتروني أدناه .



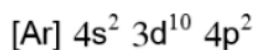
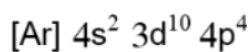
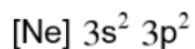
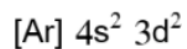
Answer

5 Period الدورة

17 Group المجموعة

p Block المجمع

Which of the following arrangement represents
an element in group 4, period 4 and block d?



Which of the following table represents an atom with
the following electron configuration: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$

أي من الجداول التالية يُعبّر عن ذرّة لها التوزيع الإلكتروني التالي:
 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$

المجمّع block	المجموعة group	الدورة period
s	3	1

المجمّع block	المجموعة group	الدورة period
p	3	3

المجمّع block	المجموعة group	الدورة period
s	3	3

المجمّع block	المجموعة group	الدورة period
p	13	3

Where is located the element with the electron

configuration $[\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^2$ in the periodic table?

A – Period 5 and group 2

B – Period 5 and group 12

C – Period 5 and group 14

D – Period 5 and group 4

What is the group, period, and block of an element

ما المجموعة والدورة والمجمع التي ينتمي إليها

with the electron configuration $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$?

عنصر توزيعه الإلكتروني هو $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ ؟

Group 16, period 3, block p

المجموعة 16 والدورة 3 والمجمع p

Group 3, period 6, block p

المجموعة 3 والدورة 6 والمجمع p

Group 16, period 3, block s

المجموعة 16 والدورة 3 والمجمع s

Group 3, period 6, block s

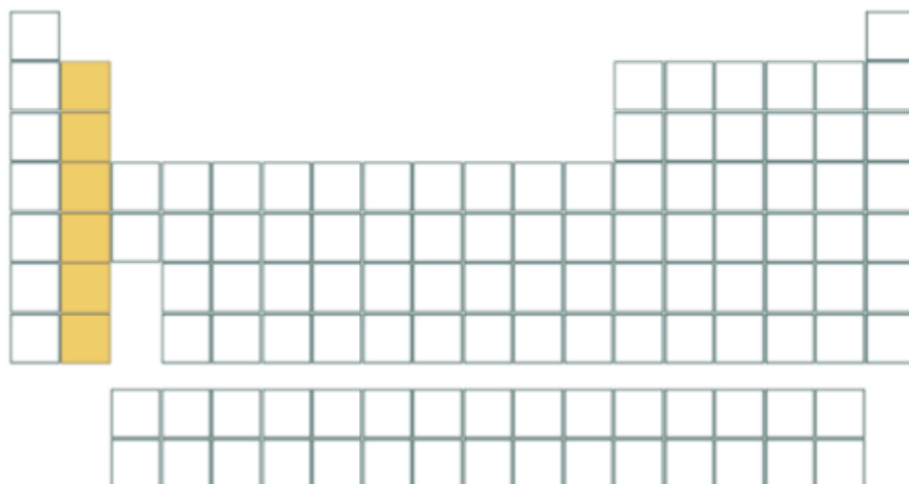
المجموعة 3 والدورة 6 والمجمع s

Group II elements in the periodic table have similar

تمتلك عناصر المجموعة الثانية في الجدول الدوري خصائص كيميائية

chemical properties. **What explains this?**

متشابهة، ما الذي يفسر ذلك؟



Because they have the same atomic numbers

لأن لها نفس الأعداد الذرية

Because they contain the same energy levels

لأنها تحتوي على نفس مستويات الطاقة

Because they have the same number of

لأن لها نفس العدد من إلكترونات التكافؤ

valence electrons

Because they are located in the same block

لأنها توجد في نفس المجمع

1	CHM.5.1.01.009 Predict the periodic properties of elements (e.g: atomic radius, ionization energy, and electronegativity) in the period and group in the periodic table.	Textbook	56 , 57
---	--	----------	---------

7	Predict the periodic properties of elements (e.g: atomic radius, ionization energy, and electronegativity) in the period and group in the periodic table.	Textbook	54 , 55 , 56
---	---	----------	--------------

Regarding the trends of electronegativity in the periodic table of elements, which of the following is

correct?

فيما يتعلق بتدرج السالبية الكهربية في الجدول الدوري للعناصر . أي مما يأتي صحيح؟

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

الجدول الدوري للعناصر																	
1																	18
1 H 1.008	2 He 4.003																
3 Li 6.941	4 Be 9.012																
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95										
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (263)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (289)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)

It decreases as moving from left to right across a period by increasing positive charge in the nucleus

تقل عند الانتقال من اليسار إلى اليمين خلال أي دورة بسبب زيادة الشحنة الموجبة للنواة

It increases as moving from left to right across a period by increasing positive charge in the nucleus

تزداد عند الانتقال من اليسار إلى اليمين خلال أي دورة بسبب زيادة الشحنة الموجبة للنواة

Group **1** elements have the largest electronegativity values

عناصر المجموعة **1** تمتلك أكبر قيم للسالبية الكهربية

Group **17** elements have the lowest electronegativity values

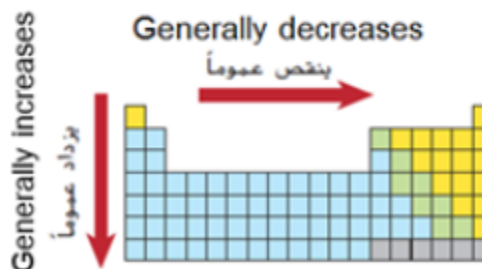
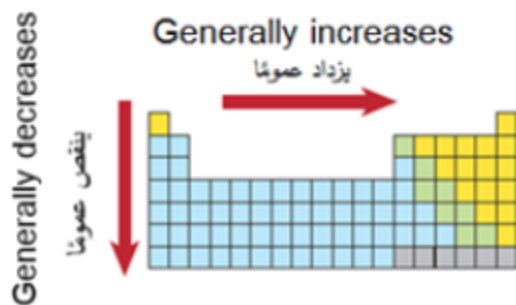
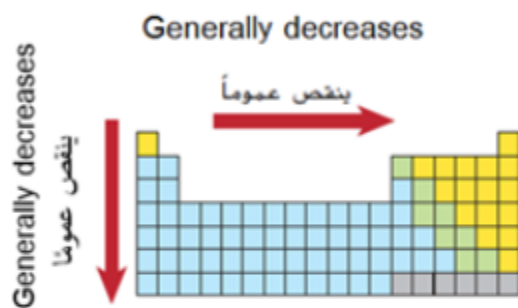
عناصر المجموعة **17** تمتلك أقل قيم للسالبية الكهربية

Which of the following symbols (Letters) refers to the element with the **lowest** electronegativity?

Periodic Table of the Elements																	
1	2											13	14	15	16	17	18
1																	
2	A															C	
3													D				
4																	
5																	
6	B	*															
7		**															

Mr. Osama Almustafa

Which of the following figures shows the trends of the atomic radius through both a period and a group? أي الأشكال التالية يوضح تدرج نصف القطر الذري خلال كل من الدورة والمجموعة؟



Which of the following ions has the largest ionic radius?

أي من الأيونات التالية له نصف القطر الأيوني الأكبر؟

(These ions are for the elements of group 2 in the periodic table)

(هذه الأيونات لعناصر تتبع المجموعة 2 في الجدول الدوري)

Ca ²⁺	Sr ²⁺	Mg ²⁺	Ba ²⁺	الأيون Ions
20	38	12	56	العدد الذري Atomic number

A Ba²⁺

B Mg²⁺

C Sr²⁺

D Ca²⁺

Which of the following ions has the **largest** ionic radius?

A – O²⁻

B – N³⁻

C – Li⁺

D – F⁻

Ion symbol	Li ⁺	N ³⁻	O ²⁻	F ⁻
Element group number	1	15	16	17

Which is the correct ascending order of the atomic radius for the period 4 elements shown in the table below?

ما الترتيب التصاعدي الصحيح حسب نصف القطر الذري لكل من عناصر الدورة الرابعة المبينة في الجدول أدناه؟

Element symbol رمز العنصر	K	Ga	Ge	Ca
Atomic number العدد الذري	19	31	32	20

A. (lowest) Ga → Ge → Ca → K (highest)

A. (الأقل) K ← Ca ← Ge ← Ga (الأكبر)

B. (lowest) Ge → Ga → Ca → K (highest)

B. (الأقل) K ← Ca ← Ga ← Ge (الأكبر)

C. (lowest) K → Ca → Ga → Ge (highest)

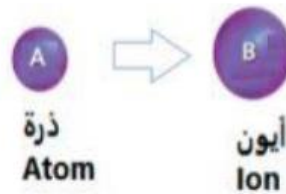
C. (الأقل) Ge ← Ga ← Ca ← K (الأكبر)

D. (lowest) Ca → Ga → Ge → K (highest)

D. (الأقل) K ← Ge ← Ga ← Ca (الأكبر)

Using the figure below, if **A** represents an atom and **B** represents an ion of the same element
Which of the following statements is **TRUE**?

مستخدماً الشكل أدناه، إذا كان **A** يرمز لذرة **B** يرمز لأيون لنفس العنصر
أي العبارات التالية صحيحة؟



A. The ion is positive as the ionic diameter becomes larger when an electron is lost

A. الأيون موجب حيث أصبح القطر الأيوني أكبر عند فقدان الإلكترون

B. The ion is negative as the ionic diameter becomes larger when an electron is gain

B. الأيون سالب حيث أصبح القطر الأيوني أكبر عند اكتساب الإلكترون

C. The ion is negative as the ionic diameter becomes smaller due the decrease in the electrostatic repulsion

C. الأيون سالب حيث أصبح القطر الأيوني أصغر بسبب انخفاض قوى التنافر الإلكترونية

D. The ion is positive as the ionic diameter becomes larger due the increase in the electrostatic repulsion

الأيون موجب حيث أصبح القطر الأيوني أكبر بسبب زيادة قوى التنافر الإلكترونية ستاتيكي

Which of the following is true regarding electronegativity in the periodic table?

أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بالمسالبية الكهربائية في الجدول الدوري؟

PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

1 H Hydrogen																	2 He Helium
3 Li Lithium	4 Be Beryllium											5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium											13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium	
73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon				
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium	

Electronegativity increases as we move down a group

تزداد السالبية الكهربائية عند الانتقال في المجموعة من أعلى إلى أسفل

Fluorine (F) is the least electronegative element

الفلور (F) هو العنصر الأقل سالبية كهربية

Cesium (Cs) is the most electropositive element

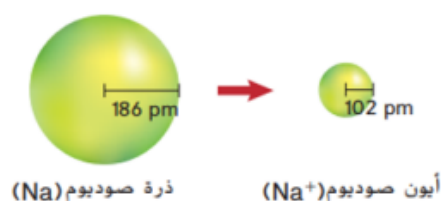
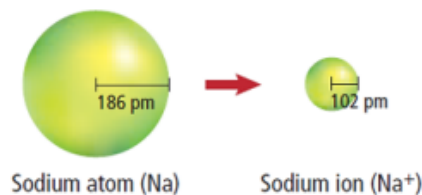
السيزيوم (Cs) هو العنصر الأعلى سالبيه كهربائية

Electronegativity increases as we move from left to right across a period

تزداد السالبية الكهربائية عند الانتقال في أي دورة من اليسار إلى اليمين

Why sodium ion Na^+ is smaller than its atom Na ?

