

03035307 KIMIA (2-1)

Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S.

Kuliah ke-4

Kimia inti

Bahan kuliah ini disarikan dari "Chemistry" 4th ed. McMurray and Fay"







Isotop

- **Isotop** adalah atom dengan nomor yang sama tetapi mempunyai massa yang berbeda. Inti atom dari isotop tertentu dinamakan **nuklida**.
- Dikenal 13 isotop untuk atom C, 2 diantaranya yang stabil adalah ^{12}C dan ^{13}C . ^{14}C terbentuk di atmosfer bagian atas dari aksi neutron sinar kosmik terhadap ^{14}N . Terdapat 10 isotop lainnya yang merupakan isotop buatan yang tidak stabil.
- ^{14}C tidak stabil dan secara perlahan terurai menjadi ^{14}N plus satu buah elektron, ditulis sebagai

$$^{14}_6\text{C} \longrightarrow ^{14}_7\text{N} + ^0_1\text{e}$$

reaksi ini disebut reaksi kimia inti

3 Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S. 11/09/2018

Kimia Inti

- Pembentukan/penguraian senyawa atau reaksi kimia sangat bergantung pada elektron terluar dari suatu atom, dengan kata lain hanya jenis ikatannya yang berubah. Hal tersebut tidak mengubah karakteristik suatu atom, misalnya:

Pembakaran metana (CH_4) menjadi CO_2 dan H_2O

$$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

- Reaksi lain yang dikenal adalah reaksi kimia inti. Reaksi kimia inti ini dapat menyebabkan perubahan karakteristik suatu atom, dengan kata lain suatu atom dapat berubah menjadi atom lain

2 Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S. 11/09/2018

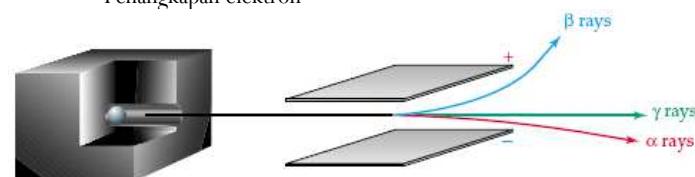
Reaksi kimia inti

- Reaksi kimia inti menyebabkan perubahan pada inti atom, biasanya menghasilkan unsur yang berbeda.
- Isotop yang berbeda memberikan karakteristik yang sama pada reaksi kimia biasa, tetapi dapat berbeda pada reaksi kimia inti.
- Laju reaksi kimia inti tidak dipengaruhi oleh tekanan, suhu, ataupun katalis.
- Reaksi kimia inti suatu atom adalah sama, baik sebagai senyawa kimia maupun sebagai unsur.
- Energi yang menyertai reaksi kimia inti jauh lebih besar dibanding reaksi kimia biasa, misal
 - Reaksi kimia inti dari Uranium-235 (^{235}U) menghasilkan $8,2 \times 10^7$ kJ/gram
 - Reaksi kimia biasa dari gas metana (CH_4) menghasilkan 56 kJ/gram

4 Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S. 11/09/2018

Reaksi Inti dan Radioaktivitas

- Pada tahun 1897, Ernest Rutherford (ahli fisika dari New Zealand) mengemukakan bahwa ada tiga tipe radiasi, yaitu:
 - Alpha (α), bermuatan $2+ (\frac{4}{2}\text{He})$
 - Beta (β), bermuatan $1- (-1\text{e})$
 - Gamma (γ), bermuatan netral ($\frac{0}{0}\gamma$)
 - Positron ($\frac{0}{1}\text{e}$) atau β^{+}
 - Penangkapan elektron



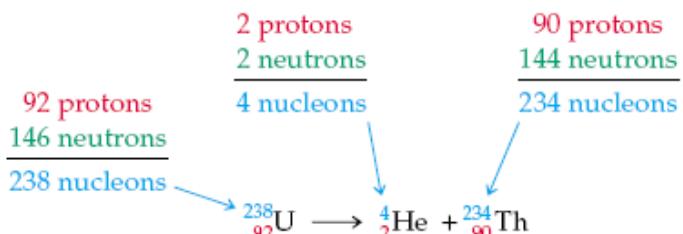
5

Kimia, PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S.



11/09/2013

Sinar α



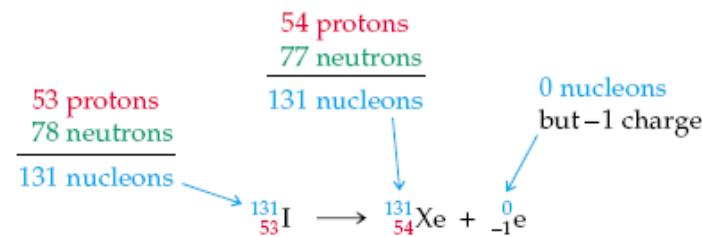
6

Kimia, PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S.



