

Del 1

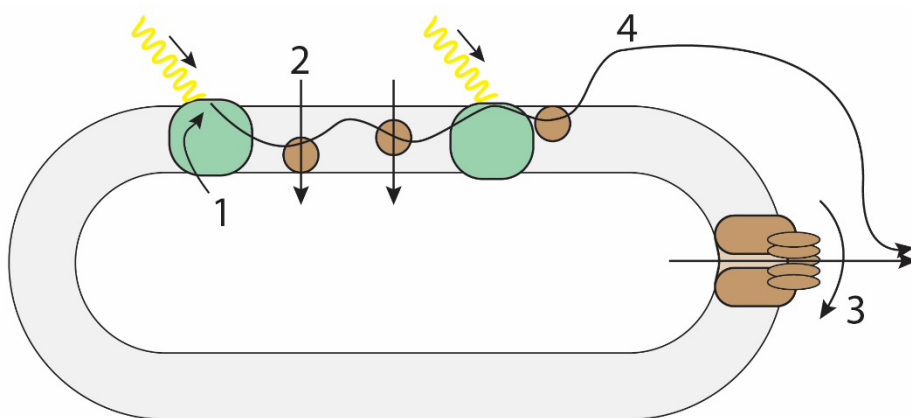
Oppgave 1

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

a) Ta utgangspunkt i feltarbeidet ditt.

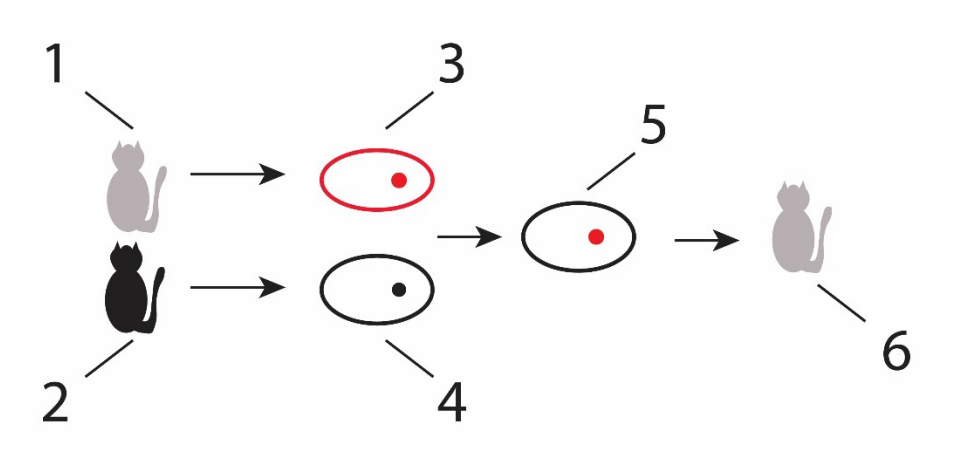
1. Skisser et næringsnett. Bruk artsnavn fra feltarbeidet ditt.
2. Beskriv hva interspesifikk konkurranse er. Bruk næringsnettet når du svarer.

b) Figuren illustrerer den lysavhengige reaksjonen / fotodelen av fotosyntesen.



1. Hvilket stoff symboliserer tall 1, og hva symboliserer tall 2?
2. Hvilken prosess symboliserer tall 3, og hvilken prosess symboliserer tall 4?

c) Figuren illustrerer reproduttiv kloning. Beskriv metoden for reproduttiv kloning. Bruk figuren når du svarer.



d) Beskriv allopatrisk artsdannelse.

Oppgave 2: Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på svarskjemaet i vedlegg 1.

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

Du skal bruke teksten og tabellen nedenfor i flervalgsoppgave 1 og 2.

I et fotosynteseforsøk ble det brukt fem begerglass med vannplanter av samme art. Hvert begerglass mottok lys med én bestemt bølgelengde (én bestemt farge). Mengden oksyngengass som ble produsert i løpet av 20 minutter, ble målt i hvert glass. Måleresultatene er vist i tabellen.

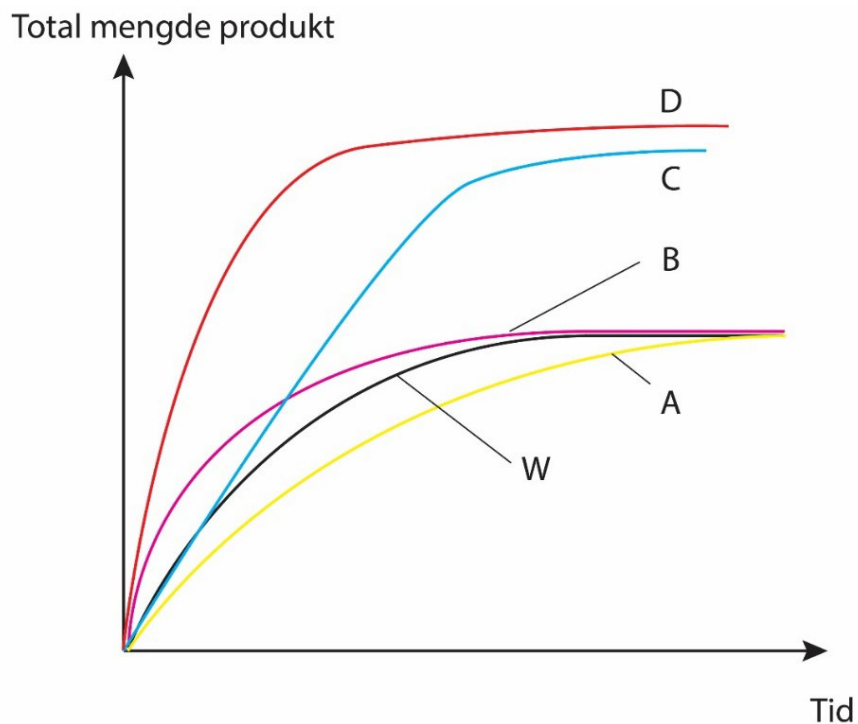
Begerglass	Bølgelengden (nm) og fargen til lyset	Mengden oksyngengass produsert (mL)	Temperaturen i vannet (°C)
1	400 (fiolett)	7,4	20,1
2	450 (blått)	6,9	20,0
3	550 (grønt)	1,4	19,8
4	650 (oransje)	6,5	19,9
5	700 (rødt)	3,3	21,0

