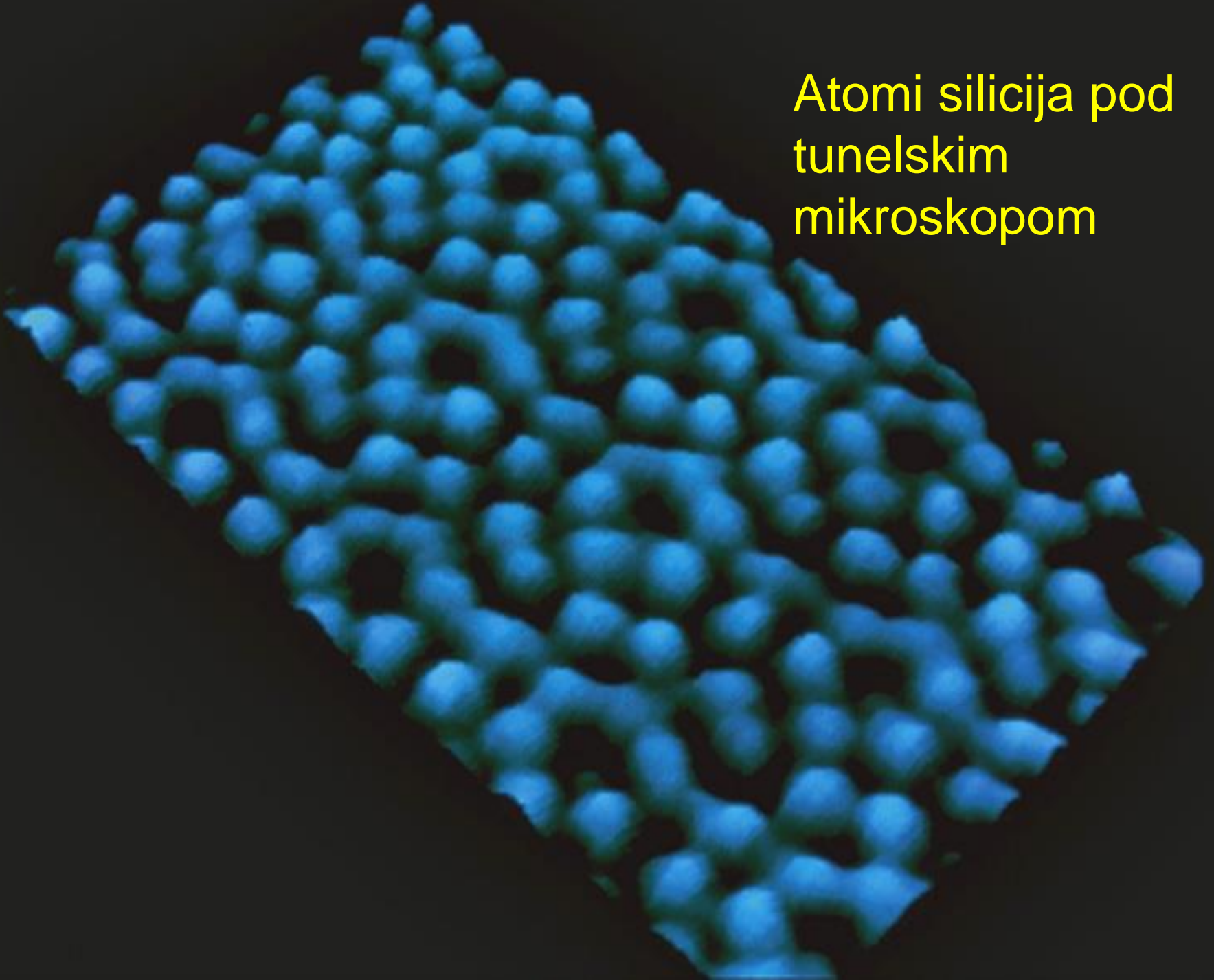


Atomi silicija pod
tunelskim
mikroskopom

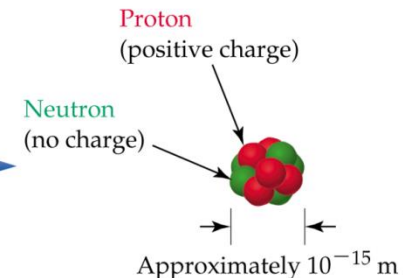
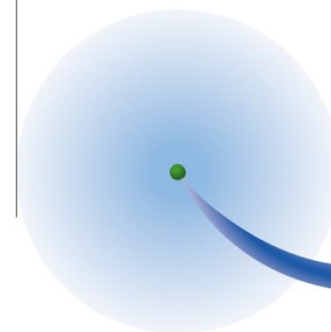


Zgradba atoma

2

- Premer atoma: 0,1 – 0,5 nm ($1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$); vodikov atom je najmanjši (čez premer (1 mm) pike (.) bi lahko razporedili 10 milijonov atomov vodika)
- **Elektronska ovojnica** vsebuje elektrone (e^{-}); če bi imelo jedro atoma premer 1 cm, bi imel atom premer 1 km
 - ▣ $m(e^{-}) = 9,11 \cdot 10^{-28} \text{ g}$ (1/1837 mase atoma vodika)
- **Jedro atoma** vsebuje nukleone;
 - protone (p^{+}) in nevtrone (n^{0})
 - ▣ protoni; $m(p^{+}) = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
 - ▣ nevtroni; $m(n^{0}) = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
- 99,9 % mase atomov je skoncentrirana v jedru.

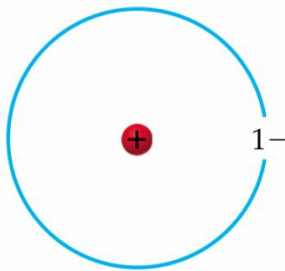
Volume occupied by negatively charged electrons
← Approximately 10^{-10} m →



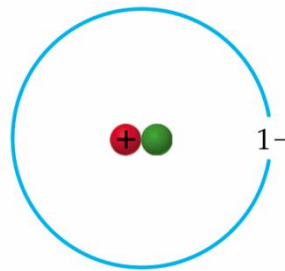
Zgradba atoma

3

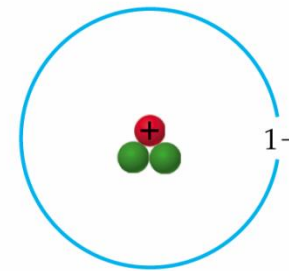
- **Vrstno ali atomsko število (Z)** – število protonov (ali elektronov) v atomu
- **Masno število (A)** – število protonov in nevtronov v jedru atoma
- **Izotop** (*gr.* isos - enak; topos - kraj v PS) – atomi, ki imajo enako število protonov in različno število nevtronov; elementi ima navadno več izotopov;



Protium—one proton (●) and no neutrons; mass number = 1



Deuterium—one proton (●) and one neutron (●); mass number = 2

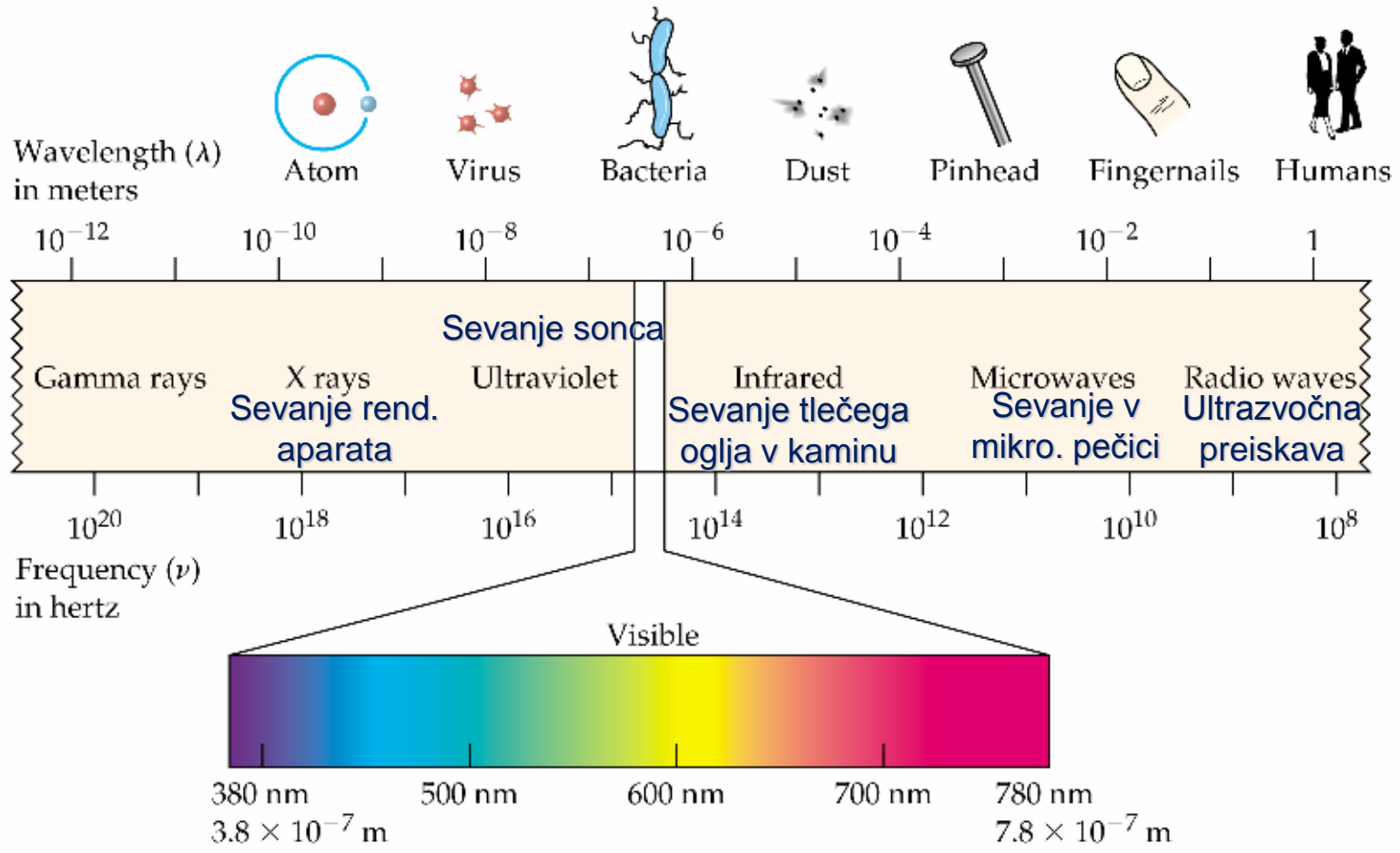


Tritium—one proton (●) and two neutrons (●); mass number = 3

- **Valenčni elektroni** – zunanji elektroni; elektroni, ki se nahajajo na zunanji lupini

