

DET MEDICINSKA URVALSPROVET
26.5.2010

SVARSANALYS

FRÅGESPECIFIKA POÄNG:

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|------------|-----|
| 1 | 13 | 2 | 10 | 3 | 14 | 4 | 11 | |
| 5 | 9 | 6 | 11 | 7 | 12 | 8 | 7 | |
| 9 | 13 | 10 | 10 | 11 | 14 | 12 | 6 | |
| 13 | 12 | 14 | 9 | | | | | |
| | | | | | | | Sammanlagt | 151 |

Svarsanalysen offentliggörs omedelbart efter det att urvalsförhöret hållits. Syftet med svarsanalysen är att ge deltagarna i inträdesprovet en generell beskrivning av det centrala sakinhållet i varje uppgift som ligger som grund för poängsättningen av svaren. Analysen är riktgivande och de medicinska fakulteterna reserverar rättigheten att precisera poäng-sättningen samt de detaljer som påverkar denna.

Uppgift 1**13 poäng**

Fyll i de numrerade ord (substantiv eller adjektiv), som saknas i texten i uppgiftskompendiet och som är märkta med ett streck, i tabellen nedan. Varje numrerat utrymme i tabellen skall innehålla endast ett ord. Om utrymmet innehåller fler än ett ord tolkas det som fel svar.

| | |
|----|------------------------------------|
| 1 | immunreaktion/antikroppsproduktion |
| 2 | pepsin |
| 3 | ringveck |
| 4 | villi/tarmludd |
| 5 | mikrovilli |
| 6 | tight |
| 7 | junctions |
| 8 | exocytos |
| 9 | konnexin |
| 10 | kanaler |
| 11 | transcytos |
| 12 | basalmembranen |
| 13 | transcytos |

Galenos: 148, 149, 151, 152, 182, 183-187, 189, 324, 329, 342, 382, 383, 389, 390-391, 398, 412, 428, 451, 481, 483-484, textmaterialet

Uppgift 2**10 poäng**

Vid en kärnkraftsolycka frigörs ett radioaktivt moln innehållande isotoperna ^{137}Cs och ^{131}I till atmosfären. Låt oss undersöka ett område, där det av molnet förorsakade nedfallets aktivitet per ytenhet har värdena $A_I = 3,0 \text{ kBq/m}^2$ (^{131}I) och $A_{Cs} = 1,0 \text{ kBq/m}^2$ (^{137}Cs). Halveringstiderna är $T_I = 8,0 \text{ d}$ och $T_{Cs} = 30,0 \text{ a}$. Vid tidpunkten för olyckan var antalet ^{137}Cs -atomer i atombränslet 203 gånger större än ^{131}I -atomer i det samma. Använd värdena 137 g/mol och 131 g/mol för de respektive molmassorna.

a) Hur stor är de radioaktiva isotopernas massa per kvadratmeter? (3 p)

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, A = \lambda N, N = A/\lambda$$

Man räknar ut isotopernas antal per kvadratmeter. Man ändrar halveringstiderna till sekunder:

$$N_I = A_I / \lambda_I = \frac{A_I T_I}{\ln 2} = 3,0 \text{ kBq/m}^2 \cdot (8,0 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ s} / \ln 2 = 2,99 \cdot 10^9 / \text{m}^2$$

$$m_I = \frac{N_I}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 131 \text{ g} = 6,51 \cdot 10^{-13} \text{ g/m}^2 \approx \underline{6,5 \cdot 10^{-13} \text{ g/m}^2}$$

$$N_{Cs} = A_{Cs} / \lambda_{Cs} = \frac{A_{Cs} T_{Cs}}{\ln 2} = 1,0 \text{ kBq/m}^2 \cdot (30,0 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ s} / \ln 2 = 1,366 \cdot 10^{12} / \text{m}^2$$

$$m_{Cs} = \frac{N_{Cs}}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 137 \text{ g} = 3,11 \cdot 10^{-10} \text{ g/m}^2 \approx \underline{3,1 \cdot 10^{-10} \text{ g/m}^2}$$

b) Hur länge har det radioaktiva molnet varit på väg före nedfallet? (7 p)

När molnet färdats tiden t före nedfallet har aktiviteten för båda isotoperna minskat:

$$A_I = A_{I,0} e^{-\lambda_I t} = \lambda_I N_{I,0} e^{-\lambda_I t}, A_{Cs} = A_{Cs,0} e^{-\lambda_{Cs} t} = \lambda_{Cs} N_{Cs,0} e^{-\lambda_{Cs} t}$$

