

KIMIA INTI

BY SITI PATONAH

Materi yang dipelajari

- Sifat Reaksi Inti
- Stabilitas Inti
- Radioaktivitas Alami
- Transmutasi Inti
- Fisi Inti
- Fusi Inti
- Penggunaan Isotop
- Dampak Biologis dari Radiasi

Sifat Reaksi Inti

Radioaktivitas



Kecuali 1_1H semua inti mengandung 2 partikel dasar (p dan n)

Beberapa inti tidak stabil memancarkan partikel dan/atau radiasi elektromagnetik secara spontan

Semua unsur dengan nomor atom lebih dari 83 → unsur radioaktif

Transmutasi Inti



Dihasilkan dari pemboman inti oleh p, n, atau inti lain



Alami

Buatan

Perbandingan antara Reaksi Kimia dan Reaksi Inti

Reaksi Kimia

1. Atom diubah susunannya melalui pemutusan dan pembentukan ikatan kimia
2. Hanya elektron dalam orbital atom atau molekul yang terlibat dalam pemutusan dan pembentukan ikatan
3. Reaksi diiringi dengan penyerapan atau pelepasan energi yang relatif kecil
4. Laju reaksi dipengaruhi oleh suhu, tekanan, konsentrasi, dan katalis

Reaksi Inti

1. Unsur (isotop dari unsur yang sama) dikonversi dari unsur yang satu kelainnya
2. Proton, elektron, neutron, dan partikel dasar lain dapat saja terlibat
3. Reaksi diiringi dengan penyerapan atau pelepasan energi yang sangat besar
4. Laju reaksi biasanya tidak dipengaruhi oleh suhu, tekanan, dan katalis

Menyamakan Persamaan Reaksi Inti

- Menuliskan lambang unsur lengkap dengan p, n, maupun elektron

Tabel beberapa partikel dasar:

Partikel Dasar	Massa relatif	Muatan	Simbol	Jenis
Alfa	4	+2	${}^4_2\alpha$, 4_2He	Partikel
Negatron/ elektron	0	-1	${}^0_{-1}\beta$, β^{-1} , ${}^0_{-1}e$	Partikel
Positron	0	+1	${}^0_{+1}\beta$, β^{+1} , ${}^{+1}_0e$	Partikel
Gamma	0	0	${}^0_0\gamma$	Gel. Elektromag
Proton	1	+1	1_1p , 1_1H	Partikel
Neutron	1	0	1_0n	Partikel

- Superskrip selalu menunjukkan nomor massa (jumlah total neutron dan proton yang ada)
- Subskrip adalah nomor atom (jumlah proton)

Continued....

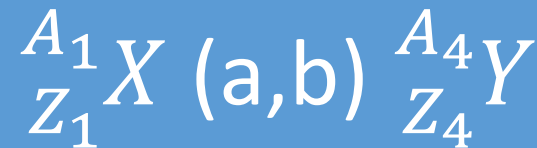
- Jumlah total proton ditambah neutron dalam produk dan dalam reaktan harus sama (kekekalan nomor massa)
- Jumlah total muatan inti dalam produk dan reaktan harus sama (kekekalan nomor atom)



$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

- Penulisan singkat dari reaksi inti:



Stabilitas Inti

- Faktor utama penentu kestabilan inti adalah perbandingan neutron terhadap proton (n/p)
- Untuk atom stabil dari unsur yang mempunyai nomor atom rendah, nilai n/p mendekati 1
- Semakin tinggi nomor atomnya, perbandingan n/p dari inti stabil menjadi lebih dari 1.
- Penyimpangan pada nomor-nomor atom yang lebih tinggi muncul karena dibutuhkan lebih banyak neutron untuk melawan kuatnya tolak menolak pada proton-proton ini dan mestabilkan inti

Aturan tentang kestabilan inti:

- Inti yang mengandung p atau n (2,8,20,50,82, atau 126) biasanya lebih stabil → bilangan ajaib.

