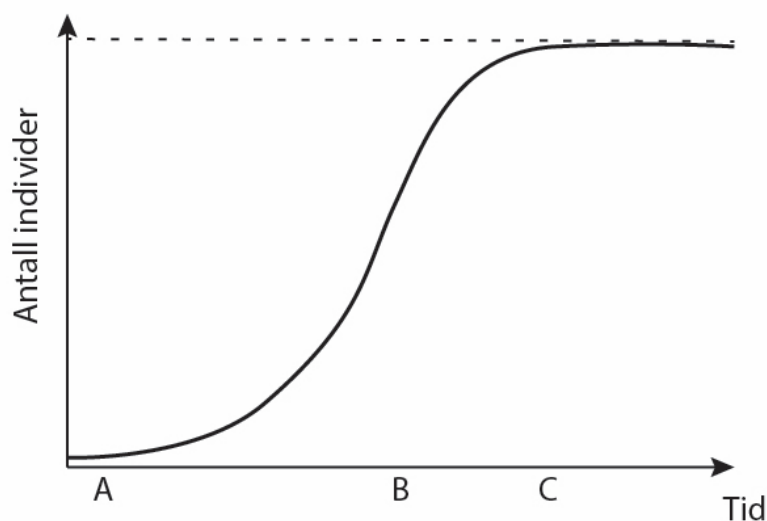


Del 1

Oppgave 1

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

- a) Skisser en næringskjede med fire ledd med artsnavn fra feltarbeidet. Øker eller avtar energien gjennom næringskjeden, eller er den konstant? Begrunn svaret ditt.
- b) Sammenlikn hvordan genetisk drift og naturlig seleksjon kan endre genlageret/genreservoaret til en populasjon.
- c) Beskriv hvordan NADPH og ATP blir dannet i fotosyntesen.
- d) Figuren nedenfor viser antall individer av en dyreart som funksjon av tiden i et område. Er endringen i antall individer størst ved tidspunktet A, B eller C? Hvorfor vokser populasjonen raskest ved dette tidspunktet, og hvorfor vokser populasjonen saktere ved de to andre tidspunktene?



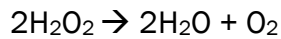
Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på eget svarskjema i vedlegg 1.
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

Den unge biologen

Du skal bruke informasjonen nedenfor i oppgave 1 og 2.

Enzymet katalase katalyserer følgende reaksjon:



Noen elever la potetbiter i sju reagensglass og tilsatte lik mengde hydrogenperoksid (H_2O_2) i hvert glass. Det ble dannet oksyngengass. Tabellen viser mengden potet (antall biter og volumet av dem), konsentrasjonen av hydrogenperoksid, pH i blandingen og temperaturen i potetbitene.

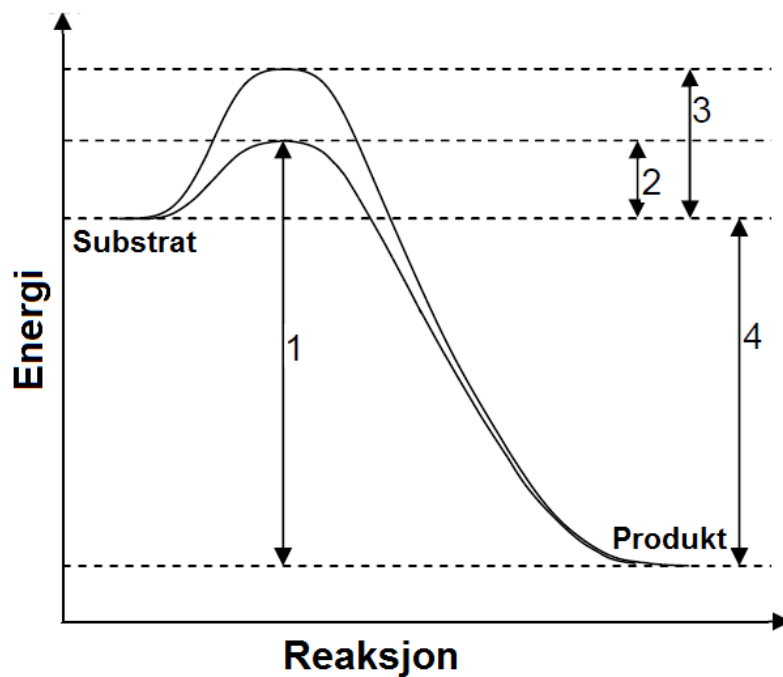
Reagensglass nr.	Potetbiter (antall og volum)	H_2O_2 -konsentrasjon	pH	Temperaturen i potetbitene
1	1 · 1 cm ³	10 %	7	15 °C
2	1 · 1 cm ³	5 %	7	15 °C
3	1 · 1 cm ³	3 %	7	15 °C
4	1 · 1 cm ³	10 %	7	25 °C
5	4 · 0,25 cm ³	10 %	7	15 °C
6	1 · 1 cm ³	5 %	4	15 °C
7	1 · 1 cm ³	10 %	7	20 °C

- 1) Hvilke reagensglass kan vi sammenlikne for å teste hypotesen om at temperaturen påvirker aktiviteten til enzymet katalase?
- A) 1, 3, 6
 - B) 1, 4, 7
 - C) 2, 3, 5
 - D) 2, 4, 7

- 2) Hvorfor er det viktig at potetbitene i reagensglass 1, 2 og 3 har samme overflateareal?
- A) Fordi overflatearealet påvirker pH.
 - B) Fordi overflatearealet påvirker temperaturen.
 - C) Fordi overflatearealet påvirker enzymmengden.
 - D) Fordi overflatearealet påvirker substratkonsentrasjonen.