- 1) Hvilken **hypotese** kan vi teste med dataene i tabellen?
 - A) Planten har klorofyll A og B, men ingen andre pigmenter.
 - B) Mengden produsert oksyngengass øker med lysintensiteten.
 - C) Mengden produsert oksyngengass avtar med lengre bølgelengde på lyset.
 - D) Temperaturen i vannet er viktigere for dannelsen av oksyngengass enn bølgelengden til lyset.
- 2) Vurder disse to påstandene:
 1. Den målte/avhengige variabelen er bølgelengden til lyset.
 2. Dersom mengden plantemateriale er ulik, vil dette være en feilkilde.

Hvilke påstander (ingen, én eller to) er riktige?

- A) Bare påstand 1 er riktig.
- B) Bare påstand 2 er riktig.
- C) Begge påstandene er riktige.
- D) Ingen av påstandene er riktige.

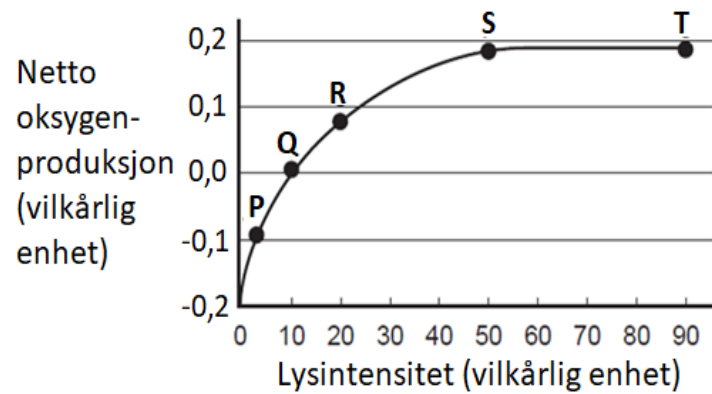
- 3) I en enzymkatalysert reaksjon ble den totale mengden produkt målt ved ulike tidspunkt. Den svarte kurven (W) viser den totale mengden produkt ved ulike tidspunkt, for én bestemt substratkonsentrasjon og temperaturen 25 °C.



Hvilken kurve (A–D) viser den totale mengden produkt ved ulike tidspunkt, der både substratkonsentrasjonen og temperaturen i løsningen er høyere?

- A) kurve A
 - B) kurve B
 - C) kurve C
 - D) kurve D
- 4) Hvordan kan vi best beskrive *negativ tilbakekobling* av en enzymkatalysert reaksjon?
- A) Substratet festes til det aktive setet, og mengden produkt øker.
 - B) Substratet festes til det aktive setet, og mengden produkt avtar.
 - C) Produktet festes til det allosteriske setet, og mengden produkt øker.
 - D) Produktet festes til det allosteriske setet, og mengden produkt avtar.

- 5) Figuren beskriver netto produksjon av oksyngengass per tid i en bestemt plante som funksjon av lysintensiteten.



Vurder disse to påstandene:

1. Produksjonen av oksyngengass er konstant fra S til T, fordi høy lysintensitet ødelegger pigmentene.
2. Det blir ikke utført fotosyntese ved punktene P og Q.

Hvilke påstander (ingen, én eller to) er riktige?

- A) Bare påstand 1 er riktig.
- B) Bare påstand 2 er riktig.
- C) Begge påstandene er riktige.
- D) Ingen av påstandene er riktige.

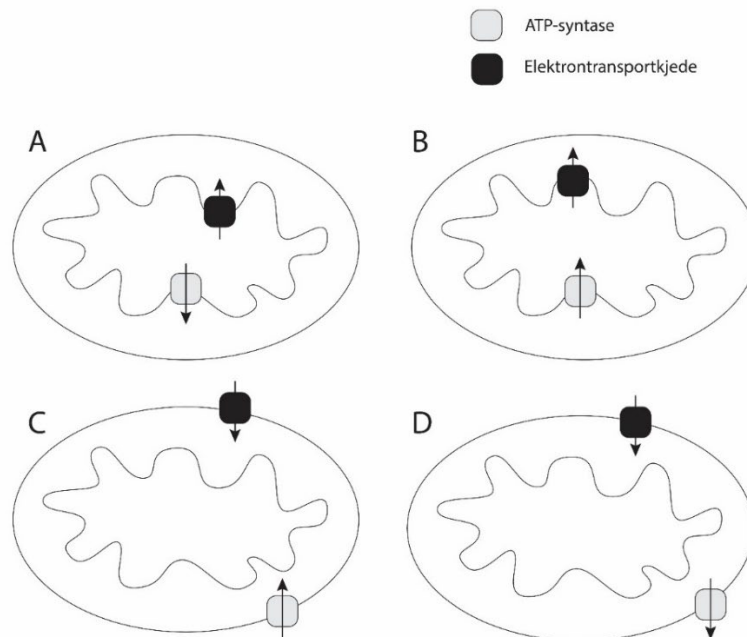
6) Vurder disse fire påstandene om fotosyntesen:

1. Fotosystem 1 inngår i den lysavhengige reaksjonen / fotodelen.
2. Enzymet rubisko katalyserer karbonfiksering.
3. En plante må ha pigmenter for å utføre fotosyntese.
4. Den lysavhengige reaksjonen skjer i stroma.

Hvilke påstander om fotosyntesen er riktige?

- A) Bare påstand 1 og 2 er riktige.
- B) Bare påstand 3 og 4 er riktige.
- C) Påstand 1, 2 og 3 er riktige.
- D) Påstand 2, 3 og 4 er riktige.

7) Figurene skisserer dannelsen av ATP. Pilene illustrerer transport av H⁺-ioner.



Hvilken av figurene skisserer dannelsen av ATP i mitokondriet?

