



DIKTAT PERKULIAHAN
KIMIA DASAR

FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
IAIN SYEKH NURJATI CIREBON

Penyusun: Indah Rizki Anugrah, M.Pd.

Identitas Mata Kuliah

- Kode MK : TBO60005
- Semester : 1
- Jumlah sks : 3 (2 sks teori, 1 sks praktikum daring*)
- Metode : Daring (youtube, google classroom, e-learning)
- Tujuan MK : memahami berbagai fenomena kimiawi dan mekanisme perubahannya serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Di samping itu, juga untuk memberikan gambaran lebih lengkap tentang aspek molekuler dari fenomena kimiawi tersebut, khususnya yang berkaitan dengan ilmu Biologi.

Rencana Perkuliahan*



Mekanisme Penilaian

- Kehadiran* : 5 %
- Tugas terstruktur : 15% (praktikum)
- Tugas mandiri : 15% (tugas harian dan kelompok)
- UTS : 25%
- UAS : 40%

*Absen sebanyak 4x akan dilakukan pengurangan sebanyak 10 poin dari akumulasi nilai akhir

**Absen lebih dari 4x otomatis mendapat nilai E (tidak lulus) dan harus mengulang di tahun selanjutnya

Teknis Perkuliahan

- Perkuliahan dilakukan secara daring menggunakan Google Classroom/GCR (kode kelas: yehiobn), dibantu platform lain seperti *whatsapp group*, *Zoom meeting* (jika memungkinkan) dan LMS lain yang mendukung.
- Materi perkuliahan setiap pertemuan akan *diupload* di Youtube dan harus dipelajari terlebih dahulu secara mandiri oleh mahasiswa.
- Kelas pada GCR berfungsi untuk mendiskusikan materi yang telah dipelajari sebelumnya dari Youtube. Oleh karena itu, penting sekali untuk betul-betul mempelajari terlebih dahulu materi yang akan didiskusikan pada kelas GCR agar diskusi lebih efektif dan efisien.
- Presensi mahasiswa dilakukan di kelas GCR pada 15 menit pertama kelas dimulai (jadwal MK setiap hari Selasa, 10.00 – 11.40). Mahasiswa yang tidak mengisi presensi atau terlambat mengisi presensi, dianggap tidak hadir.

Teknis Pelaksanaan Praktikum

- Praktikum dilakukan secara daring.
- Hal yang harus dilakukan oleh mahasiswa terkait praktikum:
 - membuat jurnal praktikum,
 - pretest,
 - pengamatan/percobaan praktikum daring,
 - membuat laporan praktikum.



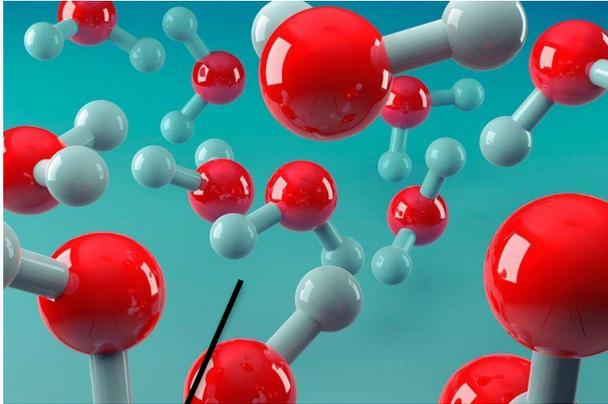
RUANG LINGKUP KIMIA DASAR

Pertemuan 1

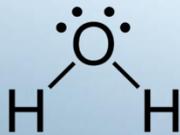
Definisi Kimia

- Cabang dari ilmu fisik yang mempelajari tentang **susunan, struktur, sifat,** dan **perubahan materi.**
- Mempelajari kimia perlu memahami tiga tingkat representasi kimia, yaitu: level makroskopik, submikroskopik dan simbolik.

Representasi Kimia



submikroskopik



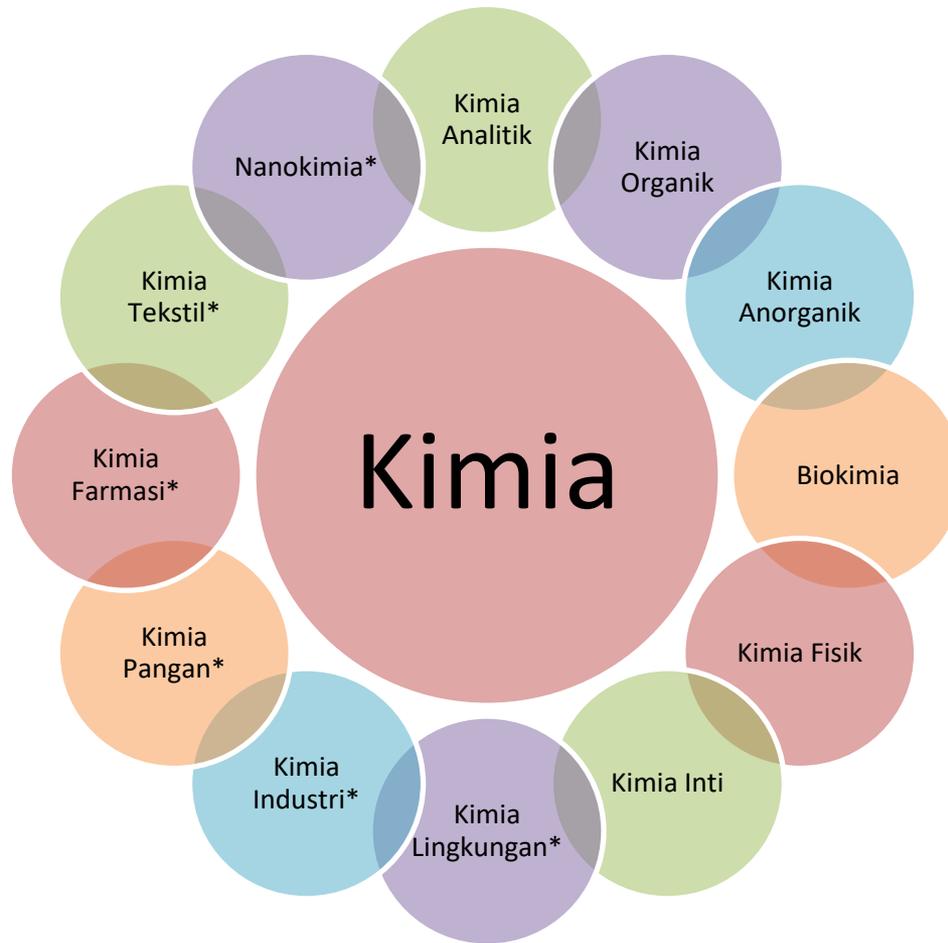
atau H_2O

simbolik



makroskopik

Cabang Ilmu Kimia



Perubahan Fisik vs Perubahan Kimia

- Perubahan fisik hanya melibatkan perubahan wujud, sedangkan perubahan kimia menghasilkan zat baru.
- Perubahan fisik dapat kembali ke wujud semula, sedangkan perubahan kimia tidak dapat kembali ke wujud semula.
- Perubahan kimia sering disamakan istilahnya dengan reaksi kimia.

Ciri Reaksi Kimia



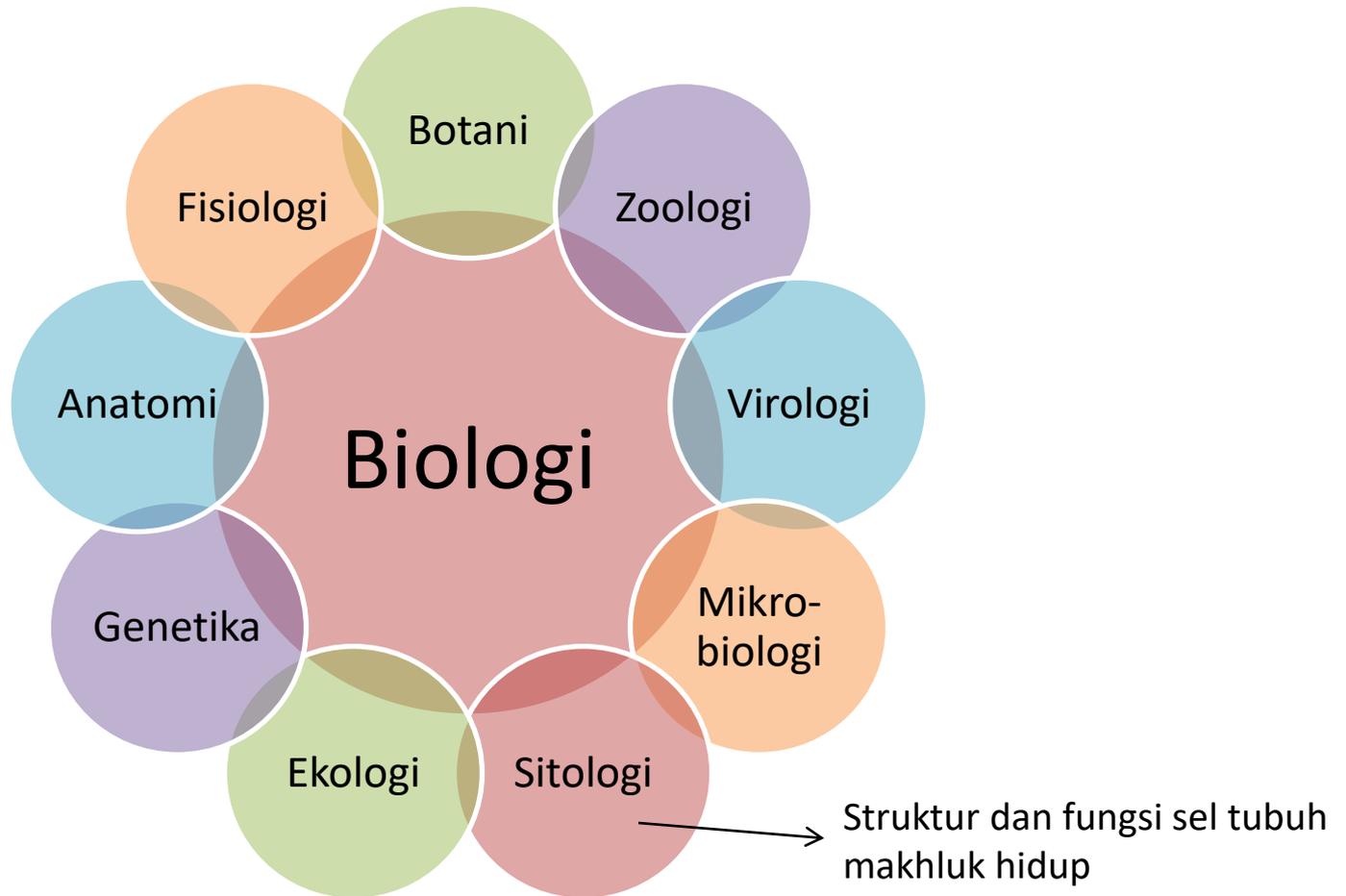
- Perubahan warna
- Perubahan temperatur
- Munculnya gelembung gas
- Terbentuknya endapan

Tugas 1

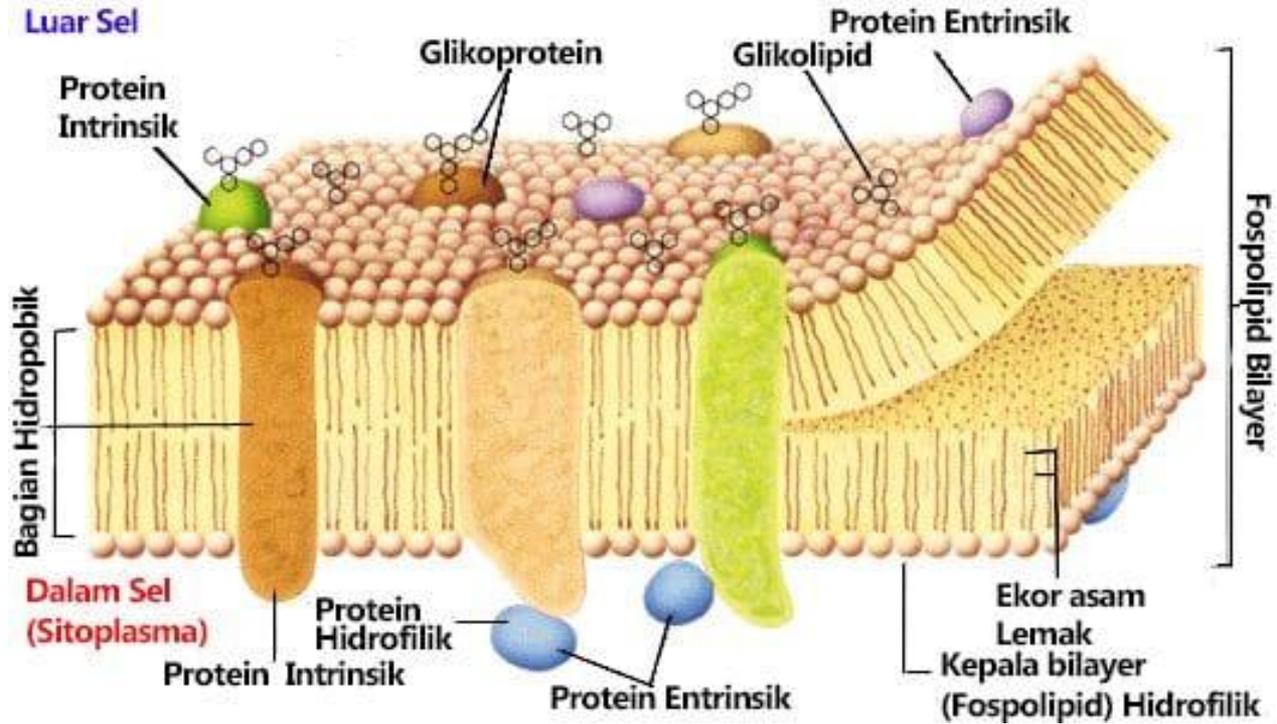
Tuliskan contoh-contoh reaksi kimia masing-masing satu, berdasarkan ciri reaksinya. Sertai gambar/video.

Mengapa harus mempelajari Kimia Dasar di jurusan Tadris Biologi?

Cabang Biologi



Membran Sel



Sebutkan aspek-aspek yang berkaitan dengan konsep kimia?



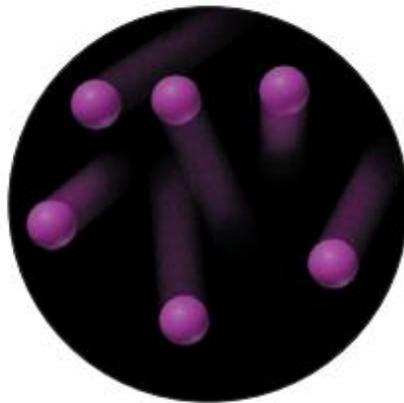
STRUKTUR ATOM DAN SISTEM PERIODIK

Pertemuan 2

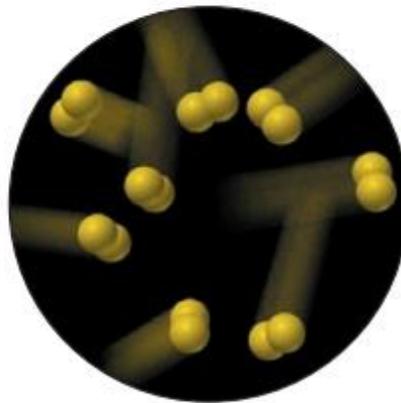
Komponen Materi

Unsur, Senyawa dan Campuran

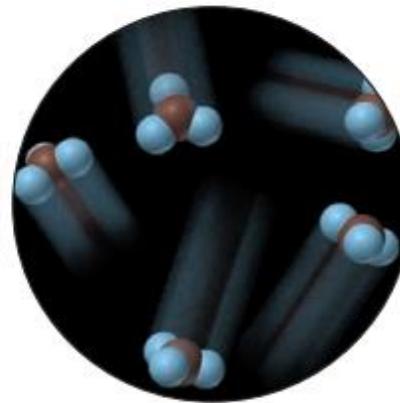
Unsur vs Senyawa vs Campuran



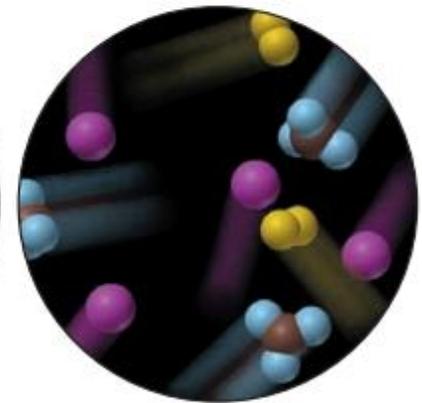
A Atoms of an element



B Molecules of an element



C Molecules of a compound



D Mixture of two elements
and a compound

Analisis gambar di atas, hal apa saja yang dapat anda simpulkan?

Kesimpulan

Jenis Materi

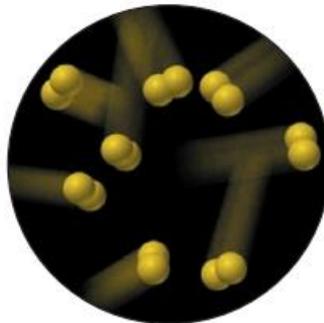
- Unsur
- Senyawa
- Campuran

Penyusunnya

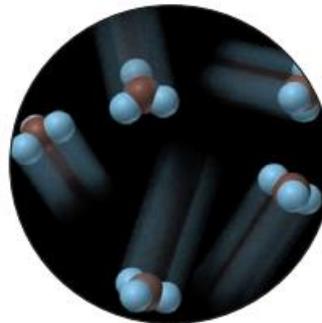
- Atom tunggal (monoatomik)
- Atom rangkap (poliatomik)
- Molekul
- Gabungan beberapa atom dan/atau molekul



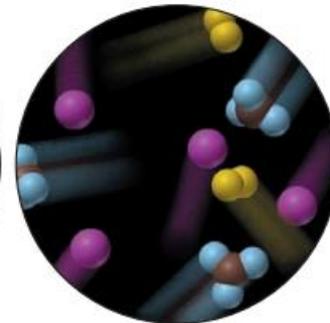
A Atoms of an element



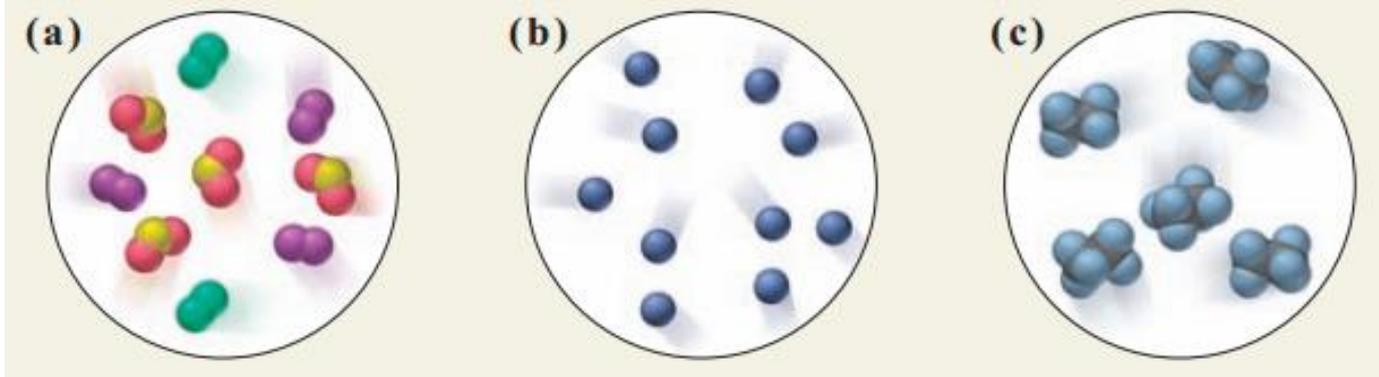
B Molecules of an element



C Molecules of a compound



D Mixture of two elements and a compound

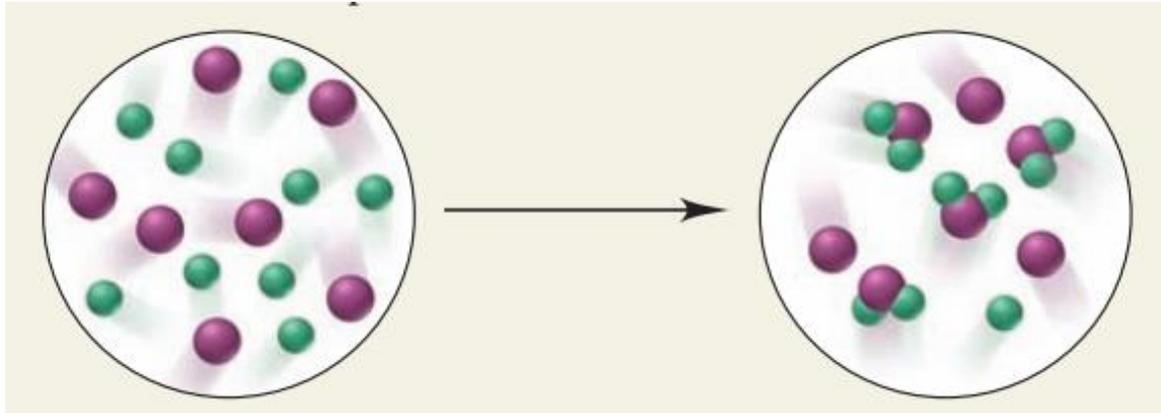


Describe each sample as an element (unsur), compound (senyawa), or mixture (campuran)

Teori Atom Dalton (1808)

- Setiap materi tersusun dari atom-atom, partikel sangat kecil yang tidak dapat dilihat secara kasat mata, yang mana tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan.
- Atom suatu unsur tidak dapat diubah menjadi atom unsur lain. Dalam reaksi kimia, hanya terjadi rekombinasi dari susunan atom untuk membentuk materi baru.
- Atom-atom suatu unsur identik massa dan sifat lainnya serta berbeda sifatnya dengan atom dari unsur lain.
- Senyawa terbentuk dari kombinasi kimiawi atom-atom suatu unsur dengan rasio spesifik tertentu.

Visualisasi Teori Atom Dalton

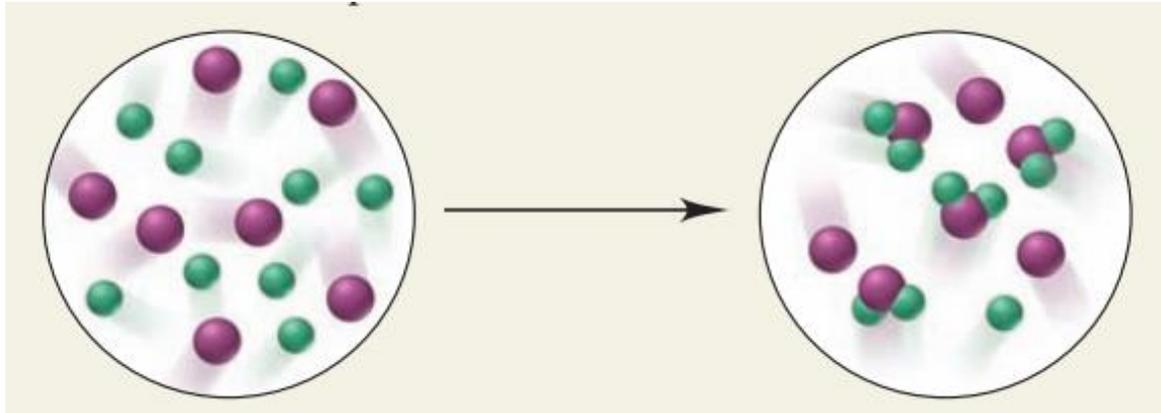


Petunjuk:

1. Hitung masing-masing atom pada gambar kiri dan kanan.
2. Amati perbedaan komposisi atom pada gambar kiri dan kanan.

Apa kesimpulannya?

