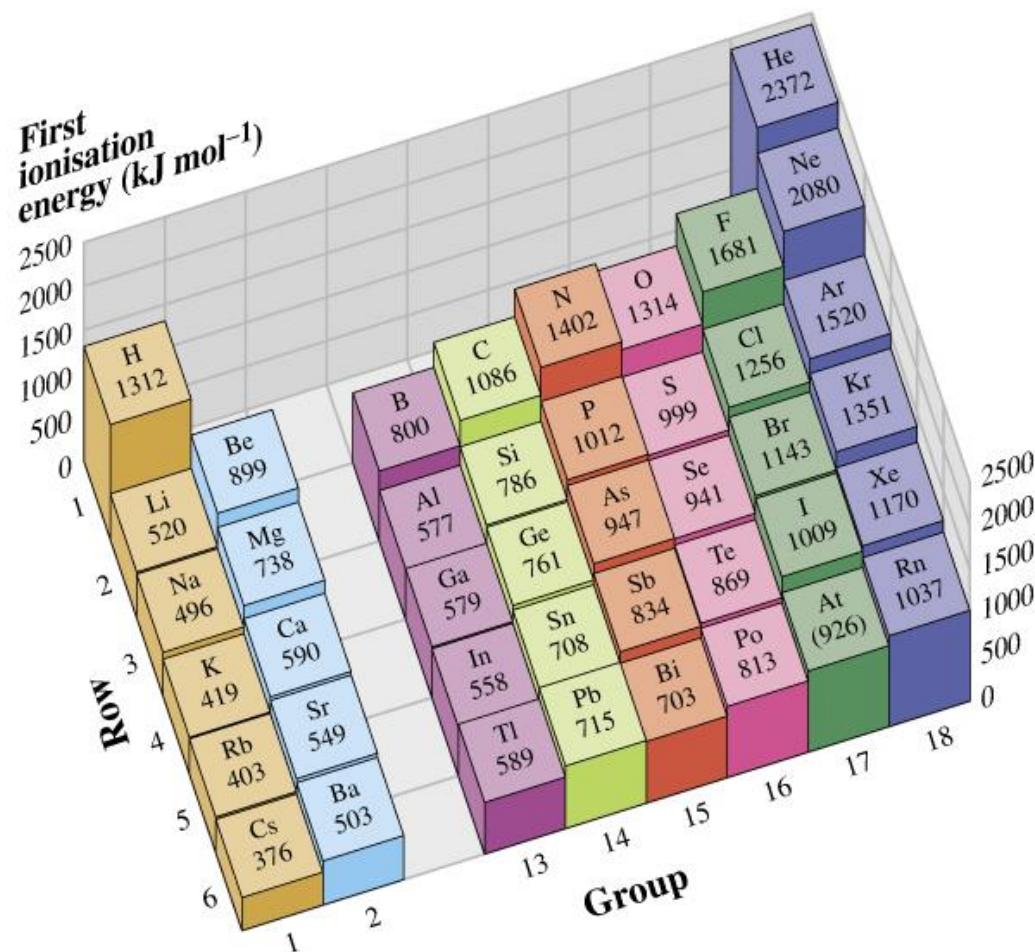
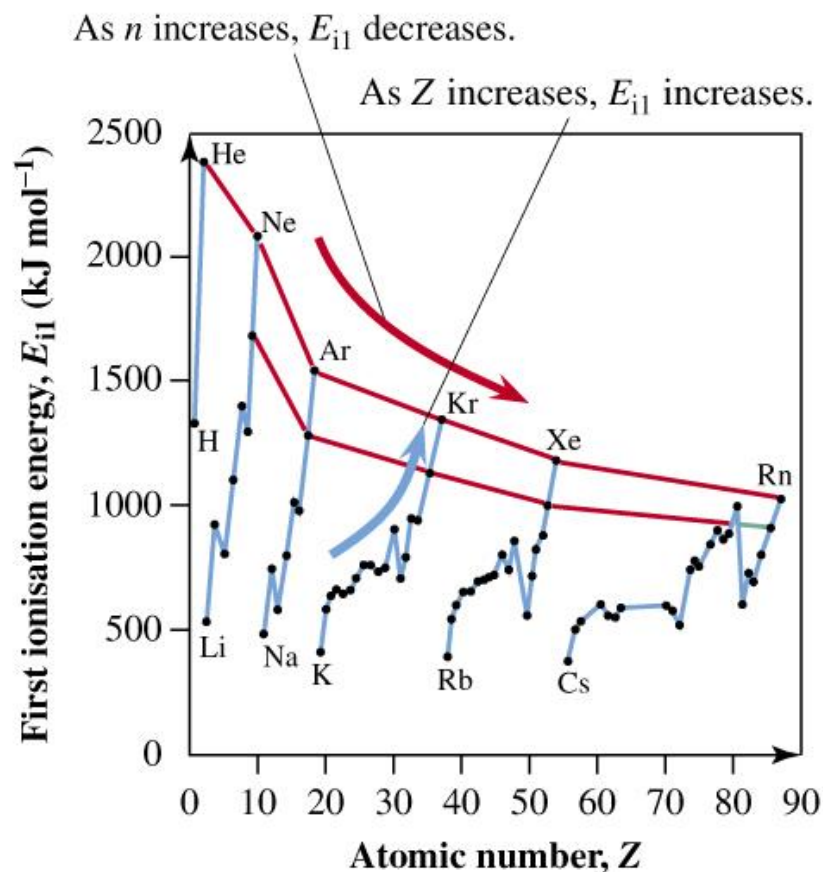


CHEM1011

LECTURE 12

Dr Shannan Maisey

FIRST IONISATION ENERGY

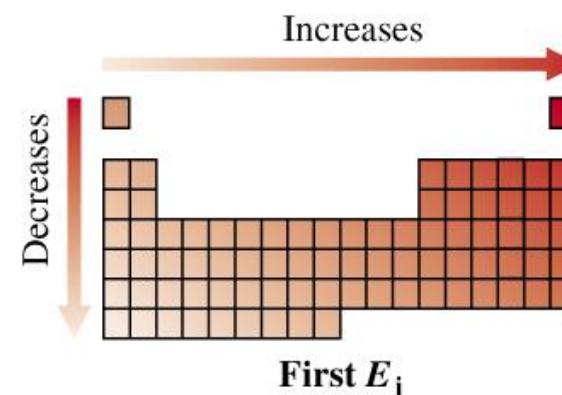
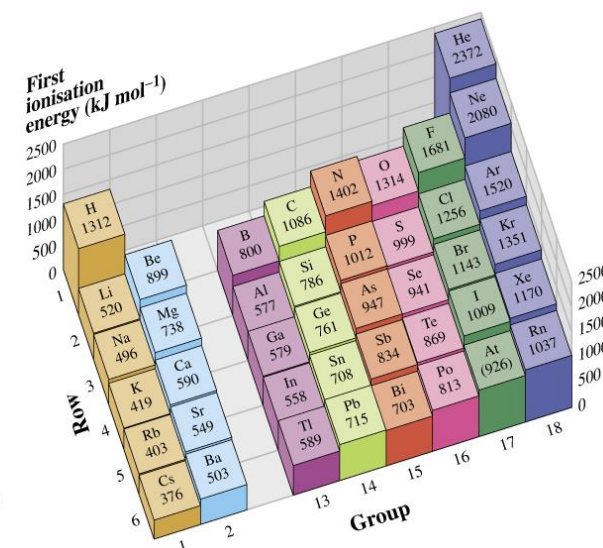
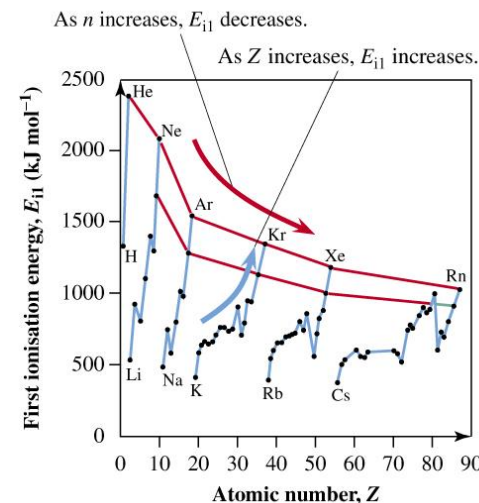


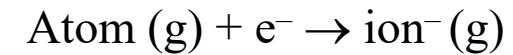
FIRST IONISATION ENERGY

We know that shielding by the core electrons plays an important role in determining the ionisation energy of an atom – this helps us to understand the general trends

However there is another consideration that leads to the deviations from the trend across the period : The electron configuration in sub shells:

- Sub shells (*all orbitals of same type in an energy level*) which are full or half full add stability to the atom (more energetically favourable).
- This means removing electrons from atoms which have filled or half filled sub shells takes a little more energy than the trend predicts
- On the flip side, if removing an electron leaves the atom with this configuration then it takes a little less energy than the trend predicts.



