

## Sensorveiledning

Eksamen i IRBIO10420 Biokjemi og organisk kjemi

Ordinær eksamen: 3. juni 2021

Eksamensform: Skriftlig uten hjelpemidler

### Oppgave 1 (7 poeng)

#### Sant eller usant om aminosyrer og proteinstruktur

Den kovalente bindingen mellom to aminosyrer kalles for en hydrogenbinding. (1p) *Usant*

Følgende struktur for en aminosyre er korrekt:  $\text{NH}_3^+\text{-CHR-COOH}$  (1p) *Sant*

Primærstrukturen angir proteinets aminosyresekvens. (1p) *Sant*

Sekundærstrukturen stabiliseres av saltbroer. (1p) *Usant*

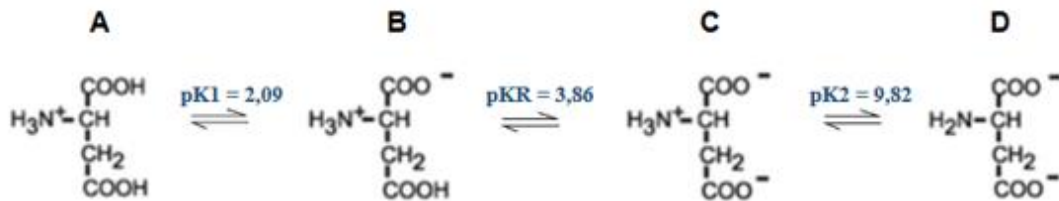
Tertiærstrukturen er minstekravet for at proteinet skal fungere (1p) *Sant*

Kvartierstrukturen er det tredimensjonale arrangementet av en subenhet. (1p) *Usant*

Hos denaturerte proteiner er ikke-kovalente og kovalente bindinger brutt. (1p) *Sant*

## Oppgave 2 (8 poeng)

Aminosyren aspartat har titrerbar sidegruppe med pKa-verdi 3,86. pKa for karboksylgruppen er 2,09. pKa for aminogruppen er 9,82.



- Hvilken form er elektrisk nøytral A, B, C eller D?
- Forklart kort hva som menes med det isoelektriske punktet (pI) til en aminosyre.
- I hvilket pH-område befinner pI seg?
- Beregn pI
- Tegn titrerkurven for aspartat.
- Angi hvor du finner pKa-verdiene på kurven.
- Angi hvor på kurven aspartat har bufferkapasitet.
- Angi pI på kurven.

Svar:

a. B

b.

Det isoelektriske punktet (pI) til en aminosyre er hvilken pH aminosyren befinner seg når den har like mange positive som negative ladninger.

c.

pI befinner seg i området mellom pH 2,09 og 3,86

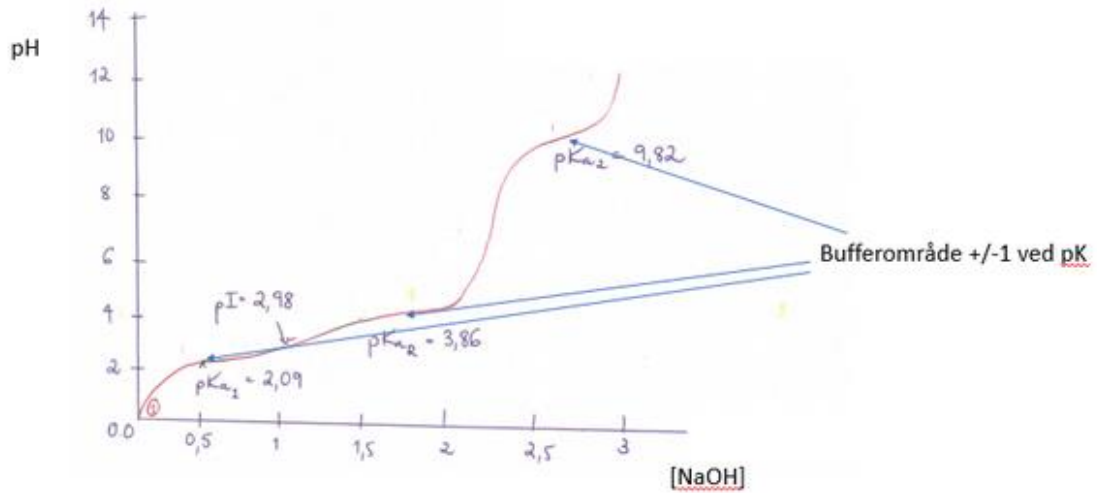
d.

