

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 og linjal Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til å kommunisere, som mobiltelefon, programvare for samskriving, chat eller lignende. Du har ikke lov til å bruke kunstig intelligens som hjelpemiddel under eksamen.
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 sitater fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	Vedlegg 1 Kodonene 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.

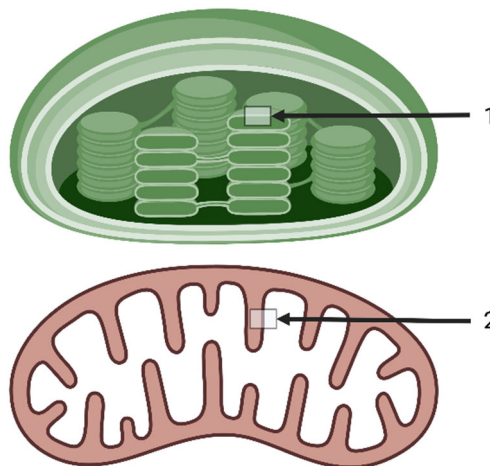
Informasjon om flervalgsoppgaven	Oppgave 2 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar teller som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C eller D. Eksempel Her ser du fire påstander. 1 En r-selektert art driver lite yngelpleie. 2 Det er intraspesifikk konkurranse mellom artene elg og hjort. 3 Smittsom sykdom er en tetthetsuavhengig faktor. 4 Mutualisme er et samspill som er til gjensidig nytte for artene. Hvilke påstander er riktige? A påstand 1 og 2 B påstand 1 og 4 C påstand 2 og 3 D påstand 3 og 4 Dersom du mener svaralternativ B er korrekt, skriver du «B» 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. 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. Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.
Kilder	Se kildelista på side 46. Figurene i oppgavene 1c, 5d og flervalgsoppgavene 8, 12 og 19 er laget i Biorender. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.

Del 1

Oppgave 1

**Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.
Hvert av svarene skal være på maksimum én A4-side.**

- a) Ta utgangspunkt i feltarbeidet ditt.
- 1 Skisser en næringskjede med fire artsnavn.
 - 2 Beskriv hvordan energien kommer inn i næringskjeden og går gjennom den.
- b) Beskriv hva genterapi er, og gi et eksempel på en etisk problemstilling ved bruk av genterapi.
- c) Figuren illustrerer en kloroplast og et mitokondrium.



Sammenlign hvordan energi blir omdannet i tylakoidmembranen (pil 1) og i den indre mitokondriemembranen (pil 2).

- d) Gjør rede for hvordan naturlig seleksjon kan endre genlageret/genreservoaret i en populasjon.

Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på eget svarskjema i vedlegg 2.

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

1 Her ser du fire påstander om livsstrategier hos arter.

- 1 Individene får få avkom.
- 2 Individene har ikke yngelpleie.
- 3 Individene blir sent kjønnsmodne.
- 4 Individene formerer seg bare én gang.

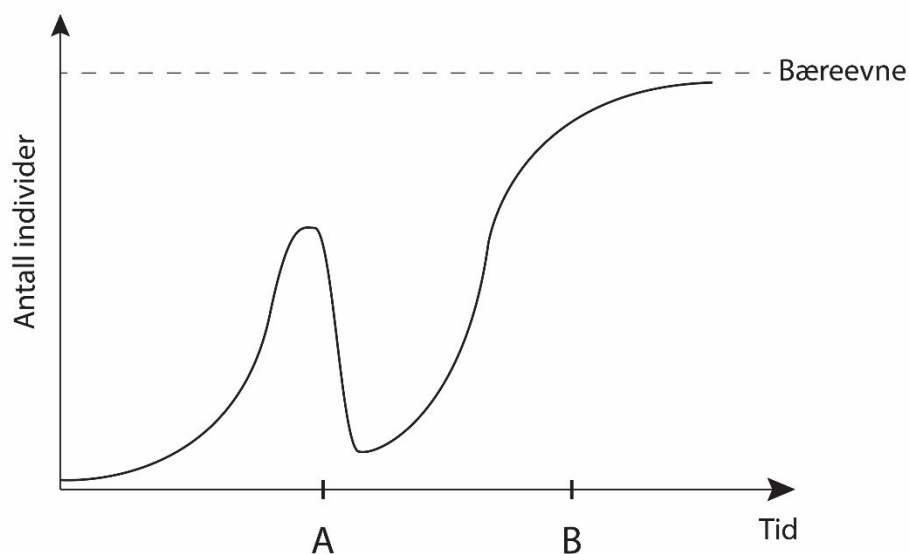
Hvilke påstander er riktige for en r-selektert art?

