

# Modellsvar för urvalsprovet i biokemi och molekylärbiologi 27.5.2022

De rätta svaren för flervalsfrågorna och rätt eller fel frågorna är angivna med fet stil. Essäuppgifternas modellsvar är angivna med fet stil. Svaren till essäuppgifterna bör med tillräcklig noggrannhet behandla de punkter som förs fram i modellsvaret.

## Del 1 mRNA-vaccin

Frågorna baserar sig på material som delats ut på urvalsprovet. Frågorna baserar sig på material 1.1. Messenger RNA (mRNA)-based vaccines. Materialet har avlägsnats på grund av upphovsrättsliga skäl.

Läs materialet och provfrågorna väl. Del 1 har flervalsfrågor samt essäfrågor som ska besvaras kortfattat.

Maximipoängen för del 1 är 25 p.

### Uppgift 1. Hos eukaryoter är inledandet av translationen beroende av följande faktorer (2p)

- **tRNA<sup>i</sup>Met, eIF4 initiationsfaktor och 5'-m7G-cappen hos budbärar-RNA.**
- 5'-m7G-cappen hos budbärar-RNA, 3'-UTR sekvensen samt ribosomens 40S underenhet
- ribosomens 40S och 60S underenheter samt eRF1 terminationsfaktorn
- tRNA<sup>i</sup>Met, budbärar-RNA:s 3'-UTR sekvens samt ribosomens 40S underenhet

### Uppgift 2. Vid vaccin som bygger på budbärar-RNA-teknik förs in i cellen (2p)

- en eller flera proteinkomponenter
- **budbärar-RNA som fungerar i proteinsyntesen**
- plasmid-DNA som producerats i bakterier
- budbärar-RNA som saknar poly(A)-svans

### Uppgift 3. Nukleinsyrorna som används i COVID-19 mRNA-vaccin skyddas från degradering (2p)

- genom att paketera dem i ett proteinskal
- genom att ta bort fosfatdelarna
- genom ytbehandling med silikon
- **genom att omge den med en lipidbaserad nanostruktur**

### Uppgift 4. Med duplicerande budbärar-RNA-vaccin avses (2p)

- dubbelsträngad nukleinsyra som producerar ribosomens underenheter
- enkelsträngad nukleinsyra som fungerar som templat vid proteinsyntesen endast en gång
- **enkelsträngad nukleinsyra som även producerar enzymer för självreplikation**
- dubbelsträngad nukleinsyra som även producerar enzymer för självreplikation

Uppgift 5. COVID-19 mRNA-vaccinerna får cellerna att producera taggprotein från SARS-CoV-2 virus piikki proteiniina. Kroppens immunförsvar gånner igen taggproteinets som främmande och försvarar sig mot det. Taggproteinets blev valt som antigen för att det (2 p)

- förblir oförändrat
- **är nödvändigt för att tränga in i värdcellen**
- är undantömt inne i cellens lipidmembran
- saknas hos alla koronavirus

Uppgift 6. Poly(A)-svansen hos budbärar-RNA verkar positivt (2 p)

- vid syntes av ribosomernas underenheter
- **för translationens effektivitet**
- för förekomsten av nukleotider
- på transkriptionens effektivitet

### Hur fungerar COVID-19 budbärar-RNA vaccinet?

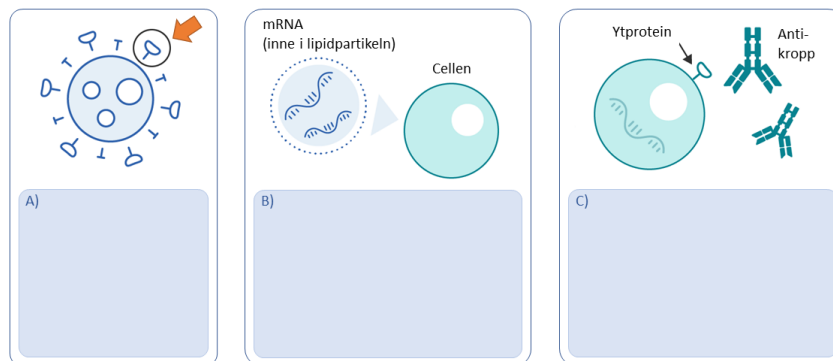


Bild: Anpassad från THL:s material (<https://thl.fi/fi/web/infektiaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/rokotteet-ja-koronavirus/mrna-rokotteet>)