$pI = (\text{pKa}_1 + \text{pKa}_R)/2$  eller  $pI = (\text{pKa}_2 + \text{pKa}_R)/2$

Beregner pH ved isoelektriske punktet:

$pH = pI = (\text{pKa}_1 + \text{pKa}_R)/2 = (2,09 + 3,86)/2 = 2,98$

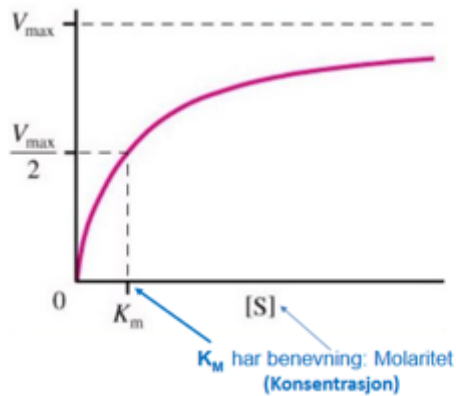
e, f, g og h:



### Oppgave 3 (8 poeng)

1. Reaksjonshastigheten ( $V_0$ ) til et enzym som følger Michaelis-Menten kinetikk kan uttrykkes som funksjon av substratkonsentrasjonen  $[S]$ . Tegn en tenkt kurve som viser sammenhengen mellom  $V_0$  og  $[S]$  og angi hvor du finner  $V_{MAX}$  og  $K_M$

Svar:

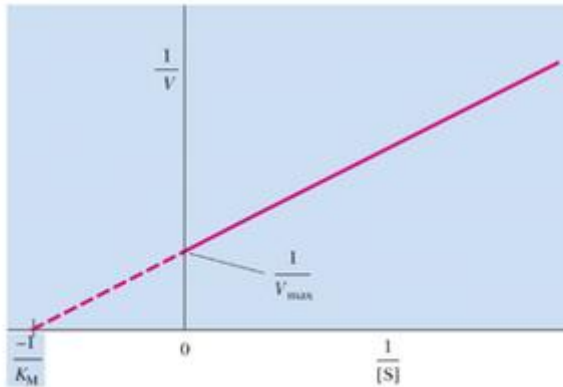


$V_{MAX}$  er det maksimale reaksjonshastigheten for enzymet.

$K_M$  er substratkonsentrasjonen ved  $1/2 V_{MAX}$

2. Tegn et Lineweaver Burk plot av samme reaksjon og angi hvor du finner  $V_{MAX}$  og  $K_M$

Svar:



Det forventes at man i tillegg til å merke av skjæringspunktene på X- og Y-aksen gir en kort forklaring på eller viser hvordan man går frem for å  $V_{MAX}$  og  $K_M$ .

#### Oppgave 4 (2 poeng)

**Forklar hvorfor Lineweaver Burk plot som du tegnet i 3b) gir en sikrere verdi for  $V_{MAX}$  og  $K_M$  sammenliknet med kurven du tegnet i 3a).**

Svar

Kurven i 3a) er en hyperbel: en krummet graf. Det medfører at  $V_{max}$  ikke kan fastslås med sikkerhet. En usikker  $V_{max}$  gir usikker  $K_M$ .

Ved å omgjøre hyperbelen til en rett linje i et Lineweaver Burk plot slik det er tegnet i 3b) vil  $V_{max}$  og  $K_M$  fastslås ut fra grafens skjæringspunkter på henholdsvis Y-akse og X-akse.

+ for å nevne svakhet ved Lineweaver Burk plot.