لماذا يكون حجم الأيون Na^+ أصغر من حجم ذرته Na ؟



I	Outer orbital is left completely empty.	ترك مستوى الطاقة الأخير خالياً تماماً	I
II	The effective nuclear charge increases for the remaining electrons	زيادة تأثير شحنة النواة في الإلكترونات المتبقية	II
III	Increase in number of energy levels	زيادة عدد مستويات الطاقة	III

II only

II فقط

I and II

I و II

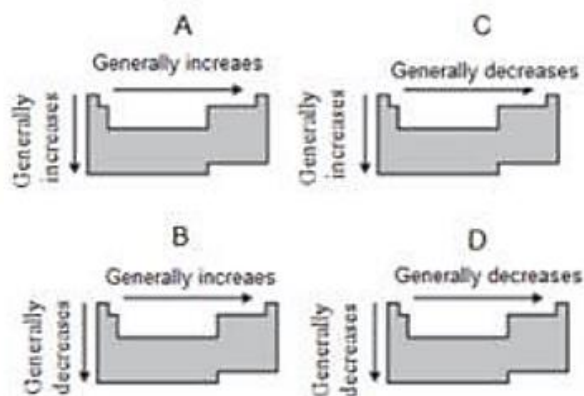
I only

I فقط

II and III

III و II

Which of the following diagrams represents the ionization energy trend of the periodic table elements across periods and groups?



Which of the following is true regarding
1st Ionization energy in the periodic table?

أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق طاقة التأين الأولى
في الجدول الدوري؟

PERIODIC TABLE OF ELEMENTS																		19													
1 H																		2 He													
3 Li	4 Be															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne										
11 Na	12 Mg															13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar										
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr														
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe														
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Alkali metals have the highest ionization energy

الفلزات القلوية لها أعلى طاقة تأين

Ionization energy of noble gases equal zero

طاقة التأين للغازات النبيلة تساوي صفر

Ionization energy increases as we move
from left to right across a period

تزداد طاقة التأين عند الانتقال في الدورة
من اليسار إلى اليمين

Ionization energy increases as we move
down a group

تزداد طاقة التأين عند الانتقال في المجموعة
من أعلى إلى أسفل

Why is the ionic radius of nitrogen greater than
ionic radius of fluorine?

ما سبب زيادة نصف القطر الأيوني للنيتروجين عن
نصف القطر الأيوني للفلور؟

B 20	C 15	N 146	O 140	F 133
3+ •	4+ •	3- ●	2- ●	1- ●

Increasing the electrostatic repulsion between
the atom's outer electrons, and increasing
the distance between the outer electrons

زيادة التنافر الإلكتروستاتيكي بين الإلكترونات الخارجية
للذرة وزيادة المسافة بين الإلكترونات الخارجية

Decreasing the electrostatic repulsion between
the atom's outer electrons, and decreasing
the distance between the outer electrons

تناقص التنافر الإلكتروستاتيكي بين الإلكترونات الخارجية
للذرة وتناقص المسافة بين الإلكترونات الخارجية

Decreasing the number of energy levels
due to the loss of electrons

تناقص عدد مستويات الطاقة نتيجة فقد إلكترونات

Why Cl^- ion is bigger than its atom Cl ?

لماذا يكون حجم الأيون Cl^- أكبر من حجم ذرته Cl ؟



I.	The electrostatic repulsion between the atom's outer electrons increases	زيادة التنافر الإلكتروستاتيكي بين الإلكترونات الخارجية للذرة	.I
II.	The electronic cloud is stretched outward	تمدد السحابة الإلكترونية للخارج	.II
III.	The electrostatic repulsion between the atom's outer electrons decreases	انخفاض التنافر الإلكتروستاتيكي بين الإلكترونات الخارجية للذرة	.III

II only

II فقط

I only

I فقط

I and II

I و II

II and III

II و III

Why the difference between 1st and 2nd Ionization Energy for lithium is the highest in period 2 elements? لماذا يكون الفرق بين طاقة التأين الأولى والثانية لعنصر الليثيوم هو الأعلى بين عناصر الدورة الثانية؟

Element العنصر	1 st Ionization Energy (KJ/mol) طاقة التأين الأولى (KJ/mol)	2 nd Ionization Energy (KJ/mol) طاقة التأين الثانية (KJ/mol)	Difference between 1 st and 2 nd I.E. الفرق بين طاقة التأين الأولى والثانية
Li	520	7300	6780
Be	900	1760	860
B	800	2430	1630
C	1090	2350	1260
N	1400	2860	1460
O	1310	3390	2080
F	1680	3370	1690
Ne	2080	3950	1870

Because the effect of lithium nucleus on electrons is the weakest among period 2 elements

لأن تأثير شحنة نواة الليثيوم على الإلكترونات يكون هو الأضعف بين عناصر الدورة الثانية

Because the energy required for each successive ionization always increases

لأن الطاقة اللازمة لكل عملية تأين تالية تزيد دوماً

Because lithium easily forms the common lithium 2+ ion but is unlikely to form a lithium 1+ ion.

لأن الليثيوم يُشكل أيون الليثيوم 2+ الشائع بسهولة لكن لا يحتمل أن يُشكل أيون الليثيوم 1+.

Because the atom holds onto their inner core electrons much more strongly than they hold onto their valence electrons.

لأن الذرة تتمسك بالإلكترونات الأساسية الداخلية بقوة شديدة تفوق تمسكها بالإلكترونات التكافؤ

Which one of the following elements have the highest electronegativity?

أي من العناصر التالية لها أعلى سالبية كهربائية؟

PERIODIC TABLE OF ELEMENTS																		19	20												
1 H Hydrogen																	2 He Helium														
3 Li Lithium	4 Be Beryllium															5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon										
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium															13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon										
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton														
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon														
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Niobium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lutetium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Berkelium	108 Hs Hassium	109 Mt Mendelevium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Rutherfordium	112 Cn Chlorine	113 Nh Nihonium	114 Fl Flerovium	115 Mc Moscovium	116 Lv Livermorium	117 Ts Tennessine	118 Og Oganesson

S

Si

P

Al

The element zinc (Zn) has an atomic number = 30

and its electron configuration is:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$. Which of the following is the

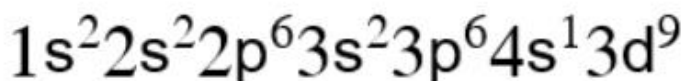
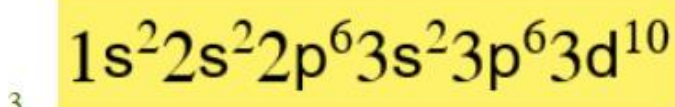
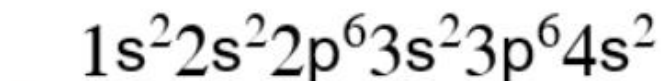
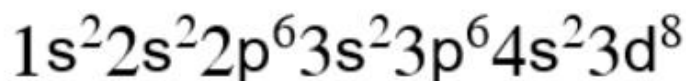
pseudo-noble gas electronic configuration for this

element's ion Zn^{2+} ?

عنصر الخارصين (Zn) عدده الذري يساوي 30 وترتيبه الإلكتروني هو:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$. أي مما يأتي هو الترتيب الإلكتروني

للغاز شبه النبيل لأيون هذا العنصر Zn^{2+} ؟



The electronic configuration of sulfur atom (S) is

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. What is the electron configuration

of the ion formed by this atom?

A	B	C	D
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

How the atoms of group 15 elements become stable?

A – By losing two electrons

B – By gaining two electrons

C – By losing 3 electrons

D – By gaining 3 electrons

Which of the following groups, its elements gain two

أي المجموعات التالية تكتسب عناصرها إلكترونين وتكوّن أيونات

electrons and form ions with charge = -2?

شحنة كل منها تساوي -2 ؟

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

الجدول الدوري للعناصر																		18
1 H 1.008												13	14	15	16	17	2 He 4.003	
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18	
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3	
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (265)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (289)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)	

1. **17**

2. **16**

3. **15**

4. **13**

What is the pseudo-noble gas configuration for Cd atom when it loses $2e^-$?

(Cd: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$)

[Kr] $4d^{10}$

[Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^6$

[Kr] $5s^2 4d^8$

[Ar] $4d^{10}$

أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بالأيون السالب؟

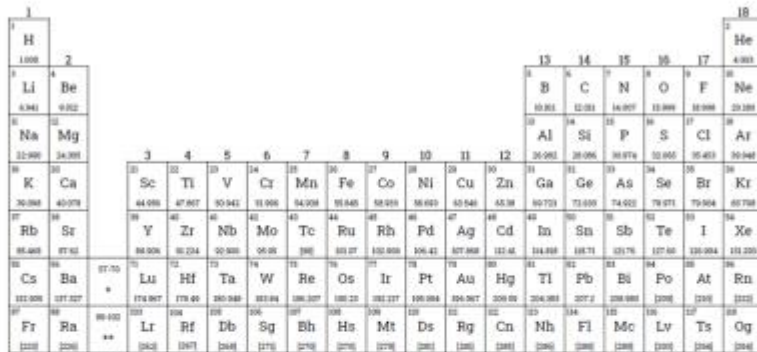
تفقد الذرة المتعادلة إلكترونًا أو أكثر من إلكترونات التكافؤ ويتطلب ذلك طاقة

تكتسب الذرة المتعادلة إلكترونًا أو أكثر من الإلكترونات التكافؤ ويتطلب ذلك طاقة

تفقد الذرة المتعادلة إلكترونًا أو أكثر من إلكترونات التكافؤ وتتحول إلى أيون موجب وتحرر طاقة

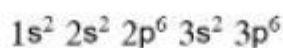
تكتسب الذرة المتعادلة إلكترونًا أو أكثر من إلكترونات التكافؤ وتتحلل طاقة

أي من الأيونات أدناه له الترتيب الإلكتروني التالي؟



Which of the ions below has the following
electron configuration?

أي من الأيونات أدناه له الترتيب
الإلكتروني التالي؟



PERIODIC TABLE OF ELEMENTS																		2
1 H																	2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	



The Group 13 elements of the periodic table tend to lose valence electrons to attain a stable outer electron configuration and form ions.

What is the charge of the formed ions?

+2

0

-3

+3

The atomic number of zinc equals 30, and its electron

العدد الذري للزئبق يساوي 30 وله الترتيب الإلكتروني

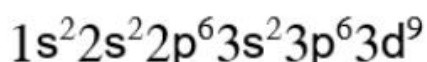
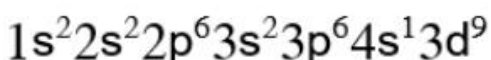
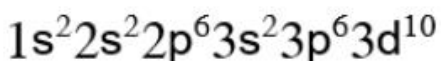
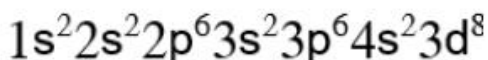
configuration is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

التالي $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

Which of the following is the Pseudo-noble gas

أي مما يأتي هو ترتيب الغاز شبه النبيل لأيون هذا العنصر؟

configurations for this element's ion?



9

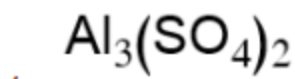
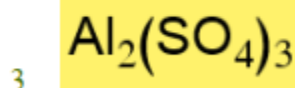
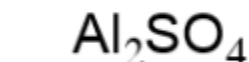
Illustrate how ionic bonds are formed and how ions are arranged in an ionic compound

Textbook

69

What is the correct formula for an ionic compound
formed by the two ions Al^{3+} and SO_4^{2-} ?

ما الصيغة الصحيحة للمركب الأيوني المكون من الأيونين
 Al^{3+} و SO_4^{2-} ؟



Which of the following statements is **correct** according to the reaction below?