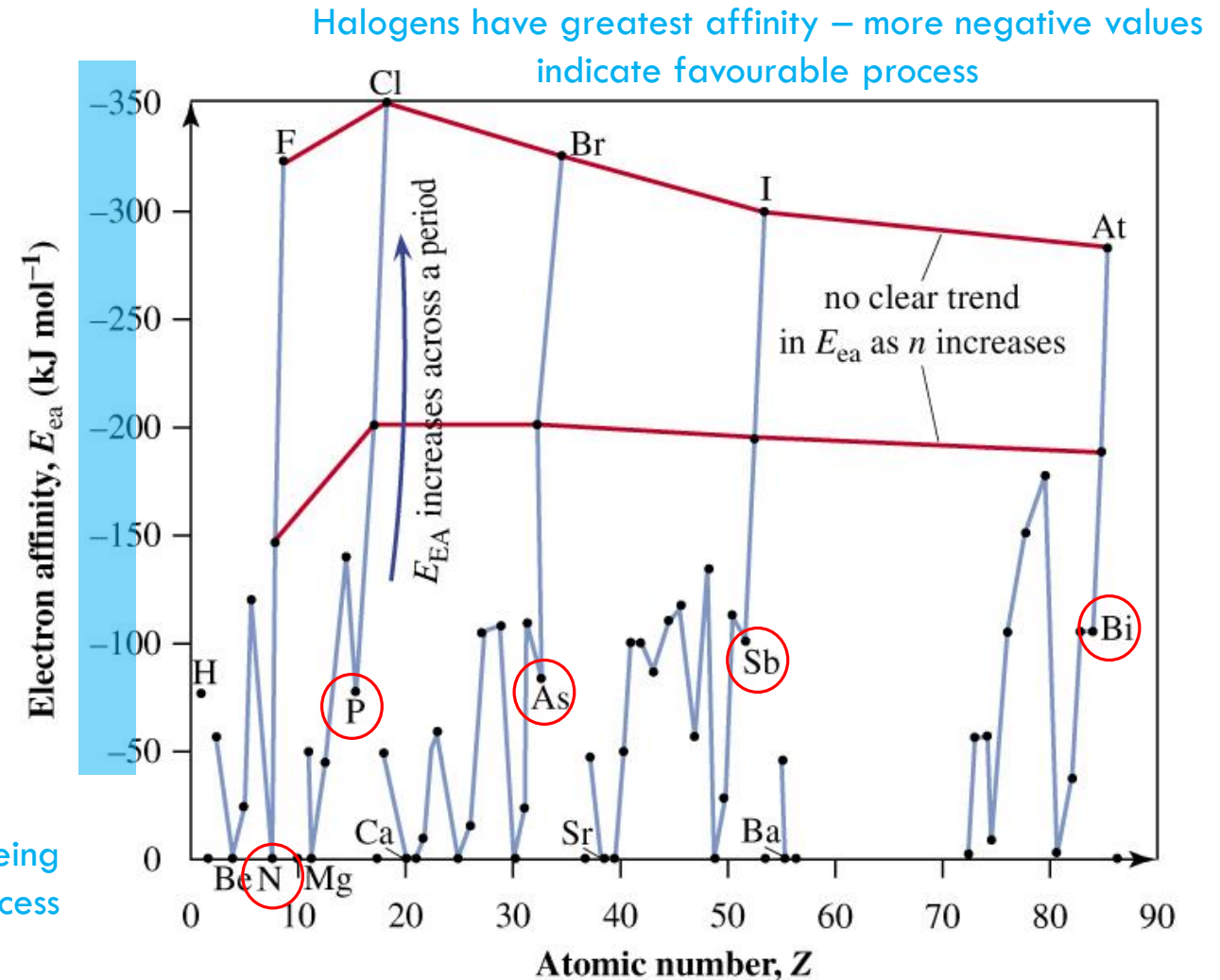


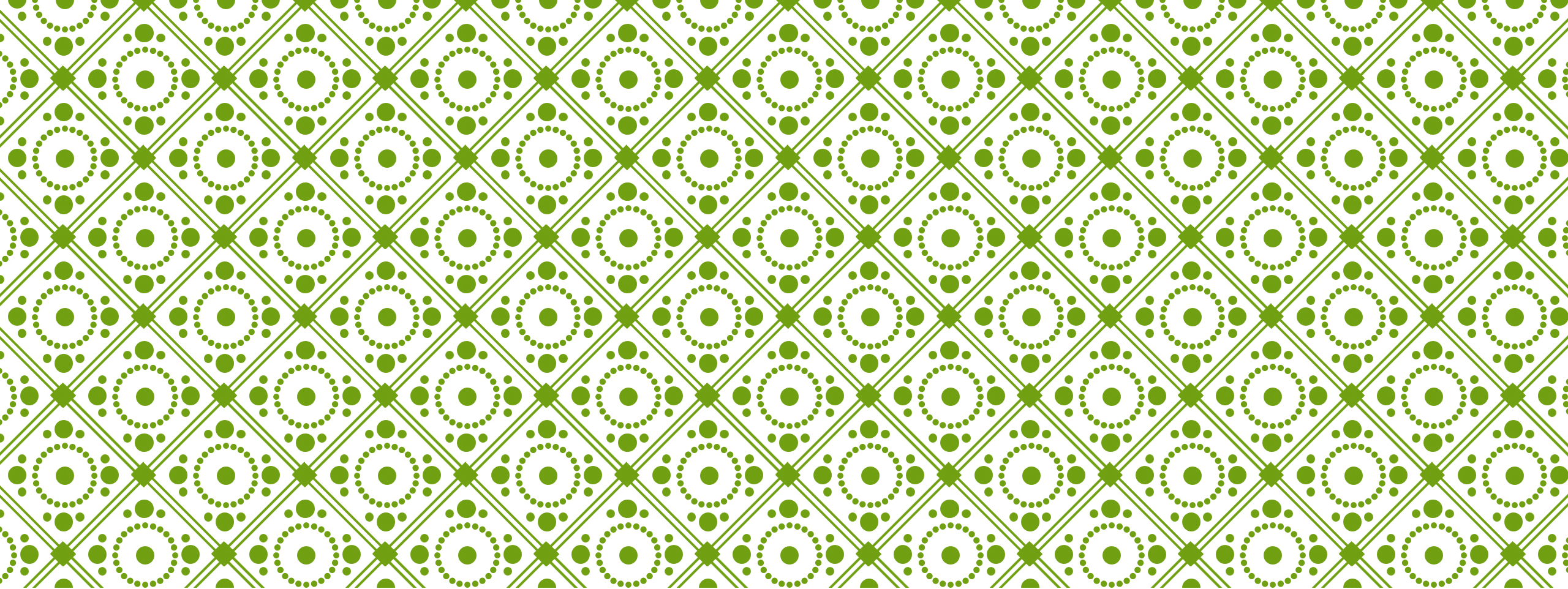
ELECTRON AFFINITY

The energy required to add a mole of electrons to a mole of gaseous atoms to form gaseous anions.

The trends for electron affinity are dependent on the same as all other trends in the periodic table: nuclear charge and shielding...thus the Z_{eff} on each valence electron (and by proxy relative distance)... the trends are just a little less obvious and more complicated.

Negative due to energy being released in the process





INTRODUCTION TO BONDING

EVERYTHING IN CHEMISTRY IS A COMPETITION!

Bonds are formed through the electrostatic attraction between nuclei (**positively charged** protons) and (**negatively charged**) electrons.

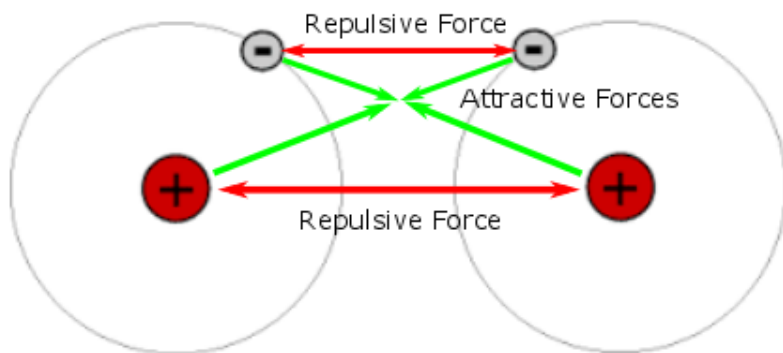

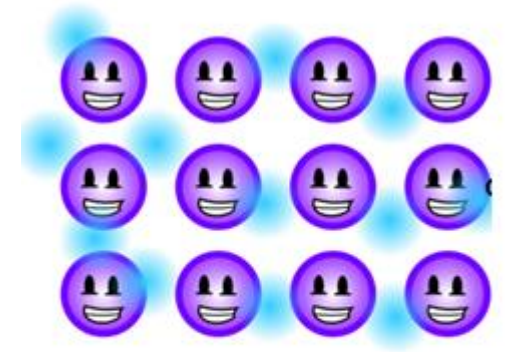


Diagram of repulsive and attractive electrostatic forces between two hydrogen atoms (Made from Images found at [Redirect Notice](#) )

- The *competition* is between the (positively charged) nuclei of two atoms for interaction with the valence electron/s. This is an ongoing battle and is dynamic.
- The inequity in the distribution of the electrons relative to the nuclei creates small areas of +ve and -ive charge (called poles) *creating the electrostatic attractions*.
- These tiny forces actually have a pretty significant influence on all matter....

SO WHAT ACTUALLY IS A CHEMICAL BOND?



Metallic
(Metal + Metal)

There is no simple, and yet complete, way to define chemical bonds...

1. Individual atoms interact with other atoms **because the sharing or exchange of valence electrons assists in the individual atoms achieving maximum stability.**
2. Inequity between the central positive charge of the nucleus and the negative charge of the surrounding electron creates poles.
3. Electrostatic forces hold groups of two or more atoms together and make them function as a unit.

