

TENTAMEN

Institution: MSI, Fysik

Examinator: Pieter Kuiper

Datum: 10 mars

Tid:

Plats:

Kurskod: FY1041

Kurs/provmoment: Atom- & kärnfysik (atomdelen)

Hjälpmedel: linjal, räknedosa, två sidor egna anteckningar

Namn:
Adress:
.....
Personnummer: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Skriv helst lösningarna på tentan. Skriv ditt namn på eventuella tillägsblad.

Den här tentan har 0 problem.

Lycka till!

	1	2	3	4	5	Summa	Betyg
Inlämnad							
Poäng							

Uppvisat legitimation:	Ja <input type="checkbox"/>	Nej <input type="checkbox"/>
Uppvisat kårlegitimation:	Ja <input type="checkbox"/>	Nej <input type="checkbox"/>
Tid för inlämning:	Tentavaktens signatur:	

LÖSNINGAR

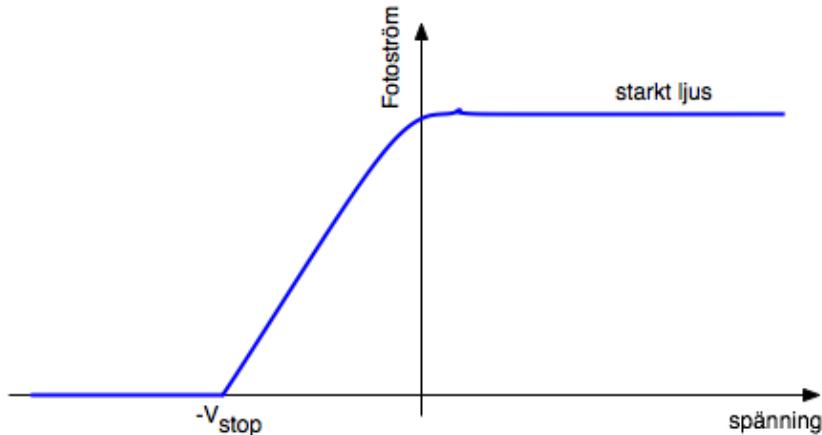
Tabell 1: Några utvalda naturkonstanter:

Namn	Symbol	Värde	Enhet
Ljushastighet	c	$2,998 \cdot 10^8$	m/s
Elementarladdning	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Plancks konstant	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	Js
	\hbar	$1,055 \cdot 10^{-34}$	Js
Finstrukturkonstanten	α	$1/137,04$	
Boltzmanns konstant	k_B	$1,381 \cdot 10^{-23}$	J/K
Absoluta nollpunkten		-273,15	°C
Avogadros tal	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol ⁻¹
Gaskonstanten	$R = k_B N_A$	8,314	J/(mol K)
Coulombkonstant	$1/(4\pi\epsilon_0)$	$8,99 \cdot 10^9$	Nm ² /C ²
Elektriska fältkonstanten	ϵ_0	$1/(\mu_0 c^2)$	As/Vm
Magnetiska fältkonstanten	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$	Vs/Am = N/A ²
Elektronens massa	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
Protonens massa	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
Atomära massenheten	amu	$1,661 \cdot 10^{-27}$	kg
Bohr magneton $eh/2m_e$	μ_B	$9,274 \cdot 10^{-24}$	J/K
Bohr radie	a_0	$5,292 \cdot 10^{-11}$	m
Rydberg	R_∞	13,606	eV
Lorentztal	L	$2,45 \cdot 10^{-8}$	WΩ/K ²
Madelungkonstant (NaCl)	α	1,747565	
tyngdkraftens acceleration	g	9,81	m/s ²

Tabell 2: Några viktiga data för halvledare:

	Kisel Si	Germanium Ge	Galliumarsenid GaAs	Indiumantimonid InSb
E_g (eV) vid 300 K	1,1	0,72	1,4	
E_g (eV) vid 0 K	1,21	0,785	1,52	
densitet (g/cm ³)	2,33	5,32		
Atommassa	28,09	72,59		
gitterkonstant a (Å)	5,431	5,657		
n_i (m ⁻³) vid 300 K	$1,5 \cdot 10^{16}$	$2,5 \cdot 10^{19}$	$1,1 \cdot 10^{13}$	
ϵ_r	12	16	11	
m_n^*/m_e	0,43	0,60	0,065	
m_p^*/m_e	0,54	0,28	0,5	
μ_n (m ² /Vs)	0,13	0,38	0,85	
μ_p (m ² /Vs)	0,05	0,18	0,04	

Problem 1. Figuren nedan visar det typiska fotoelektriska beteende av strömmen i en fotocell som funktion av spänningen mellan anod och katod.



a) Varför är kurvan horisontell för $\Delta V > 0$? Bör inte strömmen öka om spänningen tilltar? Förklara. (2p)

Lösning:

Ohms lag gäller inte. Vid högre spänning slår elektronerna med mer fart in i anoden, men deras antal blir inte större och är givet av hur många som frigörs ut ur fotokatoden.

2

b) Varför blir inte strömmen noll omedelbart för $\Delta V < 0$? (2p)

Lösning:

Elektronerna från fotokatoden har olika kinetiska energier. De kan fortsätta röra sig mot det elektriska fältet så länge potentialskillnaden inte är större än deras kinetiska energi.

