

# Del 1

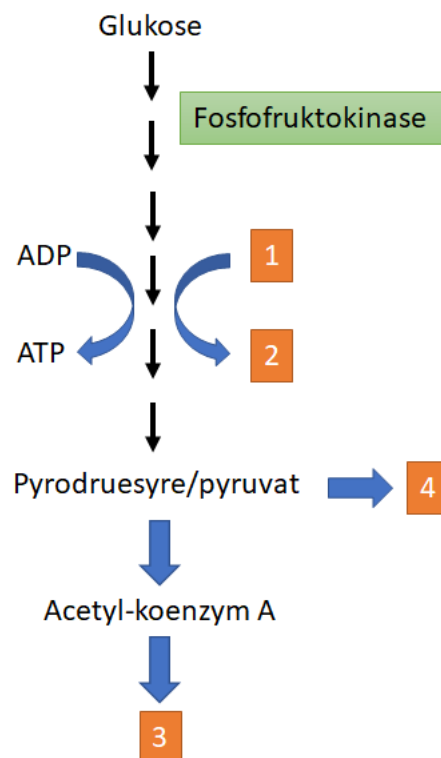
## Oppgave 1

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.

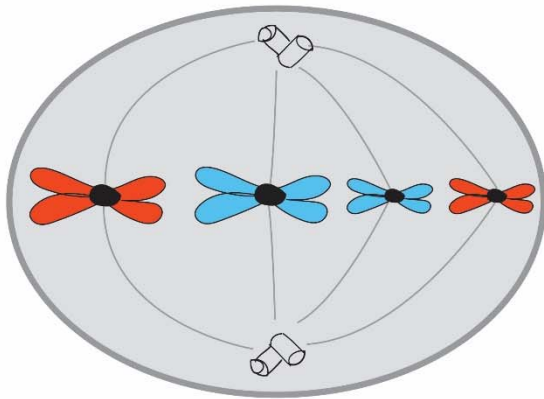
- 1 Skisser en næringskjede med fire ledd. Bruk artsnavn fra feltarbeidet ditt.
- 2 Beskriv i hvilken form (kjemisk forbindelse) nitrogen kommer inn i næringskjeden, går gjennom den og forlater den.

b) Figuren nedenfor viser deler av celleåndingen i en eukaryot celle.

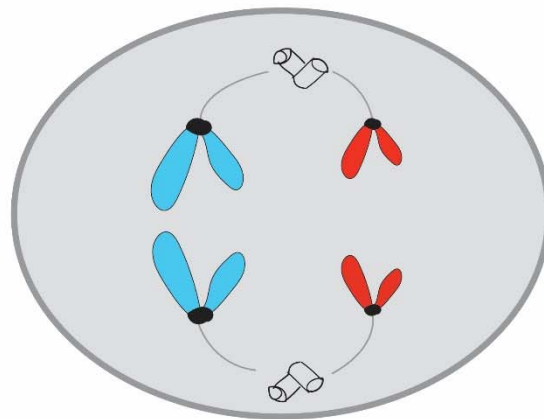


- 1 I figuren representerer tallene 1 og 2 ulike stoffer, og tallene 3 og 4 viser til prosesser i celleåndingen. Hva heter disse stoffene og prosessene?
- 2 Enzymet fosfofruktokinase blir hemmet av ATP og stimulert av ADP. Beskriv hvordan dette kan regulere nedbrytingen av glukose.

- c) Beskriv hvordan vi kan genmodifisere bakterier slik at de produserer menneskelig protein.
- d) Figuren nedenfor viser to celler fra **samme** organisme. Den ene cellen er i en fase i meiosen, og den andre er i en fase i mitosen.



Celle A



Celle B

Avgjør hvilken celle som er i en fase i meiosen, og hvilken celle som er i en fase i mitosen. Begrunn svaret ditt. Vis til figuren når du svarer.

## Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

**Skriv svarene for oppgave 2 på svarskjemaet i vedlegg 1.**

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

- 1) Enzymet katalase kan katalysere reaksjonen der oksyngengass dannes fra hydrogenperoksid. Gjærceller er en kilde til enzymet, og blynitrat påvirker enzymets aktivitet.

Hvert av seks glass inneholdt 25 mL hydrogenperoksidløsning og 10 mL gjærløsning, og i et forsøk ble hvert glass tilsatt 10 mL blynitrat av ulik konsentrasjon. Mengden oksyngengass som ble produsert i hvert glass i løpet av de første 15 minuttene, ble målt.