A. **Mg** is considered an atom which gained 2 electrons during the reaction

متفاعل

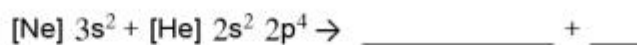
B. **S** is considered an atom which lose 2 electrons during the reaction

C. The formula of the formed compound is **MgS**

D. The overall charge of the formed compound is **-2**

Which of the following cations and anions complete the chemical equation below to form an ionic compound?

الكيميائية أدناه



Cation كاتيون	Anion أنيون
[Ne]	[Ne]

Cation كاتيون	Anion أنيون
[Ne] 3s ¹	[He] 2s ² 2p ⁵

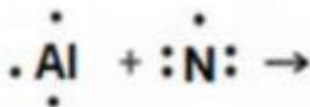
Cation كاتيون	Anion أنيون
[Ne] 3s ² 3p ⁶	[He] 2s ² 2p ⁶

Cation كاتيون	Anion أنيون
[Ar]	[He]

Mr. Osama Almustafa 505712578

What happens when aluminum reacts with nitrogen according to the equation below?

- A – The Aluminum atom gains **5** electrons and forms **Al⁵⁻** ion
- B – The Aluminum atom loses **3** electrons and forms **Al³⁺** ion
- C – The Nitrogen atom gains **5** electrons and forms **N⁵⁻** ion
- D – The Nitrogen atom loses **3** electrons and forms **N³⁺** ion



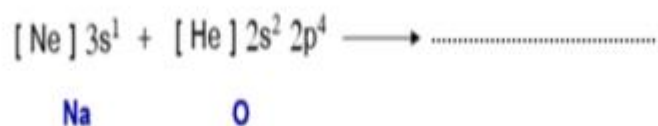
Using the chemical equation by the electron

مُستخدماً المعادلة الكيميائية بطريقة الترتيبات الإلكترونية

configurations (noble-gas notation) for sodium oxide

(ترميز الغاز النبيل) لتفاعل تكون أكسيد الصوديوم

formation reaction



Which of the following chemical equations represents
this reaction in Electron – Dot structure?

أي المعادلات الكيميائية التالية تُمثل هذا التفاعل بطريقة الترميز النقطي؟

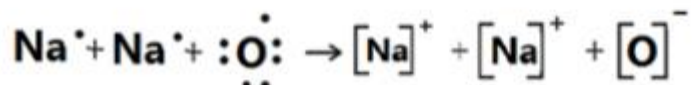
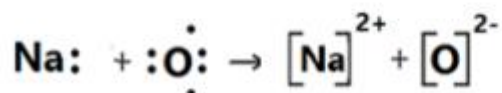
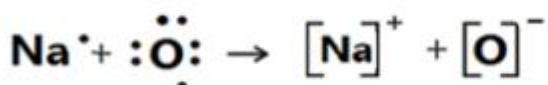
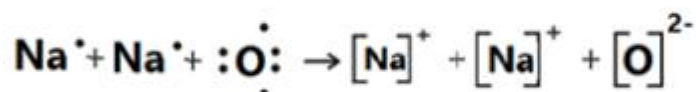


Table 5 Melting and Boiling Points of Some Ionic Compounds

Compound	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)
NaI	660	1304
KBr	734	1435
NaBr	747	1390
CaCl ₂	782	>1600
NaCl	801	1413
MgO	2852	3600



Figure 8 Strong attractive forces hold the ions in place until a force strong enough to overcome the attraction is applied.

Why the lattice energy of MgO is almost four times greater than that of NaF crystal?

لماذا طاقة الشبكة البلورية للمركب MgO أكبر أربع مرات تقريباً من تلك الموجودة في NaF؟

Because the ions size in MgO is bigger

لأن حجم الأيونات في MgO أكبر

Because the charge of the ions in MgO is smaller than the charge of the ions in NaF

لأن شحنة الأيونات في MgO أصغر من شحنة الأيونات في NaF

Because the distance between ions in MgO crystal is bigger than NaF

لأن طول الروابط بين الأيونات في بلورة MgO أكبر من NaF

Because the charge of the ions in MgO is greater than the charge of the ions in NaF

لأن شحنة الأيونات في MgO أكبر من شحنة الأيونات في NaF

Using the table data below:

Which of the following is the correct explanation for the difference in lattice energies?

مُستخدماً بيانات الجدول أدناه:

أي مما يأتي هو التفسير الصحيح لاختلاف طاقات الشبكة؟

المركب Compound	طاقة الشبكة (كيلو جول / مول) Lattice Energy (kJ/mol)
KF	808
NaF	910
MgO	3795

Lattice energy of NaF is greater than lattice energy of KF because the charge of the ions in NaF is greater than the charge of the ions in KF

طاقة الشبكة NaF أكبر من طاقة الشبكة KF لأن شحنة الأيونات في NaF أكبر من شحنة الأيونات في KF

Lattice energy of NaF is greater than lattice energy of KF because Na^+ ion is smaller than K^+ ion

طاقة الشبكة للمركب NaF أكبر من طاقة الشبكة للمركب KF لأن أيون Na^+ أصغر من أيون K^+

Lattice energy of MgO is greater than lattice energy of NaF because Mg^{2+} ion is greater than Na^+

طاقة الشبكة MgO أكبر من طاقة الشبكة NaF لأن أيون Mg^{2+} أكبر من أيون Na^+

Lattice energy of MgO is greater than lattice energy of NaF because the charge of the ions in NaF is greater than the charge of the ions in MgO

طاقة الشبكة للمركب MgO أكبر من طاقة الشبكة للمركب NaF لأن شحنة الأيونات في NaF أكبر من شحنة الأيونات في MgO

How do you compare the lattice energy of the compounds

كيف تُقارن طاقة الشبكة البلورية للمركبين **NaF** ، **MgO** ؟

MgO and **NaF**?

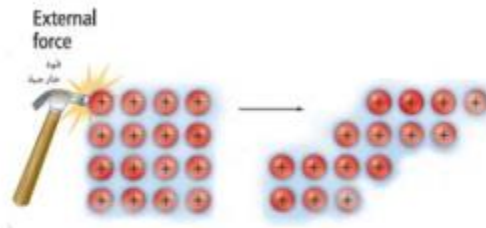
- | | | |
|----|--|--|
| 1. | The lattice energy of MgO is greater than that of NaF | طاقة الشبكة البلورية للمركب MgO أكبر منها للمركب NaF |
| 2. | The lattice energy of MgO is smaller than that of NaF | طاقة الشبكة البلورية للمركب MgO أقل منها للمركب NaF |
| 3. | The lattice energy of MgO is equal to the lattice energy of the compound NaF | طاقة الشبكة البلورية للمركب MgO تُساوي طاقة الشبكة البلورية للمركب NaF |
| 4. | The lattice energy of NaF is four times that of MgO | طاقة الشبكة للمركب NaF أربعة أمثالها في المركب MgO |

Mr. Osama Almustafa

What is the property of metals shown in the figure

ما خاصية الفلزات التي تتضح في الشكل أدناه؟

below?



Thermal and electrical conductivity

توصيل الحرارة والكهرباء

Hardness and strength

الصلابة والقوة

Malleability, ductility, and durability

قابلية الطرق والسحب والمتانة

Melting and boiling points

درجات الغليان و الانصهار

Of the salts below, which would require the most energy to break the ionic bonds?

- A. BaCl_2
- B. LiF
- C. NaBr
- D. KI

ما السبب الرئيس في اختلاف قيم طاقة الشبكة ما بين المركبين الأيونيين بالجدول أدناه؟

طاقة الشبكة (KJ/mol)	المركب
808	KF
774	RbF

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe

- A. شحنات الأيونات

- B. القطر الأيوني

- C. السالبة الكهربائية للأيونات

- D. عدد الأيونات

ففيما يتعلق بخصائص المركبات الأيونية، أي مما يأتي **غير**

صحیح؟

المركب الأيوني في الحالة الصلبة، تكون الأيونات ثابتة في أماكنها بفعل قوى التجاذب الفعالة ولا يُوصل الكهرباء An ionic compound in the solid state, the ions are locked into fixed positions by strong attractive forces, as a result, ionic solids do not conduct electricity	1
المركب الأيوني في الحالة السائلة أو حالة المحلول، تكون الأيونات ثابتة في أماكنها بفعل قوى التجاذب الفعالة ولا يُوصل الكهرباء An ionic compound in the liquid state, or is dissolved in solution, the ions are locked into fixed positions by strong attractive forces and does not conduct electricity	2
المركب الأيوني في الحالة السائلة أو حالة المحلول، تكون الأيونات حرة الحركة ويُوصل التيار الكهربائي An ionic compound in the liquid state, or is dissolved in solution, the ions are free to move and conduct an electric current	3

1 فقط

2 فقط

3.1

3 فقط

The lattice energy of **MgO** is greater than that of **NaF**.

What explains this?