Energiomsetning

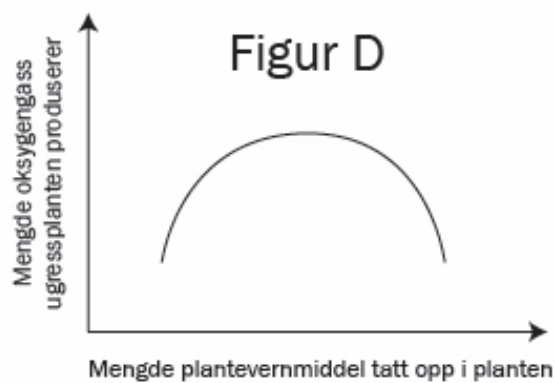
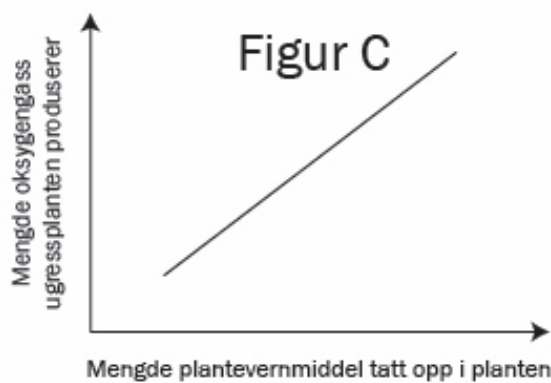
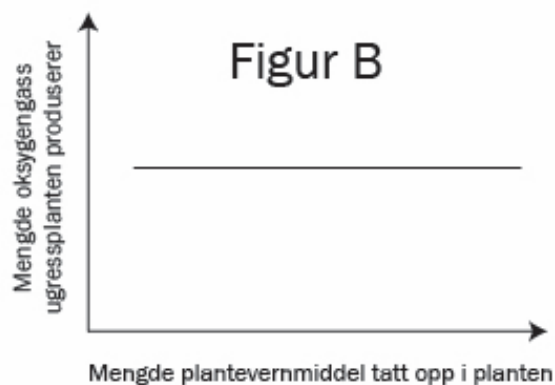
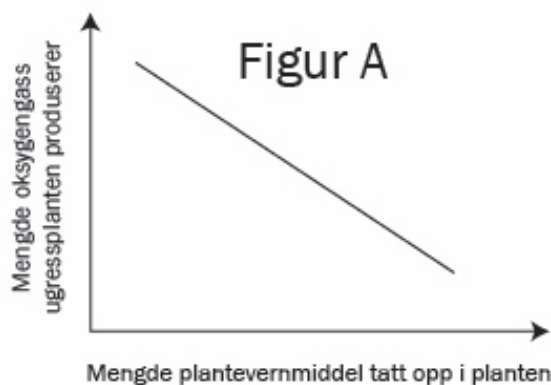
- 3) Figuren viser energiforandringene i en reaksjon med et enzym.



Hvilken pil beskriver best aktiveringsenergien i en reaksjon med enzymet?

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

4) Et plantevernmiddel hemmer fotosystem 2 i ugressplanter.



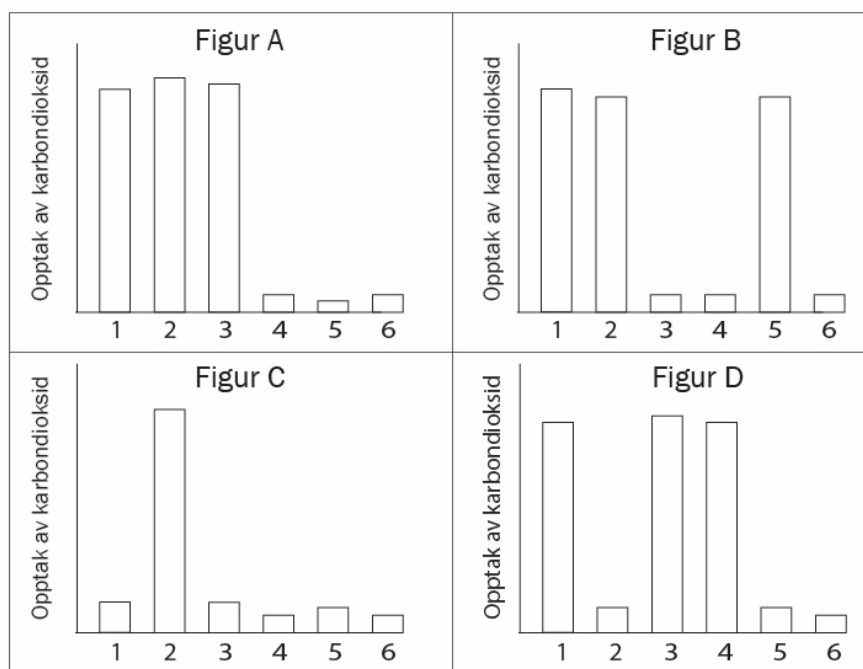
Hvilken av figurene ovenfor viser sammenhengen mellom mengden produsert oksyngengass i en ugressplante og mengden plantevernmiddel som er tatt opp av planten?

- A) Figur A
- B) Figur B
- C) Figur C
- D) Figur D

- 5) Tabellen nedenfor viser innholdet i seks reagensglass. Reagensglassene har enten stått i lys eller i mørke.

Glass nr.	Innhold i reagensglasset	Behandling
1	Kloroplaster	Lys
2	Kloroplaster uten tylakoider. ATP NADPH	Lys
3	Kloroplaster uten tylakoider.	Lys
4	Kloroplaster	Mørke
5	Kloroplaster uten tylakoider. ATP NADPH	Mørke
6	Kloroplaster uten tylakoider.	Mørke

Opptaket av karbondioksid ble målt i hvert reagensglass.

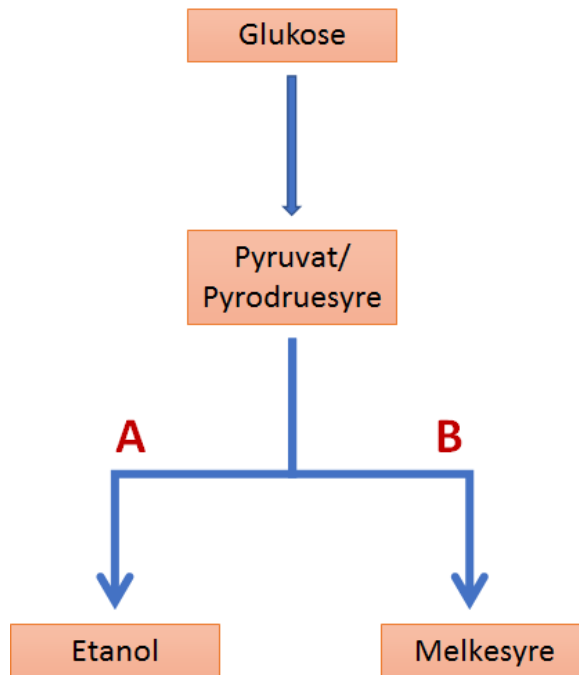


Hvilken av figurene ovenfor viser best mengden karbondioksid som ble tatt opp i reagensglassene 1–6?