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

2 Hva er funksjonen til gRNA/sgRNA i CRISPR-metoden?

- A gRNA reparerer DNA-skader.
- B gRNA gir Cas9 energi til å klippe i DNA-et.
- C gRNA klipper DNA-et på spesifikke steder.
- D gRNA bestemmer hvor Cas9 skal klippe i DNA-et.

3 Kurven beskriver populasjonsstørrelsen til en art som funksjon av tiden.



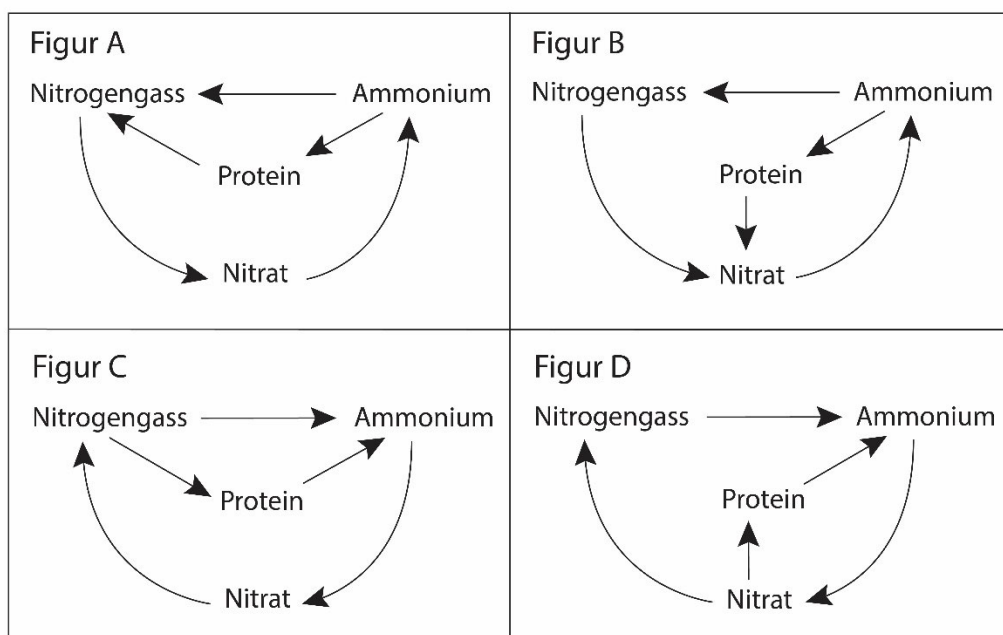
Her ser du to påstander.

- 1 Tetthetsuavhengige faktorer kan forklare endringene ved tidspunkt A.
- 2 Tetthetsavhengige faktorer kan forklare endringene ved tidspunkt B.