Visualisasi Teori Atom Dalton



1. **Konservasi massa** sebelum dan setelah reaksi (jumlah dan jenis atom identik pada kedua lingkaran)
2. Komposisi senyawa yang terbentuk membentuk **perbandingan tertentu** yang konsisten, yaitu 1 atom ungu dan 2 atom hijau)

Penemuan Elektron (J. J. Thomson)

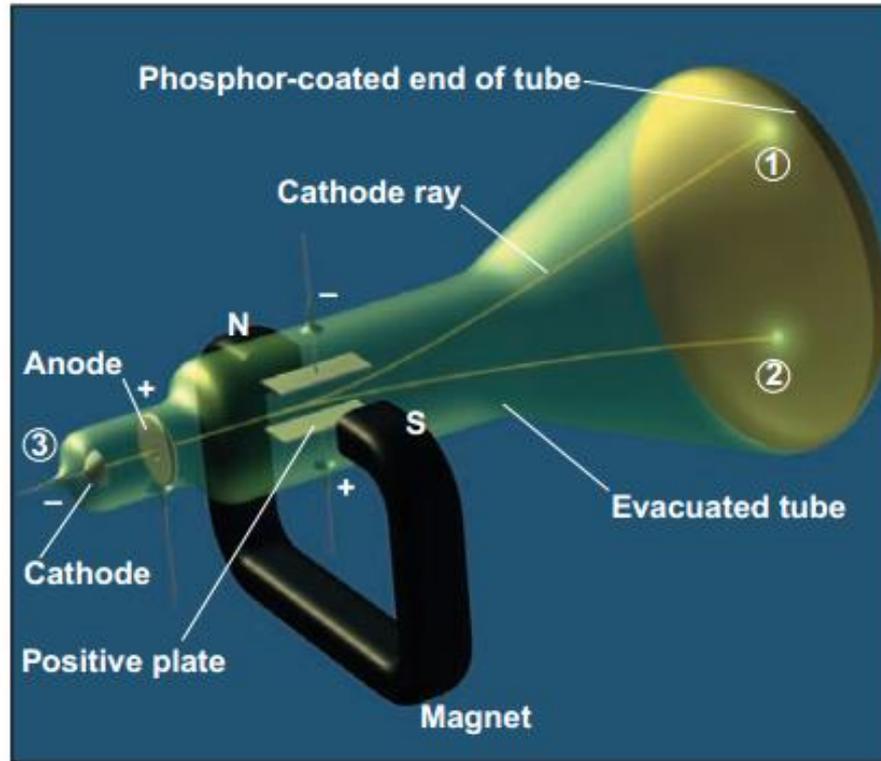


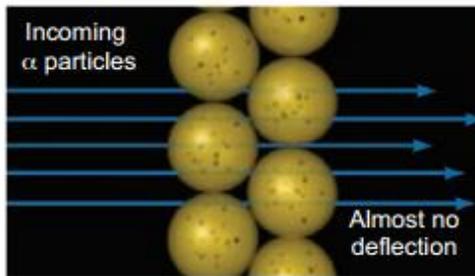
Figure 2.4 Experiments to determine the properties of cathode rays.

A cathode ray forms when high voltage is applied to a partially evacuated tube. The ray passes through a hole in the anode and hits the coated end of the tube to produce a glow.

OBSERVATION	CONCLUSION
1. Ray bends in magnetic field	Consists of charged particles
2. Ray bends toward positive plate in electric field	Consists of negative particles
3. Ray is identical for any cathode	Particles found in all matter

Penemuan Inti Atom (Rutherford)

A Hypothesis: Expected result based on "plum pudding" model

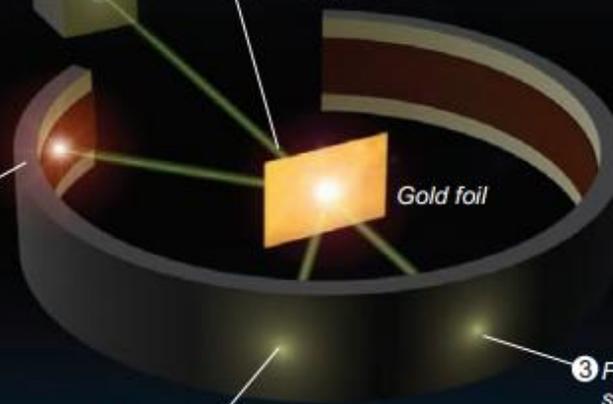


Cross section of gold foil composed of "plum pudding" atoms

Major deflections of α particles are seen very rarely.

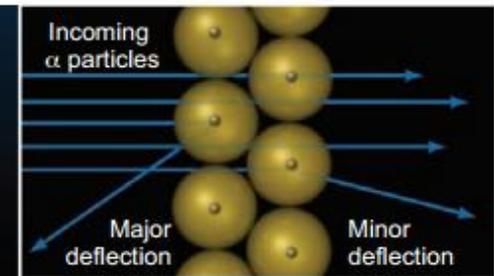
B Experiment

- 1 Radioactive sample emits beam of α particles
- 2 Beam of α particles strikes gold foil



Minor deflections of α particles are seen occasionally.

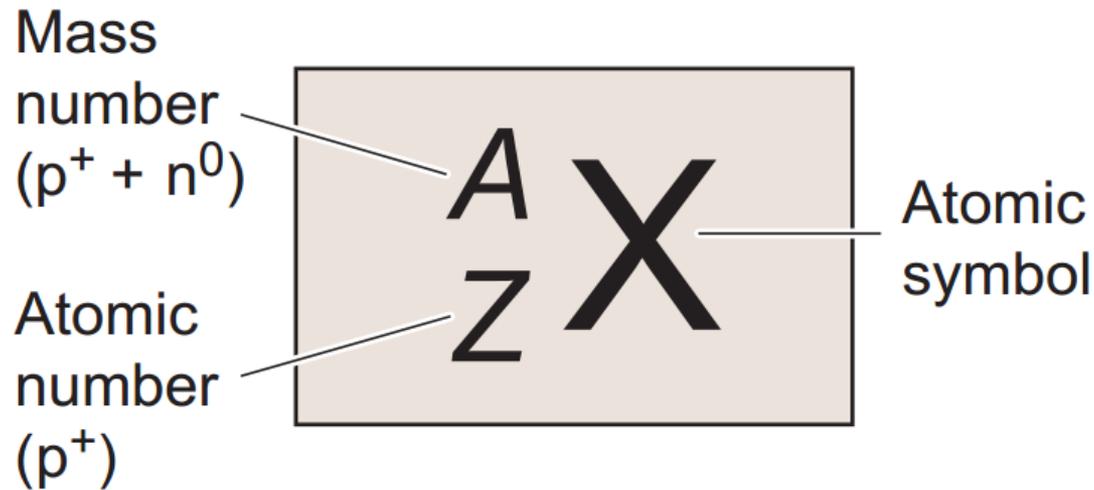
C Actual result



Cross section of gold foil composed of atoms that each have a tiny, massive, positive nucleus

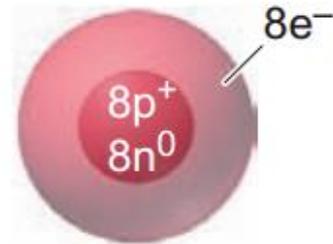
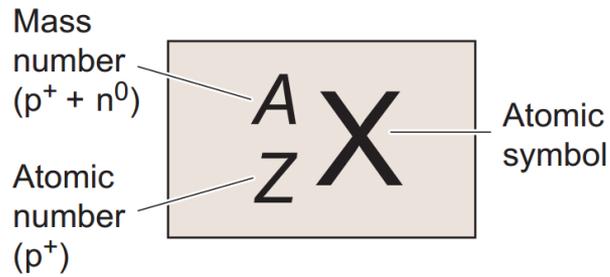
Flashes of light produced when α particles strike zinc sulfide screen show that most α particles pass through foil with little or no deflection.

Teori Atom Saat Ini

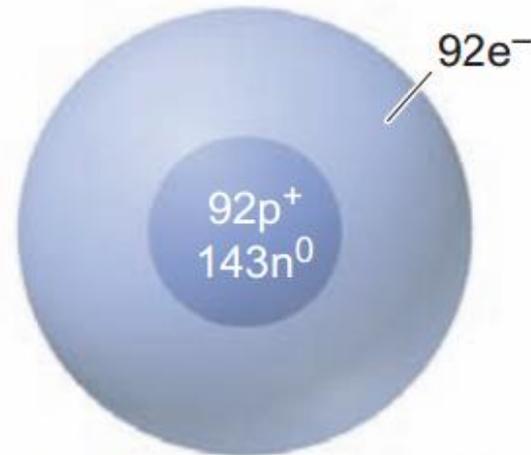


- Atom bersifat **netral** karena jumlah $p = e$.
- Pada suatu kondisi, e dapat berkurang dan bertambah sehingga atom tidak bersifat netral lagi >> terbentuk ion.
- Ion positif (kation): jumlah $p > e$
- Ion negatif (anion): jumlah $e > p$

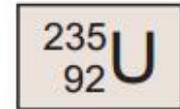
Contoh



An atom of oxygen-16



An atom of uranium-235



ISOTOP

- Setiap atom suatu unsur memiliki **nomor atom yang identik**.
- Pada unsur-unsur tertentu, terdapat atom yang nomor atomnya identik, namun **nomor massanya berbeda >> isotop**.
- Isotop suatu unsur adalah atom-atom yang memiliki jumlah **neutron** yang berbeda.

Menentukan jumlah partikel subatomik

Contoh:

Silicon (Si) is essential to the computer industry as a major component of semiconductor chips. It has three naturally occurring isotopes: ^{28}Si , ^{29}Si , and ^{30}Si .

Determine the numbers of protons, neutrons, and electrons in each silicon isotope.

Jawaban.

Latihan

Buka tabel periodik unsur, cari unsur K, I, dan Pb.
Tuliskan lambang atom untuk kedua unsur tersebut dan sebutkan jumlah proton, elektron dan neutron masing-masing atom tersebut.

Tabel Periodik Unsur Modern

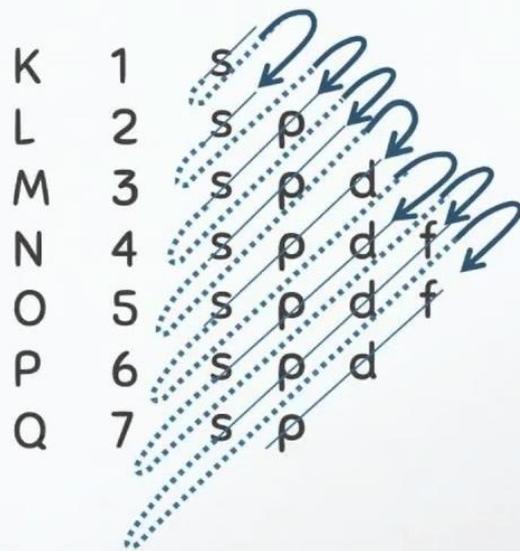
		MAIN-GROUP ELEMENTS										MAIN-GROUP ELEMENTS												
		1A (1)									2A (2)											8A (18)		
		1											2											10
		H 1.008											He 4.003											Ne 20.18
		3	4	TRANSITION ELEMENTS										13	14	15	16	17	18					
		Li 6.941	Be 9.012	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	8B (8) (9) (10)			1B (11)	2B (12)	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95					
Period	1	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
	2	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 65.41	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80					
	3	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54					
	4	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc (98)	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					
	5	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86					
	6	Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.9	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)					
	7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116							
8	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (263)	Db (262)	Sg (266)	Bh (267)	Hs (277)	Mt (268)	Ds (281)	Rg (272)													
		INNER TRANSITION ELEMENTS																						
6	Lanthanides	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0									
7	Actinides	90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)									

Latihan

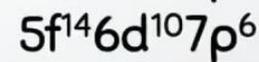
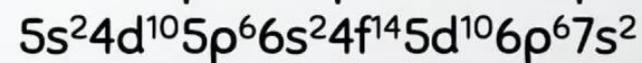
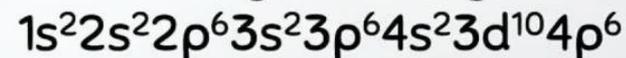
Dari soal latihan sebelumnya, tentukan termasuk golongan dan periode berapakah unsur-unsur tersebut?

Menentukan golongan dan periode

- Asas Aufbau (*build up*)



Urutan tingkat energi :



Catatan:

Subkulit s maksimal diisi 2 elektron

Subkulit p maksimal diisi 6 elektron

Subkulit d maksimal diisi 10 elektron

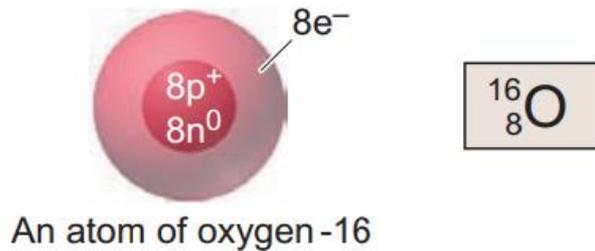
Subkulit f maksimal diisi 14 elektron

Jika kulit terakhir hanya mengandung subkulit s dan/atau p >> golongan A

Jika kulit terakhir hanya mengandung subkulit d >> golongan B

Menentukan golongan dan periode

Contoh:



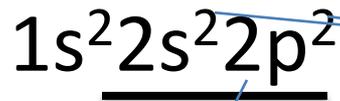
K	1	s
L	2	s p
M	3	s p d
N	4	s p d f
O	5	s p d f
P	6	s p d
Q	7	s p

Urutan tingkat energi :
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$
 $5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2$
 $5f^{14} 6d^{10} 7p^6$

Jumlah e = 8

Atom O-16 golongan IVA dan periode ke 2

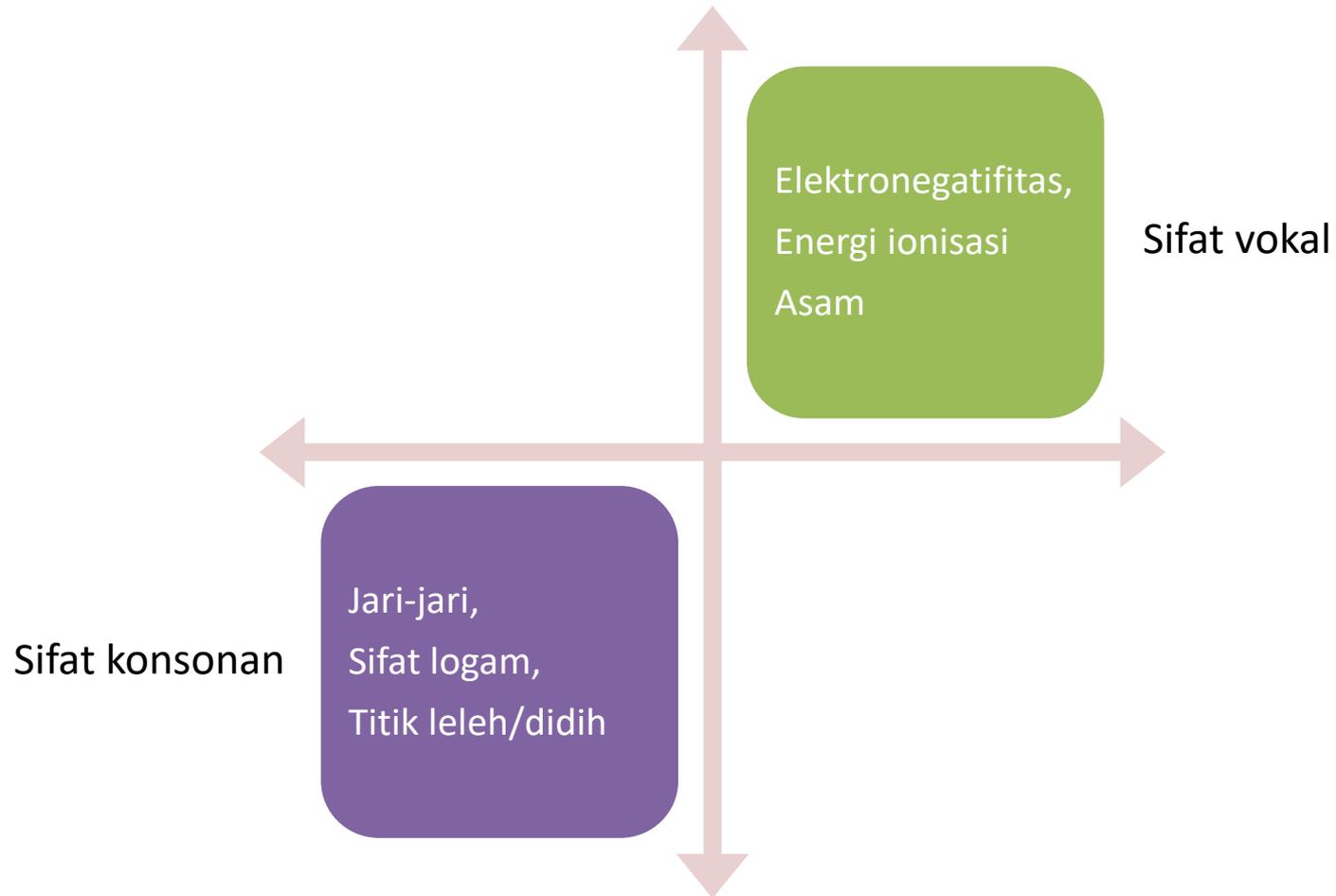
Konfigurasi elektron (berdasarkan asas Aufbau):



jumlah elektron pada kulit terakhir menunjukkan nomor golongan

angka paling besar menunjukkan nomor periode

Kecenderungan Sifat Atom Secara Periodik

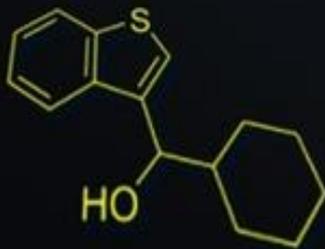
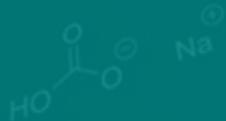
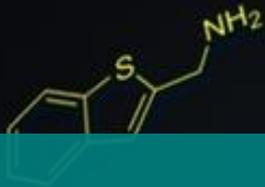
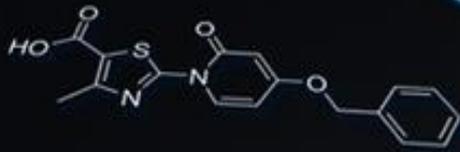


KUIS

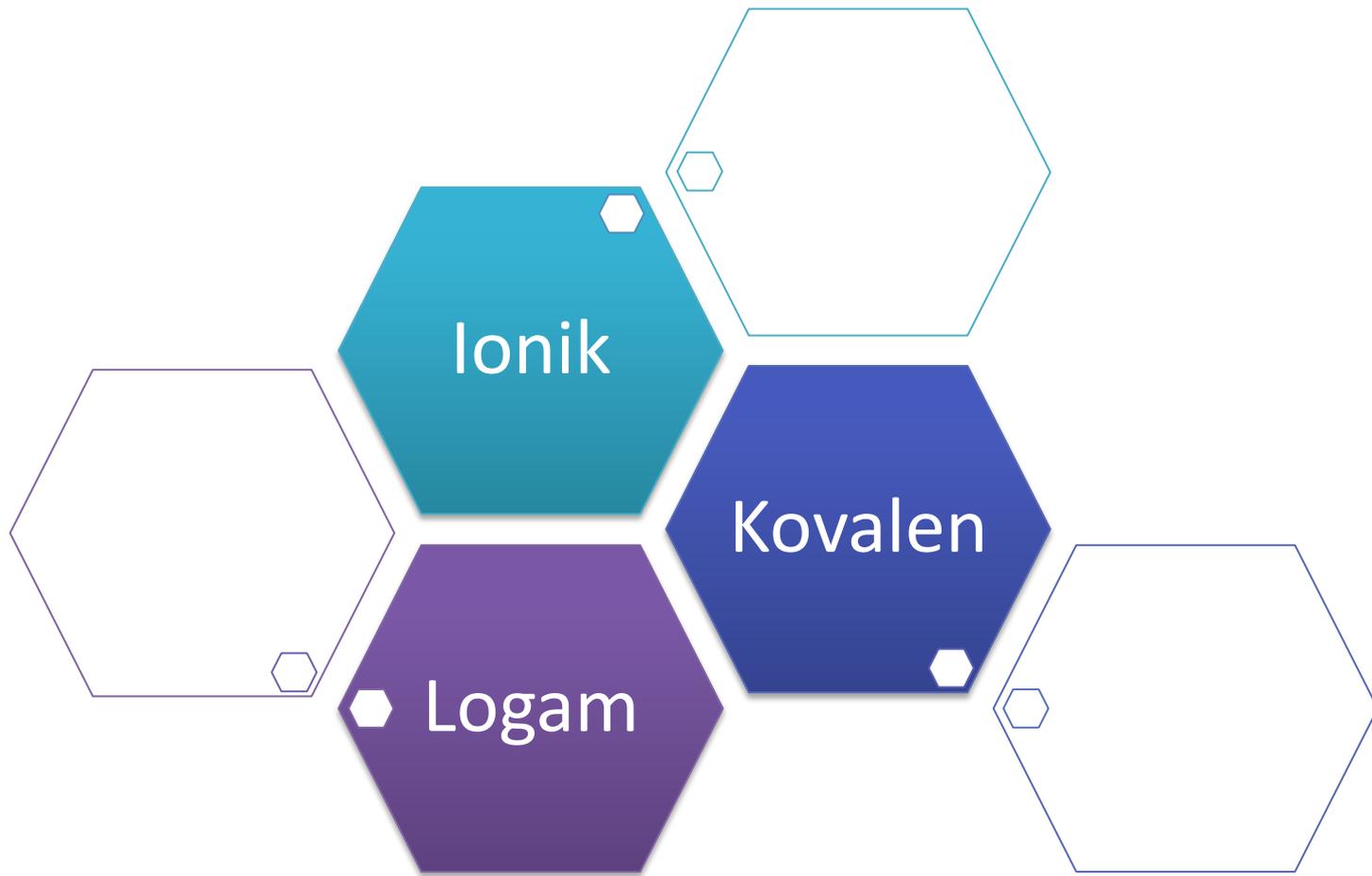
Kerjakan semua soal kuis berikut dan kumpulkan jawabannya di *assignment* pada GCR. Jawaban ditulis tangan kemudian foto jawaban tersebut dengan jelas.

