

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer. Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.
Tillatte hjelpemidler under eksamen	Del 1: Skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemidler under eksamen, har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
Bruk av kilder	Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem. Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	Vedlegg 1 Kodon for de ulike aminosyrene. Vedlegg 2 Eget svarskjema for oppgave 2.
Vedlegg som skal leveres inn	Vedlegg 2 Eget svarskjema for oppgave 2 finner du bakerst i oppgavesettet.
Informasjon om flervalgsoppgaven	Oppgave 2 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Et blankt svar teller som et feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C <i>eller</i> D. Eksempel Punktlista beskriver ulike livsstrategier. 1. kort generasjonstid 2. ingen yngelpleie 3. få avkom 4. reproduserer seg flere ganger Hvilke livsstrategier beskriver best en K-selektert art? A) strategi 1 og 2 B) strategi 1 og 4 C) strategi 2 og 3 D) strategi 3 og 4

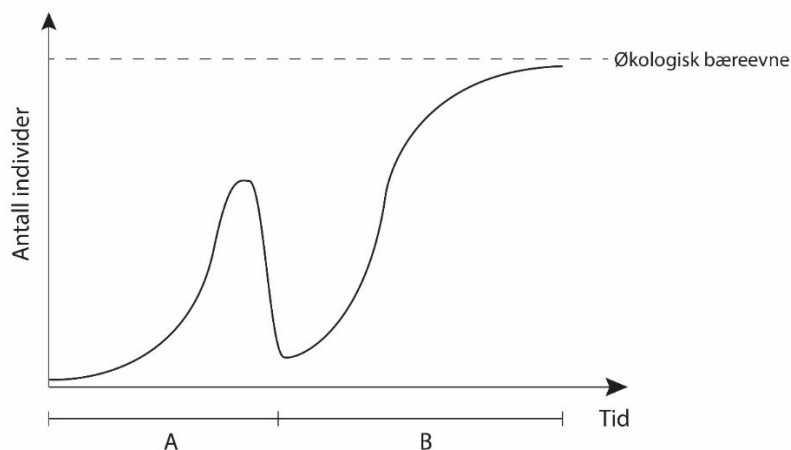
	Dersom du mener svaralternativ D er korrekt, skriver du «D» på svararket i vedlegg 2. Skriv svarene for oppgave 2 i svarskjemaet i vedlegg 2, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svarskjemaet skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.
Informasjon om vurderingen	Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen. De to delene av besvarelsen, del 1 og del 2, blir vurdert under ett. Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.
Vurdering og vekting	Del 1 vil telle omtrent 40 prosent, og del 2 vil telle omtrent 60 prosent. I del 1 teller oppgave 1 og oppgave 2 omtrent like mye. I del 2 teller hver deloppgave omtrent like mye.
Kilder	Se kildelista på side 51. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.

Del 1

Oppgave 1

Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.
Hvert svar skal ikke være på mer enn én A4-side.

- a) Ta utgangspunkt i feltarbeidet ditt.
1. Beskriv en metode du brukte for å utforske artsmangfoldet i økosystemet.
 2. Velg en andrekonsument/sekundærkonsument og beskriv hvordan den er tilpasset en abiotisk faktor i økosystemet.
- b) Sammenlign den oksidative fosforyleringen i celleåndingen og den lysavhengige delen / fotodelen av fotosyntesen.
- c) Kurven beskriver populasjonsstørrelsen som funksjon av tiden.



Beskriv endringene i antallet individer i perioden A og i perioden B. Gjør rede for to faktorer som kan forklare endringene i periode A, og to faktorer som kan forklare endringene i periode B.

- d) Gjør rede for likheter og forskjeller mellom allopatrisk og sympatrisk artsdannelse.

Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på svarskjemaet i vedlegg 2.

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

- 1 I et forsøk utførte noen gelelektroforese på DNA-fragmenter. Etter 1 time skrudde de av strømmen og målte avstanden som DNA-fragmentene hadde beveget seg. De gjentok forsøket fem ganger ved ulike spenninger.

Hvilken påstand er riktig?

- A) Høyere spenning gjør at DNA-fragmentene beveger seg lenger.
- B) Høyere spenning gjør at DNA-fragmentene blir kortere.
- C) Lange DNA-fragmenter beveger seg lenger enn korte DNA-fragmenter.
- D) Lange DNA-fragmenter beveger seg raskere enn korte DNA-fragmenter.

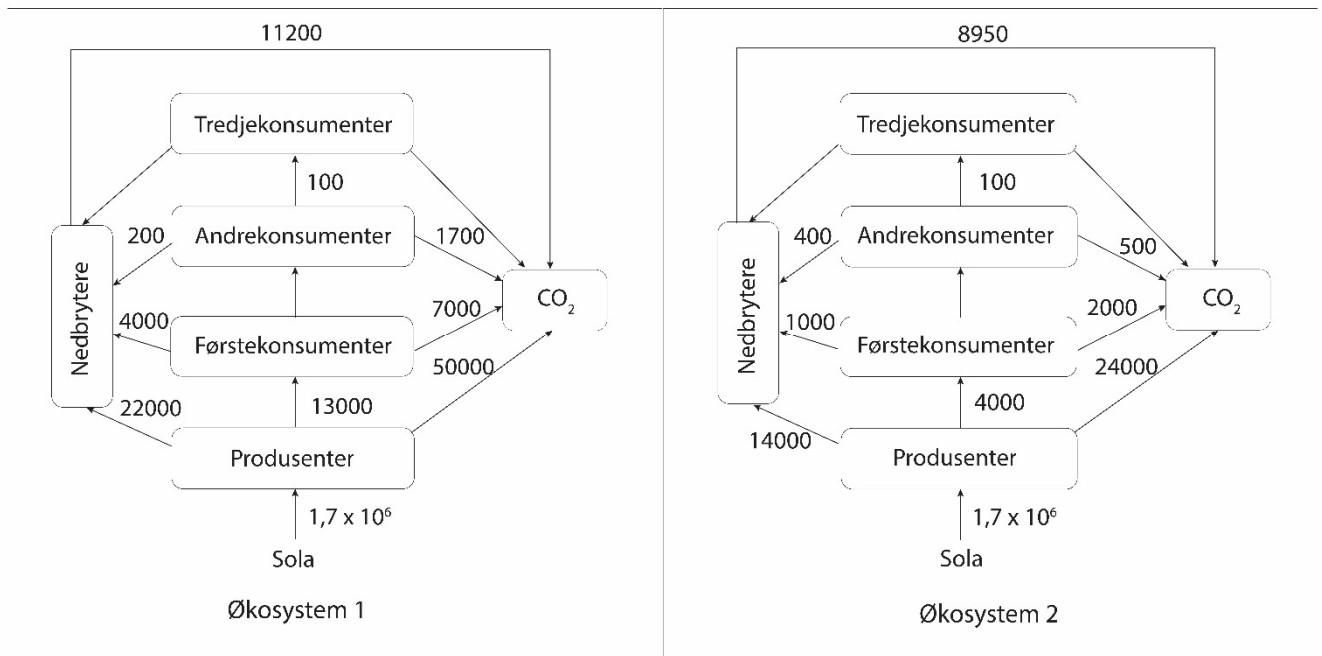
- 2 Nedenfor er det beskrevet noen uenigheter om ulv.

- 1. uenighet om hva som er den økologiske bæreevnen for ulv i Sør-Norge
- 2. uenighet om vi skal ha ulv i Norge
- 3. uenighet om hva som er den beste metoden for å anslå størrelsen på ulvepopulasjoner
- 4. uenighet om hvor mye genflyt som er nødvendig for å opprettholde en levedyktig ulvepopulasjon
- 5. uenighet om hvor stor vekstrate ulvepopulasjonen skal ha

Hvilke uenigheter er eksempler på interessekonflikter?

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

- 3 Figuren illustrerer deler av energistrømmen gjennom to økosystemer. Alle tallverdiene har enheten kJ per m² per år.



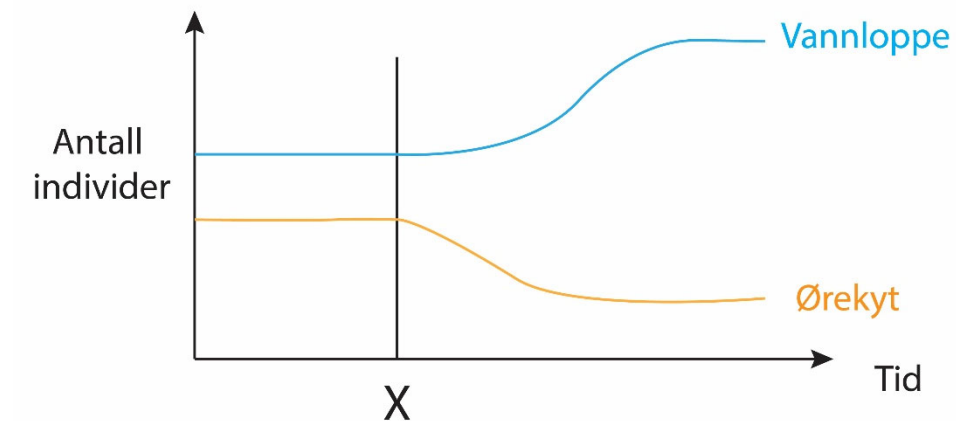
Her ser du to påstander.

1. Den trofiske effektiviteten til andrekonsumenterne/sekundærkonsumenterne i økosystem 1 er større enn den trofiske effektiviteten til andrekonsumenterne i økosystem 2.
2. Produsentene i økosystem 1 binder hvert år mer energi per m² enn produsentene i økosystem 2.

Hvilke påstander (1, 2, begge eller ingen) er riktige?

- A) ingen av påstandene
- B) bare påstand 1
- C) bare påstand 2
- D) begge påstandene

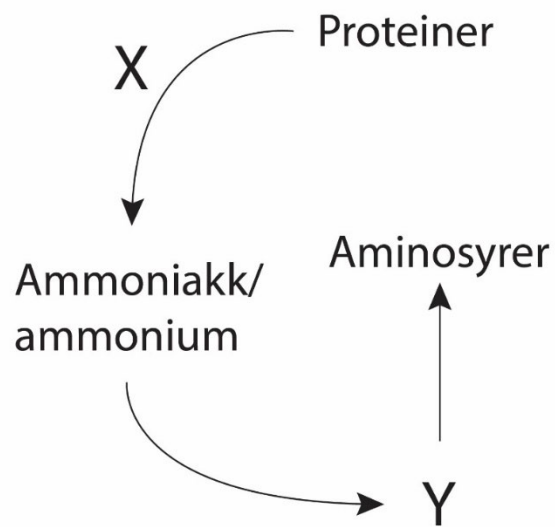
- 4 Kurvene nedenfor beskriver antallet individer av to arter i næringskjeden
grønnalge → vannloppe → ørekyt.



Hva kan forklare reduksjonen i antallet individer av ørekyt etter tidspunkt X?

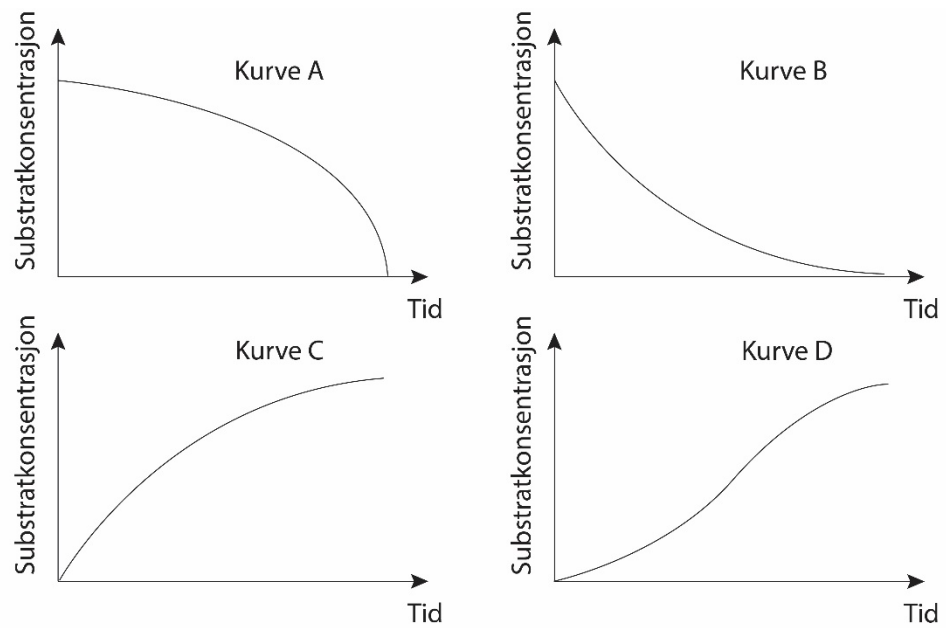
- A) En type dødelig virus angrep vannloppene.
- B) Tilførsel av nitrat økte antallet grønnalger.
- C) Kraftig økning i antallet individer av en art som har overlappende nisje med vannloppe.
- D) En type tredjeforbruker/tredjekonsument ble satt ut i vannet og etablerte seg.

5 Hva symboliserer X og Y i figuren?



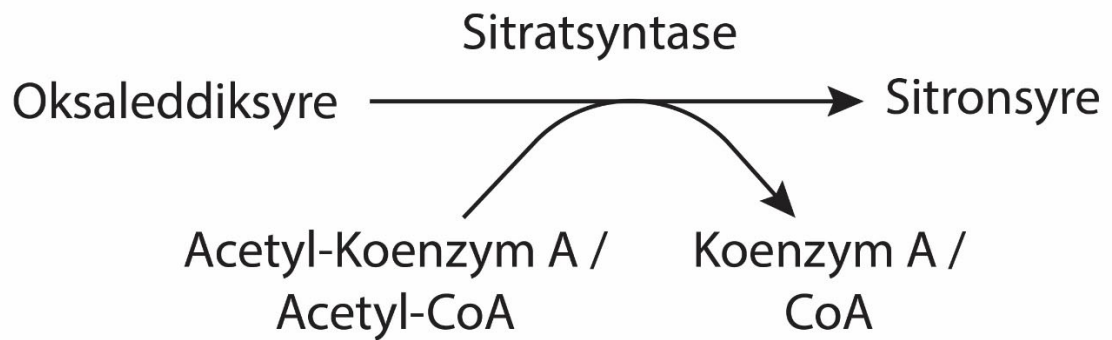
- A) X symboliserer nedbryting, og Y symboliserer nitrat.
- B) X symboliserer nedbryting, og Y symboliserer nitrogengass.
- C) X symboliserer nitrogenfiksering, og Y symboliserer nitrat.
- D) X symboliserer nitrogenfiksering, og Y symboliserer nitrogengass.

6 Hvilken kurve beskriver endringen av substratkonsentrasjonen i en enzymkatalysert reaksjon?



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

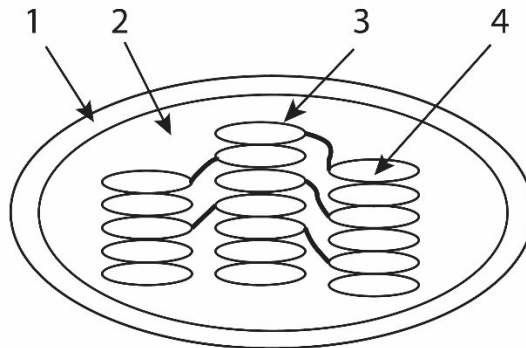
- 7 Figuren illustrerer at enzymet sitratsyntase katalyserer dannelsen av sitronsyre fra oksaleddiksyre. Aktiviteten til enzymet reguleres ved negativ tilbakekobling.



Hvordan kan vi best beskrive enzymet sitratsyntase?

- A) Enzymet inngår i aerob celleånding og hemmes av sitronsyre.
- B) Enzymet inngår i aerob celleånding og hemmes av oksaleddiksyre.
- C) Enzymet inngår i anaerob celleånding og hemmes av sitronsyre.
- D) Enzymet inngår i anaerob celleånding og hemmes av oksaleddiksyre.

8 Figuren illustrerer en kloroplast.



Hvilken pil peker på stedet der konsentrasjonen av H^+ -ioner (protoner) øker under fotosyntesen?

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

9 Hvilken påstand om energibærerene i fotosyntesen er riktig?

- A) Energibærerene blir dannet i stroma og transportert til grana.
- B) Energibærerene blir dannet i stroma og brukt i den lysuavhengige delen / syntesedelen.
- C) Energibærerene blir dannet i grana og transportert til tylakoidmembranen.
- D) Energibærerene blir dannet i grana og brukt i elektrontransportkjeden.

10 Her ser du trinn i celleåndingen.

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 dannes.
4. Koenzym A / CoA går inn i reaksjonen.

I hvilken rekkefølge skjer trinnene?