Uppgift 7. I ovanstående infopaket om funktionsprincipen för budbärar-DNA:s funktion saknas förklarande texter. Berätta kort vad som sker i bilden, hur det hör till vaccinets funktion och hur motståndskraft uppstår. (6p)

Svar:

- a) mRNA-vaccinet har budbärar-RNA som kodar för koronavirusets ytprotein (det s.k. spikproteinets)
- b) Budbärar-RNA:et är inkapslat i en fettpartikel (lipidpartikel). Fettpartikeln skyddar budbärar-RNA:et från nedbrytning och underlättar dess inträngande i cellen.
- c) Budbärar-RNA:et ger cellerna instruktioner att producera koronavirusets ytprotein. Kroppens immunförsvar reagerar på att ytproteinets är främmande och försvarar sig mot det bl.a. genom att aktivera försvarsceller och antikropsproduktionen.

Uppgift 8. Berätta kort hur man kan påverka stabiliteten hos budbärar-RNA.

De rätta svaren hittas i materialet genom att kombinera informationen som ges i texten. Svaret bör innehålla fyra av följande faktorer:

Svar:

**Poly(A)-svansen:** En lång poly(A)-svans gör det möjligt för poly(A) bindande proteiner och translationens inledningsfaktorer att binda sig till mRNA:et och att bilda ett polysomkomplex som stimulerar translationens inledning. En alltför kort poly(A)-svans exponerar mRNA:et för enzymatisk nedbrytning.

**5'-cap strukturen:** Naturligt eukaryotiskt budbärar-RNA har en 5'-m<sup>7</sup>Gppp-cap-struktur som behövs för inledningen av translationen och skyddar mRNA:et från exonukleaser och kroppens immunförsvar. Till syntetiskt producerat mRNA måste man lägga till en 5'-cap struktur för att kunna producera protein i eukaryotceller.

**Icke-kodande område (UTR):** Budbärar-RNA:ets stabilitet kan förbättras genom att efter det kodande området tillfoga t.ex. den icke kodande 3'-ändan av alfaglobin. Detta förlänger mRNA:ets omloppstid i cellen och möjliggör effektivare proteinproduktion.

**Basmodifikationer:** Vanligt förekommande kemiska grupper som hittats i alla kända RNA-molekyler. Stabiliserar RNA:ets sekundärstruktur genom att modifiera vätebindningar, bas-bas interaktioner och nukleotidkonformationer. Basmodifikationer kan förlänga mRNA:ets funktionalitet i cellen bl.a. genom att förhindra ospecifik katalytisk nedbrytning och genom att reglera mRNA:ets splitsning och translokation.

Uppgift 9. Berätta kort hur virusen utnyttjar RNA-basmodifieringar för att avvärja immunresponsen. (3p)

De rätta svaren hittas i materialet genom att kombinera informationen som ges i texten. Svaret bör innehålla tre av följande faktorer:

Svar:

**Virusen utnyttjar RNA-basmodifikationer för att undvika att utlösa cellens antivirala respons. (1 p)**

T.ex. tillsättning av m<sup>6</sup>A basmodifieringen till *in vitro* producerat RNA har konstaterats minska TLR3 och RIG-1 medierad aktivering av den medfödda immuniteten.

Förekomsten av basmodifikationer i virus-RNA utgör en evolutiv adaptation för att kringgå värdcellens immunrespons.

Virusen kan effektivera sin proteinproduktion genom att bilda en egen 5'-cap-struktur till det virala RNA:et (i materialet nämns vacciniavirus), eller alternativt genom att utnyttja ett 5'-cap oberoende internt ribosomalt bindningsställe (IRES; nämns inte i materialet; IRES-konstruktionen stabiliseras genom basmodifikationer och kan därför godkännas i svaret).