IKATAN KIMIA

Pertemuan 3



Ikatan Kimia



Bagaimana terbentuknya ikatan kimia?

- Hanya **sebagian kecil** unsur di alam yang ditemukan secara **bebas** (tidak berikatan dengan unsur lain). Unsur-unsur tersebut adalah dari golongan gas mulia: helium (He), neon (Ne), argon (Ar), krypton (Kr), xenon (Xe), and radon (Rn). Mengapa golongan gas mulia stabil?
- **Sebagian besar** unsur di alam berkombinasi secara kimiawi dengan unsur lain membentuk **ikatan**.
- Subatom yang terlibat dalam terjadinya ikatan adalah **elektron**:
 - **Transfer** elektron dari atom suatu unsur ke atom lain >> senyawa **ionik**.
 - **Sharing** elektron antar atom dari unsur-unsur berbeda >> senyawa **kovalen**.

Bagian 1

IKATAN IONIK

Jenis Ion

Kation (+)

- Melepas elektron*
- Golongan **logam**

Anion (-)

- Menangkap elektron*
- Golongan **non logam**

*Setiap atom memiliki kecenderungan tersendiri untuk melepas ataupun menangkap elektron agar memiliki **elektron valensi yang stabil** (golongan VIII A).

Contoh:

${}_{11}\text{Na} = 2, 8, 1$ >> elektron valensi nya bukan 8, tidak stabil

Untuk mencapai kestabilan, maka Na cenderung melepas 1 elektron di kulit terakhir, menjadi:

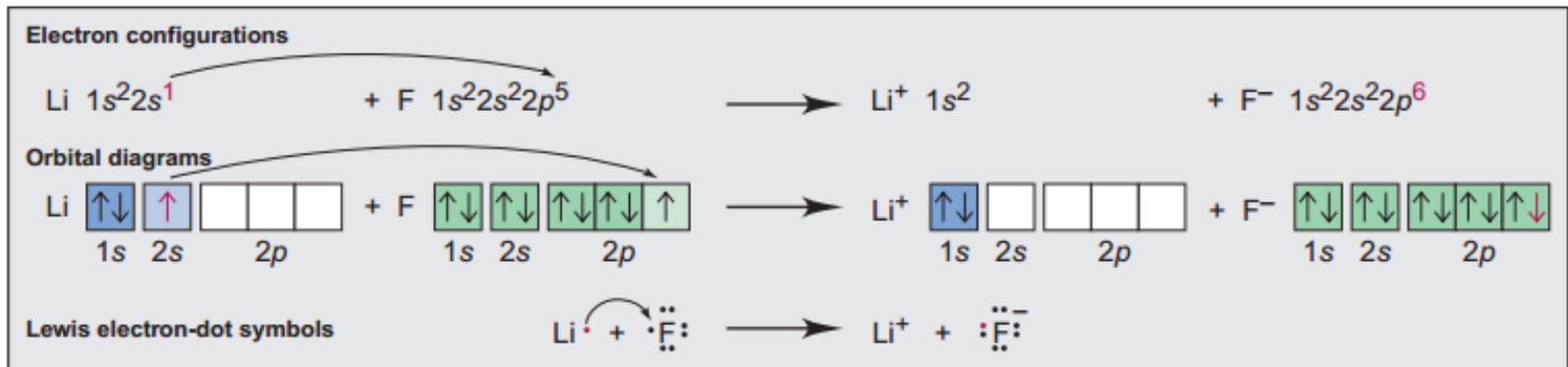
${}_{11}\text{Na}^+ = 2, 8$ >> perhatikan tanda (+) pada simbol atom, hal tersebut menunjukkan setelah melepas 1 e di kulit terakhir, muatan Na menjadi +1.

Latihan

Coba anda uraikan konfigurasi elektron atom Ca, Al, S dan Cl, kemudian prediksikan ion yang akan terbentuk dari atom-atom tersebut.

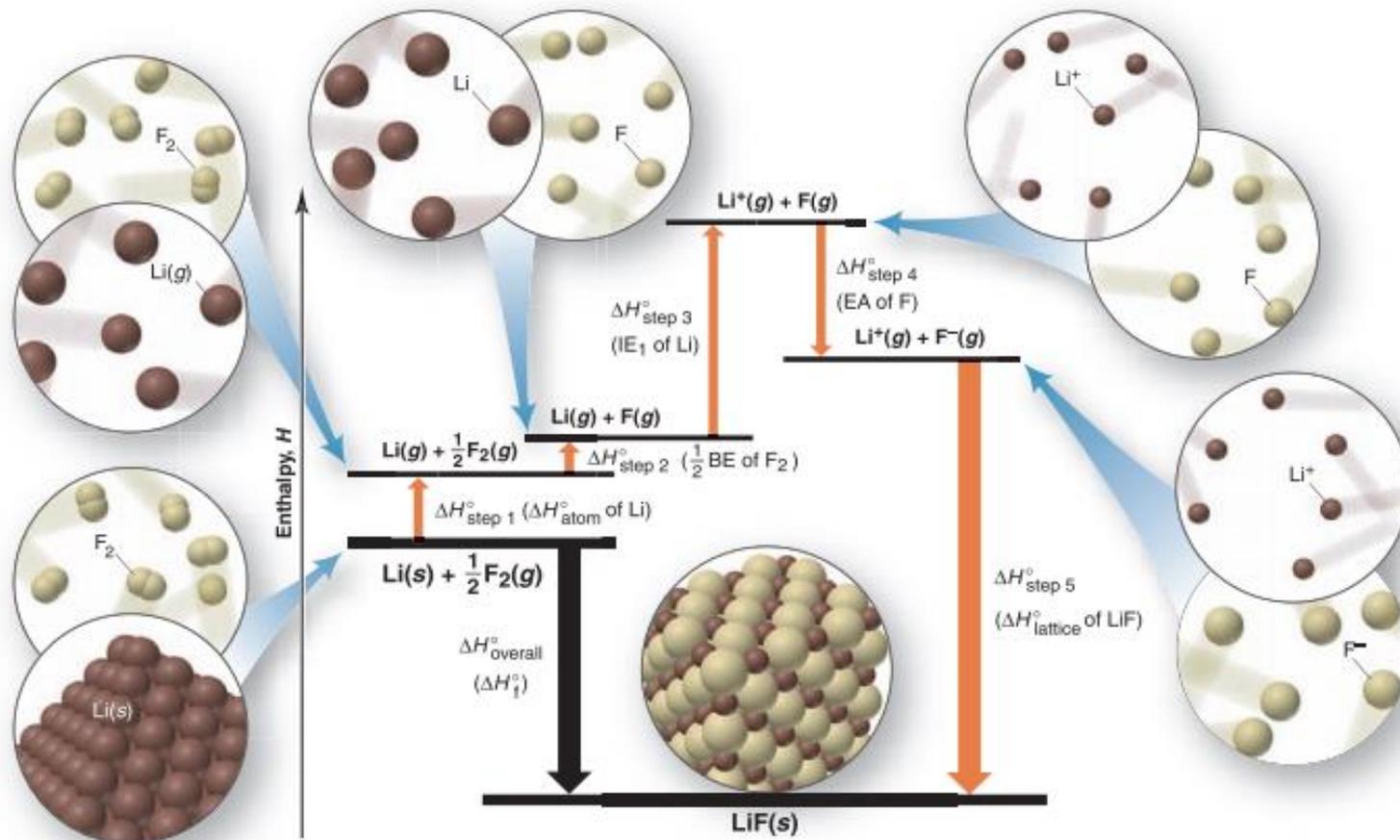
Konsep Dasar Ikatan Ionik

- Transfer **elektron** dari atom **logam** ke atom **non-logam** untuk membentuk padatan ionik yang solid.



Terjadi transfer satu buah elektron dari atom Li (melalui terbentuknya ion Li^+) ke atom F (melalui terbentuknya ion F^-)

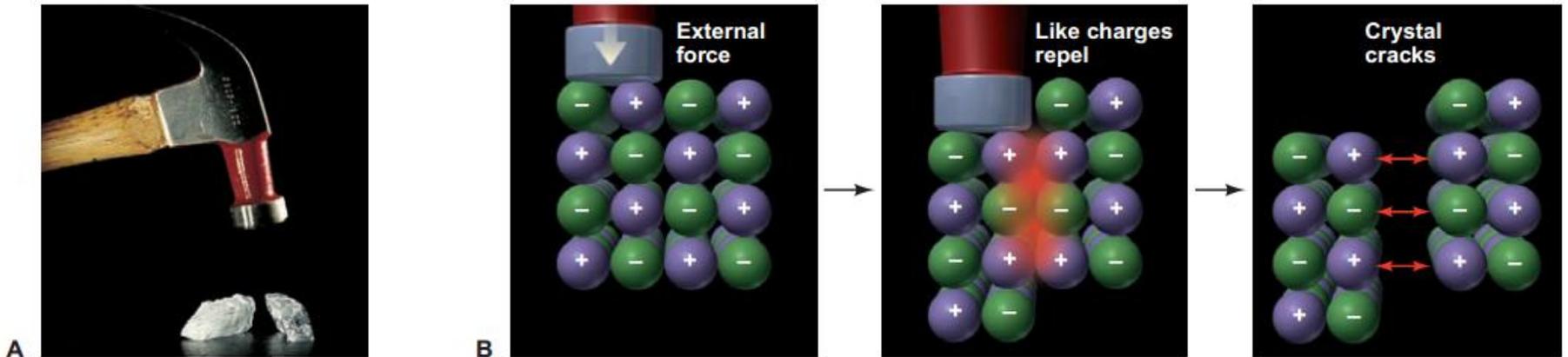
Energi yang Menyertai Ikatan Ionik: Energi Kisi



Energi Kisi

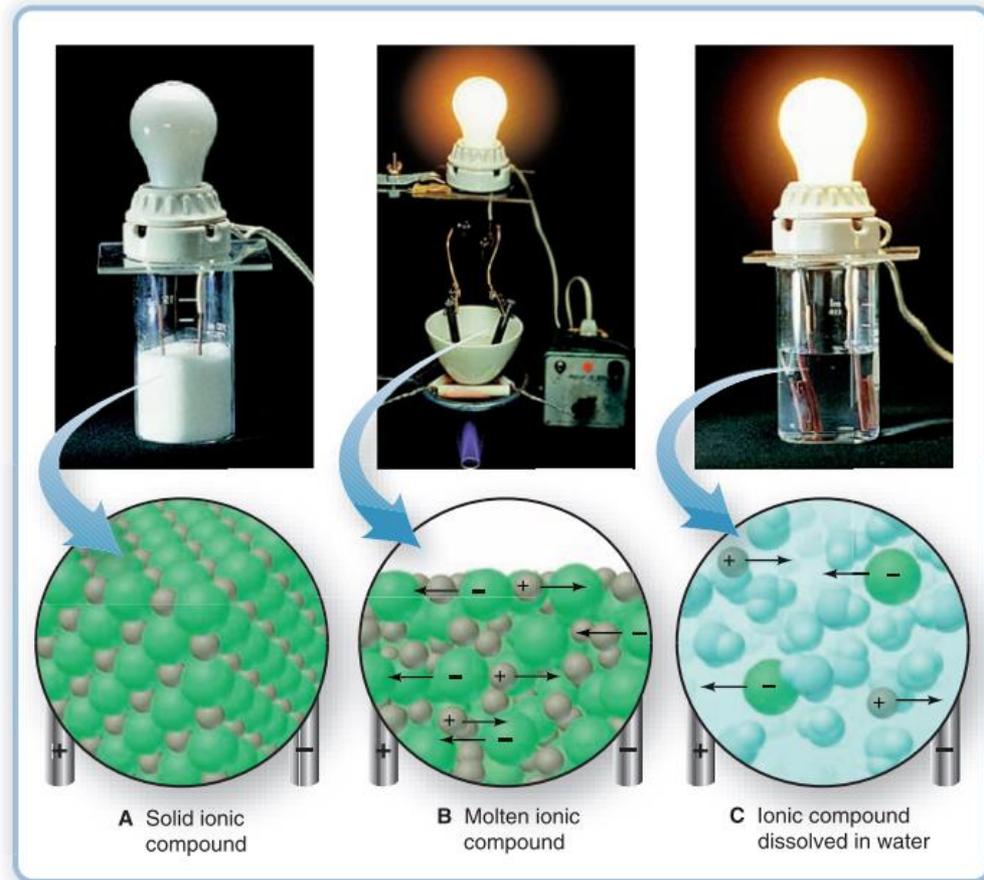
- Definisi: **perubahan entalpi** yang terjadi ketika 1 mol padatan **ionik** terpisah **menjadi ion gas**.
- Energi kisi **menunjukkan kekuatan interaksi ionik**, yang mempengaruhi titik leleh, kekerasan, kelarutan, dan sifat lainnya.
- Energi kisi dihitung dengan menggunakan **siklus Born-Haber**, serangkaian langkah (perubahan dari wujud unsur menjadi padatan ionik) yang semua nilai entalpinya diketahui kecuali energi kisi.

Sifat Senyawa Ionik



Apa yang bisa anda simpulkan dari gambar ini?

Sifat Senyawa Ionik



Apa yang bisa anda simpulkan dari gambar ini?

Bagian 2

IKATAN KOVALEN

Pengertian Ikatan Kovalen

- Dalam ikatan kovalen, seperti halnya ikatan ion, setiap atom akan berusaha mencapai kestabilan (elektron valensi penuh), tetapi ini dicapai dengan cara yang berbeda.
- Setiap atom dalam ikatan kovalen “**menghitung**” **elektron bersama** sebagai milik sepenuhnya dirinya sendiri.
- Pasangan elektron bersama, atau disebut juga pasangan elektron ikatan (PEI), diwakili oleh sepasang titik atau garis, contoh: H:H atau H—H.

Jenis dan Orde Ikatan Kovalen

- Orde ikatan adalah jumlah pasangan elektron yang dimiliki bersama oleh setiap pasangan atom yang terikat.
- Contoh: H-H, memiliki satu pasangan elektron ikatan, maka jenis ikatannya disebut ikatan tunggal. Orde ikatannya adalah 1.
- Contoh: O=O, memiliki dua pasangan elektron ikatan, maka jenis ikatannya disebut ikatan rangkap dua. Orde ikatannya adalah 2.

Jenis dan Orde Ikatan Kovalen (cont'd)

Coba gambarkan ikatan pada senyawa N_2 dan tentukan jenis serta orde ikatannya.

Sifat Ikatan Kovalen

Table 9.2 Average Bond Energies (kJ/mol) and Bond Lengths (pm)

Bond	Energy	Length	Bond	Energy	Length	Bond	Energy	Length	Bond	Energy	Length
Single Bonds											
H—H	432	74	N—H	391	101	Si—H	323	148	S—H	347	134
H—F	565	92	N—N	160	146	Si—Si	226	234	S—S	266	204
H—Cl	427	127	N—P	209	177	Si—O	368	161	S—F	327	158
H—Br	363	141	N—O	201	144	Si—S	226	210	S—Cl	271	201
H—I	295	161	N—F	272	139	Si—F	565	156	S—Br	218	225
			N—Cl	200	191	Si—Cl	381	204	S—I	~170	234
C—H	413	109	N—Br	243	214	Si—Br	310	216			
C—C	347	154	N—I	159	222	Si—I	234	240	F—F	159	143
C—Si	301	186							F—Cl	193	166
C—N	305	147	O—H	467	96	P—H	320	142	F—Br	212	178
C—O	358	143	O—P	351	160	P—Si	213	227	F—I	263	187
C—P	264	187	O—O	204	148	P—P	200	221	Cl—Cl	243	199
C—S	259	181	O—S	265	151	P—F	490	156	Cl—Br	215	214
C—F	453	133	O—F	190	142	P—Cl	331	204	Cl—I	208	243
C—Cl	339	177	O—Cl	203	164	P—Br	272	222	Br—Br	193	228
C—Br	276	194	O—Br	234	172	P—I	184	243	Br—I	175	248
C—I	216	213	O—I	234	194				I—I	151	266
Multiple Bonds											
C=C	614	134	N=N	418	122	C≡C	839	121	N≡N	945	110
C=N	615	127	N=O	607	120	C≡N	891	115	N≡O	631	106
C=O	745	123	O ₂	498	121	C≡O	1070	113			
	(799 in CO ₂)										

Apa yang bisa anda simpulkan dari gambar ini?

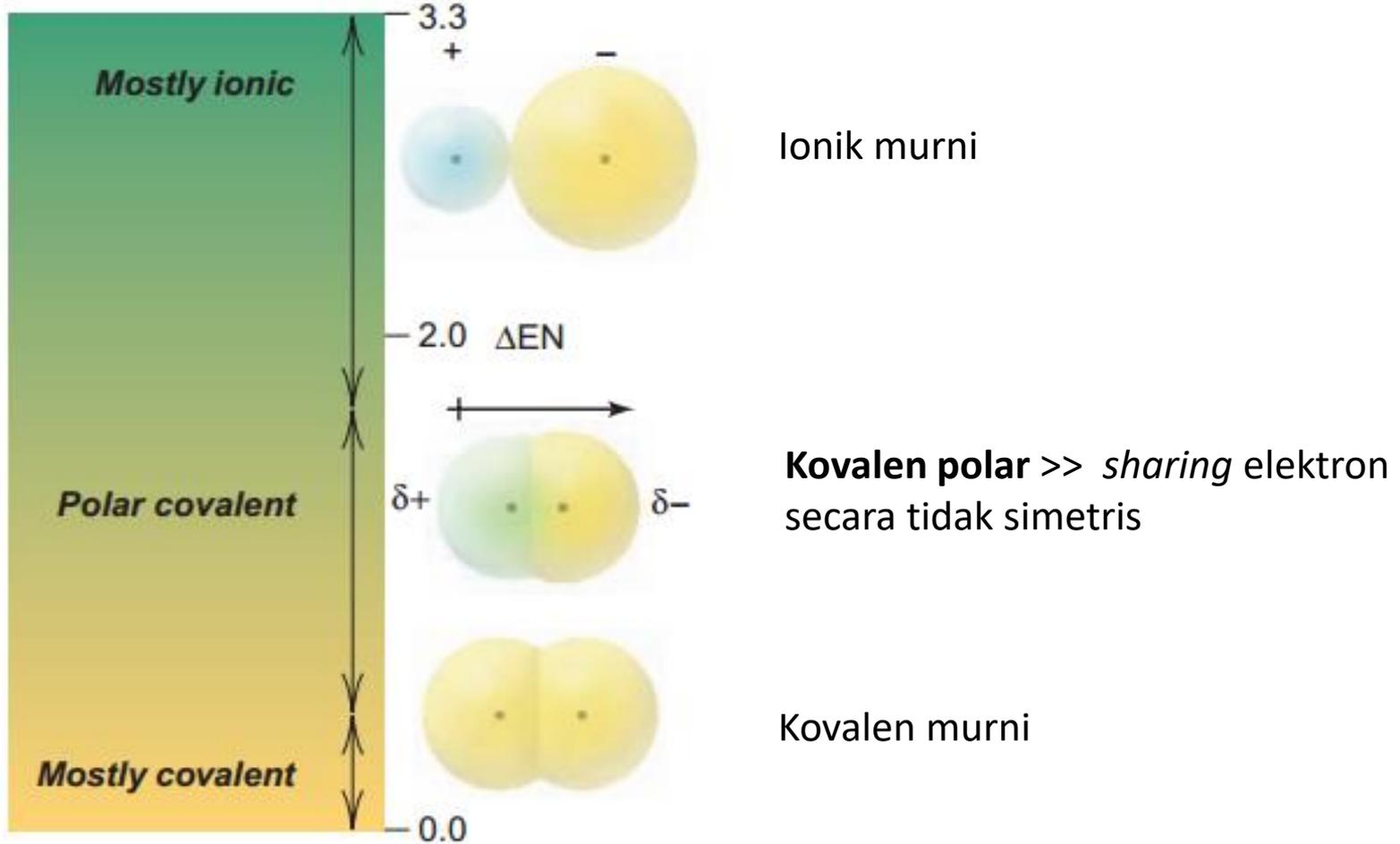
Sifat Ikatan Kovalen

Table 9.3 The Relation of Bond Order, Bond Length, and Bond Energy

Bond	Bond Order	Average Bond Length (pm)	Average Bond Energy (kJ/mol)
C—O	1	143	358
C=O	2	123	745
C≡O	3	113	1070
C—C	1	154	347
C=C	2	134	614
C≡C	3	121	839
N—N	1	146	160
N=N	2	122	418
N≡N	3	110	945

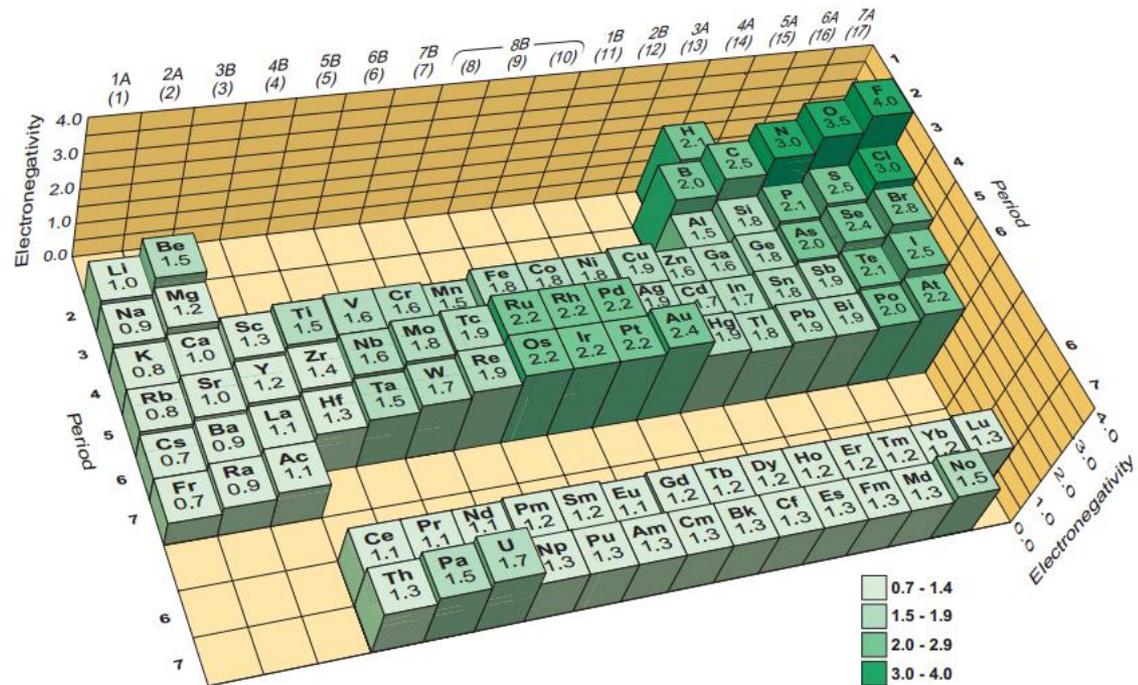
Apa yang bisa anda simpulkan dari gambar ini?