För förhållandet mellan aktiviteterna får man:

$$\frac{A_I}{A_{Cs}} = \frac{\lambda_I N_{I,0}}{\lambda_{Cs} N_{Cs,0}} e^{(\lambda_{Cs} - \lambda_I)t}, \frac{A_I \lambda_{Cs} N_{Cs,0}}{A_{Cs} \lambda_I N_{I,0}} = e^{(\lambda_{Cs} - \lambda_I)t}$$

Härav kan man lösa ut tiden:

$$t = \frac{1}{\lambda_{Cs} - \lambda_I} \ln \frac{A_I \lambda_{Cs} N_{Cs,0}}{A_{Cs} \lambda_I N_{I,0}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, \lambda_I = \frac{\ln 2}{8,0 \text{ d}} = 0,08664/\text{d}, \lambda_{Cs} = \frac{\ln 2}{30,0 \cdot 365,25 \text{ d}} = 6,326 \cdot 10^{-5}/\text{d}$$

$$t = \frac{1}{6,326 \cdot 10^{-5}/\text{d} - 0,08664/\text{d}} \ln \frac{3000 \cdot 6,326 \cdot 10^{-5}}{1000 \cdot 0,08664} \cdot 203 = 9,36 \text{ d} \approx \underline{9,4 \text{ d}}. \text{ Molnet har färdats ungefär } 9,4 \text{ dygn}.$$

Galenos: 494, 498, 500, 509

Uppgift 3**14 poäng**

- a) I luften finns 250000 partiklar/cm³. Låt oss anta att 99,70 % av partiklarna har diametern < 0,3 μm (< 0,3-partiklar). Dessa partiklars massa utgör dock endast 0,30 % av partiklarnas totala massa, som uppgår till 75 μg per kubikmeter luft. Hur stor är < 0,3-partiklarnas genomsnittliga massa? (3 p)

Massan för < 0,3-partiklarna är $0,30/100 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 0,225 \text{ μg}$ och antalet, då man beaktar att $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$, är $99,7/100 \cdot 0,25 \cdot 10^6 \cdot 10^6$ stycken = $2,49 \cdot 10^{11}$ stycken, så den genomsnittliga massan är $0,225 \text{ μg} / 2,49 \cdot 10^{11} = 9,04 \cdot 10^{-19} \text{ g} \approx \underline{9,0 \cdot 10^{-19} \text{ g}}$

- b) En hur stor dragningskraft verkar mellan två partiklar som bägge har massan 0,11 ng, då avståndet mellan partiklarna är 0,15 mm? (3 p)

$$F = \gamma m_1 m_2 / r^2 = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \cdot (0,11 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \cdot 0,11 \cdot 10^{-12} \text{ kg}) / (0,15 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = 3,589 \cdot 10^{-29} \text{ N} \approx \underline{3,6 \cdot 10^{-29} \text{ N}}$$

- c) Två småpartiklar joniseras så att bägge får en elektrisk laddning som är fyrfaldig jämfört med en elektrons laddning. Till att börja med ligger partiklarna på avståndet 0,10 mm från varandra, men de rör sig sedan ifrån varandra. Hur många procent av den kraft som ursprungligen verkade mellan partiklarna är kvar då avståndet mellan partiklarna är 1,0 mm? (3 p)

$$F = Q_1 Q_2 / (4\pi\epsilon_0 r^2). \text{ Kraften är alltså omvänt proportionell mot kvadraten av avståndet } F \propto 1/r^2.$$

$$\text{Den efterfrågade procentandelen är; } 100 \frac{1/r_2^2}{1/r_1^2} = 100 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 100 \left(\frac{0,10}{1,0}\right)^2 \approx \underline{1,0 \%}.$$

- d) En elektriskt laddad (laddningen 4e) partikel styrs med luftströmmen till en elektronisk luftrenare, vars samlardel består av metallskivor som ligger bredvid varandra. Avståndet mellan metallskivorna är 11 mm och spänningen mellan skivorna är 4,0 kV. En hur stor kraft verkar på partikeln, då den är mellan skivorna? (3 p)

$$F = QE = QU/d = 4 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4000 \text{ V} / 11 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,330 \cdot 10^{-13} \text{ N} \approx \underline{2,3 \cdot 10^{-13} \text{ N}}$$

