

Modellsvar urvalsprovet för biokemi och molekylärvetenskaperna

25.5.2023

Uppgifterna baserar sig på material givet i provet samt gymnasiets kurser i kemi och biologi.

Materialet har avlägsnats på grund av upphovsrättsliga skäl.

Del 1 Vävnadsmodeller

Uppgifterna i del 1 baserar sig på materialet 1.1. Organ-On-A-Chip Platforms: A Convergence of Cells, Tissues and Microscale Technologies

de korrekta svaren på flervalsfrågorna är markerade i fetstil.

Du deltar som forskare i ett projekt vars syfte är att testa ett nytt läkemedels säkerhet och effektivitet.

1. Projektets partner planerar att utföra testen med hjälp av djurförsök, men en del av forskarna skulle vilja utföra testerna med hjälp av cell- och vävnadsodlingsmodeller utnyttjande mikrofluidistiska chips (microfluidic chips) och Organ-on-Chip-tekniker (OoC).

Markera ifall påståendena om OoC-teknikerna rätt eller fel

- a) Eftersom chipsen är små kan man enbart studera enstaka celler. (fel)
 - b) Till skivorna kan kopplas apparatur som stimulerar cellernas funktion och mäter deras funktion. **(rätt)**
 - c) Med OoC-tekniker kan man inte modellera cellers och vävnaders funktion eftersom man inte kan beakta interaktioner mellan celler. (fel)
 - d) En svaghet med In vitro modeller är ofta en fokusering på en cell- eller vävnadstyp utan att beakta samverkan mellan vävnader och organ. **(rätt)**
-
2. Vilka påståenden om Ooc-tekniker är rätt och vilka fel?
 - a) Med hjälp av Human-on-Chip –flervävnadsmodellen kan man t.ex. undersöka hur oralt intagna mediciner upptas från tarmen till blodomloppet, hur de metaboliseras av levern, inverkar på hjärtceller och utsöndras av njurarna **(rätt)**
 - b) I OoC-modellerna utnyttjar man mikrofluidiska apparater kopplade till celler **(rätt)**
 - c) Metastasering av cancer kan modelleras genom att koppla flera Ooc-modeller till samma underlag **(rätt)**
 - d) Den största svagheten med Ooc-tekniker är att man inte kan exakt kontrollera cellernas mikromiljö. (fel)

3. Vilka påståenden gällande läkemedelsutveckling är rätt eller fel baserat på det bifogade materialet?

- a) Ur läkemedelsutvecklings-synvinkel är det viktigt att förstå hur enbart målvävnaden och cellerna reagerar på medicinen. (fel)
- b) Inverkan på sekundära vävnader kan vara lika viktiga som verkan på målvävnaden, särskilt om läkemedlen förorsakar toxicitet. **(rätt)**
- c) I avsaknad av optimala modeller för läkemedelsutvecklingens behov måste många läkemedel som genomgått prekliniska undersökningar och kliniska tester och kommit ut på marknaden dras in p.g.a. biverkningar. **(rätt)**
- d) Optimala Ooc-modeller tar hänsyn även till interaktionen mellan vävnaderna **(rätt)**

4. Du får i uppgift att utveckla och testa en vävnadsmodell för lever på ett human-on-chip flervävnadsunderlag. Vilka påståenden om leverns funktion är rätt, vilka fel?

- a) Levern deltar i regleringen av blodtrycket genom att utsöndra ett hormon, rennin. Ifall blodtrycket sjunker utsöndrar levern mera rennin, varvid blodtrycket stiger igen. (fel)
- b) Nefronen är leverns funktionella enhet. (fel)
- c) Eftersom levern inte kan lagra för kroppen skadliga ämnen förhindrar leverns funktion inte att skadliga ämnen sprids till andra organ. (fel)
- d) Cellerna i levern modifierar skadliga ämnen till en mera ofarlig form, t.ex. genom att göra dem vattenlösliga så att njurarna kan utsöndra dem via urinen. **(rätt)**

5. Vilka påståenden i Ooc-modellerna gällande leverns roll är rätt, vilka fel?

- a) Leverns metaboli kan aktivera läkemedlets förstadium till aktiv form. **(rätt)**
- b) Leverns metaboli kan inaktivera, dvs göra läkemedlet ineffektivt. (rätt)
- c) Levern och njurarna är de vanligaste organen där läkemedels toxicitet visar sig. (fel)
- d) Levern har bara en typ av celler, hepatocyter. (fel)

6. Det är viktigt att välja rätt cellmaterial för användning av Ooc-modeller. Vilka av följande påståenden är rätt eller fel?