Perbedaan antara Ikatan Ionik dan Kovalen



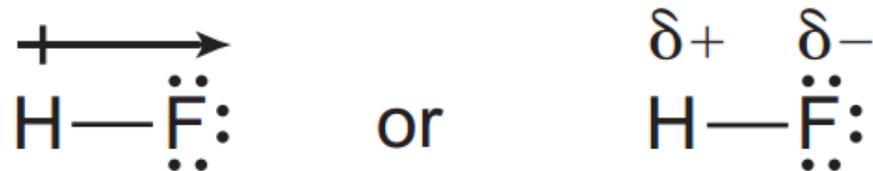
Elektronegativitas

- EN adalah kemampuan relatif atom terikat untuk menarik elektron bersama.
- EN berbeda dengan afinitas elektron. Afinitas elektron adalah kecenderungan atom terpisah dalam fase gas menarik elektron untuk membentuk anion.

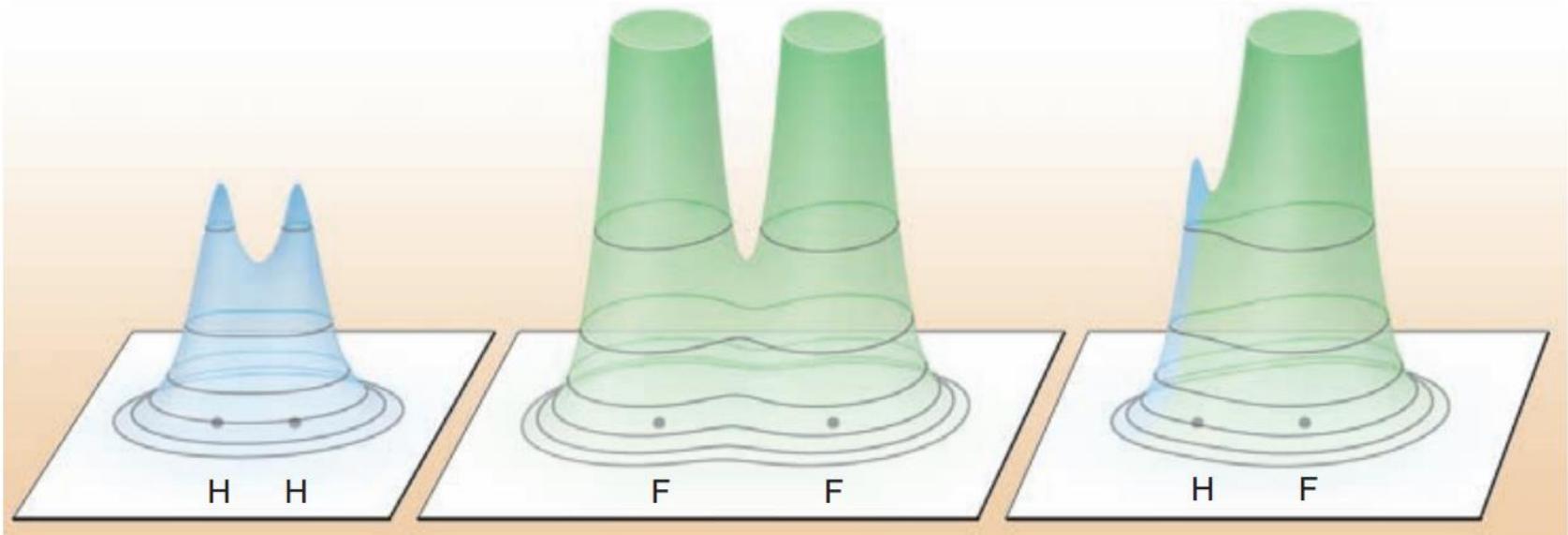


Polaritas Ikatan

- Setiap kali atom dengan elektronegativitas berbeda membentuk ikatan, PEI terdistribusi secara tidak merata.
- Distribusi kerapatan elektron yang tidak merata ini membentuk kutub negatif (δ^-) dan positif (δ^+).
- Simbol δ menunjukkan muatan parsial, bukan utuh.



Polaritas Ikatan: Distribusi Elektron pada Ikatan Kovalen



ΔEN	IONIC CHARACTER
>1.7	Mostly ionic
0.4-1.7	Polar covalent
<0.4	Mostly covalent
0	Nonpolar covalent

Bagian 3

IKATAN LOGAM

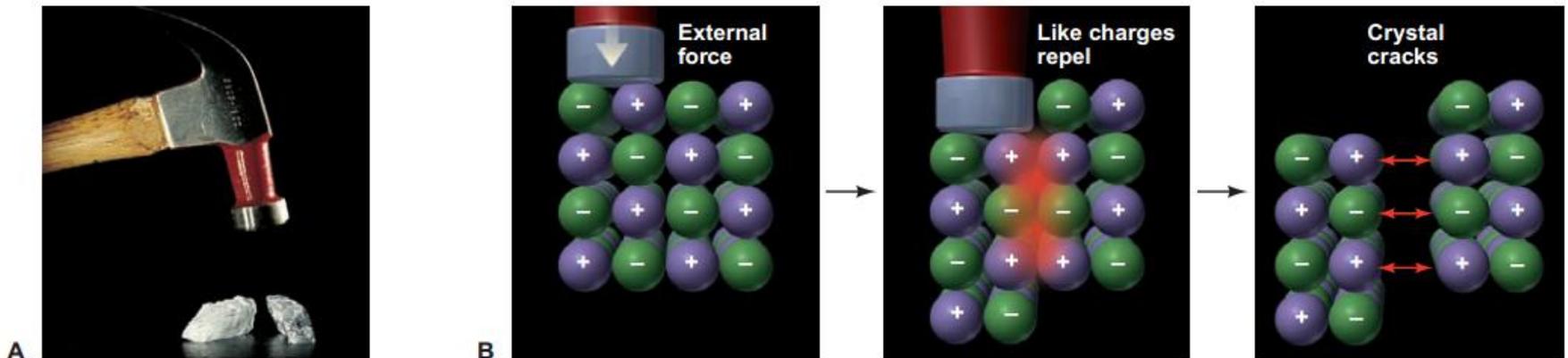
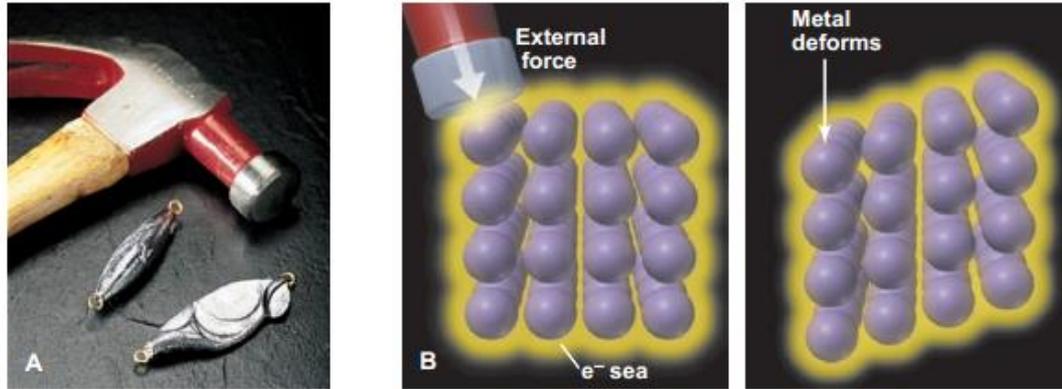
Pengantar Ikatan Logam

- Saat bereaksi dengan nonlogam, logam reaktif (seperti Na) mentransfer elektron terluarnya dan membentuk padatan ionik (misal NaCl).
- Sesama atom logam juga dapat berbagi elektron valensinya dalam ikatan kovalen dan membentuk molekul diatomik gas (seperti Na₂) membentuk **lautan elektron**.

Pengantar Ikatan Logam (cont'd)

- Model lautan elektron menggambarkan semua atom logam dalam sampel menyumbangkan elektron valensinya untuk membentuk "laut" elektron yang terdelokalisasi di seluruh bagian.
- Ion logam (inti dengan elektron intinya) terendam dalam lautan elektron ini dalam susunan yang teratur.

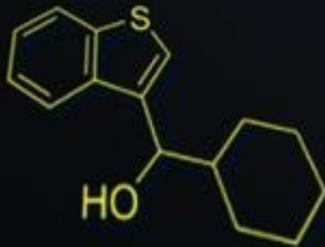
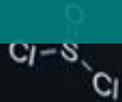
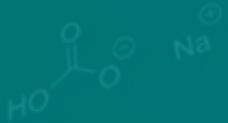
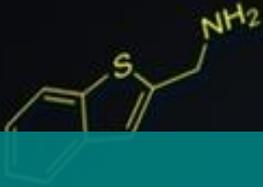
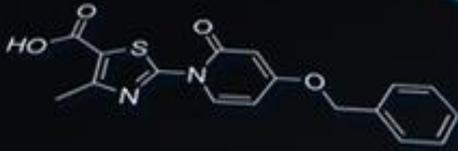
Model Lautan Elektron dan Sifat Ikatan Logam



Bandingkan perbedaan gambar representasi ikatan logam (atas) dan ikatan ionik (bawah). Bagaimana perbedaan sifat keduanya?

STOIKIOMETRI

Pertemuan 4-5



Pengertian Stoikiometri

- Adalah perhitungan kimia yang menyangkut hubungan kuantitatif zat yang terlibat dalam reaksi.
- Berasal dari bahasa Yunani, stoicheon = unsur, metrein = mengukur.
- Penelitian yang cermat terhadap pereaksi dan hasil reaksi melahirkan **hukum-hukum dasar kimia**.

4 Hukum Dasar Kimia

- Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier, 1774)
- Hukum Perbandingan (Susunan) Tetap (Proust, 1799)
- Hukum Kelipatan Perbandingan (Dalton, 1803)
- Hukum Perbandingan Timbal Balik (Richter, 1792)

*Dari ke2 hukum terakhir, berhasil disusun Hukum Perbandingan Setara.

**Setelah orang berhasil menemukan cara mengukur volume gas, didptkan Hukum Penyatuan Volume oleh Guy Lussac (1808).

1. Hukum Kekekalan Massa

- Pada setiap reaksi kimia, massa zat-zat yang bereaksi adalah sama dengan massa dari produk/hasil reaksi.
- Artinya **massa zat-zat yg bereaksi = massa produk reaksi.**
- Contoh:
$$\begin{array}{ccccccc} \text{Mg (s)} & + & \text{Cl (g)} & \rightarrow & \text{MgCl (s)} & & \\ 1 \text{ gr} & & 2,9 \text{ gr} & & 3,9 \text{ gr} & & \end{array}$$

Contoh Soal :

Untuk membentuk gas CO_2 diperlukan unsur C dan O dengan perbandingan 3 : 8. Jika 40 gram karbon direaksikan dengan 20 gram oksigen. Hitunglah massa gas CO_2 yang terjadi dan massa unsur yang tersisa.

2. Hukum Perbandingan Tetap

- Setiap persenyawaan dibentuk oleh unsur-unsur yang bergabung dengan perbandingan massa yang tetap, *atau*
- Pada setiap reaksi kimia, massa zat yang bereaksi dengan sejumlah tertentu zat lain selalu tetap.
- Contoh: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H} : \text{O} = 2 : 16 = 1 : 8$
Air mengandung H = 11,11 %
O = 88,89%

Contoh soal :

Hasil analisis dari 2 sampel garam dapur murni asal Madura dan Cirebon menghasilkan data sbb :

	massa garam	massa natrium	massa klor
1. Data I	0,2925 gram	0,1150 gram	0,1775 gram
2. Data II	1,755 gram	0,690 gram	1,065 gram
3.	Tunjukkan bahwa data di atas sesuai dg Hk. Perbandingan Tetap.		

3. Hukum Kelipatan Perbandingan

- Bila 2 unsur dapat membentuk lebih dari 1 senyawa, maka perbandingan massa unsur-unsur yang satu dengan sejumlah tertentu unsur yang lain, merupakan bilangan yang mudah dan bulat.
- Contoh:

Diketahui unsur A dan B membentuk 2 senyawa, yaitu senyawa I yang mengandung A = 77,78% dan senyawa II mengandung A = 70,00%.

Jelaskan dengan perhitungan, sesuaikan dengan Hukum Kelipatan Perbandingan.

$$\text{Jawab : Senyawa I} \quad \rightarrow A_I : B_I = 77,78 : 22,22$$

$$\text{Senyawa II} \quad \rightarrow A_{II} : B_{II} = 70,00 : 30,00$$

$$\text{Sehingga } A_I : A_{II} = 7 : 7$$

$$B_I : B_{II} = 2 : 3$$

merupakan bilangan bulat & sederhana.

3. Hukum Kelipatan Perbandingan (cont'd)

Contoh soal :

Nitrogen dan Oksigen dapat membentuk 6 macam senyawa

Senyawa	% Nitrogen
I	63,7
II	46,7
III	36,9
IV	30,5
V	25,9
VI	22,6

Sesuaikah dengan Hukum Kelipatan Perbandingan

4. Hukum Perbandingan Timbal Balik

- Jika 2 unsur A dan B masing-masing bereaksi dengan unsur C yang massanya sama membentuk AC dan BC maka perbandingan massa A dan massa B dalam membentuk AB adalah sama dengan perbandingan massa A dan massa B ketika membentuk AC dan BC atau kelipatan dari perbandingan ini.

Contoh soal :

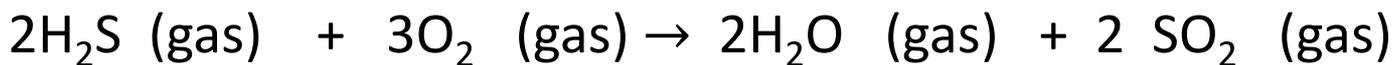
Dalam metana (CH_4) 75 gram C bereaksi dengan 25 gram H. Dalam karbon monoksida (CO) 42,86 gram C bereaksi dengan 57,14 gram O. Dalam air 11,11 gram H bereaksi dengan 88,89 gram O.

Tunjukkan bahwa data ini sesuai dengan Hukum Perbandingan Timbal Balik !

Hukum Perbandingan Volume

- Pada kondisi temperatur (T) dan tekanan (P) yang sama, perbandingan volume gas-gas pereaksi dan gas-gas hasil reaksi merupakan bilangan yang bulat dan mudah
- Contoh : Hidrogen + oksigen → uap air
 $2 \text{ H}_2 + 1 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$
2 volume + 1 volume → 2 volume

Contoh soal :



Jika semua gas diukur pada T dan P yang sama:

- a. Hitung volume oksigen yang diperlukan untuk membakar 150 liter H_2S sesuai dengan persamaan reaksi.
- b. Hitung volume SO_2 yang terbentuk.

Hukum Perbandingan Setara

- Bila satu unsur bergabung dengan unsur lain, maka perbandingan kedua unsur tersebut adalah sebagai perbandingan massa ekivalennya **atau** suatu kelipatan sederhana daripadanya.
- Hukum Avogadro (Amando Avogadro, 1811): pada T dan P yang sama, volume yang sama dari semua gas mengandung jumlah molekul yang sama.

Teori Atom Dalton

1. Materi terdiri partikel yg tdk dapat dibagi-bagi lagi, yang tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan dan disebut **atom**.
2. Atom suatu unsur tertentu adalah sama dalam semua hal (ukuran, bentuk, massa) dan berbeda dari atom unsur lain.
3. Jika atom-atom bergabung membentuk senyawa, perbandingan atom2 ini merupakan angka yang sederhana.

Teori Atom Dalton (cont'd)

Dengan pengetahuan masa kini, ada beberapa **kritikan** :

- Postulat 1 : Atom dapat dibagi-bagi lagi

a). Penembakan dengan partikel sub-atom



b). Pembelahan Inti (fisi nuklir)

- Postulat 2 : Atom suatu unsur dapat berbeda massa (adanya isotop/ atom unsur sama tapi massa beda)

Contoh: ${}^{35}_{17}Cl$ dan ${}^{37}_{17}Cl$

- Postulat 3 : Ada banyak senyawa yang perbandingan atomnya cukup rumit

Contoh: $C_6H_7N_3O_{11}$, $C_{18}H_{35}O_2Na$

Massa Atom Relatif

- Lambangnya adalah Ar.
- Istilah modern pengganti untuk BA (Berat Atom)

- Contoh:

Hidrogen (H), unsur yg paling sederhana, Ar H = 1

N = 14

O = 16

C = 12

Na = 23

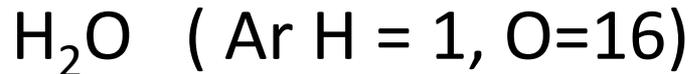
Ca = 40

Fe = 56

Massa Molekul Relatif

- Lambangnya adalah Mr
- Merupakan massa dari suatu senyawa yang terdiri dari beberapa unsur yang mempunyai Ar berbeda

- Contoh:



$$\text{Mr H}_2\text{O} = 2 + 16 = 18$$

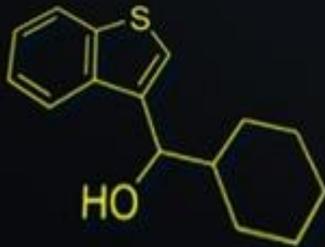
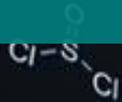
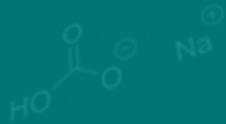
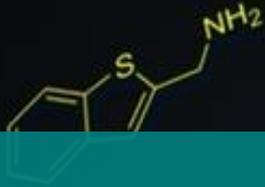
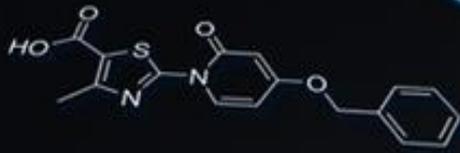
Hitung Mr dari:



Pelajari konsep mol pada buku teks halaman (chapter 3).

KIMIA LARUTAN

Pertemuan 6-7





Apa yang anda simpulkan dari gambar ini?

Fundamentals of Solution Stoichiometry

- Aqueous **solution** chemistry is a **central** part of laboratory activity.
- It's more **convenient to store and mix** than solids or gases, and the amounts of substances in solution can be **measured very precisely**.
- Many **environmental** reactions and almost all **biochemical reactions** occur in solution.
- An understanding of reactions in solution is extremely important in chemistry and related sciences.

Quantitative ways of expressing concentration

- Concentration is the *proportion* of a substance in a mixture.
- It is an **intensive property**, one that does not depend on the quantity of mixture present.
- For example: 1.0 L of 0.1 *M* NaCl has the same concentration as 1.0 mL of 0.1 *M* NaCl.
- Concentration is most often expressed as the *ratio* of the quantity of *solute* to the quantity of *solution*, but sometimes it is the ratio of solute to *solvent*.

Concentration Term

Table 13.5 Concentration Definitions

Concentration Term	Ratio
Molarity (M)	$\frac{\text{amount (mol) of solute}}{\text{volume (L) of solution}}$
Molality (m)	$\frac{\text{amount (mol) of solute}}{\text{mass (kg) of solvent}}$
Parts by mass	$\frac{\text{mass of solute}}{\text{mass of solution}}$
Parts by volume	$\frac{\text{volume of solute}}{\text{volume of solution}}$
Mole fraction (X)	$\frac{\text{amount (mol) of solute}}{\text{amount (mol) of solute} + \text{amount (mol) of solvent}}$

Apa perbedaan mendasar molaritas
dan molalitas?

Molarity

SAMPLE PROBLEM 3.15 Calculating the Molarity of a Solution

PROBLEM Glycine ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$) is the simplest amino acid. What is the molarity of an aqueous solution that contains 0.715 mol of glycine in 495 mL?

PLAN The molarity is the number of moles of solute in each liter of solution. We are given the number of moles (0.715 mol) and the volume (495 mL), so we divide moles by volume and convert the volume to liters to find the molarity (see the roadmap).

SOLUTION

$$\text{Molarity} = \frac{0.715 \text{ mol glycine}}{495 \text{ mL-soln}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 1.44 \text{ M glycine}$$

CHECK A quick look at the math shows about 0.7 mol of glycine in about 0.5 L of solution, so the concentration should be about 1.4 mol/L, or 1.4 *M*.

FOLLOW-UP PROBLEM 3.15 How many moles of KI are in 84 mL of 0.50 *M* KI?

Amount (mol) of glycine

divide by volume (mL)

Concentration (mol/mL) of glycine

$10^3 \text{ mL} = 1 \text{ L}$

Molarity (mol/L) of glycine

Molality

SAMPLE PROBLEM 13.3 Calculating Molality

PROBLEM What is the molality of a solution prepared by dissolving 32.0 g of CaCl_2 in 271 g of water?

PLAN To use Equation 13.5, we convert mass of CaCl_2 (32.0 g) to amount (mol) with the molar mass (g/mol) and then divide by the mass of water (271 g), being sure to convert from grams to kilograms.

SOLUTION Converting from grams of solute to moles:

$$\text{Moles of CaCl}_2 = 32.0 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{110.98 \text{ g CaCl}_2} = 0.288 \text{ mol CaCl}_2$$

Finding molality:

$$\text{Molality} = \frac{\text{mol solute}}{\text{kg solvent}} = \frac{0.288 \text{ mol CaCl}_2}{271 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}} = 1.06 \text{ m CaCl}_2$$

CHECK The answer seems reasonable: the given numbers of moles of CaCl_2 and kilograms of H_2O are about the same, so their ratio is about 1.

FOLLOW-UP PROBLEM 13.3 How many grams of glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) must be dissolved in 563 g of ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) to prepare a $2.40 \times 10^{-2} \text{ m}$ solution?

Mass (g) of CaCl_2

divide by .11 (g/mol)

Amount (mol) of CaCl_2

divide by kg of water

Molality (m) of CaCl_2 solution

Parts by Mass, parts by volume and mole fraction

SAMPLE PROBLEM 13.4 Expressing Concentrations in Parts by Mass, Parts by Volume, and Mole Fraction

PROBLEM (a) Find the concentration of calcium (in ppm) in a 3.50-g pill that contains 40.5 mg of Ca.

(b) The label on a 0.750-L bottle of Italian chianti indicates “11.5% alcohol by volume.” How many liters of alcohol does the wine contain?

(c) A sample of rubbing alcohol contains 142 g of isopropyl alcohol (C_3H_7OH) and 58.0 g of water. What are the mole fractions of alcohol and water?

PLAN (a) We are given the masses of Ca (40.5 mg) and the pill (3.50 g). We convert the mass of Ca from mg to g, find the ratio of mass of Ca to mass of pill, and multiply by 10^6 to obtain ppm. **(b)** We know the volume % (11.5%, or 11.5 parts by volume of alcohol to 100 parts of chianti) and the total volume (0.750 mL), so we use Equation 13.7 to find the volume of alcohol. **(c)** We know the mass and formula of each component, so we convert masses to amounts (mol) and apply Equation 13.8 to find the mole fractions.