A – The charges of ions which form **MgO** are greater than that of **NaF**

B – The charges of ions which form **NaF** are greater than that of **MgO**

C – The size of the magnesium ion is larger than that of the sodium ion

D – The size of the fluoride ion is larger than that of the oxide ion

طاقة الشبكة في المركب **MgO** أكبر منها في المركب **NaF**. ما الذي يُفسّر ذلك؟

A – شحنات الأيونات المكونة لـ **MgO** أكبر من تلك المكونة لـ **NaF**

B – شحنات الأيونات المكونة لـ **NaF** أكبر من تلك المكونة لـ **MgO**

C – حجم أيون المغنيسيوم أكبر من حجم أيون الصوديوم

D – حجم أيون الفلوريد أكبر من حجم أيون الأكسيد

1A												18											
2A												7A											
3A												6A											
4A												5A											
5A												4A											
6A												3A											
7A												2A											
8A												1A											
9A												8A											
10A												7A											
11A												6A											
12A												5A											
13A												4A											
14A												3A											
15A												2A											
16A												1A											
17A												0A											
18A												0A											
19A												0A											
20A												0A											
21A												0A											
22A												0A											
23A												0A											
24A												0A											
25A												0A											
26A												0A											
27A												0A											
28A												0A											
29A												0A											
30A												0A											
31A												0A											
32A												0A											
33A												0A											
34A												0A											
35A												0A											
36A												0A											
37A												0A											
38A												0A											
39A												0A											
40A												0A											
41A												0A											
42A												0A											
43A												0A											
44A												0A											
45A												0A											
46A												0A											
47A												0A											
48A												0A											
49A												0A											
50A												0A											
51A												0A											
52A												0A											
53A												0A											
54A												0A											
55A												0A											
56A												0A											
57A												0A											
58A												0A											
59A												0A											
60A												0A											
61A												0A											
62A												0A											
63A												0A											
64A												0A											
65A												0A											
66A												0A											
67A												0A											
68A												0A											
69A												0A											
70A												0A											
71A												0A											
72A												0A											
73A												0A											
74A												0A											
75A												0A											
76A												0A											
77A												0A											
78A												0A											
79A												0A											
80A												0A											
81A												0A											
82A												0A											
83A												0A											
84A												0A											
85A												0A											
86A												0A											
87A												0A											
88A												0A											
89A												0A											
90A												0A											
91A												0A											
92A												0A											
93A												0A											
94A												0A											
95A												0A											
96A												0A											
97A												0A											
98A												0A											
99A												0A											
100A												0A											
101A												0A											
102A												0A											
103A												0A											
104A												0A											
105A												0A											
106A												0A											
107A												0A											
108A												0A											
109A												0A											
110A												0A											
111A												0A											
112A												0A											
113A												0A											
114A												0A											
115A												0A											
116A												0A											
117A												0A											
118A												0A											
119A												0A											
120A												0A											
121A												0A											
122A												0A											
123A												0A											
124A												0A											
125A												0A											
126A												0A											
127A												0A											
128A												0A											
129A												0A											
130A												0A											
131A												0A											
132A												0A											
133A												0A											
134A												0A											
135A												0A											
136A												0A											
137A												0A											
138A												0A											
139A												0A											
140A												0A											
141A												0A											
142A												0A											
143A												0A											
144A												0A											
145A												0A											
146A												0A											
147A												0A											
148A												0A											
149A												0A											
150A												0A											
151A												0A											
152A												0A											
153A												0A											
154A												0A											
155A												0A											
156A												0A											
157A												0A											
158A												0A											
159A												0A											
160A												0A											
161A												0A											
162A												0A											
163A												0A											
164A												0A											
165A												0A											
166A												0A											
167A												0A											
168A												0A											
169A												0A											
170A												0A											
171A												0A											
172A												0A											
173A												0A											
174A												0A											
175A												0A											
176A												0A											
177A												0A											
178A												0A											
179A												0A											
180A												0A											
181A												0A											
182A												0A											
183A												0A											
184A												0A											
185A												0A											
186A												0A											
187A												0A											
188A												0A											
189A												0A											
190A												0A											
191A												0A											
192A												0A											
193A												0A											
194A												0A											
195A												0A											
196A												0A											
197A												0A											
198A												0A											
199A												0A											
200A												0A											
201A												0A											
202A												0A											
203A												0A											
204A												0A											
205A												0A											
206A												0A											
207A												0A											
208A												0A											
209A												0A											
210A												0A											
211A												0A											
212A												0A											
213A												0A											
214A												0A											
215A												0A											
216A												0A											
217A												0A											
218A												0A											
219A												0A											
220A												0A											
221A												0A											
222A												0A											
223A												0A											
224A												0A											
225A												0A											
226A												0A											
227A												0A											
228A												0A											
229A												0A											
230A												0A											
231A												0A											
232A												0A											
233A												0A											
234A												0A											
235A												0A											
236A												0A											
237A												0A											
238A												0A											
239A												0A											
240A												0A											
241A												0A											
242A												0A											
243A												0A											
244A												0A											
245A												0A											
246A												0A											
247A												0A											
248A												0A											
249A												0A											
250A												0A											
251A												0A											
252A												0A											
253A												0A											
254A												0A											
255A												0A											
256A												0A											
257A												0A											
258A												0A											
259A												0A											
260A												0A											
261A												0A											
262A												0A											
263A												0A											
264A												0A											
265A												0A											
266A												0A											
267A												0A											
268A												0A											
269A												0A											
270A												0A											
271A												0A											
272A												0A											
273A												0A											
274A												0A											
275A												0A											
276A												0A											
277A												0A											
278A												0A											
279A												0A											
280A												0A											
281A												0A											
282A												0A											
283A												0A											
284A												0A											
285A												0A											
286A												0A											
287A												0A											
288A												0A											
289A												0A											
290A												0A											
291A												0A											
292A												0A											
293A												0A											
294A												0A											
295A												0A											
296A												0A											
297A												0A											
298A												0A											
299A												0A											
300A												0A											
301A												0A											
302A												0A											
303A												0A											
304A												0A											
305A												0A											
306A												0A											
307A												0A											
308A												0A											
309A												0A											
310A												0A											
311A												0A											
312A												0A											
313A												0A											
314A												0A											
315A												0A											
316A												0A											
317A												0A											
318A												0A											
319A												0A											
320A												0A											
321A												0A											
322A												0A											
323A												0A											
324A												0A											
325A												0A											
326A												0A											
327A												0A											
328A												0A											
329A												0A											
330A												0A											
331A												0A											
332A												0A											
333A												0A											
334A												0A											
335A												0A											
336A												0A											
337A												0A											
338A												0A											
339A												0A											
340A												0A											
341A												0A											
342A												0A											
343A												0A											
344A												0A											
345A												0A											
346A												0A											
347A												0A											
348A												0A											
349A												0A											
350A												0A											
351A												0A											
352A												0A											
353A												0A											
354A												0A											
355A												0A											
356A												0A											
357A												0A											
358A												0A											
359A												0A											
360A												0A											
361A												0A											
362A												0A											
363A												0A											
364A												0A											
365A												0A											
366A												0A											
367A												0A											
368A												0A											
369A												0A											
370A												0A											
371A												0A											
372A												0A											
373A												0A											
374A												0A											
375A												0A											
376A												0A											
377A												0A											
378A												0A											
379A												0A											
380A												0A											
381A												0A											
382A												0A											
383A												0A											
384A												0A											
385A												0A											
386A												0A											
387A												0A											
388A												0A											
389A												0A											
390A												0A											
391A												0A											
392A												0A											
393A												0A											
394A												0A											
395A												0A											
396A												0A											
397A												0A											
398A												0A											
399A												0A											
400A												0A											
401A												0A											
402A												0A											
403A												0A											
404A												0A											
405A												0A											
406A												0A											
407A												0A											
408A												0A											
409A												0A											
410A												0A											
411A												0A											
412A												0A											
413A												0A											
414A												0A											
415A												0A											
416A												0A											
417A												0A											
418A												0A											
419A												0A											
420A												0A											
421A												0A											
422A												0A											
423A												0A											
424A												0A											
425A												0A											
426A												0A											
427A												0A											
428A												0A											
429A												0A											
430A												0A											
431A												0A											
432A												0A											
433A												0A											
434A												0A											
435A												0A											
436A												0A											
437A												0A											
438A												0A											
439A												0A											
440A												0A											
441A												0A											
442A												0A											
443A												0A											
444A												0A											
445A												0A											
446A												0A											

11

Write chemical formulas for binary and polyatomic compounds or use simulation software to show it, including those that have more than one oxidation number, naming it by using nomenclature system of International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)

Textbook + tables 8, 9 +
example problems 1, 2
, 3 + Practice problems

75, 76, 77, 78
, 79, 80, 81

Oxidation numbers

The oxidation number of a monatomic ion, also called its oxidation state, is equal to the net charge of the ion. As shown in **Table 8**, most transition metals and group 13 and 14 metals have more than one possible ionic charge. Note that the ionic charges given in the table are the most common ones, but not the only ones possible.

The oxidation number of an element in an ionic compound equals the number of electrons transferred from the atom to form the ion. For example, a sodium atom transfers one electron to a chlorine atom to form sodium chloride. This results in Na^+ and Cl^- . Thus, the oxidation number of sodium in the compound is $1+$ because one electron was transferred from the sodium atom. Because an electron is transferred to the chlorine atom, its oxidation number is $1-$.

Table 8 Monatomic Metal Ions

Group	Common Ions
3	Sc^{3+} , Y^{3+} , La^{3+}
4	Ti^{2+} , Ti^{3+}
5	V^{2+} , V^{3+}
6	Cr^{2+} , Cr^{3+}
7	Mn^{2+} , Mn^{3+} , Tc^{2+}
8	Fe^{2+} , Fe^{3+}
9	Co^{2+} , Co^{3+}
10	Ni^{2+} , Pd^{2+} , Pt^{2+} , Pt^{4+}
11	Cu^+ , Cu^{2+} , Ag^+ , Au^+ , Au^{3+}
12	Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg_2^{2+} , Hg^{2+}
13	Al^{3+} , Ga^{2+} , Ga^{3+} , In^+ , In^{2+} , In^{3+} , Tl^+ , Tl^{3+}
14	Sn^{2+} , Sn^{4+} , Pb^{2+} , Pb^{4+}

Table 9 Common Polyatomic Ions

Ion	Name	Ion	Name
NH_4^+	ammonium	IO_4^-	periodate
NO_2^-	nitrite	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	acetate
NO_3^-	nitrate	H_2PO_4^-	dihydrogen phosphate
OH^-	hydroxide	CO_3^{2-}	carbonate
CN^-	cyanide	SO_3^{2-}	sulfite
MnO_4^-	permanganate	SO_4^{2-}	sulfate
HCO_3^-	hydrogen carbonate	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	thiosulfate
ClO^-	hypochlorite	O_2^{2-}	peroxide
ClO_2^-	chlorite	CrO_4^{2-}	chromate
ClO_3^-	chlorate	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromate
ClO_4^-	perchlorate	HPO_4^{2-}	hydrogen phosphate
BrO_3^-	bromate	PO_4^{3-}	phosphate
IO_3^-	iodate	AsO_4^{3-}	arsenate

EXAMPLE Problem 1

FORMULA FOR AN IONIC COMPOUND Determine the formula for the ionic compound formed from potassium and oxygen.

EXAMPLE Problem 2

FORMULA FOR AN IONIC COMPOUND Determine the formula for the compound formed from aluminum ions and sulfide ions.

EXAMPLE Problem 3

FORMULA FOR A POLYATOMIC IONIC COMPOUND A compound formed by calcium ions and phosphate ions is often used in fertilizers. Write the compound's formula.

PRACTICE Problems

ADDITIONAL PRACTICE

Write formulas for the ionic compounds formed by the following ions.

Use units as a guide to your solutions.

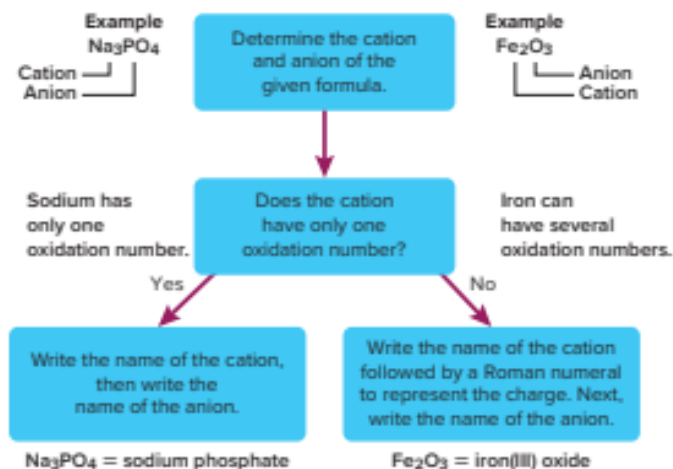
19. potassium and iodide
20. magnesium and chloride
21. aluminum and bromide
22. cesium and nitride
23. **CHALLENGE** Write the general formula for the ionic compound formed by elements from the two groups shown on the periodic table at the right.



 ADDITIONAL PRACTICE

Use units as a guide to your solutions.

24. sodium and nitrate
25. calcium and chlorate
26. aluminum and carbonate
27. **CHALLENGE** Write the formula for an ionic compound formed by ions from a group 2 element and polyatomic ions composed of only carbon and oxygen.