## Del 2 RNA-vaccin och CRISPR-teknik

Frågorna baserar sig på gymnasiets lärokurs samt material som delats ut vid provtillfället. Frågorna 1-5 baserar sig på material 1.1. "Messenger RNA (mRNA)-based vaccines" och Frågorna 6-8 baserar sig på material 1.2. "CRISPR stops coronavirus replication in human cells". Materialet har avlägsnats på grund av upphovsrättsliga skäl.

Del 2 har flervalsfrågor samt essäfrågor som ska besvaras kortfattat.

Maximipoängen för del 2 är 25 p.

### Uppgift 1. stabiliteten av budbärar-RNA som tillverkats in vitro kan förbättras genom att (2 p)

- ta bort 5'- och 3'-UTR områdena
- genom polycistrositet
- genom ökade basmodifieringar
- genom att ta bort m7G-cappen

Uppgift 2. Det tar längre tid att ta fram ett vaccin baserat på budbärar-RNA än ett komponentvaccin eftersom det tar längre tid att hitta en lämplig antigen och det är arbetsammare att producera mRNA-keder. (1 p)

- rätt
- fel

### Uppgift 3. RNA editering möjliggör (2 p)

- utvidgning av den genetiska koden med oförändrad bassekvens hos mRNA
- Förändring av nukleinsyresekvensen
- Förändringar i aminosyrastrukturerna
- Igenkänning av multipla läsramar utan förändringar i bassekvensen hos mRNA

### Uppgift 4. Translationellt aktivt budbärar-RNA har (2 p)

- a) poly(A)-svans
- b) en 5'-m7G-cap
- c) 5'- och 3'-UTR områden
- Alla de ovanstående

### Uppgift 5. Förändringar i viruset påverkar mRNA-vaccinets effekt:

- positivt, eftersom vaccinet är effektivt mot flera olika virusstammar
- positivt, eftersom vaccinet anpassar sig i kroppen
- negativt, eftersom vaccinet är specifikt mot ytproteinet för en viss virusstam
- negativt, eftersom förändringar i virusets ytprotein inaktiverar budbärar-RNA

Uppgift 6. a) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Med hjälp av CRISPR-teknik kan DNA-keden spjälkas på exakt önskad plats.

- **Rätt**
- Fel

Uppgift 6. b) Markera om påståendet är rätt eller fel.

CRISPR-mekanismen hittas hos alla ryggradslösa djur.

- Rätt
- **Fel**

6. c) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Cas13b enzymet spjälkar dubbelsträngat DNA

- Rätt
- **Fel**

6. d) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Cas9 enzymet spjälkar DNA.

- **Rätt**
- Fel

Uppgift 7. Svara kort

Vad avser man med "gensax" när man talar om CRISPR-teknik? (3p)

**Svar:**

**Begreppet gensax syftar på att man i CRISPR-tekniken använder sig av enzym som klyver nukleinsyror / gener / kromosom. I traditionell CRISPR-teknik är det Cas9-enzymet som klyver DNA. I materialet berättas även om modifierat Cas13b-enzym som klyver RNA.**

Vad är Cas13b-enzymets uppgift i CRISPR-Cas13b –komplexet då tekniken används inom läkemedelsutveckling mot SARS-CoV-2-viruset? (3 p)

**Svar:**

**Cas13b klyver RNA-molekyler. SARS-CoV är ett RNA-virus, så vid utveckling av läkemedel mot SARS-CoV-2 är strävan att få Cas13b att klyva virusets RNA. Med CRISPR/Cas13b-tekniken riktade forskarna in sig på sådana områden som svarar för virusets replikation och stoppade på så sätt virusets fortplantning. Cas13b:s endonukleasaktivitet spjälkar virusets RNA i bitar, varvid viruset förstörs.**

Uppgift 8. CRISPR tekniken möjliggör nya precisionsbehandlingar mot sjukdomar. Berätta kort vilka fördelar du uppfattar att CRISPR-tekniken har gentemot traditionella behandlingar mot: a) SARS-CoV-2-viruset, b) HI-viruset, eller c) cancer.