Parts by Mass, parts by volume and mole fraction

SAMPLE PROBLEM 13.4 Expressing Concentrations in Parts by Mass, Parts by Volume, and Mole Fraction

PROBLEM (a) Find the concentration of calcium (in ppm) in a 3.50-g pill that contains 40.5 mg of Ca.

(b) The label on a 0.750-L bottle of Italian chianti indicates “11.5% alcohol by volume.” How many liters of alcohol does the wine contain?

(c) A sample of rubbing alcohol contains 142 g of isopropyl alcohol (C_3H_7OH) and 58.0 g of water. What are the mole fractions of alcohol and water?

PLAN (a) We are given the masses of Ca (40.5 mg) and the pill (3.50 g). We convert the mass of Ca from mg to g, find the ratio of mass of Ca to mass of pill, and multiply by 10^6 to obtain ppm. **(b)** We know the volume % (11.5%, or 11.5 parts by volume of alcohol to 100 parts of chianti) and the total volume (0.750 mL), so we use Equation 13.7 to find the volume of alcohol. **(c)** We know the mass and formula of each component, so we convert masses to amounts (mol) and apply Equation 13.8 to find the mole fractions.

Parts by Mass, parts by volume and mole fraction (cont'd)

SOLUTION (a) Finding parts per million by mass of Ca. Combining the steps, we have

$$\text{ppm Ca} = \frac{\text{mass of Ca}}{\text{mass of pill}} \times 10^6 = \frac{40.5 \text{ mg Ca} \times \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}}}{3.50 \text{ g}} \times 10^6 = 1.16 \times 10^4 \text{ ppm Ca}$$

(b) Finding volume (L) of alcohol:

$$\text{Volume (L) of alcohol} = 0.750 \text{ L chianti} \times \frac{11.5 \text{ L alcohol}}{100. \text{ L chianti}} = 0.0862 \text{ L}$$

(c) Finding mole fractions. Converting from grams to moles:

$$\text{Moles of C}_3\text{H}_7\text{OH} = 142 \text{ g C}_3\text{H}_7\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_7\text{OH}}{60.09 \text{ g C}_3\text{H}_7\text{OH}} = 2.36 \text{ mol C}_3\text{H}_7\text{OH}$$

$$\text{Moles of H}_2\text{O} = 58.0 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 3.22 \text{ mol H}_2\text{O}$$

Calculating mole fractions:

$$X_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} = \frac{\text{moles of C}_3\text{H}_7\text{OH}}{\text{total moles}} = \frac{2.36 \text{ mol}}{2.36 \text{ mol} + 3.22 \text{ mol}} = 0.423$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\text{moles of H}_2\text{O}}{\text{total moles}} = \frac{3.22 \text{ mol}}{2.36 \text{ mol} + 3.22 \text{ mol}} = 0.577$$

CHECK (a) The mass ratio is about $0.04 \text{ g}/4 \text{ g} = 10^{-2}$, and $10^{-2} \times 10^6 = 10^4$ ppm, so it seems correct. **(b)** The volume % is a bit more than 10%, so the volume of alcohol should be a bit more than 75 mL (0.075 L). **(c)** Always check that the *mole fractions add up to 1*: $0.423 + 0.577 = 1.000$.

Interconverting Concentration Terms

- To convert a term based on amount (**mol**) to one based on mass, you need the **molar mass**.
- To convert a term based on **mass** to one based on **volume**, you need the solution **density**. Given the mass of a solution, the density (mass/volume) gives you the volume, or vice versa.
- **Molality** involves quantity of **solvent**, whereas the **other concentration** terms involve quantity of **solution**.

Interconverting Concentration Terms

SAMPLE PROBLEM 13.5 Converting Concentration Terms

PROBLEM Hydrogen peroxide is a powerful oxidizing agent used in concentrated solution in rocket fuels and in dilute solution as a hair bleach. An aqueous solution of H_2O_2 is 30.0% by mass and has a density of 1.11 g/mL. Calculate its:

(a) Molality (b) Mole fraction of H_2O_2 (c) Molarity

PLAN We know the mass % (30.0) and the density (1.11 g/mL). (a) For molality, we need the amount (mol) of solute and the mass (kg) of *solvent*. Assuming 100.0 g of H_2O_2 solution allows us to express the mass % directly as grams of substance. We subtract the grams of H_2O_2 to obtain the grams of solvent. To find molality, we convert grams of H_2O_2 to moles and divide by mass of solvent (converting g to kg). (b) To find the mole fraction, we use the number of moles of H_2O_2 [from part (a)] and convert the grams of H_2O to moles. Then we divide the moles of H_2O_2 by the total moles. (c) To find molarity, we assume 100.0 g of solution and use the given solution density to find the volume. Then we divide the amount (mol) of H_2O_2 [from part (a)] by *solution* volume (in L).

Interconverting Concentration Terms

SOLUTION (a) From mass % to molality. Finding mass of solvent (assuming 100.0 g of solution):

$$\text{Mass (g) of H}_2\text{O} = 100.0 \text{ g solution} - 30.0 \text{ g H}_2\text{O}_2 = 70.0 \text{ g H}_2\text{O}$$

Converting from grams of H₂O₂ to moles:

$$\text{Moles of H}_2\text{O}_2 = 30.0 \text{ g H}_2\text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34.02 \text{ g H}_2\text{O}_2} = 0.882 \text{ mol H}_2\text{O}_2$$

Calculating molality:

$$\text{Molality of H}_2\text{O}_2 = \frac{0.882 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{70.0 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}} = 12.6 \text{ m H}_2\text{O}_2$$

(b) From mass % to mole fraction:

$$\text{Moles of H}_2\text{O}_2 = 0.882 \text{ mol H}_2\text{O}_2 \text{ [from part (a)]}$$

$$\text{Moles of H}_2\text{O} = 70.0 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 3.88 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{0.882 \text{ mol}}{0.882 \text{ mol} + 3.88 \text{ mol}} = 0.185$$

(c) From mass % and density to molarity. Converting from solution mass to volume:

$$\text{Volume (mL) of solution} = 100.0 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mL}}{1.11 \text{ g}} = 90.1 \text{ mL}$$

Calculating molarity:

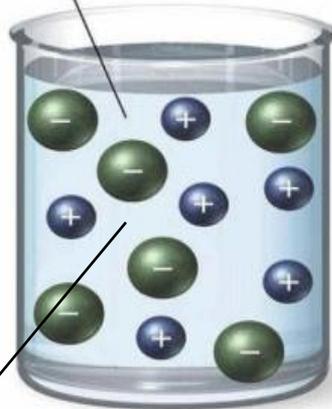
$$\text{Molarity} = \frac{\text{mol H}_2\text{O}_2}{\text{L soln}} = \frac{0.882 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{90.1 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L soln}}{10^3 \text{ mL}}} = 9.79 \text{ M H}_2\text{O}_2$$

Subsection

ELECTROLYTE AND NON ELECTROLYTE

Electrolytes vs non electrolytes

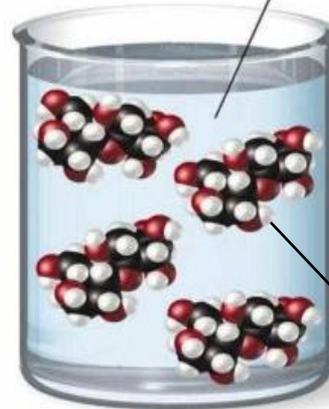
Dissolved ions (NaCl)



Electrolyte solution

Solven terurai menjadi ion-ion sehingga dapat menghantarkan arus listrik

Dissolved molecules (sugar)



Nonelectrolyte solution

Solven tidak terurai menjadi ion-ion melainkan tetap dalam bentuk molekul (bersifat netral) sehingga tidak dapat menghantarkan arus listrik

Sifat Daya Hantar Listrik Larutan

- Dihitung melalui derajat disosiasi, α , (rasio molekul solven terurai menjadi ion-ion dalam larutan).

$$\alpha = \frac{\textit{jumlah mol zat yang terionisasi}}{\textit{jumlah mol zat mula - mula}}$$

- Elektrolit kuat memiliki harga $\alpha = 1$, sebab semua zat yang dilarutkan terurai menjadi ion. (terionisasi sempurna).
- Elektrolit lemah memiliki harga $0 < \alpha < 1$, sebab hanya sebagian yang terurai menjadi ion. (terionisasi sebagian).
- Non elektrolit memiliki harga $\alpha = 0$, sebab tidak ada yang terurai menjadi ion. (tidak terionisasi).

Larutan elektrolit kuat

- Senyawa pembentuk: senyawa ionik dan kovalen polar.
- Contoh senyawa ionik: LiOH, NaCl, KOH, KCl, dll.
- Contoh senyawa kovalen polar: HCl, NH₃, H₂SO₄ dll.

Larutan non elektrolit

- Contoh: CH_3COOH (asam cuka), NH_4OH (amonium hidroksida), NH_3 (amonia) dan HCN (asam sianida).

Tugas Makalah

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN :

Menganalisis konsep-konsep esensial tentang kimia dasar

B. METODE/CARA Pengerjaan Tugas

Membuat makalah secara berkelompok tentang mekanisme elektrolit dalam tubuh

C. DESKRIPSI LUARAN TUGAS:

Makalah disusun dengan mengikuti pedoman karya ilmiah yang berlaku di institusi dengan format khusus, yaitu ukuran kertas A4, font type TNR 11, spasi 1,15 dengan ketentuan margin kiri 3 cm dan lainnya 2,5 cm. Makalah dikumpulkan dalam bentuk *soft file* secara kolektif oleh PJ ke email indah.rizki.anugrah@gmail.com. File tugas dikumpulkan dengan format nama Kelas_Kelompok XXX, contoh: Biologi 1C_Kelompok 7.

D. KRITERIA PENILAIAN:

1. Kelengkapan materi
2. Penulisan makalah

E. RUBRIK PENILAIAN

No	Aspek	Skor	Kriteria Skor
1	Kelengkapan materi	4	1. Makalah terdiri dari judul, isi materi dan daftar pustaka 2. Konten makalah lengkap dan komprehensif 3. Referensi yang digunakan kredibel 4. Dilengkapi gambar/animasi yang menarik dan sesuai dengan materi
		3	Terdapat satu kriteria pada kelengkapan materi dari skor 4 yang tidak terpenuhi
		2	Terdapat dua kriteria pada kelengkapan materi dari skor 4 yang tidak terpenuhi
		1	Terdapat lebih dari dua kriteria pada kelengkapan materi dari skor 4 yang tidak terpenuhi
2	Penulisan makalah	4	1. Makalah disusun sesuai sistematika yang berlaku di institusi 2. Penulisan daftar pustaka mengikuti APA style versi 6 3. Isi materi dibuat ringkas dan berbobot 4. Bahasa yang digunakan sesuai kaidah EBI
		3	Terdapat satu kriteria pada kelengkapan materi dari skor 4 yang tidak terpenuhi
		2	Terdapat dua kriteria pada kelengkapan materi dari skor 4 yang tidak terpenuhi
		1	Terdapat lebih dari dua kriteria pada kelengkapan materi dari skor 4 yang tidak terpenuhi



A Strong electrolyte



B Weak electrolyte



C Nonelectrolyte

Perhatikan gambar di atas. Apa yang menyebabkan ketiga lampu menyala dengan berbeda?



A Strong electrolyte



B Weak electrolyte



C Nonelectrolyte

Larutan elektrolit kuat menghantarkan arus yang kuat karena larutan tersebut terdisosiasi sempurna menjadi ion-ion yang dapat menghantarkan listrik. Larutan non-elektrolit tidak menghantarkan arus listrik karena mereka tidak terdisosiasi. Apa artinya?

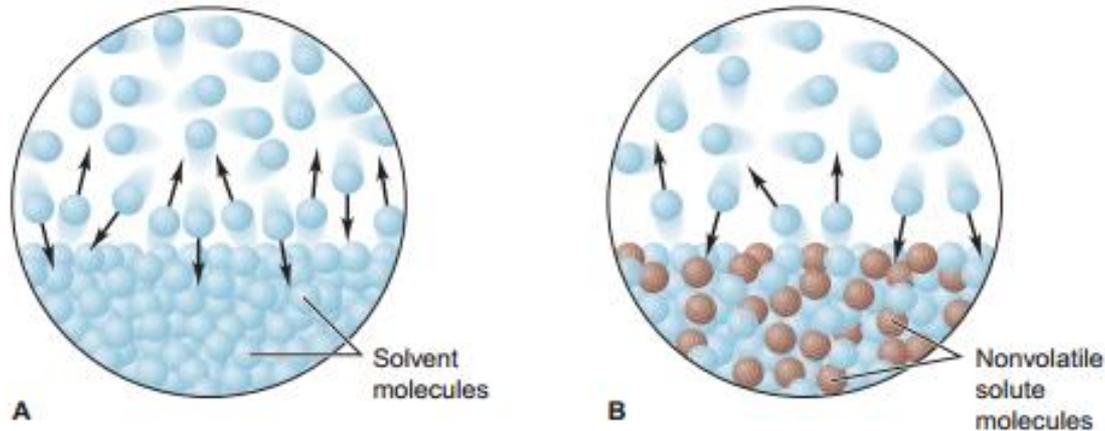
Jika jumlah arus tadi bergantung dengan **jenis** zat terlarutnya, terdapat empat sifat fisika yang bergantung hanya pada **jumlah** zat terlarut. Sifat tersebut disebut sifat **koligatif**.

Sifat Koligatif



*Pada larutan non-elektrolit non-volatil

Penurunan Tekanan Uap



Penguapan terjadi akibat kecenderungan sistem untuk meningkatkan entropinya.

- A. Kesetimbangan terjadi saat jumlah molekul yang menguap dan terkondensasinya sama.
- B. Dengan adanya zat terlarut, jumlah molekul pelarut di permukaan berkurang dan meningkatkan entropi pada sistem, sehingga hanya perlu lebih sedikit molekul untuk menguap

Rumus penurunan tekanan uap

$$P_{\text{solvent}}^{\circ} - P_{\text{solvent}} = \Delta P = X_{\text{solute}} \times P_{\text{solvent}}^{\circ}$$

SAMPLE PROBLEM 13.6 Using Raoult's Law to Find Vapor Pressure Lowering

PROBLEM Calculate the vapor pressure lowering, ΔP , when 10.0 mL of glycerol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) is added to 500. mL of water at $50.^\circ\text{C}$. At this temperature, the vapor pressure of pure water is 92.5 torr and its density is 0.988 g/mL. The density of glycerol is 1.26 g/mL.

PLAN To calculate ΔP , we use Equation 13.10. We are given the vapor pressure of pure water ($P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} = 92.5$ torr), so we just need the mole fraction of glycerol, X_{glycerol} . We convert the given volume of glycerol (10.0 mL) to mass using the given density (1.26 g/L), find the molar mass from the formula, and convert mass (g) to amount (mol). The same procedure gives amount of H_2O . From these, we find X_{glycerol} and ΔP .

SOLUTION Calculating the amount (mol) of glycerol and of water:

$$\begin{aligned}\text{Moles of glycerol} &= 10.0 \text{ mL glycerol} \times \frac{1.26 \text{ g glycerol}}{1 \text{ mL glycerol}} \times \frac{1 \text{ mol glycerol}}{92.09 \text{ g glycerol}} \\ &= 0.137 \text{ mol glycerol}\end{aligned}$$

$$\text{Moles of H}_2\text{O} = 500. \text{ mL H}_2\text{O} \times \frac{0.988 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mL H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 27.4 \text{ mol H}_2\text{O}$$

Calculating the mole fraction of glycerol:

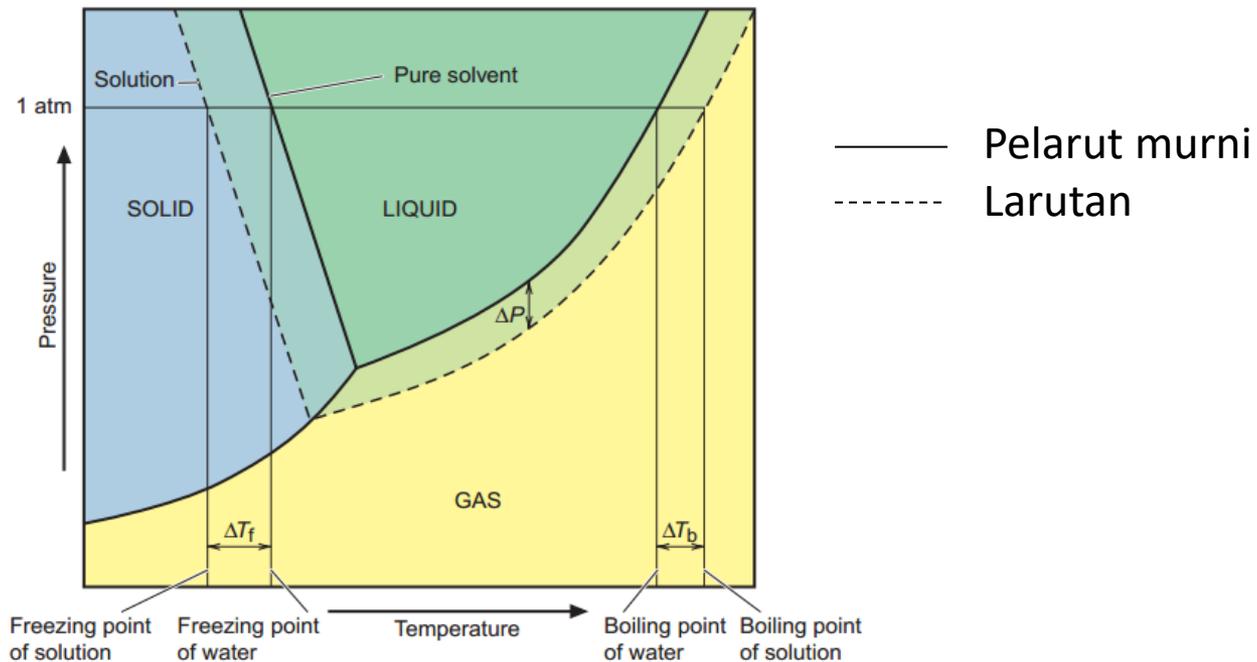
$$X_{\text{glycerol}} = \frac{0.137 \text{ mol}}{0.137 \text{ mol} + 27.4 \text{ mol}} = 0.00498$$

Finding the vapor pressure lowering:

$$\Delta P = X_{\text{glycerol}} \times P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} = 0.00498 \times 92.5 \text{ torr} = 0.461 \text{ torr}$$

Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku

- Suatu larutan akan mendidih pada suhu lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut murninya.
- Sebaliknya, titik beku larutan akan lebih rendah dibandingkan dengan pelarut murninya.



Rumus

Kenaikan Titik Didih

$$\Delta T_b \propto m \text{ or } \Delta T_b = K_b m$$

$$\Delta T_b = T_{b(\text{solution})} - T_{b(\text{solvent})}$$

Penurunan Titik Beku

$$\Delta T_f \propto m \text{ or } \Delta T_f = K_f m$$

$$\Delta T_f = T_{f(\text{solvent})} - T_{f(\text{solution})}$$

Contoh perhitungan

SAMPLE PROBLEM 13.7 Determining the Boiling Point Elevation and Freezing Point Depression of a Solution

PROBLEM You add 1.00 kg of ethylene glycol ($C_2H_6O_2$) antifreeze to your car radiator, which contains 4450 g of water. What are the boiling and freezing points of the solution?

PLAN To find the boiling and freezing points of the solution, we first find the molality by converting the given mass of solute (1.00 kg) to amount (mol) and dividing by mass of solvent (4450 g). Then we calculate ΔT_b and ΔT_f from Equations 13.11 and 13.12 (using constants from Table 13.6). We add ΔT_b to the solvent boiling point and subtract ΔT_f from the solvent freezing point. The roadmap shows the steps.

SOLUTION Calculating the molality:

$$\text{Moles of } C_2H_6O_2 = 1.00 \text{ kg } C_2H_6O_2 \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6O_2}{62.07 \text{ g } C_2H_6O_2} = 16.1 \text{ mol } C_2H_6O_2$$

$$\text{Molality} = \frac{\text{mol solute}}{\text{kg solvent}} = \frac{16.1 \text{ mol } C_2H_6O_2}{4450 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}} = 3.62 \text{ m } C_2H_6O_2$$

Finding the boiling point elevation and $T_{b(\text{solution})}$, with $K_b = 0.512^\circ\text{C}/m$:

$$\Delta T_b = \frac{0.512^\circ\text{C}}{m} \times 3.62 \text{ m} = 1.85^\circ\text{C}$$

$$T_{b(\text{solution})} = T_{b(\text{solvent})} + \Delta T_b = 100.00^\circ\text{C} + 1.85^\circ\text{C} = 101.85^\circ\text{C}$$

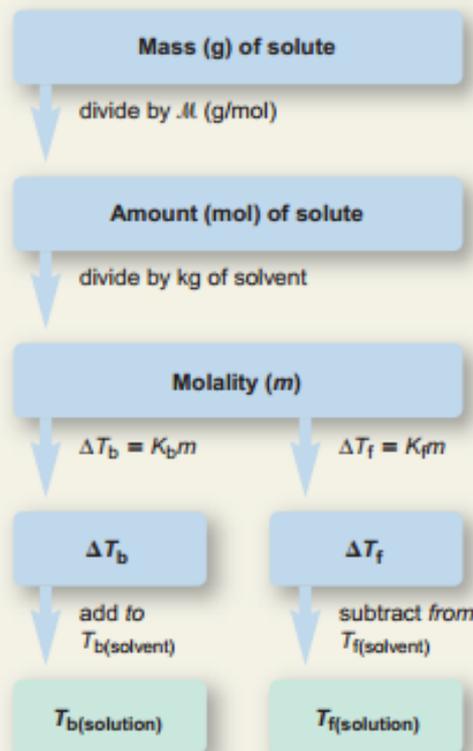
Finding the freezing point depression and $T_{f(\text{solution})}$, with $K_f = 1.86^\circ\text{C}/m$:

$$\Delta T_f = \frac{1.86^\circ\text{C}}{m} \times 3.62 \text{ m} = 6.73^\circ\text{C}$$

$$T_{f(\text{solution})} = T_{f(\text{solvent})} - \Delta T_f = 0.00^\circ\text{C} - 6.73^\circ\text{C} = -6.73^\circ\text{C}$$

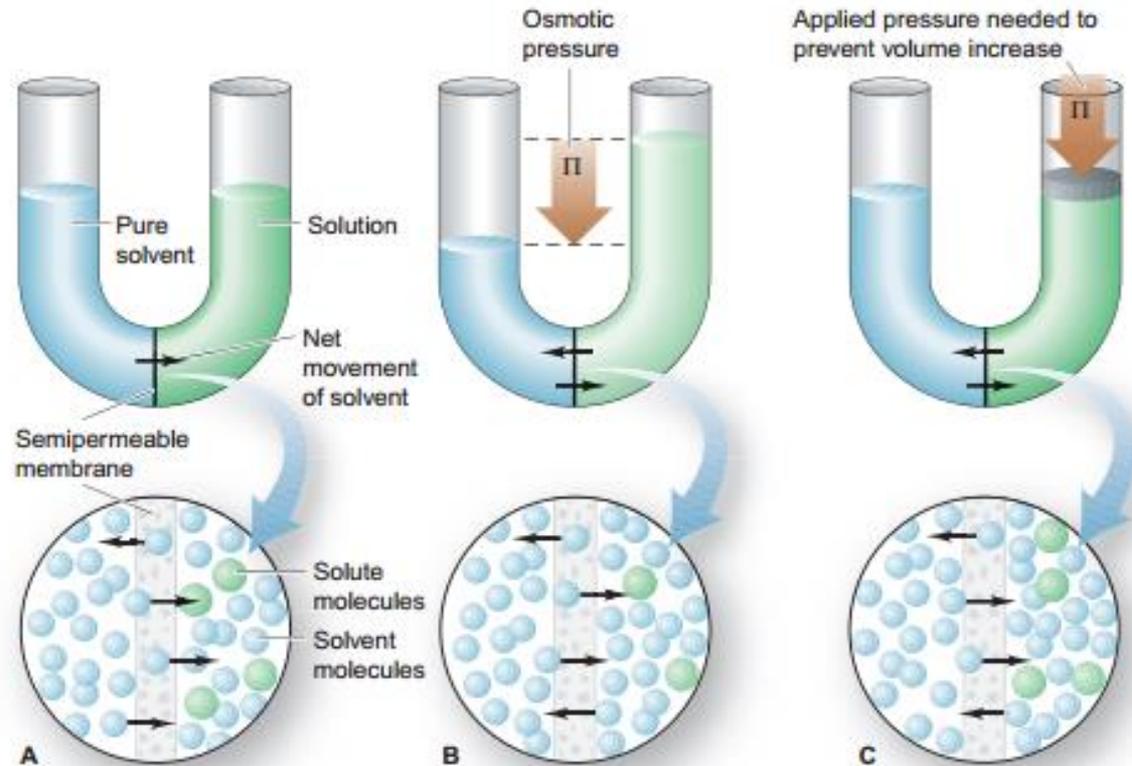
CHECK The changes in boiling and freezing points should be in the same proportion as the constants used. That is, $\Delta T_b/\Delta T_f$ should equal K_b/K_f : $1.85/6.73 = 0.275 = 0.512/1.86$.