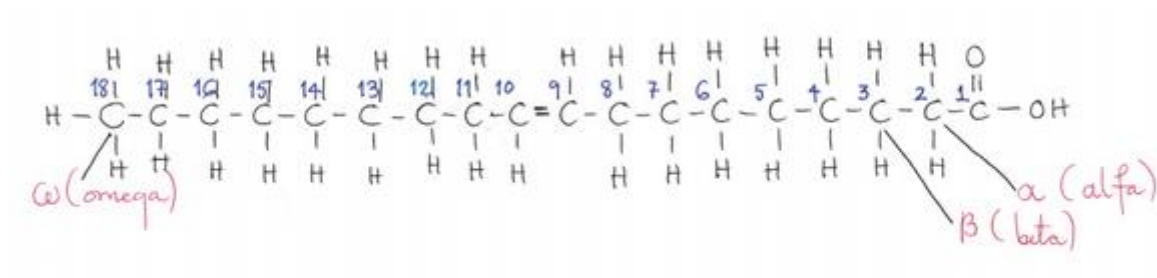
### Oppgave 5 (5 poeng)

Tegn opp en fettsyre ut fra følgende informasjon: C18:1<sup>Δ9</sup>

Sett navn (alfa, beta og omega) på karbonatomene.

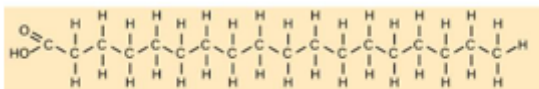
Svar:

+ for å kommentere cis/ trans



### Oppgave 6 (2 poeng)

Studér følgende fettsyre. Er dette en mettet eller umettet fettsyre? Begrunn svaret kort.



Svar:

Dette er en mettet fettsyre fordi det ikke er noen dobbeltbindinger.

### Oppgave 7 (6 poeng)

**Gi en kort beskrivelse av degradering av en fettsyre ved  $\beta$ -oksidasjon.**

Svar:

$\beta$ -karbonet oksideres i  $\beta$ -oksidasjon. Mange oksidasjonsrunder hvor 2 karboner mistes per runde. Produktet av en runde i  $\beta$ -oksidasjon er Acetyl CoA, FADH<sub>2</sub> og NADH.

I  $\beta$ -oksidasjon er det fire runder: oksidasjon, hydratisering, oksidasjon og thiolylse hvor det dannes AcetylCoA og nytt CoA binder fettsyre (n-2) som nå er klar for ny runde.

Acetylenheten i AcetylCoA oksideres videre i SSS dersom det er nok oksaloacetat tilgjengelig (forutsetter tilstrekkelig glukose = balansert metabolisme) for å skaffe energi (ATP) ved hjelp av oksidativ fosforylering.

### Oppgave 8 (7 poeng)

**Sant eller usant om degradering av glukose**

I glykolysen oksideres glukose og det dannes pyruvat, ATP og NADH. (1p) *Sant*

Glykolysen kan ikke foregå uten oksygen tilstede (1p) *Usant*

Alle kroppens celler har glukokinase. (1p) *Usant*

Fosfofruktokinasen i glykolysen reguleres av fruktose 2,6-bisfosfat. (1p) *Sant*

Sitronsyresyklus er en felles metabolismevei for karbohydrater, fett og proteiner. (1p) *Sant*

Pyruvat går inn i sitronsyresyklus etter at det har blitt konvertert til eddiksyre (1p) *Usant*

Mesteparten av ATP-produksjonen i cellene skjer ved hjelp av glykolysen (1p) *Usant*

### Oppgave 9 (5 poeng)

Sett følgende trinn av oksidativ fosforylering i riktig rekkefølge.

1. Protoner pumpes over indre mitokondrielle membran
2. Elektronbærere avgir elektroner til elektrontransportkjedet
3. Oksygen reduseres til H<sub>2</sub>O
4. Det dannes en protongradient og et membranpotensiale
5. H<sup>+</sup> ioner beveger seg nedover protongradienten genererer ATP

Svar:

2, 1, 4, 3, 5

### Oppgave 10 (6 poeng)

Elektrontransportkjedet kan påvirkes av ulike stoffer. Forklar og gi eksempler på hvordan koblingen mellom elektrontransporten og oksidativ fosforylering kan forstyrres.

Svar

*Hull i indre mitokondrielle membran*

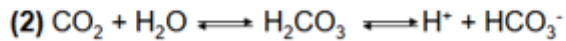
- Redoksreaksjoner fortsetter, men det produseres mindre ATP fordi protongradienten forstyrres.
- Eksempler: Termogenin og dinitrofenol fungerer som hull og kan frakoble elektrontransporten fra oksidativ fosforylering. Termogenin: Biologisk nyttig i brunt fettvev hos babyer. Termogenin hjelper til med å holde kroppstemperaturen oppe. Dinitrofenol: Et pesticid (en gift) som kan brukes som plantevernmiddel, mot skadedyr og selges ulovlig som et slankemiddel. Øker metabolismehastigheten og medfører overoppheting. Ikke biologisk nyttig.
- Redoksreaksjonene representerer energi og frakoblingene skaper varme i stedet for ATP.

