

# SIFAT-SIFAT INTI

PERTEMUAN KEEMPt

# Sifat-sifat inti atom

Tidak Bergantung pada waktu:

- Muatan inti (electric charge)
- Massa inti (mass)
- Jari-jari (radius)
- Momentum sudut (angular momentum)
- Momen magnetik (electromagnet momentum)
- Momen listrik

## Sifat-sifat inti yang bergantung pada waktu

- Peluruhan radioaktif
- Reaksi inti

# Muatan inti

- Model atom Rutherford dapat menerangkannya melalui spektrum sinar – x yang diukur oleh Moseley (1913)  
dari data Moseley tersebut ternyata muatan inti adalah  $Ze$  dan  $Z$  yang merupakan nomor atom, sedang  $e$  = muatan elektron =  $4,80298 \times 10^{-10}$  esu =  $1,602189 \times 10^{-19}$  C

# Jari-jari inti

- Sampai sekarang, belum ditemukan cara langsung untuk menentukan jari-jari inti. Pada umumnya ada dua cara yang digunakan untuk menentukan jari-jari inti yang hasilnya berbeda, karena definisi jari-jari inti dalam kedua cara tersebut berbeda.
- Jika dianggap bulat, maka jari-jarinya:

$$R = r_0 A^{1/3}$$

- Ada dua cara untuk menentukan  $r_0$ :

### Cara nuklir

Dengan cara ini diukur jari-jari gaya inti (*nuclear force radius*) yang didefinisikan sebagai jarak dari pusat inti ke jarak jangkauan gaya inti.

Jangkauan gaya inti lebih panjang sedikit dari ukuran inti. Cara-cara yang masuk dalam kategori ini :

- Hamburan partikel alfa dengan hasil  $r_0 = 1,414 F$
- peluruhan alfa dengan hasil  $r_0 = 1,48 F$
- hamburan neutron cepat dengan hasil  $r_0 = 1,37 F$

- Cara elektromagnetik

Jari-jari yang diukur ialah jari-jari muatan inti.

Percobaan yang termasuk kategori ini:

- Hamburan elektron dengan hasil  $r_0 = 1,26 F$
- Mesonik atom dengan hasil  $r_0 = 1,2 F$
- Inti cermin ( ${}^1_1\text{H}_3, {}^3_2\text{He}_3$ ) dengan hasil  $r_0 = (1,28 \pm 0,05)F$
- hamburan proton dengan hasil  $r_0 = (1,25 \pm 0,05)F$
- pergeseran isotopik dengan hasil  $r_0 = (1,20 F$

# Massa inti

- Salah satu hipotesis dalton (1803) ialah bahwa atom-atom suatu unsur adalah identik.
- Prout (1819) menyarankan bahwa semua unsur terbuat dari hidrogen, sehingga massanya dapat dituliskan sebagai:

$$M \sim C M_H$$

$M_H$  = massa hidrogen

$C$  = bilangan bulat



- Dari penyelidikan yang teliti, ternyata C bukanlah bilangan bulat, sehingga hipotesis Prout dianggap tidak benar.
- Crookes(1886) menyarankan kembali ide Prout. Alasan bahwa C bukan bilangan bulat adalah karena suatu unsur mungkin terdiri dari beberapa campuran (isotop).

Contoh: Cl mempunyai berat atom 35,46 karena terdiri dari 3 isotop, masing-masing 34,35, dan 36.

- Karena kemudian inti diketahui terdiri dari proton dan neutron, maka dapat dituliskan:

$$M = Z(M_H) + N (M_N)$$

Z dan N adalah jumlah proton dan neutron di dalam inti,  $M_N$  = massa neutron

Kelimpahan massa di alam telah tersusun dalam periodik table:

# Periodic Table of the Elements

I	II	Transition Metals										III	IV	V	VI	VII	0
H <sup>1</sup>																	He <sup>2</sup>
Li <sup>3</sup>	Be <sup>4</sup>											B <sup>5</sup>	C <sup>6</sup>	N <sup>7</sup>	O <sup>8</sup>	F <sup>9</sup>	Ne <sup>10</sup>
Na <sup>11</sup>	Mg <sup>12</sup>	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	IIB	Al <sup>13</sup>	Si <sup>14</sup>	P <sup>15</sup>	S <sup>16</sup>	Cl <sup>17</sup>	Ar <sup>18</sup>
K <sup>19</sup>	Ca <sup>20</sup>	Sc <sup>21</sup>	Ti <sup>22</sup>	V <sup>23</sup>	Cr <sup>24</sup>	Mn <sup>25</sup>	Fe <sup>26</sup>	Co <sup>27</sup>	Ni <sup>28</sup>	Cu <sup>29</sup>	Zn <sup>30</sup>	Ga <sup>31</sup>	Ge <sup>32</sup>	As <sup>33</sup>	Se <sup>34</sup>	Br <sup>35</sup>	Kr <sup>36</sup>
Rb <sup>37</sup>	Sr <sup>38</sup>	Y <sup>39</sup>	Zr <sup>40</sup>	Nb <sup>41</sup>	Mo <sup>42</sup>	Tc <sup>43</sup>	Ru <sup>44</sup>	Rh <sup>45</sup>	Pd <sup>46</sup>	Ag <sup>47</sup>	Cd <sup>48</sup>	In <sup>49</sup>	Sn <sup>50</sup>	Sb <sup>51</sup>	Te <sup>52</sup>	I <sup>53</sup>	Xe <sup>54</sup>
Cs <sup>55</sup>	Ba <sup>56</sup>	57-71	Hf <sup>72</sup>	Ta <sup>73</sup>	W <sup>74</sup>	Re <sup>75</sup>	Os <sup>76</sup>	Ir <sup>77</sup>	Pt <sup>78</sup>	Au <sup>79</sup>	Hg <sup>80</sup>	Tl <sup>81</sup>	Pb <sup>82</sup>	Bi <sup>83</sup>	Po <sup>84</sup>	At <sup>85</sup>	Rn <sup>86</sup>
Fr <sup>87</sup>	Ra <sup>88</sup>	89-103	Rf <sup>104</sup>	Ha <sup>105</sup>	106	107	108	109									

Lanthanides

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

Actinides

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



Metal



Metalloid



Nonmetal

# Nuclear Binding Energy

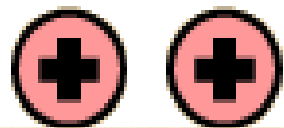
- Nuclei are made up of protons and neutron, but the mass of a nucleus is always less than the sum of the individual masses of the protons and neutrons which constitute it. **The difference is a measure of the nuclear binding energy** which holds the nucleus together. This binding energy can be calculated from the Energy - Mass relationship:

Nuclear Binding Energy:  $BE = \Delta mc^2$

$$\Delta m = Z.m_p + N.m_n - M(A,Z)$$

# Nuclear Binding Energy

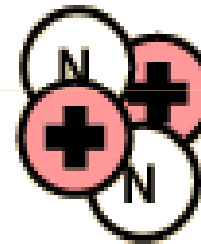
- For the alpha particle  $\Delta m = 0.0304$  u which gives a binding energy of 28.3 MeV