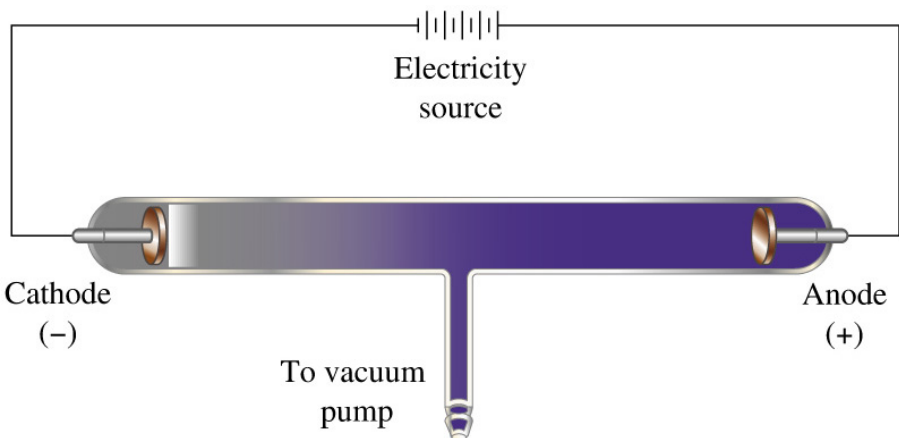
Zgradba atoma

□ Energija “potuje” skozi vesolje v obliki elektromagnetnega

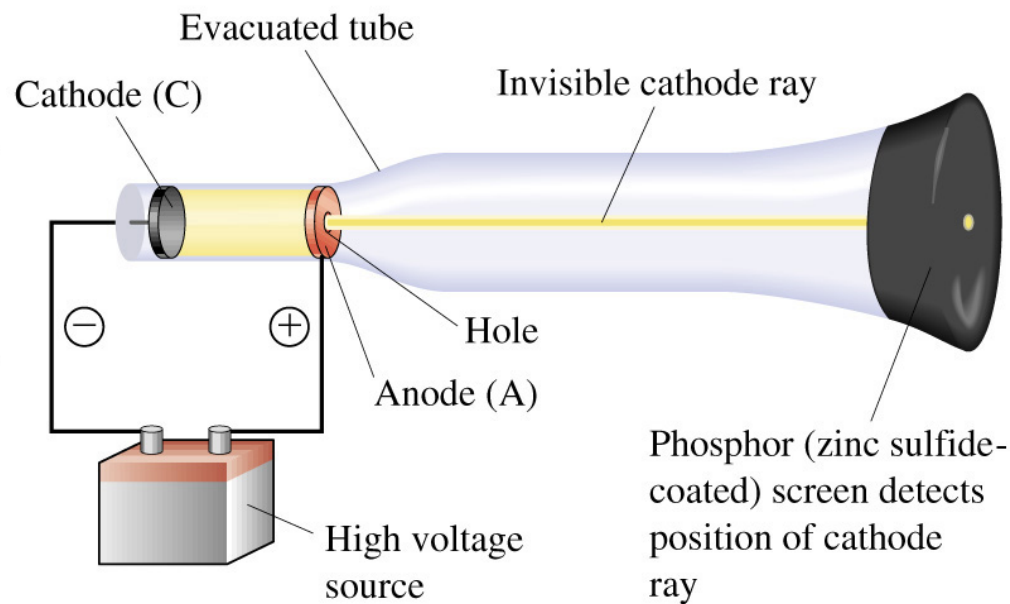


Zgradba atoma

Geisslerjeva cev



Katodna cev



Naslov eksperimenta: Katodna cev

6

Namen eksperimenta:

Kemikalije	Potrebščine

Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

Opazanja	Skepi

Zgradba atoma

7



□ Jedrske reakcije

- Henry Becquerel - 1896 odkril radioaktivnost – je spontan razpad nestabilnih jeder na bolj stabilne

- Marie Skłodowska Curie – odkrila radij in polonij

- Ernest Rutherford in Paul Ulrich Villard – tri vrste radioaktivnih žarkov
 - α delci – helijevi ioni He^{2+} (novi element ima vrstno število za 2 manjše)
 - β delci – elektroni e^- (novi element ima vrstno število za 1 večje)
 - γ delci – valovanje fotonov z večjo energijo kot rentgenski žarki
 - X-žarki (rentgenski žarki) – valovanje fotonov z veliko energijo

Naslov eksperimenta: Radioaktivnost

8

Namen eksperimenta:

--

Kemikalije	Potrebščine

Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

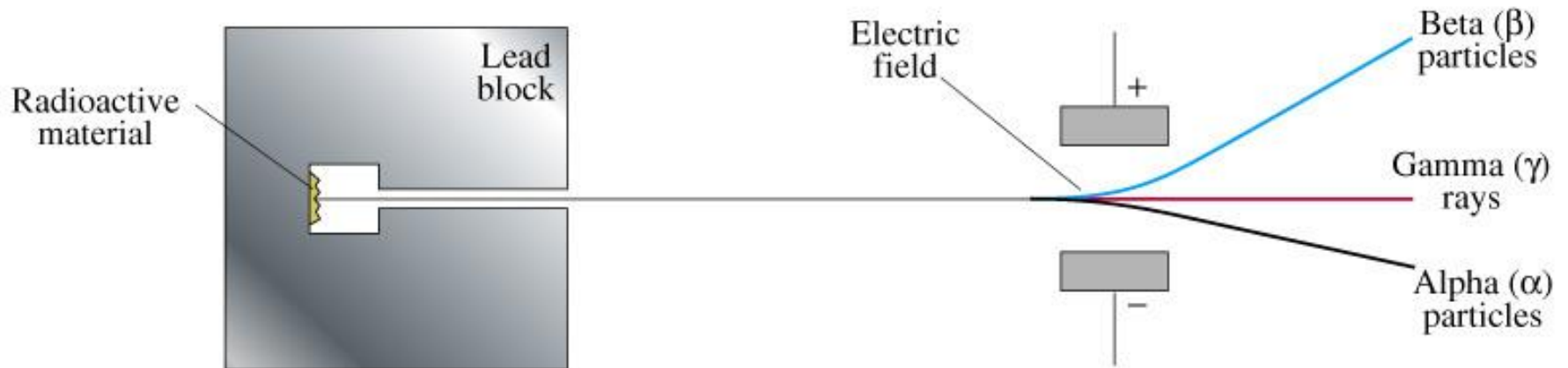
--

Opazanja	Skepi

Zgradba atoma

9

- Radioaktivnost
 - lastnost radioaktivnih žarkov

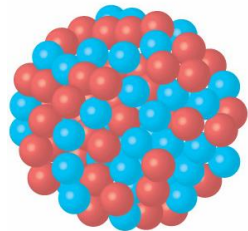


Zgradba atoma



10

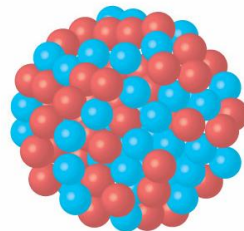
□ Jedrske reakcije

▣ α razpad





$${}_{92}^{238}\text{U}$$

92	protons	
146	neutrons	
<hr/>		
238	total	





$${}_{90}^{234}\text{Th}$$

90	protons	
144	neutrons	
<hr/>		
234	total	

+



$${}_2^4\text{He}$$

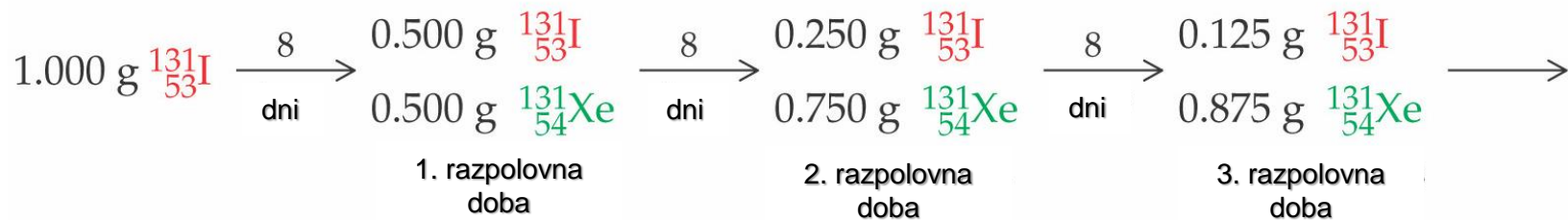
2	protons	
2	neutrons	
<hr/>		
4	total	

Zgradba atoma

11

□ Jedrske reakcije

▣ Razpolovni čas



▣ Določanje starosti v arheologiji in paleontologiji

- Žive rastline vsebujejo stalno enak delež ${}^{14}\text{C}$.
- Rastlina odmre - β razpad ${}^{14}\text{C}$ - $t_{1/2} = 5730$ let
 - Primer: lesen predmet - ima še 20 % ${}^{14}\text{C}$
 - 13000 let



Paleolitska konica kopija iz tisovine, staro 39.000 do 45.000 let.

