

# **REAKSI NUKLIR**

**NANIK DWI NURHAYATI, S.SI, M.SI**

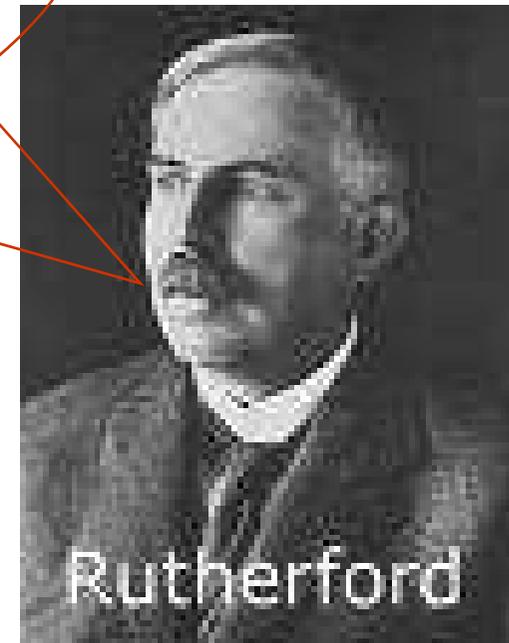
**[nanikdn.staff.uns.ac.id](mailto:nanikdn.staff.uns.ac.id)**

**[nanikdn.staff.fkip.uns.ac.id](mailto:nanikdn.staff.fkip.uns.ac.id)**

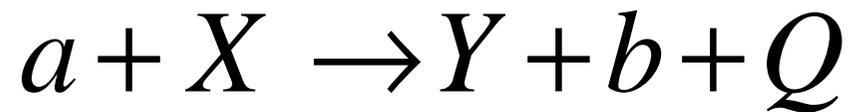
**081556431053 / (0271) 821585**

## REAKSI INTI

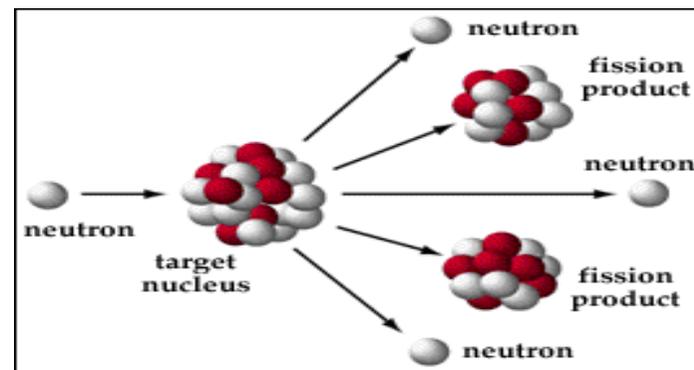
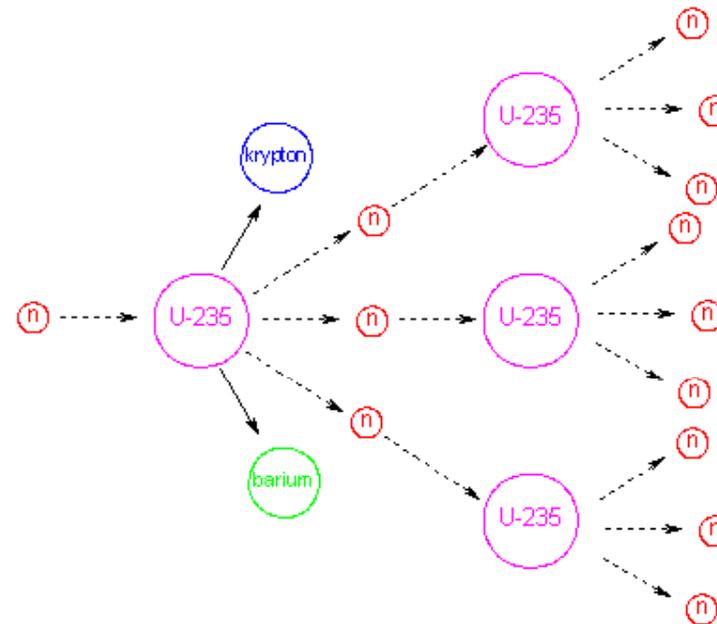
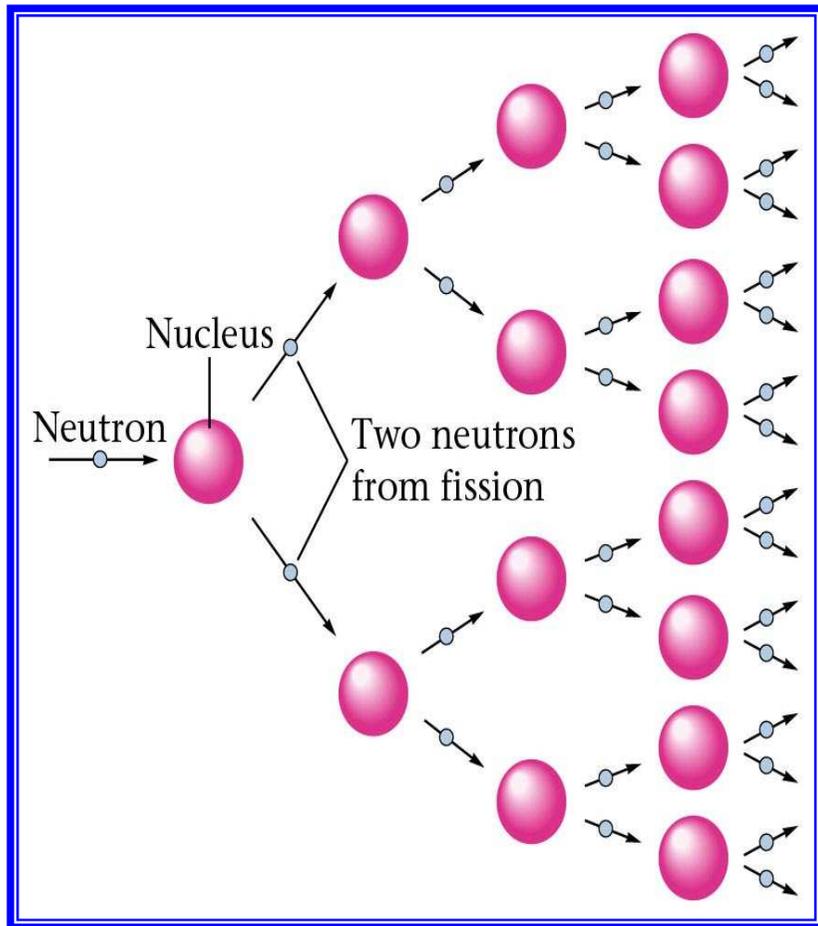
Reaksi Inti adalah proses perubahan yang terjadi dalam inti atom akibat tumbukan dengan partikel lain atau berlangsung dengan sendirinya.