- e) På de ovannämnda metallskivornas ytor ansamlas 11000 partiklar med massan 0,11 ng varje sekund. Hur stor är den totala massan som utgörs av de partiklar som ansamlas på metallskivornas ytor under en vecka? (2 p)

$$\text{På skivorna ansamlas det under en vecka massan } 11000 \cdot 24 \cdot 7 \cdot 3600 \cdot 0,11 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 0,732 \text{ g} \approx \underline{0,73 \text{ g}}.$$

Uppgift 4**11 poäng**

Låt oss anta att densiteten för de klotformade partiklar som hamnar i lungorna är $2,2 \text{ g/cm}^3$ och deras diameter är $6,0 \text{ nm}$.

- a) Hur många sådana partiklar behövs för att få $1,0 \text{ gram}$ av materia? (2 p)

$\rho = m/V$, massan för en partikel $m = \rho V = \rho(4/3)\pi r^3$. Antalet partiklar i ett gram n är alltså
 $n = 1,0 \text{ g} / (2,2 \text{ g/cm}^3 (4/3)\pi(6,0 \cdot 10^{-7}/2 \text{ cm})^3) = 4,019 \cdot 10^{18} \approx \underline{4,0 \cdot 10^{18}}$

- b) Hur många kvadratmeter är den totala arean som partiklarna i $1,0 \text{ gram}$ av denna materia ger upphov till? (2 p)

$A = 4\pi r^2$. Partiklarnas sammanlagda area är alltså
 $nA = 4,02 \cdot 10^{18} \cdot 4\pi(6,0 \cdot 10^{-9}/2 \text{ m})^2 = 454,5 \text{ m}^2 \approx \underline{450 \text{ m}^2}$

- c) Jämför den i deluppgiften b) beräknade totala arean med lungalveolernas totala area. (2 p)

Lungalveolernas totala area är $70\text{-}100 \text{ m}^2$ alltså ca 20% av föregående area.

- d) Med hur många procent minskar förhållandet mellan partikelns area och dess massa, om partikelns diameter i stället är $0,20 \mu\text{m}$? Här antas att partikelns densitet är konstant. (3 p)

Partikelns area/massa är proportionerlig $A/m = 4\pi r^2/(\rho V) = 4\pi r^2/(\rho 4\pi r^3/3) = 3/(\rho r)$. □ rean/massan minskar alltså med faktorn $(r_2/r_1) = 0,10/0,0030 = 100/3,0$. Procentuellt är minskningen $(100-3,0)/100 \cdot 100\% = \underline{97\%}$.

- e) Jämför lungalveolernas diameter med storleken av partiklar med diametern $0,20 \mu\text{m}$. (2 p)

Lungalveolernas diameter är $100\text{-}400 \mu\text{m}$ beroende av åldern och andningskedet. Diametern av de granskade 200 nm partiklarna utgör typiskt ca en tusendel av lungalveolens diameter.

Galenos: 305, 353, 363

Uppgift 5**9 poäng**

Redogör för de mekanismer i kroppen som försöker förhindra att främmande ämnen i inandningsluften hamnar i lungalveolerna.

I svaret bör man nämna att främmande ämnen kan fastna i näshåren, i toncillerna i svalget och i slemskiktet i luftvägarnas väggar, nämna transport av slemmet bort från luftvägarna med hjälp av epitelets flimmerhår samt redogöra noggrannare för host- och nysreflexerna.

Galenos: 350, 355, 368, 381, 480,484, 486, textmaterialet

Uppgift 6**11 poäng**

Vilka faktorer och mekanismer främjar i friska personer överföringen, från alveolluften till blodomloppet, av partiklar och de molekyler som bildas när partiklarna nedbrutits?

I svaret skall nämnas partiklarnas och molekylernas ringa storlek, fettlöslighet (i cellmembranen, vattenlöslighet (partiklarnas vattenlösliga föreningar), faktorer som inverkar på diffusionskapaciteten (den stora diffusionsarean, korta diffusionssträckan, koncentrationsgradienten, partiklarnas/molekylernas aktiva area), aktiva transportmekanismer (transportproteiner, transcytos), transporten mellan cellerna samt lungvävnadens lymfkapillärnät.

Galenos: 103, 155, 329, 354, 363, 399, 480-481, 487, textmaterialet

Uppgift 7**12 poäng**

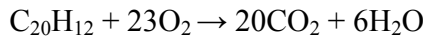
På vilka sätt fungerar makrofagerna i försvaret mot bakterierna?

