



# Shielding effect

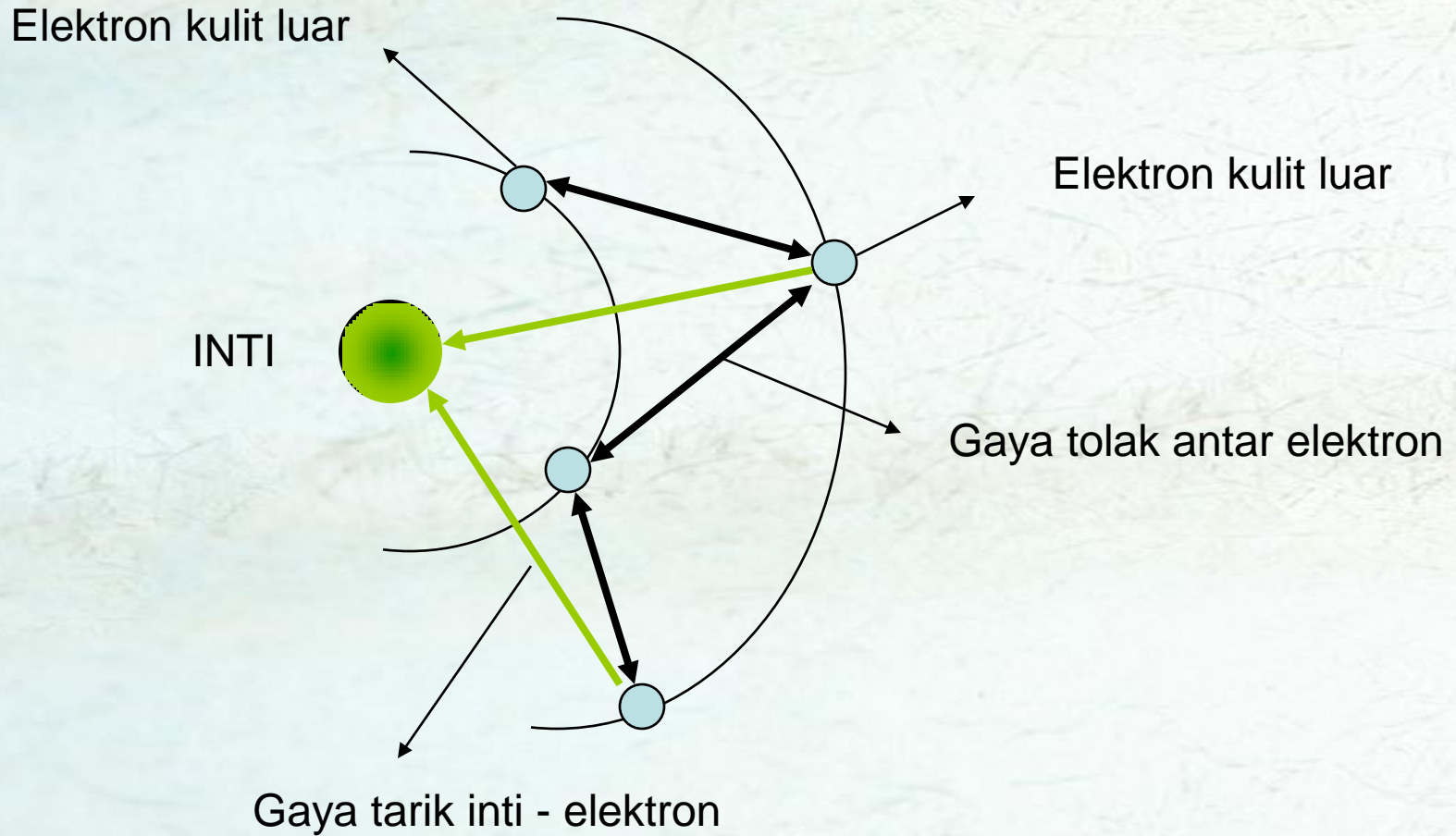
pranjoto utomo

## Problem:



- Cr, Mo and W locate in the same group (group 6 or group VIB)
- Radius of:
  - ${}_{24}\text{Cr} = 128 \text{ pm}$
  - ${}_{42}\text{Mo} = 139 \text{ pm}$
  - ${}_{74}\text{W} = 139 \text{ pm}$
- Explain the radius phenomena of this group.