**Misalkan pada percobaan reaksi inti dalam sebuah laboratorium ditembakkan seberkas partikel  $a$  berenergi tinggi pada inti sasaran  $X$ . Setelah reaksi inti terjadi, terbentuk inti baru  $Y$  dan sebuah partikel  $b$ .**



# REAKSI NUKLIR



- Peristiwa perubahan inti atom suatu nuklida menjadi nuklida lain disebut **TRANSMUTASI**.
- Terjadi secara spontan (disintegrasi /peluruhan), dengan sengaja (benturan radiasi nuklir dengan inti).
- Partikel nuklir yang digunakan : alfa, proton, neutron, elektron, detron, foton dll -> disebut proyektil dapat berasal dari peluruhan radionuklida, akselerator nuklir, generator neutron, reaktor nuklir dll
- Hasil reaksi yg terjadi: nuklida stabil, nuklida tidak stabil, radiasi nuklir, baik yang sejenis dengan proyektilnya maupun yang lain.

- Reaksi nuklir yang dibuat pertama kali, dilakukan dengan partikel alfa berasal dari disintegrasi radionuklida alam → krn energi alfa kecil, juga adanya pengaruh tolak menolak inti shg reaksi partikel alfa **TERBATAS**.
- Reaksi nuklir dapat digunakan untuk : mengubah inti suatu atom menjadi inti atom yang lain, memperoleh radionuklida buatan, memperoleh unsur-unsur baru termasuk unsur transuranium, dan untuk memperoleh energi yang besar (fisi dan fusi)

## Transmutasi Buatan ...

- Reaksi nuklir dilakukan 1<sup>st</sup> oleh Rutherford (1919) yaitu antara inti N-14 ditembak dengan partikel alfa, sehingga berubah menjadi O-17 dan 1 proton. ( $\alpha$ , p)
- Pada reaksi nuklir berlaku hukum: KEKEKALAN MASSA dan ENERGI; KEKEKALAN MUATAN; KEKEKALAN MOMENTUM dan KEKEKALAN NUKLEON.