COMMENT These answers are only approximate because the concentration far exceeds that of a *dilute* solution, for which Raoult's law is most useful.



Tekanan Osmotik

Figure 13.28 The development of osmotic pressure. **A**, In the process of osmosis, a solution and a solvent (or solutions of different concentrations) are separated by a semipermeable membrane, which allows only solvent molecules to pass through. The molecular-scale view (*below*) shows that more solvent molecules enter the solution than leave it in a given time. **B**, As a result, the solution volume increases, so its concentration decreases. At equilibrium, the difference in heights in the two compartments reflects the *osmotic pressure* (Π). The greater height in the solution compartment exerts a backward pressure that eventually equalizes the flow of solvent in both directions. **C**, Osmotic pressure is defined as the applied pressure required to prevent this volume change.



$$\Pi = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{soln}}} RT = MRT$$

Menentukan massa molar dari tekanan osmotik

SAMPLE PROBLEM 13.8 Determining Molar Mass from Osmotic Pressure

PROBLEM Biochemists have discovered more than 400 mutant varieties of hemoglobin, the blood protein that carries oxygen throughout the body. A physician studying a variety associated with a fatal disease first finds its molar mass (\mathcal{M}). She dissolves 21.5 mg of the protein in water at 5.0°C to make 1.50 mL of solution and measures an osmotic pressure of 3.61 torr. What is the molar mass of this variety of hemoglobin?

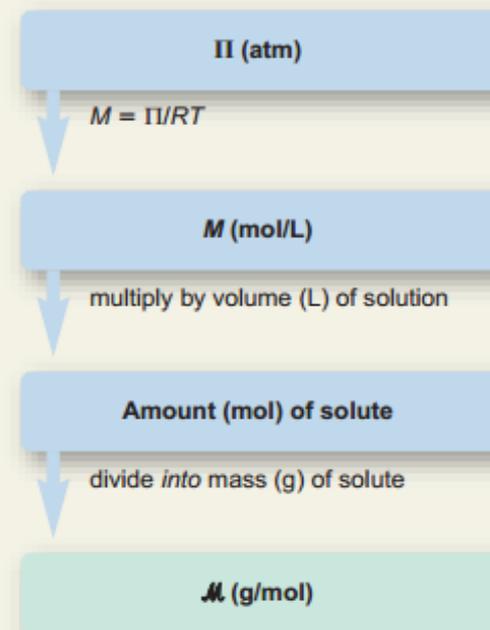
PLAN We know the osmotic pressure ($\Pi = 3.61$ torr), R , and T (5.0°C). We convert Π from torr to atm, and T from °C to K, and then use Equation 13.13 to solve for molarity (M). Then we calculate the amount (mol) of hemoglobin from the known volume (1.50 mL) and use the known mass (21.5 mg) to find \mathcal{M} .

SOLUTION Combining unit conversion steps and solving for molarity from Equation 13.13:

$$M = \frac{\Pi}{RT} = \frac{\frac{3.61 \text{ torr}}{760 \text{ torr/1 atm}}}{\left(0.0821 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right)(273.15 \text{ K} + 5.0)} = 2.08 \times 10^{-4} M$$

Finding amount (mol) of solute (after changing mL to L):

$$\text{Moles of solute} = M \times V = \frac{2.08 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1 \text{ L soln}} \times 0.00150 \text{ L soln} = 3.12 \times 10^{-7} \text{ mol}$$



Sifat Koligatif pada Larutan Elektrolit Kuat

Mengkalikan dengan faktor van't Hoff (i), yaitu:

$$i = \frac{\text{nilai terukur untuk larutan elektrolit}}{\text{nilai yang diharapkan untuk larutan non elektrolit}}$$

Sehingga rumusnya menjadi:

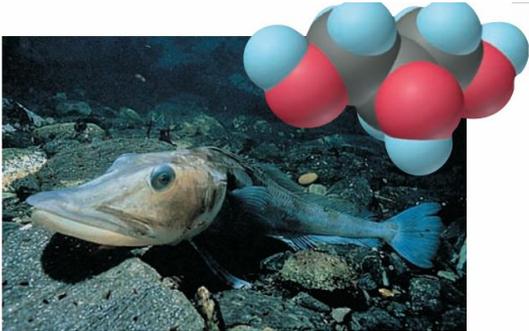
For vapor pressure lowering: $\Delta P = i(X_{\text{solute}} \times P_{\text{solvent}}^{\circ})$

For boiling point elevation: $\Delta T_b = i(K_b m)$

For freezing point depression: $\Delta T_f = i(K_f m)$

For osmotic pressure: $\Pi = i(MRT)$

Sifat Koligatif dalam Biologi



Biological antifreeze To survive in the Arctic and in northern winters, many fish and insects, including the common housefly, produce large amounts of glycerol ($C_3H_8O_3$)—a substance with a structure very similar to that of ethylene glycol and also miscible with water—which lowers the freezing point of their blood.

Isotonic daily care

Contact-lens rinses consist of isotonic saline ($0.15\ M\ NaCl$) to prevent any changes in the volume of corneal cells. Solutions for the intravenous delivery of nutrients or drugs are always isotonic.

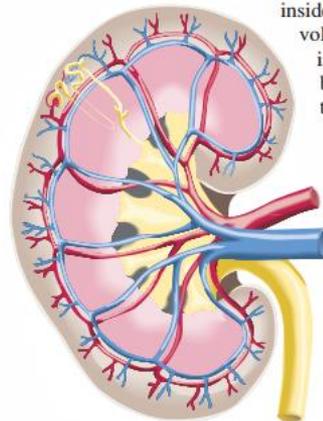


Hypotonic watering of trees

The dissolved substances in tree sap create a more concentrated solution than the surrounding groundwater. Water enters membranes in the roots and rises into the tree, creating an osmotic pressure that can exceed 20 atm in the tallest trees!

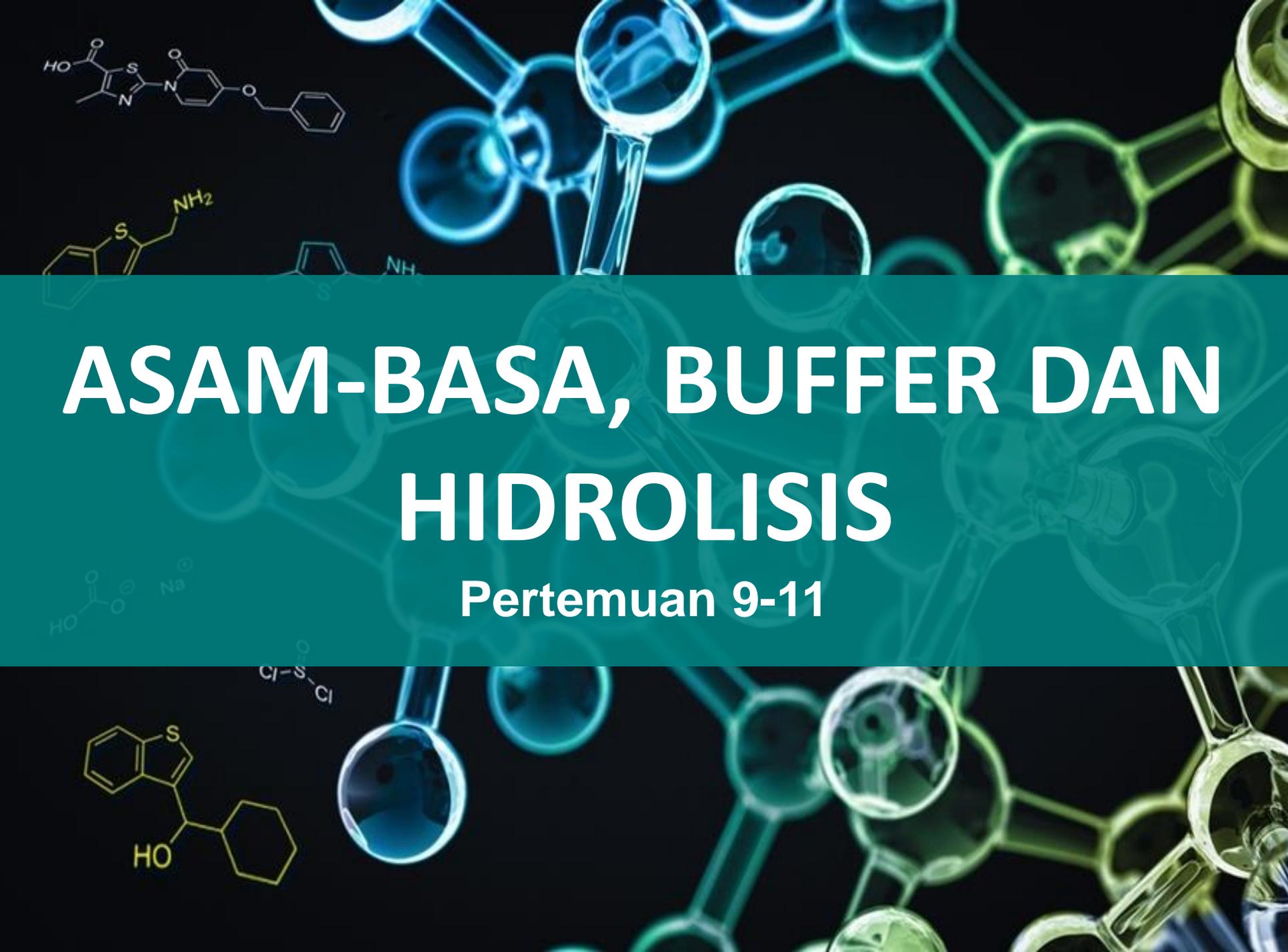


Sodium ion: the extracellular osmoregulator Of the four major biological cations— Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , and Ca^{2+} — Na^+ is essential for all animals (which includes you!) to regulate their fluid volume. The Na^+ ion accounts for more than 90 mol % of all cations *outside* a cell. A high Na^+ concentration draws water out of the cell by osmosis; a low Na^+ concentration leaves more inside. The primary role of Na^+ is to regulate the water volume of the body, and the primary role of the kidneys is to regulate the concentration of Na^+ . Changes in blood pressure (volume) activate nerves and hormones to adjust blood flow and alter kidney function.



Hypertonic food preservation Before refrigeration was common, salt was used as a preservative. The salt causes microbes on the food's surface to shrivel and die from loss of water. (Salt was so highly prized for this purpose that Roman soldiers were paid in salt, from which practice comes the word *salary*.) In 1772, Captain James Cook wisely brought on board his ship large amounts of cabbage as food stores and preserved it with salt, thus converting the perishable vegetable into long-lived sauerkraut. The high vitamin-C content of the pickled cabbage prevented the debilitating effects of scurvy and allowed Cook's crew to continue explorations and partake in experiments that would revolutionize longitude measurements and, thus, oceangoing navigation.



The background features a dark blue and green color scheme with glowing molecular models and chemical structures. In the top left, there is a complex organic molecule with a benzothiazole ring system and a benzyl group. Below it is a thiophene ring with an amino group. In the bottom left, there is a benzothiazole ring with a cyclohexane ring and a hydroxyl group. In the bottom center, there is a sulfur atom bonded to two chlorine atoms. In the top right, there is a sodium ion and a hydroxyl group. The central text is white and bold, set against a dark teal background.

ASAM-BASA, BUFFER DAN HIDROLISIS

Pertemuan 9-11



Bunga Hydrangea memiliki senyawa dalam cairan ekstraselularnya yang dapat mengubah warna bunga sesuai tingkat keasaman tanahnya: kemerahan pada tanah yang asam dan kebiruan pada tanah yang basa.

Asam-basa dalam Kehidupan Sehari-hari

Asam

- Asam asetat/cuka (CH_3COOH) >> penyedap, pengawet
- Asam sitrat ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) >> penyedap
- Asam fosfat (H_3PO_4) >> pembersih karat
- Asam borat (H_3BO_3) >> antiseptik, insektisida

Basa

- Natrium hidroksida (NaOH) >> pembersih oven
- Amoniak (NH_3) >> pembersih alat rumah tangga
- Natrium karbonat (Na_2CO_3) >> pembersih lemak
- Natrium hidrogen karbonat (NaHCO_3) >> pengembang kue (baking soda)

Definisi Asam dan Basa

- Benarkah asam merujuk pada senyawa-senyawa yang rasanya masam, sedangkan basa merujuk pada senyawa yang rasanya pahit?
- Jawabannya: bisa benar dan bisa salah.
- Ingat: **jangan** pernah **menyentuh** dan **mencicipi** zat yang ada dalam laboratorium.
- Jadi bagaimana mengidentifikasi asam-basa?

Mari lihat asam-basa dari 3 teori di bawah ini:

Arrhenius: pelepasan H^+ dan OH^-

Brønsted-Lowry: transfer proton

Lewis: donasi pasangan elektron

1. Teori Arrhenius

- Merupakan teori paling awal dan sederhana yang menjelaskan asam dan basa.
- Asam: senyawa yang memiliki H pada rumusnya dan terlarut dalam air menghasilkan ion H_3O^+ .
- Basa: senyawa yang memiliki OH pada rumusnya dan terlarut dalam air menghasilkan ion OH^- .
- Saat asam dan basa bereaksi, terjadi netralisasi:

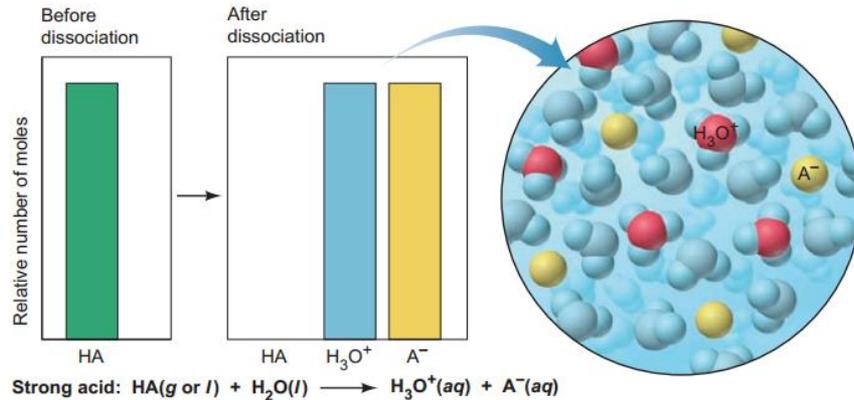


1. Teori Arrhenius (cont'd)

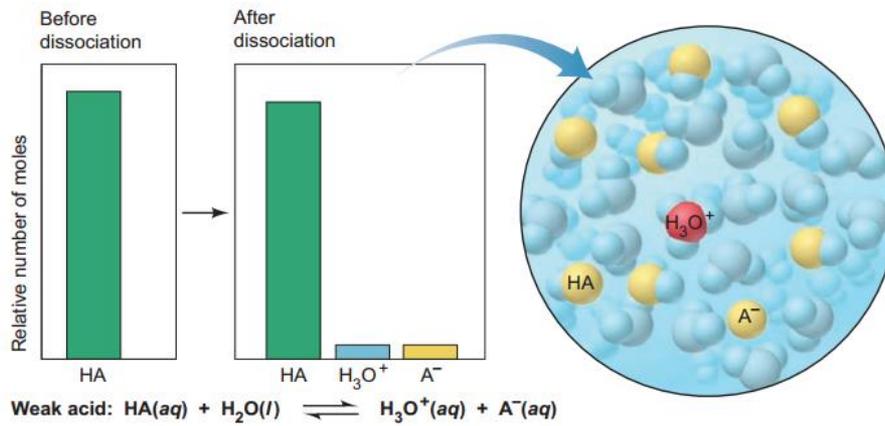
Berdasarkan teori ini diketahui variasi kekuatan asam basa >> konstanta disosiasi asam (K_a):

- Asam kuat terdisosiasi sempurna menjadi ion-ionnya dalam air
- Asam lemah terdisosiasi sangat sedikit menjadi ion-ionnya dalam air
- Semakin kuat asam >> semakin tinggi $[H_3O^+]$
>> semakin besar nilai K_a

1. Teori Arrhenius (cont'd)



Pada asam kuat, molekul asam terdisosiasi sempurna saat larut dalam air sehingga tidak menyisakan molekulnya dan berubah semua menjadi ion H₃O⁺ dan A⁻



Pada asam lemah, molekul asam sedikit sekali terdisosiasi saat larut dalam air sehingga banyak menyisakan molekulnya dan hanya sedikit terbentuk ion H₃O⁺ dan A⁻

1. Teori Arrhenius (cont'd)

Asam Kuat

- Asam hidrohhalida: HCl, HBr, dan HI
- Asam okso yang mana jika jumlah O nya dibagi jumlah H akan berjumlah 2 atau lebih, contoh H_2SO_4
 $(4 \text{ O} - 2 \text{ H}) = 2$

Asam Lemah

- Asam hidrohhalida: HF
- Asam yang atom H nya tidak terikat pada O atau halogen, contoh HCN dan H_2S
- Asam okso yang mana jika jumlah O nya dibagi jumlah H akan berjumlah 1, contoh HClO
- Asam karboksilat (RCOOH), contoh CH_3COOH

1. Teori Arrhenius (cont'd)

Basa Kuat

Senyawa yang larut dalam air dan mengandung ion O^{2-} atau OH^- , contoh:

- M_2O atau MOH , dengan M adalah logam golongan 1A (Li, Na, K, Rb, Cs)
- MO atau $M(OH)_2$, dengan M adalah logam golongan 2A (Ca, Sr, Ba)

Basa Lemah

Banyak senyawa yang mengandung atom N yang kaya elektron, contoh:

- Amoniak (NH_3)
- Amina ($R\ddot{N}H_2$, $R_2\ddot{N}H$ atau $R_3\ddot{N}$), contoh: $CH_3CH_2NH_2$

2. Teori Brønsted-Lowry

Coba anda kembali ke slide sebelumnya dan temukan kejanggalan dari contoh-contoh asam dan basa berdasarkan teori Arrhenius.

1. Teori Arrhenius (cont'd)

Basa Kuat

Senyawa yang larut dalam air dan mengandung ion O^{2-} atau OH^- , contoh:

- M_2O atau MOH , dengan M adalah logam golongan 1A (Li, Na, K, Rb, Cs)
- MO atau $M(OH)_2$, dengan M adalah logam golongan 2A (Ca, Sr, Ba)

Basa Lemah

Banyak senyawa yang mengandung atom N yang kaya elektron, contoh:

- Amoniak (NH_3)
- Amina ($R\ddot{N}H_2$, $R_2\ddot{N}H$ atau $R_3\ddot{N}$), contoh: $CH_3CH_2NH_2$

Termasuk basa, namun tidak memiliki spesi OH^-

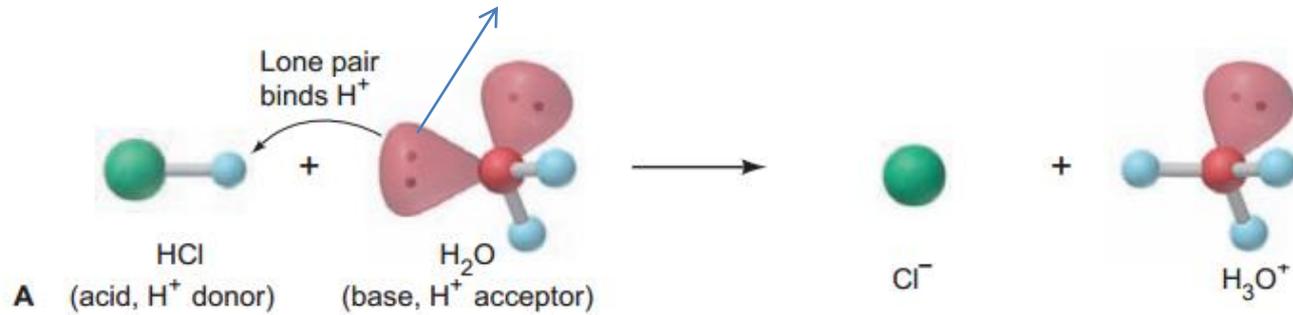
2. Teori Brønsted-Lowry (cont'd)

Menjelaskan kelemahan dalam teori Arrhenius dimana banyak senyawa yang menghasilkan ion OH^- saat larut dalam air, padahal pada bentuk awalnya tidak mengandung OH.

