

Kvantna Planck

$$h=6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$c=3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$m_e=9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

17

1

3

Fotokatoda neke fotoćelije spojena serijski s mikroampermetrom obasjava se svjetlošću valne duljine 430 nm. Kazaljka mikroampermetra pada na nulu kada se električni potencijal fotokatode poveća na 1 V relativno prema anodi. Izračunajte:

(i) energiju fotona kojom se obasjava fotokatoda

(ii) izlazni rad fotokatode

(iii) najveću valnu duljinu svjetlosti koja može izazvati fotoefekt na ćeliji u slučaju kad je potencijal fotokatode 0 V

2

1

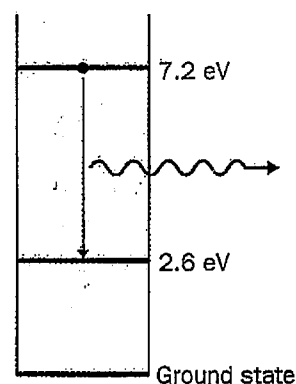
Određena metalna površina ima izlazni rad 0.64 eV. Ukoliko je dana površina na potencijalu 0 V, izračunajte maksimalnu kinetičku energiju fotoelektrona za slučajeve kada se površina obasjava fotonima valne duljine 600 nm i 100 nm?

3

1

Slika prikazuje energijske nivoe nekog atoma.

Izračunajte energiju i valnu duljinu fotona nastalu prijelazom elektrona s ljuske energije 7.2 eV na ljusku energije 2.6 eV?



4

2

Koristeći formulu za energijske nivoe vodikovog atoma, $E = -13.6/n^2$ eV, izračunajte energijske nivoe (u eV) za $n=2,3,4$ i 5 ljuske vodikovog atoma te nacrtajte energijski dijagram.

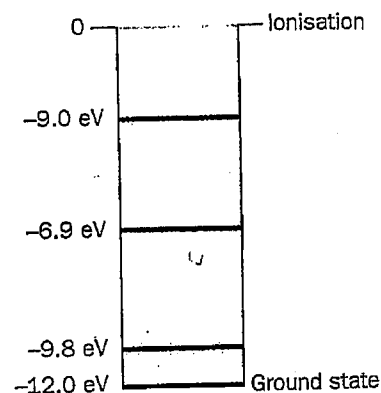
Izračunajte valnu duljinu emitiranog vala kada elektron prijeđe s $n=5$ na $n=4$

5

1

Slika prikazuje energijske nivoe nekog atoma za koji je poznato

da emitira fotone valnih duljina 565 nm i 430 nm. Izračunajte pripadne energije tih fotona te odredite koje prijelaze čini elektron među energijskim nivoima kako bi došlo do navedene emisije elektromagnetskog zračenja?



1 6

(i) Navedite i opišite eksperiment kojim je dokazano da svjetlost ima valna svojstva?

(ii) Navedite i opišite eksperiment kojim je dokazana "čestična" struktura svjetlosti?

1 7

Elektron u atomu ima energiju -40 eV kada je u osnovnom stanju i -10 eV u prvom pobuđenom stanju. Što se događa s tim elektronom kada atom bombardiramo fotonima energije 15 eV?

1 8

Izračunajte de Broglievu valnu duljinu protona čija količina gibanja iznosi $3.3 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$?

1 9

Jednoelektronski atom ima energiju ionizacije 25 eV. Koliku energiju oslobađa atom ukoliko elektron načini prijelaz s pobuđenog energijskog stanja ($E = -16 \text{ eV}$) na osnovno stanje?

A. 9 eV

B. 11 eV

C. 16 eV

D. 25 eV

E. 41 eV

2 10

Kugla polumjera 2 cm užarena je na temperaturu 2000 K. Odredite snagu zračenja ako tu kuglu smatramo apsolutno crnim tijelom. U spektru zračenja te kugle koja valna duljina ima najveći intenzitet?

konstante: $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$, $C = 2.9 \times 10^{-3} \text{ mK}$ (Wienova konstanta)

1 11

Ako temperatura T crnog tijela raste, valna duljina λ_{max} kojoj pripada maksimum izračenog elektromagnetskog zračenja:

(a) pada

(b) raste

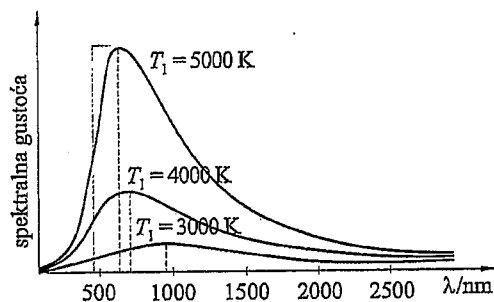
(c) ostaje ista

(d) pada s T^4

2 12

Što predstavlja "površina" ispod krivulje zračenja crnog tijela?

Što je "ultraljubičasta katastrofa"?



Kvantna - Planck - rješenja

① (i) $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}} = 4.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

(ii) $\frac{hc}{\lambda} = W_i + eU$

$W_i = \frac{hc}{\lambda} - eU = 4.6 \cdot 10^{-19} - 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

(iii)

$\frac{hc}{\lambda_{\max}} = W_i$

$\lambda_{\max} = \frac{hc}{W_i} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-19}} = 6.6 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 660 \text{ nm}$

② a.) $E_{k, \max} = \frac{hc}{\lambda} - W_i = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} - 0.64 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} =$
 $= 2.27 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.42 \text{ eV}$

b.) $E_{k, \max} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{100 \cdot 10^{-9}} - 0.64 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 1.98 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
 $= 11.7 \text{ eV}$

③.