I svaret skall man i detalj beskriva makrofagernas funktion som fagocyterande celler i vävnaden (igenkännandet och förstörandet av bakterien), deras andel i den naturliga immuniteten (förstakontaksreaktionen) och i den förvärvade immuniteten (förflyttningen från inflammationsstället till lymfknutorna, antigenpresentationen och samverkan med hjälpar-T-cellerna och B-cellerna), samt den genom interleukinerna orsakade febern.

Galenos: 151, 429, 443, 479, 480, 484

Uppgift 8**7 poäng**

Hur många milliliter torr luft (NTP) behövs, då 5,0 mg benzo(a)pyren förbränns fullständigt i hög temperatur? Här antas att luften innehåller 21,0 volymprocent syre.



Molmängden benzo(a)pyren:

$$n = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{252,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Syret som behövs vid förbränningen:

$$n_{\text{O}_2} = 23 \cdot 1,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 4,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Volymen syre som beövs (NTP):

$$pV = nRT \Leftrightarrow V = \frac{nRT}{p}$$

$$= \frac{4,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K}}{0,21 \cdot 101,3 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 4,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \approx 49 \text{ ml}$$

Galenos: 83-84, 356-358

Uppgift 9**13 poäng**

Läs uppgiftens inledningstext i uppgiftskompendiet.

- a) Hur mycket vattenfri ättiksyra (densiteten 1,049 g/ml) skall pipetteras och hur mycket fast natriumacetat skall uppvägas då man tillreder 1,00 liter av den acetatbuffert som används vid analysen? Buffertlösningens pH är 5,00 och den totala koncentrationen av ättiksyra, c_{tot} ($[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$) i lösningen, är 50,0 mmol/l (ättiksyrans $pK_a = 4,76$ vid temperaturen $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$). (9 p)

Henderson-Hasselbalchs ekvation: $\text{pH} = pK_a + \lg([\text{CH}_3\text{CO}_2^-] / [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]) \Leftrightarrow$

$$\text{pH} = pK_a + \lg\{[c_{\text{tot}} - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]] / [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]\}$$

$$10^{\text{pH} - pK_a} = [c_{\text{tot}} - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]] / [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \Leftrightarrow [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \cdot 10^{\text{pH} - pK_a} = c_{\text{tot}} - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = c_{\text{tot}} / [1 + 10^{\text{pH} - pK_a}]$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = 50,0 \text{ mmol/l} / [1 + 10^{5,00 - 4,76}] = 18,3 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = 50,0 \text{ mmol/l} - 18,3 \text{ mmol/l} = 31,7 \text{ mmol/l}$$

$$n(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = c \cdot V = 0,03174 \text{ mol/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 0,03174 \text{ mol} = n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na})$$

$$m(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}) = n \cdot M = 0,03174 \text{ mol} \cdot 82,03 \text{ g/mol} = \underline{2,60 \text{ g}}$$

$$\text{och } m(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = c \cdot M \cdot V = 0,01826 \text{ mmol/l} \cdot 60,05 \text{ g/mol} \cdot 1,00 \text{ l} = 1,097 \text{ g}$$

$$V(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 1,097 \text{ g} / 1,049 \text{ g/ml} = \underline{1,05 \text{ ml}}$$

- b) Varför förekommer 1-hydroxypyren i urinprovet som glukuronat- och sulfatkonjugat? (2 p)

För att avlägsna främmande ämnen från kroppen konjugeras de med grupper som ökar vattenlösligheten, som glukuronat- och sulfatgrupperna.

- c) Räkna ut koncentrationen av 1-hydroxypyren i det ursprungliga urinprovet. (2 p)

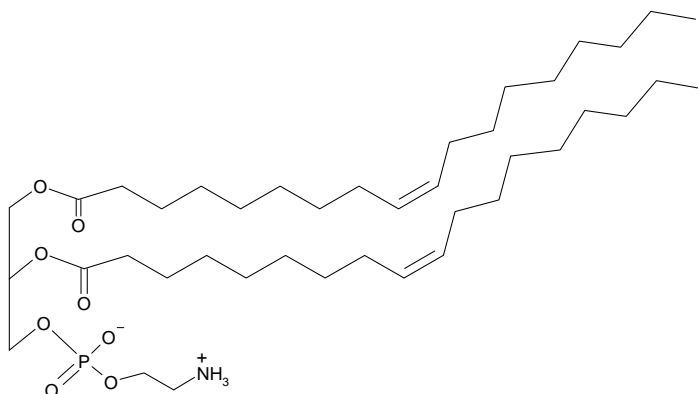
Responsen är linjär, så provlösningens $c = (115320 \text{ enh.} / 34527 \text{ enh.}) \cdot 5,00 \text{ nmol/l} = 16,7 \text{ nmol/l}$.

