

Antagningssamarbete inom biokemi och molekylära biovetenskaper 2021

## MODELLSVAR

Urvalsprovet i biokemi och molekylärbiologi som hållits 27 maj, 2021

Helsingfors, Uleåborg, Tammerfors och Åbo universitet

## Uppgift 1. LIPIDMEMBRANERNA (max. 25 p.)

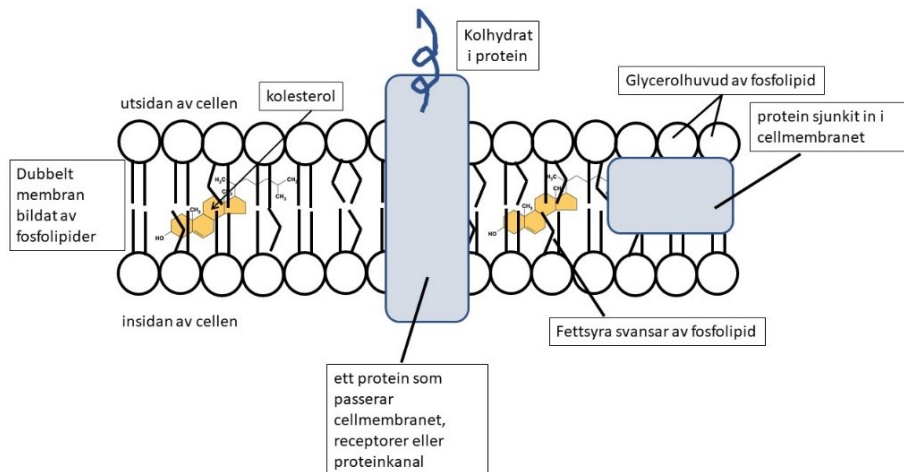
Frågorna baserar sig på gymnasiekursen samt material utdelat vid urvalsprovet.

### 1.1 Hurdana komponenter består djurcellens cellmembran av? Rita och namnge komponenterna.

Svaret skall avhandla följande saker med tillräcklig noggrannhet: Cellmembranen är ritad så att följande saker ses och är namngivna

- En dubbelmembran av fosfolipider (fosfolipidens uppbyggnad, glycerol- och fettsyror rätt beskrivna)
- Kolesterol inuti membranet. Molekylformeln för kolesterol krävs inte
- Proteiner i membranen eller genom membranen
- I proteinerna kolhydrater på yttre ytan av cellen.
- Minst ett proteinslag namngett (kanalprotein, jonpump, receptor, transportprotein)
- Godkänns även att membranens komponenter ritats och namngetts för sig. Fosfolipid, dubbelmembran av fosfolipider, cellmembranprotein, kolhydrater i membranproteiner, kolesterol.

bildexempel. Fosfolipidens struktur (glyceroldel och två fettsyror) samt dubbelmembran av fosfolipider. Kolesterolen mellan fosfolipiderna, nedsänkt i membranen. Protein som går genom membranet (namngetts t.ex. receptor, kanalprotein, jonpump). Proteinet kan även vara nedsänkt i membranet. I ytprotein en kolhydratdel som är på utsidan av cellen.



/ 5p.

### 1.2 För vad behöver cellen kompartmentalisering, dvs. utrymmen som avskiljs från varandra med cellmembraner? Ge flera exempel.

I svaret bör med tillräcklig noggrannhet behandlas följande: I cellen finns det avdelningar som avgränsas av membraner och har olika funktion och uppgifter (biokemiska reaktioner). Exempel på kompartmentalisering och funktioner (flera exempel krävs): mitokondrier, vilka har ett eget genom, och energiproduktion. Hos eukaryoter lagras det genetiska materialet och avläses i cellkärnan (jmf bakterien). I lysosomerna finns nedbrytande enzymer vilka fungerar som återvinningscentraler. Membranblåsor inne i cellen fungerar som interna transportörer bl. annat genom att transportera proteiner. Endoplasmatiska nätverket (retiklet), syntetiserar av ämnen (proteiner och lipider).

Proteinernas modifiering och transport till cellens olika delar (Golgi). Växtcellernas vakuoler (mekaniskt stöd och nedbrytning av ämnen) samt kloroplasterna (bindandet av energi/fotosyntes).