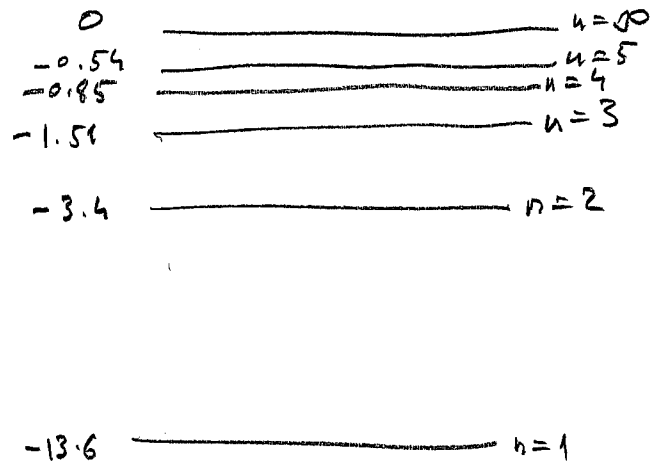
$E = 7.2 \text{ eV} - 2.6 \text{ eV} = 4.6 \text{ eV} = 4.6 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 7.36 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = 2.69 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 269 \text{ nm}$

4.

$$E = - \frac{13.6}{n^2} \text{ [eV]}$$

$n=1$	$E_1 = -13.6 \text{ eV}$
$n=2$	$E_2 = -3.4 \text{ eV}$
$n=3$	$E_3 = -1.51 \text{ eV}$
$n=4$	$E_4 = -0.85 \text{ eV}$
$n=5$	$E_5 = -0.54 \text{ eV}$



$n=5 \rightarrow n=4$

$$\Delta E = 0.31 \text{ eV}$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0.31 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 3.99 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

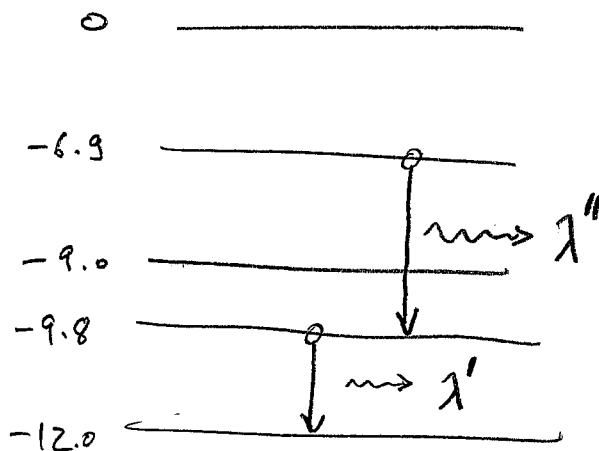
u J

5.

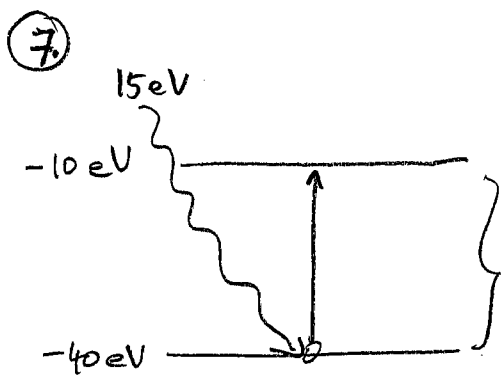
$$E' = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{565 \cdot 10^{-9}} = 3.5 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2.19 \text{ eV}$$

$$E'' = \frac{hc}{\lambda''} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}} = 4.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2.88 \text{ eV}$$

primetiti: greška na slici
 upoređano su mislili



- 6. (i) Young-ov pokus (v. Valna ili fizikalna optika)
- (ii) Fotoelektrični efekt

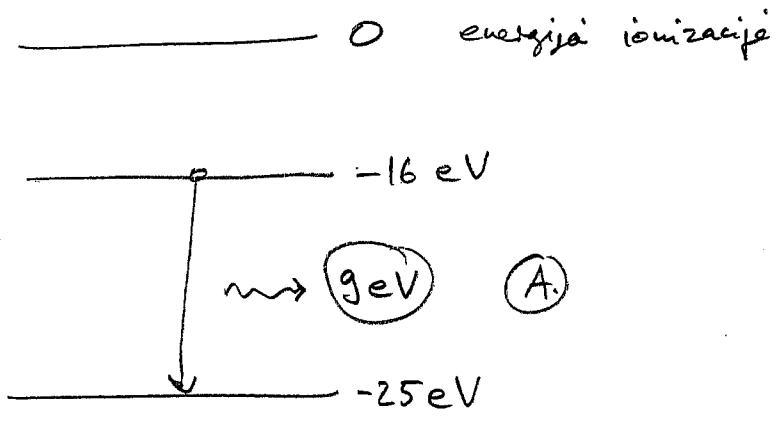


Energijski jaz je 30 eV.
Zbog 15 eV neće se ništa dogoditi!

8.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.6 \cdot 10^{-34}}{3.3 \cdot 10^{-23}} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

9.



10.

$$P = \sigma S T^4 = 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot \underbrace{4 \cdot 0.02^2}_{4\pi r^2} \cdot 3.14 \cdot 2000^4 = 4560 \text{ W}$$

$$\lambda \cdot T = 2.9 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda = \frac{2.9 \cdot 10^{-3}}{2000} = 1.45 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

11.

$$\lambda_{\max} \cdot T = C$$

$C =$ Wienova konstanta

$$\lambda_{\max} = \frac{C}{T}$$

$$T \uparrow \Rightarrow \lambda_{\max} \downarrow \quad (a)$$

12.

"površina" = ukupna izračena energija pri danoj temperaturi crnog tijela

"ultraljubičasta katastrofa" = sljokvit naziv za neuspjeh klasične fizike pri objašnjenju izračena crnog tijela ...