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

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

4 Hvilken figur illustrerer best hvordan nitrogen sirkulerer mellom ulike former i et økosystem?

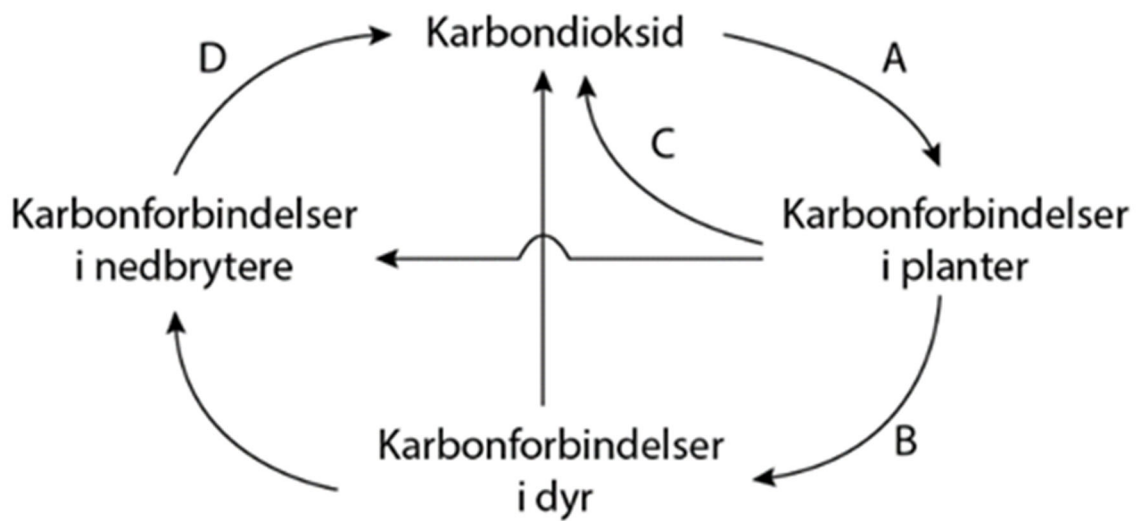


- A figur A
- B figur B
- C figur C
- D figur D

5 Hva kan tilførsel av nitrogenholdig gjødsel føre til i et ferskvann?

- A Det kan føre til økt eutrofiering.
- B Det kan føre til økt nitrogenfiksering.
- C Det kan føre til redusert plantevekst.
- D Det kan føre til redusert denitrifikasjon.

6 Figuren illustrerer deler av karbonkretsløpet i et økosystem.



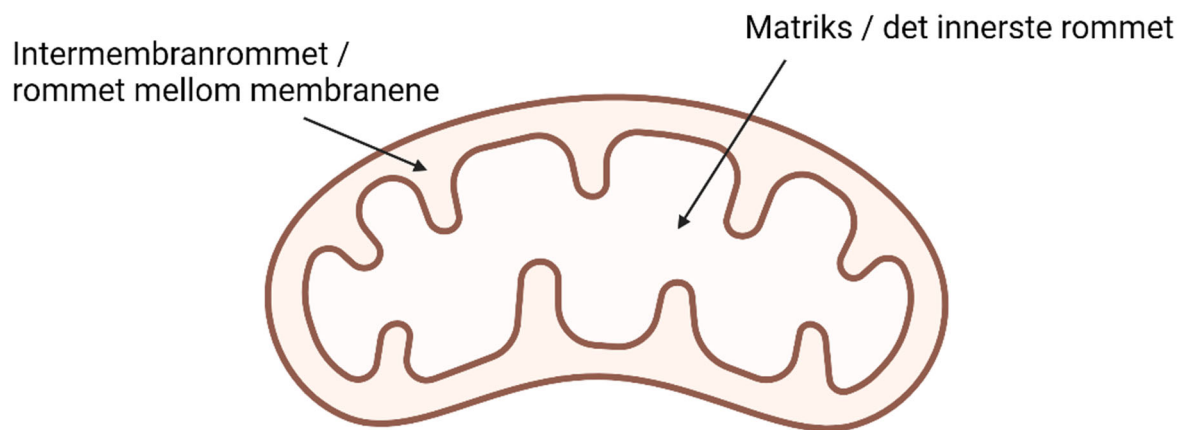
Hvilke prosesser er celleånding?

- A prosess A og B
- B prosess A og C
- C prosess B og D
- D prosess C og D

7 Hvilken påstand gjelder for krebssyklusen?

- A Oksyngengass blir brukt.
- B Karbondioksid blir spaltet av.
- C Koenzym A avgir pyrodruesyre/pyruvat.
- D Energibærerene ATP, NADPH og FADH_2 blir brukt.

8 Figuren illustrerer et mitokondrium.



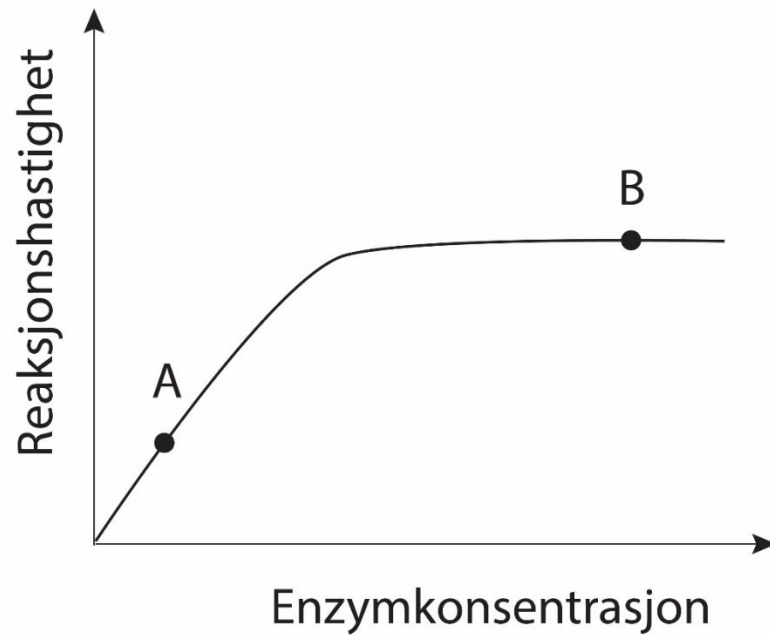
Her ser du to påstander.