Zgradba atoma

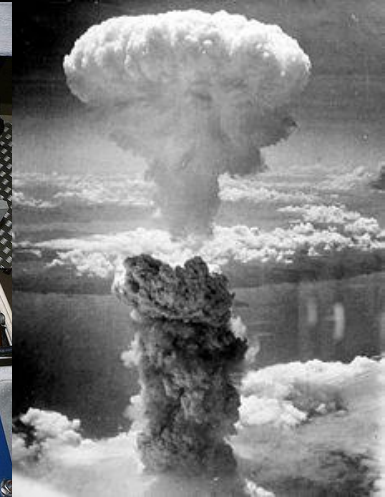
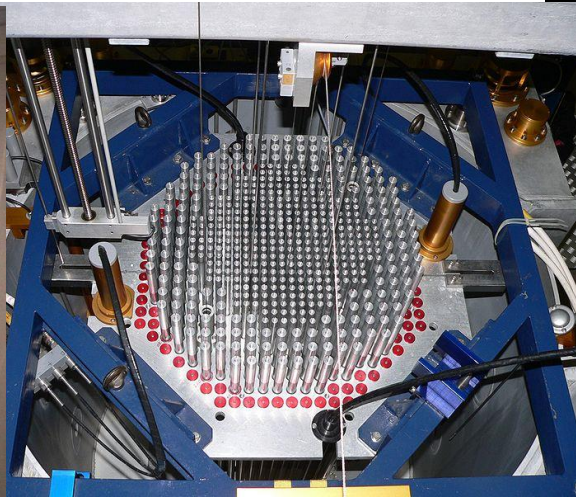
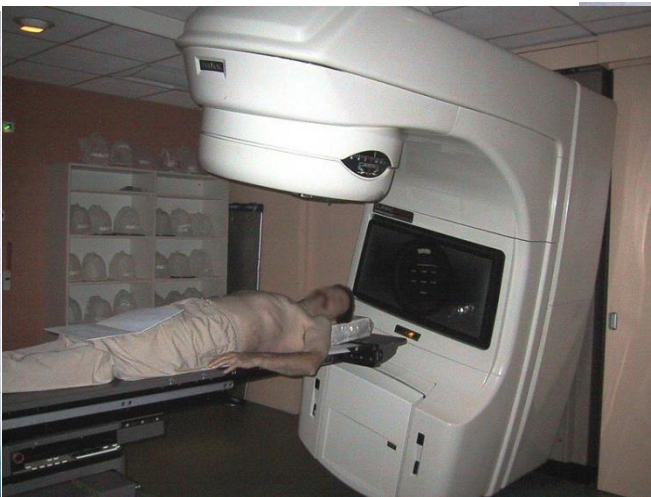
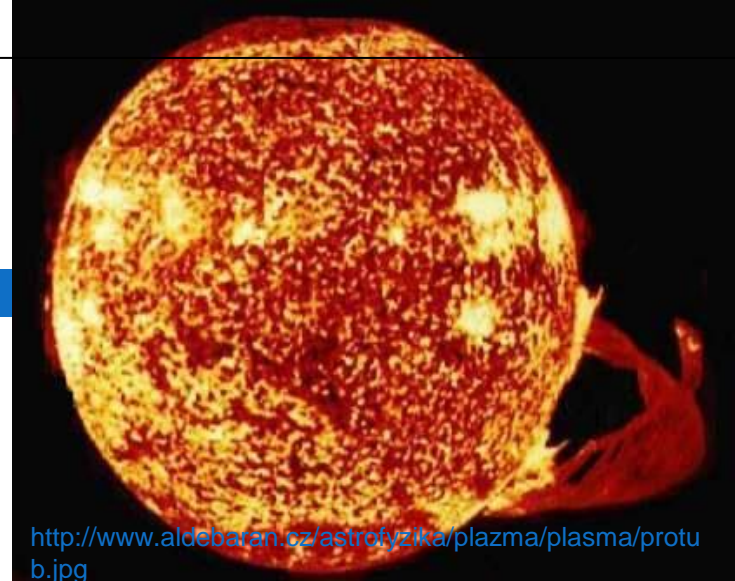
12

□ Jedrske reakcije

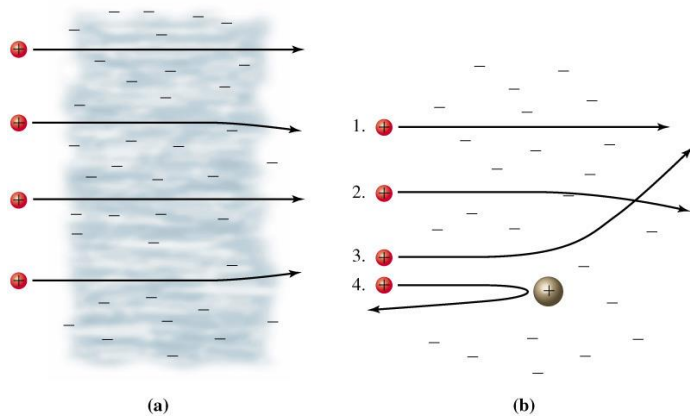
□ Vpliv jedrskih reakcij na življenje

■ Sevanje Sonca

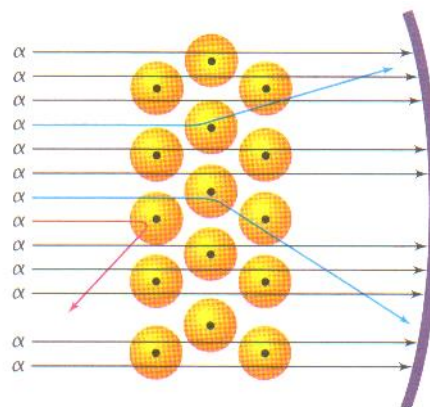
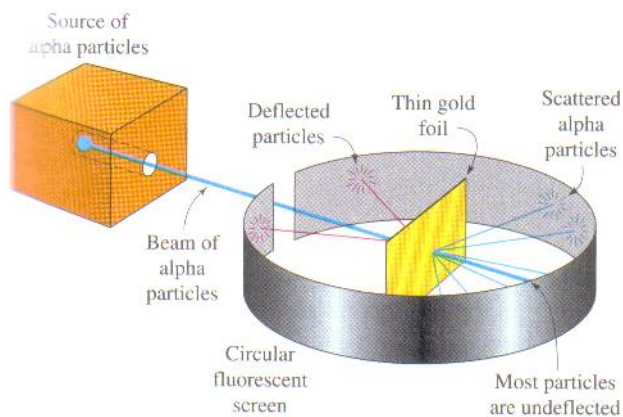
- Medicina – obsevanja rakastega tkiva, rentgensko slikanje, zdravljenje bolezni ščitnice ...
- Jedrske elektrarne
- Jedrsko orožje – udarni valovi in dolgotrajno močno sevanje
- Naravno sevanje



Zgradba atoma



Rutherfordov eksperiment

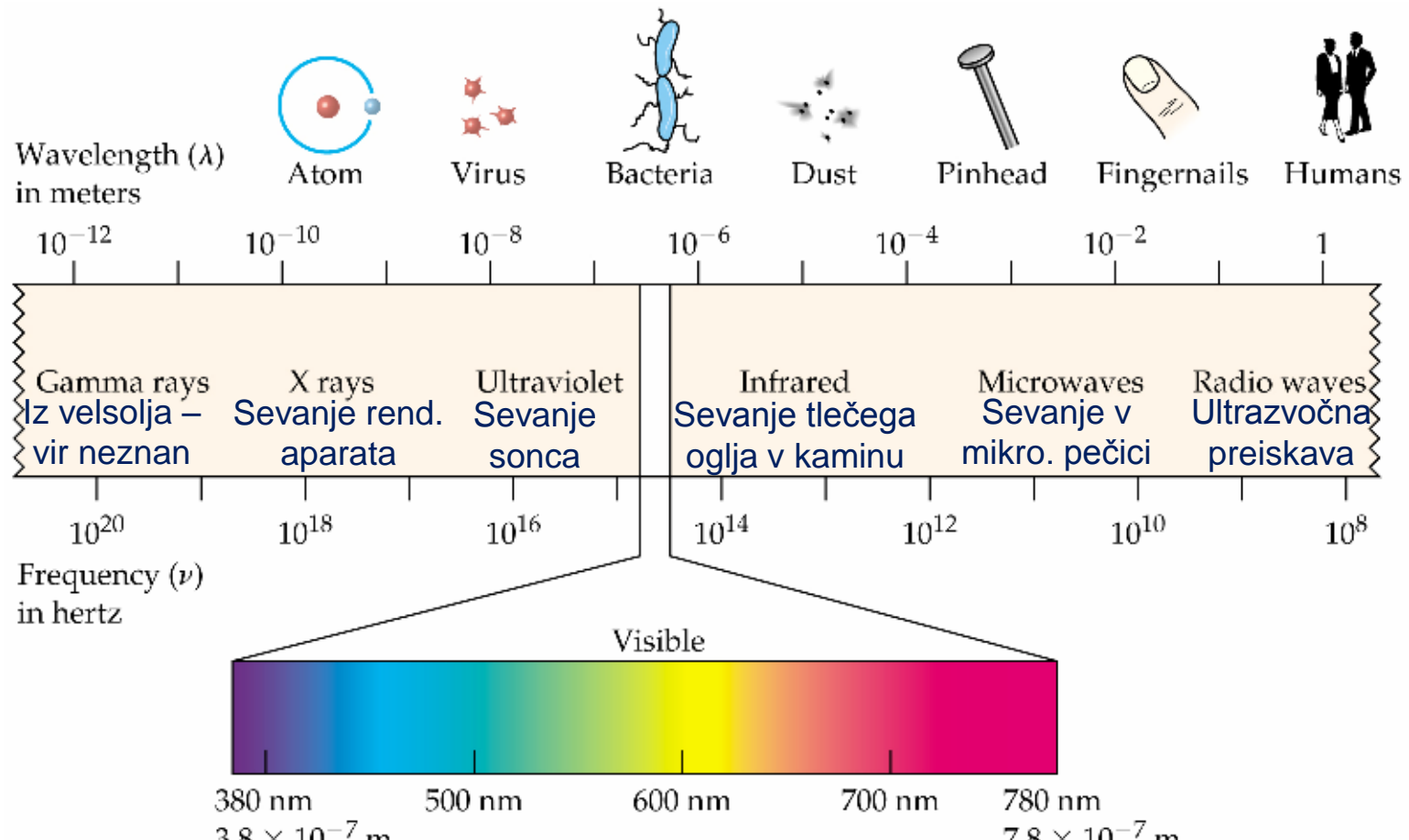


Ernest Rutherford
(1871-1937)

Zgradba atoma

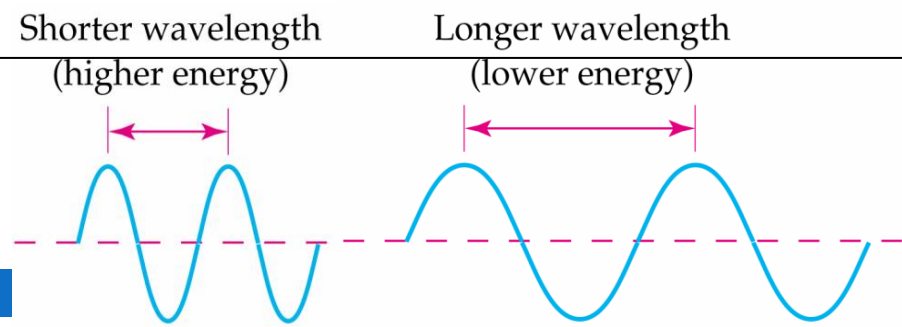
14

- Energija “potuje” skozi vesolje v obliki elektromagnetnega valovanja.