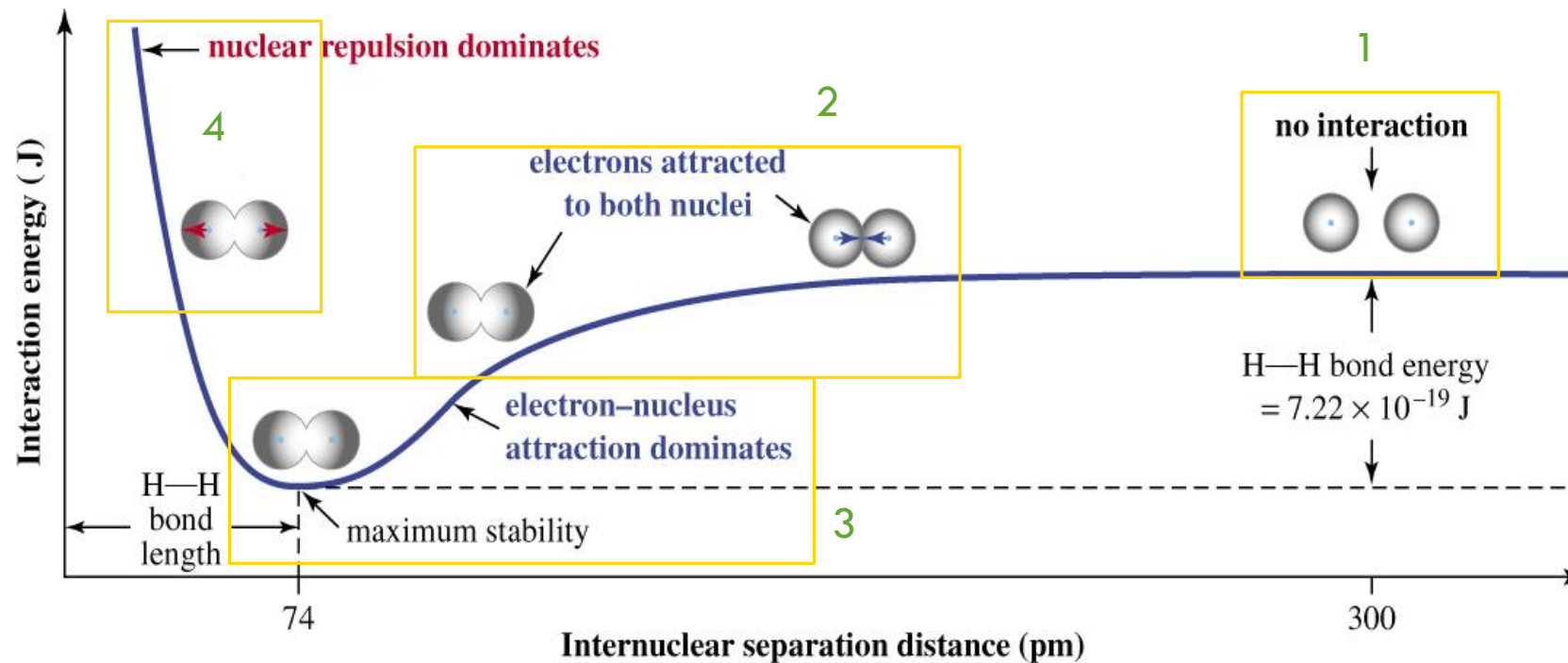
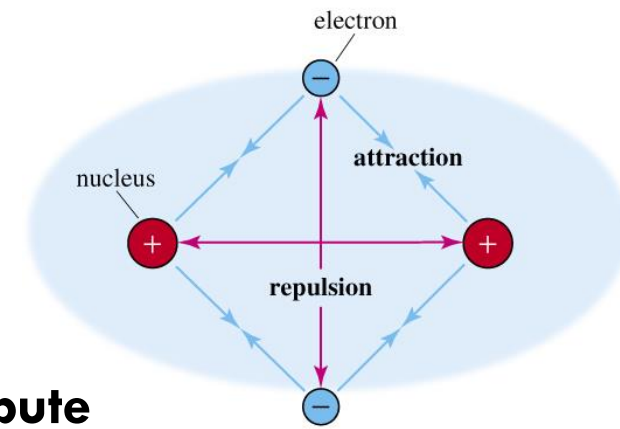


Another perspective: A chemical bond will form if the energy of the aggregate (molecule) is lower than that of the separated atoms



FORMING A BOND

As two atoms come together to form a molecule their orbitals overlap. A chemical bond forms when the **electrons around a pair of atoms redistribute themselves resulting in an overall lowering of energy** (greater stability).



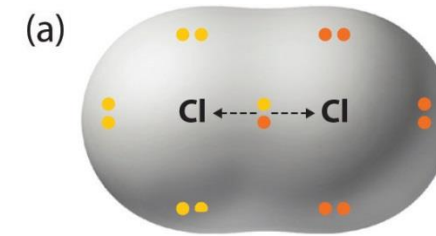
BOND TYPES

The **competition between the two nuclei for electrons** will determine the type of bond formed. This is where **electronegativity** comes into effect.

Electrons can be shared equally

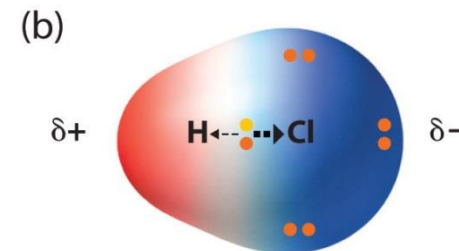
or

one atom can attract the other atom's electrons more strongly, resulting in an uneven sharing or even complete transfer of electron(s).



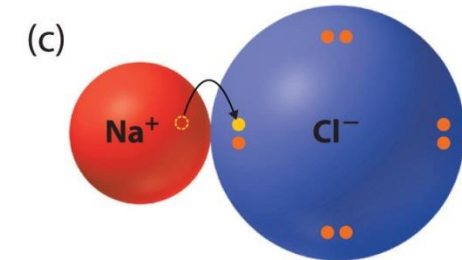
Nonpolar covalent bond

Bonding electrons shared equally between two atoms.
No charges on atoms.



Polar covalent bond

Bonding electrons shared unequally between two atoms.
Partial charges on atoms.



Ionic bond

Complete transfer of one or more valence electrons.
Full charges on resulting ions.

http://images.flatworldknowledge.com/averillfwk/averillfwk-fig08_011.jpg

ALL BONDS INVOLVE THE SHARING OF ELECTRONS...

....how *equal* the sharing is determines the **bond type**....

Ionic bonds : (very) unequal sharing...so much so that they are often considered a complete electron 'transfer' and the bond is the electrostatic attraction of +ve and -ve .

Covalent bonds: electrons are shared roughly equally.

Polar covalent bonds electrons are shared but unequally.

Metallic bonds – the 'free love' form of covalent bonding. Electrons are delocalised from nuclei and multiple electrons shared across many atoms.

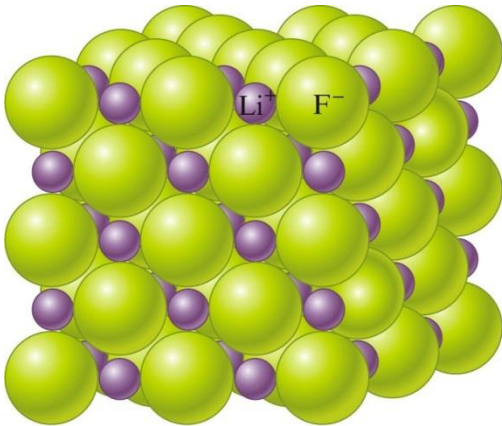
IONIC BONDING

Ionic bonds form when a metal reacts with a non metal.

The bonds involve very unequal sharing of electrons. Often referred to as an exchange of electrons...but what keeps them 'stuck' together?

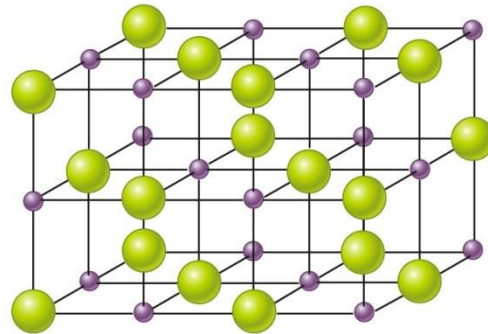
IONIC BONDING

An *ionic bond* is the electrostatic attraction between oppositely charged ions in a crystal structure.



a

This structure represents the ions as packed spheres.



b

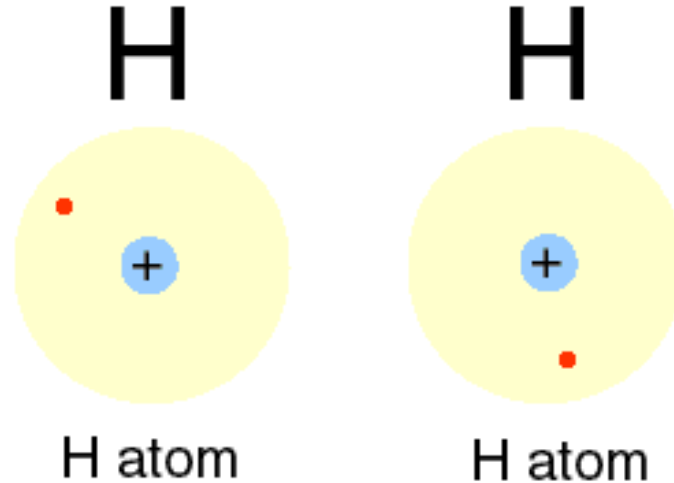
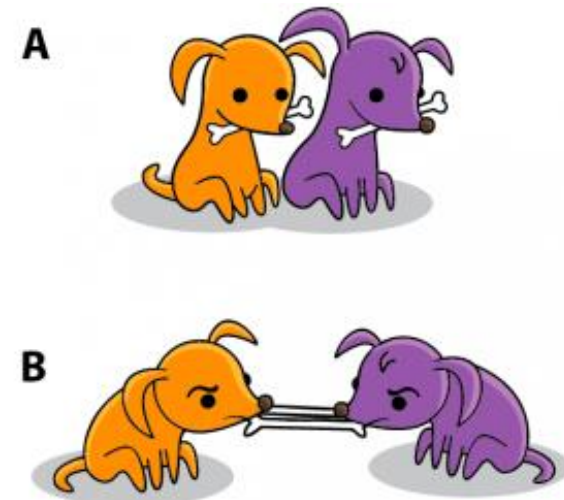
This structure shows the positions (centers) of the ions. The spherical ions are packed in the way that maximizes the ionic attractions.

In reactions we simplify our representations of ionic compounds by considering only the smallest number of atoms required to form a compound with a neutral charge (empirical formula) e.g. NaCl.

But ionic compounds actually form *crystal structures* where each ion is surrounded by several other ions of the opposite charge to maximise the electrostatic interaction.