Skriv ut svaren i samma ordning som frågorna (a, b, c).

Uppgiftens poängsättning: a) 2p, b) 2p, c) 2p. Uppgiftens totalpoäng (6 p)

**Resonemanget kan bygga på t.ex. följande saker, de understreckade delarna måste finnas för fulla poäng:**

**Svar:**

**SARS-CoV-2: -> RNA-virus; i materialet beskrivs hur man med CRISPR-tekniken (som använder sig av cas 13b-enzym) kan inrikta mediciner mer specifikt än med traditionella metoder. Ofta är traditionella virusmediciner mycket ospecifika. Med hjälp av CRISPR-teknik kan effekten inriktas på exakt detta virus**

**HIV: HIV är ett retrovirus, dvs, viruset har ett RNA-genom, men vid infektion gör det en DNA-kopia av sig själv med hjälp av omvänd transkriptas enzymet och infogar DNAet i värdcellens genom. Med hjälp av CRISPR/Cas9-tekniken kan effekten riktas in t.ex. på det infekterade virusets DNA-stadie i värdcellen; effekten är specifik för HI-viruset. Traditionell medicinering mot HIV är antiretroviral terapi, som är mindre specifik och orsakar mer biverkningar.**

**Cancer: Med hjälp av CRISPR-teknik kunde man rikta in sig på muterade onkogener som främjar cancercellernas tillväxt eller på att klyva fusionerade onkogener (unika för cancerceller). Man kunde då vid CRISPR-läkemedelsterapi specifikt känna igen muterade cellers DNA (med hjälp av Cas9-enzym eller dess derivat) och på så sätt även cancerceller med detta DNA.**

**Extra/alternativa poäng, cancer: CRISPR-teknik kunde också riktas in på s.k. checkpoint-inhibitorer, dvs klyva nukleinsyror som svarar för att T-cellernas aktivering bromsas in. Man kan då få T-celler att aktiveras mot cancerceller. Att ta bort bromsmekanismer och därmed aktivera det egna immunförsvaret mot cancer är en relativt ny teknik som belönades med Nobel-priset år 2018.**

### Del 3 Translation och ärftlighet

Frågorna baserar sig på gymnasiets läromängd samt material utdelat vid urvalsprovet. Uppgifterna 1-5 baserar sig på material 2 "Translation of the proteins" (2 sidor) samt på gymnasiets läromängd i biologi. Materialet har avlägsnats på grund av upphovsrättsliga skäl.

Uppgifterna 6-8 baserar sig på gymnasiets läromängd. Maximipoängen för del 3 är 25 p.

#### Uppgift 1. Vilka av följande molekyler behövs vid translationen? 2p

- budbärar-RNA, transport-RNA, DNA och ribosomalt RNA
- budbärar-RNA, DNA, och ribosomalt RNA
- budbärar-RNA, transport-RNA, och ribosomalt RNA**
- budbärar-RNA, transport-RNA, och DNA

#### Uppgift 2. Välj rätt alternativ. 2p

- RNA i ribosomens stora underenhet (rRNA) katalyserar bildandet av en peptidbindning mellan två aminosyror.**
- translationen sker vid ribosomer fästa vid kärnmembranen
- När peptidbindningen bildas är den tidigare till ribosomen förda aminosyran på A-platsen och den nya aminosyran på ribosomens B-plats.
- transport-RNA som frigjöks från ribosomens E-plats sönderfaller i cytoplasman

○

Uppgift 3. Vid polypeptidens elongeringsfas i translationen, vilken är den plats i ribosomen som transport-RNA känner igen? (2 p)

- E-platsen
- P-platsen
- **A-platsen**
- Ribosomens lilla underenhet

Uppgift 4. Då peptidbindningen har bildats mellan aminosyrorna i ribosomens A- och P platser, vad händer efter detta i processen? (2p)

- **Ribosomen flyttar sig så att transport-RNA flyttas till ribosomens E-plats varifrån transport-RNA lämnar ribosomen.**
- Ribosomen flyttar sig så att transport-RNA i P-platsen lämnar ribosomen efter att aminosyran lossnat.
- Polypeptidsyntesen tar slut.
- Aminosyran och transport-RNA flyttar sig till ribosomens E-plats och den bildade polypeptidkedan frigörs till cytoplasman.