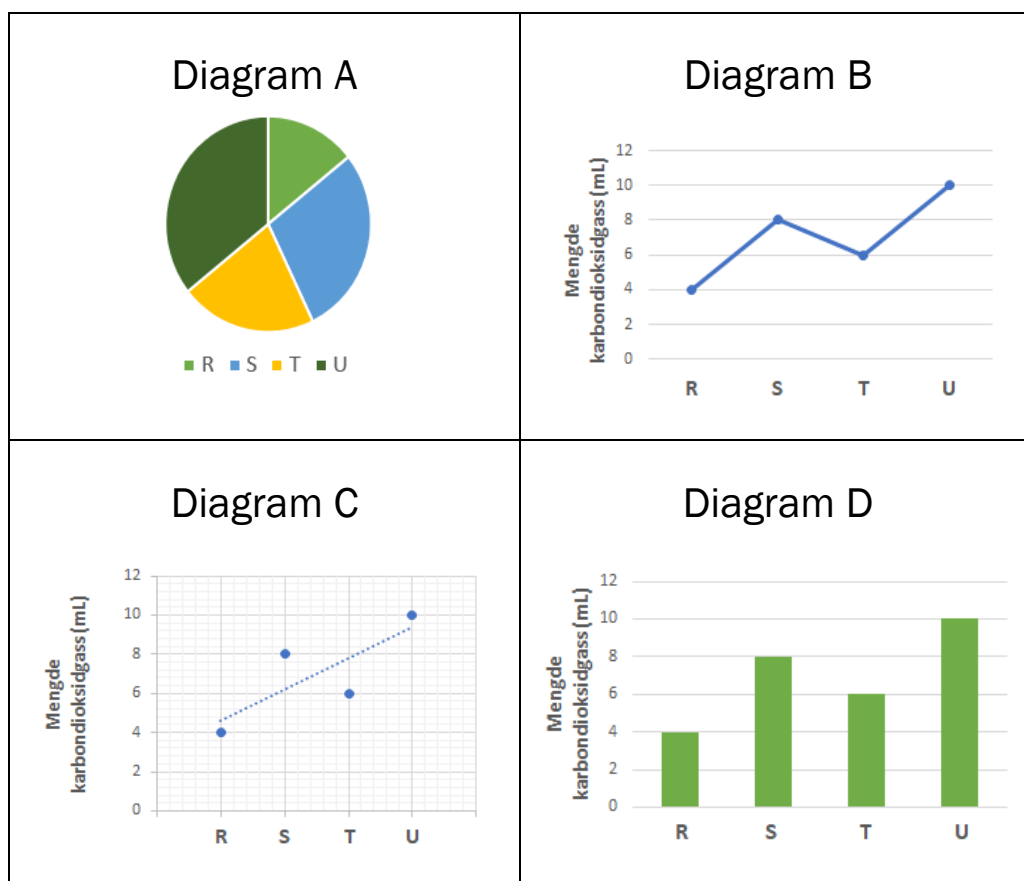
Hvilken størrelse var den uavhengige variabelen / den varierte faktoren i forsøket?

- A) konsentrasjonen av blynitrat
- B) konsentrasjonen av katalase
- C) mengden tilsatte gjærceller
- D) mengden produsert oksyngengass

- 2) En elev undersøkte hvordan fire ulike stoffer, R, S, T og U, påvirker celleåndingen i gjærceller. Fire reagensglass med gjærløsning ble tilsatt lik mengde av hvert sitt stoff. Mengden karbondioksidgass ble samlet opp i 5 minutter og deretter målt. Tabellen nedenfor viser resultatet.

Stoff	Mengden karbondioksidgass produsert i løpet av 5 minutter (mL)
R	4
S	8
T	6
U	10

Hvilket diagram framstiller best resultatet fra de fire ulike stoffene?



- A) diagram A
- B) diagram B
- C) diagram C
- D) diagram D

3) Hvilken påstand er riktig?

- A) Enzymer kan ikke inneholde metallioner.
- B) Enzymer øker bevegelsesenergien til molekyler.
- C) Noen enzymer katalyserer nedbryting av molekyler.
- D) Noen enzymer tilfører aktiveringsenergi som trengs for å starte en reaksjon.

4) Punktlista viser faktorer som kan påvirke enzymaktiviteten i en løsning.

- 1 pH i løsningen
- 2 substratmengden
- 3 temperaturen i løsningen
- 4 konkurrerende hemmer/inhibitor

Hvilke faktorer kan endre formen på det aktive setet til enzymet?

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

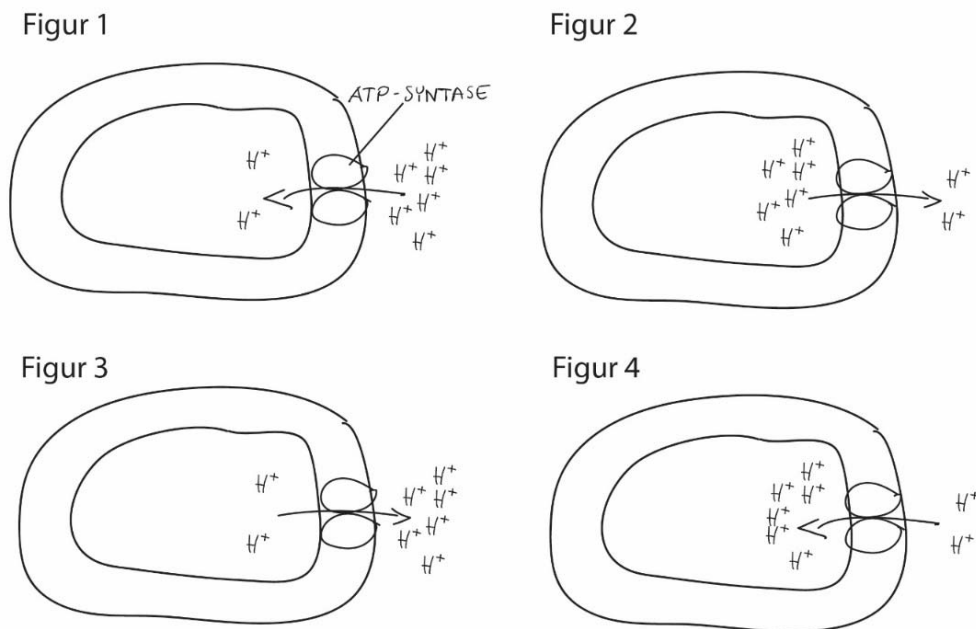
5) Punktlista beskriver prosesser/reaksjoner i fotosyntesen.

- 1 H<sup>+</sup> blir transportert ved aktiv transport.
- 2 NADP<sup>+</sup> blir omdannet til NADPH.
- 3 Vann blir spaltet.
- 4 CO<sub>2</sub> blir brukt.

I hvilken rekkefølge skjer prosessene/reaksjonene?