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

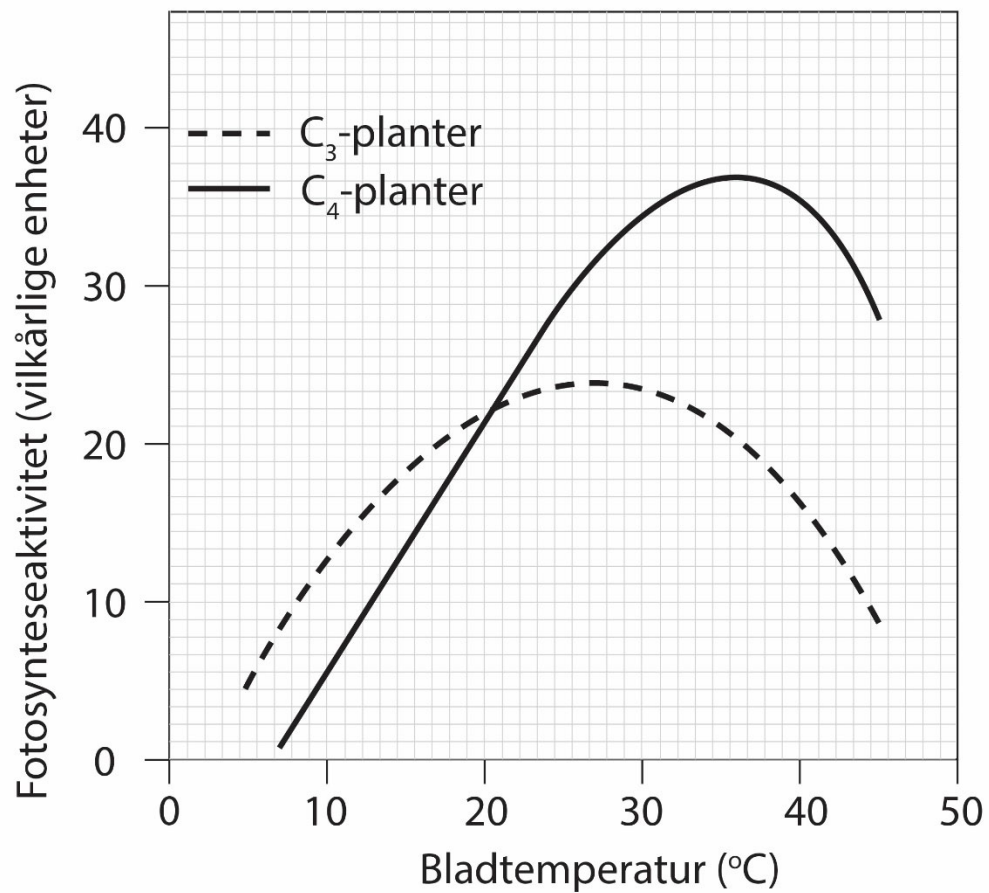
11 Her ser du påstander om genteknologiske metoder.

1. Restriksjonsenzymer limer inn gener i plasmider.
2. Cas9 kutter DNA etter å ha blitt styrt av gRNA.
3. Virus kan brukes som vektor for overføringen av DNA.

Hvilke påstander er riktige?

- A) bare påstand 1 og 2
- B) bare påstand 1 og 3
- C) bare påstand 2 og 3
- D) Alle påstandene er riktige.

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



Hvilken påstand er riktig? Bruk kurvene når du svarer.

- A) C_4 -planter har høyere fotosynteseaktivitet enn C_3 -planter ved alle temperaturer.
- B) Den optimale temperaturen for C_4 -planter er cirka 20 °C høyere 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 Hvilken påstand om proteinsyntesen er riktig?

- A) Det finnes bare ett startkodon.
- B) Etter transkripsjonen fjernes eksonene.
- C) mRNA kan translateres i begge retninger.
- D) Det finnes 20 ulike tRNA, bare ett for hver aminosyre.

- 14 Tenk deg at vingelengden til en flueart blir nedarvet ved monohybrid, ikke-kjønnsbundet arv. Tabellen nedenfor beskriver vingelengden til hvert av fem individer.

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

Fluene ble krysset. Tabellen nedenfor beskriver krysningene og antallet avkom med lange og med korte vinger.

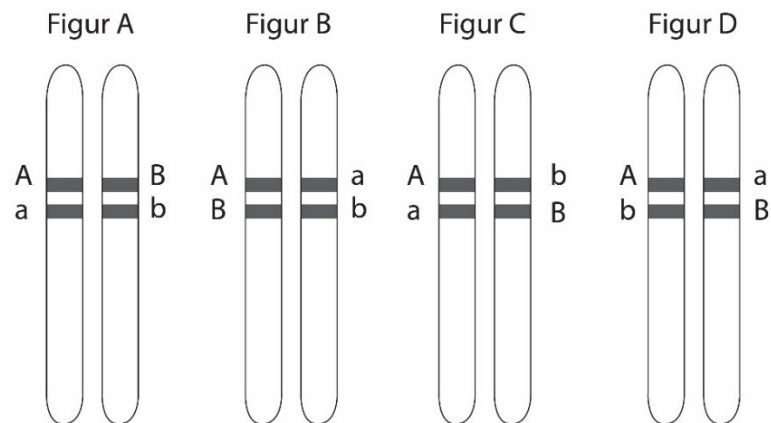
Krysning	Avkom med lange vinger	Avkom med korte vinger
1 og 2	37	41
1 og 3	26	79
1 og 5	0	63
2 og 4	88	0

Hvilke individer i foreldregenerasjonen hadde heterozygot genotype for vingelengde?

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

- 15 To individer med genotypen AaBb krysses. Egenskapene blir nedarvet ved fullstendig dominant arv, og genene er koblet på samme måte hos begge foreldrene. Anta at overkrysning ikke skjer.

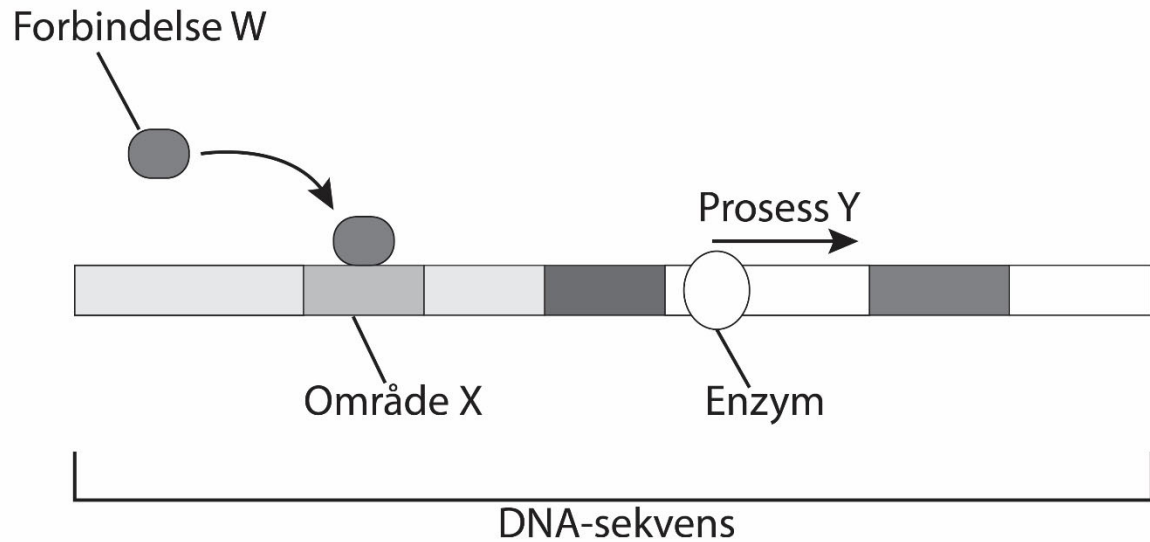
Avkommene var av tre fenotyper.



Hvilken figur illustrerer best hvordan allelene/genvariantene sitter på kromosomene til foreldrene?

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

- 16 Figuren illustrerer en DNA-sekvens der forbindelsen W binder seg til området X og gjør at et enzym katalyserer prosessen Y.



Her ser du tre påstander.

1. Forbindelsen W er en promotor.
2. Området X er et ekson.
3. Prosessen Y er en transkripsjon.

Hvilke påstander (én eller to) om W, X og Y er riktige?

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

- 17 Tabellen nedenfor beskriver alleler/genvarianter i fire gener hos fem individer av en art. De to tallene i hver rute er antallet basepar i hvert allel. Som eksempel har gen 1 hos individ 1 alleler med 110 og 125 basepar.

Gen	Antallet 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

Hvem kan være foreldrene 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 mangler det informasjon i rutene X, Y og Z.

Kilde	Type stamcelle	Kan utvikles til
X	totipotent	
	Y	alle celletyper unntatt morkakeceller
beinmarg		Z

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

1. I rute X kan det stå «befruktet eggcelle».
2. I rute Y kan det stå «multipotent».
3. I rute Z kan det stå «noen få celletyper».

Hvilke påstander (én eller flere) er riktige?

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

19 En populasjon svaler utviklet kortere vinger. Hvilken type seleksjon er dette et eksempel på?

- A) stabiliserende
- B) splittende/disruptiv
- C) kunstig
- D) rettet/retningsbestemt

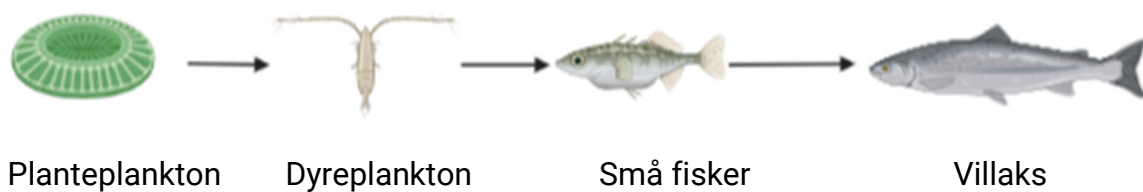
20 Hvilken hendelse er et eksempel på genetisk drift?

- A) En tilfeldig mutasjon gjør at allel/genvariant A oppstår i én populasjon, men ikke i en annen.
- B) Frekvensen til allel R øker til 1,0 fordi individer med genotype rr er sterile.
- C) Allel g blir borte fra en populasjon fordi et virus tilfeldigvis dreper alle individene som har allelet.
- D) Et allel for lagring av fett øker i en populasjon fordi individer som lagrer fett, har større sjanse for å overleve.

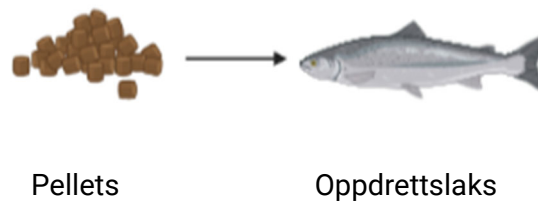
Del 2

Oppgave 3

Laks (*Salmo salar*) er en økonomisk viktig art for Norge. Vi skiller mellom oppdrettslaks og villaks, men de regnes som samme art. Villaks er et rovdyr høyt oppe i næringskjeden, mens oppdrettslaks blir fôret med pellets. Pellets består av 70 % planter (som soya) og 30 % marine råvarer (som fiskeolje og fiskemel).



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



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

- a) Gjør rede for to fordeler ved å øke andelen planter i laksefôret. Bruk figur 1A og 1B når du svarer.

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

I merdene brukes det kjemiske midler for å bekjempe lakselus.



Figur 2. Oppdrettsanlegg med merder.

- b) Beskriv hvordan lakselusa kan utvikle resistens mot de kjemiske midlene som brukes for å bekjempe den.

Laks rømmer fra merdene i oppdrettsanlegg, og de kan formere seg med villaks.

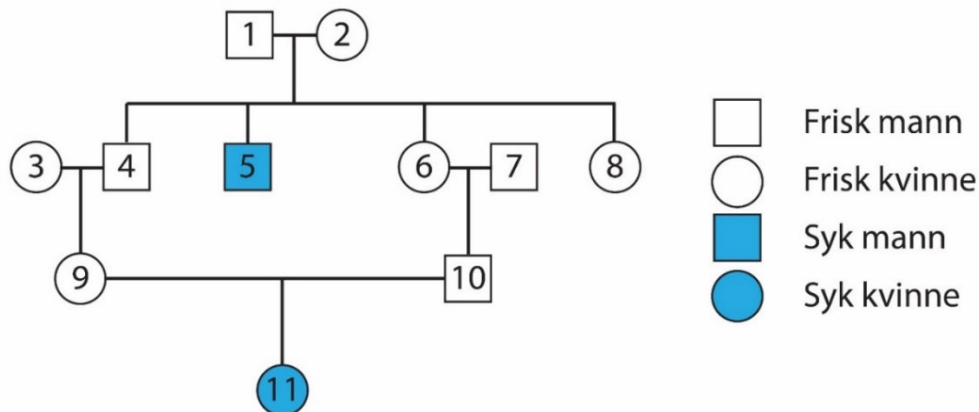
- c) Forklar hvorfor kryssning mellom villaks og rømt oppdrettslaks kan føre til nedgang i populasjonene av villaks.

Fiskeoppdrett øker tilførselen av fosfor- og nitrogenholdige næringssalter til havet.

- d) Gjør rede for hvordan økt tilførsel av næringssalter kan påvirke arts mangfoldet i havet.

Oppgave 4

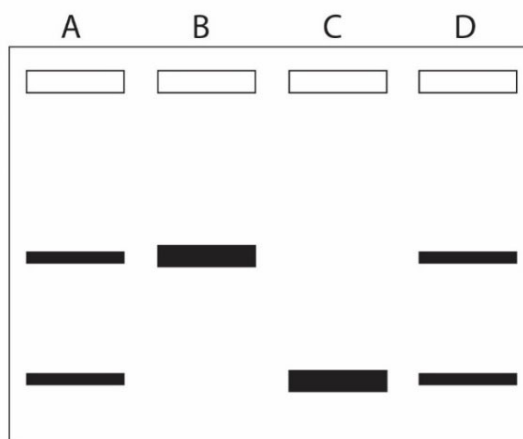
Stamtavlen (figur 3) beskriver forekomsten av en arvelig sykdom i en familie.



Figur 3. Stamtavle som beskriver forekomsten av sykdommen i en familie.

a) Hvordan nedarves sykdommen? Begrunn svaret ditt.

Den arvelige sykdommen i figur 3 skyldes en insersjon. Fire familiemedlemmer (figur 3) tester seg for å vite om de har sykdomsgenet. Figur 4 illustrerer resultatet fra en gentest (PCR-test). De fire familiemedlemmene er merket A, B, C og D i figur 4.



Figur 4. Resultatet fra gelelektroforese av genet som kan gi sykdommen. Prøvene ble tatt fra fire personer fra stamtavlen i figur 3.

b) Gjør rede for resultatene fra gelelektroforesen for de fire personene A, B, C og D. Foreslå fire av personene 1–11 i stamtavlen som kan passe til resultatene A–D i gelelektroforesen.

En annen sykdom, PAH-mangel, skyldes en mutasjon i et gen (PAH-genet) som koder for enzymet PAH. Det er beskrevet mange ulike mutasjoner i PAH-genet, og de fleste er substitusjoner av én base i genet. Tabellen nedenfor beskriver noen av mutasjonene, og sier også noe om hvor alvorlig sykdom de gir.

Tabell 1. Eksempler på mutasjoner (substitusjoner) i PAH-genet som kan gi sykdom.

Mutasjon	Posisjonen i genet (triplett-nummeret)	Normal DNA-triplett	Aminosyren i normalt enzym	Mutert DNA-triplett	Aminosyren i endret enzym	Sykdom (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	alvorlig
T	280	2	glutamin	TTC	lysin	alvorlig
U	281	GGG	prolin	GAG	leucin	alvorlig

- c)
1. To av rutene i tabellen ovenfor mangler informasjon. Oppgi DNA-tripletten og aminosyren som mangler. Bruk vedlegg 1.
 2. Bruk informasjon i tabellen til å foreslå hvorfor mutasjonene P, Q og R gir mild sykdom, mens mutasjonene S, T og U gir alvorlig sykdom. Begrunn svaret ditt.

En annen virkning av mutasjonen i PAH-genet er at det blir mangel på pigmentet melanin. Mangel på melanin gir lysere hudfarge. Figur 5 illustrerer dannelsen av pigmentet melanin.



Figur 5. Dannelsen av pigmentet melanin.

- d) Forklar hvorfor personer med PAH-mangel har lysere hudfarge.

Både PAH-mangel og tyrosinase-mangel blir nedarvet recessivt. Genet for PAH og genet for tyrosinase er ikke koblet. En kvinne som har PAH-mangel, er bærer av allelet/genvarianten som gir tyrosinase-mangel. Kvinnen får barn med en mann som er heterozygot for begge egenskapene.

- e) Hvor høy andel av barna vil ha lysere hudfarge? Vis kryssingsskjemaet.

Oppgave 5

Forskere undersøkte hvordan temperaturen og lysintensiteten påvirker fotosyntesen til en plante. Forskerne undersøkte også hvordan celleåndingen til planten endret seg med temperaturen. Tabellen nedenfor beskriver resultatene.

Tabell 2. CO_2 bundet i fotosyntesen ved ulike lysintensiteter og ulike temperaturer, og CO_2 produsert i celleånding ved ulike temperaturer.

Temperatur (°C)	CO_2 bundet i fotosyntesen (mg per g plante per time)			CO_2 produsert i celleånding (mg per g plante per time)
	Lav lysintensitet	Middels lysintensitet	Høy 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 målingene i tabellen er merket henholdsvis A og B. Hvilke faktorer begrenser fotosynteseaktiviteten i disse to tilfellene? Begrunn svaret ditt.

I området hvor planten vokser, vil det bli mer overskyet vær, og den gjennomsnittlige sommertemperaturen vil stige fra 13 °C til 15 °C.

- b) Vurder hvordan disse endringene vil påvirke veksten hos planten. Bruk informasjon om fotosyntese og celleånding fra tabellen, og annen 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.*