COVALENT BONDING

- A covalent bond is formed when electrons are shared between two atoms.
- Generally between two non-metal atoms.
- The electron sharing can be even or uneven (we will elaborate on this later)

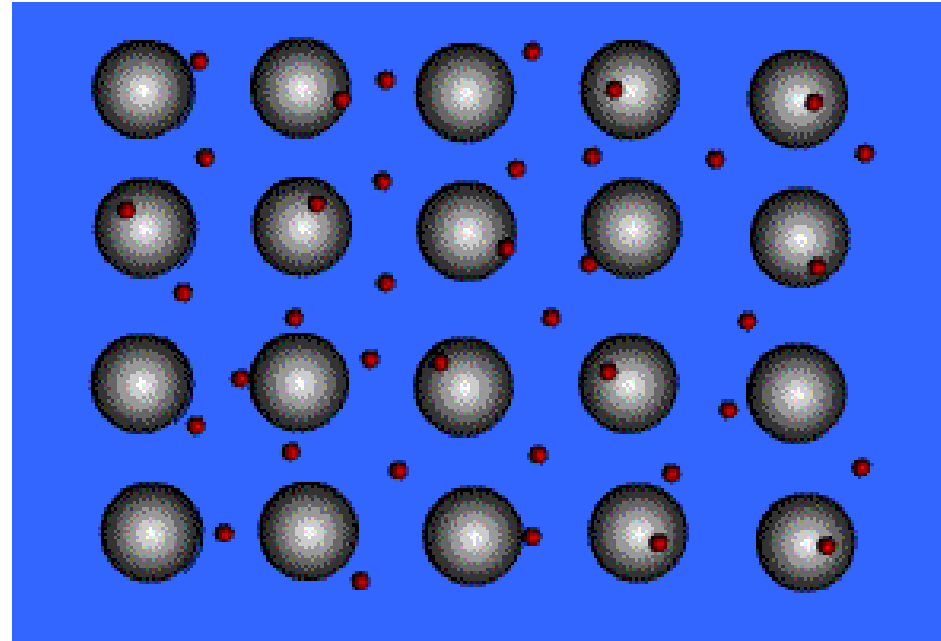
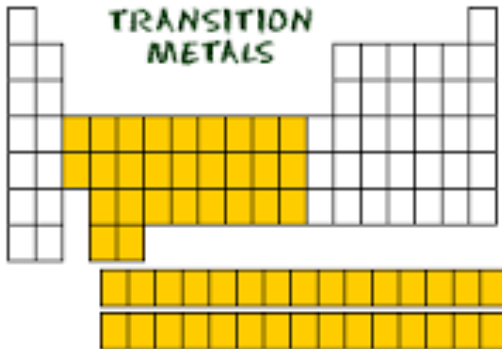


It takes two electrons to make a single covalent bond. One from each atom.

METALLIC BONDING

Transition metals are a different story all together.... they don't tend to obey the octet rule...

Valence electrons are not shared exclusively between two atoms...they become **delocalized** and can be shared across the lattice of metal cations (cations because valence electrons have become delocalised).



TO SUMMARISE...

Ionic bonds : 'exchange' of electrons creates ions, electrostatic attraction between -ve and +ve charges lead to the formation of ionic bonds in a crystal lattice. (metal and non metal)

Covalent bonds : Two atoms each 'donate' an electron to share with the other atom. A single bond consist of two electrons being shared between the two atoms. (non-metal and non-metal)

Metallic bonds : Electrons are delocalised from the nuclei of metal atoms and multiple electrons shared across metal cations, creating lots of areas for electrostatic interaction and thus bonding to occur. (metal and metal)

WHAT ABOUT IONIC COMPOUNDS CONTAINING POLYATOMIC IONS??

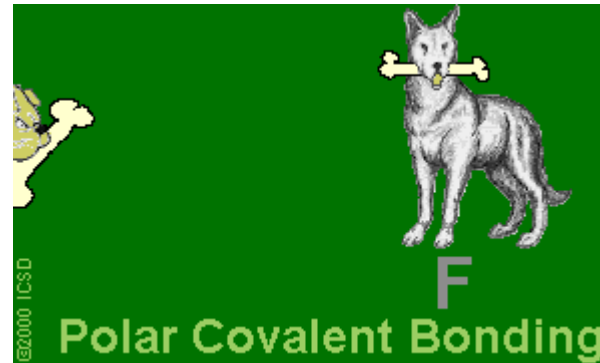
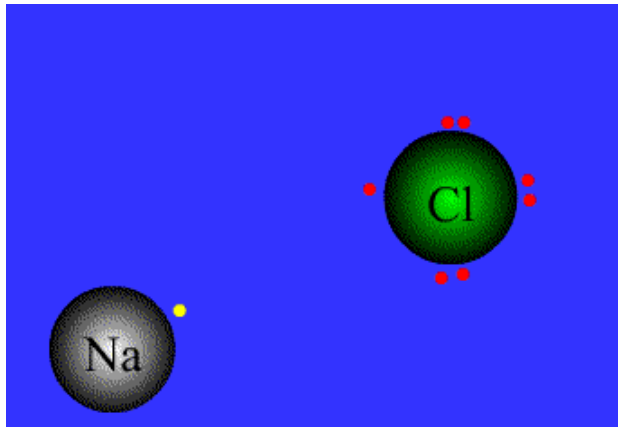
There are **multiple** intramolecular bonds at play here!

The individual polyatomic ions are held together by **covalent bonds**, e.g. NO_3^- and the molecule behaves as a unit with an overall charge (more on how this can be later)

These charged multi atom ions tend to then form **ionic bonds** with other ions, attracted by the opposite charge. E.g.



HOW CAN WE PREDICT WHICH BOND TYPE WILL FORM?



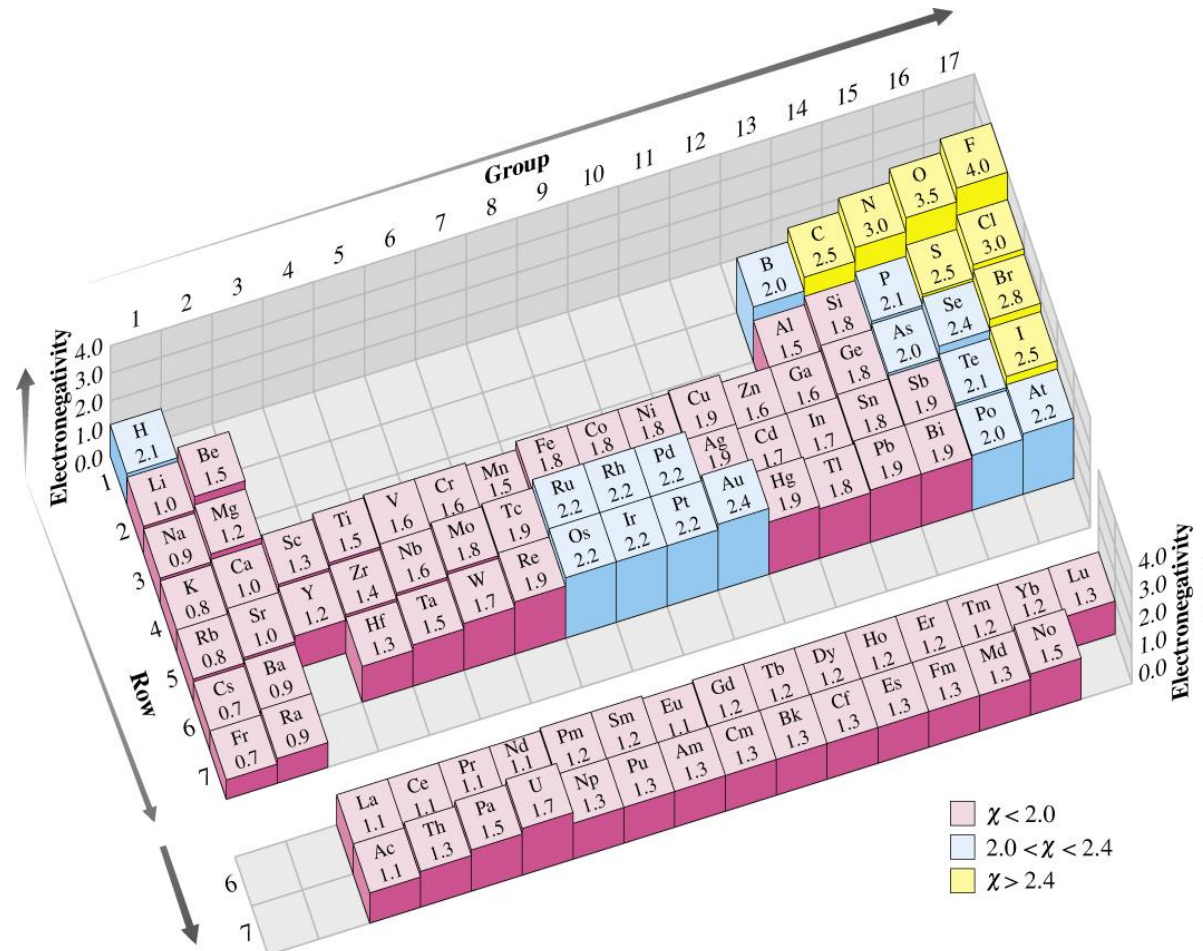
Why is it that some combinations of molecules form ionic bonds and others covalent?
Why aren't all covalent bonds created equal?

ELECTRONEGATIVITY

In chemistry everything is a competition – like for electrons!

A relative measure of how strongly an atom attracts electrons in a chemical bond (unitless).