*Blokkering av komplekser i elektrontransportkjeden*

- ATP syntesen hemmes ved at ulike stoffer blokkerer ulike komplekser i elektrontransportkjedet.
- Eksempler: Rotenon blokkerer for redoksreaksjoner i kompleks I. Cyanid, azid og karbonmonoksid blokkerer for redoksreaksjoner i kompleks IV. Det medfører at elektroner ikke når frem til oksygen. Det fører til at ATP ikke blir produsert og at cellen dør.

### Oppgave 11 (6 poeng)

Hemoglobin (Hb) frakter oksygen fra lungene og ut i kroppen. Gi en kort beskrivelse av hvordan pH påvirker hemoglobinet oksygenbinding i vevet (Bohr effekten). Aktuelle reaksjonslikninger er gitt under.



Svar:

- $\text{CO}_2$  i vevet (avfallsprodukt etter metabolismen) tas opp i erytrocyttene.
- Dannes karbonsyre som dissosierer til  $\text{H}^+$  og  $\text{HCO}_3^-$ .
- pH synker (fra 7,4 i lungene til 7,2)
- Oksygenisert Hb er en sterkere syre enn Hb uten oksygen og avgir lettere  $\text{H}^+$ .
- $\text{H}^+$  fra karbonsyredissosieringen i likning 2 driver øverste likning mot venstre og oksygen avigs til vevet.
- Hemoglobin oppfyller funksjonen sin.

### Oppgave 12 (6 poeng)

Erytrocytter har anaerob glykolyse. Beskriv hva som er grunnen til at de har anaerob glykolyse og forklar hvordan glykolysen holdes i gang.

Svar

Siden erytrocytter mangler mitokondrier har de ikke sitronsyresyklus, elektrontransport og dermed ikke forbruk av oksygen.

Pyruvat som dannes gjennom glykolysen vil under anaerobe forhold fermenteres til laktat.

Laktat vil så fraktest til lever og går inn i glukoneogenese.

NADH oksideres til  $\text{NAD}^+$  og holder med det glykolysen i gang (glykolyse krever  $\text{NAD}^+$ ).



### Oppgave 13 (3 poeng)

**Beskriv kort hva som er hensikten med metabolske prosesser.**

Svar:

Metabolisme handler om hvordan cellene skaffer energi fra omgivelsene for å opprettholde liv.

Katabolisme av karbohydrater, fett og proteiner avgir energi.

Anabolisme for å bygge opp biomolekyler og komplekse strukturer krever energi.

### Oppgave 14 (10 poeng)

**Beskriv hvordan kroppen tilpasser seg til sult.**

Svar

Målet er å skaffe hjerne og erythrocytter glukose og minimalisere proteintapet.

Glykogen holder én dag. Etter én dags faste vil blodsukkeret være lavt og det medfører:

Høyt glukagon: Økt glukoneogenese (danne sukker fra ikke-sukker)

Høyt adrenalin: Økt lipolyse i fettceller (frie fettceller fraktes til celler og oksideres til AcetylCoA)

Muskler: Må endre metabolisme fra glukose- til fettsyreforbruk. Denne switchen tar noe tid og i mellomtiden brytes egne muskler ned. Eksempel: Ved dag 3 er proteinforbruket av egen muskulatur 75 gram. Aminosyreskjelettet fra aminosyrekatabolismen brukes i glukoneogenesen.

AcetylCoA dannes til ketonlegemer. Ketonlegemere er vannløselige acetylenheter som passerer blod-hjernebarrieren. Etter dag 3 dekkes 1/3 av hjernens glukosebehov av ketonlegemer. Etter flere uker dekkes 3/4 av hjernens glukosebehov av ketonlegemer.

Når lageret av triacylglycerol (TAG: fettlageret) er brukt opp vil alt gå over til proteindegradering av egen muskulatur.