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

- 6) Hvordan dannes oksyngengass i fotosyntesen?
- A) ved binding av karbondioksid i Calvin-syklusen
  - B) ved bevegelse av  $H^+$  gjennom en membran
  - C) ved overføring av elektroner i elektrontransportkjeden
  - D) ved spalting av vann i lumen / det innerste rommet i tylakoiden
- 7) Alle figurene viser en tylakoid, ATP-syntase og  $H^+$ , men bare én figur viser diffusjon av  $H^+$  gjennom ATP-syntase i tylakoiden.



Hvilken figur viser diffusjon av  $H^+$  gjennom ATP-syntase slik det skjer i tylakoiden?

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

- 8) Tabellen gir informasjon om hvilke stoffer som dannes i ulike prosesser i celleåndingen.

Prosess i celleåndingen	Karbondioksid dannes	NADH dannes
X	ja	ja
Y	nei	nei
Z	nei	ja

Hvilke prosesser beskriver X, Y og Z?

- A) X beskriver Krebs-syklusen, Y beskriver oksidativ fosforylering, og Z beskriver glykolysen.
- B) X beskriver oksidativ fosforylering, Y beskriver Krebs-syklusen, og Z beskriver glykolysen.
- C) X beskriver glykolysen, Y beskriver oksidativ fosforylering, og Z beskriver Krebs-syklusen.
- D) X beskriver Krebs-syklusen, Y beskriver glykolysen, og Z beskriver oksidativ fosforylering.
- 9) Nedenfor er det seks kodoner som alle koder for aminosyren serin.

AGA AGG AGT TCA TCG AGC

Det finnes seks ulike tRNA-molekyler som frakter aminosyren serin, og i enden på hvert av disse sitter det et bestemt antikodon.

Hvilken basetriplett er et eksempel på et slikt antikodon? Finn svaret ved å bruke kodonene ovenfor.

- A) AGT
- B) UGA
- C) TCG
- D) UCG

- 10) I DNA-sekvensen nedenfor står eksonene i rød skrift. TAC er startkodon og koder for aminosyren metionin. ATC, ATT og ACT er stoppkodoner.

3' TAC AAA CCG GCC CGT TTC TTT GCC AAA CCC AAC CTA AAT ATG AAA ATT 5'

Hvor mange aminosyrer koder DNA-sekvensen for?

- A) 7 aminosyrer
  - B) 8 aminosyrer
  - C) 9 aminosyrer
  - D) 16 aminosyrer
- 11) Basesekvensene nedenfor viser et utsnitt av en mRNA-sekvens før og etter en mutasjon.

Før mutasjon:  
...AUGCAUGUUACU...

Etter mutasjon:  
...AUGCUGUUACU...

Hvilken type mutasjon er dette et eksempel på?

- A) substitusjon
- B) insersjon
- C) delesjon
- D) overkrysning



- 12) Allel/genvariant A gir rød blomsterfarge, og allel a gir gul blomsterfarge. Allel B gir lang stilk, og allel b gir kort stilk. Et individ som har kort stilk og gul blomsterfarge, blir krysset med et individ som er heterozygot for begge egenskapene. Genene er ikke koblet.

Punktlista beskriver ulike fenotyper.

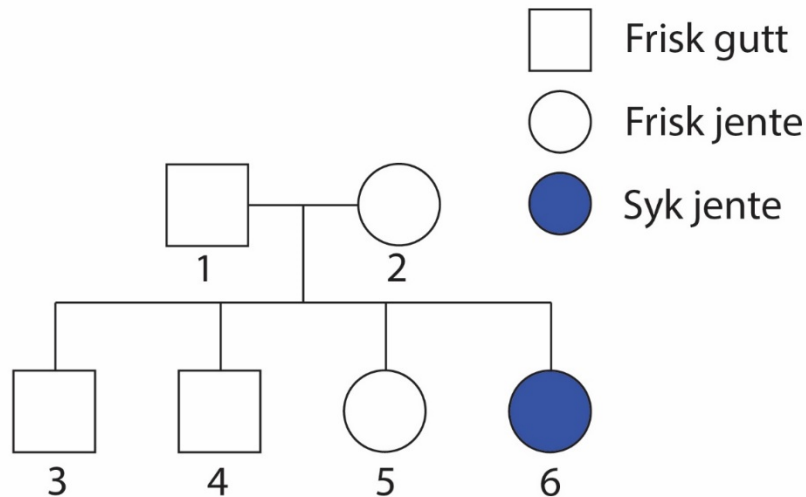
- 1 rød blomst med lang stilk
- 2 rød blomst med kort stilk
- 3 gul blomst med lang stilk
- 4 gul blomst med kort stilk

Hvilke fenotyper kan avkommene ha?

- A) bare 1 og 2
  - B) bare 2, 3 og 4
  - C) bare 1, 3 og 4
  - D) alle fenotypene
- 13) Et individ har genotypen AABbCCDd. Genene C/c og D/d er koblet. Hvor mange ulike genotyper inneholder kjønnscellene?
- A) 2
  - B) 4
  - C) 6
  - D) 8

Du skal bruke teksten og figuren nedenfor i oppgave 14 og 15.

Sykdommen cystisk fibrose arves ved autosomal (ikke-kjønnsbundet), recessiv arv. Sykdommen skyldes en mutasjon i CFTR-genet. Figuren illustrerer personene i en familie der foreldrene 1 og 2 har de fire barna 3–6.



14) Punkt 1 og 2 er påstander om slektstreet i figuren.