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

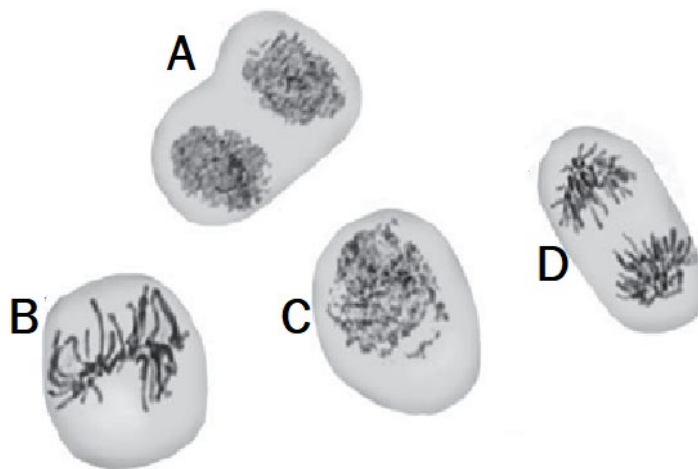
8) Punktlista viser ulike trinn i celledelingen:

1. Homologe kromosomer ligger ved siden av hverandre.
2. Søsterkromatider blir splittet og fordelt til hver celle.
3. Homologe kromosomer blir fordelt til hver celle.

I hvilken rekkefølge skjer de tre trinnene ovenfor?

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

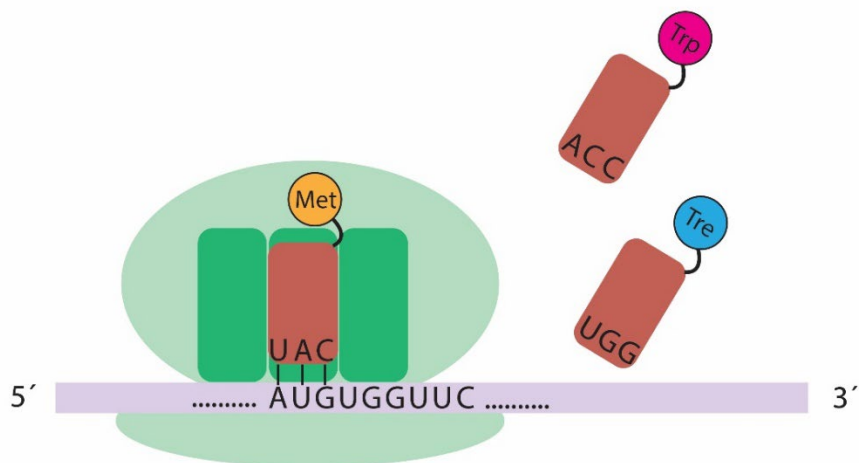
9) Figurene illustrerer eukaryote celler i ulike faser av mitosen.



Hvilken figur illustrerer en celle i anafasen?

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

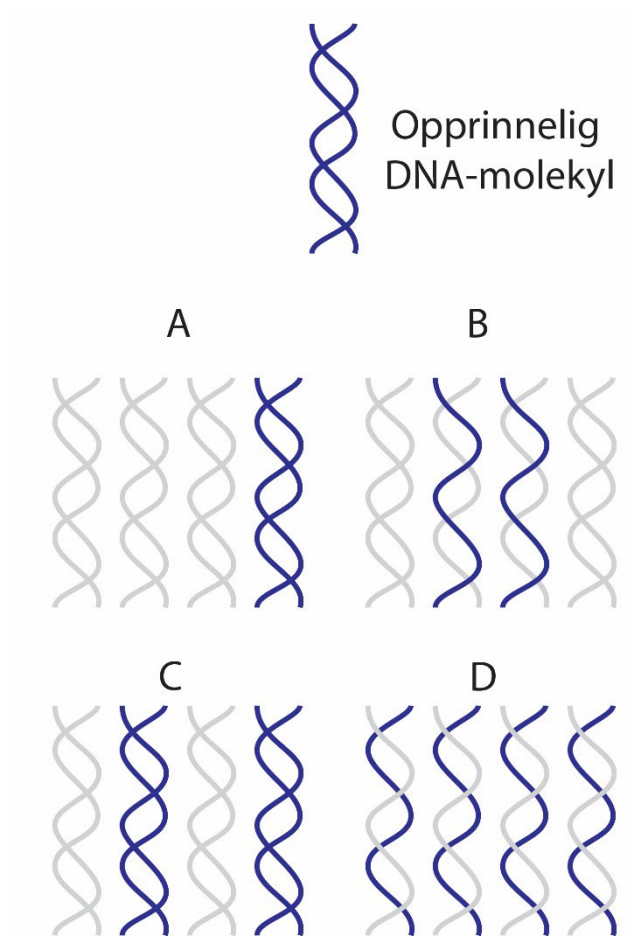
10) Figuren illustrerer et ribosom, tRNA, mRNA og aminosyrer.



Hvilken av påstandene er riktig?

- A) Kodonet AUG er bundet til antikodonet UAC med hydrogenbindinger.
- B) Figuren illustrerer et ribosom som gjennomfører transkripsjon av mRNA.
- C) Den neste aminosyren i proteinet er «Tre».
- D) Dette mRNA-et blir kodet av DNA-sekvensen 3'...UACACCAAG...5'.