- a) Primära hepatocyter från människa förlorar sin funktionalitet i 2D-modeller redan efter några dagar. **(rätt)**
- b) Primära hepatocyter från människa kan förökas i cellodlingar. (fel)
- c) Primära hepatocyter från människa kan frysas in. **(rätt)**
- d) Levercell-linjer (Hepatic cell lines) lämpar sig väl för läkemedelstestning eftersom deras funktion, t.ex. känslighet för levertoxiska ämnen, fullständigt motsvarar funktionen för normala hepatocyter. (fel)

7. Vilka påståenden om cellerna för Ooc är rätt, vilka fel?

- a) Hepatocyterna från leverns stamceller utgör den s.k. "gyllene standarden" för leverns Ooc-modeller. (fel)
- b) Användandet av totipotenta stamceller i leverns Ooc-modeller begränsas av deras ofullkomliga specialisering till mogna leverceller. **(rätt)**
- c) Med hjälp av inducerade totipotenta stamceller kan läkemedel testas för individuella patienter. **(rätt)**

- d) Fördelen med att använda inducerade totipotenta stamceller är snabbhet och billig produktion. (fel)

8. Vilka påståenden gällande flervävnadsmodeller (multi-Ooc) är rätt, vilka fel?

- a) Hjärttoxicitet i Ooc-modeller syns oftast som celdöd. (fel)
- b) För närvarande har flervävnadsmodeller (multi-Ooc) med hjärt- och lever Ooc-modeller inte lyckats följa biverkningar i människan. Biverkningarna har visat sig först när till flervävnadsmodellen lagts till njuren. (fel)
- c) **Läkemedlens hjärtoxiska verkan kan visa sig först efter att läkemedlet metaboliserats i levern. (rätt)**
- d) **Inflammationsfaktorer såsom IL-1 och TNF kan förorsaka inflammationsreaktioner även i andra vävnader än var de producerats. (rätt)**

9. Du besöter dig för att i din Ooc-modell använda leverceller specialicerade från stamceller kombinerade med endotelceller. Vilka påståenden är rätt, vilka fel?

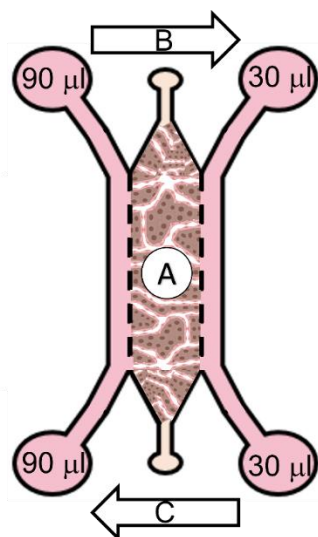
- a) Endotelcellerna bildar blodkärl i Ooc-modellen. (rätt)
- b) Det behövs inga endotelceller i Ooc-modellen för levern består av endast en typ av celler (hepatocyter). (fel)
- c) Blodkärlen som endotelcellerna bildat gör det möjligt för syre och näring att stadigt nå strukturerna i Ooc. (rätt)
- d) Blodkärlen från Ooc:n kan utnyttjas för att lägga till immunceller till modellen. (rätt)

10. För Ooc-provet behöver du 60 ml cellodlingsmedium. Detta framställs genom att rätta mängder stamlösning tillsätts en DMEM-lösning. Den färdiga lösningen skall bestå av 5 % serum, 1 % antibiotika, 200 mM tillväxtfaktor för lever och 300 mM tillväxtfaktor för blodkärl. Stamlösningarna för serum och tillväxtfaktor har vardera koncentrationerna 100 %. Koncentrationen för stamlösningen för leverns tillväxtfaktor är 1000 mM, för blodkärlens tillväxtfaktor 900 mM. Räkna ut hur mycket du behöver av stamlösningarna för slutvolymen 60 ml.

Svar:

Seerum	3,00ml
Antibiotika	0,60ml
Leverns tillväxtfaktor	12,00ml
Blodkärlstillväxtfaktor	20,00ml
DMEM-lösning	24,40ml

11. På bilden ses leverns Ooc avbildad uppifrån. Din avsikt är att få vätskan att flöda genom levervävnaden med blodkärl du odlat fram (A). För ändamålet sätter du i kamrarna på den ena sidan 90 μ l och på den andra sidan 30 μ l cellodlingsmedium så att du på den vänstra sidan har en sammanlagd volym på 180 μ l och på den högra sidan 60 μ l. Kamrarna på vänster och högra sidan har samma dimensioner. Hurdant vätskeflöde får du på ditt chip? Vilka av påståendena är rätt, vilka fel?