2

c) Strömmen är noll för $\Delta V < -V_{stop}$. Vart går fotoelektronerna? Eller blir det inga fotoelektroner emitterade när $\Delta V < -V_{stop}$? Förklara. (2p)

Lösning:

Visst frigörs de ur katoden, men de tvingas tillbaka dit av det elektriska fältet.

2

d) Rita i figuren en ström-spänningskurva när fotocellen belyses med halva ljusintensiteten. (2p)

2

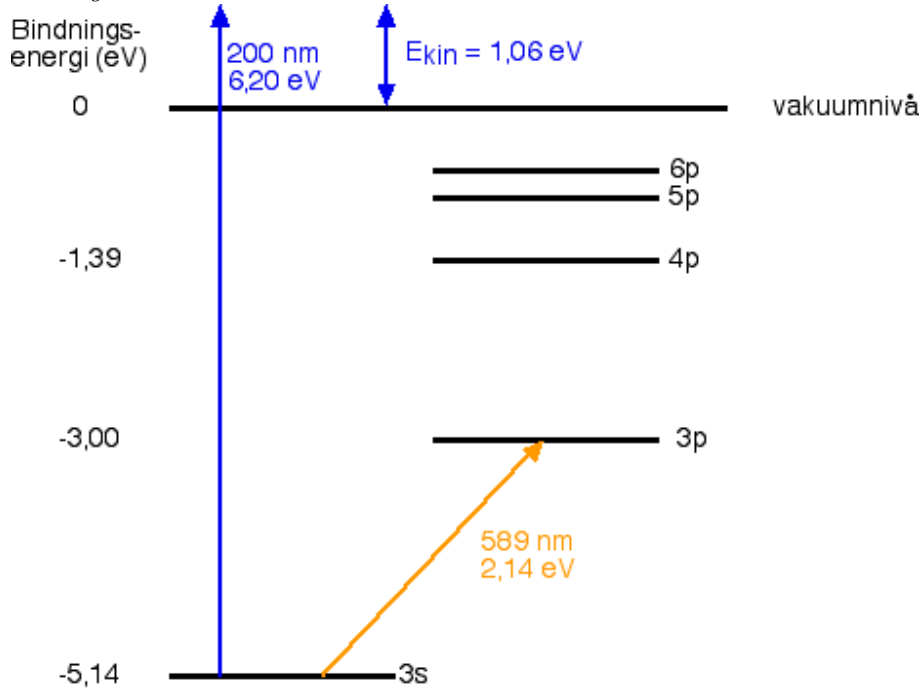
Problem 2. Natrium har joniseringspotential 5,14 eV. De np nivåerna med $n \geq 3$ följer en Rydbergserie där energin ges av

$$E_n = -\frac{R_\infty}{(n - \delta)^2}$$

och där kvantdefekten $\delta \approx 0,87$ för np nivåerna.

a) Skissa energierna av vakuumnivån, grundtillståndet och np -serien. (2p)

Lösning:



2

b) Ljus med våglängd 200 nm joniserar $3s$ -elektronen från en natriumatom. Hur stor är fotoelektronens kinetiska energi? (2p)

Lösning:

$$E_{foton} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 9,93 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 6,20 \text{ eV}. \quad E_{kin} = E_{foton} - IP = 1,06 \text{ eV}.$$

2

c) Vad är normalt den längsta våglängden som kan absorberas av neutralt natrium? (2p)

Lösning:

Normalt befinner sig natrium i grundtillståndet. Den minsta energi för att excitera den är till $3p$ -nivån på $-3,00$ eV. Energiskillnaden är $5,14 - 3,00 = 2,14$ eV. Våglängden är $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{hc}{E} = 0,58 \mu\text{m}$. Det är alltså den gula natrium D-linjen på 589 nm.

2

d) Varför ligger grundtillståndet lägre i energi än $1s^2 2s^2 2p^6 3p$ -tillståndet? (2p)

Lösning:

I grundtillståndet befinner sig valenselektronen i $3s$ -orbitalen. I Sommerfeld-modellen är banan mer elliptisk, och den kommer innanför de skärmande inre elektronerna.

2

Problem 3. Gör en lista över alla kvanttillstånd nlm som en väteatom kan ha om vi vet att dess energi är $-1,51$ eV. (3p)

Lösning:

$E_n = -Ry/n^2 \Leftrightarrow n = \sqrt{13,6/1,51} = \sqrt{9,0} \Leftrightarrow n = 3$. Med $n = 3$ kan l vara lika med 0 ($m = 0$), 1 ($m = -1, 0, 1$), 2 ($m = -2, -1, 0, 1, 2$).

3

Problem 4.

a) Ange elektronkonfigurationen för Mn ($Z = 25$).

Lösning: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

2

b) Uppskatta energi (svar i eV) av mangans karakteristiska K_α -strålning. (2p)

Lösning:

$E(K_\alpha) \approx \frac{3}{4} Ry_\infty (Z - 1)^2 = \frac{3}{4} \times 13,6 \times 24^2 = \text{keV}$.

2

c) Skissa kvalitativt elektrontätheten som funktion av avstånd till Mn-kärnan för elektroner i orbital $2s$ och i orbital $2p$. (3p)

Lösning:

3