- A) Figur A
- B) Figur B
- C) Figur C
- D) Figur D

Du skal bruke figuren nedenfor i oppgave 6 og 7.

6) Figuren viser to ulike gjæringsprosesser, prosess A og prosess B.



Hvilken påstand om gjæringsprosessene A og B er riktig? Bruk figuren når du svarer.

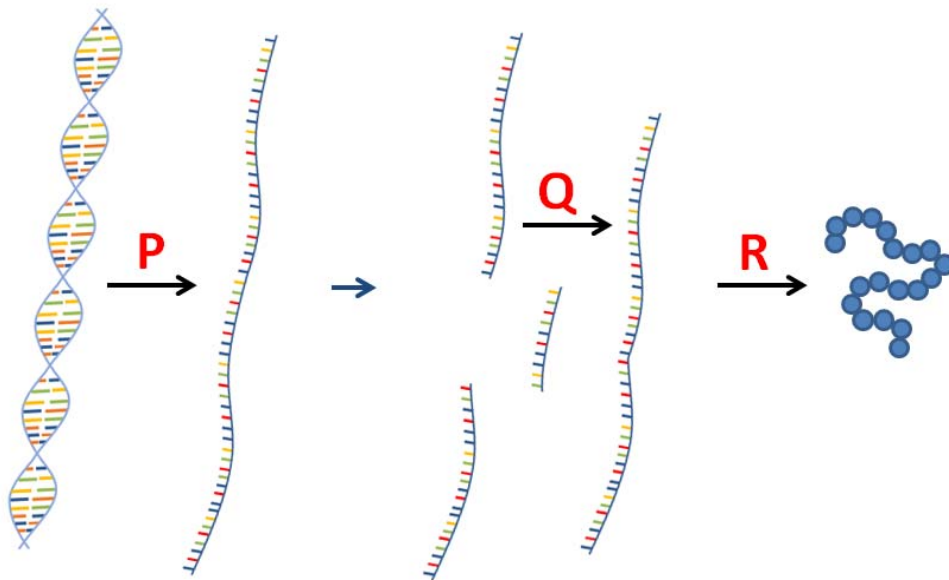
- A) Bare gjæringsprosess A skjer i muskelceller hos mennesker.
- B) Bare gjæringsprosess B skjer i muskelceller hos mennesker.
- C) Både gjæringsprosess A og gjæringsprosess B skjer i muskelceller hos mennesker.
- D) Ingen av gjæringsprosessene skjer i muskelceller hos mennesker.

7) Hvilket annet stoff enn etanol blir dannet i gjæringsprosess A? Bruk figuren når du svarer.

- A) NADH
- B) NADPH
- C) O₂
- D) CO₂

Genetikk

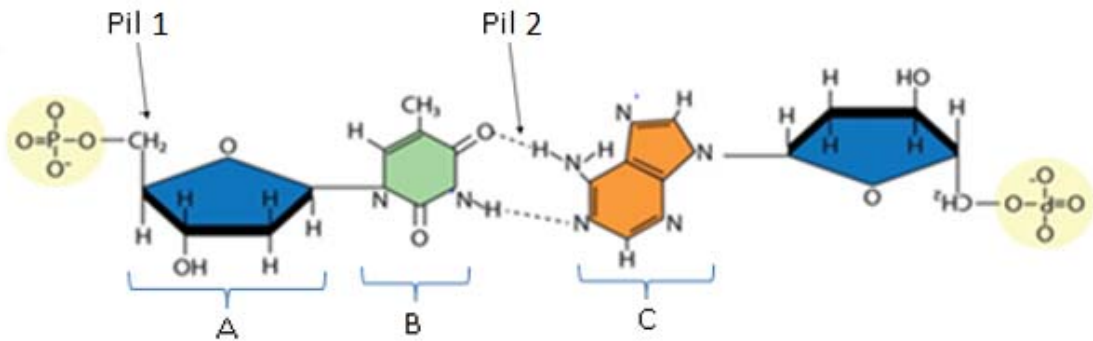
8) Figuren viser en forenklet skisse av hvordan et protein blir dannet.



Hvilken beskrivelse av figuren er riktig?

- A) P er replikasjon, Q er transkripsjon, og R er translasjon.
- B) P er transkripsjon, Q er RNA-spleising, og R er translasjon.
- C) P er transkripsjon, Q er translasjon, og R er RNA-spleising.
- D) P er replikasjon, Q er transkripsjon, og R er RNA-spleising.

9) Figuren viser et utsnitt av et DNA-molekyl.



Punktlista inneholder fem påstander om figuren:

1. Pil 1 peker på en 5'-ende.
2. Pil 2 peker på en hydrogenbinding.
3. Bokstav A viser ribose.
4. Bokstav B viser nitrogenbasen guanin.
5. Bokstav C viser nitrogenbasen adenin.

Hvilke påstander om figuren er riktige?

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

10) Tabellen viser prosentandelen av nitrogenbasene A, G, T og C i arvematerialet til et bestemt virus.

Nitrogenbase	A	G	T	C
Virus	24,0 %	23,3 %	21,5 %	31,2 %

Hva består arvematerialet til viruset av? Bruk tabellen når du svarer.

- A) RNA, dobbeltråd
 B) DNA, dobbeltråd
 C) RNA, enkelttråd
 D) DNA, enkelttråd

- 11) Noen forskere bestemte rekkefølgen av aminosyrer i protein A og protein B. Tabell 1 og 2 viser rekkefølgen av aminosyrer fra samme område i begge proteinene. Tabell 3 viser kodoner for noen aminosyrer.

Tabell 1

Protein A					
Aminosyre	Lys	Ser	Pro	Cys	Leu
Kodon	TTT	TCA	GGT	ACG	GAA

Tabell 2

Protein B					
Aminosyre	Lys	Ser	Pro	Trp	Pro
Kodon	TTT	TCA	GGT	?	?

