

Prøveeksamen i KJM 1060, høsten 2004

Oppgitte formler:

Inngroing av radioaktivitet når $T_{1/2}(\text{datter}) \ll T_{1/2}(\text{mor})$: $A_{\text{datter}} = A_{\text{mor}}(1 - e^{-\lambda t})$

Aktivitet ved nøytroninnfagning: $A = \sigma\phi N_T(1 - e^{-\lambda\tau})$

Konstanter og omregningsfaktorer:

Den atomære masseenheden: $u = 1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49432 \text{ MeV}$

Nøytronets hvilemasse $M_n = 939,56563 \text{ MeV}$

Protonets hvilemasse $M_p = 938,27231 \text{ MeV}$

Elektronets hvilemasse $m_e = 0,51099906 \text{ MeV}$

Elementærladningen $e = 1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Tomromspermittiviteten $\epsilon_0 = 8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^{-1}$

Plancks konstant $h = 2\pi\hbar = 6,6260693 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Avogadros konstant $N_A = 6,0221367 \cdot 10^{23} \text{ per mol}$

$1 \text{ MeV} = 1,60217733 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$1 \text{ år} = 3,1557 \cdot 10^7 \text{ sekunder} = 5,2595 \cdot 10^5 \text{ minutter} = 8765,8 \text{ timer}$

Tillate hjelpemidler:

Nuklidekart med veiledningshefte

Angell og Lian: "Fysiske størrelser og enheter", 4. utgave

(eventuelt en eldre utgave forfattet av Øgrim og Lian)

Oppgave 1 (analytisk kjemi)

- Hva slags strålingskilder benyttes i molekylabsorpsjonspektrometri (UV-synlig)? Hvorfor kan ikke de samme strålingskildene benyttes i atomabsorpsjonspektrometri (AAS)?

Ved bestemmelse av Mg med flamme AAS kan bølgelengde 285,2 nm benyttes. Hvilken fotonenergi tilsvarer dette?
- Beskriv funksjonen til monokromatoren i et molekylabsorpsjonspektrometer og i et flamme atomabsorpsjonspektrometer. Skissér hovedkomponentene i disse to typer instrumenter og forklar hvorfor monokromatoren er plassert forskjellig i forhold til prøven (dvs kyvette og flamme) i de to instrumentene.
- I grafittovn AAS benyttes et temperaturprogram med oppvarming i flere trinn. Hva er hensikten med hvert av disse trinnene?
- Hva er de største fordelene ved bruk av induktivt koblet plasma atomemisjonspektrometri (ICP-AES) i forhold til flamme AAS ved

sporgrunnstoffbestemmelse? Hvilken type interferenser er mest framtreddende i ICP-AES i forhold til flamme AES? Forklar hvorfor.

Oppgave 2 (radiokjemi)

- Den målte massen til ^{118}Sn er 109825 MeV. Beregn den gjennomsnittlige bindingsenergien per nukleon, angitt i MeV, i kjernen ^{118}Sn .
- Bindingsenergien per nukleon i kjernen ^{119}Sn er 8,49947 MeV. Kan du forklare forskjellen i bindingsenergi per nukleon mellom ^{118}Sn og ^{119}Sn ? [Klarte du ikke å løse oppgave a) kan du bruke verdien 8,52 MeV for ^{118}Sn .]

Oppgave 3 (radiokjemi)

En nuklidegenerator basert på ^{99}Mo ble ladet med 25 GBq ^{99}Mo aktivitet. Sykehuset tapper $^{99\text{m}}\text{Tc}$ aktivitet fra generatoren, men kan ikke bruke den når ^{99}Mo aktiviteten går under 10 GBq.

- Hvor mange dager kan sykehuset bruke generatoren?
- Sykehuset tapper aktivitet fra generatoren hver morgen kl. 8:00. Hvis ^{99}Mo aktiviteten er 18 GBq, hvor mye $^{99\text{m}}\text{Tc}$ aktivitet gir generatoren denne morgenen?

Oppgave 4 (radiokjemi)

Hva blir desintegrasjonshastigheten fra ^{76}As hvis en prøve som inneholder 1 mg arsen bestråles med termaliserte nøytroner i et døgn? Nøytronfluksen er 10^{12} n/cm²s og tversnittet for nøytronbestråling av ^{75}As er $4,3 \cdot 10^{-24}$ cm².

Oppgave 5 (kvantekjemi)

- Tegn et orbitalenerginivådiagram for hydrogenatomet. Angi angulærmomentet og degenerasjonen av energinivåene. Hva mener vi med begrepene skall og underskall i hydrogenatomet?
- Tilsvarende orbitaler benyttes ved beskrivelse av flerelektronatomer, men degenerasjonen er da lavere. Forklar.
- Oppgi elektronkonfigurasjonene til C og N. Hva er Hunds regel? Benytt denne til å tegne orbitalenerginivådiagrammer for C og N.

d) Energien for et enelektronatom er gitt ved

$$E_n = -\frac{Z^2 m_e e^4}{32 n^2 \pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2}$$

Beregn den laveste eksitasjonsenergien og ionisasjonsenergien for grunntilstanden av hydrogenatomet.

e) Hva er Bohrs frekvensbetingelse? Balmer-serien svarer til eksitasjoner mellom den laveste eksiterte tilstand ($n=2$) og høyereliggende eksiterte tilstander i hydrogenatomet. Beregn den laveste frekvensen in Balmer-serien (i Hz) og den tilsvarende bølgelengden (i nm).

f) 1s-orbitalen i et enelektronatom kan skrives på formen

$$\psi = \sqrt{\frac{Z^3}{\pi a_0^3}} e^{-\frac{Z}{a_0} r}$$

hvor a_0 er Bohr-radien

$$a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m_e e^2}$$

Skisser den radielle delen av bølgefunksjonen. I hvilket punkt i rommet er det størst sannsynlighet for å finne elektronet?

g) Den radielle fordelingsfunksjonen $P(r)$ er gitt ved

$$P(r)dr = 4\pi r^2 \psi^2 dr$$

Hva beskriver denne funksjonen? Vis at $P(r)$ har et maksimum ved avstanden

$$r^* = \frac{a_0}{Z}$$

og lag en skisse av $P(r)$.