Sn (timah) memiliki 10 isotop stabil (N.atom = 50)

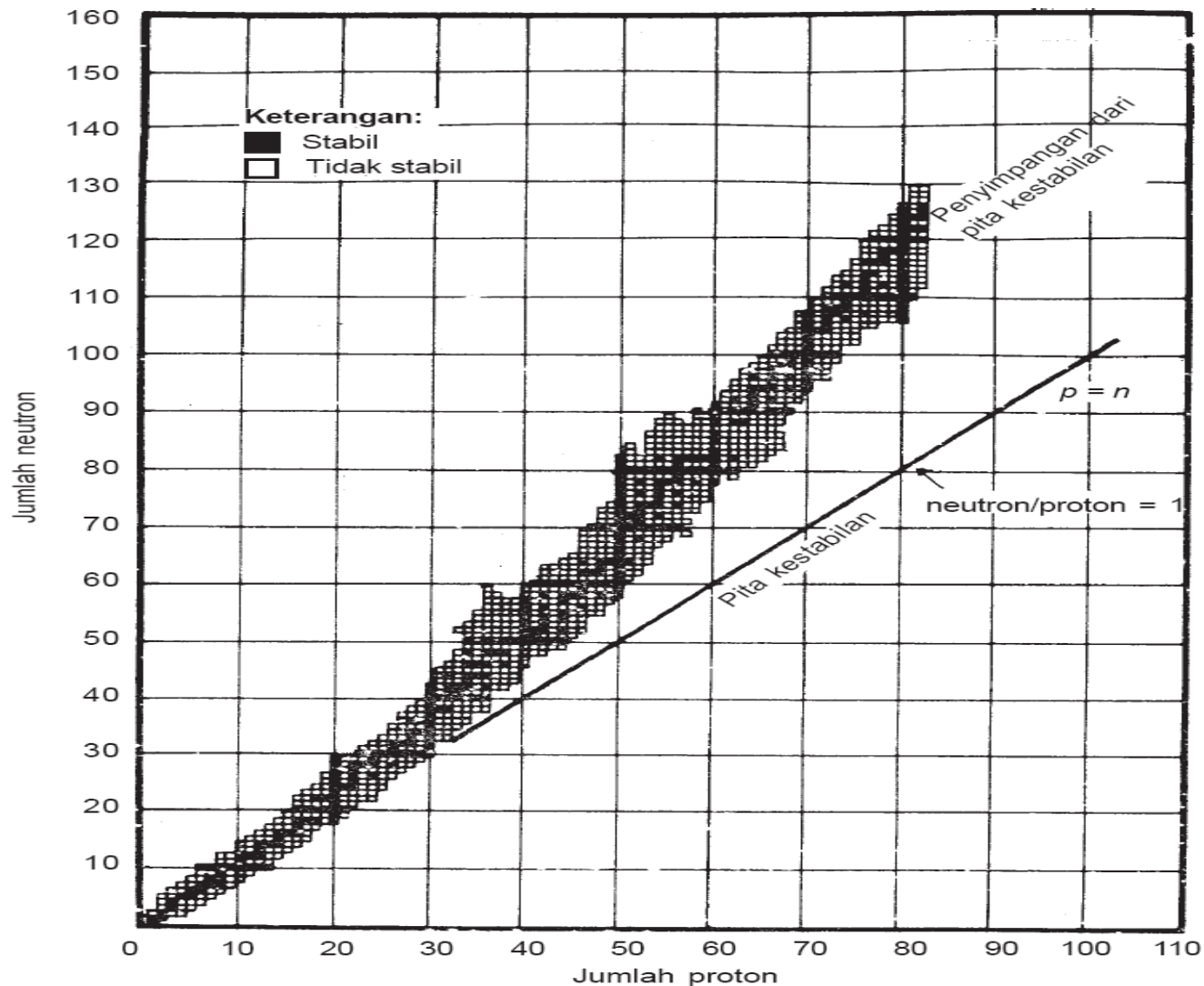
Sb (antimon) memiliki 2 isotop stabil (N.atom = 51)