Utspädningen beaktas: $16,7 \text{ nmol/l} \cdot 1200,0 \text{ } \mu\text{l} = x \cdot 400,0 \text{ } \mu\text{l}$, ut av vilket $x = \underline{50,1 \text{ nmol/l}}$.

Galenos: 110-112, 488-491

Uppgift 10**10 poäng**

- a) Hurudana icke-kovalenta växelverkningar mellan molekyler och molekyldelar håller ihop en liposomvesikel, och mellan vilka molekyler och molekyldelar äger växelverkningarna rum? (4 p)
- (i) Jon-dipol- växelverkan mellan glycerofosfolipidens joniserade grupper och vattenmolekylerna
 - (ii) van der Waals -växelverkan mellan glycerofosfolipidernas kolvätekedjor
 - (iii) Vätebindningar mellan vatten och glycerofosfolipidens syreatomers fria elektronpar
 - (iv) Hydrofobisk växelverkan mellan glycerofosfolipidernas kolvätekedjor
- b) Produkterna av en syrakatalyserad hydrolys av en glycerofosfolipid vid pH 1 är glycerol, fosforsyra, 2-aminoetanol ($\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) och oljesyra [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$] (*cis*-form). Rita en komprimerad strukturformel, där du ersatt kolatomerna och bindningarna demellan med ett streck, för den vid fysiologiskt pH (7,4) dominerande formen av (ohydrolyserade) glycerofosfolipiden. (6 p)

**Galenos: 78, 90-91, 151**

Uppgift 11**14 poäng**

Läs uppgiftens inledningstext i uppgiftskompendiet.

- a) Utgående från textmaterialet, vad svarar läkaren som expert åt modern? (9 p)

Läkaren berättar att utvecklingsarbetet med nanoläkemedlen är aktivt och att båda doseringsformerna av nanoinsulinet (tablett, inhalation) är i provofasen. Läkaren konstaterar att både tablett- och inhalationsmedicineringen är behagligare än injektionerna. Enligt nu kända fakta skulle man med tablettmedicineringen bäst kunna åtgärda de saker som bekymrar modern. Läkaren betonar att tills vidare har tablettorna bara prövats på råttor, och berättar om fördelarna som man observerat i undersökningen (lång verkningstid efter en dosering, stabilt blodsocker oberoende av den intagna mängden föda, insulinet frigörs till blodomloppet då blodsockret är högt – ingen risk för för höga eller för låga halter, behovet av att följa med blodsockret minskade). Läkaren konstaterar att inhalationsmedicinen redan prövats på människor, men trots att den var snabbverkande fungerade den inte på förväntat sätt (insulinhalten i blodet förblev lägre än den skulle, problemen med doseringsapparaturen, höga framställningskostnader).

- b) Vad bör läkaren speciellt ta i beaktande i den beskrivna interaktionssituationen? (5 p)

Läkaren bör försöka reda ut, genom att noggrannare fråga, varför modern är bekymrad för vården och vilken inverkan skolgången har för vården (utan att förringa känslor och rädslor). Också pojkens egen syn på saken borde man få fram. Läkaren måste i diskussionen om vården använda sådant språk som både pojken och modern förstår. Läkaren kan t.ex. komma överens med pojken om att följa anvisningarna och sköta om medicineringen också i framtiden. Till sist skall man försäkra sig om att modern och barnet har förstått situationen och ge dem möjlighet att ställa frågor.

Textmaterialet, Galenos: 27-28, 39-45

Uppgift 12**6 poäng**

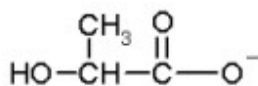
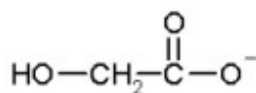
- a) På vilken molekylstrukturens funktionella grupp och reaktion grundar sig första fasens nedbrytning av polymererna PLA, PGA och PLGA i kroppen? (2 p)

Esterbindning och hydrolysis. PLA, PGA och PLGA är polyestrar. Estrarna spjälks genom hydrolysisreaktion i kroppens vattenhaltiga omgivning.