# EFEK PERISAI (SHIELDING EFFECT)



- Shielding effect:

- Attraction of nuclei to electron in inner shell different to those outer shell
- Inner shell electron obstruct the attraction of nuclei to outer shell electron
- Inner shell electron give shielding (screening) effect







- Attraction of nuclei to outer shell electron = nuclei effective charge
- Attraction of nuclei to outer shell electron less than nuclei charge.

$$Z_{\text{eff}} = Z^* = Z - s$$

–  $Z_{\text{eff}} = Z^*$  = muatan efektif inti

–  $Z$  = muatan inti

–  $s$  = konstanta perisai/penyaringan

- Aturan Slater

–  $e^-$  di kulit yang sama memberikan efek perisai sebesar 0,35

–  $e^-$  di kulit lebih dalam memberikan efek perisai sebesar 0,85

–  $e^-$  di kulit lebih dalam lagi memberikan efek perisai sebesar 1,00





- $s = (1,00 \times N2) + (0,85 \times N1) + (0,35 \times N0)$ 
  - $N0 = \Sigma e^-$  valensi lain di kulit terluar yang sama
  - $N1 = \Sigma e^-$  di kulit lebih dalam (n-1)
  - $N2 = \Sigma e^-$  di kulit lebih dalam lagi (n-2)



- Contoh 1
- Atom ber-elektron 1 ( ${}_1\text{H}$ )
  - $N_0 = 0$  (tidak ada elektron valensi lain di kulit yang sama)
  - $N_1 = 0$  (tidak ada kulit lebih dalam)
  - $N_2 = 0$  (tidak ada kulit lebih dalam lagi)
- Sehingga
  - $s = (1,00 \times 0) + (0,85 \times 0) + (0,35 \times 0)$
  - $Z_{\text{eff}} = Z^* = Z - s$ 
    - $= 1 - 0$
    - $= 1$

Jadi muatan efektif inti yang diterima e pada atom hidrogen = muatan inti = 1





- Contoh 2:
- Atom helium ( ${}_{2}\text{He}$ )
  - $N_0 = 1$
  - $N_1 = 0$
  - $N_2 = 0$
  - Maka  $s = (0,35 \times 1) = 0,35$
  - Sehingga
    - muatan efektif inti yang dialami oleh  $e^-$  valensi pada atom He adalah  $2 - 0,35 = 1,65$
    - $e^-$  memberikan efek perisai sebesar 0,35
    - $e^-$  mengurangi muatan inti yang diterima  $e^-$  valensi sebesar 0,35



- ${}_{29}\text{Cu} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
- Untuk  $e^-$  di kulit 4s
  - $s = (0 \times 0,35) = 0$  (tdk ada  $e^-$  lain)
- Untuk  $e^-$  di kulit 3 (kulit lebih dalam)
  - $s = (18 \times 0,85) = 15,3$
- Untuk  $e^-$  di kulit 2 (kulit lebih dalam lagi)
  - $s = (10 \times 1,00) = 10$
- $s = (1,00 \times N2) + (0,85 \times N1) + (0,35 \times N0)$   
 $= 10 + 15,3 + 0 = 25,3$
- $Z^* = 29 - 25,3 = 3,7$





# Estimation of $Z_{\text{eff}}$

- Each electron in an atom feels another  $Z_{\text{eff}}$  !  
Write the electron configuration in this way:

(1s) (2s 2p) (3s 3p) (3d) (4s 4p) (4d) (4f) (5s 5p) (5d) (5f)

## s and p electrons:

$s=0.35$  for each el. in the same group

$s=0.85$  for each el. in the (n-1) group

$s=1$  for all el. in lower groups

## d and f electrons:

$s=0.35$  for each el. in the same group

$s=1$  for all el. in lower groups





- ${}_{24}\text{Cr}: [{}_{18}\text{Ar}] 3d^5 4s^1$
- ${}_{42}\text{Mo}: [{}_{36}\text{Kr}] 4d^5 5s^1$
- ${}_{74}\text{W}: [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^4 6s^2$
  
- Untuk Cr
  - $S = (0 \times 0,35) + (13 \times 0,85) + (10 \times 1,0)$   
 $= 0 + 11,05 + 10 = 21,05$
  - $S^* = 24 - 21,05 = 2,95$



- Untuk Mo

- $S = (0 \times 0,35) + (1 \times 41) = 41$

- $S^* = 42 - 41 = 1$

- Untuk W

- $S = (1 \times 0,35) + (1 \times 72) = 72,35$

- $S^* = 74 - 72,35 = 1,65$



- Muatan inti efektif:
  - $Cr = 2,95 \rightarrow$  elektron tertarik dengan kuat ke arah inti sehingga jari-jarinya menjadi relatif kecil
  - $Mo = 1 \rightarrow$  elektron tertarik dengan tidak terlalu kuat ke arah inti sehingga jari-jarinya menjadi agak besar , sehingga jari-jari Mo lebih kecil dibandingkan Cr.





- $W = 1,65 \rightarrow$  elektron tertarik ke arah inti lebih kuat dibanding  $M_0$  sehingga jari-jarinya lebih kecil. Tetapi karena pada dasarnya ukuran  $W$  lebih besar dibanding  $M_0$ , maka pengaruh tarikan inti (muatan efektif inti) yang diterima elektron terluar menyebabkan jari-jari  $W$  relatif sama dengan  $M_0$