Zgradba atoma

15



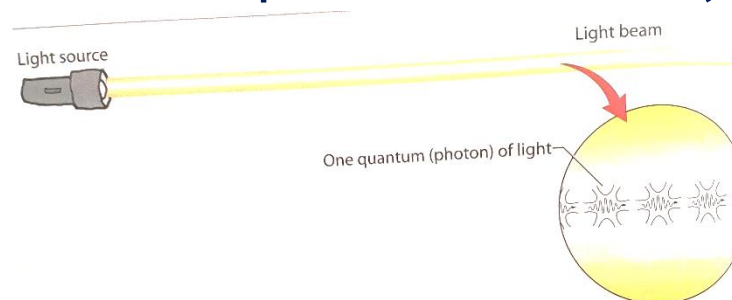
- Vsako elektromagnetno valovanje potuje s svetlobno hitrostjo.
- Valovanje opišemo z valovno dolžino (λ) in frekvenco (ν).
- $E = h \cdot \nu$ Planckov zakon (*Planck, 1901; preučeval energijo sevanja v povezavi z valovno dolžino*) – energija valovanja je kvantizirana; prenaša se s kvanti

$$E = h \cdot \nu ; \nu = c/\lambda \Rightarrow E = h \cdot c/\lambda$$

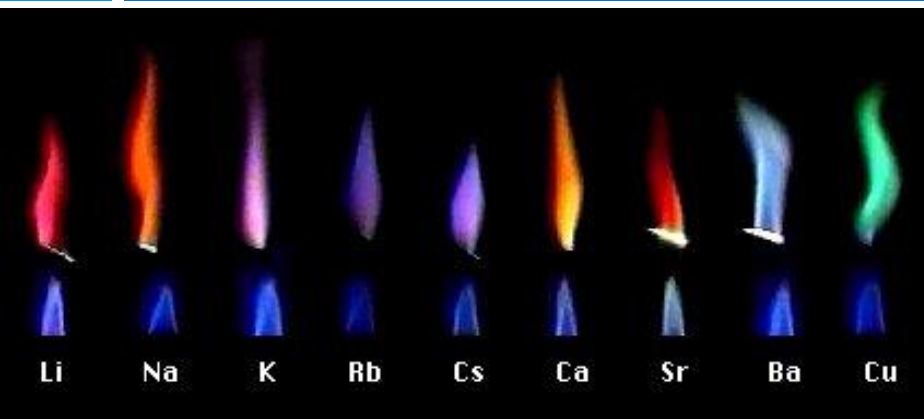
h – Planckova konstanta $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

$$\uparrow \lambda = \downarrow E$$

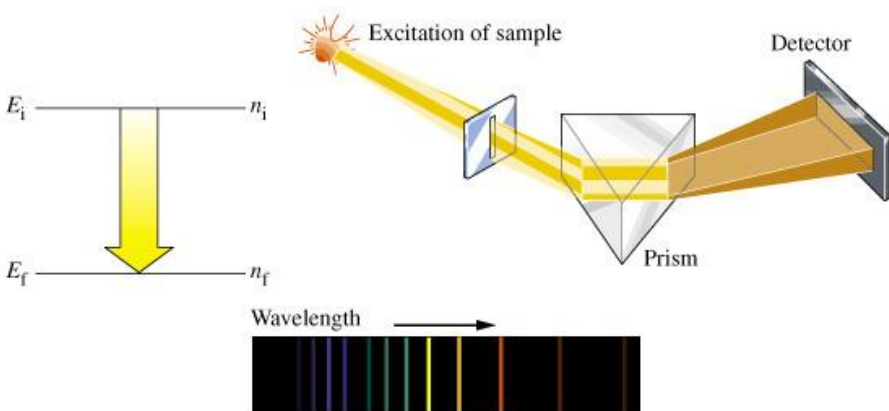
- Snovi ima lastnosti valovanja in delca (*Einstein, 1905; fotoelektronski efekt – pojav, ko elektrone iz površine kovine izbije svetloba*)
- Svetloba ima lastnosti valovanja in toka delcev (fotonov) – “dvojna narava”.



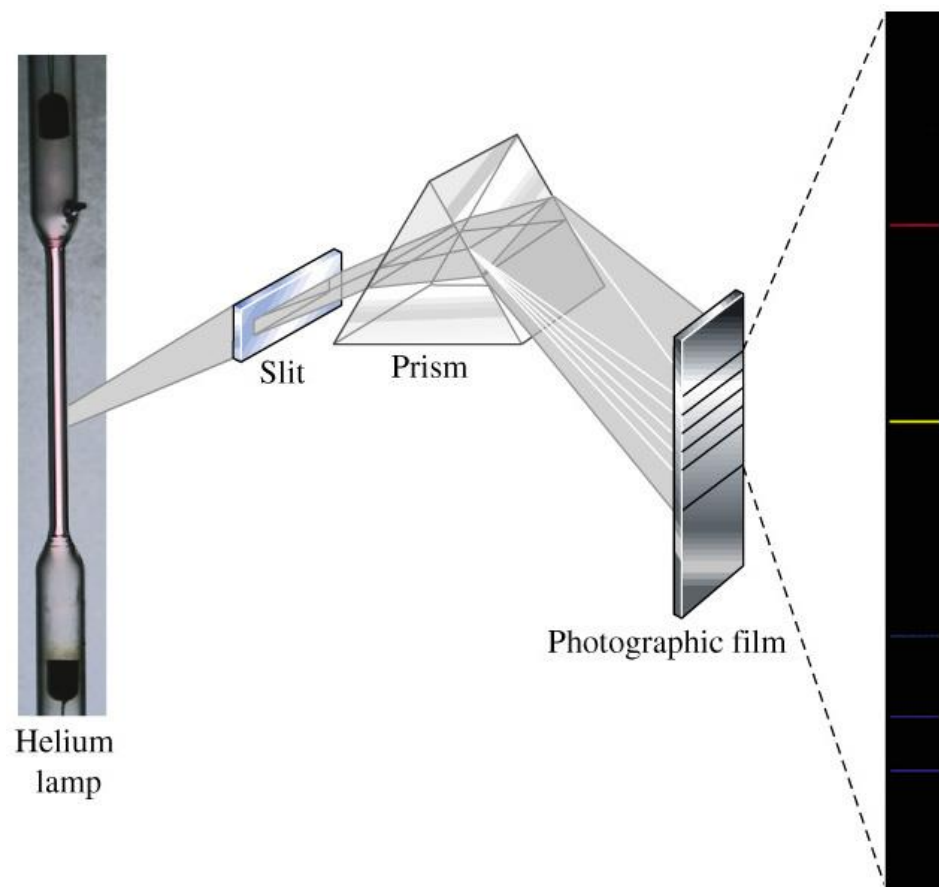
Zgradba atoma



Emisijski/atomski/črtasti spekter



Atomski spekter helija



Naslov eksperimenta: Plamenske reakcije

17

Namen eksperimenta:

--

Kemikalije	Potrebščine

Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

--

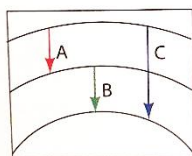
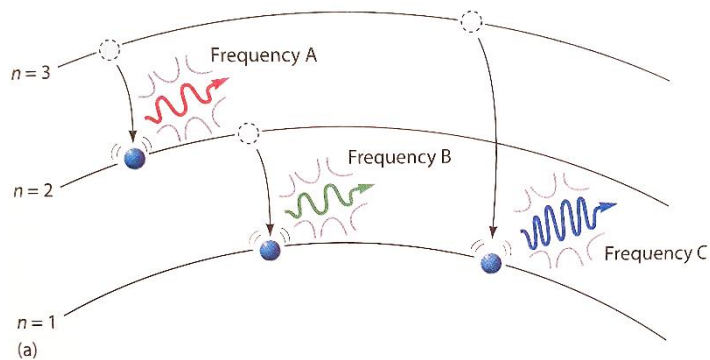
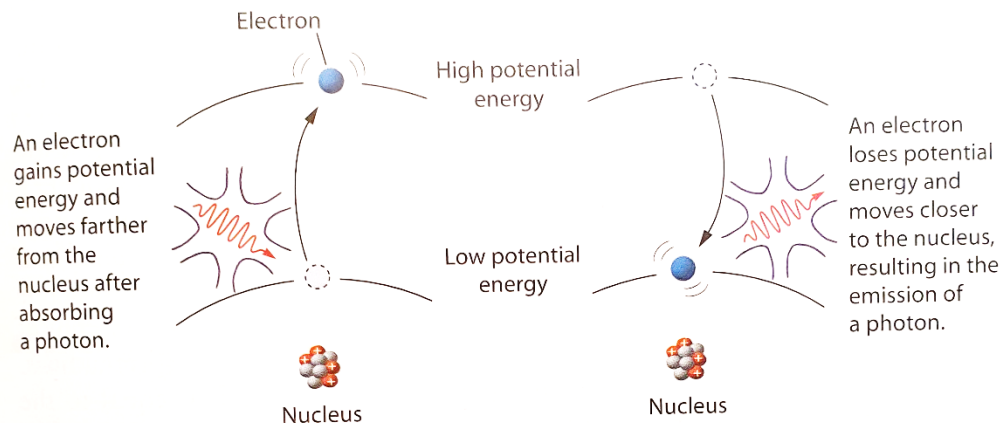
Opazanja	Skepi

Zgradba atoma

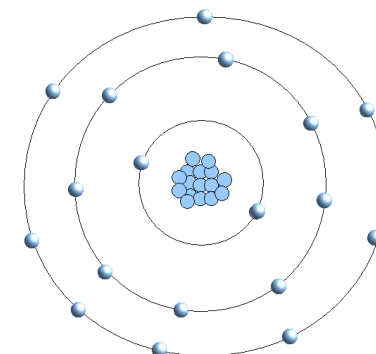


Niels Henrik David Bohr (1885–1962)

Bohrova razlaga atomskega spektra



(b) $A + B = C$



Bohrov model atoma

Zgradba atoma

- “Dvojna narava” ni značilna le za svetlobo, ampak tudi za elektrone oz. za vsak delec.
- Energijo fotona podamo: $E = h \cdot \nu$ in $E = m \cdot c^2$

$$h \cdot \nu = m \cdot c^2$$



$$\lambda = c/\nu = h/mc = h/p \quad (\text{p je gibalna količina fotona})$$



Louis Victor de Broglie
1892 - 1987

- Uporaba enačbe za elektron, ki se giblje s hitrostjo v :

$$\lambda = h/mv = h/p \quad - \text{de Brogliejeva relacija}$$

- Za vsak gibajoči se delec z znano maso (m) in hitrostjo (v) lahko izračunamo njegovo valovno dolžino (λ) in obratno.

Zgradba atoma

- Leta 1927 je Karl Heisenberg ugotovil, da elektronu ni mogoče hkrati točno določiti položaja in gibalne količine oz. hitrosti.
- napaka v določitvi položaja elektrona – Δx
- napaka v določitvi gibalne količine v smeri x – $\Delta(mv_x)$



$$\Delta x \cdot \Delta(mv_x) \geq h \quad (\text{produkt obeh napak ima velikostni red Planckove konstante - } 6,626 \cdot 10^{-34})$$

Heisenbergov princip nedoločljivosti

- Obratno sorazmerje med Δx in $\Delta(mv_x)$, zato je pri točni določitvi položaja (pri tem je napaka Δx zelo majhna) zelo **NE**natančno določena gibalna količina (napaka $\Delta(mv_x)$ je ZELO velika), in obratno.