Uppgift 5 a) Markera om påståendet är rätt eller fel.

När en STOP-kodon kommer till ribosomen binds det vid Ribosomens A-plats frigöringsfaktorer som påminner om budbärar-RNA. (0.5 p)

- **Rätt**
- Fel

Uppgift 5. b) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Frigöringsfaktorn lösgör budbärar-RNA i P-platsen från polypeptidkedens sista aminosyra.(0.5 p)

- **Rätt**
- **Fel**

Uppgift 5. c) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Ribosomen stora och lilla underenhet lossnar från varandra i en reaktion som kräver energi som frigjorts genom hydrolys av ATP och GTP. (0.5 p)

- Rätt
- **Fel**

Uppgift 5. d) Markera om påståendet är rätt eller fel. (0.5 p)

Vid behov kan budbärar-RNA som frigjorts från ribosomen transleras igen. (0.5 p)

- **Rätt**
- Fel

- 

Uppgift 6. Definiera med en mening: (3p)

Genmutation

**Svar:**

**Mutationen är i en gen.**

Kromosommutation

**Svar:**

**Kromosomens uppbyggnad har ändrats, förutsätter att kromosomen brutits.**

Genommutation

**Svar:**

**Mängden enskilda kromosomer eller hela genomet ändras.**

Uppgift 7. a) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Överföringen av genens kod inleds då RNA polymeras börjar avläsa genen och producerar RNA i cytoplasman. (2p)

- Rätt
- **Fel**

Uppgift 7. b) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Vis splicingen avlägsnas intronerna från pre-RNA. (2 p)

- **Rätt**
- Fel

Uppgift 7. c) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Epigenetisk reglering förändrar strukturen hos DNA. (2 p)

- Rätt
- **Fel**

Uppgift 7. d) Markera om påståendet är rätt eller fel.

Alla gener finns i cellkärnans kromosomer. (2 p)

- Rätt
- **Fel**



Uppgift 8. Bananflugan, *Drosophila melanogaster*, används mycket som modellorganism i genetiken. Fördelarna är bl. a. snabb individutveckling, stor mängd avkomma, lätt att odla samt ett stort antal kända och lätt identifierade fenotyper orsakade av mutationer. Även skillnaden mellan honor och hanar är rätt lätt urskiljbar.

Bananflugan ar mutantallelen *white*, vilken uttrycker sig som vita ögon. Genen finns i X-kromosomen. En annan känd mutaton som ofta används vid undersökningar är upprullade vingar, *Curly*. *Curly*-genens lokus ligger i en autosom. *white* mutationen är recessiv, medan *Curly* mutationen är en dominerande letalallel (allelen hittas enbart hos heterozygoter, eftersom den är letal hos homozygoter).

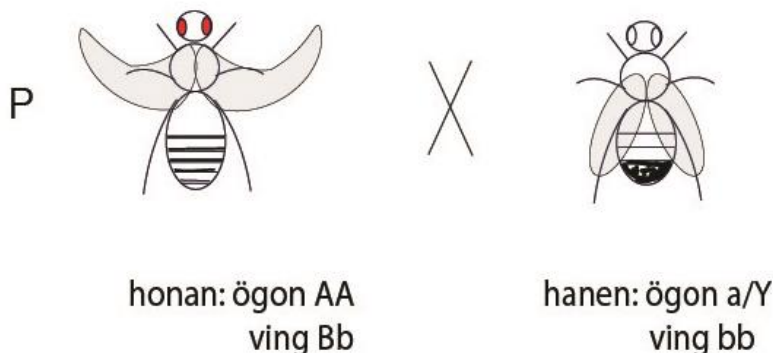
I korsningsförsöket i fråga är honan heterozygot för ögonfärgdallelen (*Aa*), samt heterozygot för allelen för upprullade vingar (*Bb*). Hanen har *white* mutantallelen (*a*), samt normala vingalleler (*bb*). I genotypen markeras:

*A* = normal allel, som ger röd ögonfärg

*a* = *white* mutantallel, ger vit ögonfärg

*B* = *Curly* mutantallel, ger upprullade vingar

*b* = normal vin-gensallel, vingarna är raka.



a) Berätta kort vad som avses med att en allel är recessiv (1p)

Svar:

Det behövs två kopior av allelen för att fenotypen skall uttryckas.

Vad betyder det att en allel är dominant? (1 p)

En kopia av allelen räcker för uttryck.

c) Vad är det för skillnad mellan hanar och honor när det är frågan om X-kromosomala gener? (2 p)

Svar:

Honan har 2 st X-kromosomer (fenotyp XX), hanen enbart en (fenotyp X). Därför uttrycks allelen i hanens X-kromosom även som recessiv fastän hanen bara har en kopia.

d) Berätta hurdan individer avkomma uppkommer med avseende på ögonfärg? (3 p)

1. *Aa* – hona med röda ögon, 25%

2. A (/Y) – hane med röda ögon, 25%

3. aa – hona med vita ögon, 25%

4. a (/Y) – hane med vita ögon, 25%

Dvs. 50% röda ögon och 50% vita ögon.

e) Hurdana avkommor uppkommer med avseende på vingfenotypen? (3p)

Följande typer av avkomma uppkommer med avseende på vingfenotypen – hanar och honor är likadana, eftersom nedärvningen är autosomal:

1. Bb 50%, upprullade vingar

2. bb 50%, raka vingar

## Del 4 Proteiner och räkneuppgifter

Svara på frågorna 1-4 med hjälp av det bifogade materialet. Uppgifterna 1-4 baserar sig på materialet "Protein denaturation"). Materialet har avlägsnats på grund av upphovsrättsliga skäl. Uppgifterna 5-9 grundar sig på gymnasiets läromängd i kemi och biologi. Enbart svaret bör anges i räkneuppgifterna. Maximipoenen för del 4 är 25 p.

### Uppgift 1. Vilket påstående stämmer inte? (2 p)

- Då ett protein denatureras organiseras dess struktur flera gånger
- Ursprungsstrukturen för ett denaturerat protein kan inte återställas**
- Det denaturerade proteinet kan ha kvar ursprungliga sekundärstrukturer (t.ex alfahelix)
- Strukturen för ett denaturerat protein kan återgå till den ursprungliga

### Uppgift 2. Hur förändras proteiners egenskaper då de denatureras? (2 p)

Svar:

**Denaturerade proteiner är olösliga i vatten. 2. Denaturerat protein har högre viskositet än nativt protein. 3. Denaturerade protein mister sin biologiska aktivitet. 4. Denaturering gör proteiner mer klyvbara.**

### Uppgift 3. Vid upphettning denatureras proteinerna i maten. Vilken nytta har denatureringen? (3 p)

Svar:

**Genom denaturering förbättras matens säkerhet och näringsvärdet ökar genom att proteinerna blir mer klyvbara. Upphettning förbättrar även smak och konsistens; detta beror på Maillard-reaktioner mellan proteiner och kolhydrater.**

### Uppgift 4. Hurdana kemiska förändringar sker i hönsäggets proteiner vid upphettning? (4 p)

Svar:

**När hönsägget värms upp bryts proteinernas vätebindningar (strukturen förstörs), de hydrofobiska interaktionerna ökar och det bildas nya disulfidbryggor (orsakar att aggregering och denaturering av äggets proteiner).**

Uppgift 5. Enzymet X följer Michaelis-Menten ekvation  $v_0 = V_{max}/(1 + K_m/[S])$ , där  $v_0$  är den uppmätta initiala reaktionshastigheten. Enzymets Michaelis-konstant  $K_m = 10$  mM och enzymets maximihastighet  $V_{max} = 100$  mmol/min. Ifall  $[S] = 100$  mM, vilket av följande alternativ är korrekt? (3p)

- En tiofaldig ökning av  $V_{max}$  höjer den uppmätta initialhastigheten tiofalt.**
- En sänkning av  $K_m$ -värdet till en tiondel ökar den initiala reaktionshastigheten med det dubbla
- En sänkning av  $K_m$ -värdet till en tiondel ökar den uppmätta initiala reaktionshastigheten med det dubbla
- Att öka  $V_{max}$ -värdet tiofaldigt sänker den uppmätta initialhastigheten 20-faldigt.