Tabell 3

Aminosyre	Kodon som gir aminosyren
Trp	ACC
Pro	GGT eller GGA
Cys	ACA eller ACG

Rekkefølgen av aminosyrer i protein B er resultatet av én mutasjon i et kodon for én aminosyre i protein A. Bruk tabellene for å bestemme kodoner for de to siste aminosyrene i protein B.

Hvilken type mutasjon kan forklare rekkefølgen av aminosyrer i protein B?

- A) insersjon av en C-base
- B) delesjon av en G-base
- C) substitusjon av G med C
- D) substitusjon av C med G

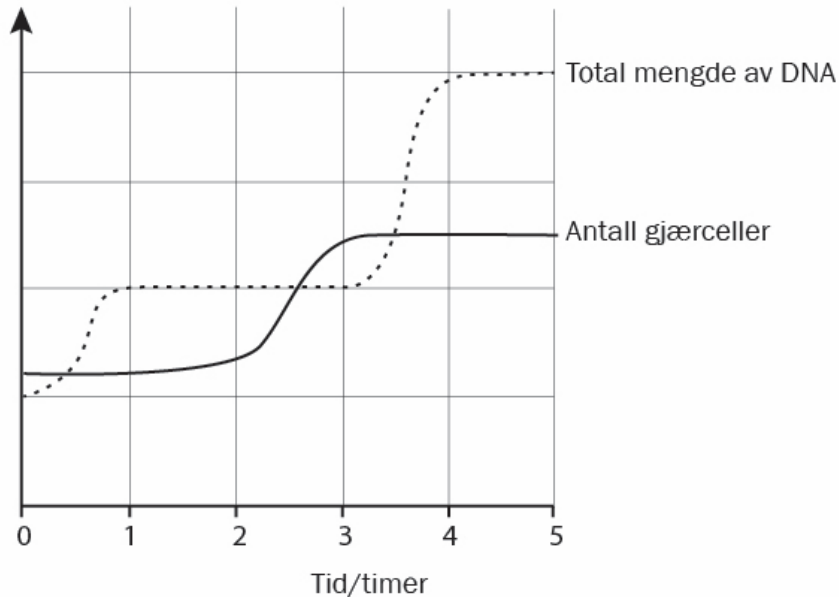
- 12) Punktlista beskriver noen trinn i meiosen:

1. Overkrysning
2. Dannelse av haploide celler
3. Søsterkromatider skiller lag

I hvilken rekkefølge, fra først til sist, skjer disse trinnene i meiosen?

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

- 13) Gjærceller formerer seg ukjønnert ved mitose. Noen forskere dyrket gjærceller og registrerte antall gjærceller og mengde DNA i en periode. Resultatene er vist i figuren.



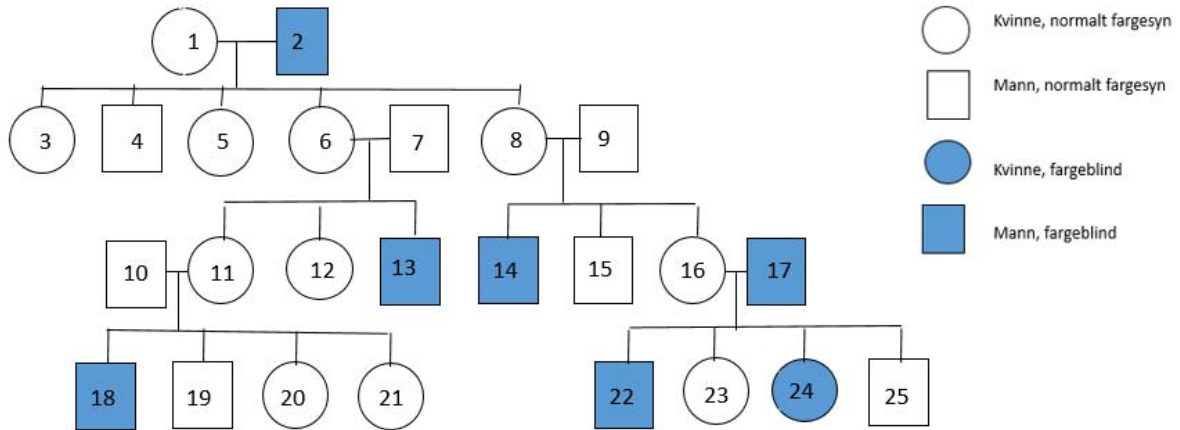
Hvor lang tid tar en cellesyklus til denne gjærcellen?

- A) cirka 1 time
 - B) cirka 2 timer
 - C) cirka 3 timer
 - D) cirka 4 timer
- 14) Hos mennesket er allelet/genvarianten for å kunne rulle tunge (T) dominant over egenskapen for ikke å kunne rulle tunge (t), og allelet for fri øreflipp (B) er dominant over allelet for fast øreflipp (b). En kvinne som ikke kan rulle tunge og har fast øreflipp, får et barn med en mann som er heterozygot for begge egenskapene.

Hva er sannsynligheten for at barnet ikke kan rulle tunge og har fri øreflipp?

- A) 1/4
- B) 1/2
- C) 3/4
- D) 7/16

- 15) Stamtavlen nedenfor viser nedarving av fargeblindhet i en familie. Egenskapen fargeblindhet kommer av et recessivt allel/genvariant på X-kromosomet.



Punktlista viser fire påstander om stamtavlen:

1. Person 15 er bærer av allelet for fargeblindhet.
2. Person 11 har heterozygot genotype for fargesyn.
3. Dersom person 19 og 23 får en sønn, er det 50 % sannsynlighet for at sønnen er fargeblind.
4. Dersom person 8 og 9 får enda et barn, er det 50 % sannsynlighet for at dette barnet er fargeblind.

Hvilke påstander om stamtavlen er riktige?