- 1 Glykolysen skjer i intermembranrommet.
- 2 Krebssyklusen skjer i matriks.

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

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

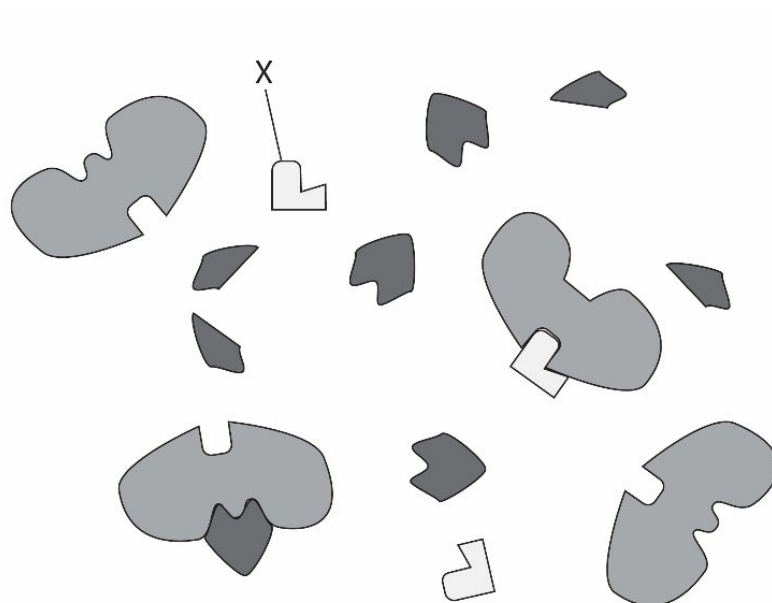
- 9 Kurven beskriver hvordan enzymkonsentrasjonen påvirker reaksjonshastigheten. Substratkonsentrasjonen er konstant.



Hva begrenser reaksjonshastigheten i punktene A og B?

- A Enzymkonsentrasjonen begrenser i punkt A, og substratkonsentrasjonen begrenser i punkt B.
- B Substratkonsentrasjonen begrenser i punkt A, og enzymkonsentrasjonen begrenser i punkt B.
- C Enzymkonsentrasjonen begrenser både i punkt A og i punkt B.
- D Substratkonsentrasjonen begrenser både i punkt A og i punkt B.

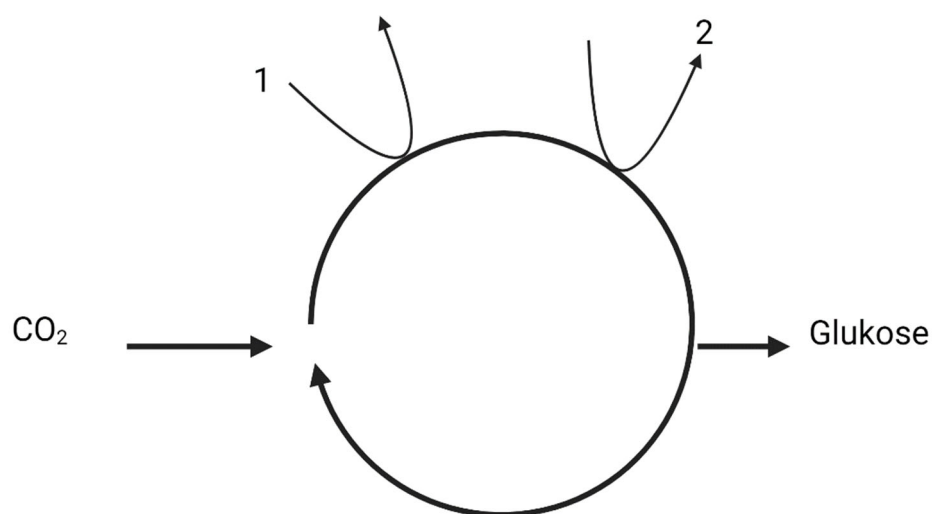
10 Figuren illustrerer enzymer, substrater, produkter og hemmere/inhibitorer i en enzymkatalysert reaksjon.



Hva er X?

- A et produkt
- B et substrat
- C en konkurrerende hemmer
- D en ikke-konkurrerende hemmer

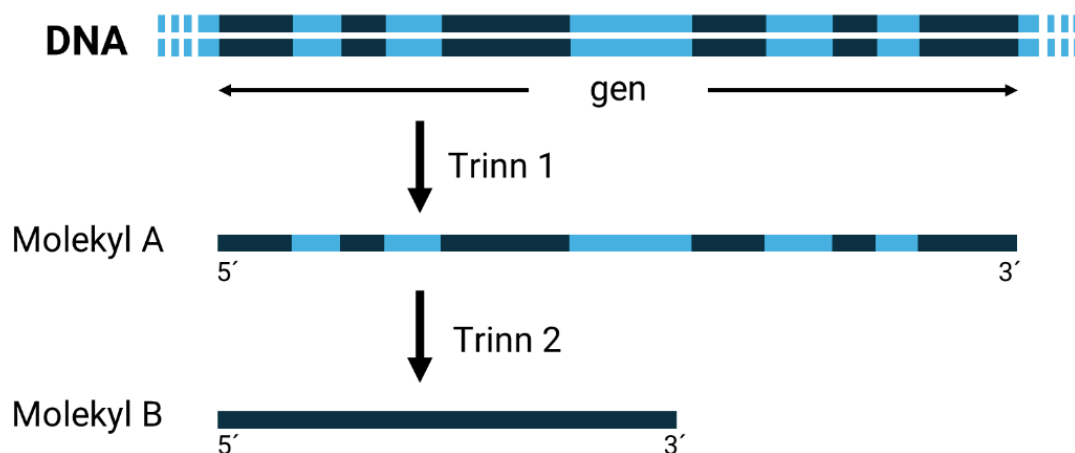
11 Figuren illustrerer deler av calvinsyklusen.



Hva symboliserer 1 og 2?

- A 1 symboliserer NADP^+ , og 2 symboliserer ADP.
- B 1 symboliserer NADP^+ , og 2 symboliserer ATP.
- C 1 symboliserer NADPH, og 2 symboliserer ADP.
- D 1 symboliserer NADPH, og 2 symboliserer ATP.

12 Figuren illustrerer trinn i produksjonen av et protein.



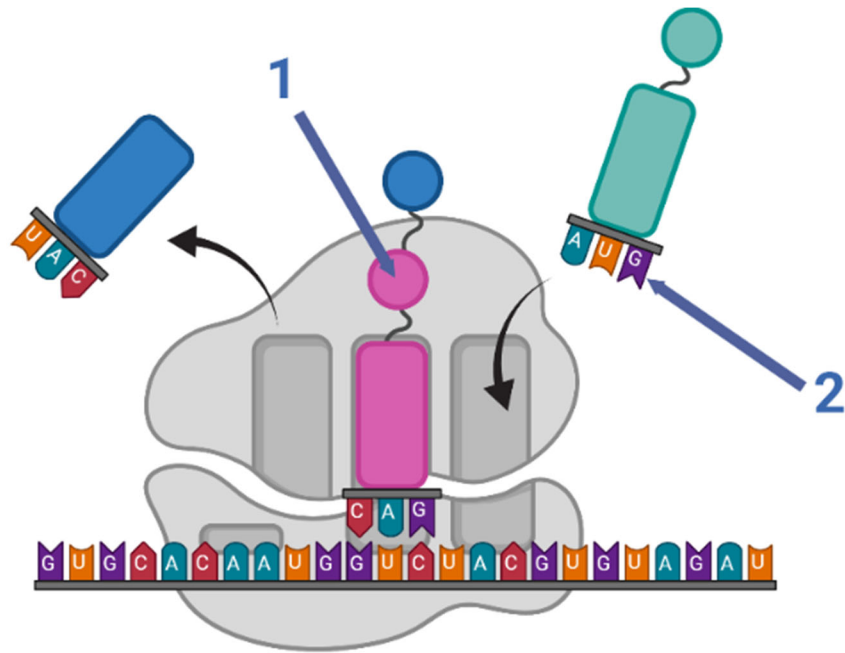
Her ser du tre påstander.

- 1 Transkripsjon skjer i trinn 1.
- 2 Molekyl A er pre-mRNA.
- 3 Genet består av seks introner.

Hvilke påstander er riktige?

- A påstand 1 og 2
- B påstand 1 og 3
- C påstand 2 og 3
- D alle påstandene

13 Figuren illustrerer trinn i produksjonen av et protein.



Hva peker pilene på? Bruk vedlegg 1 når du svarer.

- A Pil 1 peker på aminosyren valin, og pil 2 peker på et antikodon.
 - B Pil 1 peker på aminosyren valin, og pil 2 peker på et kodon.
 - C Pil 1 peker på aminosyren glutamin, og pil 2 peker på et antikodon.
 - D Pil 1 peker på aminosyren glutamin, og pil 2 peker på et kodon.
- 14 Kodominante alleler/genvarianter bestemmer fjærfargen til en fugleart. Krysning mellom homozygote individer med svarte fjær og homozygote individer med hvite fjær gir avkom med fenotypen flekkete fjær.
- To individer med flekkete fjær krysses. Hvilken fordeling av fenotyper får avkommene?
- A Fenotypen blir flekkete fjær hos alle.
 - B Fenotypene svarte fjær og hvite fjær fordeles 1 : 1.
 - C Fenotypene svarte fjær, flekkete fjær og hvite fjær fordeles 1 : 2 : 1.
 - D Fenotypene svarte fjær, flekkete fjær og hvite fjær fordeles 1 : 1 : 1.

15 Det har skjedd to ulike mutasjoner.

Original DNA-sekvens: GAC TGA GGA **CTT** CTC TTC AGA

Mutert DNA-sekvens 1: GAC TGA GGA **CAT** CTC TTC AGA

Mutert DNA-sekvens 2: GAC TGA GGA **CTC** CTC TTC AGA

mRNA-kodoner for valin: GUU, GUC, GUA, GUG

mRNA-kodoner for glutamat: GAA, GAG

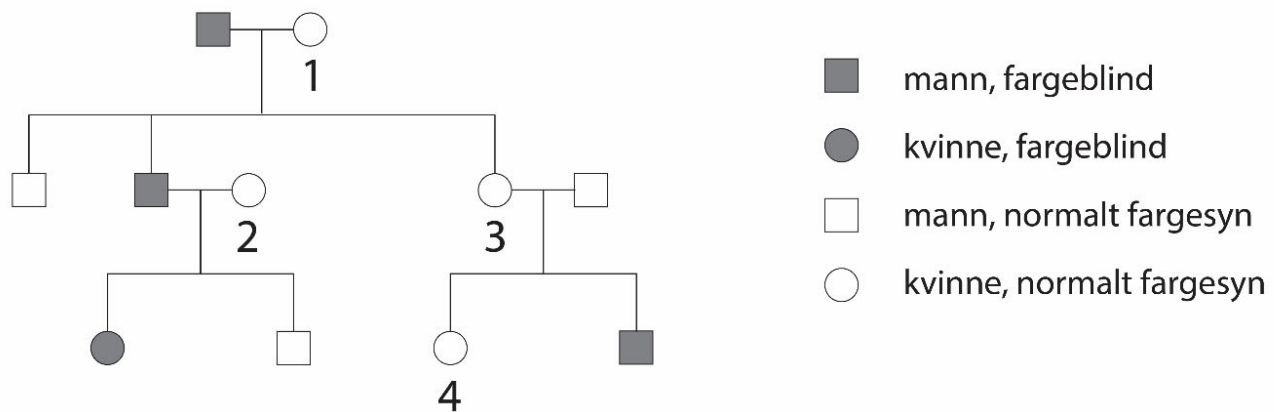
Her ser du to påstander.

- 1 Mutert sekvens 1 fører til en endring i et polypeptid.
- 2 Mutert sekvens 2 fører til en endring i et polypeptid.

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

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

- 16 Rødgrønn fargeblindhet skyldes et recessivt allel / en recessiv genvariant på X-kromosomet. Figuren illustrerer forekomsten av rødgrønn fargeblindhet i en familie.



Hvilke kvinner må være bærere av allelet for fargeblindhet?

- A bare kvinne 1 og 2
 - B bare kvinne 3 og 4
 - C bare kvinne 1, 2 og 3
 - D kvinne 1, 2, 3 og 4
- 17 Artene løvsanger og gransanger kan få avkom sammen, men siden de har ulike paringsritualer, skjer det sjelden. Hva er dette et eksempel på?
- A en prezygotisk barriere/mekanisme
 - B en postzygotisk barriere/mekanisme
 - C at det kan dannes en ny art ved polyploidi
 - D at det kan dannes en ny art ved allopatrisk artsdannelse