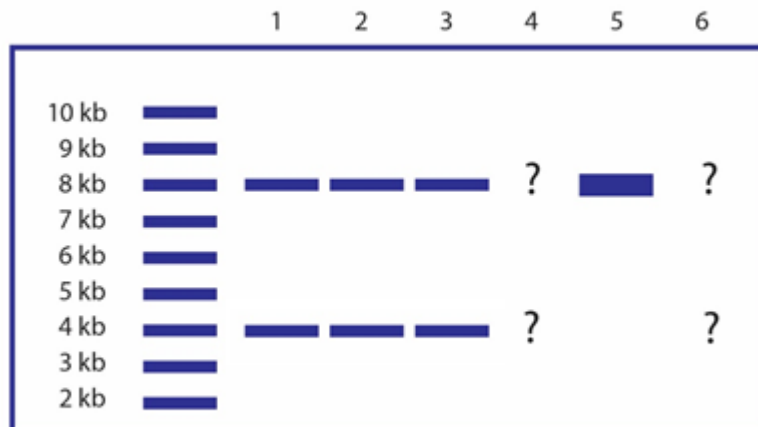
- 1 Figuren har tilstrekkelig informasjon til at vi kan utelukke at sykdommen skyldes recessiv, kjønnsbundet arv.
- 2 Figuren viser at det er 25 prosent sjanse for at neste barn er bærer av allelet/genvarianten for sykdommen.

Hvilken påstand er riktig?

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

- 15) Sykdommen cystisk fibrose skyldes en mutasjon som gjør at det dannes et restriksjonssete i CFTR-genet. (Et restriksjonssete er der et restriksjonsenzym kutter.) Allelene/genvariantene blir kuttet med et restriksjonsenzym. Kuttingen av det muterte allelet gir to DNA-fragmenter som er like lange, mens et ikke-mutert allel mangler restriksjonssetet og gir ett fragment på cirka 8 kb.

DNA-prøvene fra familien ble kjørt i en gelelektroforese, og figuren nedenfor viser resultatet.



Hvilken påstand er **feil**?

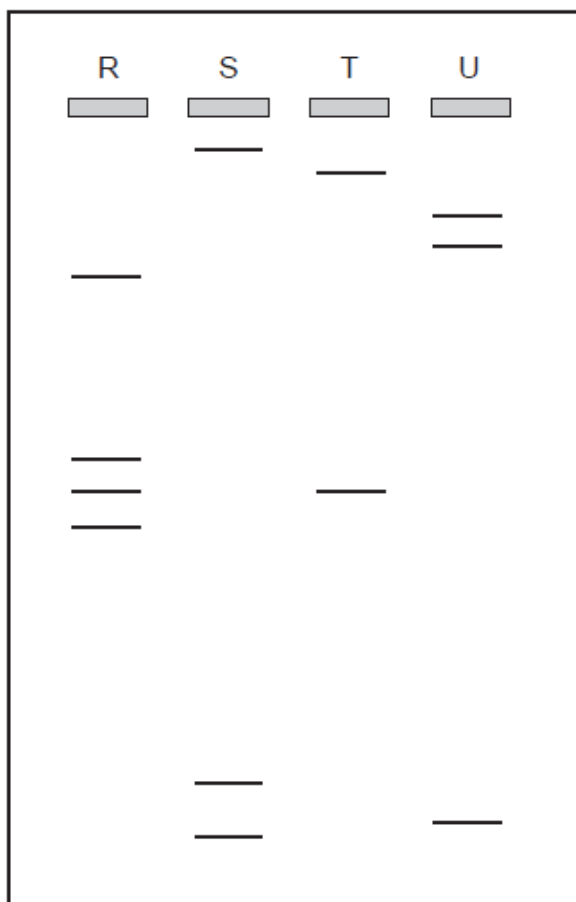
- A) Person 1 kan ha foreldre som har det muterte allelet.
- B) Person 4 kan ha samme båndmønster som person 5.
- C) Person 5 kan føre sykdommen videre til neste generasjon.
- D) Person 6 har en genotype som vil gi ett bånd på 4 kb.

Husk at du skal svare på hvilken påstand som er **feil**.

- 16) Figuren nedenfor illustrerer et DNA-molekyl. Restriksjonssetene for de fire restriksjonsenzymene BamHI, EcoRI, HaeIII og Sall er markert.



Fire prøver, merket R, S, T og U, inneholder identiske DNA-molekyler. Prøvene blir tilsatt hvert sitt restriksjonsenzym, og det blir utført en gelelektroforese. Figuren nedenfor viser resultatet.



Hvilken påstand er riktig?

- A) S viser båndene fra Sall, og U viser båndene fra HaeIII.
- B) S viser båndene fra Sall, og T viser båndene fra HaeIII.
- C) S viser båndene fra BamHI, og R viser båndene fra EcoRI.
- D) S viser båndene fra BamHI, og T viser båndene fra EcoRI.

17) Ved kopiering av DNA med PCR vil hver syklus gjennomgå flere trinn. Hvilken påstand er riktig?

- A) DNA-primere bindes i trinnet med høyest temperatur.
- B) DNA-polymerase bindes i trinnet med lavest temperatur.
- C) I det første trinnet bindes DNA-polymerase.
- D) I det siste trinnet bindes DNA-primere.

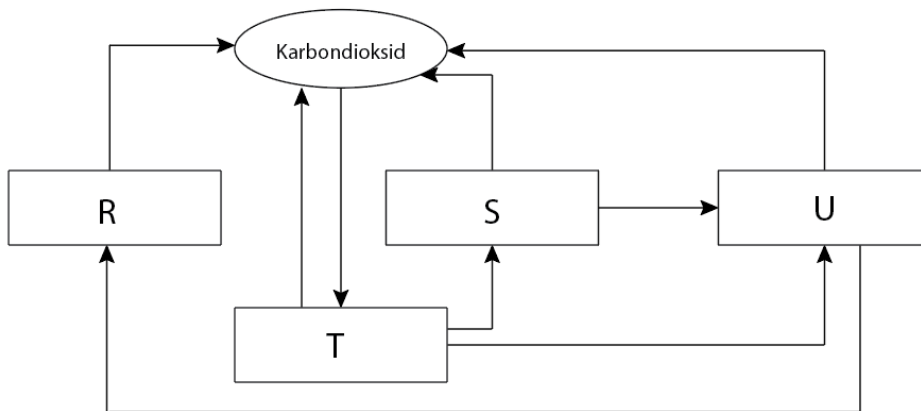
18) Punktlista beskriver ulike livsstrategier.

- 1 kort generasjonstid
- 2 ingen yngelpleie
- 3 få avkom
- 4 reproducerer 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

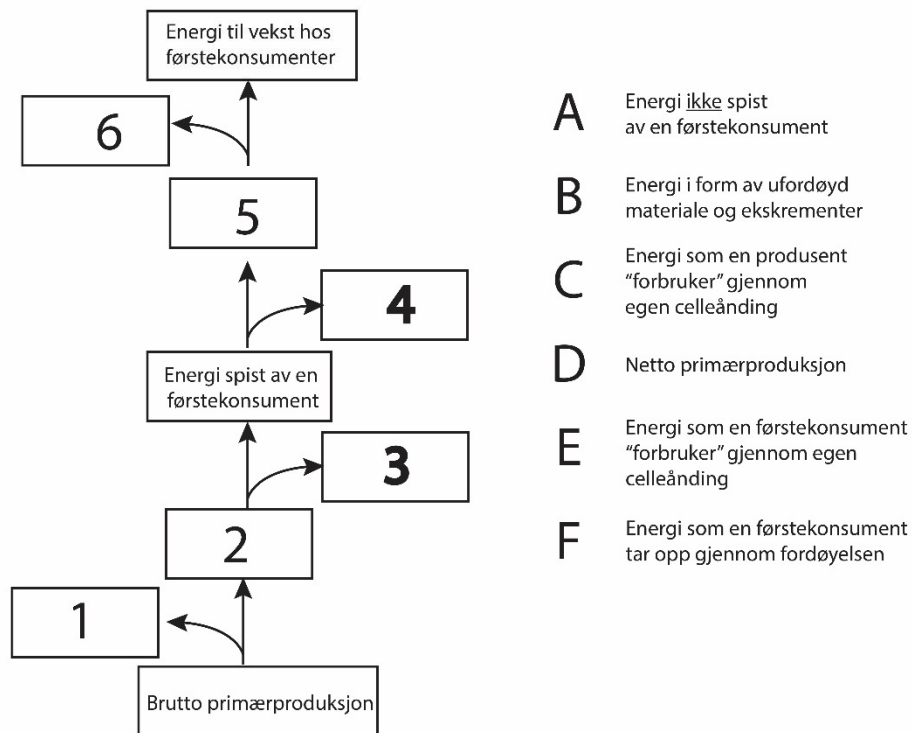
19) Figuren viser deler av karbonets kretsløp, der R, S, T og U illustrerer organismer.



Hvilken påstand om organismene er riktig?

- A) S kan være en produsent, og R kan være en nedbryter.
- B) T kan være en produsent, og U kan være en andrekonsument/sekundærkonsument.
- C) U kan være en førstekonsument/primærkonsument, og S kan være en andrekonsument/sekundærkonsument.
- D) R kan være en førstekonsument/primærkonsument, og T kan være en førstekonsument/primærkonsument.

20) Figuren nedenfor viser energistrømmen gjennom deler av et økosystem.



Hvilke av energimengdene A-F tilsvarer energimengdene 3 og 4 i figuren?

- A) 3 tilsvarer energimengde A, og 4 tilsvarer energimengde B.
- B) 3 tilsvarer energimengde A, og 4 tilsvarer energimengde C.
- C) 3 tilsvarer energimengde F, og 4 tilsvarer energimengde D.
- D) 3 tilsvarer energimengde F, og 4 tilsvarer energimengde E.

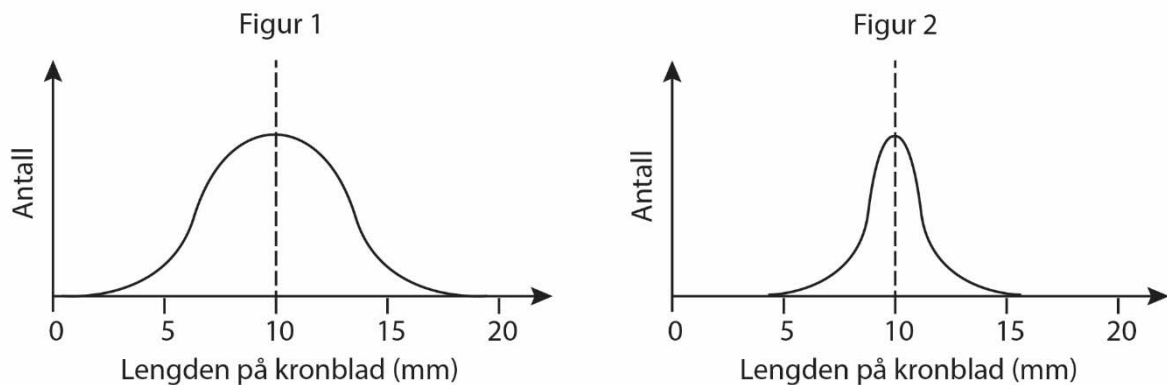
21) Punktlista beskriver egenskaper ved en populasjon.