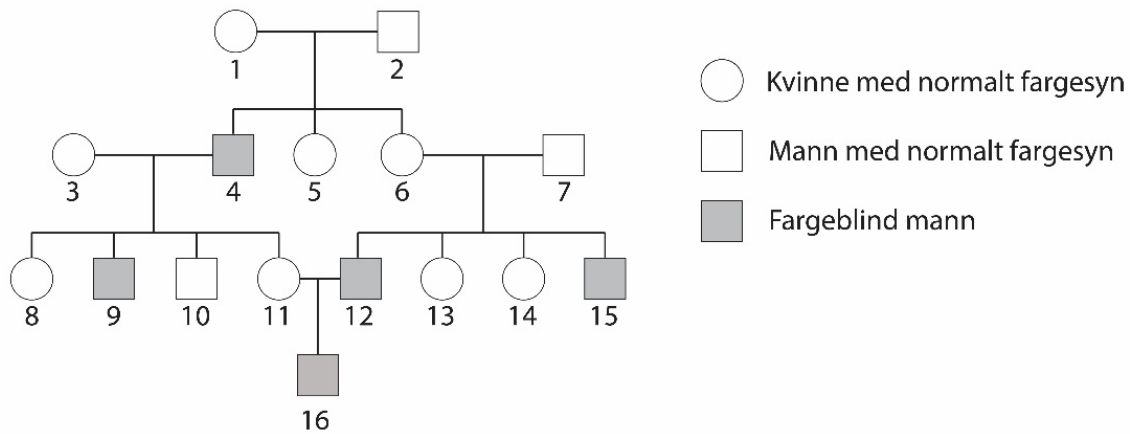
11) Et DNA-molekyl blir kopiert to ganger.



Hvilken figur (A–D) illustrerer resultatet av kopieringen?

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

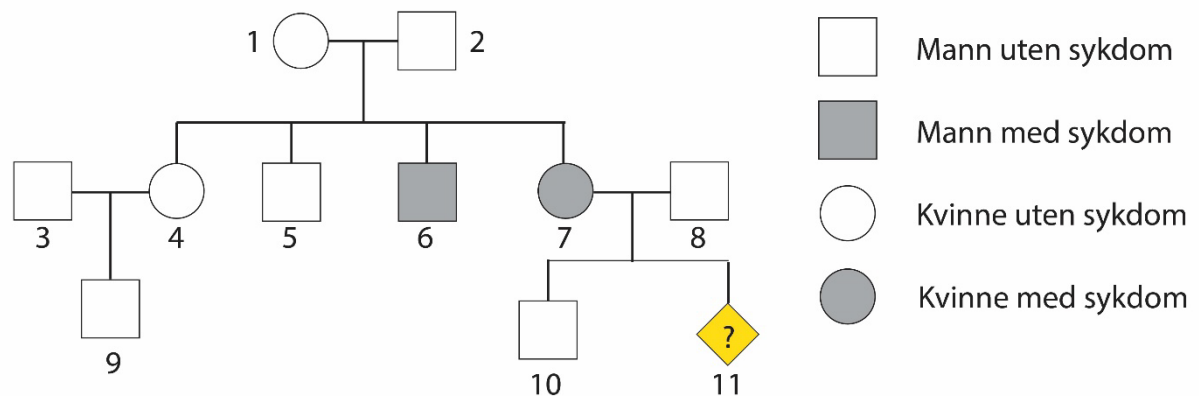
- 12) Egenskapen rød-grønn fargeblindhet arves recessivt og kjønnsbundet på X-kromosomet. Figuren illustrerer fire generasjoner i en familie. Allel/genvariant R gir normalt fargesyn, og allel r gir fargeblindhet.



Hvilken påstand er riktig?

- A) Individ 5 må ha genotypen $X^R X^R$.
- B) Individ 6 må ha genotypen $X^r X^r$.
- C) Individ 11 må ha genotypen $X^R X^r$.
- D) Individ 16 må ha genotype $X^R Y$.

- 13) I denne oppgaven ser vi på en tenkt, arvelig sykdom. Figuren illustrerer tre generasjoner i en familie.



Vurder disse fire påstandene:

1. Det er 25 % sannsynlighet for at individ 11 har sykdommen.
2. Sykdommen blir mest sannsynlig arvet recessivt og ikke-kjønnsbundet.
3. Individ 9 kan være bærer av allelet/genvarianten for sykdommen.
4. Individ 10 kan ikke være bærer av allelet for sykdommen.

Hvilke påstander er riktige?

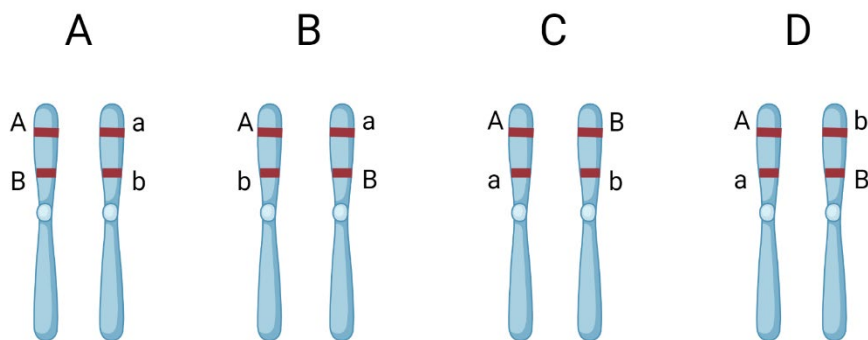
- A) Påstand 1 og 2 er riktige.
- B) Påstand 1 og 4 er riktige.
- C) Påstand 2 og 3 er riktige.
- D) Påstand 3 og 4 er riktige.

- 14) Blomsterfargen og pollenknappformen til erteplanter er egenskaper som blir bestemt av to gener på samme kromosom. Allelet/genvarianten for lilla blomster (A) er fullstendig dominant over allelet for røde blomster (a). Allelet for lange pollenknapper (B) er fullstendig dominant over allelet for korte pollenknapper (b).

Plante 1 er heterozygot for begge egenskapene, og plante 2 er homozygot recessiv for begge egenskapene. Plante 1 blir krysset med plante 2. Tabellen beskriver fordelingen av avkom med ulike egenskaper.