/ 5 p.

### 1.3 Redogör för den flytande mosaikmodellen. Hur inverkar den på cellmembranens funktion?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Den flytande mosaikmodellen beskriver interaktionen mellan proteiner och lipider. Fosfolipiderna består av glycerol och två fettsyresvansar. Glyceroldelen är hydrofil och fettsyredelen vattenavstötande (hydrofob).

Fosfolipiderna löst bundna till varandra i sidoriiktningen och kan röra sig i förhållande till varandra och kan vara i konstant rörelse.

I djurcellerna är kolesterolmolekylerna nedsänkta i membran och ger stadga åt membranerna. Membranproteinerna är nedsänkta i membranerna och kan röra sig i membranens plan.

Endast små molekyler utan laddning kan förflytta sig igenom membranerna.

/ 5 p.

### 1.4 Hur skiljer sig aktiv och passiv transport från varandra?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Passiv transport behöver inte yttre energi i form av ATP. Passiv transport är vanligen långsammare än aktiv transport.

Aktiv transport kräver energi.

Vid passiv transport rör sig ämnena längs en koncentrationsgradient från högre koncentration till lägre.

Vid aktiv transport sker förflyttningen mot koncentrationsgradienten, från lägre koncentration mot högre. Ämnen som rör sig genom membranerna genom diffusion

är gaser, små molekyler, vatten (underlättad diffusion) eller fettlösliga molekyler. Större molekyler kan förflytta sig passivt via kanalproteiner. Aktiv transport sker via transportproteiner eller jonpumpar.

/ 5 p.

**1.5 Hur kan man för transport av andra ämnen utnyttja att  $\text{Na}^+$  rör sig genom cellmembranen enligt sin koncentrationsgradient?**

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

På cellens utsida finns det mera  $\text{Na}^+$  än på cellens insida. (Skillnaden upprätthålls av  $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  -pumpen).  $\text{Na}^+$  kommer in i cellen enligt koncentrationsgradienten, från högre koncentration till lägre. Energin som finns i  $\text{Na}^+$  -gradienten utnyttjas för transport av andra ämnen. Parallellt med  $\text{Na}^+$  gradienten kan cellen transportera näringsämnen.  $\text{Na}^+$  -gradienten reglerar pH och osmotisk balans i cellens inre.

/ 5 p.

## Uppgift 2. LIPIDMEMBRANERNA (max. 25 p.)

Frågorna baserar sig på gymnasiekursen samt material utdelat vid urvalsprovet.

### 2.1 Ouabain är en inhibitor som förhindrar Na<sup>+</sup> -K<sup>+</sup> -pumpens funktion.

#### a) Hurdan är inhibitorns funktionsprincip?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet beskriva följande:  
Ouabain tävlar om samma bindningsställe med K<sup>+</sup>-jonen.

/ 2 p.

#### b) Var (nummer) i bild 1 stoppar Ouabain Na<sup>+</sup> -K<sup>+</sup> -pumpens funktion?

I svaret skall framgå numret: 4.

/ 1 p.

#### c) Vad sker i cellen om Na<sup>+</sup> -K<sup>+</sup> -pumpens funktion stoppas?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:  
Natrium (Na<sup>+</sup>) läcker in i cellen och kalium (K<sup>+</sup>) ut. (Cellen depolariseras).

/ 1 p.

### 2.2 Markera med kryss (X) i rutan rätt alternativ för transporten av glukos genom cellmembranen (fel svar -1p)

Glukosmolekylen kommer snabbt igenom cellmembranens lipid-dubbelmembran genom diffusion.	<input type="checkbox"/>
Glukos kommer genom cellmembranen via en proteinbaserad kanal i cellmembranen.	<input checked="" type="checkbox"/>
Transport av glukos genom cellmembranen kräver alltid ATP.	<input type="checkbox"/>
Glukos går genom cellmembranen så att samtidigt K <sup>+</sup> -joner transporteras i motsatt riktning.	<input type="checkbox"/>

/ 2 p.