- Vätskan strömmar i pilen B:s riktning. **(rätt)**
- Vätskan strömmar i pilen C:s riktning. (fel)
- Vätskan strömmar inte genom vävnaden för på strömningen inverkar endast koncentrationerna. (fel)
- Vätskan strömmar p.g.a. skillnaden i hydrostatiskt tryck. När tryckskillnaden balanserats avstannar strömningen. **(rätt)**

Del 2 Bakteriegenomik

Drågorna i del 2 baserar sig på materialet Functional Omics
de korrekta svaren på flervalsfrågorna är markerade i fetstil.

1. Välj rätt alternativ av nedanstående. Hypotetiska proteiner är

- a) proteiner vars kodande gensekvens är okänd
- b) **proteiner vars gensekvens är känd men funktionen okänd**
- c) proteiner som har många funktioner i cellen

2. Välj ett rätt alternativ. Ifall du vill ha reda på vilka alla antibiotika en bakterie är resistent mot utreder du dess

- a) metabolom
- b) **resistom**
- c) mikrobiom

3. Välj ett rätt alternativ. Heterolog expression (uttryck) innebär

- a) **proteinproduktion i en annan värdorganism med hjälp av genöverföring**
- b) protein producerat i *Escherichia coli*
- c) protein som produceras av mera än en gen

4. Välj ett korrekt alternativ. Horisontell genöverföring innebär

- a) **överföring mellan bakterier**
- b) överföring mellan olika geografiska platser
- c) överföring i laboratoriet från en bakterie till en annan

5. Välj ett rätt alternativ. Med hjälp av en plasmid

- a) kan man inte överföra gener mellan olika bakteriearter
- b) **kan bakterier bli antibiotikaresistentta**
- c) cellerna kan enbart få egenskaper som samma arts bakterier har

Sant-falska påståenden

- a) Bakteriens antibiotikaresistens kan klarläggas genom att ur bakteriegenomet leta efter gener som är kända för att koda för antibiotikaresistens. **rätt**
- b) Antibiotikaresistenta bakterier har uppkommit genom användning av antibiotika. **fel**
- c) Antibiotikaresistens kan överföras från en bakterie till en annan. **rätt**
- d) En bakterie kan vara resistent för enbart ett antibiotika i taget. **fel**
- e) Genom gensekvenering kan man numera hitta alla antibiotikaresistensgener. **fel**
- f) Enbart en liten del av världens mikrober kan odlas i laboratorium. Antibiotikaresistens kan undersökas enbart hos odlingsbara mikrober. **fel**
- g) Plasmider är kromosomalt DNA. **fel**
- h) Liknande gensekvenser kodar för liknande proteiner i olika organismer. **rätt**
- i) En bakteries antibiotikaresistens kan basera sig på enzymer som modifierar antibiotika. **rätt**
- j) transformaaation innebär att främmande DNA förs över till en mikrobcell. **rätt**

Del 3 Genreglering hos bakterier

de korrekta svaren på flervalsfrågorna är markerade i fetstil.

Frågorna i del 3 baserar sig på materialet *Lac*-operon och gymnasiets kunskapsmängd.

1. Välj rätt alternativ. *lac*-operonet består av tre gener som behövs för metaboli av laktos.

- a. ***lac Z*-genen kodar för ett protein som hydrolyserar laktos (rätt)**
- b. *lac Y*-genen kodar för ett protein som hydrolyserar laktos
- c. *lac Z*-genen kodar för ett protein som syntetiserar laktos
- d. *lac Z*-genen kodar för repressorproteinet.

2. Välj rätt alternativ. β -galaktosidas konverterar laktos till allolaktos. Vilken betydelse har allolaktos för regleringen av *lac*-operonet?

- a. Allolaktos binder till promotorn och aktiverar transkriptionen av *lac*-operonet
- b. **Allolaktos binder till repressorn och RNA-polymeraset inleder transkriptionen av *lac*-operonet (rätt)**
- c. Allolaktos transkriberar *lac*-operonet.
- d. Allolaktos binder till RNA-polymeraset och som en följd av detta inleder RNA-polymeraset transkriptionen av *lac*-operonet.