Fenotype	Antall individer
Lilla blomster og lange pollenknapper	6
Røde blomster og korte pollenknapper	6
Lilla blomster og korte pollenknapper	39
Røde blomster og lange pollenknapper	39

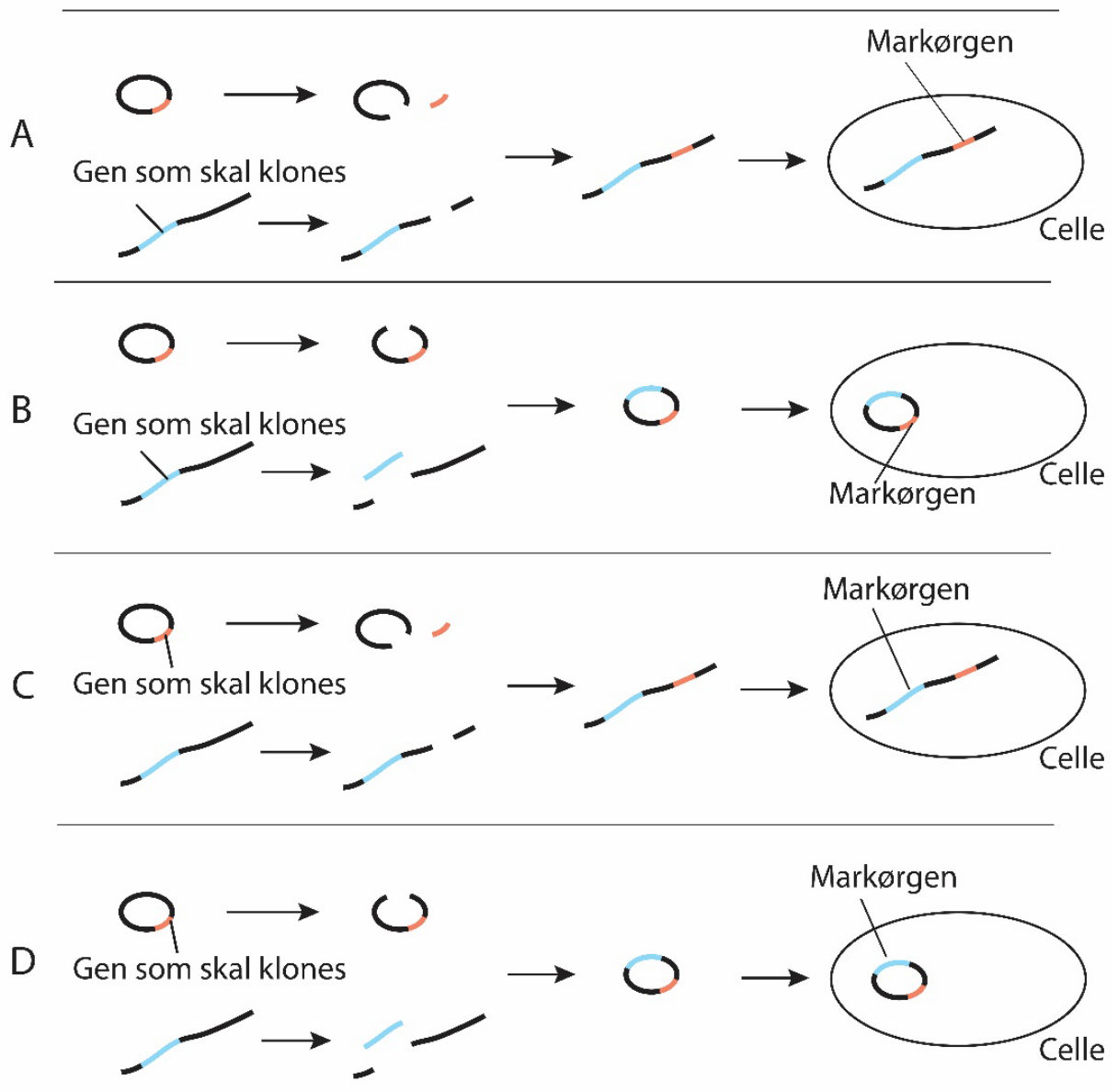
Hvilken figur beskriver plasseringen av allelene på kromosompåret til plante 1?



Laget med biorender.com

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

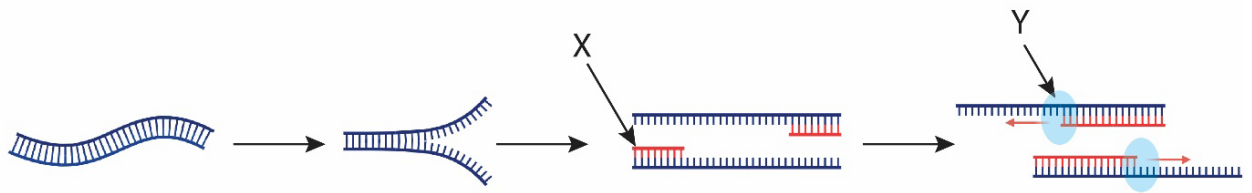
15) Gener kan kopieres ved hjelp av bakterieceller.



Hvilken av figurene ovenfor illustrerer kopiering av gener ved hjelp av bakterieceller?

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

16) Figuren illustrerer fire trinn i kopieringen av DNA når vi bruker PCR-teknikken.

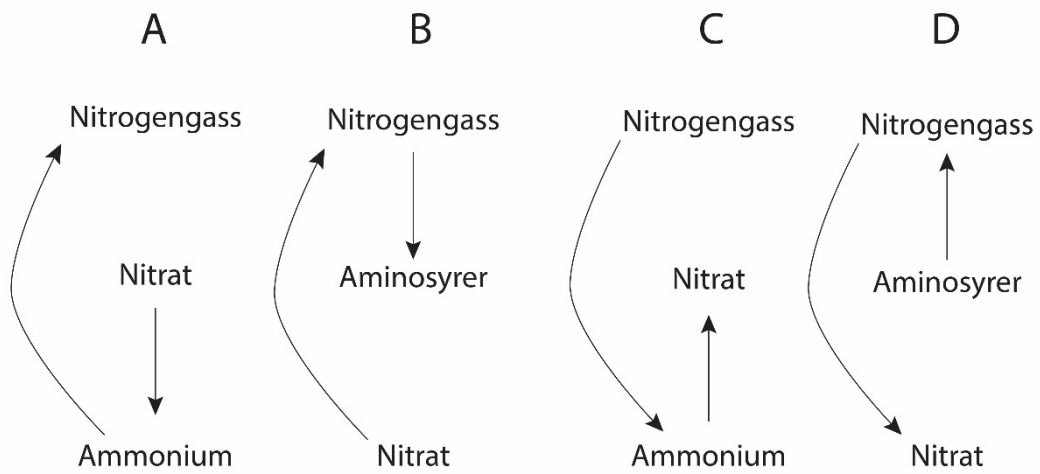


Laget med biorender.com

Hvilken påstand er riktig?