 **ADDITIONAL PRACTICE**

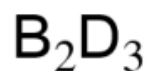
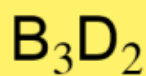
28. NaBr 32. Ag_2CrO_4
29. CaCl_2 33. **CHALLENGE** The ionic compound NH_4ClO_4 is a key reactant used in solid rocket boosters, such as those that powered the Space Shuttle into orbit. Name this compound.
30. KOH
31. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

ما الصيغة العامة للمركب الأيوني الذي يتكون من العنصرين

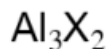
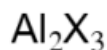
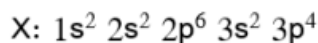
B و D في الجدول أدناه؟

The diagram shows a simplified periodic table with the following structure and labels:

- Top Row:** A single yellow cell on the far left and a single yellow cell on the far right.
- Second Row:** Two light blue cells on the left, followed by a gap, then a light green cell, a yellow cell, a yellow cell labeled 'D', and two more yellow cells on the right.
- Third Row:** Two light blue cells on the left, followed by a gap, then a light green cell labeled 'A', a light green cell, a yellow cell, a yellow cell, a yellow cell, and a yellow cell labeled 'F' on the far right.
- Fourth Row:** A continuous row of 18 light blue cells, followed by a gap, then a light green cell, a light green cell, a yellow cell labeled 'G', and two more yellow cells on the right.
- Fifth Row:** A light blue cell labeled 'C', followed by 17 light blue cells, a gap, a light green cell, a light green cell, a yellow cell labeled 'E', and a yellow cell on the far right.
- Sixth Row:** A light blue cell labeled 'B', followed by 17 light blue cells, a gap, a light green cell, a light green cell, a yellow cell, and a yellow cell on the far right.
- Seventh Row:** A continuous row of 18 light blue cells, followed by a gap, then a light green cell, a light green cell, a yellow cell, and a yellow cell on the far right.



What is the chemical formula for the compound formed from the element X with Aluminum (atomic number Al = 13)?
ما الصيغة الكيميائية للمركب الناتج من اتحاد العنصر X مع الألمنيوم (العدد الذري Al = 13)؟



What is the correct name for the compound with the following chemical formula?
ما الاسم الصحيح للمركب ذو الصيغة الكيميائية التالية؟



Iron (III) sulfite

كبريتيت الحديد (III)

Iron (II) sulfite

كبريتيت الحديد (II)

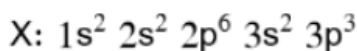
Iron (III) sulfate

كبريتات الحديد (III)

Iron (II) sulfate

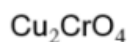
كبريتات الحديد (II)

What is the chemical formula for the compound formed from the element X with Magnesium (atomic number Mg = 12)?
ما الصيغة الكيميائية للمركب الناتج من اتحاد العنصر X مع المغنيسيوم (العدد الذري Mg = 12)؟



What is the correct name for the compound with the following chemical formula?

ما الاسم الصحيح للمركب ذو الصيغة الكيميائية التالية؟



Copper (II) carbonate	كربونات النحاس (II)	☐
Copper (I) carbonate	كربونات النحاس (I)	☐
Copper (I) chromate	كرومات النحاس (I)	☐
Copper (II) chromate	كرومات النحاس (II)	☐

What is the correct name for the ionic compound Cu_2O ?

ما الاسم الصحيح للمركب الأيوني Cu_2O ؟

Copper (II) oxide	أكسيد النحاس (II)
Copper (I) oxide	أكسيد النحاس (I)
Cobalt (II) oxide	أكسيد الكوبلت (II)
Cobalt (I) oxide	أكسيد الكوبلت (I)

Mr. Osama Almustafa

What is the scientific name for the chemical formula below?	
	NH_4ClO_4
A. Ammonia chlorate	
B. Ammonium hypochlorite	
C. Ammonia chlorite	
D. Ammonium perchlorate	

What is the chemical formula of the ionic compound formed from calcium (Ca) and oxygen (O)?

Calcium belongs to group 2 and oxygen belongs to group 16 of the periodic table



What is the chemical formula for a compound formed from calcium ions (Ca^{2+}) and chloride ions (Cl^-)?

- A** CaCl
- B** Ca_2Cl
- C** CaCl_2
- D** Ca_2Cl_2

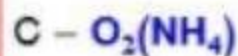
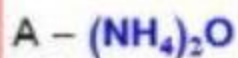
Mr. Osama Almustafa

Which is the correct formula for the compound chromium (III) sulfate?

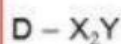
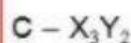
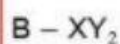
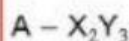
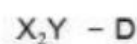
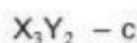
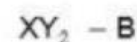
- A.** Cr_3SO_4
- B.** $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
- C.** $\text{Cr}_3(\text{SO}_4)_2$
- D.** $\text{Cr}(\text{SO}_4)_3$

Mr. Osama Almustafa

What is the chemical formula of the ionic compound formed from ammonium ion (NH_4^+) and oxide ion (O^{2-})?



The element **X** exists in group **1** of the periodic table, while the element **Y** exists in group **16**. What is the general formula for the ionic compound formed by these two elements?

يقع العنصر **X** في المجموعة **1** من الجدول الدوري، بينما يقع العنصر الافتراضي **Y** في المجموعة **16**. ما الصيغة العامة الصحيحة للمركب الأيوني الذي يتكوّن من هذين العنصرين؟

What are the numbers of the two ions that form sodium nitrate?

A – 1 and 2

B – 1 and 3

C – 2 and 4

D – 3 and 4

Ni^{2+}	NO_3^-	NO_2^-	Na^+	صيغة الأيون Ion Formula
4	3	2	1	رقم الأيون Ion Number

ما رقم الأيونين اللذين يكوّنان نترات الصوديوم؟

2 و 1 – A

3 و 1 – B

4 و 2 – C

4 و 3 – D

Which of the following is/ are **Wrong**

اسم المركب Name of the compound	المركب Compound	الرقم Number
بروميد الألومنيوم (III) Aluminum (III) bromide	AlBr_3	1
نيتريت الصوديوم Sodium nitrite	NaNO_2	2
كلورات النحاس (I) Copper(I)chlorate	$\text{Cu}(\text{ClO}_3)_2$	3
بيركلورات الأمونيوم Ammonium perchlorate	NH_4ClO_4	4

1 only

2 only

1 and 3

2 and 3

12	Explain the structure and properties of metallic compounds based on their bonds types, strength and organization	Textbook + figures 10 , 11 + table 12	82 ,83 , 84
----	--	---------------------------------------	-------------

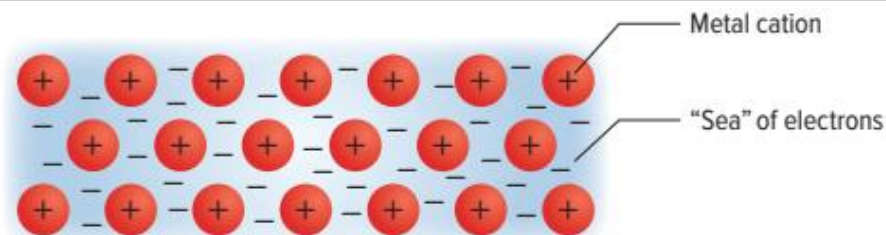


Figure 10 The valence electrons in metals (shown as a **blue cloud** of minus signs) are evenly distributed among the metallic cations (**shown in red**). Attractions between positive cations and the negative “sea” hold the metal atoms together in a lattice.

Explain Why are electrons in metals known as delocalized electrons?

Table 12 Melting and Boiling Points

Element	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)
Lithium	180	1342
Tin	232	2602
Aluminum	660	2519
Barium	727	1897
Silver	962	2162
Copper	1085	2562

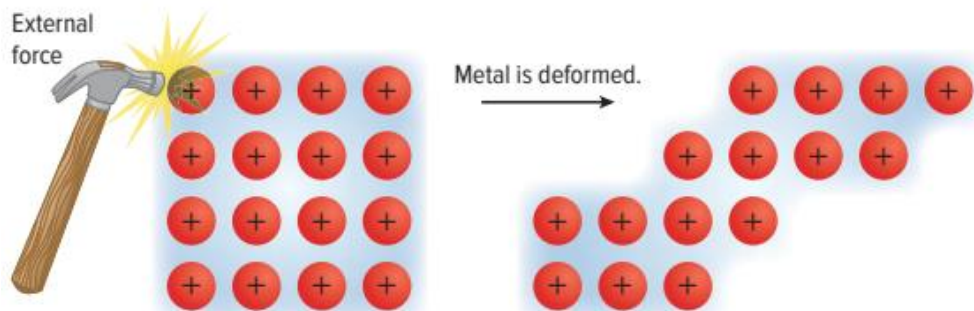
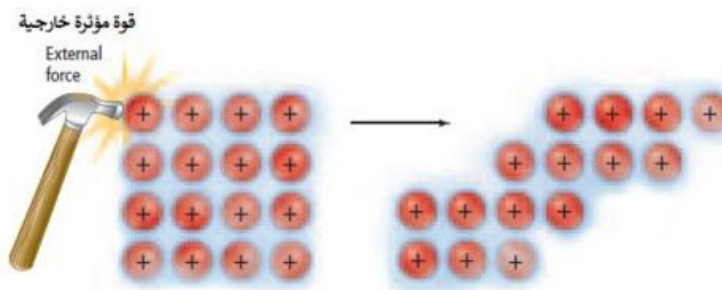


Figure 11 An applied force causes metal ions to move through delocalized electrons, making metals malleable and ductile.

Describe in your own words what happens to metal ions when a metal is struck with a hammer.

What explain malleability of metals?

ما الذي يُفسر قابلية الفلزات للطرق؟



The movement of the free (delocalized) electrons more easily

حركة الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) بسهولة كبيرة

The reaction of free (delocalized) electrons with light

تفاعل الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) مع الضوء

The movement of metallic cations through free (delocalized) electrons

حركة أيونات الفلزات عبر الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة)

The movement of fixed electrons around the metallic cation

حركة الإلكترونات المقيدة حول الكانيون الفلزي

What explain the luster of metals?

ما الذي يُفسر لمعان الفلزات؟



The movement of the free (delocalized) electrons more easily

حركة الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) بسهولة كبيرة

The reaction of free (delocalized) electrons with light

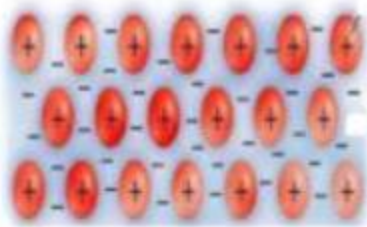
تفاعل الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) مع الضوء

The movement of metallic cations through free (delocalized) electrons

حركة أيونات الفلزات عبر الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة)

The movement of electrons is fixed around the metallic cation

حركة الإلكترونات مُقيدة حول الكانيون الفلزي

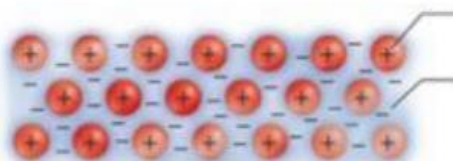
Which is the best description of the valence electrons in the metallic bond?	
	
A. Have a fixed position in the lattice	
B. It is a sea of free-moving electrons	
C. The electron density is concentrated around specific atoms	
D. The positive charges repulse with negative charges in it	

What is the correct statement about the bonding model shown in the figure below?