**Påstående 1. Att öka  $V_{max}$ -värdet tiofaldigt ökar den uppmätta initialhastigheten tiofaldigt:**

$v_0 = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / (1 + 10 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,1 = 909 \text{ mmolmin}^{-1}$  dvs påståendet stämmer

Påstående 2. Att sänka  $K_m$ -värdet till en tiondel fördubblar den uppmätta initialhastigheten

$v_0 = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / (1 + 1 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,01 = 99 \text{ mmolmin}^{-1}$  dvs. påståendet stämmer inte, utan initialhastigheten stiger c. 1,1-faldigt

Påstående 3. Att öka  $K_m$  tiofalt fördubblar initialhastigheten:

$v_0 = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / (1 + 100 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / 2 = 50 \text{ mmolmin}^{-1}$  dvs påståendet stämmer inte, initialhastigheten sjunker c. 1,8-faldigt

Påstående 4. Att öka  $V_{max}$ -värdet tiofaldigt sänker den uppmätta initialhastigheten 20-faldigt:

$v_0 = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / (1 + 10 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,1 = 909 \text{ mmolmin}^{-1}$  dvs påståendet stämmer inte, initialhastigheten tiofaldigas.

Uppgift 6. Kolsyreanhydras är ett enzym som katalyserar bildandet av kolsyra med koldioxid och vatten. Från kolsyra uppstår det bikarbonat- vätejoner. Enzymet är mycket snabbt, dess  $k_{cat}$  är  $4,0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$  (reaktioner i sekunder). Hur länge tar det för enzymet att processera en substratmolekyl? (2 p)

svar:  $t = 1/k_{cat} = 1/4 \times 10^5 \text{ s}^{-1} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ s} = 2,5 \mu\text{s}$

Uppgift 7. Av askorbinsyrans, dvs vitamin C:s massa är c. 54,50 % syre, 40,92 % kol och 4,580 % väte. Beräkna den empiriska formeln för askorbinsyra (5 p)

$M(\text{C}) = 12,01 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{H}) = 1,008 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{O}) = 16,00 \text{ g mol}^{-1}$

Svar: den empiriska formeln är  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  eller  $(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3)_n$

Uppgift 8. Vid ett genövernäringsarbete behövs för att odla celler odlingsflaskor som har en geléaktig odlingslösning och antibiotika. Du vill framställa plattor som har antibiotika  $100 \mu\text{g/ml}$ . Antibiotens stamlösning styrka  $25 \text{ mg/ml}$ . Hur mycket behöver du stamlösning för att framställa  $500 \text{ ml}$  odlingslösning? (2 p)

$(V_2 = (C_1 \cdot V_1) / C_2 = (0,1 \text{ mg/ml} \cdot 500 \text{ ml}) / (25 \text{ mg/ml}) = 50 \text{ mg} / (25 \text{ mg/ml}) = 2 \text{ ml})$

Uppgift 9. Hur mycket enzym vid reaktionen i bild 1 efter 5 min? Substratmängden är  $100 \text{ mg}$ . Kuinka paljon entsyymiä kuluu reaktiossa kuvassa 1, kun reaktio on edennyt 5 min? Fruktososi 1,6-bisfosfat har en molmassa på  $340,116 \text{ g/mol}$ .  $5 \mu\text{g}$  enzym har tillsattsreaktionen. Välj rätt svar.

- $2 \mu\text{g}$
- $0,2 \mu\text{g}$

- **inget alls**
- 0,02 µg