# PERBEDAAN REAKSI KIMIA DAN REAKSI INTI

## Reaksi kimia

- Tidak terjadi perubahan pada susunan inti, hanya terjadi pengelompokan atom
- Tidak terjadi perubahan massa atom
- Melibatkan sejumlah makroskopis zat2 yang mengalami reaksi
- Energi dinyatakan per mol atau per gram
- Energi yang dibebaskan kecil

## Reaksi Inti

- Terjadi perubahan pada susunan inti atom/nuklida, berarti terbentuk unsur baru
- terjadi perubahan massa atom yang diubah menjadi energi
- Melibatkan sejumlah proses2 tunggal
- Energi dinyatakan per inti transformasi
- Energi yang dibebaskan besar

- Menurut Blackett (1925) berdasarkan eksperimen dgn kamar kabut, menyatakan bhw jalannya reaksi, mula-mula partikel alfa ditangkap oleh nitrogen sehingga terbentuk Fluor, baru kemudian melepaskan proton, sehingga berubah menjadi oksigen.
- Fluor ini disebut INTI Senyawa, mrp inti dalam keadaan teroksidasi yang kemudian terurai menjadi oksigen dan melepaskan proton.
- Eksperimen lain dilakukan Cockeroft dan Walton (1931), dengan menembakkan proton pada nuklida Li – 7 menghasilkan 2 partikel alfa, eksperimen ini energi protonnya 0,3 MeV, energi partikel alfa yg dihasilkan 8,6 MeV, sehingga jika menghasilkan 2 partikel alfa energinya adalah  $2 \times 8,6$  MeV. Sehingga energi 0,3 MeV hanya berfungsi untuk memacu reaksi sedangkan reaksinya bersifat Eksotermis.

- Akselerator yg pernah dibuat adalah generator elektrostatik dari Van de Graff dan Siklotron oleh Lawrence
- Reaksi nuklir banyak menghasilkan radionuklida buatan, seperti reaksi yang dilakukan oleh JOLIOT dan IRINE CURIE (1934).
- Sejak saat itu banyak radionuklida yg dibuat, tahun 1937 200 jenis, tahun 1944 sebanyak 450 jenis, 1963 > 1300 radionuklida

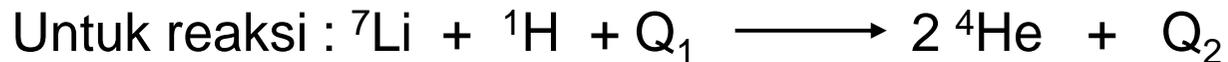
# Energi Reaksi Nuklir

- a Reaksi nuklir seperti halnya reaksi kimia biasa selalu disertai dengan pengeluaran dan penyerapan energi (Q).
- a Nilai Q positif ( memerlukan energi) merupakan reaksi *endeergik (endoterm)* dan nilai Q negatif ( membebaskan energi) merupakan reaksi *ekseergik (eksoterm)*
- a Energi yang menyertai reaksi nuklir diberikan per inti yg mengalami transformasi
- a Energi nuklir dihitung menggunakan Einstein

$$E = mc^2$$

# Cara Menentukan Q reaksi nuklir

1. Melalui pengukuran energi partikel penembak dan energi partikel atau foton yang dibebaskan.



$$Q \text{ reaksi} = Q_2 - Q_1$$

2. Melalui perhitungan massa dari produk dan reaktan (s.m.a). Di mana,

$$Q \text{ reaksi} = (\text{massa reaktan} - \text{massa produk}) \times 931 \text{ MeV}$$

- Energi kinetik partikel merupakan energi yang harus disediakan partikel supaya reaksi nuklir berlangsung, disebut juga **energi ambang reaksi** ( $E_{kp}$ )

- $E_{kp} = (1 + m/M) |Q|$ ,

$m$  = massa partkl dan  $M$  = massa target

Jadi nilai  $E_{kp} > Q$  agar reaksi nuklir berlangsung

$Q > 0 \rightarrow$  reaksi eksoterm

$Q < 0 \rightarrow$  reaksi endoterm

## Hubungan energi partikel penembak dengan Q

Reaksi umum:

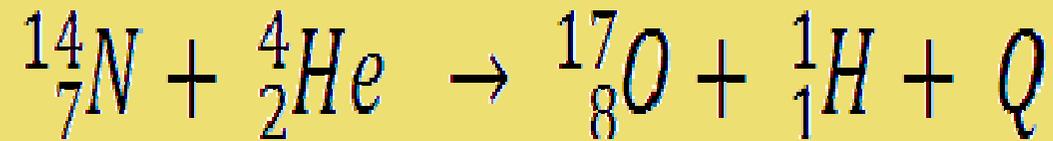


atau :  $A(a, b) B + Q$

jika:

$Q > 0 \rightarrow$  reaksi akan berlangsung spontan

$Q < 0 \rightarrow$  reaksi baru akan berlangsung jika E partikel lebih besar daripada Q



Tentukan Q nya! Analisis Ekp dan pembagiannya!

$$\text{Massa} = [(7p + 7n) + (2p + 2n)] - [(8p + 9n) + (1p)]$$

$$Q = 18,005678 - 18,006958$$

$$= - 0,001280 \text{ sma}$$

$$= - 0,001280 \times 931,5 \text{ Mev}$$

$$= [- 1,19] \text{ MeV}$$

Ekp alfa yang digunakan harus melampaui 1,19 MeV

Dari penilaian ternyata pembagian energi kinetik partikel alfa adalah:

4/18 → energi kinetik partikel alfa untuk energi kinetik hasil reaksi

14/18 → untuk reaksi

jadi agar reaksi dapat berlangsung, maka partikel alfa sekurang-kurangnya harus mempunyai energi sebesar :  $18/14 \times 1,19 \text{ MeV} = 1,53 \text{ MeV}$  (partikel alfa dapat masuk ke dalam inti).

# Macam Reaksi Nuklir...

- Macam reaksi nuklir ditentukan oleh jenis partikel penembak dan oleh partikel yang dilepaskan dari inti sasaran.
- Ada 5 macam reaksi nuklir berdasarkan jenis partikel penembaknya, yaitu: reaksi dengan neutron, reaksi dengan proton, reaksi dengan deutron, reaksi dengan alfa dan reaksi dengan gama.

# Reaksi dengan Netron...

- Merupakan partikel penembak yang paling efektif, karena tidak bermuatan listrik. Bahkan netron dengan energi rendah, reaksi tetap dapat berlangsung.
- Kemungkinan reaksi  $(n,p)$ ;  $(n,d)$  dan  $(n, \alpha)$  berkurang dengan naiknya nomor atom nuklida sasaran.
- Untuk nuklida dengan  $Z$  besar, reaksi  $(n,n)$ ;  $(n, \gamma)$ , dan  $(n,\beta^+)$  lebih mungkin terjadi.

- Besarnya energi neutron yang digunakan dibedakan atas:

neutron termal :  $E_n = 0,025 \text{ eV}$

neutron lambat :  $E_n = 1 \text{ keV}$

neutron cepat :  $E_n > 500 \text{ keV}$

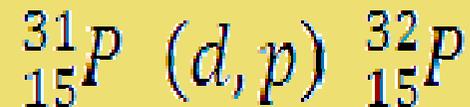
- Reaksi (n,  $\alpha$ ), sebagian besar nuklida mengalami reaksi (n,  $\gamma$ ), seperti Pt-198 (n,  $\gamma$ ) Pt-199; Na-23 (n,  $\gamma$ ) Na-24; dan Mo-98 (n,  $\gamma$ ) Mo-99
- Reaksi (n,p), seperti S-32 (n,p) P-32; N-14 (n,p) C-14
- Reaksi (n,  $\alpha$ ), seperti  ${}^6_3\text{Li} (n, \alpha) {}^3_1\text{H}$

# Reaksi dengan Proton...

- Reaksi (p,  $\alpha$ )  $\rightarrow$   ${}^7_3\text{Li}$  (p,  $\alpha$ )  ${}^4_2\text{He}$      ${}^9_4\text{Be}$  (p,  $\alpha$ )  ${}^6_3\text{Li}$   
 ${}^{19}_9\text{F}$  (p,  $\alpha$ )  ${}^{16}_8\text{O}$      ${}^{27}_{13}\text{Al}$  (p,  $\alpha$ )  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$
- Reaksi (p, n)  $\rightarrow$   ${}^{11}_6\text{B}$  (p, n)  ${}^{11}_6\text{C}$      ${}^{18}_8\text{O}$  (p, n)  ${}^{18}_9\text{F}$
- Reaksi (p,  $\gamma$ )  $\rightarrow$   ${}^7_3\text{Li}$  (p,  $\gamma$ )  ${}^8_4\text{Be}$      ${}^{12}_6\text{C}$  (p,  $\gamma$ )  ${}^{13}_7\text{N}$   
 ${}^{27}_{13}\text{Al}$  (p,  $\gamma$ )  ${}^{28}_{14}\text{Si}$

# Reaksi dengan Deteron...

- Banyak reaksi nuklir dilakukan dengan deteron energi tinggi sampe beberapa MeV, dipercepat dengan generator elektrostatik.



# Reaksi dengan alfa...

- Dapat menggunakan ion dengan energi tinggi (N-14, O-16, C-11) atau partikel/ion dengan kecepatan tinggi.

misal:

