

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timar. Del 1 skal leverast inn etter 2 timar. Del 2 skal leverast inn seinast etter 5 timar. Du kan begynne å løyse oppgåvene i del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for del 1.
Tillatne hjelpemiddel under eksamen	Del 1: Skrivesaker, passar, linjal og vinkelmålar Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå ope internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemiddel under eksamen, har du ikkje lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måtar å utveksle informasjon med andre på er ikkje tillatne. Du kan ikkje bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarande teknologi.
Bruk av kjelder	Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal du alltid føre dei opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei. Du skal føre opp forfattar og fullstendig tittel på både lærebøker og annan litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat frå internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	Vedlegg 1 Kodon for dei ulike aminosyrene. Vedlegg 2 Eige svarskjema for oppgåve 2.
Vedlegg som skal leverast inn	Vedlegg 2 Eige svarskjema for oppgåve 2 finn du lengst bak i oppgåvesettet.
Informasjon om fleirvalsoppgåva	Oppgåve 2 har 20 fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre <i>eitt</i> rett svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve. Eit blankt svar tel som et feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med <i>eitt</i> svaralternativ: A, B, C <i>eller</i> D. Døme Punktlista beskriv ulike livsstrategiar. 1. kort generasjonstid 2. inga yngelpleie 3. få avkom 4. reproduserer seg fleire gonger Kva livsstrategiar beskriv best ein K-selektert art? A) strategi 1 og 2 B) strategi 1 og 4 C) strategi 2 og 3 D) strategi 3 og 4

	Dersom du meiner svaralternativ D er korrekt, skriv du «D» på svararket i vedlegg 2. Skriv svara for oppgåve 2 i svarskjemaet i vedlegg 2, som ligg heilt til sist i oppgåvesettet. Svarskjemaet skal rivast laus frå oppgåvesettet og leverast inn. Du skal altså ikkje levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.
Informasjon om vurderinga	Karakteren ved sluttvurderinga blir fastsett etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret. Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt. Sjå eksamensrettleiinga med kjenneteikn på måloppnåing til sentralt gitt skriftleg eksamen. Eksamensrettleiinga finn du på nettsidene til Utdanningsdirektoratet.
Vurdering og vekting	Del 1 vil telja omtrent 40 prosent, og del 2 vil telja omtrent 60 prosent. I Del 1 tel oppgåve 1 og oppgåve 2 omtrent like mykje. I del 2 tel kvar deloppgåve omtrent like mykje.
Kjelder	Sjå kjeldeliste side 51. Andre grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet.

Del 1

Oppgave 1

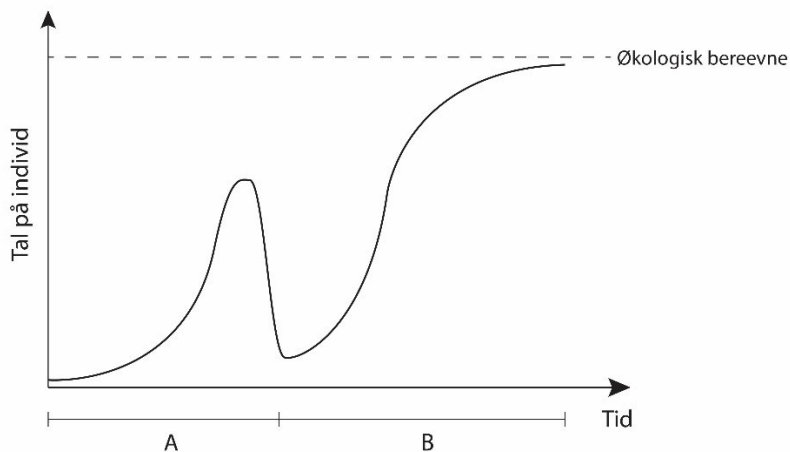
Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.
Kvart svar skal ikkje vere på meir enn éi A4-side.

a) Ta utgangspunkt i feltarbeidet ditt.

1. Beskriv ein metode du brukte for å utforske artsmangfaldet i økosystemet.
2. Vel ein andrekonsument/sekundærkonsument og beskriv korleis han er tilpassa ein abiotisk faktor i økosystemet.

b) Samanlikn den oksidative fosforyleringa i celleandinga og den lysavhengige delen / fotodelen av fotosyntesen.

c) Kurva beskriv populasjonsstorleiken som funksjon av tida.



Beskriv endringane i talet på individ i perioden A og i perioden B. Gjer greie for to faktorar som kan forklare endringane i periode A, og to faktorar som kan forklare endringane i periode B.

d) Gjer greie for likskapar og skilnader mellom allopatrisk og sympatrisk artsdanning.

Oppgåve 2 Fleirvalsoppgåver

Skriv svara for oppgåve 2 på svarskjemaet i vedlegg 2.

(Du skal altså *ikkje* levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)

- 1 I eit forsøk utførte nokon gelelektroforese på DNA-fragment. Etter 1 time skrudde dei av straumen og målte avstanden som DNA-fragmenta hadde flytta seg. Dei tok opp att forsøket fem gonger ved ulike spenningar.

Kva påstand er rett?

- A) Høgare spenning gjer at DNA-fragmenta flyttar seg lenger.
- B) Høgare spenning gjer at DNA-fragmenta blir kortare.
- C) Lange DNA-fragment flyttar seg lenger enn korte DNA-fragment.
- D) Lange DNA-fragment flyttar seg raskare enn korte DNA-fragment.

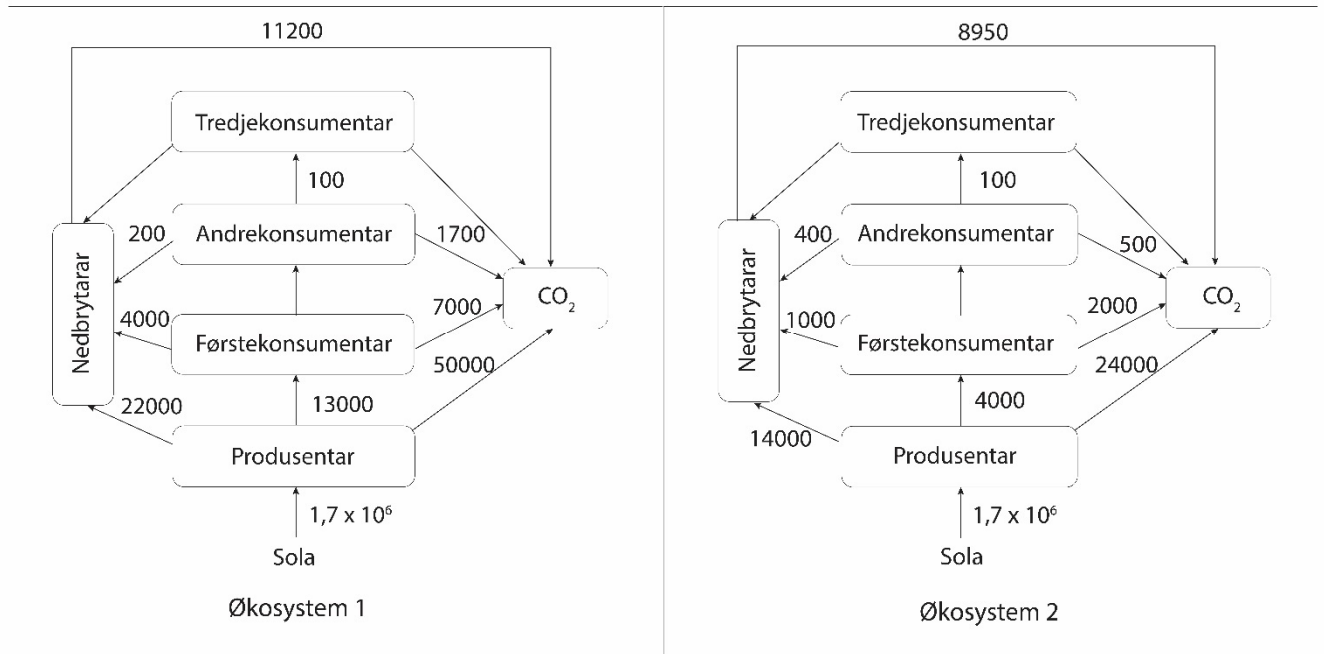
- 2 Nedanfor er det beskrive nokre usemjer om ulv.

- 1. usemje om kva som er den økologiske bereevna for ulv i Sør-Noreg
- 2. usemje om vi skal ha ulv i Noreg
- 3. usemje om kva som er den beste metoden for å anslå storleiken på ulvepopulasjonar
- 4. usemje om kor mykje genflyt som er nødvendig for å halde ved like ein levedyktig ulvepopulasjon
- 5. usemje om kor stor vekstrate ulvepopulasjonen skal ha

Kva for nokre usemjer er døme på interessekonfliktar?

- A) 1 og 2
- B) 2 og 5
- C) 1, 3 og 4
- D) 3, 4 og 5

- 3 Figuren illustrerer delar av energistraumen gjennom to økosystem. Alle talverdiane har eininga kJ per m² per år.



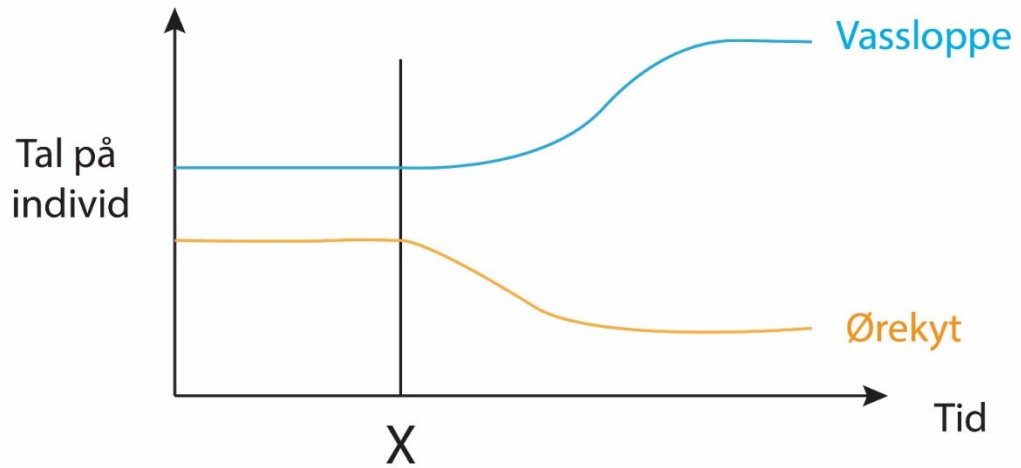
Her ser du to påstandar.

- Den trofiske effektiviteten til andrekonsumentane/sekundærkonsumentane i økosystem 1 er større enn den trofiske effektiviteten til andrekonsumentane i økosystem 2.
- Produsentane i økosystem 1 bind kvart år meir energi per m² enn produsentane i økosystem 2.

Kva for nokre påstandar (1, 2, begge eller ingen) er rette?

- A) ingen av påstandane
- B) berre påstand 1
- C) berre påstand 2
- D) begge påstandane

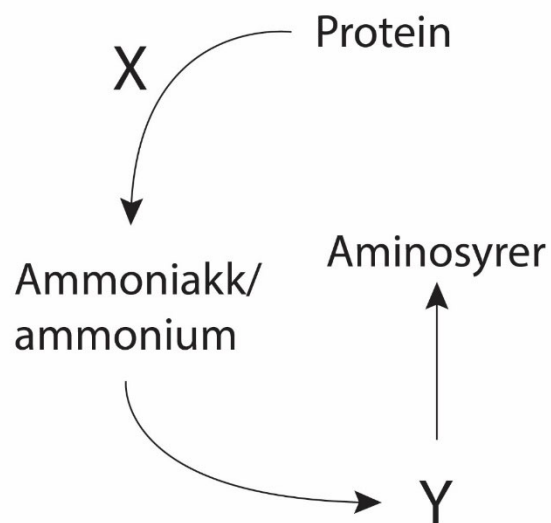
- 4 Kurvene nedanfor beskriv talet på individ av to artar i næringskjeda
grønalge → vassloppe → ørekyt.



Kva kan forklare reduksjonen i talet på individ av ørekyt etter tidspunkt X?

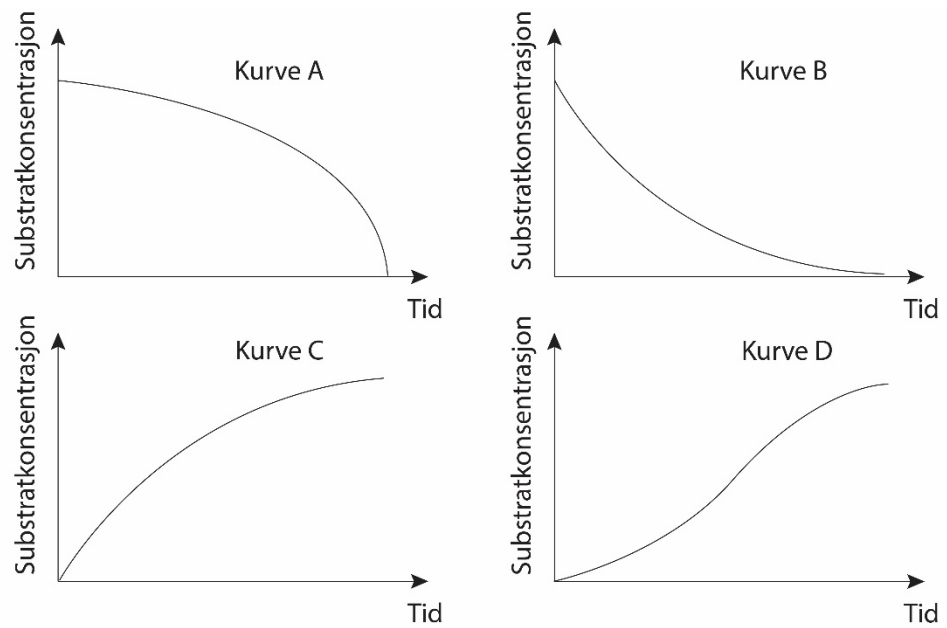
- A) Ein type dødeleg virus angreip vassloppene.
- B) Tilførsel av nitrat auka talet på grønalgar.
- C) Kraftig auke i talet på individ av ein art som har overlappende nisje med vassloppe.
- D) Ein type tredjeforbrukar/tredjekonsument blei sett ut i vatnet og etablerte seg.

5 Kva symboliserer X og Y i figuren?



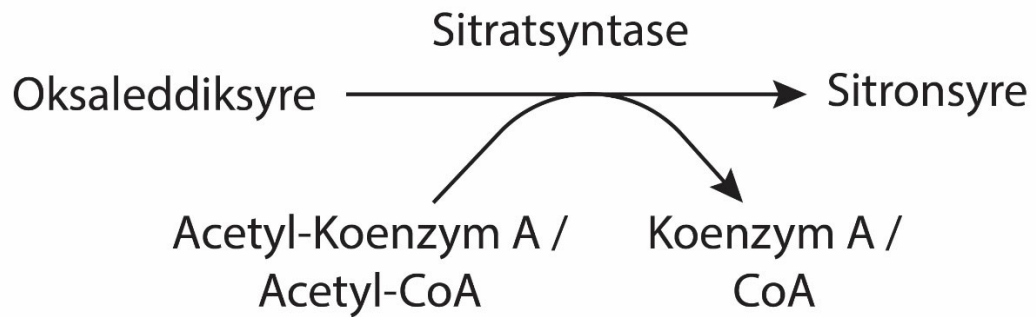
- A) X symboliserer nedbryting, og Y symboliserer nitrat.
- B) X symboliserer nedbryting, og Y symboliserer nitrogenengass.
- C) X symboliserer nitrogenfiksering, og Y symboliserer nitrat.
- D) X symboliserer nitrogenfiksering, og Y symboliserer nitrogenengass.

6 Kva kurve beskriv endringa av substratkonsentrasjonen i ein enzymkatalysert reaksjon?



- A) kurve A
- B) kurve B
- C) kurve C
- D) kurve D

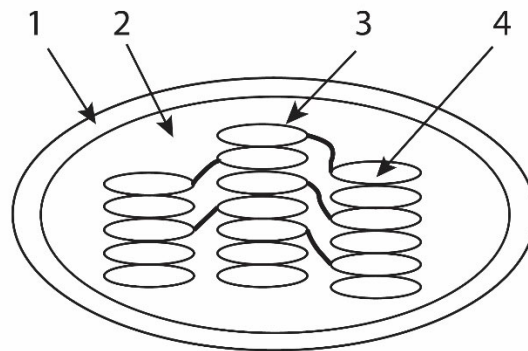
- 7 Figuren illustrerer at enzymet sitratsyntase katalyserer danninga av sitronsyre frå oksaleddiksyre. Aktiviteten til enzymet blir regulert ved negativ tilbakekopling.



Korleis kan vi best beskrive enzymet sitratsyntase?

- A) Enzymet inngår i aerob celleanding og blir hemma av sitronsyre.
- B) Enzymet inngår i aerob celleanding og blir hemma av oksaleddiksyre.
- C) Enzymet inngår i anaerob celleanding og blir hemma av sitronsyre.
- D) Enzymet inngår i anaerob celleanding og blir hemma av oksaleddiksyre.

8 Figuren illustrerer ein kloroplast.



Kva pil peikar på staden der konsentrasjonen av H^+ -ion (proton) aukar under fotosyntesen?

- A) pil 1
- B) pil 2
- C) pil 3
- D) pil 4

9 Kva påstand om energibærarane i fotosyntesen er rett?

- A) Energibærarane blir danna i stroma og transporterte til grana.
- B) Energibærarane blir danna i stroma og brukte i den lysuavhengige delen / syntesedelen.
- C) Energibærarane blir danna i grana og transporterte til tylakoidmembranen.
- D) Energibærarane blir danna i grana og brukt i elektrontransportkjeda.

10 Her ser du trinn i celleandinga.

1. $2\text{H}^+ + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{FAD} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{FADH}_2$
3. Pyrodruesyre/pyruvat blir danna.
4. Koenzym A / CoA går inn i reaksjonen.

I kva rekkjefølgje skjer trinna?

- A) 3, 4, 1, 2
- B) 3, 4, 2, 1
- C) 4, 3, 1, 2
- D) 4, 3, 2, 1

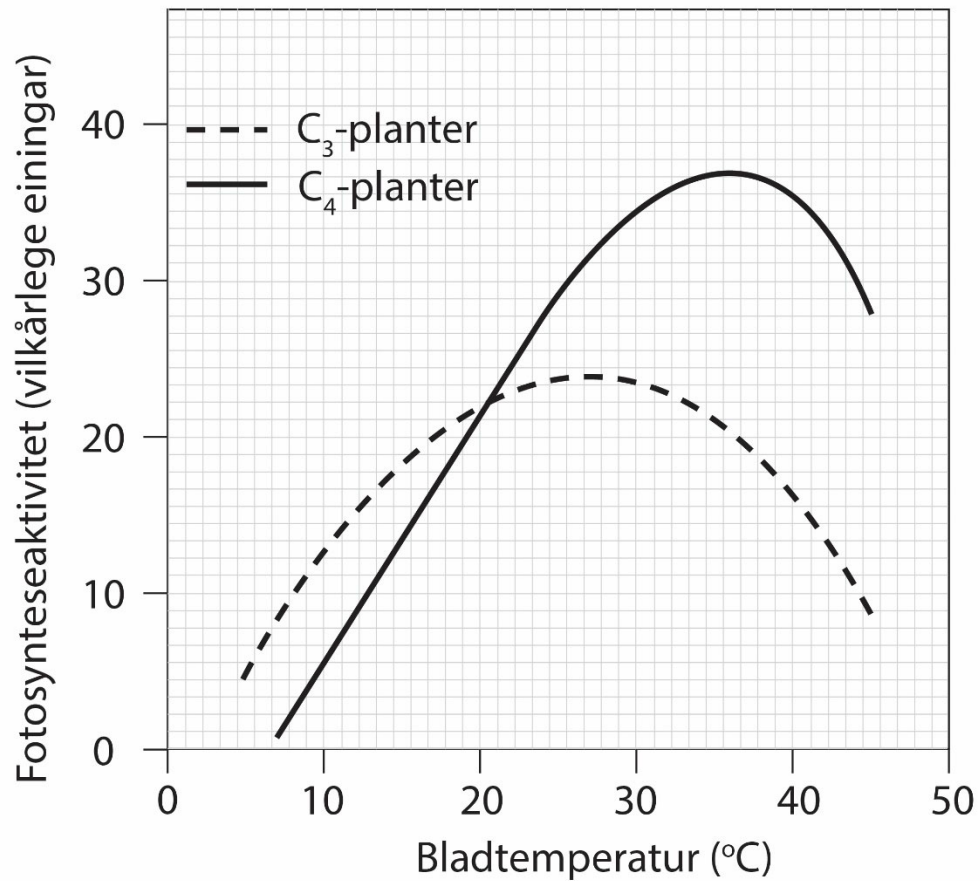
11 Her ser du påstandar om genteknologiske metodar.

1. Restriksjonsenzym limer inn gen i plasmid.
2. Cas9 kuttar DNA etter å ha blitt styrt av gRNA.
3. Virus kan brukast som vektor for overføringa av DNA.

Kva påstandar er rette?

- A) berre påstand 1 og 2
- B) berre påstand 1 og 3
- C) berre påstand 2 og 3
- D) Alle påstandane er rette.

12 Kurvene beskriv fotosynteseaktiviteten i C_3 - og i C_4 -planter som funksjon av temperaturen.



Kva påstand er rett? Bruk kurvene når du svarer.

- A) C_4 -planter har høgare fotosynteseaktivitet enn C_3 -planter ved alle temperaturar.
- B) Den optimale temperaturen for C_4 -planter er cirka 20 °C høgare enn for C_3 -planter.
- C) C_3 - og C_4 -planter har fotosynteseaktivitet lik 20 når bladtemperaturen er 40 °C.
- D) Fotosynteseaktiviteten til C_3 - og C_4 -planter er lik ved 20 °C.

13 Kva påstand om proteinsyntesen er rett?

- A) Det finst berre eitt startkodon.
- B) Etter transkripsjonen blir eksona fjerna.
- C) mRNA kan translaterast i begge retningar.
- D) Det finst 20 ulike tRNA, berre eitt for kvar aminosyre.

- 14 Tenk deg at veng Lengda til ein flugeart blir nedarva ved monohybrid, ikkje-kjønnsbunden arv. Tabellen nedanfor beskriv veng Lengda til kvart av fem individ.

Individ	Vengelengd
1	kort
2	lang
3	kort
4	lang
5	kort

Flugene blei kryssa. Tabellen nedanfor beskriv kryssingane og talet på avkom med lange og med korte venger.

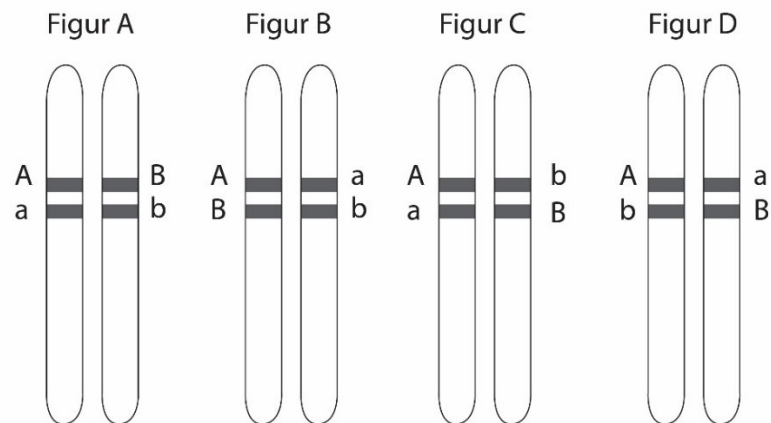
Kryssing	Avkom med lange venger	Avkom med korte venger
1 og 2	37	41
1 og 3	26	79
1 og 5	0	63
2 og 4	88	0

Kva for nokre individ i foreldregenerasjonen hadde heterozygot genotype for veng Lengd?

- A) individa 1 og 2
- B) individa 1 og 3
- C) individa 3 og 5
- D) individa 4 og 5

- 15 To individ med genotypen AaBb blir kryssa. Eigenskapane blir nedarva ved fullstendig dominant arv, og gena er kopla på same måte hos begge foreldra. Anta at overkryssing ikkje skjer.

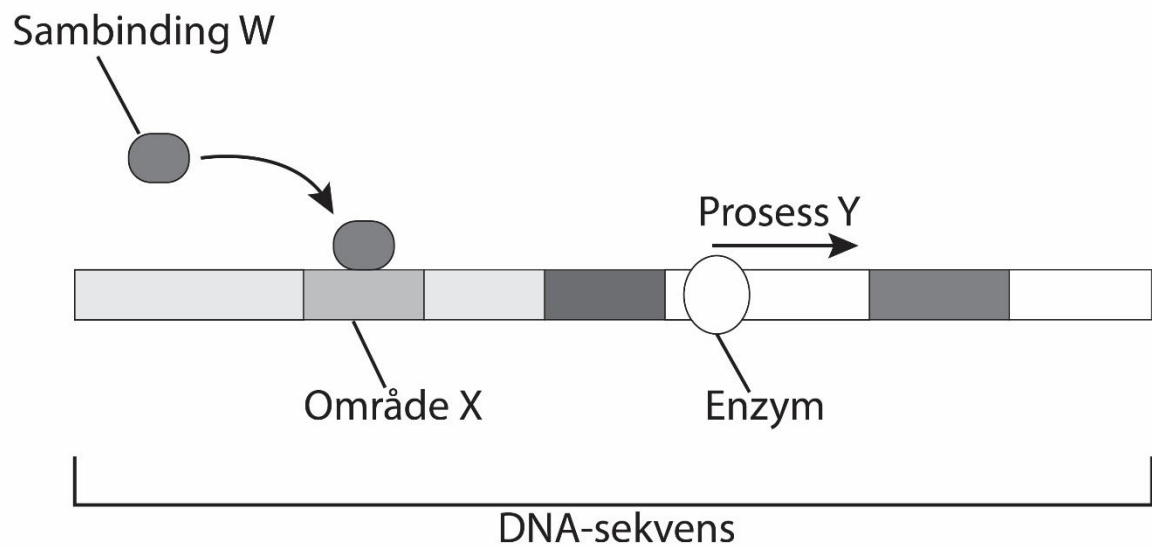
Avkomma var av tre fenotypar.



Kva figur illustrerer best korleis allela/genvariantane sit på kromosoma til foreldra?

- A) figur A
- B) figur B
- C) figur C
- D) figur D

- 16 Figuren illustrerer ein DNA-sekvens der sambindinga W bind seg til området X og gjer at eit enzym katalyserer prosessen Y.



Her ser du tre påstandar.

1. Sambindinga W er ein promotor.
2. Området X er eit ekson.
3. Prosessen Y er ein transkripsjon.

Kva påstandar (éin eller to) om W, X og Y er rette?

- A) berre påstand 1
- B) berre påstand 3
- C) påstand 1 og 2
- D) påstand 2 og 3

- 17 Tabellen nedanfor beskriv allel/genvariantar i fire gen hos fem individ av ein art. Dei to tala i kvar rute er talet på basepar i kvart allel. Som eksempel har gen 1 hos individ 1 allel med 110 og 125 basepar.

Gen	Talet på basepar per allel				
	Individ 1 (allel 1, allel 2)	Individ 2 (allel 1, allel 2)	Individ 3 (allel 1, allel 2)	Individ 4 (allel 1, allel 2)	Individ 5 (allel 1, allel 2)
Gen 1	110, 125	110, 120	110, 120	125, 130	125, 130
Gen 2	153, 155	150, 153	150, 155	155, 160	150, 160
Gen 3	100, 100	100, 105	100, 107	100, 109	100, 100
Gen 4	234, 248	200, 234	200, 234	200, 248	200, 248

Kven kan vere foreldra til individ 1?

- A) individ 2 og individ 3
- B) individ 2 og individ 4
- C) individ 3 og individ 5
- D) individ 4 og individ 5

18 I tabellen manglar det informasjon i rutene X, Y og Z.

Kilde	Type stamcelle	Kan utviklast til
X	totipotent	
	Y	alle celletypar unnateke morkakeceller
beinmarg		Z

Her ser du påstandar om kva som kan stå i rute X, Y eller Z i tabellen.

1. I rute X kan det stå «befrukta eggcelle».
2. I rute Y kan det stå «multipotent».
3. I rute Z kan det stå «nokre få celletypar».

Kva påstandar (éin eller fleire) er rette?

- A) berre påstand 2
- B) berre påstand 3
- C) påstand 1 og 2
- D) påstand 1 og 3

19 Ein populasjon svaler utvikla kortare venger. Kva type seleksjon er dette eit døme på?

- A) stabiliserande
- B) splittande/disruptiv
- C) kunstig
- D) retta/retningsbestemt

20 Kva for hending er eit døme på genetisk drift?

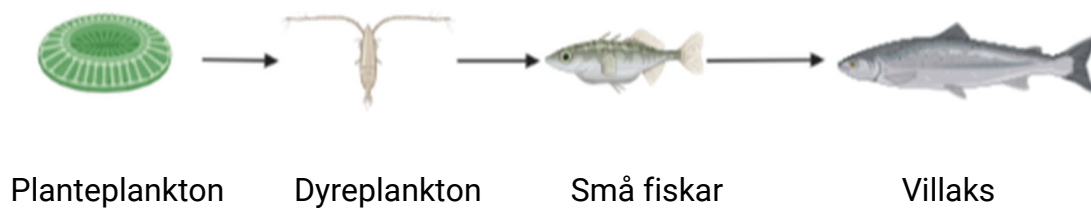
- A) Ein tilfeldig mutasjon gjer at allel/genvariant A oppstår i éin populasjon, men ikkje i ein annan.
- B) Frekvensen til allel R aukar til 1,0 fordi individ med genotype rr er sterile.
- C) Allel g blir vekke frå ein populasjon fordi eit virus tilfeldigvis drep alle individa som har allelet.
- D) Eit allel for lagring av feitt aukar i ein populasjon fordi individ som lagrar feitt, har større sjanse for å overleve.

Blank side, bla om til del 2

Del 2

Oppgåve 3

Laks (*Salmo salar*) er ein økonomisk viktig art for Noreg. Vi skil mellom oppdrettslaks og villaks, men dei blir rekna som same art. Villaks er eit rovdyr høgt oppe i næringskjeda, mens oppdrettslaks blir fôra med pellets. Pellets er laga av 70 % planter (som soya) og 30 % marine råvarer (som fiskeolje og fiskemjøl).



Figur 1A. Næringskjede for villaks (figuren er laga med Biorender).

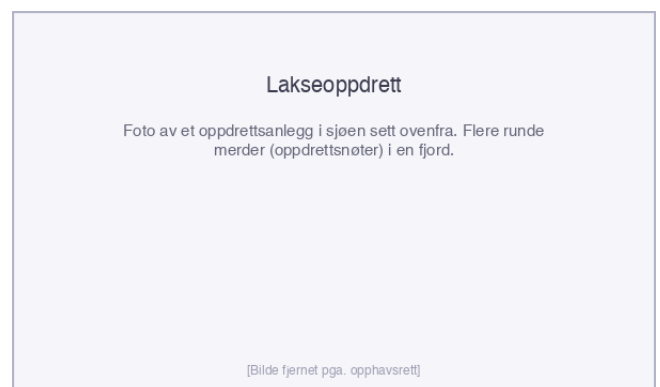


Figur 1B. Næringskjede for oppdrettslaks (figuren er laga med Biorender).