- A) X viser en primer, og Y viser en ligase.
 - B) X viser en ligase, og Y viser en primer.
 - C) X viser en ligase, og Y viser en DNA-polymerase.
 - D) X viser en primer, og Y viser en DNA-polymerase.
- 17) Hva er et eksempel på gendiagnostikk?
- A) å bestemme slektskap
 - B) å fraråde noen å få barn
 - C) å behandle arvelig sykdom
 - D) å påvise arvelig sykdom

18) Figurene illustrerer deler av nitrogenkretsløpet.



Hvilken figur illustrerer både nitrogenfiksering og nitrifisering?

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

19) Produsentene i et bestemt økosystem produserer årlig 15 000 tonn biomasse.

Omtrent hvor mange tonn biomasse produserer andrekonsumentene/sekundærkonsumentene årlig?

- A) 150
- B) 1500
- C) 15 000
- D) 150 000

20) Vurder disse fire påstandene om miljøgifter:

1. Tungmetaller er eksempler på miljøgifter.
2. Vannløselige miljøgifter oppkonsentreres i næringskjedene.
3. Noen miljøgifter kan skade avkom.
4. Mange organismer har enzymer som bryter ned miljøgifter.

Hvilke påstander er riktige?

- A) Påstand 1 og 3 er riktige.
- B) Påstand 1 og 4 er riktige.
- C) Påstand 2 og 3 er riktige.
- D) Påstand 2 og 4 er riktige.

21) Når skabbmidd angriper rødrev, mister reven pels og kan dø. På 1990-tallet døde en lavere andel rødrev av middangrep enn på 1980-tallet.

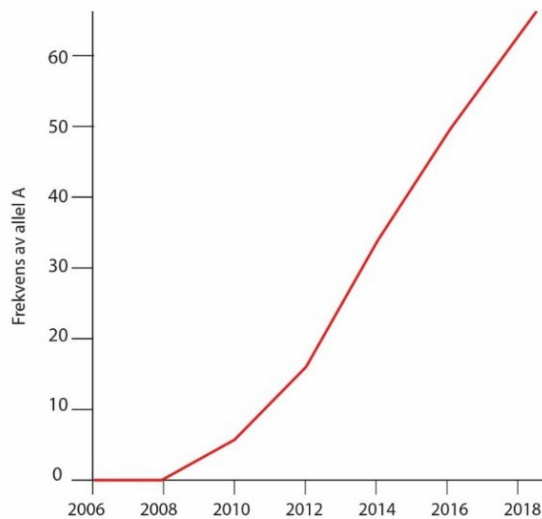
Hvilken type seleksjon kan forklare endringen som ble observert hos rødrev?

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

Du skal bruke informasjonen og figuren nedenfor i flervalgsoppgavene 22 og 23.

I Asia ble et bestemt insektmiddel brukt til å redusere populasjonene av en myggart (*Aedes aegypti*). I noen populasjoner av myggarten finner vi et gen (VGSC-genet) som påvirker resistensen mot insektmiddelet. Det dominante allelet (genvarianten) A gir resistens mot insektmiddelet, og allelet a gir ikke resistens.

Figuren beskriver frekvensen av allel A over tid i en populasjon av myggarten.



- 22) Hvilken kombinasjon av mekanismer forklarer best hvorfor frekvensen til allel A økte i populasjonen?
- A) mutasjoner og genetisk drift
 - B) genflyt og naturlig seleksjon
 - C) grunnleggereffekten og genflyt
 - D) naturlig seleksjon og flaskehalseffekten
- 23) Omtrent hvor stor andel av populasjonen var i 2016 heterozygot for VGSC-genet? Du kan gå ut fra at mygg parer seg tilfeldig.
- A) 25 %
 - B) 33 %
 - C) 50 %
 - D) 75 %

24) Vurder disse to påstandene om hendelser i utviklingen av livet på jorda:

1. Fotosyntese oppsto før aerob celleånding.
2. Mitokondrier oppsto før aerob celleånding.

Hvilke påstander (ingen, én eller to) er riktige?

- A) Bare påstand 1 er riktig.
- B) Bare påstand 2 er riktig.
- C) Begge påstandene er riktige.
- D) Ingen av påstandene er riktige.

Del 2

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

Oppgave 3

I et forsøk ble gjærceller dyrket i reagensglass ved ulike glukosekonsentrasjoner. I serie A ble gjærcellene dyrket i et anaerobt miljø (glass 1A–7A), og i serie B ble gjærcellene dyrket i et aerobt miljø (glass 1B–7B). Etter en tid telte forskerne antallet gjærceller i hvert reagensglass, og tabellene nedenfor beskriver resultatene. I glassene 5B–7B var antallet gjærceller for høyt for en nøyaktig telling.

Tabell 1A. Antall gjærceller ved ulike glukosekonsentrasjoner, dyrket i et *anaerobt* miljø (serie A).

Reagensglass (serie A)	Antall gjærceller (millioner/mL)	Glukosekonsentrasjon ved start (mg / 100 mL)
1A	50	50
2A	200	100
3A	450	150
4A	900	200
5A	1800	300
6A	2200	400
7A	2200	500

Tabell 1B. Antall gjærceller ved ulike glukosekonsentrasjoner, dyrket i et *aerobt* miljø (serie B).

Reagensglass (serie B)	Antall gjærceller (millioner/mL)	Glukosekonsentrasjon ved start (mg / 100 mL)
1B	200	50
2B	900	100
3B	2100	150
4B	5500	200
5B		300
6B		400
7B		500

- Lag grafiske framstillinger av resultatene fra serie A og serie B.
- Forklar hvorfor det er flere gjærceller i serie B enn i serie A ved alle glukosekonsentrasjonene.
 - Forklar hvorfor antall gjærceller stabiliserer seg på omtrent 2200 millioner / mL i serie A.
- I serie A ble det observert gass. Hvilken gass ble dannet? Begrunn svaret ditt.