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

Bioteknologi

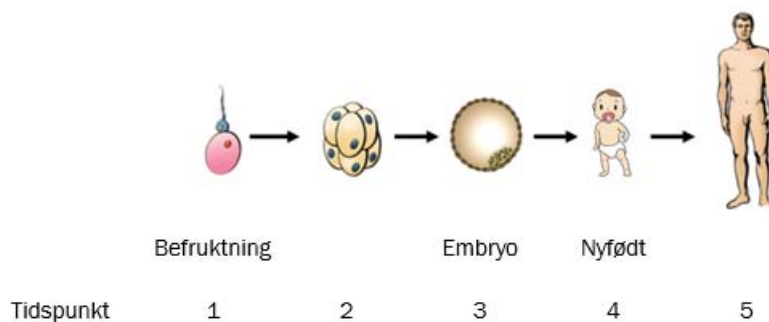
16) Punktlista inneholder fem påstander om bioteknologiske metoder:

1. Ved preimplantasjonsdiagnostikk blir en cellekjerne fra en eggcelle satt inn i en tom kroppscelle.
2. PCR trenger en primer for at DNA-polymerase skal binde seg til templattråden.
3. I en gelelektroforese vandrer DNA mot den negative polen.
4. Terapeutisk kloning kan brukes til å framstille nytt vev.
5. Alle GM-organismer har fått tilført nye gener.

Hvilke påstander om bioteknologiske metoder er riktige?

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

17) Figuren viser ulike tidspunkter i livet til et menneske.



Ved hvilke tidspunkter finner vi multipotente stamceller?

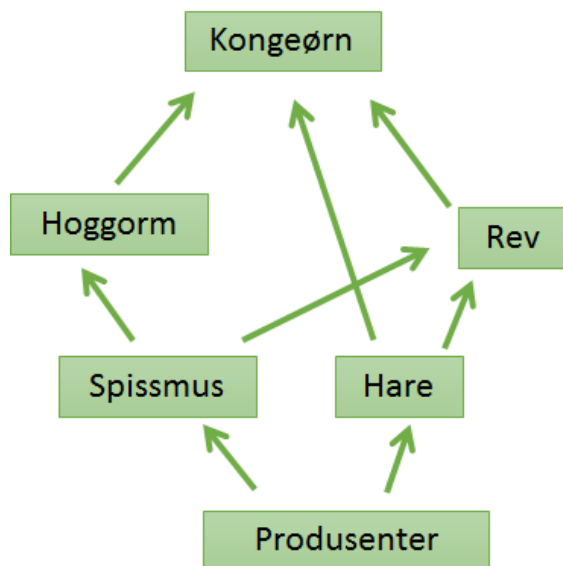
- A) tidspunkt 1 og 2
- B) tidspunkt 2 og 3
- C) tidspunkt 4 og 5
- D) tidspunkt 1, 3 og 4

Økologi

18) Hvordan virker denitrifiserende bakterier på mengden nitrogenforbindelser i jorda?

- A) Mengden nitrat/ NO_3^- minker, og mengden ammonium/ NH_4^+ er konstant.
- B) Mengden nitrat/ NO_3^- er konstant, og mengden ammonium/ NH_4^+ minker.
- C) Både mengden nitrat/ NO_3^- og mengden ammonium/ NH_4^+ øker.
- D) Både mengden nitrat/ NO_3^- og mengden ammonium/ NH_4^+ minker.

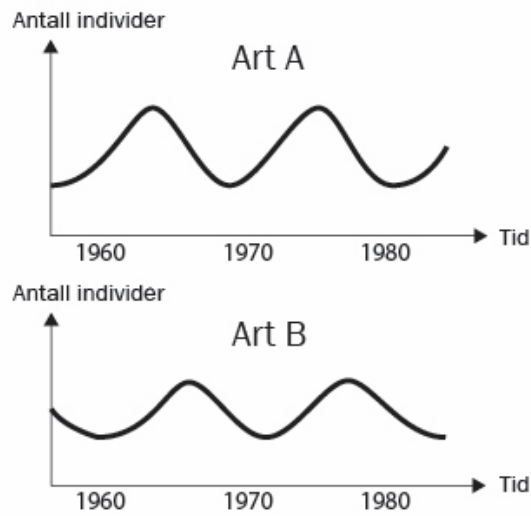
19) Figuren nedenfor viser et næringsnett.



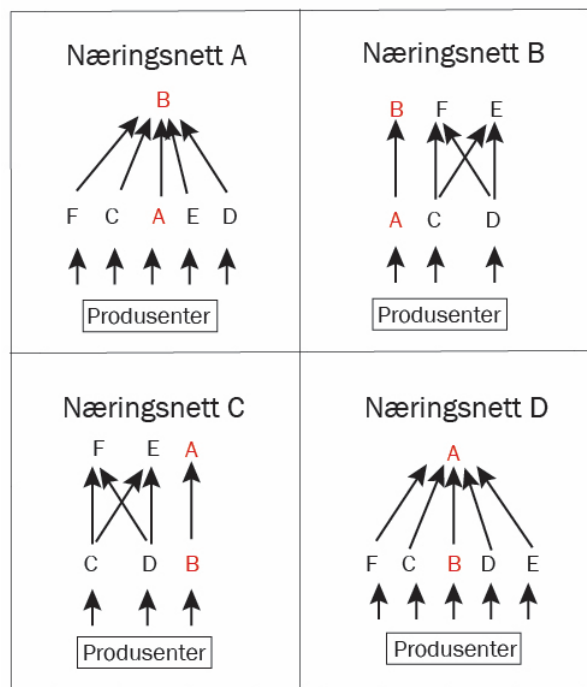
Hvilket begrep beskriver best samspillet mellom hoggorm og rev?

- A) mutualisme
- B) kommensalisme
- C) intraspesifikk konkurranse
- D) interspesifikk konkurranse

20) Figuren viser endringene i antall individer over tid for art A og art B.



Art A og art B er konsumenter i samme næringskjede. I figurene nedenfor opptrer art A og art B sammen med artene C–F i fire ulike næringsnett.



Hvilket næringsnett passer best med endringene i antall individer i art A og art B?

- A) Næringsnett A
- B) Næringsnett B
- C) Næringsnett C
- D) Næringsnett D

Evolusjon

21) Punktlista beskriver noen trinn i allopatrisk artsdannelse:

1. En populasjon blir geografisk delt i to isolerte populasjoner.
2. Postzygotiske barrierer utvikles mellom to populasjoner.
3. Det skjer mutasjoner, og naturlig utvalg endrer genfrekvensene.

I hvilken rekkefølge, fra først til sist, skjer disse trinnene i allopatrisk artsdannelse?

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

Du skal bruke tabellen nedenfor i oppgave 22 og 23.