- A – The valence electrons move freely between the metallic nuclei
- B – Form a brittle material
- C – The Cations convey electricity along the metal
- D – The metallic atoms form a "sea" of negatively charged ions

ما العبارة الصحيحة بالنسبة لنموذج الترابط الموضح في الشكل أدناه؟

- A – تتحرك إلكترونات التكافؤ بحرية بين النوى الفلزية
- B – ينتج عنه مادة هشة
- C – تنقل الكاتيونات الكهرباء على امتداد الفلز
- D – تكوّن الذرات الفلزية "بحر" من الأيونات المشحونة بشحنات سالبة



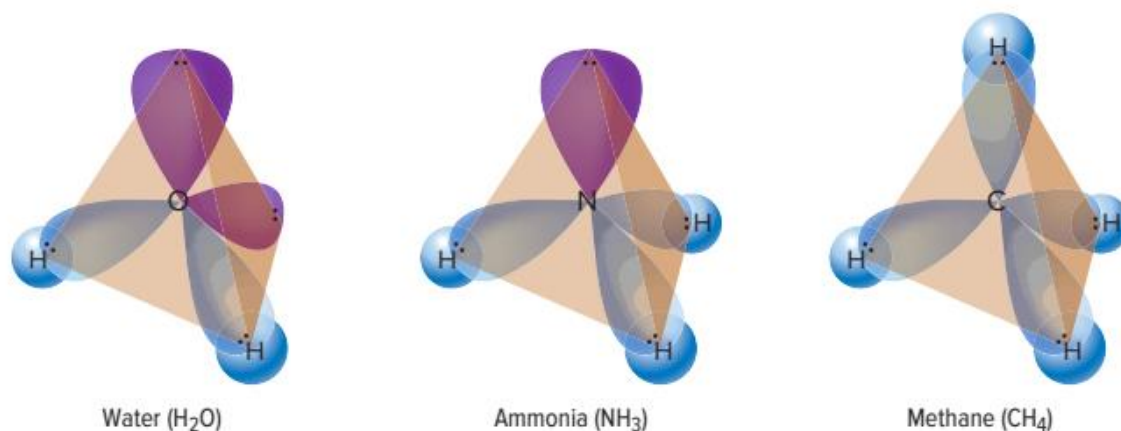


Figure 7 Sigma bonds formed in each of these molecules when the atomic orbital of each hydrogen atom overlapped end-to-end with the orbital of the central atom.

Interpret Identify the number of sigma bonds in each molecule.

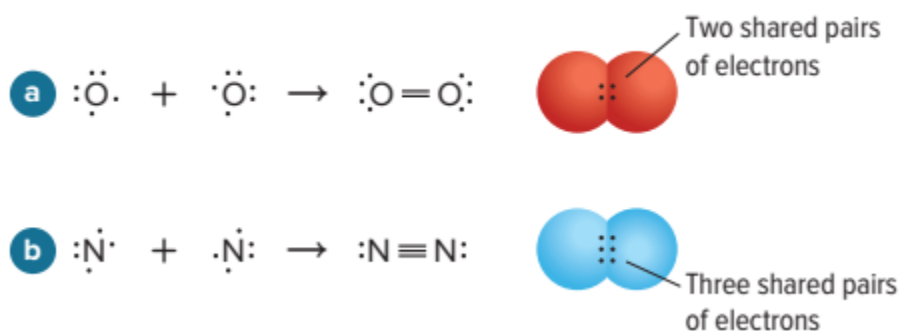


Figure 8 Multiple covalent bonds form when two atoms share more than one pair of electrons.

a. Two oxygen atoms form a double bond.

b. A triple bond forms between two nitrogen atoms.

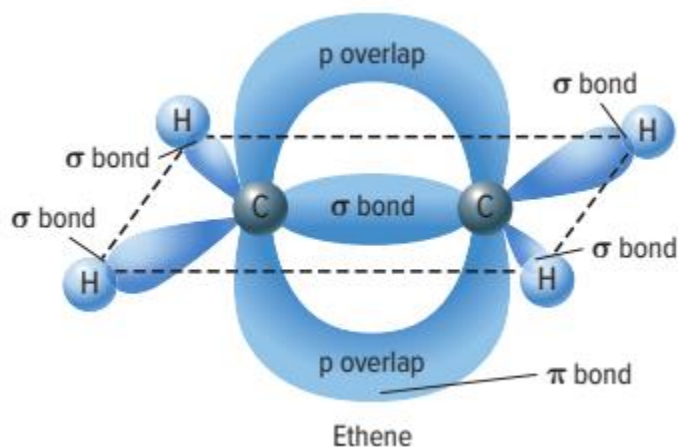
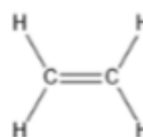
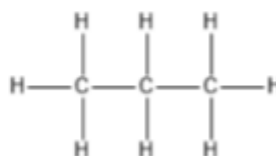
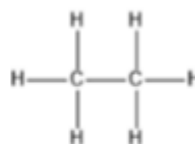


Figure 9 Notice how the multiple bond between the two carbon atoms in ethene (C_2H_4) consists of a sigma bond and a pi bond. The sigma bond is formed by the end-to-end overlap of orbitals directly between the two carbon atoms. The carbon atoms are close enough that the side-by-side p orbitals overlap and form the pi bond. This results in a doughnut-shaped cloud around the sigma bond.

Which of the following structural formula contains one sigma (σ) and one pi (π) bond between the two carbon atoms?



فيما يتعلق بالروابط سيجما (σ) وبياي (π). أي مما يأتي **صحيح**؟
Regarding sigma (σ) and pi (π) bonds. Which of the following is **correct**?

The sigma bond is formed by the end-to-end overlap of orbitals directly

تتكون الرابطة سيجما عن طريق تداخل الأفلاك الرأسى الرأسى مباشرة

The pi bond is formed by the end-to-end overlap of orbitals directly

تتكون الرابطة باي عن طريق تداخل الأفلاك الرأسى الرأسى مباشرة

A sigma bond is formed by the overlap of adjacent orbitals

تتكون الرابطة سيجما عن طريق تداخل الأفلاك المتجاورة

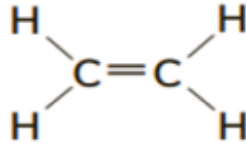
The pi bond is formed in the molecules that contain only single bonds

تُوجد الرابطة باي في الجزيئات التي تحتوي على روابط أحادية فقط

Regarding the covalent bonds in the figure below,

فيما يتعلق بالروابط التساهمية في الشكل أدناه، أي مما يأتي **صحيح**؟

which of the following is **correct**?



1. It contains one sigma bond and five pi bonds يحتوي على رابطة واحدة سيجما و خمس روابط باي
2. It contains one pi bond and five sigma bonds يحتوي على رابطة واحدة باي و خمس روابط سيجما
3. It contains two pi bonds and four sigma bonds يحتوي على رابطتين باي و أربع روابط سيجما
4. It contains two sigma bonds and four pi bonds يحتوي على رابطتين سيجما و أربع روابط باي

Which is the **correct ascending order** of the molecules shown in the table below according to **the strength of the covalent bond**?

طول الرابطة (m) Bond length (m)	الجزء Molecule
1.43×10^{-10}	F ₂
1.21×10^{-10}	O ₂
1.10×10^{-10}	N ₂

A. **(weakest)** F₂ → O₂ → N₂ **(Strongest)**

B. **(weakest)** O₂ → F₂ → N₂ **(Strongest)**

C. **(weakest)** N₂ → O₂ → F₂ **(Strongest)**

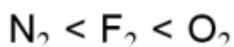
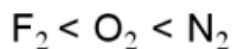
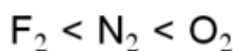
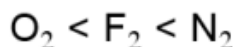
D. **(weakest)** O₂ → N₂ → F₂ **(Strongest)**

What is the correct order for the following molecules according to the bond strength from the weakest to the strongest?

ما الترتيب الصحيح للجزيئات التالية حسب قوة الرابطة

من الأضعف إلى الأقوى؟

الجزيئات molecule	طول الرابطة bond length
F ₂	1.43×10^{-10} m
N ₂	1.10×10^{-10} m
O ₂	1.21×10^{-10} m



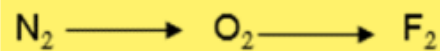
What is the correct ascending order of the length of the covalent bond (from the shortest to the tallest) for the molecules shown in the table below?

ما الترتيب التصاعدي الصحيح لطول الرابطة التساهمية (من الأقصر

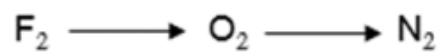
إلى الأطول) للجزيئات الواردة في الجدول أدناه؟

طاقة تفكك الرابطة Bond-Dissociation Energy	نوع الرابطة (Bond Type)	الجزيء (Molecule)
945 kJ/mol	تساهمية ثلاثية triple covalent	N ₂
159 kJ/mol	تساهمية أحادية single covalent	F ₂
498 kJ/mol	تساهمية ثنائية double covalent	O ₂

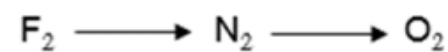
1.



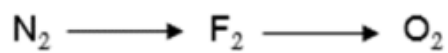
2.



3.



4.



What is the correct name for the compound N_2F_4 ?

ما الاسم الصحيح للمركب N_2F_4 ؟

Tetranitride difluoro

رابع نيتريد ثنائي الفلور

Tetraphosphide dinitrogen

رابع فوسفيد ثنائي النيتروجين

Dinitrogen tetrafluoride

رابع فلوريد ثنائي النيتروجين

Tetranitride diphosphorous

رابع نيتريد ثنائي الفوسفور

Which is the **wrong** name of the molecular compound shown in the table below?

ما الاسم **غير الصحيح** للجزئيات الموضحة في الجدول أدناه ؟

	formula الصيغة	Scientific name	الاسم العلمي
A.	P_2S_5	Diphosphorus pentasulfide	خامس كبريتيد ثنائي الفسفور
B.	HI	Iodic acid	حمض اليوديك
C.	N_2O_5	Dinitrogen pentaoxide	خامس أكسيد ثنائي النيتروجين
D.	H_2SO_4	Sulfuric acid	حمض الكبريتيك

14 – What is the correct name of the compound P_2O_5 ?

☐ Diphosphorous pentoxide

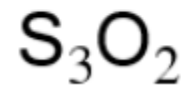
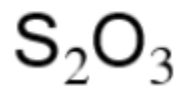
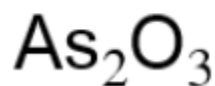
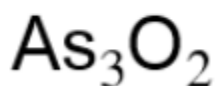
☐ Pentaphosphorous dioxide

☐ Oxide pentaphosphorous

☐ Phosphorous dioxide

Which of the following is the chemical formula for diarsenic trioxide?

أي مما يأتي هي الصيغة الكيميائية للمركب ثالث أكسيد الزرنيخ الثنائي؟



What is the name of the molecular compound S_2F_{10} ?

A –Decasulfur Difluoride

B –Disulfur Decafluoride

C – Difluoride decaselenium

D – Difluoride diselenium

13. Which is the correct name for the compound N_2O_4 ?

A. tetranitrogen dioxide

B. dinitrogen tetroxide

C. dinitrogen oxide (IV)

D. nitrogen oxide

What is the correct chemical formula for **nitric acid**?



What is the correct chemical formula for **chloric acid**?



What is the correct name for an acid with the formula HClO_3 ?

ما الاسم الصحيح للحمض ذي الصيغة HClO_3 ؟

- | | | |
|----|----------------|---------------|
| 1. | Sulfurous acid | حمض الكبريتوز |
| 2. | Chloric acid | حمض الكلوريك |
| 3. | Chlorous acid | حمض الكلوروز |
| 4. | Sulfuric acid | حمض الكبريتيك |

APPLICATIONS

Name the following acids. Assume each compound is dissolved in water.

19. HI 20. HClO_3 21. HClO_2 22. H_2SO_4 23. H_2S

24. **Challenge** What is the formula for periodic acid?

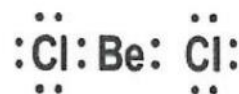
Which of the following compounds is considered as an exception to the Octet Rule due to the odd number of valence electrons?