3. Välj ett rätt alternativ. Vilket av följande alternativ beskriver operonet bäst?

- a. Operonet är ett stycke DNA som består av en gen som regleras via flera promotorer.
- b. Operonet är ett stycke DNA som kodar för sockermetaboliserande enzymer.
- c. Operonet är ett stycke RNA:n som består av ett område som kodar för flera gener.
- d. **Operonet är ett stycke DNA som kodar för en serie funktionellt likartade gener under kontroll av samma promotor (rätt)**

4. Välj ett rätt alternativ. Vilken molekyl binder till bakteriernas promotorer och transkriberar genernas kodande områden?

- a. **RNA-polymeras (Rätt)**
- b. Ligas
- c. DNA-polymeras
- d. Helikas

5. Välj ett rätt alternativ. Vad menas med allosterisk regleringsmekanism?

- a) **Vid allosterisk reglering binder en molekyl till ett protein och får det att byta form och aktivitet (rätt)**
- b) Vid allosterisk reglering uttrycks generna kontinuerligt
- c) Vid allosterisk reglering aktiverar ett aktivatorprotein genen.
- d) Vid allosterisk reglering stänger ett repressorprotein av genen.

6. Välj ett rätt alternativ. Under vilka förhållanden uttrycks *lac*-strukturgenerna effektivast.

- a) Hög glukoshalt, hög laktoshalt
- b) Inget glukos, inget laktos
- c) Hög glukoshalt, inget laktos
- d) **Inget glukos, hög laktoshalt (rätt)**

7. Vilken uppgift har *lacZ*-genen?

- a) Genen kodar för enzymet β -galaktosidas som klyver laktos till två glukosmolekyler.
- b) Genen kodar för enzymet galaktosidipermeas som transporterar laktos in i cellen.
- c) Genen kodar för *lac*-operonets repressor.
- d) **Genen kodar för enzymet β -galaktosidas som klyver laktos till glukos och galaktos. (rätt)**

8. Välj rätt alternativ. *lac*-operonets gener uttrycks då..

- a) laktos är närvarande och glukos inte är tillgängligt.
- b) cAMP koncentrationen i cellen är hög.
- c) cAMP–CAP proteinet är bundet till *lac*-operonet.
- d) *lac*-repressorproteinet är bundet till allolaktos.
- e) **Alla ovanstående kriterier uppfylls (rätt)**

9. Välj rätt alternativ. Som näring använder bakterierna helst..

- a) **glukos (rätt)**
- b) Xylitol
- c) laktos
- d) mångsidigt olika sockerföreningar

10. Välj rätt alternativ. Vilka molekyler är bundna till operonet och var på operonet då tillgången på glukos är dåligt och det inte finns något laktos alls?

- a) inget är bundet till operonet
- b) till operonet är bundet repressorprotein, till operatorn DNA
- c) cAMP är bundet till promotorn
- d) **cAMP+CAP –proteinet är bundet till promotorn och repressorproteinet till operatorn (rätt)**

11. β -galaktosidas är ett enzym som yttrycks av *lac*-operonets *lacZ* gen och klyver laktos (mjölksocker) till galaktos och glukos. Enzymets funktion följer ekvationen $v=V_{\max}/(1+K_m/[S])$, var v = initialhastighet (uppmätt hastighet), V_{\max} =enzymets maximala hastighet, K_m = Michaelis-konstanten (enzymspecifik konstant) och $[S]$ =substratkonsentration (laktos). $V_{\max}= 100 \text{ mmolmin}^{-1}$ och $K_m= 0,1 \mu\text{M}$.

a) Vid vilken laktoskoncentration är hastigheten för β -galaktosidas 50 mmolmin^{-1} ?

svar: v är hälften av V_{\max} dvs. 50 mmolmin^{-1} . Placeras i formeln och löses för $[S]$, som är **$0,1 \mu\text{M}=K_m$**

b) Du har renat en sats β -galaktosidasenzym ur *E. coli*-bakterier och testat enzymets. För detta behöver du en substratlösning. Som substrat används en laktosliknande förening ONPG (ortonitrofenyl- β -galaktosid), som när den bryts ner bildar en färgad förening som är lätt att påvisa. Du vill göra 200ml 0,5M ONPG-stamlösning. Hur mycket ONPG bör du väga upp för lösningen? Molmassan för ONPG är 301,251 g/mol.