- 1 Mutasjoner forekommer.
- 2 Populasjonen er stor.
- 3 Det foregår naturlig seleksjon.
- 4 Det skjer ingen inn- eller utvandring.

Hvilke egenskaper gjør at frekvensene av alleler/genvarianter i populasjonen er stabile?

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

22) En planteart etablerte seg for første gang på en øy. På øya var det andre arter av pollinerende insekter enn de som var i plantens opprinnelige habitat. Figur 1 nedenfor viser fordelingen av lengden på kronbladene i populasjonen da plantearten først etablerte seg på øya. Figur 2 viser fordelingen av lengden på kronbladene i populasjonen av plantearten på øya 20 år senere.



Hvordan kan vi best begrunne endringen i fordelingen av lengden på kronbladene?

- A) Plantearten har gjennomgått stabiliserende seleksjon.
- B) Plantearten har gjennomgått splittende/disruptiv seleksjon.
- C) De pollinerende insektene har gjennomgått stabiliserende seleksjon.
- D) De pollinerende insektene har gjennomgått splittende/disruptiv seleksjon.



23) Tabellen nedenfor gir informasjon om genlageret/genreservoaret til tre ulike populasjoner.

Populasjon	Antall individer totalt	Antall individer med genotypen RR	Antall individer med genotypen Rr	Antall individer med genotypen rr	Frekvens allel r
Populasjon 1	1000	300	400	300	0,5
Populasjon 2	1000	250	500	250	0,5
Populasjon 3	1000	350	300	350	0,5

Hvilken populasjon eller hvilke populasjoner er **ikke** i Hardy-Weinberg-likevekt?

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

24) Hvilken påstand om genetisk drift er riktigst?

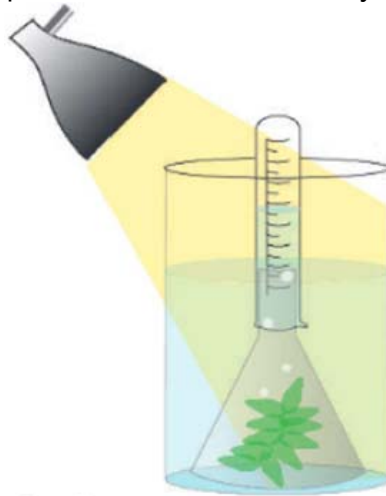
- A) Genetisk drift er en type naturlig utvalg.
- B) Genetisk drift gir størst utslag i store populasjoner.
- C) Genetisk drift er utveksling av gener mellom populasjoner.
- D) Genetisk drift er tilfeldige endringer i frekvenser av alleler/genvarianter.

## Del 2

Du skal svare på alle oppgavene: oppgave 3, oppgave 4 og oppgave 5.

### Oppgave 3

Figuren nedenfor viser oppsettet i et fotosynteseforsøk. I forsøket ble det brukt seks begerglass med lik mengde av en vannplante av samme art, og alle plantene var dekket av vann. Hvert begerglass sto i lys med én bestemt bølgelengde (se tabell 1). Alle andre faktorer ble holdt konstante. Mengden oksyngengass som ble produsert i løpet av 20 minutter under lyset, ble målt i hvert glass.



Figur 1 Forsøksoppsett med en av lyskildene.

Tabell 1 Mengden oksyngengass som ble produsert i hvert begerglass i løpet av 20 minutter.



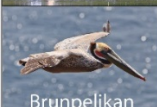
Begerglass	Bølgelengden (nm) og fargen til lyset	Mengden oksyngengass produsert i løpet av 20 minutter (mL)
1	400 nm (lilla)	7,4
2	450 nm (blått)	7,0
3	550 nm (grønt)	1,7
4	600 nm (gult)	3,7
5	650 nm (oransje)	6,6
6	700 nm (rødt)	3,2

- Formuler en hypotese som kan testes ved å tolke data fra forsøket som er beskrevet ovenfor. Spesifiser hvilken variabel som er den avhengige/målte variabelen.
- Presenter dataene grafisk, og beskriv kort resultatene fra forsøket. Er resultatene som forventet? Begrunn svaret ditt.

## Oppgave 4

Utenfor kysten av California ligger en øygruppe. På en av øyene ble konsentrasjonen av miljøgiften DDT målt i tre rovfuglarter: brunpelikan, hvithodehavørn og fiskeørn. Tabellen nedenfor viser resultatene og informasjon om de tre artene.