Pauling scale:



LINUS PAULING (1901-1994)

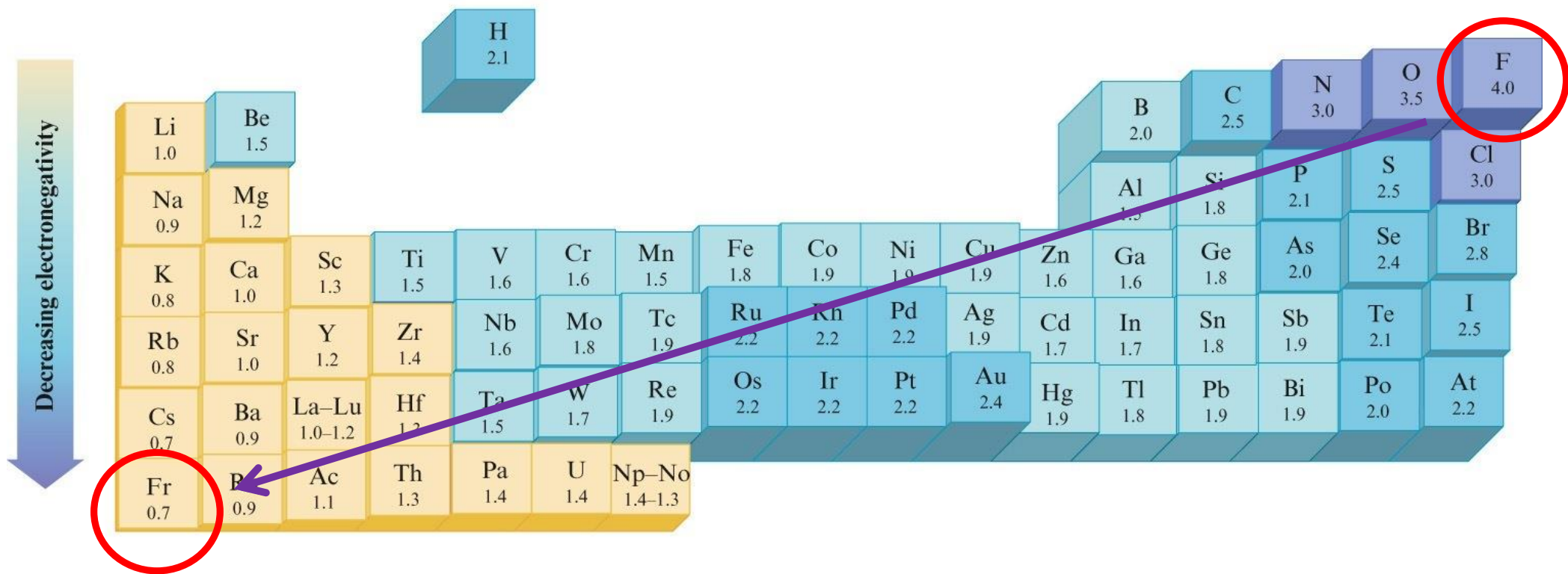
Learn more about him
and his many contributions
to humanity here!



<http://scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/bond/>

- The original scientist to describe and quantify electronegativity.
- He wrote ‘the nature of the chemical bond’- one of the most important scientific texts ever. (mainly because it is written in a way that most people can understand! Lots of pictures 😊)
- The only person ever to receive two unshared Nobel Prizes — for Chemistry (1954) and for Peace (1962).
- All round awesome dude.





The trend in electron negativity is something you should learn. The exact electronegative values are not as important.

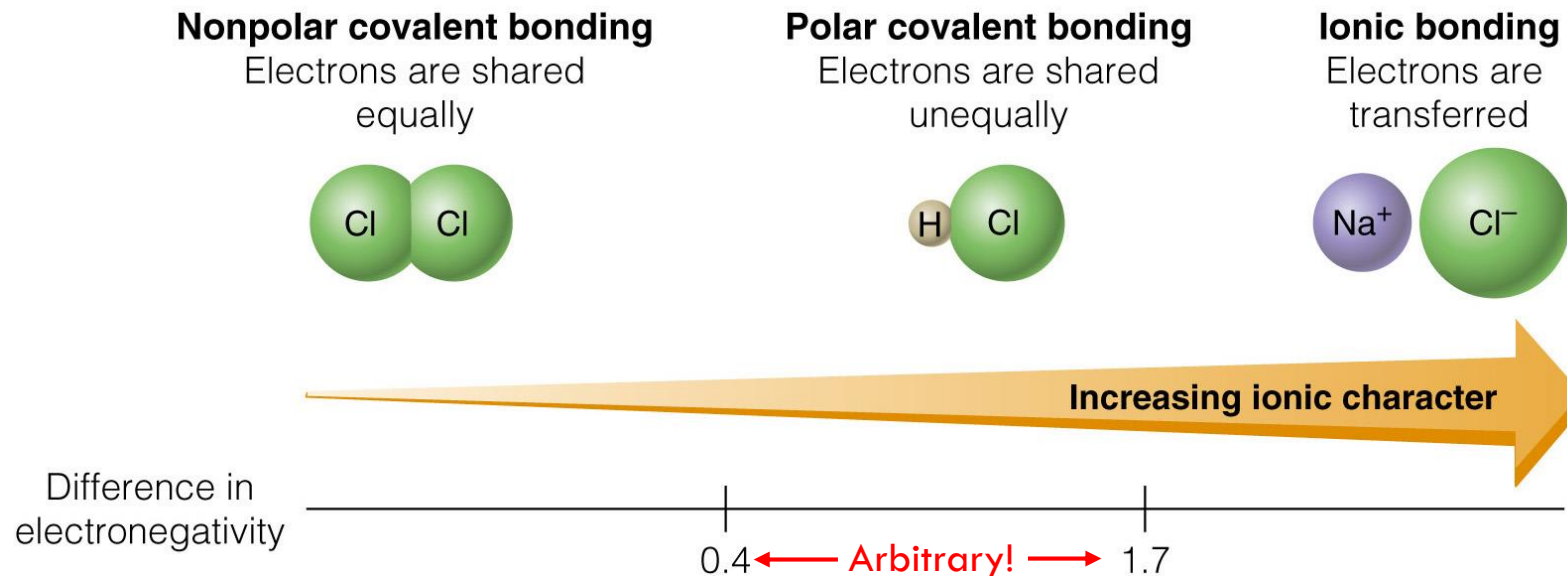
HOW DO WE EXPLAIN THE TRENDS IN ELECTRONEGATIVITY?

- Generally speaking, the electronegativity increases from left to right across a period because the **number of protons increases** which increases the **effective nuclear charge (Z_{eff})** which mean elements further to the right in a period attract electrons more strongly.
- The electronegativity decreases going down a group because the **number of core electrons increases**, so when other electrons approach the larger atoms, the attractive force of the nucleus is not felt as strongly because of the **shielding** from the electrons already bound in the atom.

BOND TYPE

There is a continuous range between the two extremes of ionic and covalent bonds.
There is no definite distinction between these two bonding types.

It is possible to have a bond with both ionic and covalent character since some covalent behaviour in ionic compounds will always remain - and the partial charge transfer in a polar covalent bond leads to some ionic character in the bond.



http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/439/449969/Media_Portfolio/Chapter_08/FG08_08-04un.JPG

BOND POLARITY

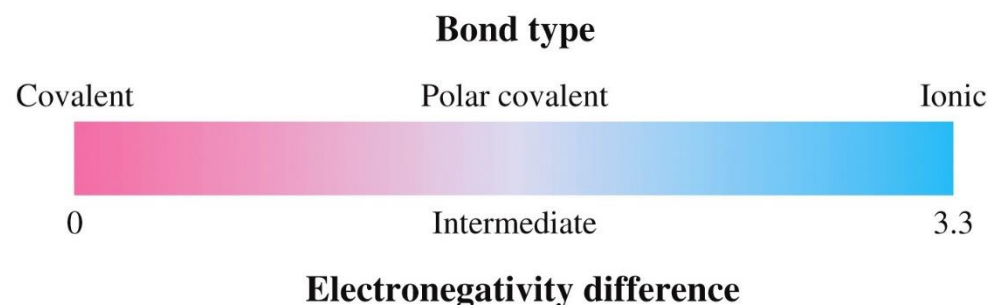
Bond polarity: determined by the relative **difference in electronegativity** of the two atoms sharing electrons.

In general (not a strict rule!!):

If the difference in electronegativities is > 1.7 , the bonding is considered **ionic**.

If the difference in electronegativities is $0.4 - 1.7$, the bonding is considered **polar covalent**.

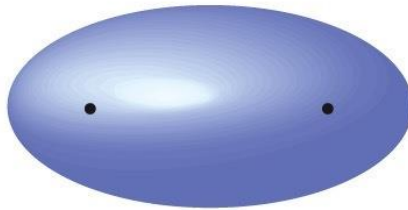
If the difference in electronegativities is < 0.4 , the bonding is considered **non-polar covalent**.



© 2014 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

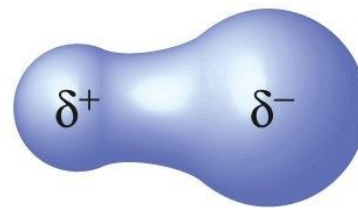
ELECTRONEGATIVITY AND BOND TYPES

The **polarity** of a bond depends on the **difference** between the electronegativity of the atoms forming the bond.



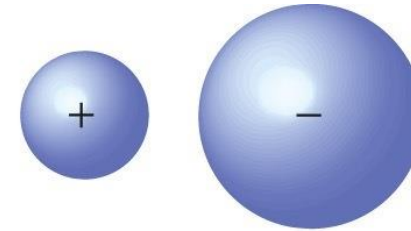
a

A covalent bond formed between identical atoms.



b

A polar covalent bond, with both ionic and covalent components.





c

An ionic bond, with no electron sharing.

© Cengage Learning. All Rights Reserved.