svar:

$$m=CVM=0,5\text{mol/l}\cdot 200\text{ml}\cdot 301,251 \text{ g/mol} = \mathbf{30,125 \text{ g}}$$

b) Från din ONPG-stamlösning är avsikten att för ett prov göra 250 ml brukslösning, med halten 100 mM. Hur många milliliter behöver du av stamlösningen till brukslösningen?

svar:

$$C_1V_1=C_2V_2 \rightarrow V_1=C_2V_2/C_1= 100\text{mM}\cdot 250\text{ml}/0,5\text{M} = \mathbf{50,0 \text{ ml}}$$

c) Du har mätt funktionen för ditt β -galaktosidasenzym med två olika substratkoncentrationer, $[S]=0,1\text{M}$ och $[S]=0,01\text{M}$. Vid mätningar ger båda koncentrationerna samma hastighet. Visa varför en tiofaldig skillnad för $[S]$ inte påverkar enzymets hastighet.

svar:

$$[S]=0,1\text{M}, v=V_{\max}/(1+0,1\mu\text{M}/0,1\text{M})=V_{\max}/(1+1\times 10^{-6})=V_{\max}$$

$$[S]=0,01\text{M}, v=V_{\max}/(1+0,1\mu\text{M}/0,01\text{M})=V_{\max}/(1+10\times 10^{-6})=V_{\max}$$

Dvs. är alla enzymets bindningsställen för substrat är upptagna för båda substratkoncentrationerna, dvs enzymet fungerar med maximal hastighet.

Del 4 Uppgifter från gymnasiets kursavsnitt i biologi och kemi

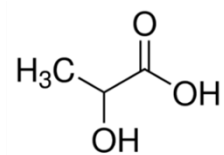
Frågorna i del 4 baserar sig på gymnasiets kurser i biologi och kemi

1. Välj från listan nedan det vardagliga icke-systematiska namnet för föreningarna.

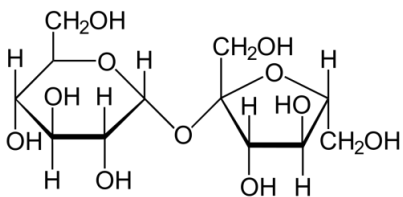
svar:

- a) mjölksyra, b) sackaros, c) koffein, d) limonen e) linolsyra

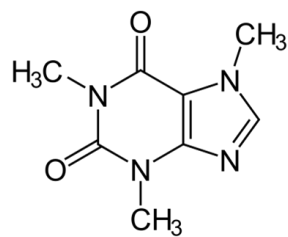
a)



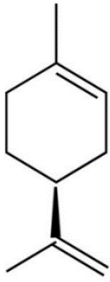
b)



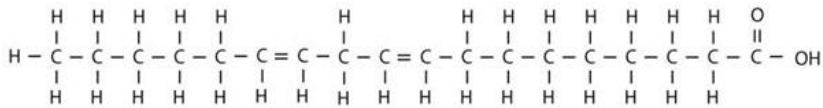
c)



d)



e)



2. a) Förklara kort vad en buffertlösning är och vad den består av.

svar: En buffertlösning är en lösning vars pH inte förändras nämnvärt när man tillför en liten mängd syra eller bas. En buffertlösning består av en svag syra och dess korresponderande bas eller en svag bas och dess korresponderande syra.

2.b) Under hurdana förhållanden är buffertlösningens buffringkapacitet som störst?

svar:

När lösningen innehåller lika eller nästan lika stora koncentrationer svag syra/bas och dessas korresponderande bas/syra.

2. c) Nedan är uppräknat syra-baspar och deras syrakonstanter i vatten. Du vill framställa en buffertlösning som fungerar effektivast nära fysiologiskt pH, som i medeltal är 7,4. Till förfogande har du nedanstående. Välj det mest lämpade syra-basparet.

a. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ $1.8 \times 10^{-5} K_a$ (mol dm^{-3})

b. $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ $6.3 \times 10^{-8} K_a$ (mol dm^{-3}) (**rätt**)

c. $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ $5.6 \times 10^{-10} K_a$ (mol dm^{-3})

förklaring 2 c)

Buffertlösningen kan motstå förändringar bäst då dess buffertkapacitet är som störst. Protolysreaktionen är då i balans. För en reaktion i jämvikt kan vi beräkna jämviktskonstanten, för vilken syrakonstanten är ett specialfall. I jämvikt är syrans och den korresponderande basens eller basens och den korresponderande syrans koncentrationer lika stora

Härvid:

$$K_a = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$$

syrans och basens koncentrationer tar ut varandra:

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Lösningens pH vid jämvikt bestäms av oxoniumjonkoncentrationen, i detta fall enligt syrakonstanten:

$$\text{pH} = -\lg K_a$$

Syra-basparlösningarnas pH värden vid jämvikt är: 4.75, 7.2 och 9.25. Närmast fysiologiskt pH är par nr. 2.