Werner Karl Heisenberg
1901 - 1976

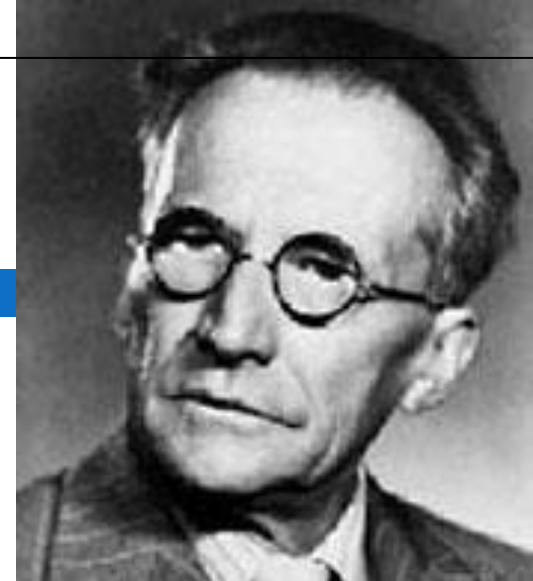
Zgradba atoma

- **Sodobni model zgradbe atoma** \Rightarrow valvnomehanski model
- Vodikov atom – 1 e^- KJE SE NAHAJA TA ELEKTRON?
- 100-krat možnost pogledati, kje je elektron v atomu – 95 krat bi ga našli blizu jedra in 5 krat dlje od jedra
Prostor, kjer je 95 % verjetnost, da bi našli elektron je ORBITALA.
- Elektron je v orbitali z najnižjo energijo – dodamo E ; prehod na višjo orbitalo, in takoj odda E ; prehod v osnovno stanje – odda E kot svetloba (ognjemet).
- V eni orbitali sta lahko maksimalno dva elektrona.

Zgradba atoma

22

- Elektronska ovojnica:
 - Lupine – skupina orbital, kjer imajo elektroni podobno energijo
 - Podlupine – skupina orbital, kjer imajo elektroni enako energijo
- Polnjenje elektronov po lupinah: 2, 8, 18, 32 ...
- Položaj delca je opisan z valovno funkcijo (kvantna teorija)
- Valovna funkcija je v primeru elektrona v atomu atomska orbitala – in je rešitev Schrödingerjeve enačbe (grafične rešitve podajo teoretično zgradbo atoma)
- Kjer je označeno močnejše senčenje v shemi orbitale, je večja verjetnost, da se nahaja elektron.

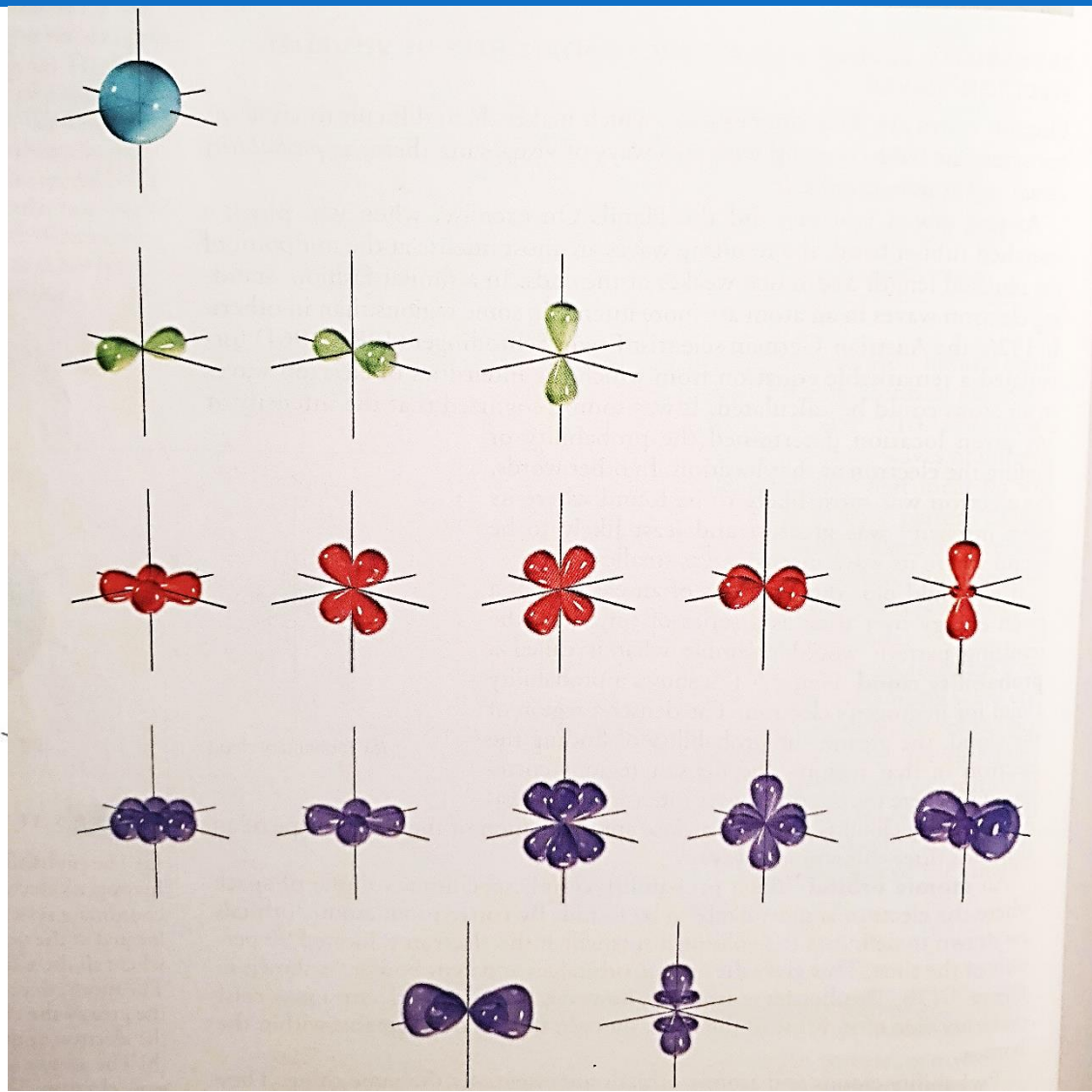


Erwin Schrödinger
1887 - 1961

Zgradba atoma

23

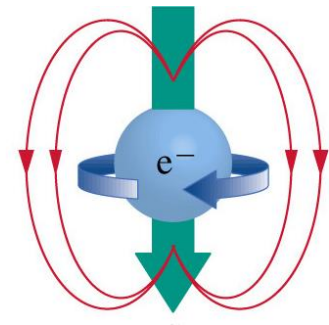
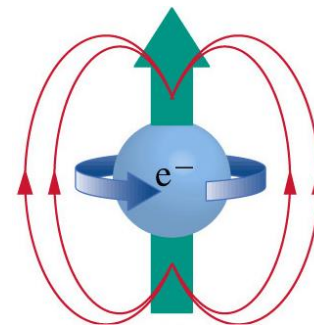
- Oblike s, p, d in f orbital v prostoru



Zgradba atoma

24

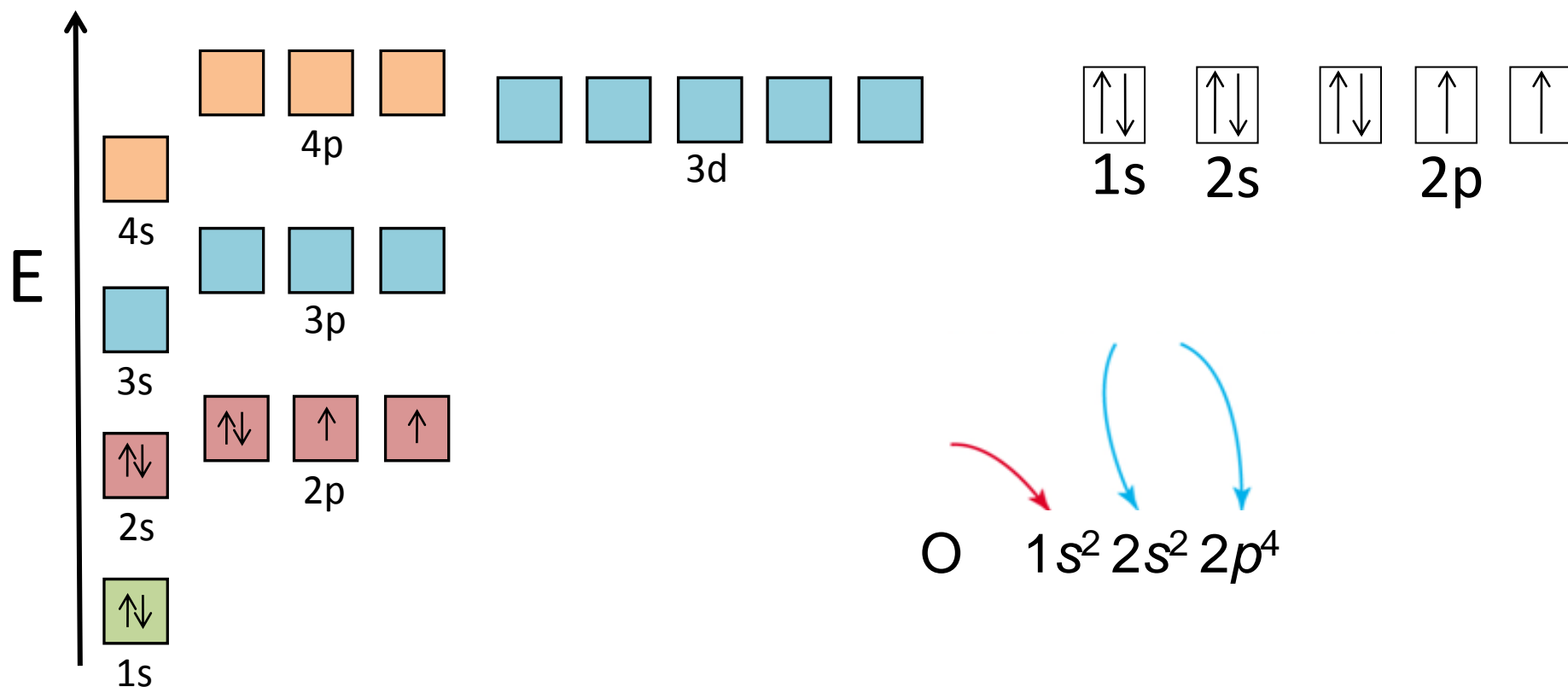
- Štiri kvantna števila so rešitve Schrödingerjeve enačbe in določajo naravo orbitale.
- **Kvantna števila**
 - **Glavno kvantno število (n):** določa energijo elektrona (le v atomu vodika, za ostale to ne velja) – oddaljenost elektrona od jedra; energijska raven 1, 2, 3...
 - **Stransko kvantno število (l):** določa obliko oz. vrsto orbitale (in energijo pri ostalih atomih); 4 vrste; s ($l=0$), p ($l=1$), d ($l=2$), f ($l=3$)
 - **Magnetno kvantno število (m_l):** določa položaj elektrona v orbitali; s (1 možna lega); p (3 možne lege); d (5 možnih leg); f (7 možnih leg)
 - **Spinsko kvantno število (m_s):** določa spin (vrtenje okoli lastne osi) elektrona; $-1/2$ v smeri urinega kazalca; $+1/2$ v nasprotni smeri.
- **Paulijev princip:** v eni orbitali ne moreta imeti oba elektrona vseh štirih kvantnih števil enakih – različno je spinsko