ELECTRONEGATIVITY AND BOND TYPE

The Relationship Between Electronegativity and Bond Type

Electronegativity Difference Between the Bonding Atoms	Bond Type	Covalent Character	Ionic Character
Zero ↓ Intermediate ↓ Large	Covalent ↓ Polar covalent ↓ Ionic		

© Cengage Learning. All Rights Reserved.

e.g. H—H, C—C bonds

Key:

atomic number
Symbol
name
conventional atomic weight
standard atomic weight



For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

COVALENT BONDS

Covalent: next to each other (or diagonal)

e.g. Br—Cl, Br—S bonds

IUPAC Periodic Table of the Elements																		18																	
1 H hydrogen 1.008 [1.0076, 1.0082]		2 He helium 4.0026																																	
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]		4 Be beryllium 9.0122		Key: <div>atomic number Symbol name conventional atomic weight standard atomic weight</div>										13 B boron 10.81 [10.806, 10.821]		14 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]		15 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]		16 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]		17 F fluorine 18.998		18 Ne neon 20.180											
11 Na sodium 22.990		12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al aluminium 26.982		14 Si silicon 28.086 [28.084, 28.088]		15 P phosphorus 30.974		16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]		17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]		18 Ar argon 39.948	
19 K potassium 39.098		20 Ca calcium 40.078(4)		21 Sc scandium 44.956		22 Ti titanium 47.867		23 V vanadium 50.942		24 Cr chromium 51.996		25 Mn manganese 54.938		26 Fe iron 55.845(2)		27 Co cobalt 58.933		28 Ni nickel 58.693		29 Cu copper 63.546(3)		30 Zn zinc 65.38(2)		31 Ga gallium 69.723		32 Ge germanium 72.630(8)		33 As arsenic 74.922		34 Se selenium 78.971(8)		35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]		36 Kr krypton 83.798(2)	
37 Rb rubidium 85.468		38 Sr strontium 87.62		39 Y yttrium 88.906		40 Zr zirconium 91.224(2)		41 Nb niobium 92.906		42 Mo molybdenum 95.95		43 Tc technetium 101.07(2)		44 Ru ruthenium 101.07(2)		45 Rh rhodium 102.91		46 Pd palladium 106.42		47 Ag silver 107.87		48 Cd cadmium 112.41		49 In indium 114.82		50 Sn tin 118.71		51 Sb antimony 121.76		52 Te tellurium 127.60(3)		53 I iodine 126.90		54 Xe xenon 131.29	
55 Cs caesium 132.91		56 Ba barium 137.33		57-71 lanthanoids		72 Hf hafnium 178.49(2)		73 Ta tantalum 180.95		74 W tungsten 183.84		75 Re rhenium 186.21		76 Os osmium 190.23(3)		77 Ir iridium 192.22		78 Pt platinum 195.08		79 Au gold 196.97		80 Hg mercury 200.59		81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]		82 Pb lead 207.2		83 Bi bismuth 208.98		84 Po polonium		85 At astatine		86 Rn radon	
87 Fr francium		88 Ra radium		89-103 actinoids		104 Rf rutherfordium		105 Db dubnium		106 Sg seaborgium		107 Bh bohrium		108 Hs hassium		109 Mt meitnerium		110 Ds darmstadtium		111 Rg roentgenium		112 Cn copernicium		113 Nh nihonium		114 Fl flerovium		115 Mc moscovium		116 Lv livermorium		117 Ts tennessine		118 Og oganeson	



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium 144.91	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.



UNSW
SYDNEY

POLAR COVALENT BONDS

Polar covalent: >1 away

e.g. C—Cl bond

1

H

hydrogen

1.008

[1.0078, 1.0082]

2

He

helium

4.0026

3

Li

lithium

6.94

[6.938, 6.997]

4

Be

beryllium

9.0122

11

Na

sodium

22.990

12

Mg

magnesium

24.305

[24.304, 24.307]

13

B

boron

10.81

[10.806, 10.821]

14

C

carbon

12.011

[12.009, 12.012]

15

N

nitrogen

14.007

[14.006, 14.008]

16

O

oxygen

15.999

[15.999, 16.000]

17

F

fluorine

18.998

18

Ne

neon

20.180

19

K

potassium

39.098

20

Ca

calcium

40.078(4)

21

Sc

scandium

44.956

22

Ti

titanium

47.867

23

V

vanadium

50.942

24

Cr

chromium

51.996

25

Mn

manganese

54.938

26

Fe

iron

55.845(2)

27

Co

cobalt

58.933

28

Ni

nickel

58.693

29

Cu

copper

63.546(3)

30

Zn

zinc

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.723

32

Ge

germanium

72.630(8)

33

As

arsenic

74.922

34

Se

selenium

78.971(8)

35

Br

bromine

79.904

[79.901, 79.907]

36

Kr

krypton

83.798(2)

37

Rb

rubidium

85.468

38

Sr

strontium

87.62

39

Y

yttrium

88.906

40

Zr

zirconium

91.224(2)

41

Nb

niobium

92.906

42

Mo

molybdenum

95.95

43

Tc

technetium

101.07(2)

44

Ru

ruthenium

101.07(2)

45

Rh

rhodium

102.91

46

Pd

palladium

106.42

47

Ag

silver

107.87

48

Cd

cadmium

112.41

49

In

indium

114.82

50

Sn

tin

118.71

51

Sb

antimony

121.76

52

Te

tellurium

127.60(3)

53

I

iodine

126.90

54

Xe

xenon

131.29

55

Cs

caesium

132.91

56

Ba

barium

137.33

57-71

lanthanoids

<



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.



UNSW
SYDNEY

IONIC BONDS

Ionic: far away from each other e.g. in MgO or NaCl

IUPAC Periodic Table of the Elements																		18																	
1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]		2 He helium 4.0026																																	
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]		4 Be beryllium 9.0122																																	
11 Na sodium 22.990		12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]																																	
19 K potassium 39.098		20 Ca calcium 40.078(4)		21 Sc scandium 44.956		22 Ti titanium 47.867		23 V vanadium 50.942		24 Cr chromium 51.996		25 Mn manganese 54.938		26 Fe iron 55.845(2)		27 Co cobalt 58.933		28 Ni nickel 58.693		29 Cu copper 63.546(3)		30 Zn zinc 65.38(2)		31 Ga gallium 69.723		32 Ge germanium 72.630(8)		33 As arsenic 74.922		34 Se selenium 78.971(8)		35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]		36 Kr krypton 83.798(2)	
37 Rb rubidium 85.468		38 Sr strontium 87.62		39 Y yttrium 88.906		40 Zr zirconium 91.224(2)		41 Nb niobium 92.906		42 Mo molybdenum 95.95		43 Tc technetium		44 Ru ruthenium 101.07(2)		45 Rh rhodium 102.91		46 Pd palladium 106.42		47 Ag silver 107.87		48 Cd cadmium 112.41		49 In indium 114.82		50 Sn tin 118.71		51 Sb antimony 121.76		52 Te tellurium 127.60(3)		53 I iodine 126.90		54 Xe xenon 131.29	
55 Cs caesium 132.91		56 Ba barium 137.33		57-71 lanthanoids		72 Hf hafnium 178.49(2)		73 Ta tantalum 180.95		74 W tungsten 183.84		75 Re rhenium 186.21		76 Os osmium 190.23(3)		77 Ir iridium 192.22		78 Pt platinum 195.08		79 Au gold 196.97		80 Hg mercury 200.59		81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]		82 Pb lead 207.2		83 Bi bismuth 208.98		84 Po polonium		85 At astatine		86 Rn radon	
87 Fr francium		88 Ra radium		89-103 actinoids		104 Rf rutherfordium		105 Db dubnium		106 Sg seaborgium		107 Bh bohrium		108 Hs hassium		109 Mt meitnerium		110 Ds darmstadtium		111 Rg roentgenium		112 Cn copernicium		113 Nh nihonium		114 Fl flerovium		115 Mc moscovium		116 Lv livermorium		117 Ts tennessine		118 Og oganesson	



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

YOU PREDICT!

What type of bond will likely form between a C atom and a O atom?

A. covalent

B. Polar covalent



C. Ionic.

D. Metallic

E. Not possible to determine

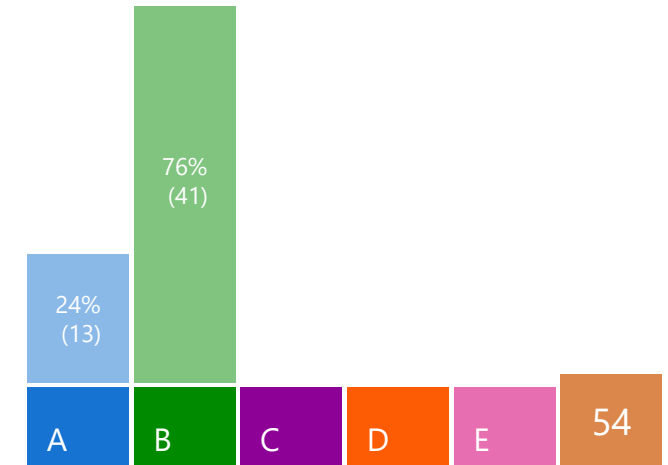
IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H hydrogen 1.008, 1.0062																	18 Ar argon 39.95																																																																
3 Li lithium 6.938, 6.941	2 Be beryllium 9.012																	19 K potassium 39.098																																																															
Key:		atomic number Symbol name atomic weight standard atomic weight																20 Ca calcium 40.078																																																															
11 Na sodium 22.990, 22.989, 22.991	12 Mg magnesium 24.305	13 Al aluminum 26.982	14 Si silicon 28.086	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06, 32.055, 32.065	17 Cl chlorine 35.45, 35.453, 35.457	18 Ar argon 39.95	19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.88	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546	30 Zn zinc 65.38	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.96	35 Br bromine 79.904	36 Kr krypton 83.796																																																								
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium 98	44 Ru ruthenium 101.07	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.6	53 I iodine 126.91	54 Xe xenon 131.29	55 Cs cesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium 145	62 Sm samarium 150.36	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97	72 Hf hafnium 178.49	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium 209	85 At astatine 210	86 Rn radon 222	87 Fr francium 223	88 Ra radium 226	89 Ac actinide	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium 237	94 Pu plutonium 244	95 Am americium 243	96 Cm curium 247	97 Bk berkelium 247	98 Cf californium 251	99 Es einsteinium 252	100 Fm fermium 257	101 Md mendelevium 258	102 No nobelium 259	103 Lr lawrencium 262	104 Rf rutherfordium 261	105 Db dubnium 262	106 Sg seaborgium 266	107 Bh bohrium 264	108 Hs hassium 277	109 Mt meitnerium 268	110 Ds darmstadtium 271	111 Rg roentgenium 272	112 Cn copernicium 285	113 Nh nihonium 284	114 Fl flerovium 289	115 Mc moscovium 288	116 Lv livermorium 293	117 Ts tennessine 294	118 Og oganeson 294