11/09/2018

Sinar β



7

Kimia, PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2013

Sinar γ

- Sinar b, biasanya tidak ditulis dalam persamaan reaksi ini karena tidak ada perubahan pada nomor massa ataupun nomor atom. Sinar g ini hampir selalu mengiringi radiasi sinar α dan β dalam mekanismenya menghasilkan energi. Sinar g mengandung energi foton yang sangat besar ($\lambda = 10^{-11} - 10^{-14}$ m)

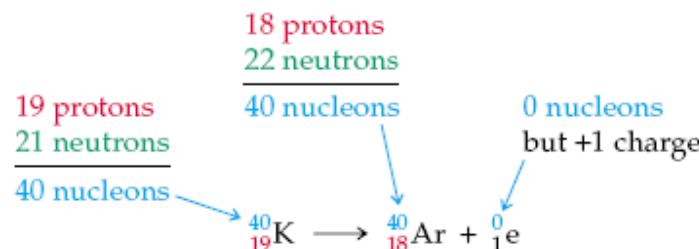
8

Kimia, PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Positron



9

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Penangkapan Elektron

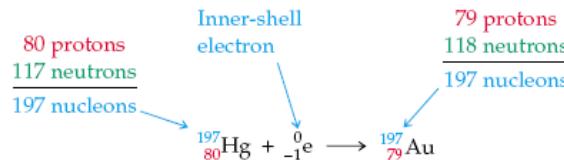


TABLE 22.1 A Summary of Radioactive Decay Processes

Process	Symbol	Change in Atomic Number	Change in Mass Number	Change in Neutron Number
Alpha emission	$^{4}_{2}\text{He}$ or α	-2	-4	-2
Beta emission	$^{0}_{-1}\text{e}$ or β^-	+1	0	-1
Gamma emission	$^{0}_{0}\gamma$ or γ	0	0	0
Positron emission	$^{0}_{1}\text{e}$ or β^+	-1	0	+1
Electron capture	E. C.	-1	0	+1

10

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Fungsi radioisotop

TABLE 22.2 Half-Lives of Some Useful Radioisotopes

Radioisotope	Symbol	Radiation	Half-Life	Use
Tritium	$^{3}_{1}\text{H}$	β^-	12.33 years	Biochemical tracer
Carbon-14	$^{14}_{6}\text{C}$	β^-	5730 years	Archaeological dating
Phosphorus-32	$^{32}_{15}\text{P}$	β^-	14.26 days	Leukemia therapy
Potassium-40	$^{40}_{19}\text{K}$	β^-	1.28×10^9 years	Geological dating
Cobalt-60	$^{60}_{27}\text{Co}$	β^- , γ	5.27 years	Cancer therapy
Technetium-99 ^m	$^{99m}_{43}\text{Tc}$	γ	6.01 hours	Brain scans
Iodine-123	$^{123}_{53}\text{I}$	γ	13.27 hours	Thyroid therapy
Uranium-235	$^{235}_{92}\text{U}$	α , γ	7.04×10^8 years	Nuclear reactors

*The *m* in technetium-99^m stands for *metastable*, meaning that it undergoes γ emission but does not change its mass number or atomic number.

Contoh soal:

- Alpha emission from curium-242: $^{242}_{90}\text{Cm} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + ?$
- Beta emission from magnesium-28: $^{28}_{12}\text{Mg} \rightarrow {}^{-1}_{0}\text{e} + ?$
- Positron emission from xenon-118: $^{118}_{54}\text{Xe} \rightarrow {}^{0}_{1}\text{e} + ?$

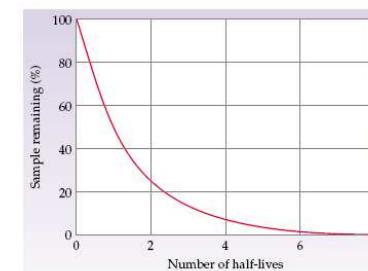
11

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Kecepatan Luruh Radioaktif



- Misal, untuk $^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^{0}_{-1}\text{e}$ $t_{1/2} = 8.02$ days . yang digunakan pada test thyroid. Bila hari ini jumlahnya 1,000 g, maka setelah:
 - 8,02 hari, jumlahnya menjadi 0,5 g
 - 16,04 hari, jumlahnya menjadi 0,25 g
 - 24,06 hari, jumlahnya menjadi 0,125 g
 - dst

12

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Secara matematika dinyatakan

- Laju reaksi = $k \times N$, karena mengikuti kecepatan reaksi ordo 1, maka dapat dituliskan sebagai:

$$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -kt$$

- Bila $N = \frac{1}{2}N_0$, maka

$$\ln\left(\frac{\frac{1}{2}N_0}{N_0}\right) = -kt_{1/2}$$

$$\ln\frac{1}{2} = -\ln 2 = -kt_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

- Karena $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -kt$ dan $k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ maka $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = (-\ln 2)\left(\frac{t}{t_{1/2}}\right)$