أي المركبات التالية يُعتبر استثناءً من قاعدة الثمانية بسبب العدد الفردي من إلكترونات التكافؤ؟

F	H	B	Xe	P	O	Cl	Element العنصر
7	1	3	8	5	6	7	عدد إلكترونات التكافؤ Number of valence electrons



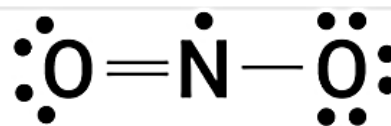
10. Which exception to the octet rule is shown by this molecule?



- a. uneven number of valence electrons b. Suboctet
c. expanded octet d. coordinate covalent bond

Select the best answer.

In what way does the molecule shown below not follow the octet rule?


☐

The central atom has an odd number of valence electrons.

☐

A terminal atom has an expanded octet.

☐

The central atom forms a coordinate covalent bond.

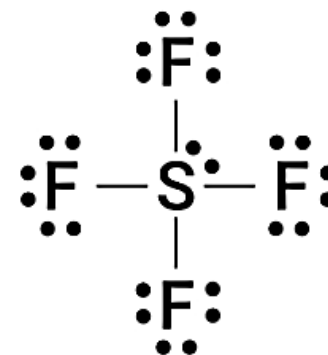
☐

A terminal atom has an odd number of valence electrons.

Select the best answers.

Which of the statements about the sulfur tetrafluoride (SF_4) molecule are correct?

Select 2 choice(s)



☐ The central atom has 10 valence electrons.

☐ The central atom has two valence electrons.

☐ The molecule is an example of suboctets.

☐ The central atom has eight valence electrons.

☐ The molecule is an example of expanded octets.

☐ Sulfur (S) forms a coordinate covalent bond with a fluorine (F) atom.

18 Draw Lewis structures for a number of molecules and ions

Textbook + Problem
solving strategy +
example problem 3,4
, 5 + Practice
problems

107, 108,
109, 110

Mr. Osama Almustafa

When drawing the Lewis structure for the covalent compound BH_3 . How many pairs of electrons are available for bonding?

(Atomic numbers, $\text{H} = 1$, $\text{B} = 5$)

عند رسم بنية لويس للمركب التساهمي BH_3 . كم عدد أزواج الإلكترونات المتوفرة للترابط؟

(الأعداد الذرية هي $\text{B} = 5$, $\text{H} = 1$)

1. 8

2. 6

3. 3

4. 2

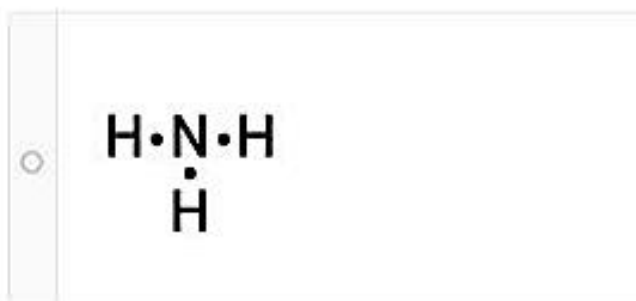
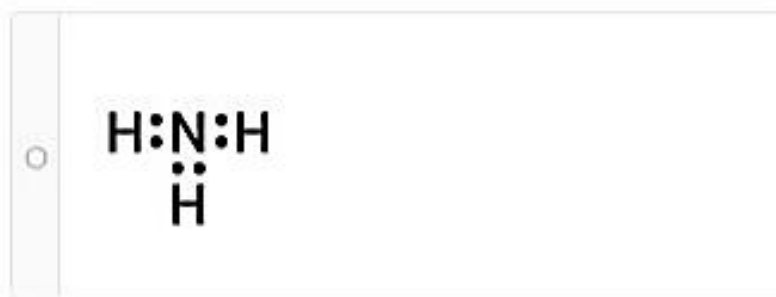
Which of the following is the correct Lewis dot structure for the molecule fluorine (F_2)?

☐	$F - \ddot{F} :$	☐	$:\ddot{F} = \ddot{F}:$
☐	$:\ddot{F} - \ddot{F}:$	☐	$:F \equiv F:$

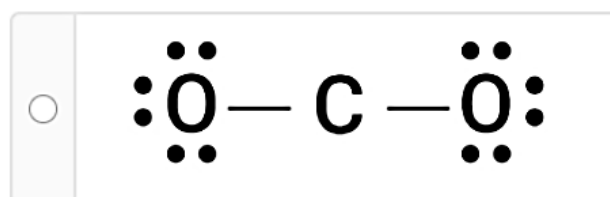
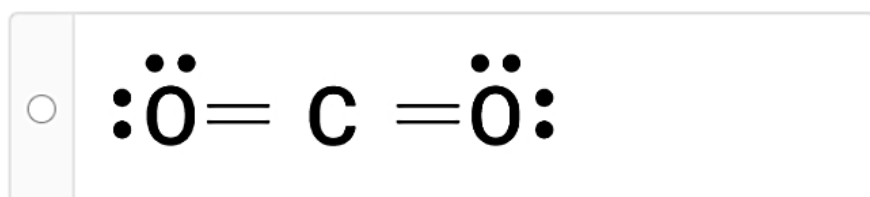
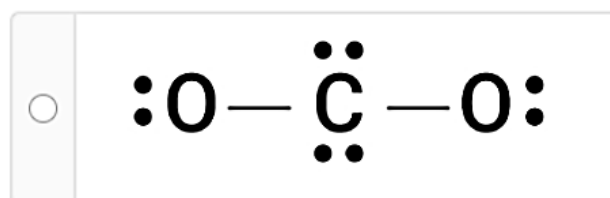
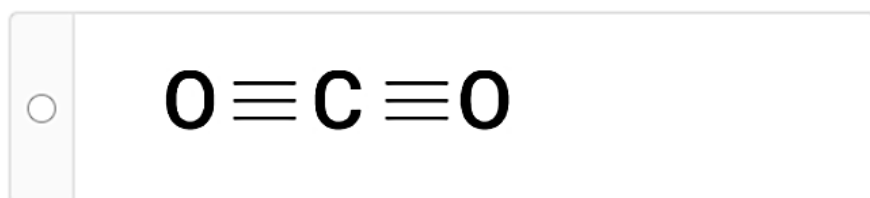
Select the best answer.

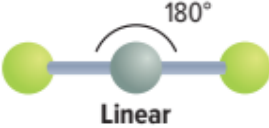
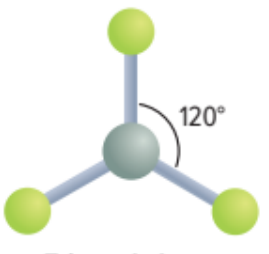
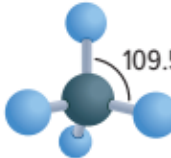
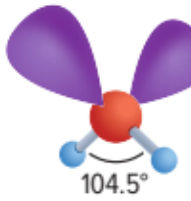
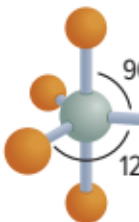
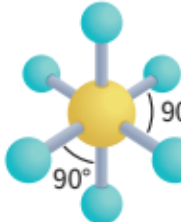
Which of the following is the correct Lewis structure for ammonia (NH_3)?

Element	Valence electrons per atom
N	5
H	1



Which of the following is the correct Lewis structure for carbon dioxide?



Molecule	Total Pairs	Shared Pairs	Lone Pairs	Hybrid Orbitals	Molecular Shape*
BeCl_2	2	2	0	sp	 Linear
AlCl_3	3	3	0	sp^2	 Trigonal planar
CH_4	4	4	0	sp^3	 Tetrahedral
NH_3	4	3	1	sp^3	 Trigonal pyramidal
H_2O	4	2	2	sp^3	 Bent
NbBr_5	5	5	0	sp^3d	 Trigonal bipyramidal
SF_6	6	6	0	sp^3d^2	 Octahedral

The BeCl_2 molecule contains only two pairs of electrons shared with the central Be atom. These bonding electrons have the maximum separation, a bond angle of 180° , and the molecular shape is linear.

The three bonding electron pairs in AlCl_3 have maximum separation in a trigonal planar shape with 120° bond angles.

When the central atom in a molecule has four pairs of bonding electrons, as CH_4 does, the shape is tetrahedral. The bond angles are 109.5° .

NH_3 has three single covalent bonds and one lone pair. The lone pair takes up a greater amount of space than the shared pairs. There is stronger repulsion between the lone pair and the bonding pairs than between two bonding pairs. The resulting geometry is trigonal pyramidal, with 107.3° bond angles.

Water has two covalent bonds and two lone pairs. Repulsion between the lone pairs causes the angle to be 104.5° , less than both tetrahedral and trigonal pyramid. As a result, water molecules have a bent shape.

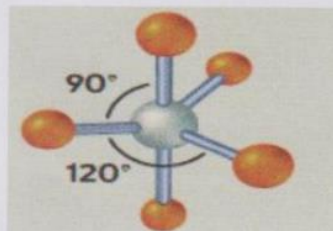
The NbBr_5 molecule has five pairs of bonding electrons. The trigonal bipyramidal shape minimizes the repulsion of these shared electron pairs.

As with NbBr_5 , SF_6 has no unshared electron pairs on the central atom. However, six shared pairs arranged about the central atom result in an octahedral shape.

19. Which type of molecular shape is shown by this molecule?

- A. trigonal pyramidal
- C. trigonal bipyramidal

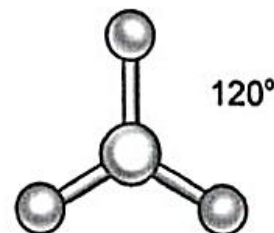
- B. tetrahedral
- D. octahedral



11. Which type of molecular shape is shown by this molecule?

- a. trigonal pyramidal
- c. Bent

- b. tetrahedral
- d. trigonal planar



Based on the VSEPR model, which of these molecules would be predicted to have a trigonal planar shape?

☐ CH_2F_2

☐ SO_4

☐ BH_3

☐ CO_2

According to the VSEPR model, what is the shape of a phosphate ion (PO_4^{3-})?

☐ linear

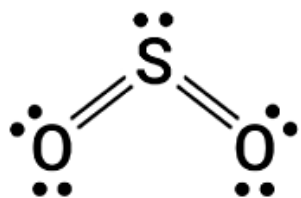
☐ trigonal bipyramidal

☐ trigonal planar

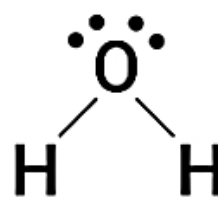
☐ tetrahedral

Which of these structures can be described as linear?

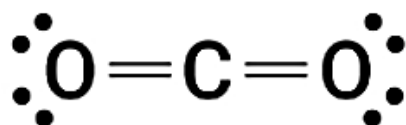
☐



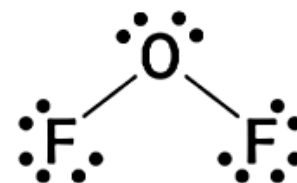
☐



☐



☐



What type of hybrid orbitals represented in the molecule

ما نوع الأفلاك المهجنة المتمثلة في الجزيء NbBr_5 ؟

NbBr_5 ?