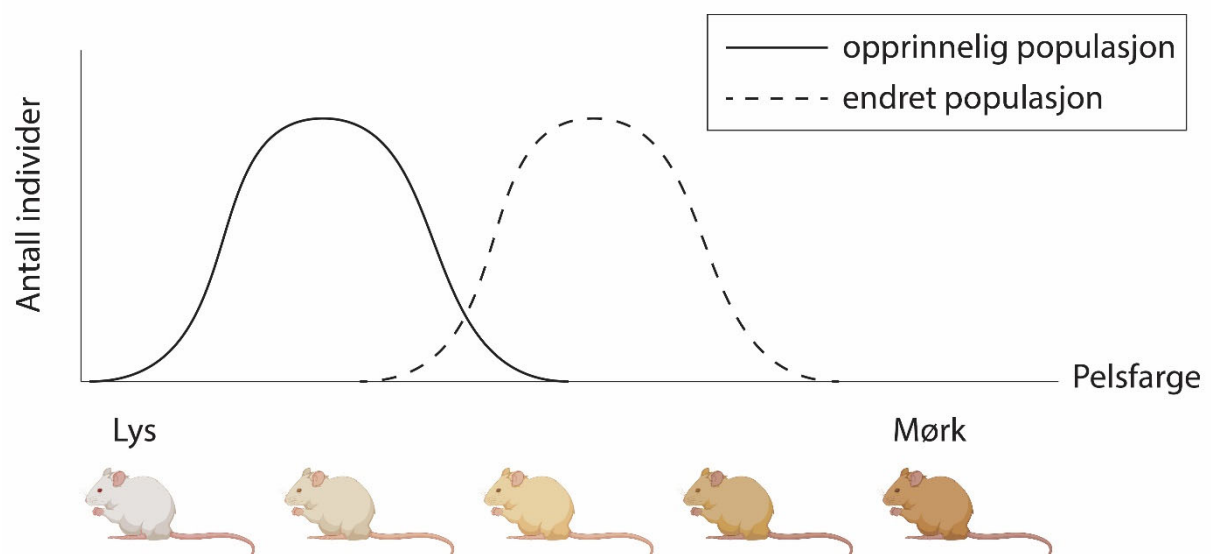
18 Her ser du fire påstander om en populasjon.

- 1 Det skjer ikke mutasjoner.
- 2 Det skjer naturlig seleksjon.
- 3 Det skjer utvandring.
- 4 Det skjer tilfeldig paring.

Hvilke påstander beskriver en populasjon i Hardy-Weinberg-likevekt?

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

19 En miljøendring førte til seleksjon hos mus. Figuren illustrerer resultatet av miljøendringen.



Hvordan kan vi best beskrive miljøendringen og seleksjonen?

- A Omgivelsene ble lysere, og det skjedde rettet/retningsbestemt seleksjon.
- B Omgivelsene ble lysere, og det skjedde disruptiv/splittende seleksjon.
- C Omgivelsene ble mørkere, og det skjedde rettet/retningsbestemt seleksjon.
- D Omgivelsene ble mørkere, og det skjedde disruptiv/splittende seleksjon.

- 20 En art blir delt i to populasjoner av en geografisk barriere. Tabellen beskriver fire mulige situasjoner.

Situasjon	Tidsperiode etter barriere	Genflyt mellom populasjonene	Forskjell i viktig miljøfaktor mellom populasjonene
1	lang	mye	liten
2	lang	lite	stor
3	kort	lite	liten
4	kort	mye	stor

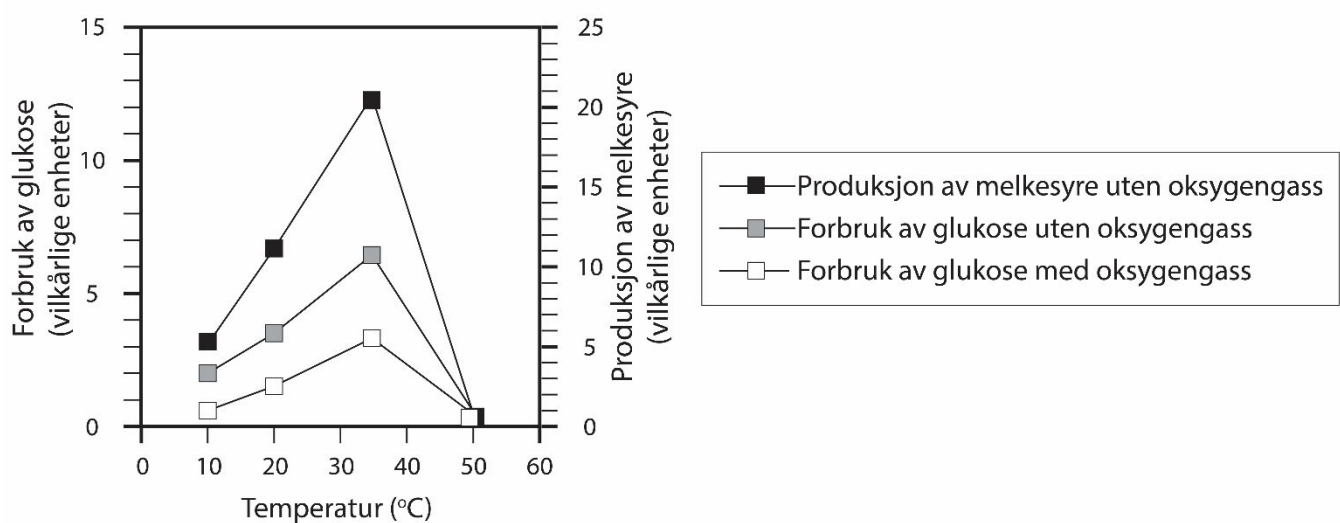
Hvilken situasjon gir størst sannsynlighet for artsdannelse?