Zgradba atoma

25

Razporeditev elektronov po lupinah v atomu kisika



Zgradba atoma

26

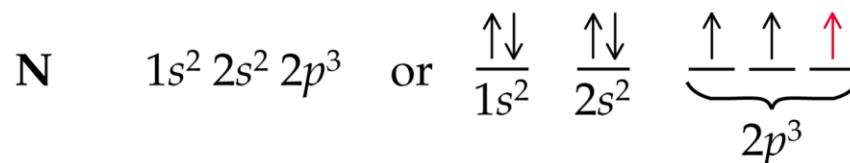
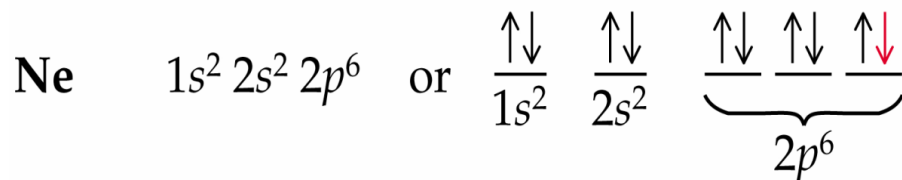
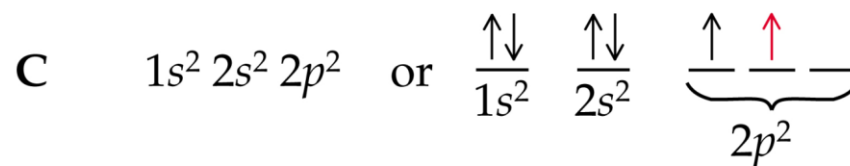
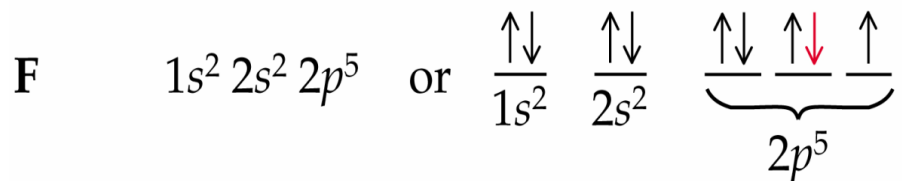
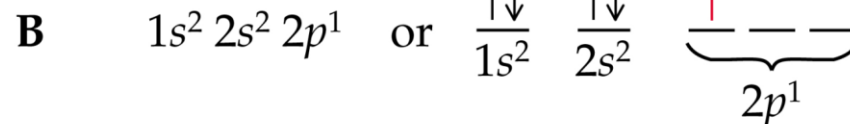
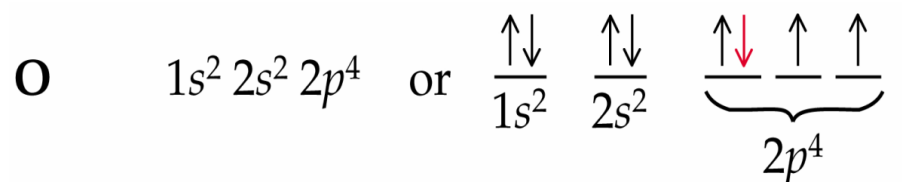
□ Hundovo pravilo in Pavlijevo izključitveno načelo



nemški fizik
Friedrich Hund
(1896–1997)



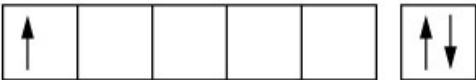
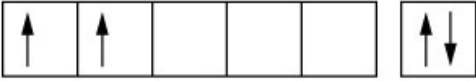



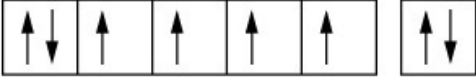


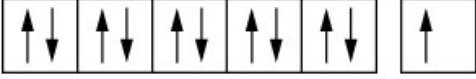
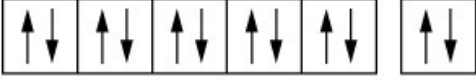
avstrijski fizik
Wolfgang Pauli
(1900–1958)



Zgradba atoma

27

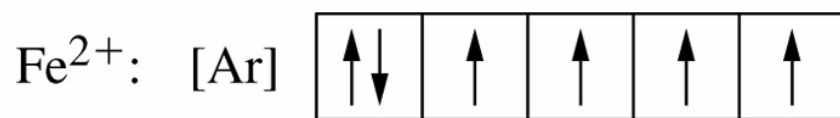
□ polnjenje 3d orbital v atomih nekaterih kovin

Sc:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^14s^2$	
Ti:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^24s^2$	
V:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^34s^2$	
Cr:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^54s^1$	izjema
Mn:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^54s^2$	
Fe:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^64s^2$	
Co:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^74s^2$	
Ni:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^84s^2$	
Cu:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$	izjema
Zn:	[Ar]		$[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$	
		$3d$ $4s$		

Zgradba atoma

28

- praznenje 3d orbital v atomih nekaterih kovin pri nastanku ionov



3d



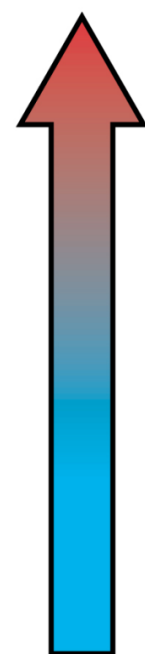
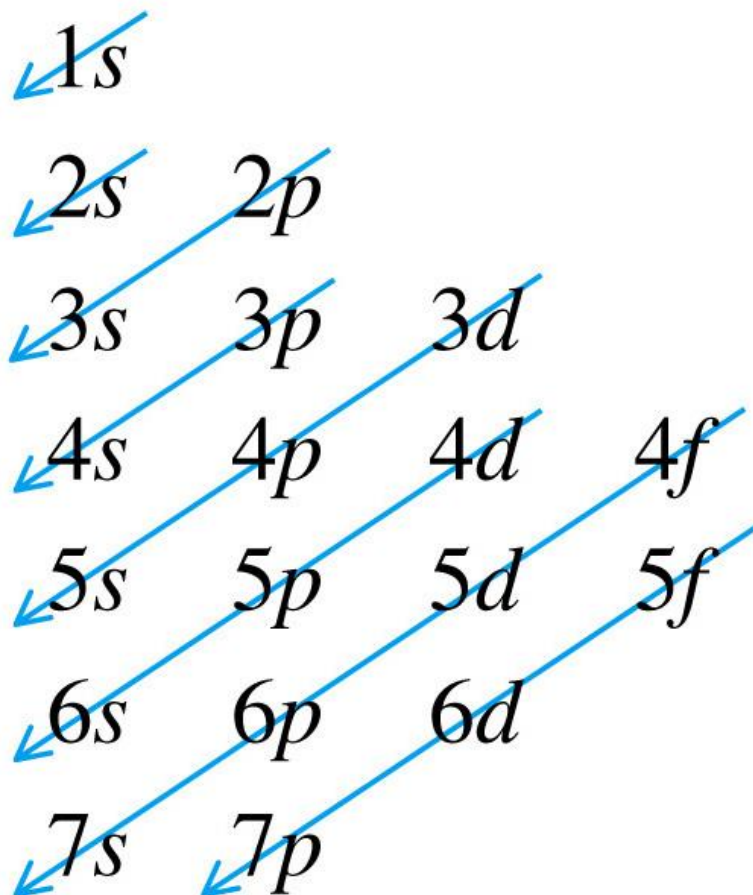
3d