Populasjon	Genotyper				
	Antall individer	Antall RR	Antall Rr	Antall rr	Frekvens r
Populasjon 1	100	24	72	4	0,4
Populasjon 2	1000	320	560	120	0,4
Populasjon 3	10000	3600	4800	1600	0,4
Populasjon 4	10000	4000	4400	1600	0,4

22) Hvilken av populasjonene er i likevekt, ifølge Hardy-Weinbergs lov/likevekt? Bruk tabellen når du svarer.

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

23) Hvilket av genlagerne/genreservoarene vil trolig påvirkes mest av genetisk drift? Bruk tabellen når du svarer.

- A) Genlageret til populasjon 1
- B) Genlageret til populasjon 2
- C) Genlageret til populasjon 3
- D) Genlageret til populasjon 4

24) Punktlista beskriver hendelser i evolusjonen:

1. Dannelse av celler med cellekjerne.
2. Dannelse av de første organismene med fotosyntese.
3. Dannelse av flercellede organismer.

I hvilken rekkefølge, fra først til sist, skjedde disse hendelsene i evolusjonen?

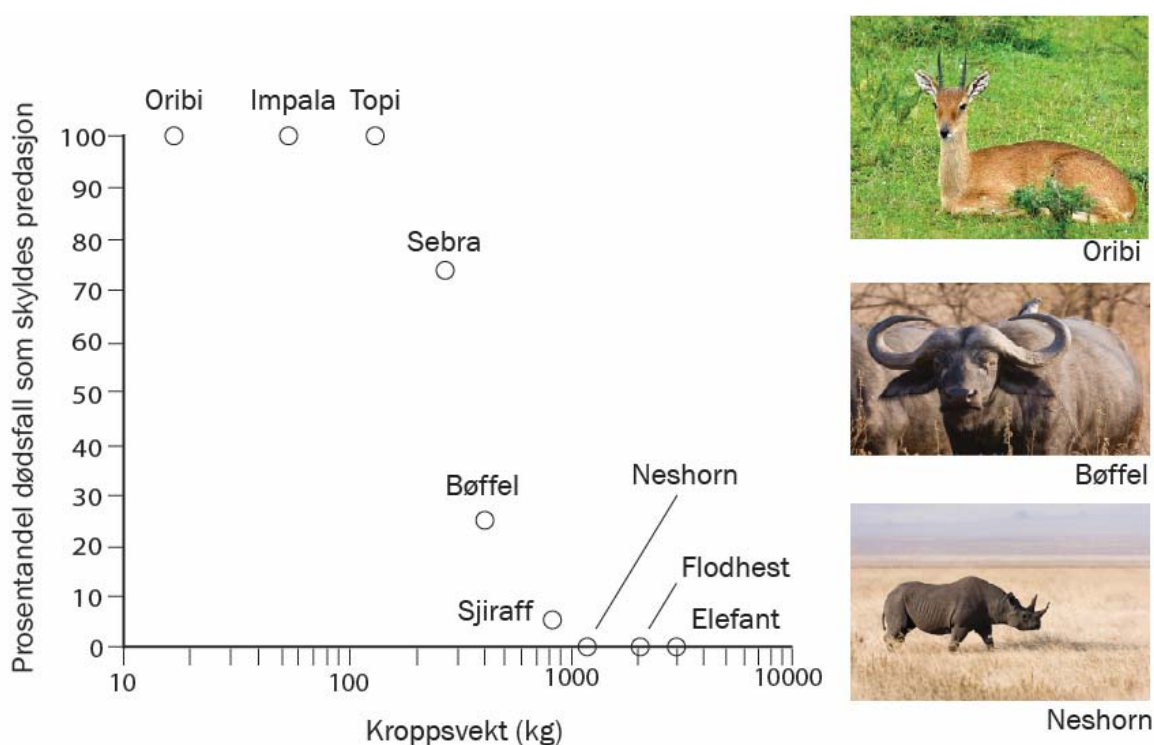
- A) 1, 2, 3
- B) 1, 3, 2
- C) 2, 3, 1
- D) 2, 1, 3

Del 2

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

Oppgave 3

I Serengeti nasjonalpark har forskere undersøkt årsaker til at planteetere dør. Én av flere årsaker er at de blir spist av rovdyr (predasjon). Figur 1 viser hvor stor andel av en art som dør på grunn av predasjon (y-akse), og artens gjennomsnittlige kroppsvekt (x-akse).

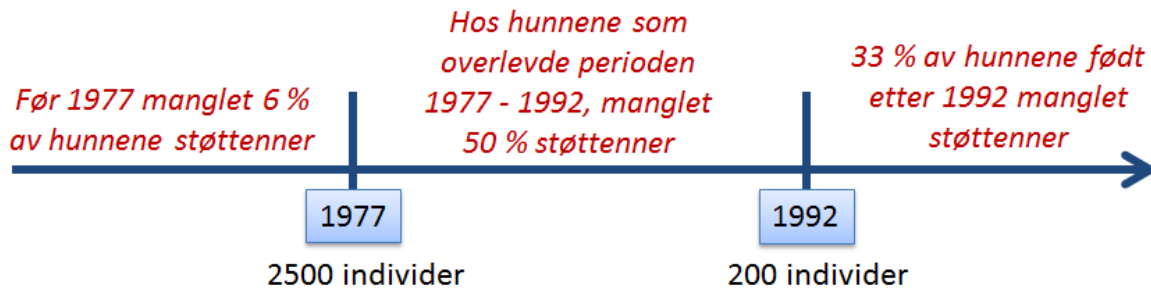


Figur 1 Sammenhengen mellom prosentandelen av en art som dør grunnet predasjon, og den gjennomsnittlige kroppsvekten til arten.

- Beskriv sammenhengen mellom prosentandelen av arten som dør grunnet predasjon, og den gjennomsnittlige kroppsvekten til arten. Bruk figur 1 når du svarer.
- Tenk deg at bestanden av rovdyr i nasjonalparken Serengeti avtar kraftig. Diskuter hvordan populasjonsveksten til planteetere kan bli påvirket av dette. Bruk figur 1 når du svarer.

Hos afrikanske elefanter (*Loxodonta africana*) har både hanner og hunner støttenner. Støttenner er en arvelig egenskap.

Støttenner er ettertraktet, og ulovlig jakt har redusert populasjonsstørrelsen til elefanten kraftig. Et eksempel er elefantpopulasjonen i Mosambik. Figur 2 viser antall individer registrert i 1977 og 1992, og prosentandelen hunner uten støttenner fra før 1977 til etter 1992.