Oppgave 4

Lirype (*Lagopus lagopus*) har ulik sommer- og vinterfjærdrakt (se bildene nedenfor), og skiftet av fjærdrakt er genetisk bestemt.



Figur 1. Lirype i sommerfjærdrakt (til venstre) og lirype i vinterfjærdrakt (til høyre).

- a)
1. Forklar hvorfor det er en fordel for lirypa at den skifter fjærdrakt to ganger i året.
 2. Beskriv mulige endringer av fjærdrakten til lirypa dersom klimaendringer gir høyere vintertemperaturer.

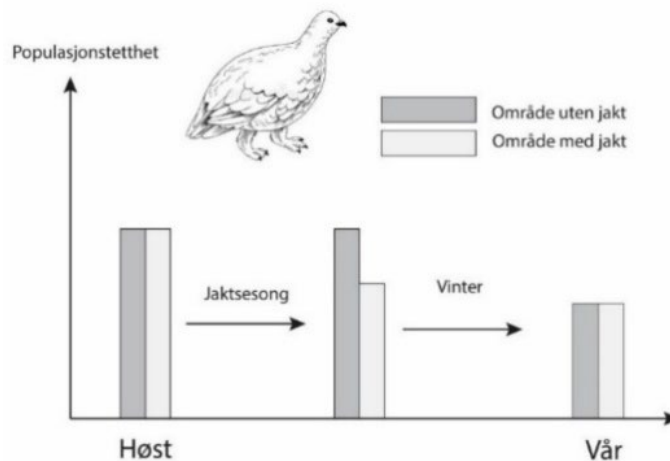
Skotsk lirype (*Lagopus lagopus* subsp. *scotica*), som har brun fjærdrakt hele året, er en underart av lirype. Forskjellene i fjærdrakt mellom lirype og skotsk lirype er genetisk bestemt.



Figur 2. Skotsk lirype.

- b)
- Anta at baserekkefølgen i genet, som gir det brune fargestoffet i fjærdrakten, er identisk hos alle ryper. Gi en mulig forklaring på hvorfor lirype og skotsk lirype likevel har ulik fjærfarge om vinteren.

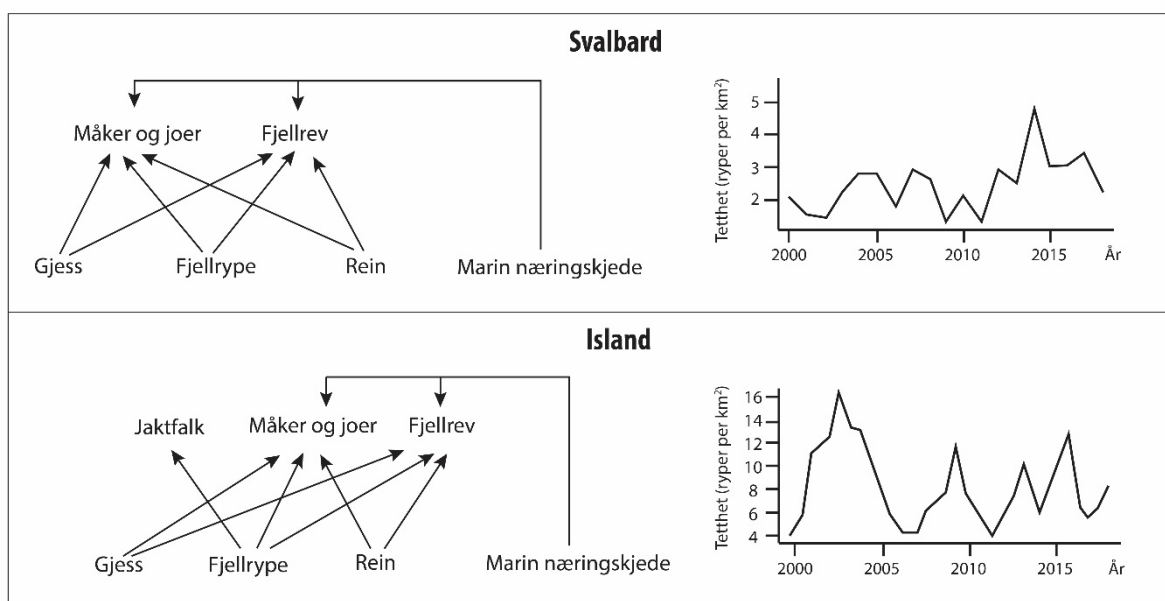
I Norge er det rypejakt om høsten. Én hypotese er at høstjakt ikke påvirker mengden rype neste vår. Figur 3 illustrerer denne hypotesen.



Figur 3. Hypotese: Mengden rype neste vår er uavhengig av høstjakten.

c) Forklar hvorfor det blir antatt at høstjakt ikke påvirker mengden rype neste vår.

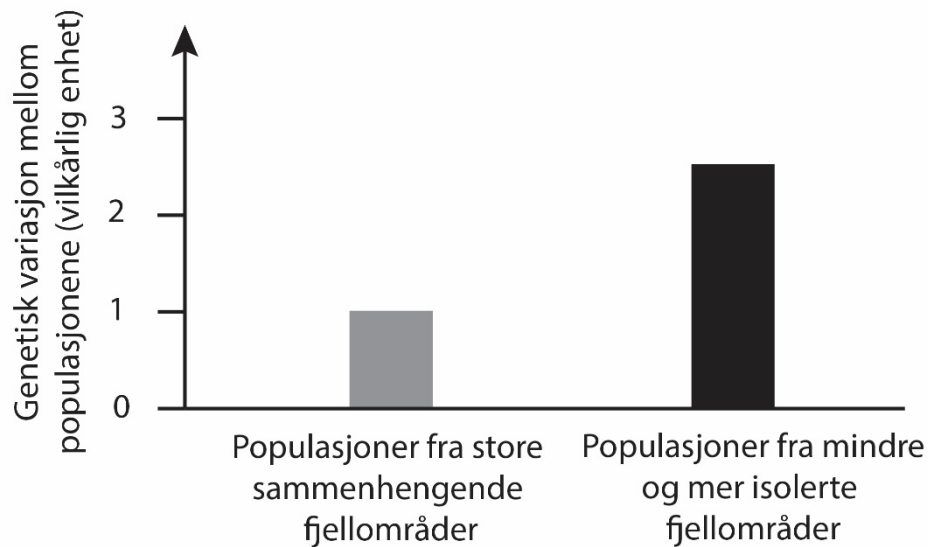
Fjellrype (*Lagopus muta*) finnes på Island og på Svalbard. Figuren nedenfor beskriver et næringsnett og tettheten av ryper (antall ryper per km²) for hvert område over tid.