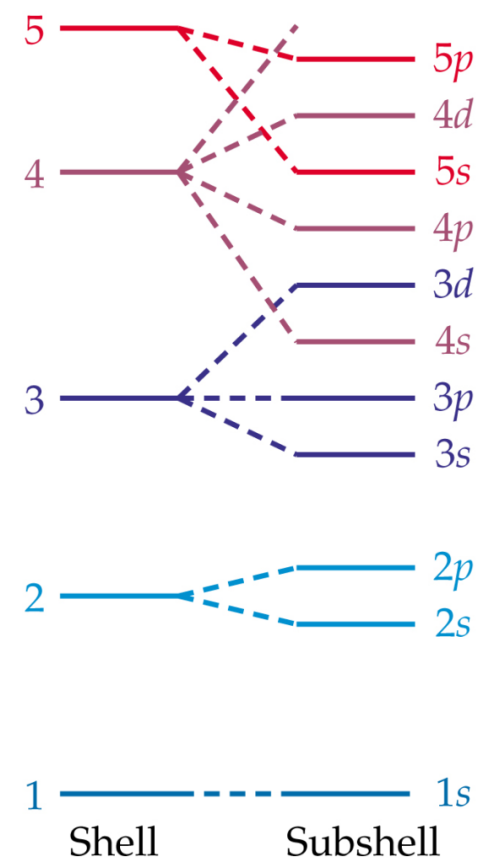
Zgradba atoma

29

- zaporedje polnjenja orbital z elektroni in njihova energija



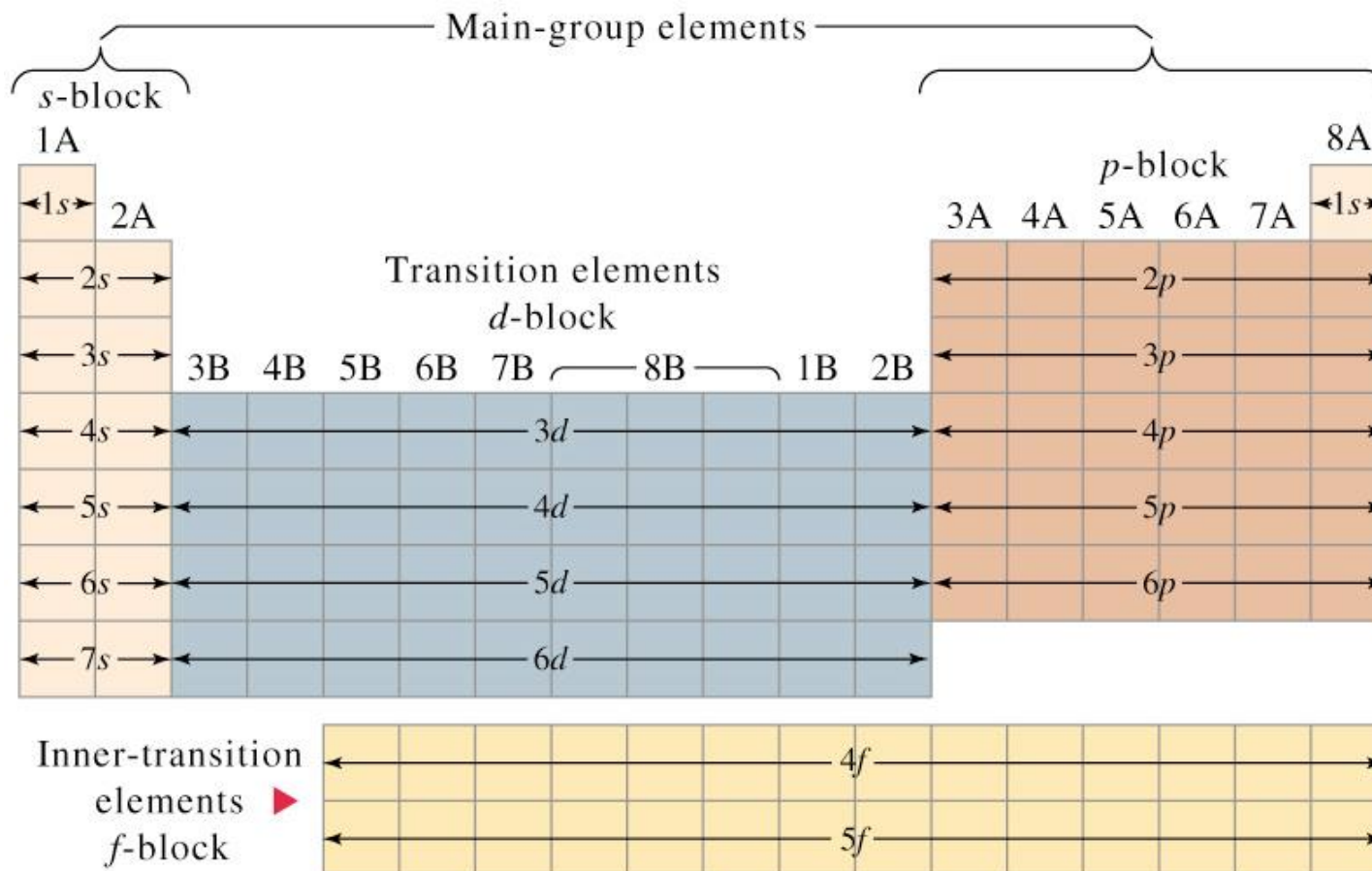
Energy



Zgradba atoma

30

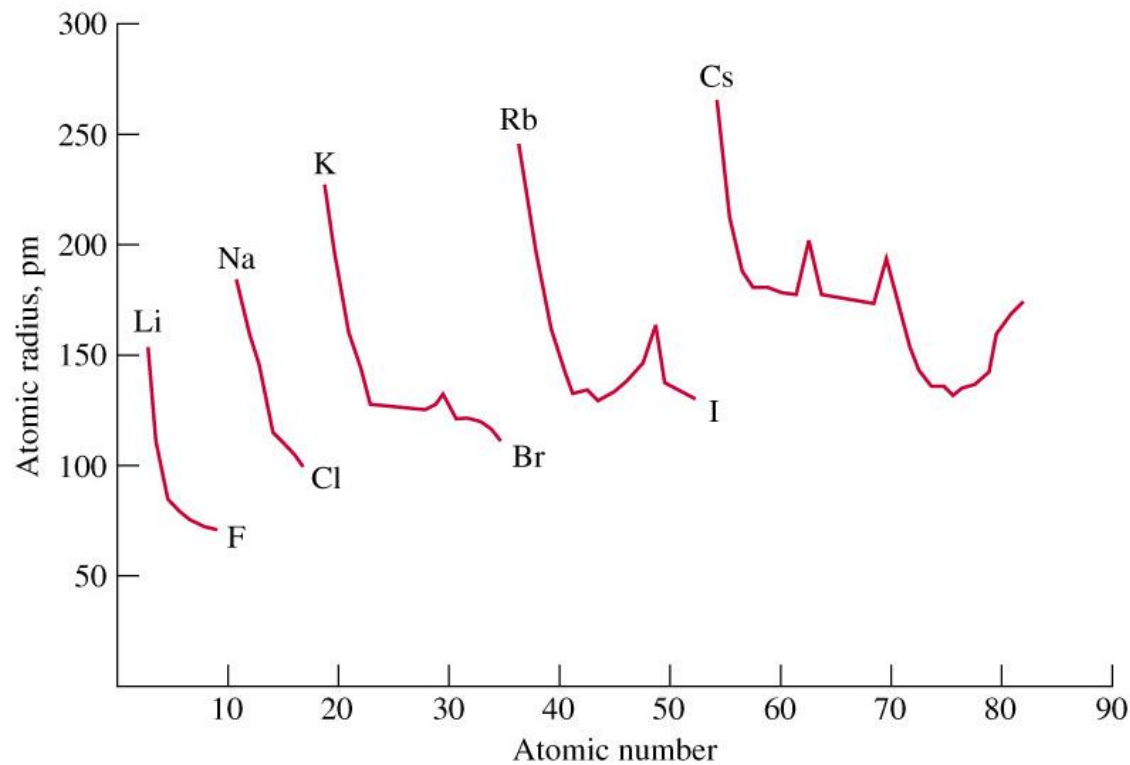
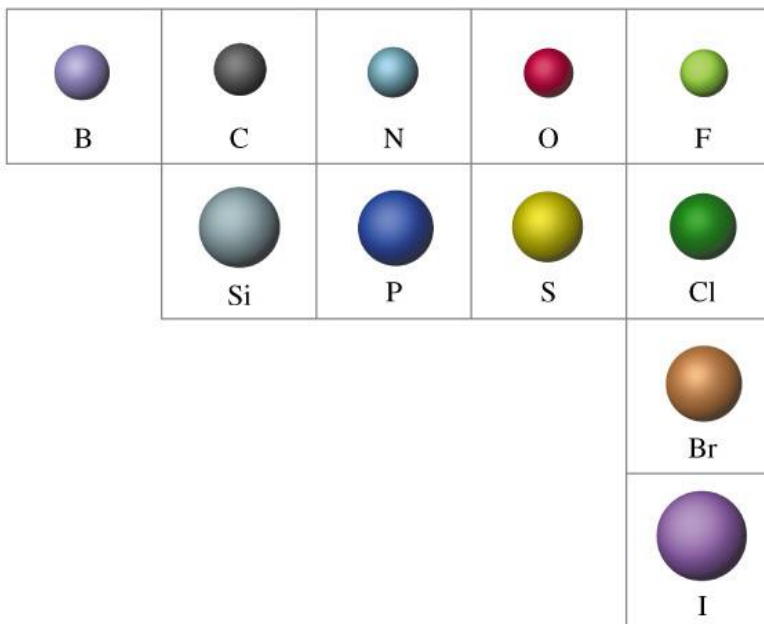
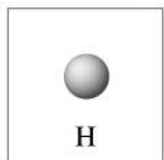
- zaporedje polnjenja orbital z elektroni



Zgradba atoma

31

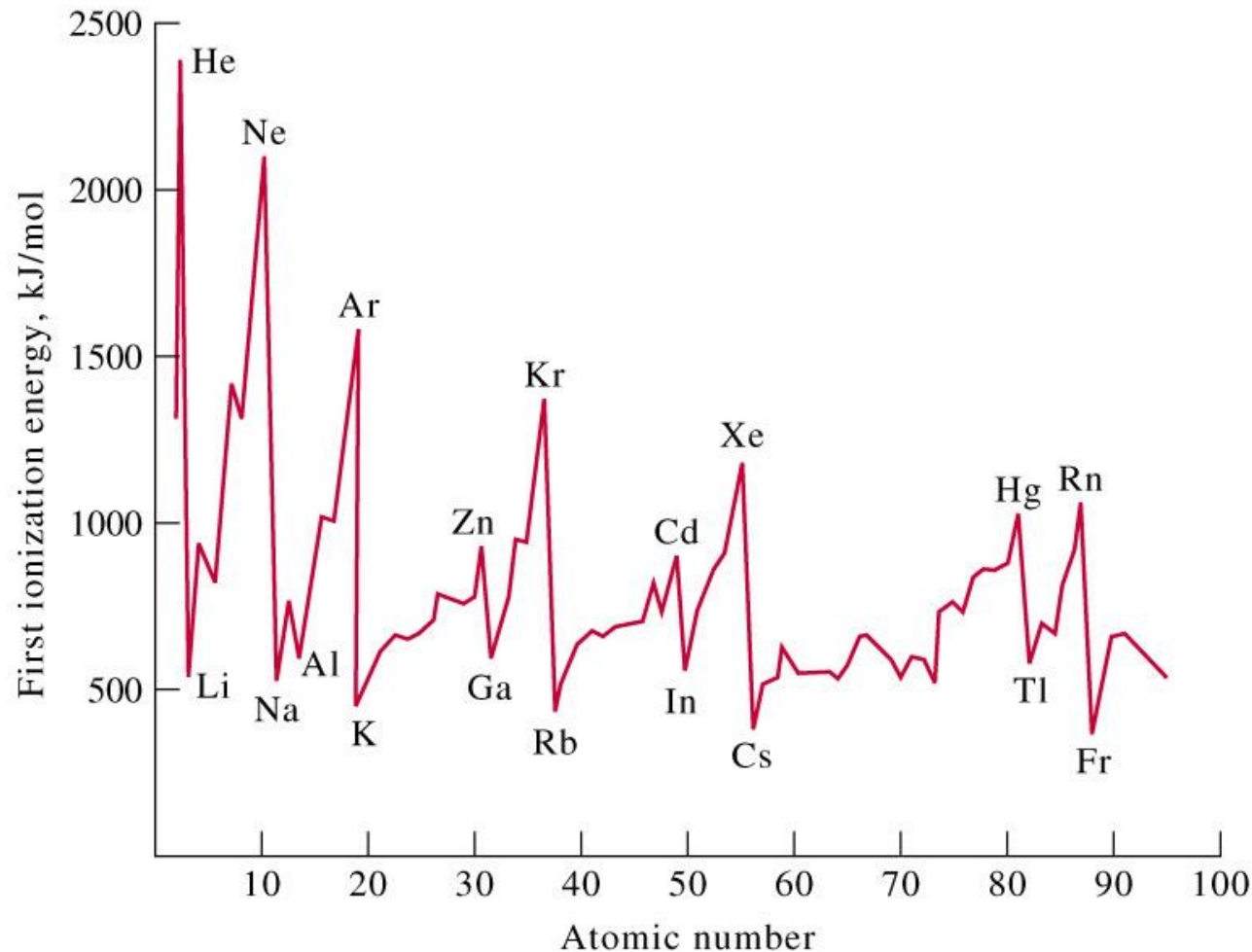
□ Primerjava atomskih radijev atomov elementov