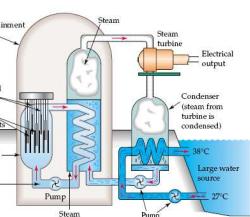
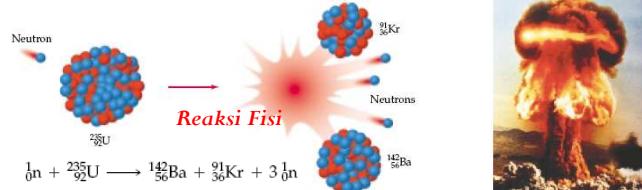
13

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Canda, M.S



11/09/2018

Reaksi Fisi dan Fusii



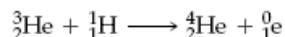
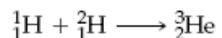
17

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

• Reaksi Fusii



18

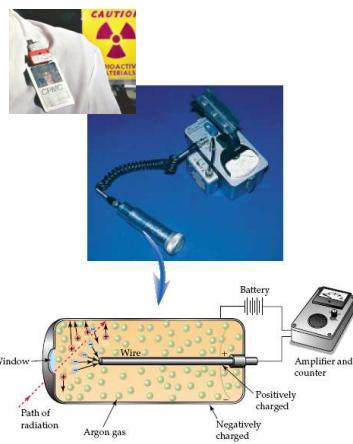
Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Deteksi dan pengukuran radioaktif

- Cara mudah untuk mendeteksi radiasi pada orang yang sehari-hari atau sering bekerja dengan radioaktif adalah dengan menggunakan tag film fotografi
- Cara pengukurannya dengan menggunakan Geiger Counter (tabung berisi gas argon yang mempunyai dua elektroda



19

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Satuan pengukuran untuk radioaktivitas

TABLE 22.3 Units for Measuring Radiation

Unit	Quantity Measured	Description
Becquerel (Bq)	Decay events	Amount of sample that undergoes 1 disintegration/s
Curie (Ci)	Decay events	Amount of sample that undergoes 3.7×10^{10} disintegrations/s
Gray (Gy)	Energy absorbed per kilogram of tissue	1 Gy = 1 J/kg tissue
Rad	Energy absorbed per kilogram of tissue	1 rad = 0.01 Gy
Sievert (Sv)	Tissue damage	1 Sv = 1 J/kg
Rem	Tissue damage	1 rem = 0.01 Sv

20

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Karakteristik radiasi dan berbagai tipe radiasi

TABLE 22.4

Some Properties of Ionizing Radiation

Type of Radiation	Energy Range	Penetrating Distance in Water [*]
α	3–9 MeV	0.02–0.04 mm
β	0–3 MeV	0–4 mm
X	100 eV–10 keV	0.01–1 cm
γ	10 keV–10 MeV	1–20 cm

^{*}Distances at which one-half of the radiation has been stopped

TABLE 22.5

Biological Effects of Short-Term Radiation on Humans

Dose (rem)	Biological Effects
0–25	No detectable effects
25–100	Temporary decrease in white blood cell count
100–200	Nausea, vomiting, longer-term decrease in white blood cells
200–300	Vomiting, diarrhea, loss of appetite, listlessness
300–600	Vomiting, diarrhea, hemorrhaging, eventual death in some cases
Above 600	Eventual death in nearly all cases

21

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Aplikasi Reaksi Kimia Inti

- Bidang arkeologi: menduga umur suatu benda prasejarah.
- Bidang kesehatan:
 - In vivo prosedur, pengukuran volume darah dengan menggunakan ^{51}Cr .
 - Prosedur pengobatan/terapi:
 - sinar β dan γ dari ^{60}Co atau sinar β dari ^{131}I , digunakan untuk membunuh jaringan yang terkena penyakit (tumor).
 - Sinar β dari ^{32}P , digunakan untuk terapi leukemia.
 - Sinar γ dari ^{123}I , digunakan untuk terapi thyroid.
 - Pengambilan gambar: untuk mendiagnosa kanker atau kondisi patologi lainnya.
 - Biasa menggunakan technetium-99 (Tc-99m), mempunyai waktu paruh 6.01 jam sehingga efek radiasi dapat diminimalkan.
 - Cara lain adalah dengan MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), tidak menggunakan radioaktif, tetapi menggunakan prinsip yang hampir sama yaitu memberikan stimulasi inti atom, biasanya hidrogen dalam molekul air).

22

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018

Aplikasi Reaksi Kimia Inti

- Bidang pertanian:
 - Sebagai sumber untuk mendapatkan keragaman genetik (mutasi DNA) dalam proses desain tanaman unggul.
 - Sebagai alat sterilisasi bahan pangan sehingga dapat memperpanjang masa simpannya. Biasanya dengan menggunakan sinar γ .
- Bidang Biokimia: sinar β dari tritium (^{3}H) sebagai *tracer*
- Bidang Geologi: sinar β dari ^{40}K untuk menentukan umur geologi
- Bidang energi: radiasi α dan γ dari ^{235}U pada reaktor nuklir

23

Kimia,PS THP Faperta UNMUL, Prof.Dr.oec.troph.Ir.Krishna Purnawan Candra, M.S



11/09/2018