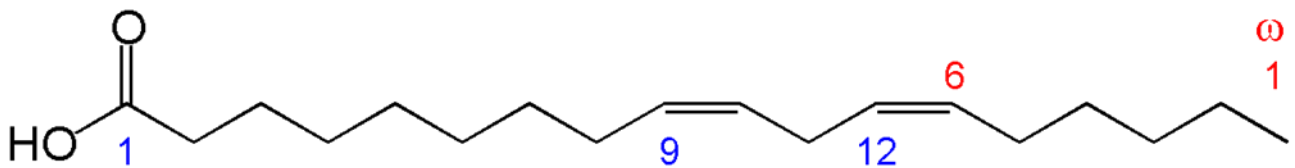
**2.3 Markera med kryss (X) i rutan vilka påståenden gällande Na<sup>+</sup> -K<sup>+</sup> - pumpens funktion som är fel (fel svar max. -1p)**

Bindande av Na <sup>+</sup> och fosforyleringen av ATP på cellmembranens cytoplasmasida leder till en förändring i Na <sup>+</sup> - K <sup>+</sup> -pumpens struktur, till följd av vilken Na <sup>+</sup> förflyttas till utsidan av cellen.	
Na <sup>+</sup> - K <sup>+</sup> -pumpens funktion är beroende av dess autofosforylering.	
K <sup>+</sup> -jonen binds på cytoplasmasidan av proteinpumpen och orsakar en strukturförändring som får till stånd att K <sup>+</sup> transporteras till cellens utsida.	X
Na <sup>+</sup> - K <sup>+</sup> -pumpen flyttar 3 K <sup>+</sup> in i cellen och 2 Na <sup>+</sup> ut ur cellen.	X

/ 3 p.

**2.4 Rita strukturformeln för linonsyra dvs. oktadeka-9,12-diensyra (väteatomerna kan lämnas bort) samt räkna ut dess molekylvikt. (Atommassorna är väte = 1,01; kol = 12,01, kväve = 14,01; syre = 16,00; fosfor = 30,97). Redogör för de viktigaste mellanstegen i utrymmet nedan.**

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:



En strukturformel för linonsyra där både kolen, syragrupporna och dubbelbindningarna markerats rätt. Får vara i trans-konfiguration. Siffrorna behöver inte markeras.

Från linonsyrans molekylformel C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub> kan vi räkna ut molekylvikten 280,5 g/mol

/ 6 p.

## 2.5 Visa de centrala mellanstegen i uträkningarna i rutan nedan.

a) En kvinnas äggcell är c.100 mikrometer i diameter. Vi antar att en standard-lipidmolekyl har en yta på  $10^{-14}$  cm<sup>2</sup>. Hur många lipidmolekyler finns på äggcellens yta om 25 % av ytan består av protein?

Ytan för ett klot beräknas enligt formeln  $4\pi R^2$  och  $\pi=3,14$ .

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Ytan av äggcellen är  $4\pi 50^2 \mu\text{m}^2 = 31400 \mu\text{m}^2$   
Resultatet kan även ges i formen  $3,14 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ . (Eller annan ytenhet)  
Lipidmolekylens yta med samma enheter är  $10^{-6} \mu\text{m}^2$ .

Då ytan delas delas med denna får man  $3,14 \times 10^{10}$  lipidmolekyliä.  
Eftersom 75 % av ytan består av lipider får man  $2,355 \times 10^{10}$  molekyler,  
Resultatet kan även ges med mindre exakthet. Resultatet kan anges som det dubbla om man avser dubbelmembranen.

/ 3 p.

b) Varje befruktad äggcell delar sig 30 ggr för att producera alla de äggceller en flicka behöver under sin livstid. Ifall lipiderna aldrig skulle brytas ner, hur många lipidmolekyler har du ärvt av din mormor? Alla äggcellens lipider antas delta i bildandet av embryot.

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Alla lipider från din mormor har nedärvts till din mor. Då äggcellen delar sig antar vi att lipiderna fördelas jämnt mellan dottercellerna.

Efter 30 delningar har äggcellen från din mor  $1/2^{30}$  av de ursprungliga lipiderna.

$2^{30}$  kan räknas t.ex så att  $2^{10} = 1024$ , varvid  $2^{30} = 1024^3 = 1,074 \times 10^9$   
Ifall resultatet består av en bedömning får vi resultatet  $10^9$ .

Då resultatet  $10^9$  delas med resultatet från a-delen får vi 22 lipidmolekyler hos din mor som du ärvt av din mormor. Resultatet kan anges som det dubbla om dubbelmembran avses.