- Asam >> donor proton, harus memiliki setidaknya 1 atom H
- Basa >> akseptor proton, harus memiliki pasangan elektron bebas untuk mengikat H^+

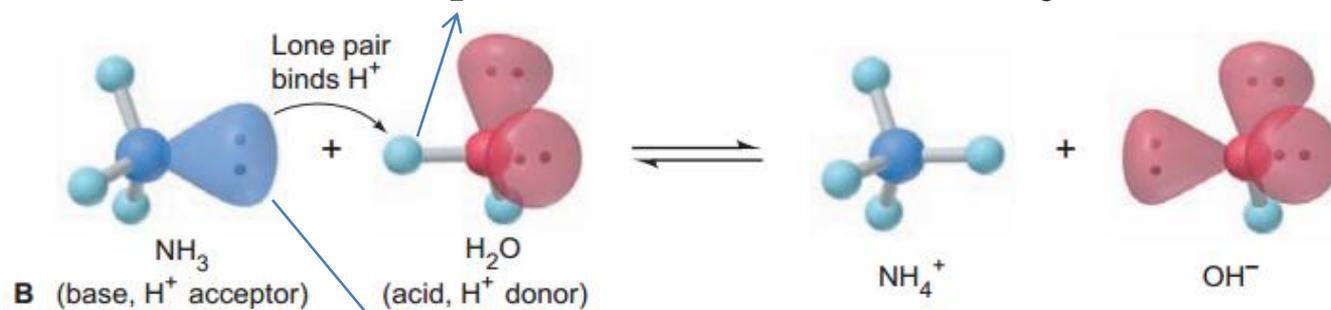
2. Teori Brønsted-Lowry (cont'd)

Pasangan elektron bebas pada H₂O mengikat H⁺ dari HCl



HCl mendonorkan H⁺ untuk H₂O

H₂O mendonorkan H⁺ untuk NH₃



Pasangan elektron bebas pada NH₃ mengikat H⁺ dari H₂O

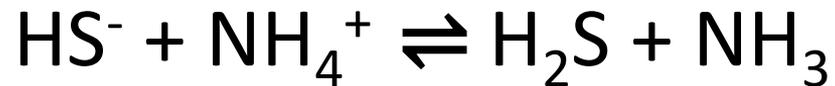
H₂O bersifat amfiprotik

2. Teori Brønsted-Lowry (cont'd)

Perhatikan kedua reaksi di bawah ini:



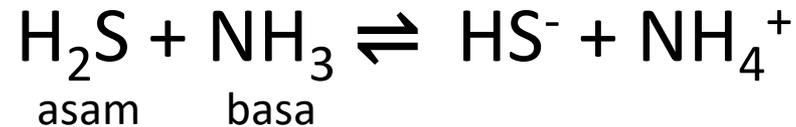
dan



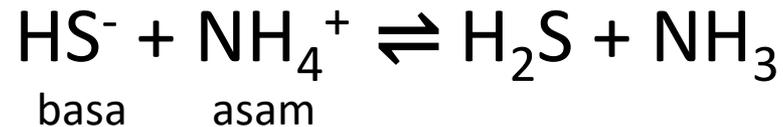
Tentukan mana spesi asam dan basanya.

2. Teori Brønsted-Lowry (cont'd)

Perhatikan kedua reaksi di bawah ini:



dan



Dalam terminologi Brønsted-Lowry, H_2S dan HS^- adalah pasangan konjugasi asam-basa, begitu pula dengan NH_3 dan NH_4^+ .

2. Teori Brønsted-Lowry (cont'd)

- Basa konjugat memiliki H lebih sedikit dan bermuatan lebih minus 1 dari asamnya.
- Asam konjugat memiliki H lebih banyak dan bermuatan kurang minus 1 dari basanya.

Table 18.4 The Conjugate Pairs in Some Acid-Base Reactions

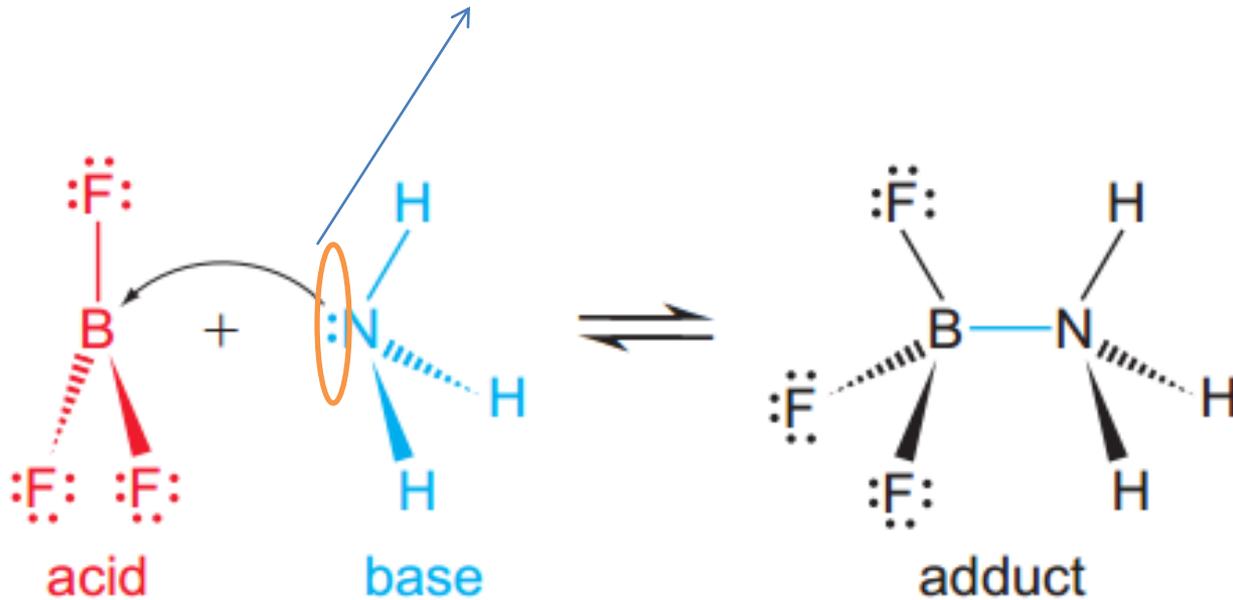
	Acid	+	Base	⇌	Base	+	Acid	
			Conjugate Pair					
					Conjugate Pair			
Reaction 1	HF	+	H ₂ O		F ⁻	+	H ₃ O ⁺	
Reaction 2	HCOOH	+	CN ⁻		HCOO ⁻	+	HCN	
Reaction 3	NH ₄ ⁺	+	CO ₃ ²⁻		NH ₃	+	HCO ₃ ⁻	
Reaction 4	H ₂ PO ₄ ⁻	+	OH ⁻		HPO ₄ ²⁻	+	H ₂ O	
Reaction 5	H ₂ SO ₄	+	N ₂ H ₅ ⁺		HSO ₄ ⁻	+	N ₂ H ₆ ²⁺	
Reaction 6	HPO ₄ ²⁻	+	SO ₃ ²⁻		PO ₄ ³⁻	+	HSO ₃ ⁻	

3. Teori Lewis

- Teori ini memperluas definisi asam dan basa, misalnya CO_2 yang tidak memiliki spesi H pun termasuk spesi asam Lewis.
- Basa: spesi yang mendonorkan pasangan elektron
- Asam: spesi yang menerima pasangan elektron.
- Produk asam-basa Lewis disebut **adduct**, yaitu spesi tunggal yang mengandung ikatan kovalen baru.

3. Teori Lewis (cont'd)

Elektron yang terlibat dalam asam-basa Lewis



→ Semoga beruntung semuanya!

Lebih baik menyimpan rekomendasi ini, pencegahan tidak pernah terlalu banyak!

- Duduk di bawah sinar matahari selama 15-20 menit
- Istirahat dan tidur minimal 7-8 jam.
- Minum 1 setengah liter air per hari
- Semua makanan harus panas (tidak dingin).

→ Perlu diingat bahwa pH virus corona berkisar antara 5,5 hingga 8,5.

Jadi yang harus kita lakukan untuk membasmi virus adalah makan lebih banyak makanan yang bersifat basa, di atas tingkat asam virus.

Sebagai;

- Pisang, Jeruk Nipis → 9,9 pH
- Lemon kuning → 8,2 pH
- Alpukat - pH 15,6
- Bawang putih - pH 13,2
- Mangga - pH 8,7
- Mandarin - pH 8,5
- Nanas - 12,7 pH
- Selada air - 22,7 pH
- Jeruk - 9,2 pH

→ Bagaimana Anda tahu bahwa Anda memiliki Covid-19 ?!

- tenggorokan gatal
- Tenggorokan kering
- Batuk kering
- Suhu tinggi
- Kesulitan bernapas

Amati pesan yang banyak tersebar di sebuah platform belakang ini. Apa pendapat anda?



Type a message

Skala pH: kuantitas ion hidronium

- pH menunjukkan konsentrasi ion hidronium, $[H_3O^+]$, dalam larutan.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

- pH larutan netral = 7.00
- pH larutan asam < 7.00
- pH larutan basa > 7.00

Hubungan pH, pOH dan pK_w

- $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$
- $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ (pd 25°C)
- $\text{pK}_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14.00$ (pd 25°C)

Hubungan pH, pOH dan pK_w

SAMPLE PROBLEM 18.2 Calculating $[H_3O^+]$ or $[OH^-]$ in Aqueous Solution

PROBLEM A research chemist adds a measured amount of HCl gas to pure water at 25°C and obtains a solution with $[H_3O^+] = 3.0 \times 10^{-4} \text{ M}$. Calculate $[OH^-]$. Is the solution neutral, acidic, or basic?

PLAN We use the known value of K_w at 25°C (1.0×10^{-14}) and the given $[H_3O^+]$ ($3.0 \times 10^{-4} \text{ M}$) to solve for $[OH^-]$. Then we compare $[H_3O^+]$ with $[OH^-]$ to determine whether the solution is acidic, basic, or neutral (see Figure 18.4).

SOLUTION Calculating $[OH^-]$:

$$\begin{aligned} [OH^-] &= \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{3.0 \times 10^{-4}} \\ &= 3.3 \times 10^{-11} \text{ M} \end{aligned}$$

Because $[H_3O^+] > [OH^-]$, the solution is acidic.

CHECK It makes sense that adding an acid to water results in an acidic solution. Moreover, because $[H_3O^+]$ is greater than 10^{-7} M , $[OH^-]$ must be less than 10^{-7} M to give a constant K_w .

Larutan Penyangga (Buffer)



Efek penambahan larutan asam dan basa pada larutan non-penyangga. (A) larutan HCl pH 5. (B) kiri: penambahan 1 mL HCl 1 M, kanan: penambahan 1 mL NaOH 1 M



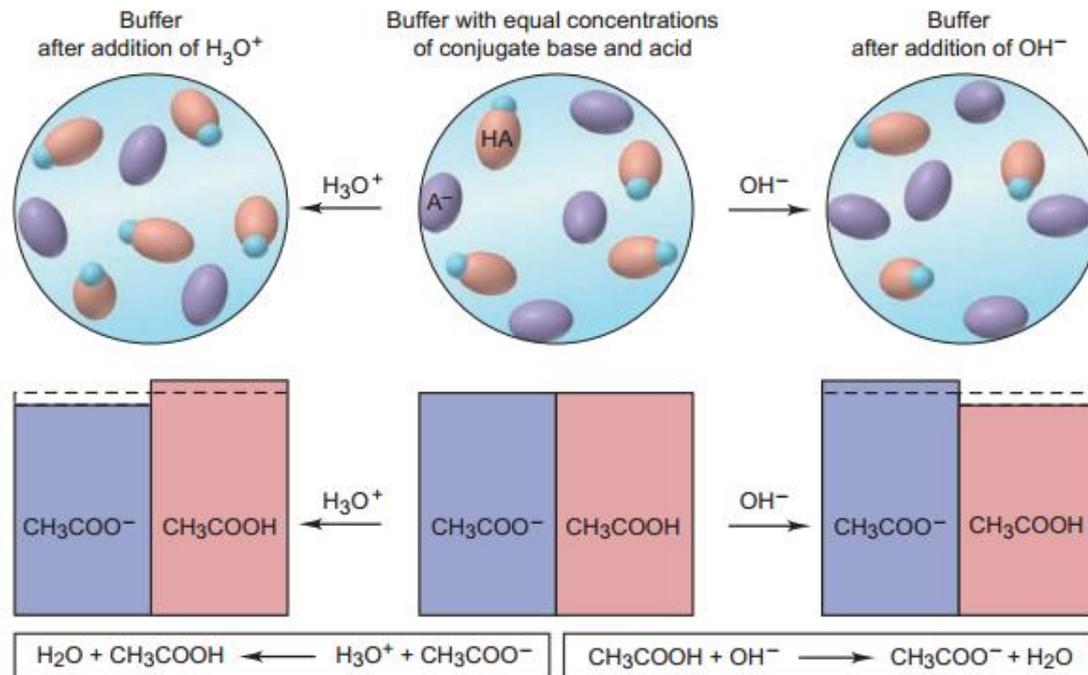
Efek penambahan larutan asam dan basa pada larutan penyangga. (A) larutan penyangga CH_3COOH 1 M + CH_3COONa 1 M pH 5. (B) kiri: penambahan 1 mL HCl 1 M, kanan: penambahan 1 mL NaOH 1 M

Larutan Penyangga (Buffer)

- Merupakan sistem larutan yang mampu meminimalisir efek penambahan asam dan basa pada pH larutan tsb.
- Buffer terjadi melalui fenomena **efek ion-senama**.
- Efek ion senama terjadi saat ion tertentu ditambahkan pada campuran yang berkesetimbangan yang telah mengandung ion tersebut dalam campurannya.

Larutan Penyangga (Buffer)

- Contoh sistem buffer: mencampurkan larutan CH_3COOH dan basa konjugasinya (CH_3COO^-).
- Cara kerja buffer:



Perhitungan pH Buffer

Hitunglah pH:

- Larutan penyangga yang mengandung 0,5 M CH_3COOH dan 0,5 M CH_3COONa
- Setelah penambahan 0,02 mol padatan NaOH pada 1 L larutan tsb
- Setelah penambahan 0,02 mol HCl pada 1 L larutan tsb (a)

SAMPLE PROBLEM 19.1 Calculating the Effect of Added H_3O^+ or OH^- on Buffer pH

PROBLEM Calculate the pH:

- Of a buffer solution consisting of 0.50 M CH_3COOH and 0.50 M CH_3COONa
 - After adding 0.020 mol of solid NaOH to 1.0 L of the buffer solution in part (a)
 - After adding 0.020 mol of HCl to 1.0 L of the buffer solution in part (a)
- K_a of $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$. (Assume the additions cause negligible volume changes.)

PLAN In each case, we know, or can find, $[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{init}}$ and $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{init}}$ and the K_a of CH_3COOH (1.8×10^{-5}), and we need to find $[\text{H}_3\text{O}^+]$ at equilibrium and convert it to pH. **(a)** We use the given concentrations of buffer components (each 0.50 M) as the initial values. As in earlier problems, we assume that x , the $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ that dissociates, which equals $[\text{H}_3\text{O}^+]$, is so small relative to $[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{init}}$ that it can be neglected. We set up a reaction table, solve for x , and check the assumption. **(b)** and **(c)** We assume that the added OH^- or H_3O^+ reacts completely with the buffer components to yield new $[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{init}}$ and $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{init}}$, which then dissociate to an unknown extent. We set up two reaction tables. The first summarizes the stoichiometry of adding strong base (0.020 mol) or acid (0.020 mol). The second summarizes the dissociation of the new HA concentrations, so we proceed as in part (a) to find the new $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

SOLUTION **(a)** The original pH: $[\text{H}_3\text{O}^+]$ in the original buffer. Setting up a reaction table with $x = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{dissoc}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ (as in Chapter 18, we assume that $[\text{H}_3\text{O}^+]$ from H_2O is negligible and disregard it):

Concentration (M)	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+ $\text{H}_2\text{O}(l)$	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+ $\text{H}_3\text{O}^+(aq)$
Initial	0.50	—		0.50	0
Change	$-x$	—		$+x$	$+x$
Equilibrium	$0.50 - x$	—		$0.50 + x$	x

Making the assumption and finding the equilibrium $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ and $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$: With K_a small, x is small, so we assume

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.50 M - x \approx 0.50 M \quad \text{and} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0.50 M + x \approx 0.50 M$$

Solving for x ($[\text{H}_3\text{O}^+]$ at equilibrium):

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \approx (1.8 \times 10^{-5}) \times \frac{0.50}{0.50} = 1.8 \times 10^{-5} M$$

Checking the assumption:

$$\frac{1.8 \times 10^{-5} M}{0.50 M} \times 100 = 3.6 \times 10^{-3} \% < 5\%$$

The assumption is justified, and we will use the same assumption in parts (b) and (c).

Calculating pH:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$$

Perhitungan pH Buffer

Hitunglah pH:

- Larutan penyangga yang mengandung 0,5 M CH_3COOH dan 0,5 M CH_3COONa
- Setelah penambahan 0,02 mol padatan NaOH pada 1 L larutan tsb
- Setelah penambahan 0,02 mol HCl pada 1 L larutan tsb (a)

(b) The pH after adding base (0.020 mol of NaOH to 1.0 L of buffer). Finding $[\text{OH}^-]_{\text{added}}$:

$$[\text{OH}^-]_{\text{added}} = \frac{0.020 \text{ mol OH}^-}{1.0 \text{ L soln}} = 0.020 \text{ M OH}^-$$

Setting up a reaction table for the *stoichiometry* of adding OH^- to CH_3COOH :

Concentration (M)	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+ $\text{OH}^-(aq)$	\longrightarrow	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+ $\text{H}_2\text{O}(l)$
Initial	0.50	0.020		0.50	—
Change	-0.020	-0.020		+0.020	—
Final	0.48	0		0.52	—

Setting up a reaction table for the *acid dissociation*, using these new initial concentrations.

As in part (a), $x = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{dissoc}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$:

Concentration (M)	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+ $\text{H}_2\text{O}(l)$	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+ $\text{H}_3\text{O}^+(aq)$
Initial	0.48	—		0.52	0
Change	-x	—		+x	+x
Equilibrium	0.48 - x	—		0.52 + x	x

Making the assumption that x is small, and solving for x :

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.48 \text{ M} - x \approx 0.48 \text{ M} \quad \text{and} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0.52 \text{ M} + x \approx 0.52 \text{ M}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \approx (1.8 \times 10^{-5}) \times \frac{0.48}{0.52} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ M}$$

Calculating the pH:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1.7 \times 10^{-5}) \\ &= 4.77 \end{aligned}$$

Perhitungan pH Buffer

Hitunglah pH:

- Larutan penyangga yang mengandung 0,5 M CH_3COOH dan 0,5 M CH_3COONa
- Setelah penambahan 0,02 mol padatan NaOH pada 1 L larutan tsb
- Setelah penambahan 0,02 mol HCl pada 1 L larutan tsb (a)

(c) The pH after adding acid (0.020 mol of HCl to 1.0 L of buffer). Finding $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{added}}$:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{added}} = \frac{0.020 \text{ mol } \text{H}_3\text{O}^+}{1.0 \text{ L soln}} = 0.020 \text{ M } \text{H}_3\text{O}^+$$

Now we proceed as in part (b), by first setting up a reaction table for the *stoichiometry* of adding H_3O^+ to CH_3COO^- :

Concentration (M)	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+	$\text{H}_3\text{O}^+(aq)$	→	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$
Initial	0.50		0.020		0.50		—
Change	-0.020		-0.020		+0.020		—
Final	0.48		0		0.52		—

The reaction table for the *acid dissociation*, with $x = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{dissoc}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ is

Concentration (M)	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$	⇌	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+	$\text{H}_3\text{O}^+(aq)$
Initial	0.52		—		0.48		0
Change	-x		—		+x		+x
Equilibrium	0.52 - x		—		0.48 + x		x

Making the assumption that x is small, and solving for x :

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.52 \text{ M} - x \approx 0.52 \text{ M} \quad \text{and} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0.48 \text{ M} + x \approx 0.48 \text{ M}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \approx (1.8 \times 10^{-5}) \times \frac{0.52}{0.48} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ M}$$

Calculating the pH:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2.0 \times 10^{-5}) \\ &= 4.70 \end{aligned}$$

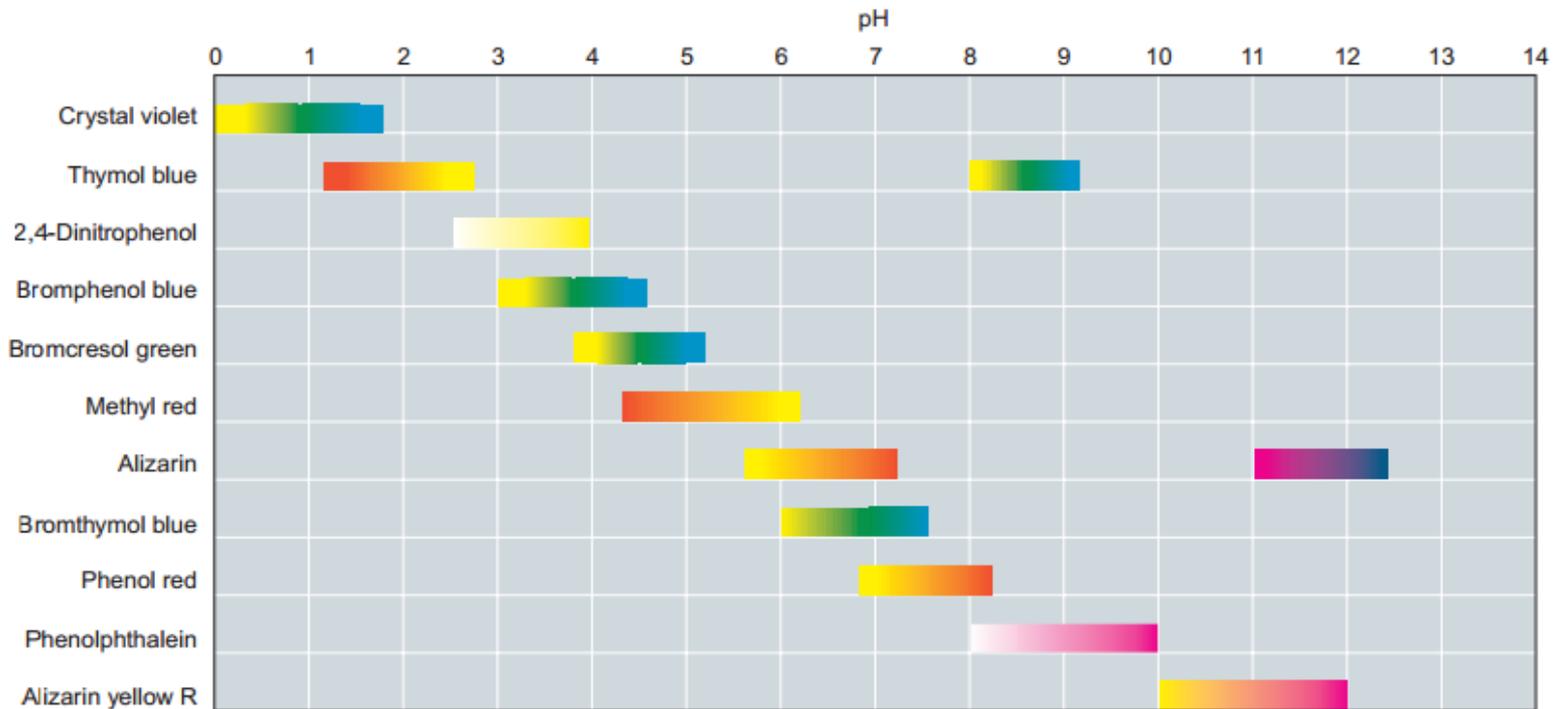
Pada larutan penyangga, perubahan pH yang terjadi saat penambahan asam atau basa kecil sekali.