107 Bohrium 262	108 Hassium 265	109 Meitnerium 266	110 Darmstadtium 271	111 Roentgenium 272	112 Copernicium 285	113 Nihonium 284	114 Flerovium 289	115 Moscovium 288	116 Livermorium 293	117 Tennessine 294	118 Oganesson 294
-----------------------	-----------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------

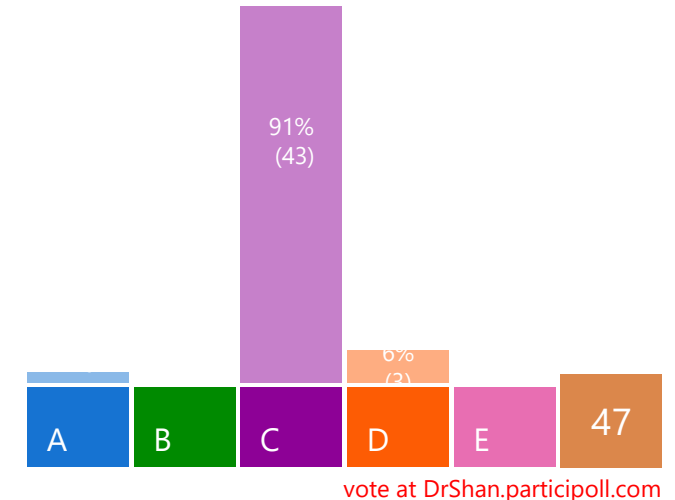
For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016. Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.



vote at DrShan.participoll.com

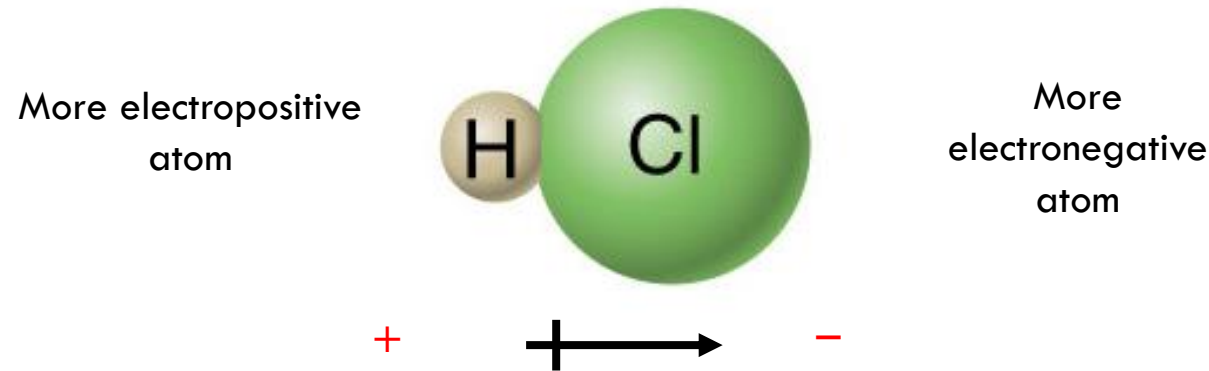
What type of bond will likely form between a Mg atom and a S atom?

- A. covalent
- B. Polar covalent
- C. Ionic. 
- D. Metallic
- E. Not possible to determine



BOND POLARITY

The direction of the polarity in the bond is sometimes shown as an arrow pointing towards the more electronegative atom, indicating the pull of the electrons in the bond. The end away from the arrowhead is crossed to indicate that it is more positive.



Electrons are “pulled” towards the chlorine, making it more negative.

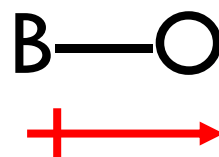
Bond dipole moments are vectors, and can be combined for a molecule to give an overall molecular dipole moment (sometimes may be zero).

BOND POLARITY EXAMPLE

Determine the type of bond in B—O and draw an arrow indicating the polarity:

13	14	15	16	17	neonium 4.0026
5 B boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
13 Al aluminium 26.982	14 Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 Ar argon 39.948

Boron and oxygen are more than 1 apart so this is polar covalent. Oxygen is the more electronegative atom so the arrowhead is at the oxygen end of the bond.



QUESTIONS TO TEST YOURSELF ON

Answers at the end

BOND TYPE 1

Predict the bond type between: As—Se

A	Covalent
B	Polar covalent
C	Ionic
D	Metallic
E	Don't know

1

1

H

hydrogen

1.008

[1.0078, 1.0082]

2

3

Li

lithium

6.94

[6.938, 6.997]

4

Be

beryllium

9.0122

11

Na

sodium

22.990

12

Mg

magnesium

24.305

[24.304, 24.307]

19

K

potassium

39.098

20

Ca

calcium

40.078(4)

21

Sc

scandium

44.956

22

Ti

titanium

47.867

23

V

vanadium

50.942

24

Cr

chromium

51.996

25

Mn

manganese

54.938

26

Fe

iron

55.845(2)

27

Co

cobalt

58.933

28

Ni

nickel

58.693

29

Cu

copper

63.546(3)

30

Zn

zinc

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.723

32

Ge

germanium

72.630(8)

33

As

arsenic

74.922

34

Se

selenium

78.971(8)

35

Br

bromine

79.904

[79.901, 79.907]

36

Kr

krypton

83.798(2)

37

Rb

rubidium

85.468

38

Sr

strontium

87.62

39

Y

yttrium

88.906

40

Zr

zirconium

91.224(2)

41

Nb

niobium

92.906

42

Mo

molybdenum

95.95

43

Tc

technetium

101.07(2)

44

Ru

ruthenium

102.91

45

Rh

rhodium

106.42

46

Pd

palladium

107.87

47

Ag

silver

107.87

48

Cd

cadmium

112.41

49

In

indium

114.82

50

Sn

tin

118.71

51

Sb

antimony

121.76

52

Te

tellurium

127.60(3)

53

I

iodine

126.90

54

Xe

xenon

131.29

55

Cs

caesium

132.91

56

Ba

barium

137.33

57-71

lanthanoids

72

Hf

hafnium

178.49(2)

73

Ta

tantalum

180.95

74

W

tungsten

183.84

75

Re

rhenium

186.21

76

Os

osmium

190.23(3)

77

Ir

iridium

192.22

78

Pt

platinum

195.08

79

Au

gold

196.97

80

Hg

mercury

200.59

81

Tl

thallium

204.38

[204.38, 204.39]

82

Pb

lead

207.2

83

Bi

bismuth

208.98

84

Po

polonium

85

At

astatine

86

Rn

radon

87

Fr

francium

88

Ra

radium

89-103

actinoids

104

Rf

rutherfordium

105

Db

dubnium

106

Sg

seaborgium

107

Bh

bohrium

108

Hs

hassium

109

Mt

meitnerium

110

Ds

darmstadtium

111

Rg

roentgenium

112

Cn

copernicium

113

Nh

nihonium

114

Fl

flerovium

115

Mc

moscovium

116

Lv

livermorium

117

Ts

tennessine

118

Og

oganeson

Key:

atomic number

Symbol

name

conventional atomic weight

standard atomic weight

13

5

B

boron

10.81

[10.806, 10.821]

14

6

C

carbon

12.011

[12.009, 12.012]

15

7

N

nitrogen

14.007

[14.006, 14.008]

16

8

O

oxygen

15.999

[15.999, 16.000]

17

9

F

fluorine

18.998

18

10

Ne

neon

20.180

13

13

Al

aluminium

26.982

14

14

Si

silicon

28.086

[28.084, 28.086]

15

15

P

phosphorus

30.974

16

16

S

sulfur

32.06

[32.059, 32.076]

17

17

Cl

chlorine

35.45

[35.446, 35.457]

18

18

Ar

argon

39.948



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY



57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

BOND TYPE 2

Predict the bond type between: C—O

A	Covalent
B	Polar covalent
C	Ionic
D	Metallic
E	Don't know

1

1

H

hydrogen

1.008

[1.0078, 1.0082]

2

2

He

helium

4.0026

3

Li

lithium

6.94

[6.938, 6.997]

4

Be

beryllium

9.0122

11

Na

sodium

22.990

12

Mg

magnesium

24.305

[24.304, 24.307]

13

B

boron

10.81

[10.806, 10.821]

14

C

carbon

12.011

[12.009, 12.012]

15

N

nitrogen

14.007

[14.006, 14.008]

16

O

oxygen

15.999

[15.999, 16.000]

17

F

fluorine

18.998

18

Ne

neon

20.180

19

K

potassium

39.098

20

Ca

calcium

40.078(4)

21

Sc

scandium

44.956

22

Ti

titanium

47.867

23

V

vanadium

50.942

24

Cr

chromium

51.996

25

Mn

manganese

54.938

26

Fe

iron

55.845(2)

27

Co

cobalt

58.933

28

Ni

nickel

58.693

29

Cu

copper

63.546(3)

30

Zn

zinc

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.723

32

Ge

germanium

72.630(8)

33

As

arsenic

74.922

34

Se

selenium

78.971(8)

35

Br

bromine

79.904

[79.901, 79.907]

36

Kr

krypton

83.798(2)