protons  $2 \times 1.00728$  u



neutrons  $2 \times 1.00866$  u



Alpha particle

Mass of parts

4.03188 u

Mass of alpha

4.00153 u

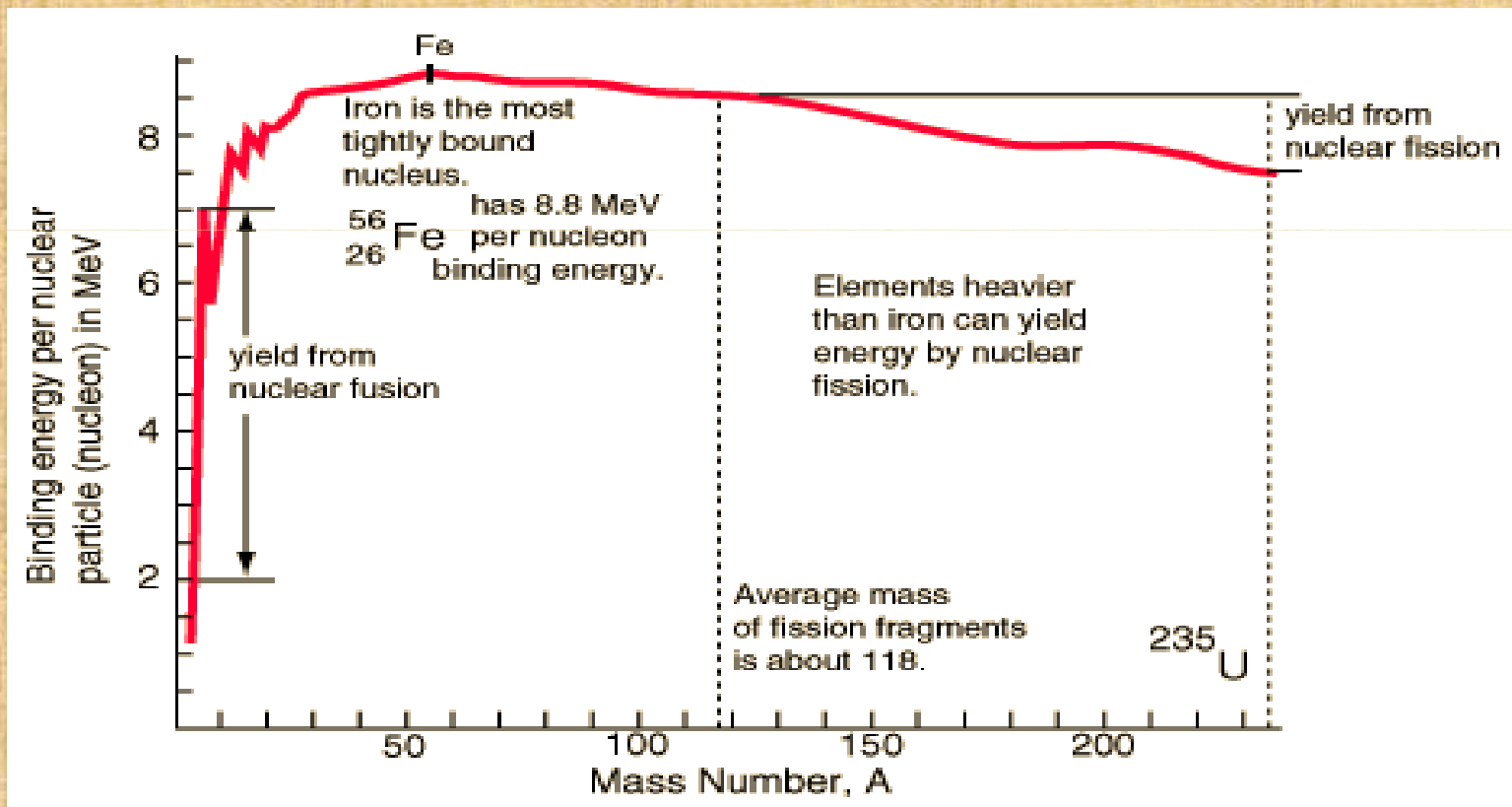
$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931.494 \text{ MeV}/c^2$$

# Nuclear Binding Energy

- The binding energies of nucleons are in the range of millions of eV compared to tens of eV for atomic electrons.
- Whereas an atomic transition might emit a photon in the range of a few electron volts, nuclear transitions can emit gamma-rays with quantum energies in the MeV range

# Nuclear Binding Energy Curve

- The binding energy curve is obtained by dividing the total nuclear binding energy by the number of nucleons:  $BE/A$



# Nuclear Binding Energy Curve

- The fact that there is a peak in the binding energy curve in the region of stability near iron means that either the break up of heavier nuclei (fission) or the combining of lighter nuclei (fusion) will yield nuclei which are more tightly bound (less mass per nucleon).



# Momentum sudut Inti

- Momentum sudut suatu inti atom dapat ditunjukkan dari *hyperfine-structure splitting* garis-garis spektrum suatu atom.
- Pauli menerangkan *hyperfine-structure splitting* ini dengan anggapan bahwa inti mempunyai momentum sudut, sehingga terjadi gandengan antara momentum sudut inti dengan momentum sudut total dari elektron.
- Sebagaimana yang telah kita ketahui, inti terdiri dari  $A$  nukleon, yang masing-masing mempunyai momentum sudut orbital dan spin. :

- Jadi total vektor momentum sudut, apabila dipakai gandengan L S, ialah

$$\mathbf{I} = \mathbf{J} = \sum_{k=1} l_k + \sum_{k=1} s_k \dots \dots \dots (1)$$

Panjang vektor momentum sudut inti:

$$|\mathbf{I}| = \sqrt{l(l+1)} h/2\pi$$

$l$  ialah bilangan kuantum momentum sudut total inti, atau biasa disebut spin inti.

Dari (1):

$$l = (l+s), (l+s-1), \dots, |l-s|$$

Maka jumlah harga  $l$  yang mungkin:

$$(2s+1) \text{ untuk } s < l$$

$$(2l+1) \text{ untuk } l < s$$