Titration Asam-Basa

- Titration adalah prosedur menetapkan kadar suatu larutan dengan mereaksikan sejumlah larutan tersebut yang volumenya terukur dengan suatu larutan lain yang telah diketahui kadarnya (larutan standar) secara bertahap.
- Titration harus dilakukan hingga mencapai titik ekuivalen, yaitu keadaan di mana asam dan basa tepat habis bereaksi secara stoikiometri.
- Titik ekuivalen umumnya dapat ditandai dengan perubahan warna dari indikator >> Titik Akhir Titration (TAT).

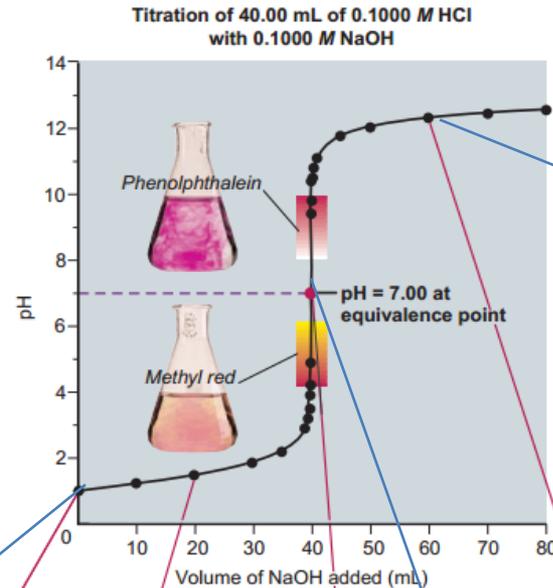
Titrasi Asam-Basa

- Pahami indikator yang perlu digunakan.



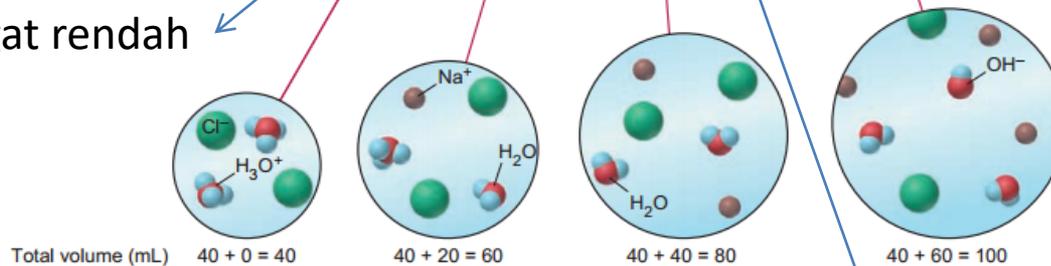
Kurva titrasi asam kuat - basa kuat

Volume of NaOH added (mL)	pH
00.00	1.00
10.00	1.22
20.00	1.48
30.00	1.85
35.00	2.18
39.00	2.89
39.50	3.20
39.75	3.50
39.90	3.90
39.95	4.20
39.99	4.90
40.00	7.00
40.01	9.10
40.05	9.80
40.10	10.10
40.25	10.50
40.50	10.79
41.00	11.09
45.00	11.76
50.00	12.05
60.00	12.30
70.00	12.43
80.00	12.52



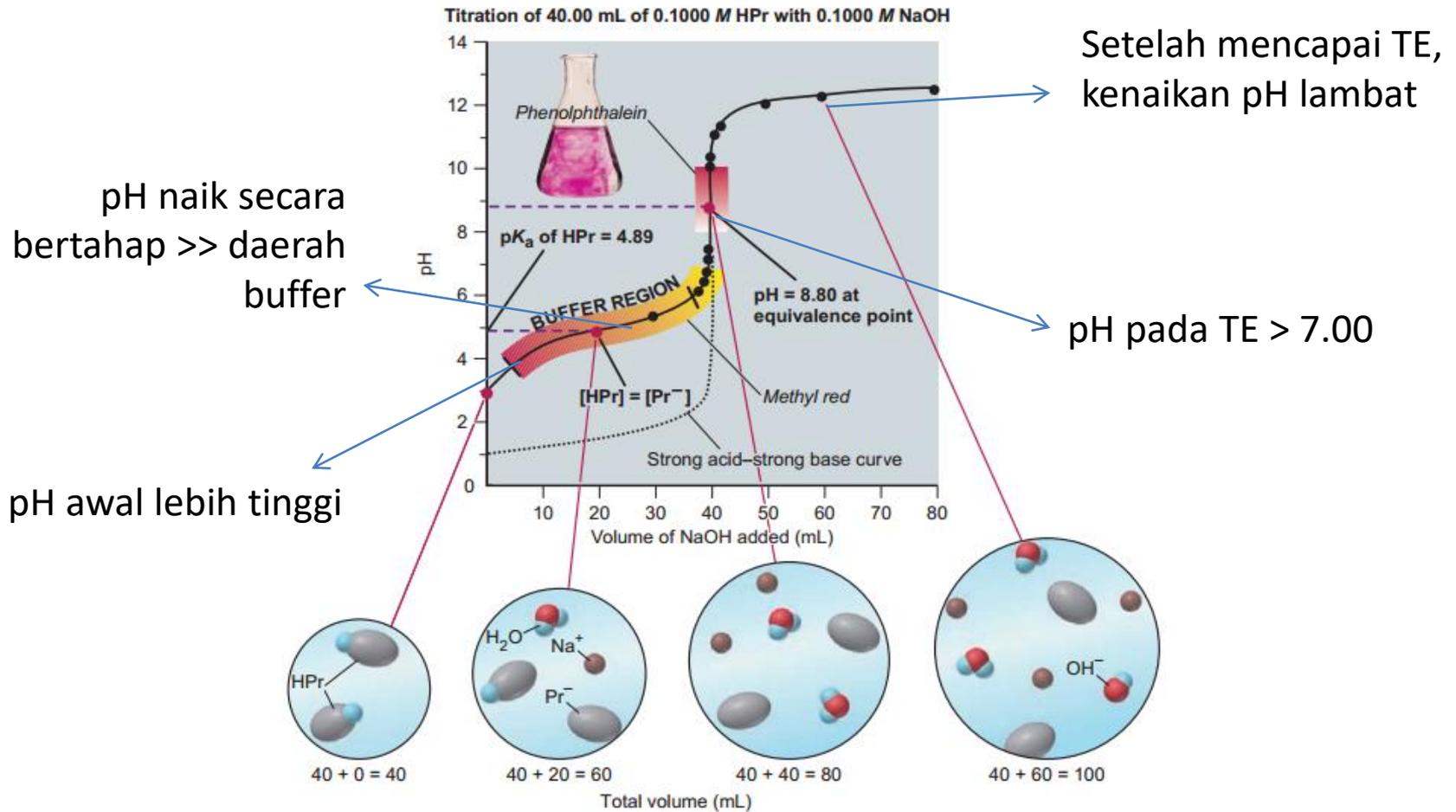
Setelah mencapai TE, kenaikan pH lambat

pH awal sangat rendah



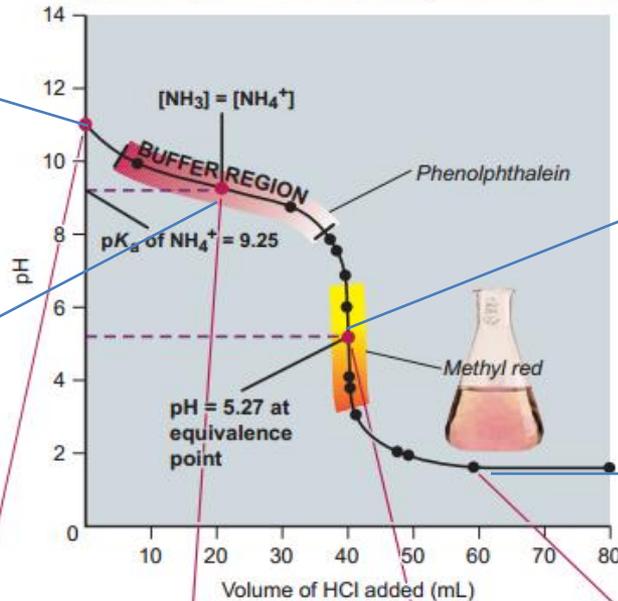
Terjadi kenaikan pH drastis saat mol OH^- yang ditambahkan hampir setara dengan H_3O^+

Kurva titrasi asam lemah - basa kuat



Kurva titrasi basa lemah - asam kuat

Titration of 40.00 mL of 0.1000 M NH_3 with 0.1000 M HCl

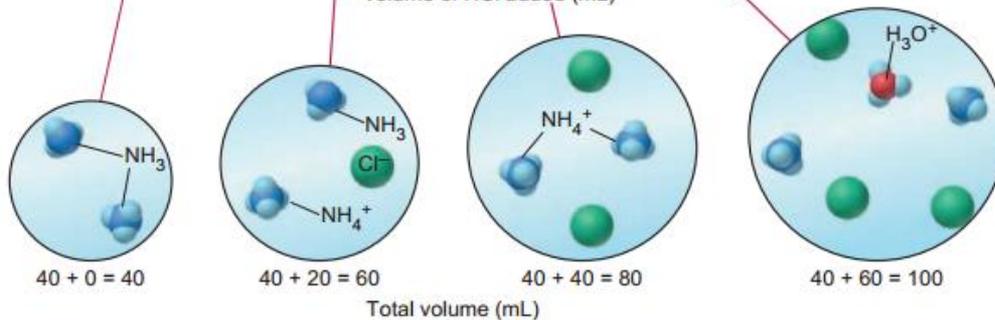


pH awal > 7.00

pH turun secara bertahap >> daerah buffer

pH turun drastis setelah melewati daerah buffer, TE < 7.00

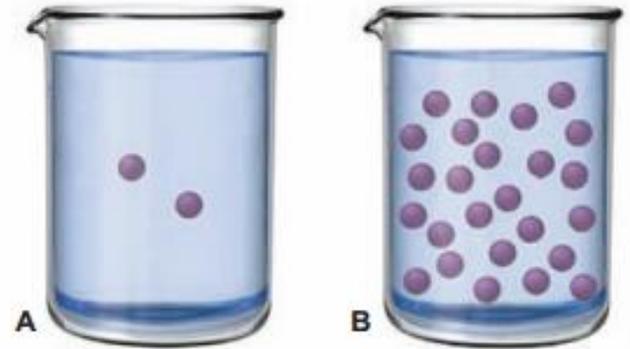
Setelah mencapai TE, penurunan pH lambat



**TUGAS KELOMPOK:
BUAT MAKALAH TENTANG BUFFER
DALAM TUBUH (DEADLINE 8/12)**

Soal Latihan

- What is the pH of 0.0333 *M* HNO₃? Is the solution neutral, acidic, or basic?
- What is the pOH of 0.0347 *M* KOH? Is the solution neutral, acidic, or basic?
- The two molecular scenes below depict the relative concentrations of H₃O⁺ (purple) in solutions of the same volume (with counter ions and solvent molecules omitted for clarity). If the pH in scene A is 4.8, what is the pH in scene B?



Soal Latihan

- Does the pH increase or decrease, and does it do so to a large or small extent, with each of the following additions?
 - a) 5 drops of 0.1 *M* NaOH to 100 mL of 0.5 *M* acetate buffer
 - b) 5 drops of 0.1 *M* HCl to 100 mL of 0.5 *M* acetate buffer
 - c) 5 drops of 0.1 *M* NaOH to 100 mL of 0.5 *M* HCl
 - d) 5 drops of 0.1 *M* NaOH to distilled water

Soal Latihan

- An industrial chemist studying bleaching and sterilizing prepares several hypochlorite buffers. Find the pH of:
 - (a) 0.100 *M* HClO and 0.100 *M* NaClO;
 - (b) 0.100 *M* HClO and 0.150 *M* NaClO;
 - (c) 0.150 *M* HClO and 0.100 *M* NaClO;
 - (d) 1.0 L of the solution in part (a) after 0.0050 mol of NaOH has been added.

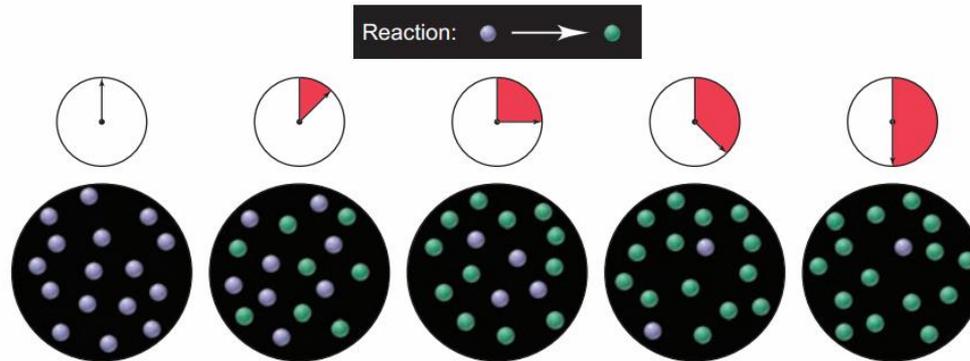


KINETIKA KIMIA

Pertemuan 12

Laju Reaksi

- Yaitu perubahan konsentrasi reaktan (maupun produk) sebagai fungsi dari waktu.

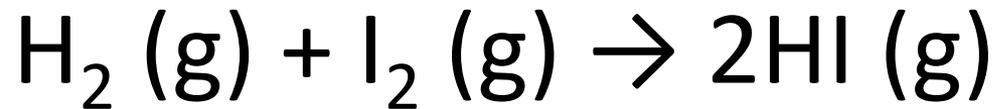


- Laju reaksi diekspresikan dalam:

$$\text{Laju reaksi} = v = \frac{\text{perubahan konsentrasi } X}{\text{perubahan waktu}} = \frac{\Delta[X]}{\Delta t}$$

Laju Reaksi (cont'd)

- Contoh:



Maka laju reaksinya bisa dinyatakan dalam:

$$v = -\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HI}]}{\Delta t}$$

Tanda (-) menunjukkan terjadinya **pengurangan** konsentrasi >> reaktan

Tanda (+) menunjukkan terjadinya **penambahan** konsentrasi >> produk

Laju Reaksi (cont'd)



where a , b , c , and d are coefficients of the balanced equation. In general, the rate is related to reactant or product concentrations as follows:

$$\text{Rate} = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t} \quad (16.2)$$

Laju Reaksi (cont'd)

- Contoh soal:
 - a. Balance the following equation and express the rate in terms of the change in concentration with time for each substance: $\text{NO (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 \text{ (g)}$
 - b. How fast is $[\text{O}_2]$ decreasing when $[\text{NO}]$ is decreasing at a rate of $1.60 \times 10^{-4} \text{ mol/Ls}$?

Hukum Laju

- Laju reaksi hanya bergantung pada: **konsentrasi** zat dan **temperatur**.
- Untuk mengetahui pengaruh **konsentrasi** zat terhadap laju >> temperatur dibuat konstan.
- Secara umum, hukum laju dapat diekspresikan dengan:



maka

$$\text{Laju} = k[A]^m[B]^n \dots$$

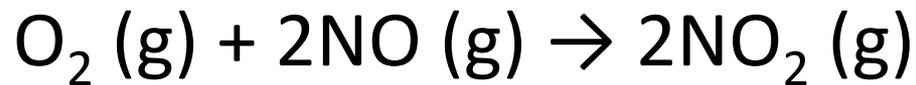
*m dan n = orde reaksi, tidak ditentukan dari koefisien

Terminologi Orde Reaksi

- Menunjukkan seberapa besar laju reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan.
- Misalkan reaksi: $A \rightarrow B$
- Jika laju bertambah 2x saat konsentrasi A ditambah 2x; bertambah 3x saat konsentrasi A ditambah 3x, dst, maka orde reaksi $A = 1$.
- Jika laju bertambah 4x saat konsentrasi A ditambah 2x; bertambah 9x saat konsentrasi A ditambah 3x, dst, maka orde reaksi $A = 2$.
- Jika laju penambahan berapapun konsentrasi A tidak mempengaruhi laju, maka orde reaksi $A = 0$.

Bagaimana Menentukan Orde Reaksi?

- Secara empiris dari data eksperimen yang menunjukkan beberapa percobaan dengan laju awal dan konsentrasi berbeda.
- Contoh reaksi:



Rumus laju secara umum:

$$\text{Laju} = k[\text{O}_2]^m[\text{NO}]^n$$

- Selanjutnya, tentukan nilai m dan n dari data percobaan.

Bagaimana Menentukan Orde Reaksi? (cont'd)

Table 16.2 Initial Rates for a Series of Experiments with the Reaction Between O_2 and NO

Experiment	Initial Reactant Concentrations (mol/L)		Initial Rate (mol/L·s)
	O_2	NO	
1	1.10×10^{-2}	1.30×10^{-2}	3.21×10^{-3}
2	2.20×10^{-2}	1.30×10^{-2}	6.40×10^{-3}
3	1.10×10^{-2}	2.60×10^{-2}	12.8×10^{-3}
4	3.30×10^{-2}	1.30×10^{-2}	9.60×10^{-3}
5	1.10×10^{-2}	3.90×10^{-2}	28.8×10^{-3}

- Untuk menentukan orde reaksi suatu spesi, pastikan spesi lain konstan.
- Untuk menentukan orde O_2 , maka pilih set percobaan yang konsentrasi NO nya tetap >> set 1 dan 2.
- Untuk menentukan orde NO, maka pilih set percobaan yang konsentrasi O_2 nya tetap >> set 1 dan 3.

Bagaimana Menentukan Orde Reaksi? (cont'd)

Menentukan orde O₂

$$\frac{\text{Rate 2}}{\text{Rate 1}} = \frac{k[\text{O}_2]_2^m[\text{NO}]_1^n}{k[\text{O}_2]_1^m[\text{NO}]_1^n}$$

where [O₂]₂ is the O₂ concentration for experiment 2, [NO]₁ is the NO concentration for experiment 1, and so forth. Because *k* is a constant and [NO] does not change between these two experiments, these quantities cancel:

$$\frac{\text{Rate 2}}{\text{Rate 1}} = \frac{[\text{O}_2]_2^m}{[\text{O}_2]_1^m} = \left(\frac{[\text{O}_2]_2}{[\text{O}_2]_1}\right)^m$$

Substituting the values from Table 16.2, we obtain

$$\frac{6.40 \times 10^{-3} \text{ mol/L}\cdot\text{s}}{3.21 \times 10^{-3} \text{ mol/L}\cdot\text{s}} = \left(\frac{2.20 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}{1.10 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}\right)^m$$

Dividing, we obtain

$$1.99 = (2.00)^m$$

Rounding to one significant figure gives

$$2 = 2^m$$

therefore,

$$m = 1$$

Menentukan orde NO

$$\frac{\text{Rate 3}}{\text{Rate 1}} = \frac{k[\text{O}_2]_3^m[\text{NO}]_3^n}{k[\text{O}_2]_1^m[\text{NO}]_1^n}$$

As before, *k* is constant, and in this pair of experiments [O₂] does not change, so these quantities cancel:

$$\frac{\text{Rate 3}}{\text{Rate 1}} = \left(\frac{[\text{NO}]_3}{[\text{NO}]_1}\right)^n$$

The actual values give

$$\frac{12.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}\cdot\text{s}}{3.21 \times 10^{-3} \text{ mol/L}\cdot\text{s}} = \left(\frac{2.60 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}{1.30 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}\right)^n$$

Dividing, we obtain

$$3.99 = (2.00)^n$$

Solving for *n*:

$$n = \log 3.99 / \log 2.00 = 2.00$$

therefore,

$$n = 2$$

Maka hukum laju reaksinya menjadi:

$$\text{Laju} = k[\text{O}_2][\text{NO}]^2$$

Pengaruh Suhu pada Laju Reaksi

- Jika kita melakukan percobaan pada suatu reaksi pada temperatur yang berbeda, maka diketahui bahwa seiring meningkatnya suhu, nilai k pun ikut meningkat.
- Artinya, suhu mempengaruhi laju reaksi dengan cara mempengaruhi nilai k nya.
- Fakta ini dipelajari oleh Svante Arrhenius, menghasilkan persamaan berikut:

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

Pengaruh Suhu pada Laju Reaksi (cont'd)

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

- Untuk menghitung nilai E_a , maka persamaan di atas dapat diubah menjadi:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

- Untuk menentukan nilai E_a nya, gunakan dua set percobaan dengan suhu yang berubah

$$\ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} \right)$$

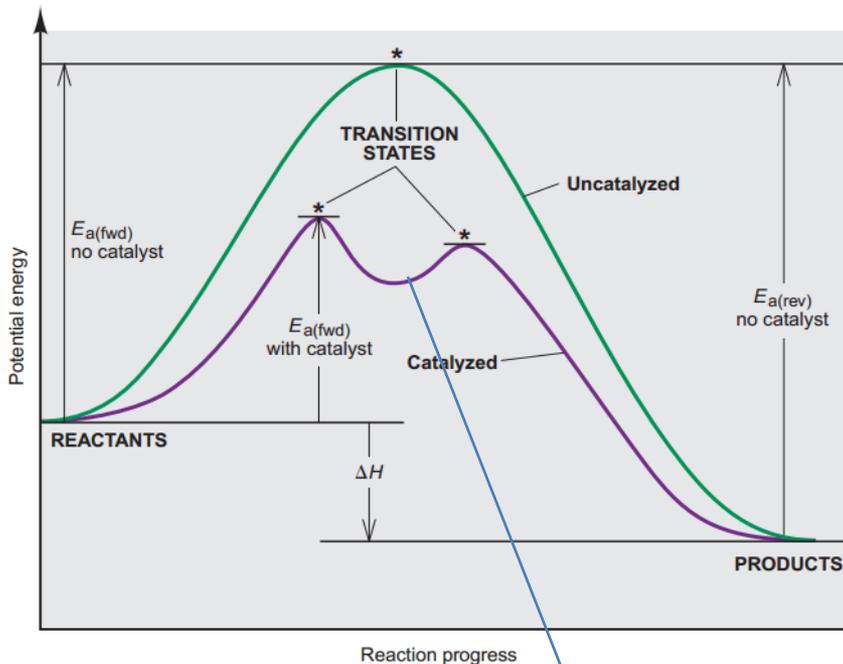
- Bagi kedua persamaan tersebut menjadi:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Katalisis: Proses percepatan reaksi kimia

- Pada situasi tertentu, laju reaksi perlu ditingkatkan.
- Menaikkan suhu dapat meningkatkan laju reaksi, namun tidak ekonomis.
- Katalis dapat digunakan dalam suatu reaksi untuk meningkatkan laju reaksi.
- Katalis disebut tidak dikonsumsi dalam reaksi, karena pada akhir reaksi katalis ditemukan pada bentuk semulanya.

Proses Katalisis



Katalis menurunkan E_a

- Reaksi **tanpa** katalis (garis hijau):
 $A + B \rightarrow \text{produk (lama)}$
- Reaksi **dengan** katalis (garis ungu):
 $A + \text{katalis} \rightarrow C$ (cepat)
 $C + B \rightarrow \text{produk} + \text{katalis}$ (cepat)