- Inti dengan bilangan genap proton dan neutron biasanya lebih stabil dibandingkan apabila keduanya memiliki bilangan genap
- Semua isotope dari unsur-unsur dengan nomor atom > 83 bersifat radioaktif

Tabel. Jumlah isotop stabil dengan bilangan proton dan neutron genap dan ganjil

Proton	Neutron	Banyaknya isotope stabil
Ganjil	Ganjil	4
Ganjil	Genap	50
Genap	Ganjil	53
Genap	Genap	164

Inti-inti stabil terletak di suatu daerah pada grafik yang dikenal sebagai pita stabilitas (*belt of stability*)



Energi Ikatan Inti/ *nuclear binding energy*

Ukuran stabilitas inti



Energi yang diperlukan untuk memecah inti menjadi komponen-komponennya, proton dan neutron



Isotop ${}^4_2\text{He}$ massa atom 4,0026033 sma

p = 2 x 1,007825 sma
= 2,007825 sma

n = 2 x 1,008665 sma
= 2,08665 sma

Massa atom = 4,032980 sma



Massa inti selalu lebih rendah dibandingkan jumlah nukleon (massa p+n)

Massa proton

Massa neutron

Massa He pengukuran = 4,0026033 sma

Massa He perhitungan = 4,032980 sma



Massa hasil pengukuran lebih kecil dibanding hasil perhitungan, karena massa p,n, dan e berkurang bila bergabung membentuk atom



Kehilangan massa/ *mass defect*

Teori Relativitas



Kehilangan massa muncul sebagai akibat energy (kalor) yang dilepas ke lingkungan (eksotermik)

$$1 \text{ kg} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ amu} ; 1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C.V}$$

$$E = mc^2$$

$$= 1 \text{ amu} \cdot c^2$$

$$= (1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg})(2,9979 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 1,4924 \cdot 10^{-10} \text{ kgm}^2\text{s}^{-2}$$

$$= 1.4924 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$1 \text{ amu} = 1.4924 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$1 \text{ amu} = \frac{1.4924 \cdot 10^{-10}}{1,6022 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 9,315 \cdot 10^6 \text{ eV} = 931,5 \text{ MeV}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ eV} &= (\text{muatan elektron}) \times (\text{beda potensial}) \\ &= (1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C})(1 \text{ V}) \\ &= 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{Energi ikatan inti } (E_b) = \Delta m \cdot 931,5 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ kg} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ amu} ; 1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2$$

$$E = mc^2$$

$$= \Delta m \cdot c^2 \rightarrow (-0,0303767 \times 3,00 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$

$$= -0,82 \cdot 10^{16} \text{ sma m}^2/\text{s}^2$$

Dengan faktor konversi

$$= (-0,82 \cdot 10^{16} \frac{\text{amu m}^2}{\text{s}^2}) \left(\frac{1,00 \text{ kg}}{6,022 \cdot 10^{26} \text{ amu}} \right) \left(\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^2} \right)$$

$$= -0,136 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

Dalam pembentukan 1 mol inti He, energi yang dilepaskan:

$$\Delta E = (-0,136 \cdot 10^{-11} \text{ J})(6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1})$$

$$= -0,82 \cdot 10^{12} \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Energi ikatan inti per nukleon} = \frac{\text{energi ikatan inti}}{\text{banyaknya nukleon}}$$

Kinetika Peluruhan Radioaktif

Semua peluruhan radioaktif mengikuti kinetika orde 1



Laju peluruhan pada waktu $t = \lambda N$



$$t_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Unsur	Proses peluruhan	$t_{1/2}$
^{14}C	β^-	5730 tahun
^{235}U	α	$7.07 \cdot 10^8$ tahun
^{238}U	α	$4.5 \cdot 10^9$ tahun
^{35}S	β^-	87 hari
^{32}P	β^-	14,2 jam
^{42}K	β^-, γ	12,4 jam
^{214}Pb	β^-	26,8 menit
^{220}Rn	α	54,5 detik
^{215}At	α	10^{-4} detik