Figur 2 Antall individer i en elefantpopulasjon, og prosentandel hunner uten støttenner i populasjonen i ulike tidsperioder.

- c) Forklar med utgangspunkt i informasjonen ovenfor hvordan ulovlig jakt påvirker forekomsten av alleler/genvarianter for støttenner.

Tenk deg at fargen på flekkene til sjiraffen blir bestemt av et gen som finnes i to alleler/genvarianter, allel B som gir oransje pigment, og allel b som gir brunt pigment. I tillegg finnes et gen på et annet kromosom som styrer dannelsen av pigment (allel A/a). Individer som er homozygote for det recessive allelet, a, danner ikke pigment (har albinisme).

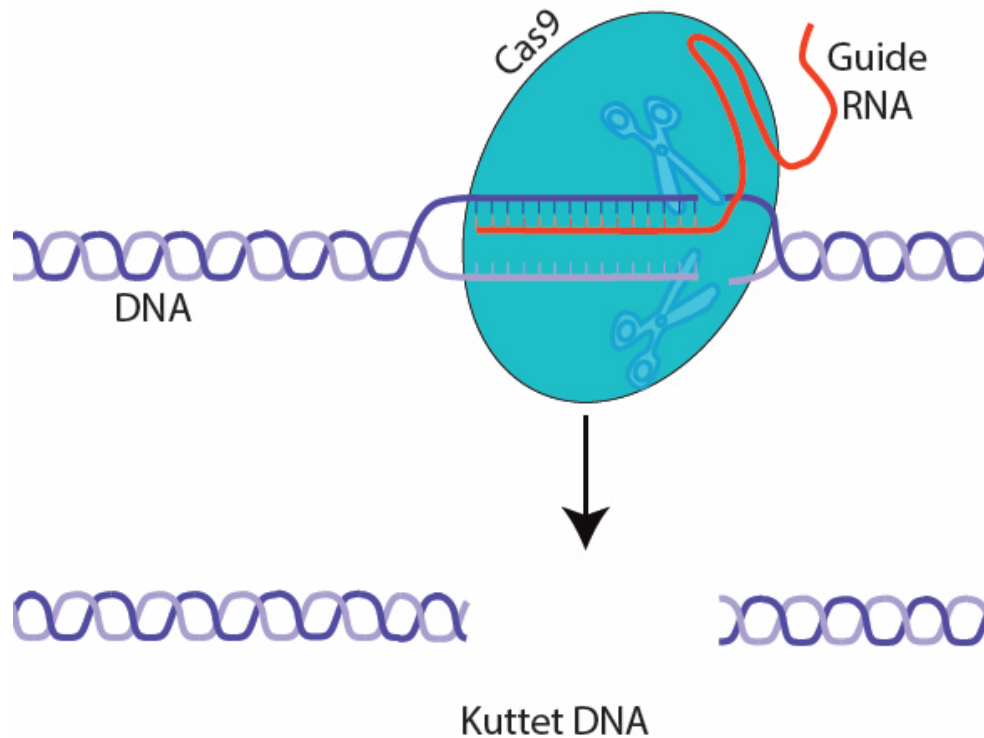
En sjiraff som er heterozygot for begge genene, får avkom med en sjiraff som har albinisme.

- d) 1. Sett opp de tre mulige genotypene til sjiraffen med albinisme.
2. Hvilken av genotypene må sjiraffen med albinisme ha, gitt at forholdet mellom fenotypene hos avkommene er 4:3:1? Vis dette med krysningsskjema.

Oppgave 4

Metoden kalt CRISPR går ut på at et enzym (Cas9-enzymet) kutter begge trådene i et DNA-molekyl. Et kunstig laget RNA-molekyl (guide RNA eller gRNA) har på forhånd bundet seg til sekvensen på DNA, og molekylet viser hvor enzymet Cas9 skal kutte.

Figur 3 viser hvordan DNA blir kuttet med CRISPR-metoden.



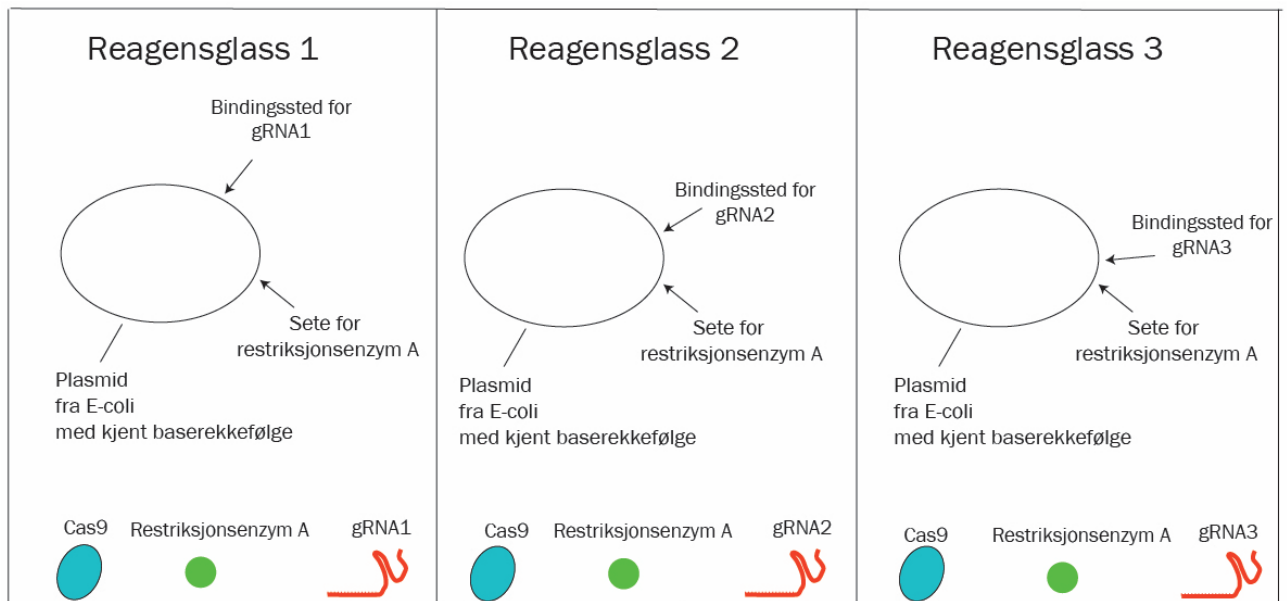
Figur 3 Kutting av gen ved CRISPR-metoden.