- b) Namnge de monomera nedbrytningsprodukter som uppstår vid första fasen av metabolism av PLGA, samt rita strukturformlerna för de vid fysiologisk pH (7,4) dominerande formerna av nedbrytningsprodukterna. (4 p)

2-hydroxyetansyra
(2-hydroxyetanoat)

2-hydroxypropansyra
(2-hydroxypropanoat)



Även korrekta trivialnamnen godkänns.

Galenos: 80, 85, 111, 164

Uppgift 13**12 poäng**

Man undersökte partiklar med diametern 5 nm med hjälp av ett transmissionselektronmikroskop. Om apparatens accelerationsspänning är 35 kV, vilken är då de accelererade elektronernas våglängd? Hur nära varandra på nanopartikelns yta kan två objekt då ligga så att man med hjälp av apparaten kan urskilja dem från varandra, när apparatens numeriska apertur är 0,012 och eventuella felkällor ignoreras?

Denna potentialenergi omvandlas till elektronens kinetiska energi när elektronen accelereras i ett elektriskt fält:

$$E_{\text{pot}} = Ue = 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 5,607 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Den till den elektriska spänningen relaterade potentialenergin omvandlas till elektronens kinetiska energi när elektronen accelereras i ett elektriskt fält:

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} = 5,607 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Accelerationsspänningen är tillräckligt liten (under 50 kV), varför situationen kan granskas icke-relativistiskt. Här råder mellan den kinetiska energin och elektronens hastighet sambandet:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{pot}}}{m}} = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 11095450,06 \dots \text{ m/s}$$

Elektronens våglängd (De Broglie-våglängden) beror av elektronens hastighet:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m \sqrt{\frac{2Ue}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2Uem}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{\sqrt{2 \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 6,5559 \dots \cdot 10^{-12} \text{ m} \approx 6,6 \text{ pm}$$

Upplösningsförmågan, d.v.s. hur nära varandra två partiklar kan vara så att man fortfarande kan urskilja dem:

$$r = \frac{0,61\lambda}{NA} = \frac{0,61h}{NA \cdot \sqrt{2Uem}} = \frac{0,61 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{0,012 \cdot \sqrt{2 \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 3,3326 \dots \cdot 10^{-10} \text{ m} \approx 0,33 \text{ nm}$$

Galenos: 131, 136, 137

Uppgift 14**9 poäng**

Läs uppgiftens inledningstext i uppgiftskompendiet.

- a) Bilda uttrycken för jämviktskonstanterna K_1 , K_2 och K_3 samt visa med hjälp av dem hur helhetsreaktionens (iii) jämviktskonstant K_3 beror av konstanterna K_1 och K_2 . (5 p)

$$K_1 = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}][\text{H}^+]} \quad \text{ja} \quad K_2 = \frac{[\text{Ag}]^2[\text{NAD}^+][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]^2[\text{NADH}]}$$

$$K_3 = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+]^2[\text{Ag}]^2[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}]^2[\text{Ag}^+]^2} = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}]} \cdot \frac{[\text{Ag}]^2[\text{NAD}^+]}{[\text{Ag}^+]^2[\text{NADH}]}$$

$$= \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}][\text{H}^+]} \cdot \frac{[\text{Ag}]^2[\text{NAD}^+][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]^2[\text{NADH}]} \Leftrightarrow K_3 = K_1 \cdot K_2$$

Kan också beräknas ”biokemiskt” (genom att anta att vattnets koncentration och pH är konstanta) och svaret blir det samma.

- b) Låt oss anta att $K_1 = 1,00 \cdot 10^3$ l/mol (vatten tas inte i beaktande i reaktionen). Visa med beräkningar, i vilken riktning reaktionen (i) sker då $[\text{NO}_3^-]/[\text{NO}_2^-] = 1,00 \cdot 10^3$, $[\text{NAD}^+]/[\text{NADH}] = 1,00 \cdot 10^4$ och $[\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-5}$ mol/l (ej buffrad). (4 p)

$$\frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}][\text{H}^+]} = \frac{1}{1,00 \cdot 10^3} \cdot 1,00 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}} = 1,00 \cdot 10^6 \text{ } \frac{1}{\text{mol}} > K_1$$

Reaktionsriktningen i reaktionen (i) är från höger till vänster.

Galenos: 110