37

Rb

rubidium

85.468

38

Sr

strontium

87.62

39

Y

yttrium

88.906

40

Zr

zirconium

91.224(2)

41

Nb

niobium

92.906

42

Mo

molybdenum

95.95

43

Tc

technetium

44

Ru

ruthenium

101.07(2)

45

Rh

rhodium

102.91

46

Pd

palladium

106.42

47

Ag

silver

107.87

48

Cd

cadmium

112.41

49

In

indium

114.82

50

Sn

tin

118.71

51

Sb

antimony

121.76

52

Te

tellurium

127.60(3)

53

I

iodine

126.90

54

Xe

xenon

131.29

55

Cs

caesium

132.91

56

Ba

barium

137.33

57-71

lanthanoids

72

Hf

hafnium

178.49(2)

73

Ta

tantalum

180.95

74

W

tungsten

183.84

75

Re

rhenium

186.21

76

Os

osmium

190.23(3)

77

Ir

iridium

192.22

78

Pt

platinum

195.08

79

Au

gold

196.97

80

Hg

mercury

200.59

81

Tl

thallium

204.38

[204.38, 204.39]

82

Pb

lead

207.2

83

Bi

bismuth

208.98

84

Po

polonium

85

At

astatine

86

Rn

radon

87

Fr

francium

88

Ra

radium

89-103

actinoids

104

Rf

rutherfordium

105

Db

dubnium

106

Sg

seaborgium

107

Bh

bohrium

108

Hs

hassium

109

Mt

meitnerium

110

Ds

darmstadtium

111

Rg

roentgenium

112

Cn

copernicium

113

Nh

nihonium

114

Fl

flerovium

115

Mc

moscovium

116

Lv

livermorium

117

Ts

tennessine

118

Og

oganeson

Key:

atomic number

Symbol

name

conventional atomic weight

standard atomic weight

IUPAC Periodic Table of the Elements



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY



57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Predict the bond type between: C—C

A	Covalent
B	Polar covalent
C	Ionic
D	Metallic
E	Don't know

IUPAC Periodic Table of the Elements

IUPAC Periodic Table of the Elements																		18																	
1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]		2 He helium 4.0026																																	
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]		4 Be beryllium 9.0122		Key: atomic number Symbol name conventional atomic weight standard atomic weight										13 5 B boron 10.81 [10.806, 10.821]		14 6 C carbon 12.01 [12.009, 12.012]		15 7 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]		16 8 O oxygen 15.999 [15.998, 16.000]		17 9 F fluorine 18.998 18.998		10 Ne neon 20.180 20.180											
11 Na sodium 22.990		12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al aluminium 26.982		14 Si silicon 28.086 [28.084, 28.086]		15 P phosphorus 30.974		16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]		17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]		18 Ar argon 39.948 39.948	
19 K potassium 39.098		20 Ca calcium 40.078(4)		21 Sc scandium 44.956		22 Ti titanium 47.867		23 V vanadium 50.942		24 Cr chromium 51.996		25 Mn manganese 54.938		26 Fe iron 55.845(2)		27 Co cobalt 58.933		28 Ni nickel 58.693		29 Cu copper 63.546(3)		30 Zn zinc 65.38(2)		31 Ga gallium 69.723		32 Ge germanium 72.630(8)		33 As arsenic 74.922		34 Se selenium 78.971(8)		35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]		36 Kr krypton 83.798(2)	
37 Rb rubidium 85.468		38 Sr strontium 87.62		39 Y yttrium 88.906		40 Zr zirconium 91.224(2)		41 Nb niobium 92.906		42 Mo molybdenum 95.95		43 Tc technetium 95.95		44 Ru ruthenium 101.07(2)		45 Rh rhodium 102.91		46 Pd palladium 106.42		47 Ag silver 107.87		48 Cd cadmium 112.41		49 In indium 114.82		50 Sn tin 118.71		51 Sb antimony 121.76		52 Te tellurium 127.60(3)		53 I iodine 126.90		54 Xe xenon 131.29	
55 Cs caesium 132.91		56 Ba barium 137.33		57-71 lanthanoids		72 Hf hafnium 178.49(2)		73 Ta tantalum 180.95		74 W tungsten 183.84		75 Re rhenium 186.21		76 Os osmium 190.23(3)		77 Ir iridium 192.22		78 Pt platinum 195.08		79 Au gold 196.97		80 Hg mercury 200.59		81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]		82 Pb lead 207.2		83 Bi bismuth 208.98		84 Po polonium		85 At astatine		86 Rn radon	
87 Fr francium		88 Ra radium		89-103 actinoids		104 Rf rutherfordium		105 Db dubnium		106 Sg seaborgium		107 Bh bohrium		108 Hs hassium		109 Mt meitnerium		110 Ds darmstadtium		111 Rg roentgenium		112 Cn copernicium		113 Nh nihonium		114 Fl flerovium		115 Mc moscovium		116 Lv livermorium		117 Ts tennessine		118 Og oganesesson	



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

BOND TYPE 3

Predict the bond type between: Cu—Zn

A	Covalent
B	Polar covalent
C	Ionic
D	Metallic
E	Don't know

IUPAC Periodic Table of the Elements

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

BOND TYPE 5

Predict the bond type between: K—Br

A	Covalent
B	Polar covalent
C	Ionic
D	Metallic
E	Don't know

1

1

H

hydrogen

1.008

[1.0078, 1.0082]

2

3

Li

lithium

6.94

[6.938, 6.997]

4

Be

beryllium

9.0122

5

11

Na

sodium

22.990

12

Mg

magnesium

24.305

[24.304, 24.307]

13

14

15

16

17

18

atomic number

Symbol

name

conventional atomic weight

standard atomic weight

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

Rb

rubidium

85.468

38

Sr

strontium

87.62

39

Y

yttrium

88.906

40

Zr

zirconium

91.224(2)

41

Nb

niobium

92.906

42

Mo

molybdenum

95.95

43

Tc

technetium

101.07(2)

44

Ru

ruthenium

102.91

45

Rh

rhodium

106.42

46

Pd

palladium

107.87

47

Ag

silver

107.87

48

Cd

cadmium

112.41

49

In

indium

114.82

50

Sn

tin

118.71

51

Sb

antimony

121.76

52

Te

tellurium

127.60(3)

53

I

iodine

126.90

54

Xe

xenon

131.29

55

Cs

caesium

132.91

56

Ba

barium

137.33

57-71

lanthanoids

72

Hf

hafnium

178.49(2)

73

Ta

tantalum

180.95

74

W

tungsten

183.84

75

Re

rhenium

186.21

76

Os

osmium

190.23(3)

77

Ir

iridium

192.22

78

Pt

platinum

195.08

79

Au

gold

196.97

80

Hg

mercury

200.59

81

Tl

thallium

204.38

[204.38, 204.39]

82

Pb

lead

207.2

83

Bi

bismuth

208.98

84

Po

polonium

85

At

astatine

86

Rn

radon

87

Fr

francium

88

Ra

radium

89-103

actinoids

104

Rf

rutherfordium

105

Db

dubnium

106

Sg

seaborgium

107

Bh

bohrium

108

Hs

hassium

109

Mt

meitnerium

110

Ds

darmstadtium

111

Rg

roentgenium

112

Cn

copernicium

113

Nh

nihonium

114

Fl

flerovium

115

Mc

moscovium

116

Lv

livermorium

117

Ts

tennessine

118

Og

oganeson



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	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

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

ANSWERS

1. A

2. B

3. A

4. D

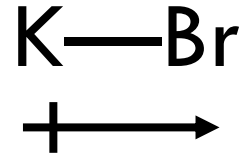
5. C

BOND POLARITY EXAMPLE

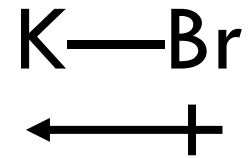
What is the direction of the polarity in the K—Br bond?



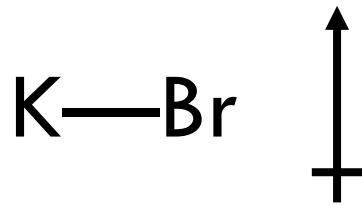
A



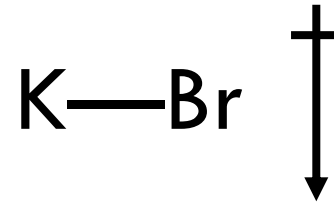
B



C



D

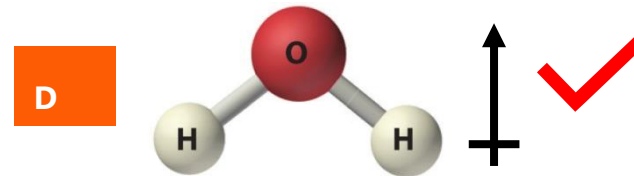
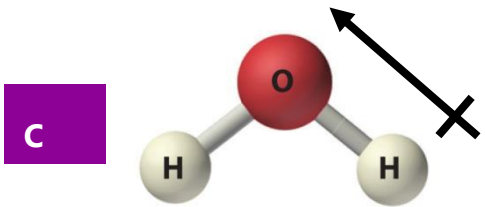
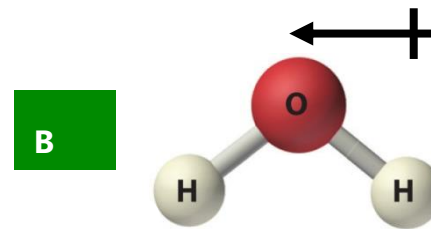
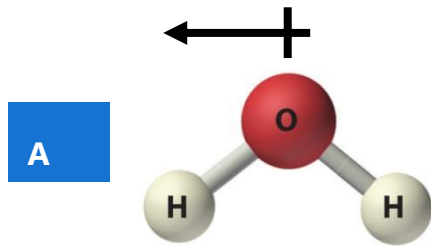


E

Don't know

BOND POLARITY EXAMPLE

What is the direction of the polarity in the O—H bond in a water molecule?



E Don't know