- Hvilken baserekkefølge har et gRNA-molekyl som kan gjenkjenne DNA-sekvensen ATGCCGTAGGT?
- Beskriv **én** likhet og **én** forskjell mellom CRISPR-metoden og bruk av restriksjonsenzymmer.

Noen forskere brukte CRISPR-metoden i et forsøk. De hadde tre reagensglass med følgende innhold:

- Et plasmid fra E-coli med kjent baserekkefølge
- Cas9-enzym
- Restriksjonsenzym A
- Tre ulike gRNA-molekyler (gRNA1, gRNA2 eller gRNA3) som er komplementære med hver sin sekvens i plasmidet fra E-coli

Den eneste forskjellen mellom de tre reagensglassene var altså at gRNA-molekylene var ulike, som vist i figur 4.



Figur 4 Plasmidet fra E-coli, restriksjonsenzym A og Cas9-enzymet var identiske i alle de tre reagensglassene, men glassene hadde ulike gRNA-molekyler (gRNA1, gRNA2 og gRNA3).

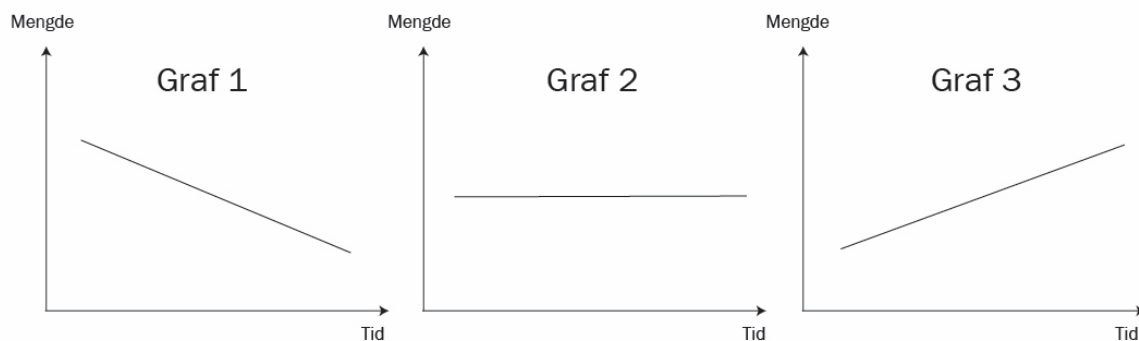
- c) Produktene fra de tre reagensglassene ble kjørt i en gelelektroforese. Tegn en figur av en gel som viser resultatet fra denne gelelektroforesen. Skriv en figurtekst der du forklarer resultatet.

Oppgave 5

I et forsøk ble produksjonen av ATP i mitokondrier undersøkt. Mitokondriene ble tilført ADP, fosfat, oksyngass og substrat.

- a) Forklar hvorfor fosfat ble tilsatt.

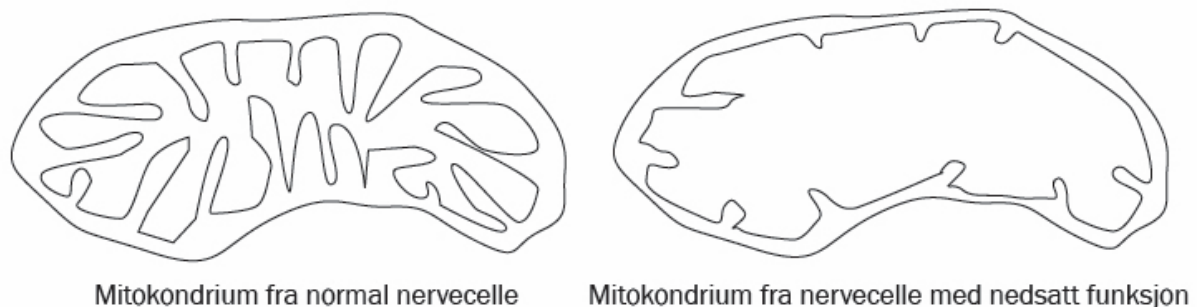
Mengden ATP og mengden oksyngass ble målt i løpet av forsøket. Figur 5 viser mulige resultater.



Figur 5 Mulige resultater for mengden oksyngass og mengden ATP.

- b) Hvilken av de tre grafene viser best hvordan mengden oksyngass endres, og hvilken graf viser best hvordan mengden ATP endres i forsøket? Begrunn svaret ditt.

Personer med sykdommen multipel sklerose (MS) har nerveceller med nedsatt funksjon. Forskere sammenliknet mitokondriene i normale nerveceller med mitokondrier i nerveceller hos MS-pasienter. Forskerne observerte at nerveceller med nedsatt funksjon inneholdt mange mitokondrier med uvanlig struktur. Figur 6 viser mitokondriene.



Figur 6 Mitokondrium fra en normal nervecelle og fra en nervecelle med nedsatt funksjon.

- c) Forklar hvorfor nerveceller kan få nedsatt funksjon når de har mitokondrier med denne uvanlige strukturen.

I en studie undersøkte forskere betydningen av arv for utviklingen av sykdommen MS. De brukte eneggede og toeggede tvillingpar i undersøkelsen. Tvillingene i hvert par hadde vokst opp sammen, og minst én av dem hadde utviklet MS. Eneggede tvillinger er genetisk identiske, mens toeggede tvillinger har samme genetiske likhet som helsøsken.

Tabell 1 viser resultater fra undersøkelsen.

Tabell 1 Forekomst av sykdommen MS hos tvillingpar.

	Begge tvillingene i paret har MS	Bare én av tvillingene i paret har MS
Eneggede tvillinger	7 par (25,9 %)	20 par (74,1 %)
Toeggede tvillinger	1 par (2,3 %)	42 par (97,7 %)

- d)
1. Hvorfor sammenliknet forskerne eneggede tvillinger med toeggede tvillinger, og ikke eneggede tvillinger med andre helsøsken?
 2. Hva viser resultatene om betydningen av arv for utviklingen av sykdommen MS? Begrunn svaret ditt.