Figur 4. Næringsnett og tettheten av fjellryper på Svalbard (øverst) og Island (nederst). Merk at områdene har ulik akseinndeling for rypetetthet (ryper per km²).

d) Bruk figur 4 til å sammenligne endringer i rypetettheten på Island og på Svalbard fra år 2000 og fram til i dag. Beskriv hovedforskjellene du finner. Bruk kunnskapen du har, til å forklare hvorfor vi observerer disse hovedforskjellene.

Fjellrype finnes også på fastlandet i Norge, hvor den hovedsakelig lever over tregrensa. Noen populasjoner lever i store og sammenhengende høyfjellsområder, mens andre populasjoner lever i mindre og mer isolerte høyfjellsområder. Forskere sammenlignet den genetiske variasjonen i fjellrypepopulasjoner fra to ulike høyfjellsområder. Figuren nedenfor beskriver resultatet.



Figur 5. Genetisk variasjon hos rypepopulasjoner fra store sammenhengende høyfjellsområder og hos rypepopulasjoner fra mindre og mer isolerte høyfjellsområder.

- e) Beskriv forskjellen i genetisk variasjon mellom fjellrypepopulasjonene i figur 5. Bruk figuren når du svarer. Forklar hvorfor det er forskjell mellom områdene.

Oppgave 5

To gener bestemmer pelsfargen hos hunderasen labrador. Det ene genet bestemmer om hundens grunnfarge blir svart eller brun. Allelet/genvarianten for svart pelsfarge A dominerer over allelet for brun pelsfarge a. Det andre genet B/b bestemmer om grunnfargen blir «bleket» slik at pelsen blir gul. Blekingen skjer hos alle som er homozygote for det recessive allelet b.



Figur 6. Labradorer med henholdsvis brun, svart og gul pels.

- a)
1. Skriv alle genotypene som gir svart pels, og alle genotypene som gir gul pels.
 2. Vurder denne påstanden: «Krysninger av hunder med brun pels gir bare valper med brun pels.» Er påstanden riktig eller feil? Begrunn svaret ditt med et krysningsskjema.

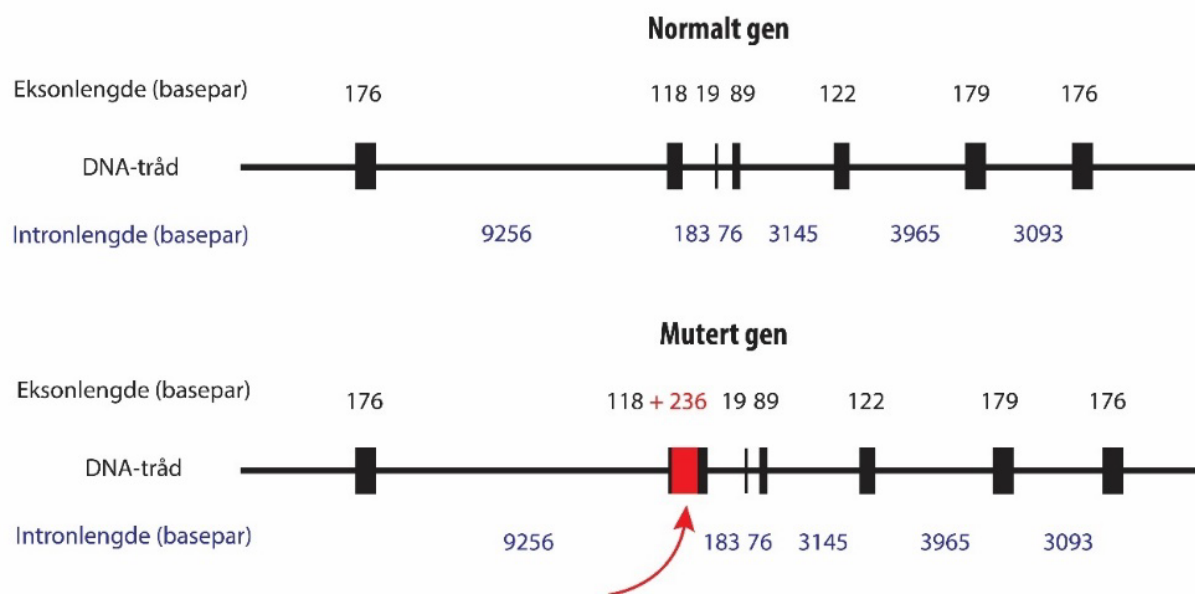
Sykdommen CNM (centronuclear myopathy), som blir nedarvet recessivt, forårsaker muskelsvinn hos labradorer. Figur 7 viser resultatene fra DNA-analyser av to friske hunder og én syk hund.



Figur 7. Resultatene av en DNA-analyse av allelene hos tre hunder.

- b)
- Gir figur 7 deg tilstrekkelig informasjon til at du kan avgjøre hvilken hund som er syk? Begrunn svaret ditt ved å bruke resultatene i figuren.

Sykdommen CNM skyldes en mutasjon i genet for et enzym (se figuren nedenfor).



Figur 8. Eksoner og introner for det normale genet (øverst), og eksoner og introner for det muterte genet (nederst). Den innsatte DNA-sekvensen er merket rød.

- c) Beskriv mutasjonen, og forklar hvorfor den kan gi alvorligere konsekvenser enn en substitusjon.