3. Du har DNA för genen X som i 5'-ändan har igenkänningssekvensen för restriktionsenzymet BamH1 och i 3'-ändan igenkänningssekvensen för EcoRI-restriktionsenzymet. Du har även en plasmid som lämpar sig för proteinuttryck, med brottställena för BamH1 och EcoRI-enzymerna, samt genen för ett antibiotika (ampicillin). Hur framställer du en kombinationsplasmid som kunde användas för att i en bakterie producera proteinet som kodas av gen X.

svar:

1. Plasmid och DNA bryts med båda restriktionsenzymerna
2. Plasmid och DNA kopplas ihop med ett ligas.
3. Kombinationsplasmiden förs in i en bakterie (transformation)
4. De celler som fått plasmiden producerar produkten för antibiotikaresistens som spjälker ampicillinet runt cellen så den kan växa. Samtidigt multipliceras den överförda genen
5. Plasmiderna kan isoleras och överförs till de egentliga produktionscellerna för proteinproduktion. Då bakterien växer uttrycker bakterien den överförda genen X och det kodade proteinet bildas.)

4. Oorganiska aluminiumsalter används i många vaccinpreparat för att förstärka immunresponen på antigenet. Amorfiskt aluminiumhydroxidfosfatsulfat används som tillsätsämnen för vacciner mot hepatit A (Vaqta), hepatit B (Recombivax) och HPV (Gardasil 9).

Hur många milligram amorfiskt aluminiumhydroxidfosfatsulfat ($\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)$) krävs för att 500 mikroliter (μl) HPV vaccin (en vaccinationsdos) som är 37 millimolarisk (mmol/l) med avseende på aluminium?

Flervalsalternativ: a) 4,8 mg b) **2,4 mg (rätt)** c) 48 mg d) 24 mg

4. svar:

$$M(\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)) = (1,01 + 9 * 16,00 + 2 * 26,98 + 30,97 + 32,07) \text{ g/mol} = 262,01 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{Al}) = 37 \text{ mmol/l} = 0,037 \text{ mol/l} \quad V(\text{vaccinationsdos}) = 500 \mu\text{l} = 0,0005 \text{ l}$$

$$V(\text{vaccinationsdos}) = 500 \mu\text{l} = 0,0005 \text{ l}$$

Från ett mol $\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)$ frigjöks två mol aluminium, varvid ett mol aluminium härstammar från 0,5 mol $\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)$: faktor 0,5

$$m(\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)) = c(\text{Al}) * V(\text{vaccinationsdos}) * M(\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)) * 0,5 = 2,4 * 10^{-3} \text{ g} = \mathbf{2,4 \text{ mg}}$$

5. Mängden DNA i en lösning med dubbelsträngat DNA har uppmätts till $3,1 \text{ mg l}^{-1}$. Alla DNA-molekyler i lösningen är lika långa, 143 baspar. Hur många DNA-molekyler finns det i lösningen då molekylmassan för ett DNA-baspar är 660 g mol^{-1} , lösningens volym $0,035 \text{ ml}$ och Avogadros konstant $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Flervalsalternativ: a) $6,9 \times 10^8 \text{ kpl}$ b) **$6,9 \times 10^{11} \text{ kpl}$ (rätt)** c) $3,5 \times 10^{11} \text{ kpl}$ d) $3,5 \times 10^8 \text{ kpl}$

Svar: Molmassan för en 143 bp DNA-molekyl:

$$M(\text{DNA}) = 143 * 660 \text{ g mol}^{-1} = 94\,380 \text{ g mol}^{-1}$$

Mängden DNA i lösningen:

$$n = \rho \times V / M$$

$$n(\text{DNA}) = 3,1 \times 10^{-3} \text{ g l}^{-1} \times 0,035 \times 10^{-3} \text{ l} / 94\,380 \text{ g mol}^{-1} = 1,149 \times 10^{-12} \text{ mol}$$

Antalet DNA-molekyler i lösningen:

$$N(\text{DNA}) = 1,149 \times 10^{-12} \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6,922 \times 10^{11}$$

I lösningen finns $6,9 \times 10^{11}$ st DNA-molekyler.