- a) Gjer greie for to fordelar ved å auke andelen planter i laksefôret. Bruk figur 1A og 1B når du svarer.

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er ein parasitt som lever på laksefisk.

I merdane bruker ein kjemiske middel for å nedkjempe lakselus.



Figur 2. Oppdrettsanlegg med merdar.

- b) Beskriv korleis lakselusa kan utvikle resistens mot dei kjemiske midla som blir brukt for å nedkjempe den.

Laks rømmer frå merdane i oppdrettsanlegg, og dei kan formeire seg med villaks.

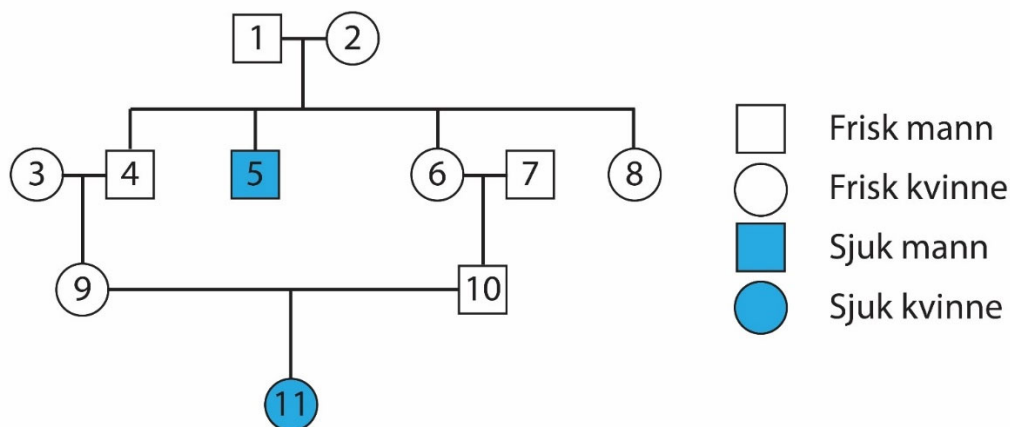
- c) Forklar kvifor kryssing mellom villaks og rømt oppdrettslaks kan føre til nedgang i populasjonane av villaks.

Fiskeoppdrett aukar tilførselen av fosfor- og nitrogenhaldige næringssalt til havet.

- d) Gjer greie for korleis auka tilførsel av næringssalt kan påverke artsmangfaldet i havet.

Oppgave 4

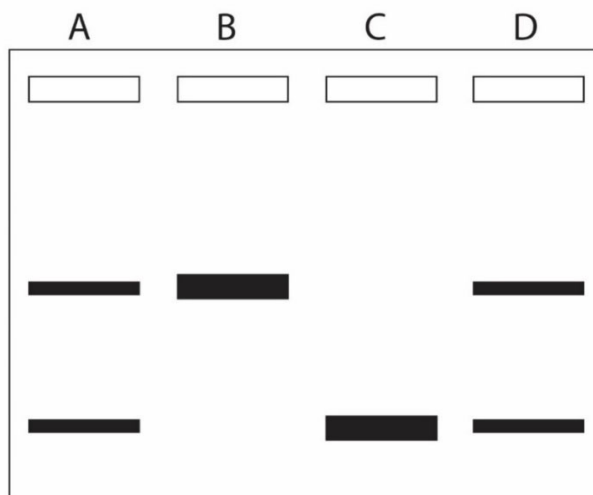
Stamtavla (figur 3) beskriv førekomsten av ein arveleg sjukdom i ein familie.



Figur 3. Stamtavle som beskriv førekomsten av sjukdommen i ein familie.

a) Korleis blir sjukdommen nedarva? Grunngi svaret ditt.

Den arvelege sjukdommen i figur 3 kjem av ein insersjon. Fire familiemedlemmer (figur 3) testar seg for å vite om dei har sjukdomsgenet. Figur 4 illustrerer resultatet frå ein gentest (PCR-test). Dei fire familiemedlemmene er merkte A, B, C og D i figur 4.



Figur 4. Resultatet frå gelelektroforese av genet som kan gi sjukdommen. Prøvene blei tekne frå fire personar frå stamtavla i figur 3.

b) Gjer greie for resultata frå gelelektroforesen for dei fire personane A, B, C og D. Foreslå fire av personane 1–11 i stamtavla som kan passe til resultata A–D i gelelektroforesen.

Ein annan sjukdom, PAH-mangel, kjem av ein mutasjon i eit gen (PAH-genet) som kodar for enzymet PAH. Det er beskive mange ulike mutasjonar i PAH-genet, og dei fleste er substitusjonar av éin base i genet. Tabellen nedanfor beskriv nokre av mutasjonane, og seier også noko om kor alvorleg sjukdom dei gir.

Tabell 1. Døme på mutasjonar (substitusjonar) i PAH-genet som kan gi sjukdom.