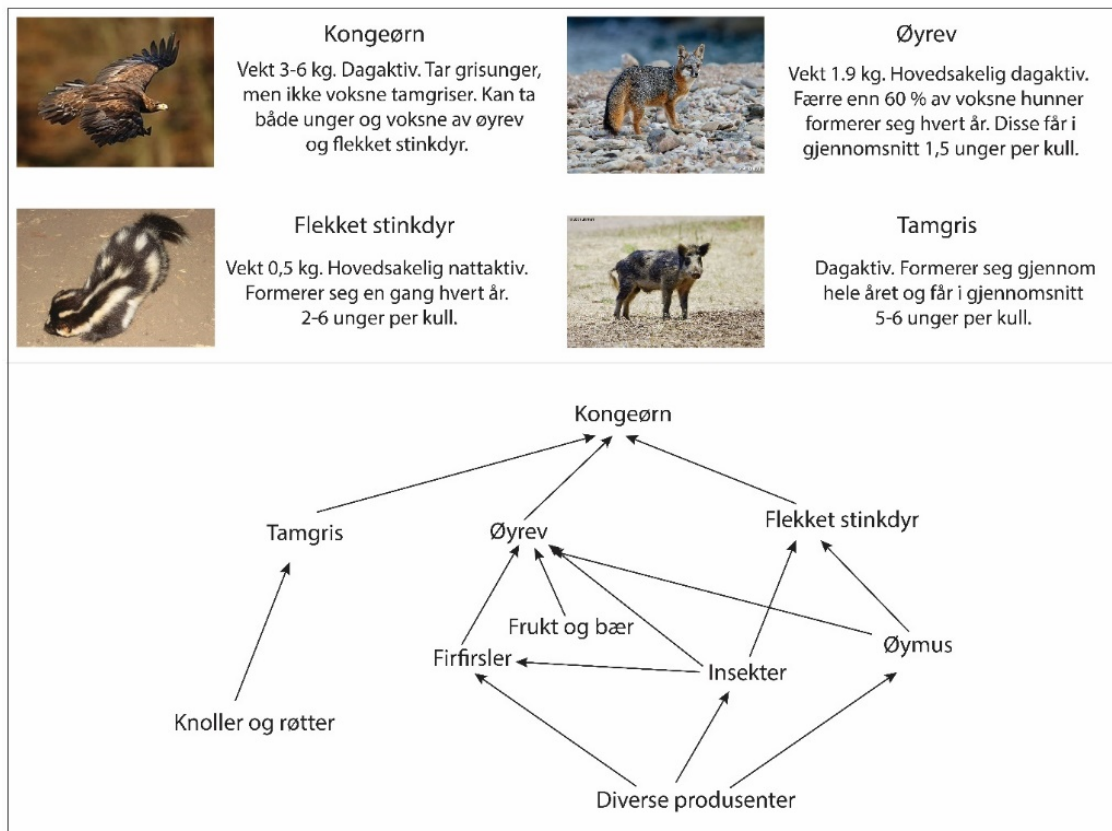
Tabell 2 Informasjon om artene brunpelikan, hvithodehavørn og fiskeørn.

Art	Gjennomsnittlig konsentrasjon av DDT (ng/g)*	Posisjon i næringsnett	Omtrentlig levealder (år)	Gjennomsnittlig masse (kg)
 Hvithodehavørn	16000	Tredjekonsument	20	5,6 (hunn) 4,1 (hann)
 Fiskeørn	10000	Tredjekonsument	10	1,6 (hunn) 1,4 (hann)
 Brunpelikan	3000	Andrekonsument	20	3,2 (hunn) 3,7 (hann)

\*Enheten er nanogram DDT per gram kroppsmasse (ng/g).

- a) Forklar hvorfor artene har ulike gjennomsnittskonsentrasjoner av DDT. Bruk informasjon fra tabellen og annen relevant kunnskap.

Figur 2 viser et typisk næringsnett for øyene i dag og informasjon om fire av artene.



Figur 2 Næringsnett fra øyene utenfor California og informasjon om fire av artene.

Tamgris er et husdyr som har rømt og deretter dannet en populasjon. Forskere mener at innføringen av tamgris forårsaket følgende endringer i økosystemet:

- Kongeørn innvandret og dannet en populasjon.
- Populasjonen av øyrev avtok kraftig.
- Populasjonen av flekket stinkdyr vokste.

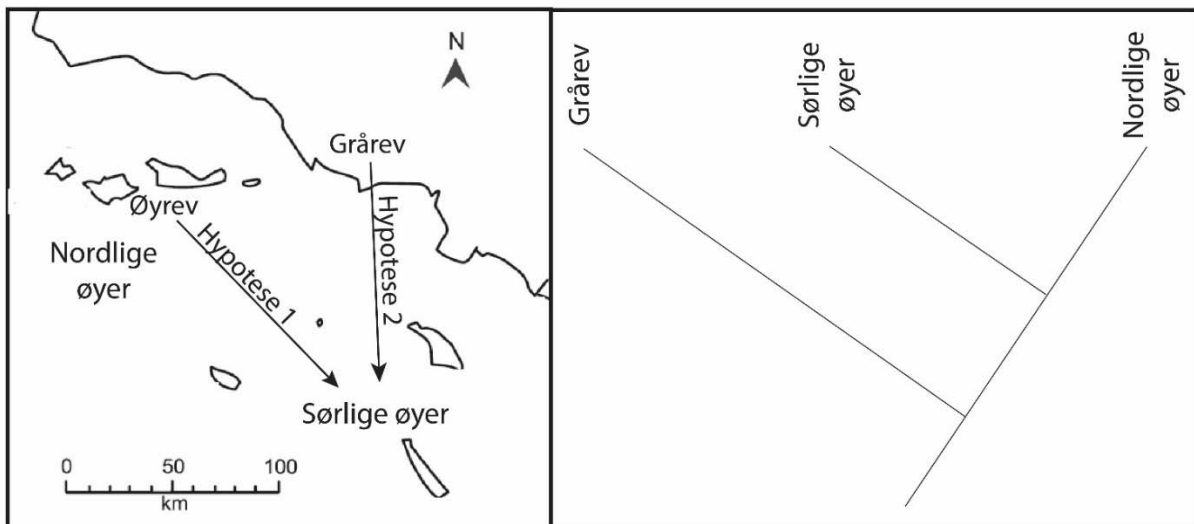
b) Forklar hvorfor innføringen av tamgris kan føre til de observerte endringene i økosystemet. Bruk informasjonen i figur 2 og annen relevant kunnskap.

Øyreven danner i dag seks isolerte populasjoner på øyene. Tre populasjoner lever på øyer i nord, og tre populasjoner lever på øyer i sør (figur 3). For cirka 10 000 år siden steg havet, og de nordlige øyene ble isolert fra fastlandet. Øyreven på disse øyene utviklet seg mest sannsynlig fra en populasjon grårev som ble isolert fra populasjonen på fastlandet.