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

الجدول الدوري للعناصر																		18			
1																	2				
H 1.008	2															13	14	15	16	17	He 4.003
3	4															5	6	7	8	9	10
Li 6.941	Be 9.012															B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 18.99	Ne 20.18
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.97	Br 79.90	Kr 83.80				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3				
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86				
Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)				
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118				
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (261)	Db (262)	Sg (266)	Bh (264)	Hs (277)	Mt (268)	Ds (271)	Rg (272)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (289)	Mc (290)	Lv (293)	Ts (294)	Og (294)				

sp

sp^3

sp^3d

sp^3d^2

Which of the molecules in the table below correctly matches

أي الجزيئات في الجدول أدناه يتفق مع زوايا الربط وشكل

with the bonding angles and shape of the molecule

الجزيء المذكورة مقابله؟

mentioned opposite it?

H ₂ O	BeCl ₂	CH ₄	SF ₆	Molecule الجزيء
104.5°	107.3°	109.5°	90°	Bond angles زوايا الربط
خطي Linear	هرم ثلاثي Trigonal pyramidal	مثلث مسطح Trigonal planar	ثمانى الأوجه Octahedral	Molecular Shape شكل الجزيء

SF_6

1.

CH_4

2.

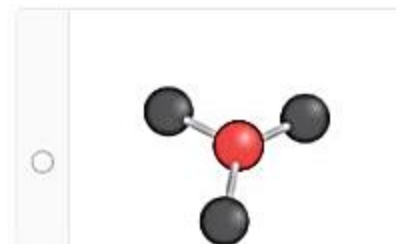
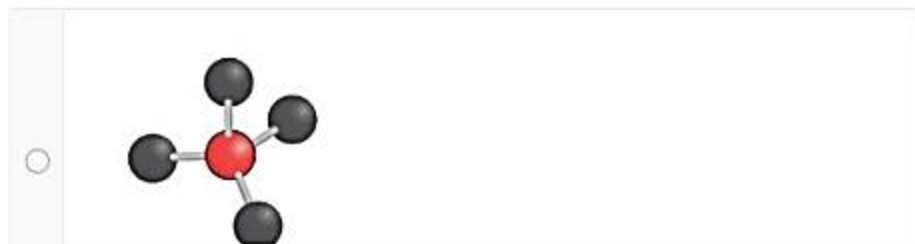
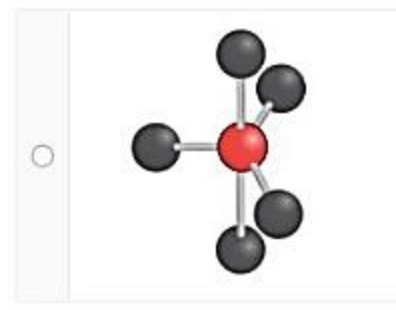
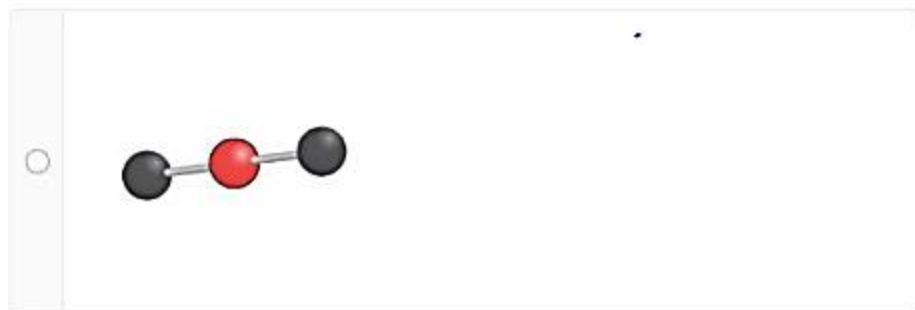
BeCl_2

3.

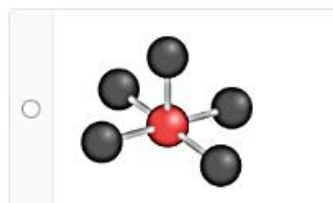
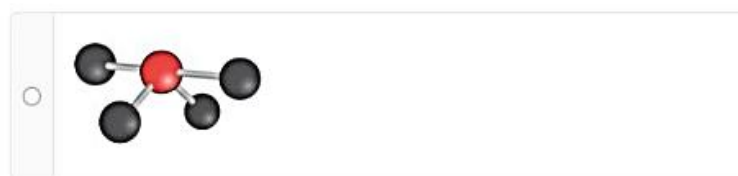
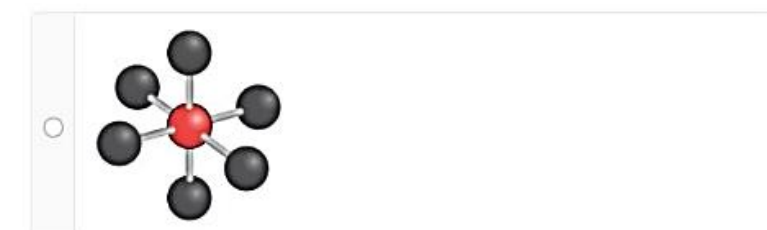
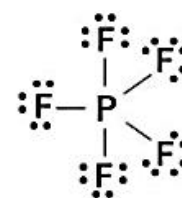
H_2O

4.

Which model **best** represents the shape of CS_2 ?



Which of these models would **best** represent the shape of this molecule?



Which of the following is correct regarding CS₂

Hamad حمد	Sultan سلطان	Rashid راشد	Khalifa خليفة	خطوات الرسم Drawing steps
8	16	22	16	إجمالي عدد إلكترونات التكافؤ المتوفرة للترابط The total number of valence electrons available for bonding
4	4	11	8	إجمالي عدد أزواج الرّبط The total number of bonding pair
2	2	4	4	عدد الروابط في الجزيء The number of bonds in molecule
2	2	6	4	عدد أزواج الإلكترونات غير المترابطة The number of lone pairs
:S - C - S:	:S - C - S:	:S = C = S:	:S = C = S:	بنية لويس The Lewis structure

Sultan سلطان

Hamad حمد

Rashid راشد

Khalifa خليفة

20

Identify the differences and similarities between polar and nonpolar covalent bonds and polar and nonpolar molecules

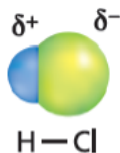
Textbook + figures
21, 22, 23, 24, 25 +
Table 7

120, 121
, 122, 123,
124

Table 7 EN Difference and Bond Character

Electronegativity Difference	Bond Character
> 1.7	mostly ionic
0.4 – 1.7	polar covalent
< 0.4	mostly covalent
0	nonpolar covalent

Electronegativity Cl = 3.16
Electronegativity H = 2.20
Difference = 0.96



■ **Figure 22** Chlorine's electronegativity is higher than that of hydrogen. Therefore, in a molecule containing hydrogen and chlorine, the shared pair of electrons is with the chlorine atom more often than it is with the hydrogen atom. Symbols are used to indicate the partial charge at each end of the molecule from this unequal sharing of electrons.

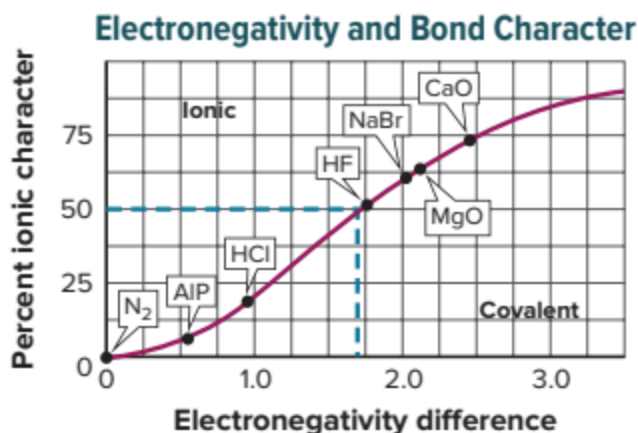
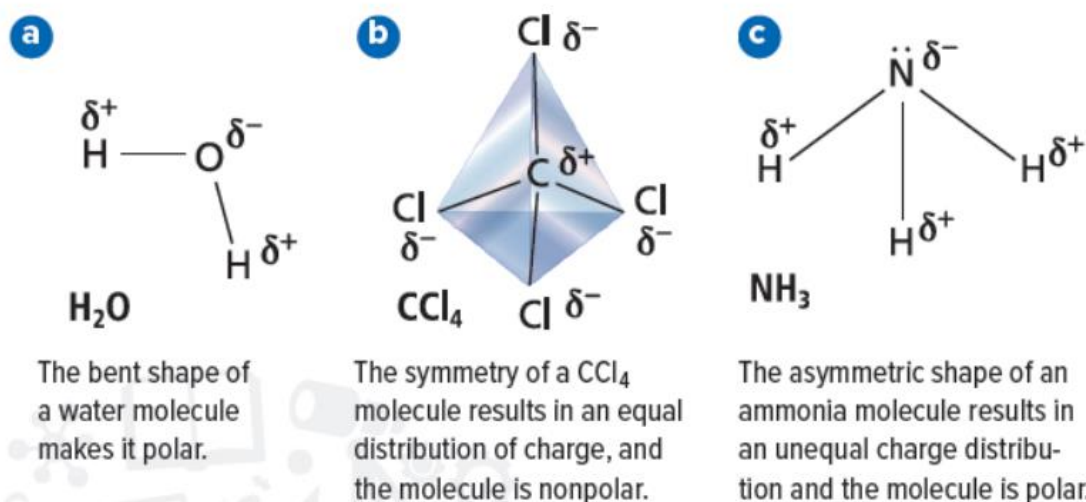


Figure 21 This graph shows that the difference in electronegativity between bonding atoms determines the percent ionic character of the bond. Above 50% ionic character, bonds are mostly ionic.

Figure 21 summarizes the range of chemical bonding between two atoms. What percent ionic character is a bond between two atoms that have an electronegativity difference of 2.00? Where would LiBr be plotted on the graph?

■ **Figure 23** A molecule's shape determines its polarity.



What is the bond type in H₂O molecule?

ما نوع الرابطة في الجزيء H₂O ؟

H	O	عنصر Element
2.20	3.44	السالبية الكهربائية Electronegativity

Mostly ionic

أيونية غالباً

Nonpolar covalent

تساهمية غير قطبية

Polar covalent

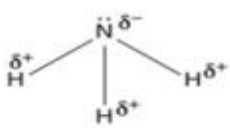
تساهمية قطبية

Mostly covalent

تساهمية غالباً

Which of the following is correct regarding the two

molecules in the table below?

		شكل الجزيء Molecule's shape
2	1	رقم الجزيء Molecule's number

1. الجزيء 1 غير قطبي بسبب تناظر الجزيء
Molecule 1 is nonpolar due to the symmetry of the molecule
2. الجزيء 2 غير قطبي بسبب تناظر الجزيء
Molecule 2 is nonpolar due to the symmetry of the molecule
3. كلا الجزيئين قطبي
Both molecules are polar
4. كلا الجزيئين غير قطبي
Both molecules are nonpolar

12. Look at the electronegativity difference in the table.

Which kind of bond is present in the compound OF_2 ?

element	electronegativity
oxygen	3.44
fluorine	3.98

- ionic
- metallic
- polar covalent
- nonpolar covalent

Which of these substances would be **most likely** to dissolve in a nonpolar solvent?

☐ H_2O
☐ NH_3

☐ Cl_2
☐ NaBr

Select the best answer.

The molecule CBrCl_3 is shown. Is the molecule polar?



☐ Yes, because the electronegativity difference between Br and F is large.

☐ Yes, because the electronegativity of Br is not equal to that of Cl.

☐ No, because the molecule is symmetrical.

☐ No, because the molecule is neutrally charged.

Which of the following molecules is non-polar

☐



formaldehyde (CH_2O)

☐



carbon dioxide (CO_2)

☐



☐