Zgradba atoma

32

- odvisnost prve ionizacijske energije od atomskega števila

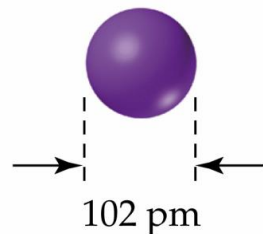
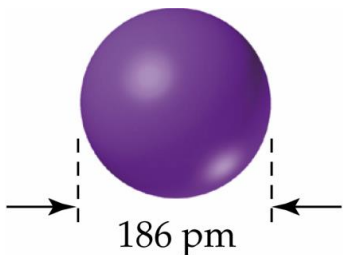


Zgradba atoma

33

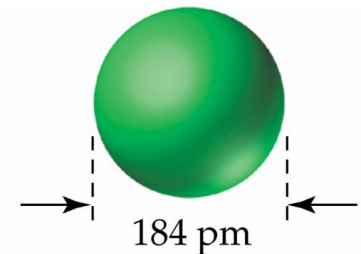
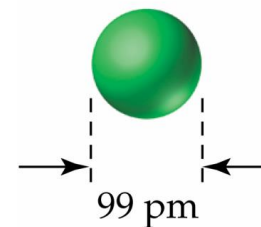
- Atom sprejme ali odda elektron(-e).
- Zakaj natrija ni v naravi v elementarnem stanju?
- Natrijev atom ima 1 valenčni elektron; nestabilen – stabilna struktura je struktura atoma neona
- Odda 1 elektron – nastane natrijev ion;

simbolni zapis: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$



- Zakaj atomov klora ni v naravi, vedno se nahaja le v obliki dvoatomnih molekul?
- Atom klora ima 7 valenčnih elektronov; nestabilen – stabilna struktura je struktura atoma argona
- Sprejme 1 elektron – nastane kloridni ion;

simbolni zapis: $\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$



Zgradba atoma

34

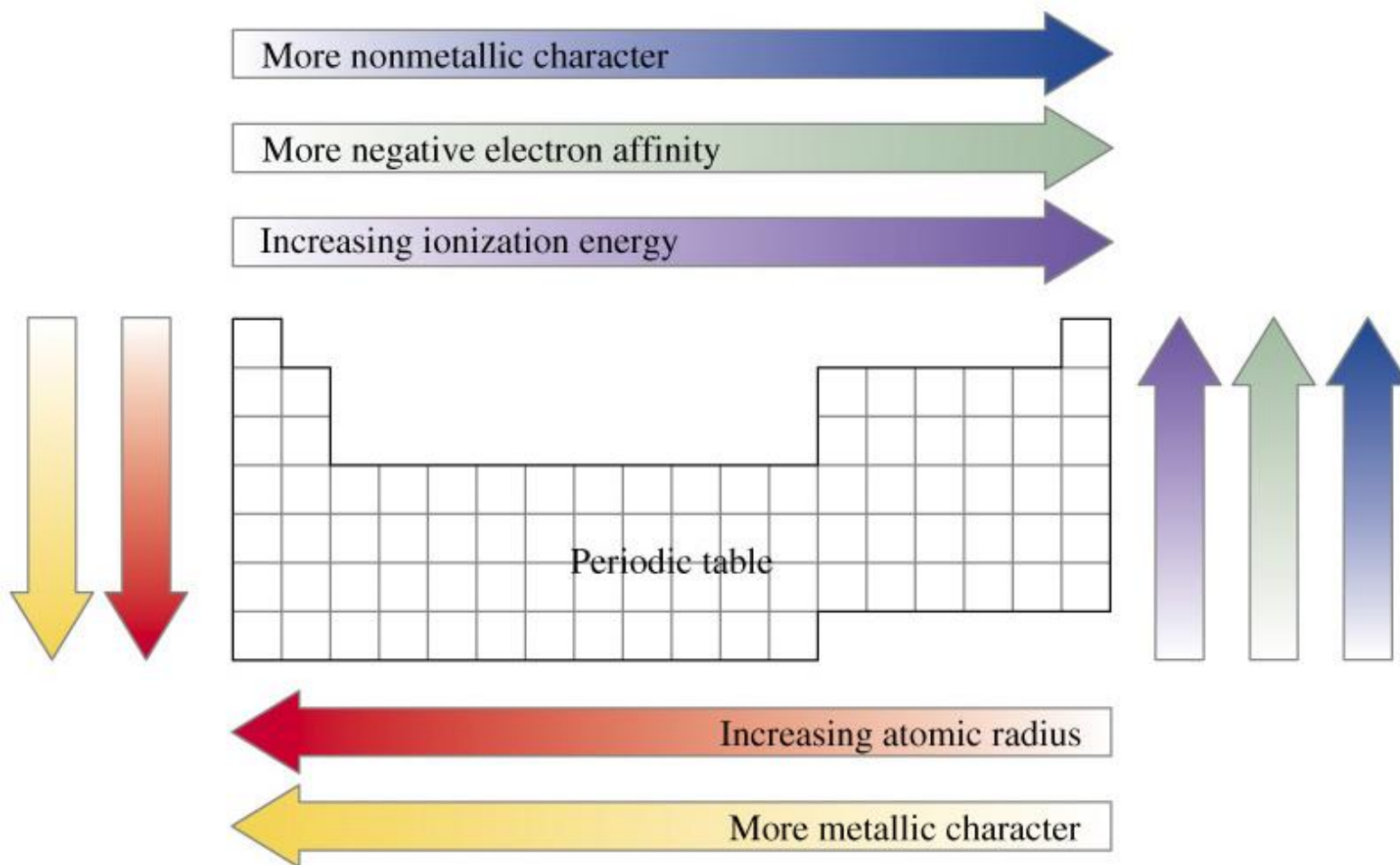
- primerjava atomskega in ionskega radia

1A		2A							3A	4A	5A	6A	7A
Li 152	Be 111						B 80	C 77	N 75	O 73	F 71		
59 Li ⁺	31 Be ²⁺						20 B ³⁺		N ³⁻ 171	O ²⁻ 140	F ⁻ 133		
Na 186	Mg 160						Al 143	Si 118	P 110	S 103	Cl 99		
99 Na ⁺	65 Mg ²⁺						50 Al ³⁺		P ³⁻ 212	S ²⁻ 184	Cl ⁻ 181		
K 227	Ca 197						Ga 122	Ge 123	As 125	Se 116	Br 114		
K ⁺ 138	99 Ca ²⁺						62 Ga ³⁺		69 As ³⁺	Se ²⁻ 198	Br ⁻ 196		
Rb 248	Sr 215						In 163	Sn 141	Sb 145	Te 143	I 133		
Rb ⁺ 148	113 Sr ²⁺						92 In ³⁺	93 Sn ²⁺	89 Sb ³⁺	Te ²⁻ 221	I ⁻ 220		
Cs 265	Ba 217						Tl 170	Pb 175	Bi 155				
Cs ⁺ 169	135 Ba ²⁺						149 Tl ⁺	132 Pb ²⁺	96 Bi ³⁺				
3B		4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B			
Sc 161	Ti 145	V 132	Cr 125	Mn 124	Fe 124	Co 125	Ni 125	Cu 128	Zn 133				
			Cr ³⁺ 64		Fe ³⁺ 67	Co ³⁺ 64		Cu ²⁺ 72					
83 Sc ³⁺	80 Ti ²⁺	72 V ²⁺	84 Cr ²⁺	91 Mn ²⁺	82 Fe ²⁺	82 Co ²⁺	78 Ni ²⁺	96 Cu ⁺	83 Zn ²⁺				

Zgradba atoma

35

- zakonitosti na katerih temelji zgradba periodnega sistema



Zgradba atoma

36

Prikažite, da je relativna atomska masa ogljika predstavljena v periodnem sistemu pravilna. Pri tem upoštevajte, da sta v naravi dva izotopa ogljika, ogljik-12 in ^{13}C . A_r prvega izotopa je 12,0000, druga pa 13,0034. Ogljika-12 je v naravi 98,89 %, ogljika-13 pa le 1,11 %.

0,81	12,01	14,0
B	C	N
5	6	7
6,98	28,08	30,9
Al	Si	P
13	14	15

Zgradba atoma

37

Zapišite elektronske konfiguracije atomov na več načinov.

 ${}_1\text{H}$ ${}_2\text{He}$ ${}_3\text{Li}$

ali

 ${}_{11}\text{Na}$

ali

ali

 ${}_{17}\text{Cl}$

ali

ali

Zgradba atoma

38

Zapišite elektronske konfiguracije ionov.



Zgradba atoma

39

Izpolnite tabelo.

Simbol delca	Ime delca	p^+	n^0	e^-	Atomsko število	Masno število
$^{33}\text{S}^{2-}$						
^{70}Ge						
$^{44}\text{Ca}^{2+}$						
^{135}Ba						

Zgradba atoma

40

Pojasnite, kaj imajo skupno sulfidni, kloridni, kalijev in kalcijev ion. Utemeljite odgovor.

Zgradba atoma

41

Kateri delci v atomu so nosilci negativnega naboja?

A Protoni. B Ioni. C Elektroni. Č Anioni.

Kateri izotop vodika ima največjo maso?

A Vodikov atom. B Atom devterija.
C Atom tritji. Č Atoma tritji in vodika imata enako maso.

Zgradba atoma

42

Kaj nam pove Heisenbergov princip nedoločljivosti?

- A Elektronu ne moremo določiti točne lege.
- B Elektronu ne moremo določiti točne hitrosti in lege istočasno.
- C Elektronu z maso lahko določimo valovno dolžino.
- Č Elektronu lahko določimo vsa štiri kvantna števila.

Zgradba atoma

43

Kako se spreminja atomski radij atomov elementov v I. skupini periodnega sistema?

- A Se povečuje.
- B Ostaja enak.
- C Se zmanjšuje.
- Č Pri prvih dveh elementih se povečuje, pri naslednjih treh pa ostaja enak.