Mutasjon	Posisjonen i genet (triplett-nummeret)	Normal DNA-triplett	Aminosyra i normalt enzym	Mutert DNA-triplett	Aminosyra i endra enzym	Sjukdom (homozygot genotype)
P	71	GCA	arginin	GTA	histidin	mild
Q	87	TCG	1	GCG	arginin	mild
R	89	GGG	prolin	AGG	serin	mild
S	261	GCT	arginin	GTT	glutamin	alvorleg
T	280	2	glutamin	TTC	lysin	alvorleg
U	281	GGG	prolin	GAG	leucin	alvorleg

- c)
1. To av rutene i tabellen ovanfor manglar informasjon. Gi opp DNA-tripletten og aminosyra som manglar. Bruk vedlegg 1.
 2. Bruk informasjon i tabellen til å foreslå kvifor mutasjonane P, Q og R gir mild sjukdom, mens mutasjonane S, T og U gir alvorleg sjukdom. Grunngi svaret ditt.

Ein annan verknad av mutasjonen i PAH-genet er at det blir mangel på pigmentet melanin. Mangel på melanin gir lysare hudfarge. Figur 5 illustrerer danninga av pigmentet melanin.



Figur 5. Danninga av pigmentet melanin.

- d) Forklar kvifor personar med PAH-mangel har lysare hudfarge.

Både PAH-mangel og tyrosinase-mangel blir nedarva recessivt. Genet for PAH og genet for tyrosinase er ikkje kopla. Ei kvinne som har PAH-mangel, er berar av allelet/genvarianten som gir tyrosinase-mangel. Kvinna får barn med ein mann som er heterozygot for begge eigenskapane.

- e) Kor høg andel av barna vil ha lysare hudfarge? Vis kryssingsskjemaet.

Oppgave 5

Forskarar undersøkte korleis temperaturen og lysintensiteten påverkar fotosyntesen til ei plante. Forskarane undersøkte også korleis celleandinga til planta endra seg med temperaturen. Tabellen nedanfor beskriv resultatata.

Tabell 2. CO₂ bunde i fotosyntesen ved ulike lysintensitetar og ulike temperaturar, og CO₂ produsert i celleanding ved ulike temperaturar.

Temperatur (°C)	CO ₂ bunde i fotosyntesen (mg per g plante per time)			CO ₂ produsert i celleanding (mg per g plante per time)
	Låg lysintensitet	Middels lysintensitet	Høg lysintensitet	
0	0,8	0,8	0,8	0,1
5	1,5 (A)	1,7	1,7	0,2
10	1,9	2,1	2,2	0,3
15	2,2	2,6	2,8	0,5
20	2,4	2,9	3,3	0,7
25	2,3	3,0 (B)	3,6	0,9
30	2,1	2,9	3,7	1,1
35	1,8	2,5	3,5	1,3

- a) To av målingane i tabellen er merkte høvesvis A og B. Kva faktorar er det som avgrensar fotosynteseaktiviteten i desse to tilfella? Grunngi svaret ditt.

I området der planta veks, vil det bli meir overskygga vêr, og den gjennomsnittlege sommartemperaturen vil stige frå 13 °C til 15 °C.

- b) Vurder korleis desse endringane vil påverke veksten hos planta. Bruk informasjon om fotosyntese og celleanding frå tabellen, og annan relevant kunnskap.

Kjelder/kilder

Foto oppdrettsmerd: Marius Fiskum, www.fototopia.no

Tabell 1: Zschocke, J. 2003. Phenylketonuria Mutations in Europe. Human Mutation 21, s. 345–356.

Vedlegg 1 Kodon for dei ulike aminosyrene / Kodon for de ulike aminosyrene

1. base	2. base				3. base
	U	C	A	G	
U	Fenylalanin	Serin	Tyrosin	Cystein	U
	Fenylalanin	Serin	Tyrosin	Cystein	C
	Leucin	Serin	Stopp	Stopp	A
	Leucin	Serin	Stopp	Tryptofan	G
C	Leucin	Prolin	Histidin	Arginin	U
	Leucin	Prolin	Histidin	Arginin	C
	Leucin	Prolin	Glutamin	Arginin	A
	Leucin	Prolin	Glutamin	Arginin	G
A	Isoleucin	Treonin	Asparagin	Serin	U
	Isoleucin	Treonin	Asparagin	Serin	C
	Isoleucin	Treonin	Lysin	Arginin	A
	Metionin	Treonin	Lysin	Arginin	G
G	Valin	Alanin	Asparaginsyre	Glycin	U
	Valin	Alanin	Asparaginsyre	Glycin	C
	Valin	Alanin	Glutaminsyre	Glycin	A
	Valin	Alanin	Glutaminsyre	Glycin	G

Tabellen viser kodona for dei ulike aminosyrene. AUG betyr start proteinsyntese og UAA, UAG og UGA betyr stopp proteinsyntese.

/

Tabellen viser kodonene for de ulike aminosyrene. AUG betyr start proteinsyntese og UAA, UAG og UGA betyr stopp proteinsyntese.

Blank side

Blank side

Vedlegg 2 Svarskjema for oppgåve 2 / Svarskjema for oppgave 2

Kandidatnummer: _____

Totalt tal på sider i svaret på del 1 /

Totalt antall sider i besvarelsen på del 1: _____

Oppgåve 2 / Oppgave 2	Skriv <i>eitt</i> av svaralternativa A, B, C eller D her: / Skriv <i>ett</i> av svaralternativene A, B, C eller D her:
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	
8)	
9)	
10)	
11)	
12)	
13)	
14)	
15)	
16)	
17)	
18)	
19)	
20)	

*Vedlegg 2 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgåve 1.
Vedlegg 2 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 1.*