Genom approximation (för vilket fulla poäng inte kan ges) får vi 23-24 molekyler som du ärvt av din mormor.

/ 7 p.

### Uppgift 3: MITOKONDRIEN (max. 25 p.)

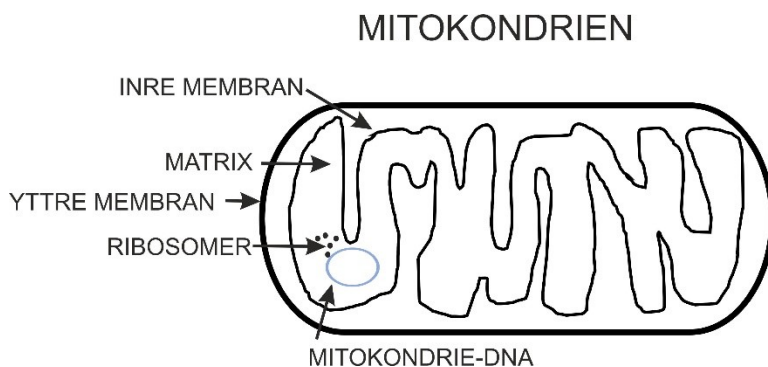
Frågorna baserar sig på gymnasiets kurser samt material utdelat vid urvalsprovet.

#### 3.1 Rita en mitokondrie och namnge dess olika delar.

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Mitokondriebild ur vilken klart framgår följande:

- yttermembran, eller den yttersta membranen
- Innermembran, den inre veckade membranen sisäkalvo eli sisempi kiemurainen kalvo, johon nuoli osoittaa,
- Matrix, utrymmet innanför den veckade innermembranen
- mitokondrialt DNA, som är ringformat och finns innanför den veckade innermembranen, i matrix.
- ribosomer, i bilden små runda korn, i matrix.



/ 5 p.

#### 3.2 Ifall det finns syre, hur processeras glukos i cytoplasman?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:



Glukosmolekylen spjälks till två pyruvatmolekyler i glykolys-reaktionen. I reaktionen frigjors energi, ADP -> ATP

/ 3 p.

### 3.3 Vad bildas av glukos i musklerna vid avsaknad av syre?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Sker mjölksyrefermentation, dvs till pyruvaterna som bildats i glykolysen binds till väte / NADH oxideras / pyruvat reduceras och det bildas mjölksyra/laktat.

/ 3 p.

### 3.4 Hur flyttas elektronerna från citronsyrecykeln (Krebs cykeln) till andningskedjan?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

NADH måste diffundera / flyttas via diffusion till elektrontransportkedjan  
Suckinatdehydrogenas, dvs det enzym som katalyserar reduktionen av FAD till FADH<sub>2</sub> är en del av krebscykeln.

/ 4 p.

**3.5 Andningskedjan är inte perfekt utan protoner och elektroner kan läcka förbi andningskedjan. Hurdana följder kan detta få?**

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Protonläckage bildar värme.

Av detta följer lägre membranpotential.

Vilket leder till att det bildas mindre ATP, dvs energiproduktionen störs

Läckage av elektroner kan leda till uppkomsten av skadliga superoksider, varvid de fria elektronerna överförs direkt till syre. Superoxid är skadlig för cellerna och kan leda till uppkomsten av cancer samt försnabba åldrande.

/ 5 p.

**3.6 Då smärtmedicinen demerol tillsätts till en suspension med aktivt fungerande mitokondrier stiger förhållandena NADH/NAD<sup>+</sup> och Q/QH<sub>2</sub>. Vilket komplex i elektrontransportkedjan stoppas av demerol? Motivera kort.**

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Demerol inhiberar komplex I.

Koncentrationen NADH ökar eftersom NADH inte oxideras i komplex I.

Koncentrationen Q ökar eftersom Q inte oxideras i komplex I. Q avger inte elektroner / elektronöverföringen till koenzym Q störs.

/ 5 p.