Forskerne har to hypoteser som forklarer opprinnelsen til øyreven på de sørlige øyene:

- 1 Øyreven på de sørlige øyene utviklet seg fra øyrev som urinnbyggerne tok med seg fra de nordlige øyene.
- 2 Øyreven på de sørlige øyene utviklet seg fra grårev som urinnbyggerne tok med seg fra fastlandet.

DNA-et fra de ulike revpopulasjonene ble analysert, og et slektstre/utviklingstre for populasjonene ble deretter foreslått (figur 3).



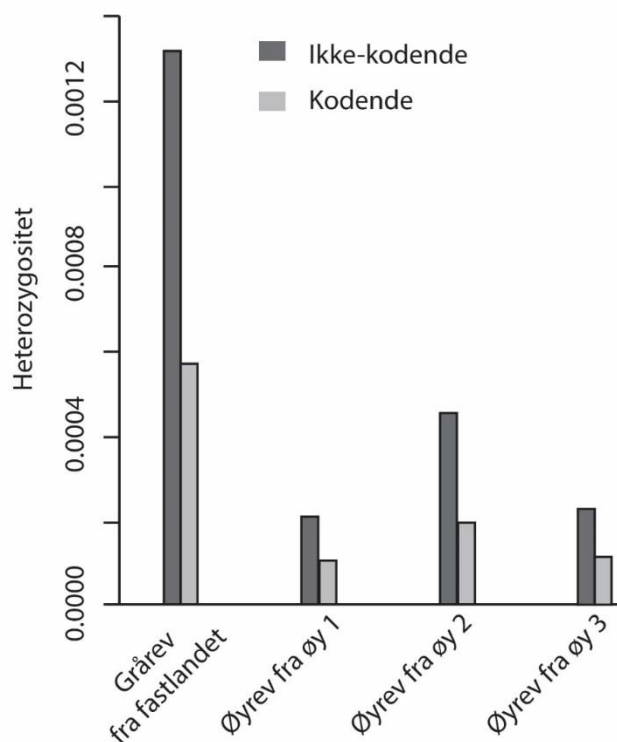
Figur 3 Til venstre: Kart over øyene. Pilene på kartet viser til to hypoteser for opprinnelsen til øyreven på de sørlige øyene. Til høyre: Et slektstre for populasjonene, basert på sammenligning av DNA.

c) Hvilken av hypotesene 1 og 2 blir styrket av informasjonen i figur 3? Forklar hvorfor.

Forskerne mener at mange av øyrevpopulasjonene på et tidspunkt har blitt redusert til mellom 10 og 100 individer. Frekvensen av skadelige alleler/genvarianter er høyere i øyrevpopulasjonen enn hos gråreven på fastlandet.

- d) Forklar hvorfor øyrevpopulasjonene har høyere frekvenser av skadelige alleler enn gråreven på fastlandet.

Forskerne analyserte hele genomet til en rev fra hver øy på følgende måte: DNA arvet fra far og mor ble sekvensert og sammenlignet base for base, og andelen ulike baser ble beregnet. Dette tallet kalles heterozygositet. Heterozygositet ble beregnet for både kodende og ikke-kodende deler av DNA-et. Figur 4 viser resultatet for én grårev og for tre øyrever.



Figur 4 Heterozygositet i kodende og ikke-kodende DNA beregnet for fire rever fra fire populasjoner.

- e) Beskriv likheten i genomene til de fire revene, og gi en forklaring på likheten. Vis til figur 4 når du svarer.

Til tross for liten genetisk variasjon vokser øyrevpopulasjonene i dag. Forskerne er bekymret for at liten genetisk variasjon vil gjøre det vanskelig for populasjonene å overleve på lang sikt. Noen forskere har foreslått å flytte individer mellom øyene for å øke den genetiske variasjonen, mens andre forskere mener at dette kan gjøre større skade enn nytte.

- f) Beskriv hvordan det å flytte rever mellom øyene kan gjøre større skade enn nytte.

## Oppgave 5

Forskere framstilte genetiske «fingeravtrykk» for å bestemme foreldrene til revunger. Forskerne brukte 10 lokus (et lokus er et bestemt område i DNA) som var egnet til dette formålet.

- a) Beskriv hva som kjennetegner et lokus som er egnet til dette formålet.

Arvestoffet til mulige fedre til revungene ble analysert. For å kunne avgjøre hvem som var fedrene til revungene, var det nødvendig å analysere arvestoffet til både revungene og mødrene deres.

- b) Forklar hvorfor det var nødvendig å analysere arvestoffet til mødrene for å kunne bestemme hvem som var fedre til ungene.

Pelsen til øyreven kan ha lysere markeringer i snute, kinn, hals og buk. Anta at fargen på markeringene bestemmes av ett gen med to alleler/genvarianter. Det er tre fenotyper: Homozygote individer har enten lyse eller brune markeringer, og heterozygote individer har gule markeringer. Anta at et annet gen bestemmer egenskaper ved klørne. Et dominant allel gir klør som kan trekkes inn (normale klør), mens et recessivt allel gir unormale klør.

To rever med gule markeringer og normale klør får valper. Blant valpene er det én som har brune markeringer og unormale klør.

- c) Anta at genene for markeringer i pelsen og klør ikke er koblet. Sett opp et krysningsskjema som viser fordelingen av de mulige genotypene blant avkommene, og vis andelen valper med gule markeringer og normale klør. Velg symboler for alleler selv.
- d) Ta utgangspunkt i den samme krysningen. Begrunn hvilke alleler som må ligge på samme kromosom dersom de to genene likevel er koblet. Anta at det ikke forekommer overkrysning mellom genene.