## Uppgift 4: MITOKONDRIEN (max. 25 p.)

Frågorna baserar sig på gymnasiets kurser samt material utdelat vid urvalsprovet

**4.1. Markera med kryss (X) i rutan vilka av elektrontransportkedjans proteiner svara för transport av protoner till utrymmet mellan mitokondriens inre och yttre membran? (fel svar -1p)**

komplexen II och V	<input type="checkbox"/>
komplexen I, III, IV	<input checked="" type="checkbox"/>
komplexen II, III och V	<input type="checkbox"/>
komplexen I, III och V	<input type="checkbox"/>

/ 2 p.

**4.2. Markera med siffrorna 1–4 elektronerna korrekta rutt genom mitokondriens elektrontransportkedja. (fel svar -1p)**

Koenzym Q-cytokrom c reduktas förmedlar elektronerna till cytokrom c.	3
Koenzym Q förmedlar sina elektroner till komplex III.	2
Cytokrom oxidas katalyserar reduktionen av syre till vatten	4
Genom succinat - komplex II:n och NADH via komplex I – överför elektronerna till koenzym Q.	1

/ 2 p.

**4.3. Markera med kryss (X) i rutan hurdana kemiska egenskaper aminosyrorna på ytan av elektrontransportkedjans komplex II bör ha vid mitokondriemembranen? (fel svar -1p)**

Hydrofobiska	<input checked="" type="checkbox"/>
Hydrofiliska	<input type="checkbox"/>
Polära	<input type="checkbox"/>
Positiva laddningar	<input type="checkbox"/>

/ 2 p.

**4.4. Markera med kryss (X) i rutan rätt svar: i elektrontransportkedjan är den sista mottagaren av elektronerna (fel svar -1p)**

NAD+	<input type="checkbox"/>
Pyruvat	<input type="checkbox"/>
ADP	<input type="checkbox"/>
Syre	<input checked="" type="checkbox"/>

/ 2 p.

**4.5. Berätta om mitokondrialt DNA, generna detta innehåller och hur de nedärvs. Berätta även om mitokondrial nedärvda skadliga allelers fenotyper.**

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Mitokondrien har ett eget ringformat DNA, som delar sig självständigt. Mitokondriens DNA innehåller bara några tiotals gener. I mitokondrialt DNA är mutationshastigheten tio gånger högre än i kromosomalt DNA. Barnet ärver sitt DNA från modern.

I varje cell finns många mitokondrier så antalet mitokondrialt nedärvda mutantalleler varierar. Eftersom effekten av de skadliga allelerna varierar beroende av deras antal har samma sjukdom ofta många olika slags grader av fenotyper. Mitokondrieernas gener är viktiga för cellandningen.

Poäng ges även om man beskriver egenskaper för sjukdomar orsakade av mitokondriala genfel (t.ex ögonsymptoms allmänhet), betydelsen av moderslinjen inom ärftlighetsforskning, nämner sambandet mellan mtDNA och endosymbiosteorin och vet något annat om mtDNA, såsom avsaknaden av introner.

/ 7 p.

#### 4.6 Visa uträkningarnas viktigaste mellansteg i utrymmet reserverat nedan.

- a) Räkna ut kraften som för protonerna genom mitokondriens innermembran vid temperaturen 25 °C då den elektriska potentialskillnaden är -0,18 V dvs. -0,18 J/C, pH på utsidan är 6,7 och på insidan 7,4. Använd följande för att räkna ut denna kraft (Gibbs fria energi):  $\Delta G = F\Delta\Psi - 2,303RT\Delta\text{pH}$ , där Faradays konstant  $F = 96500 \text{ C/mol}$  och gaskonstanten  $R = 8,314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Den första termen  $F\Delta\Psi$  är -17370 J/mol (eller -17,37 kJ/mol)

I den andra termen insätts  $T=298 \text{ K}$  och pH-skillnaden (0,7).

Vi får du summan av den första termen -3994 J/mol.

Sammanlagt -21364 J/mol.

$\Delta G$  är negativ för en möjlig reaktion, men kraften borde till slut ges om ett positivt tal, dvs 21 kJ/mol. (Inverkar inte på poängsättningen)

/ 7 p.

- b) Vilken procentandel av energin kommer från laddningsgradienten och vilken från pH gradienten?

Svaret bör med tillräcklig noggrannhet omfatta följande:

Den första termen representerar laddningsgradienten och den andra termen pH-gradienten

Genom procenträkning får vi dessas andel till 81,3% respektive 18,7%,

/ 3 p.