- A situasjon 1
- B situasjon 2
- C situasjon 3
- D situasjon 4

Del 2

Oppgave 3

En gruppe elever undersøkte forbruket av glukose og produksjonen av melkesyre i dyreceller med eller uten tilgang til oksyngengass ved ulike temperaturer. Figur 1 beskriver resultatene.

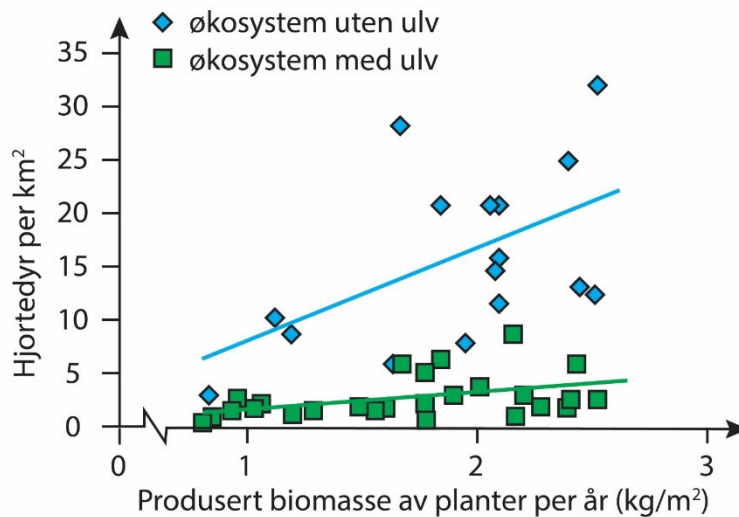


Figur 1. Forbruket av glukose og produksjonen av melkesyre i dyreceller med eller uten tilgang til oksyngengass ved ulike temperaturer. Merk at glukose og melkesyre har hver sin måleskala.

- Forklar hvorfor forbruket av glukose er større uten enn med tilgang til oksyngengass ved 35 °C.
- Forklar hvorfor både forbruket av glukose og produksjonen av melkesyre er tilnærmet lik null ved 50 °C.

Oppgave 4

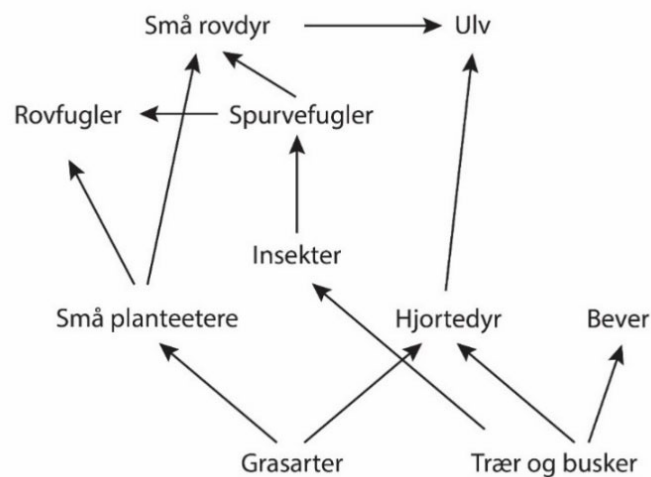
I en nasjonalpark vurderer man å sette ut ulv som et mulig tiltak for å redusere populasjonen av hjortedyr. Figur 2 beskriver resultater fra tidligere undersøkelser av tettheten av hjortedyr i områder med ulv og i områder uten ulv.



Figur 2. Antallet hjortedyr som funksjon av biomassen av planter i områder med ulv og i områder uten ulv.

- a) Flere biotiske faktorer kan påvirke tettheten av hjortedyr. Forklar hva resultatene i figur 2 viser når det gjelder dette.

Figur 3 illustrerer et utsnitt av et næringsnett fra nasjonalparken.



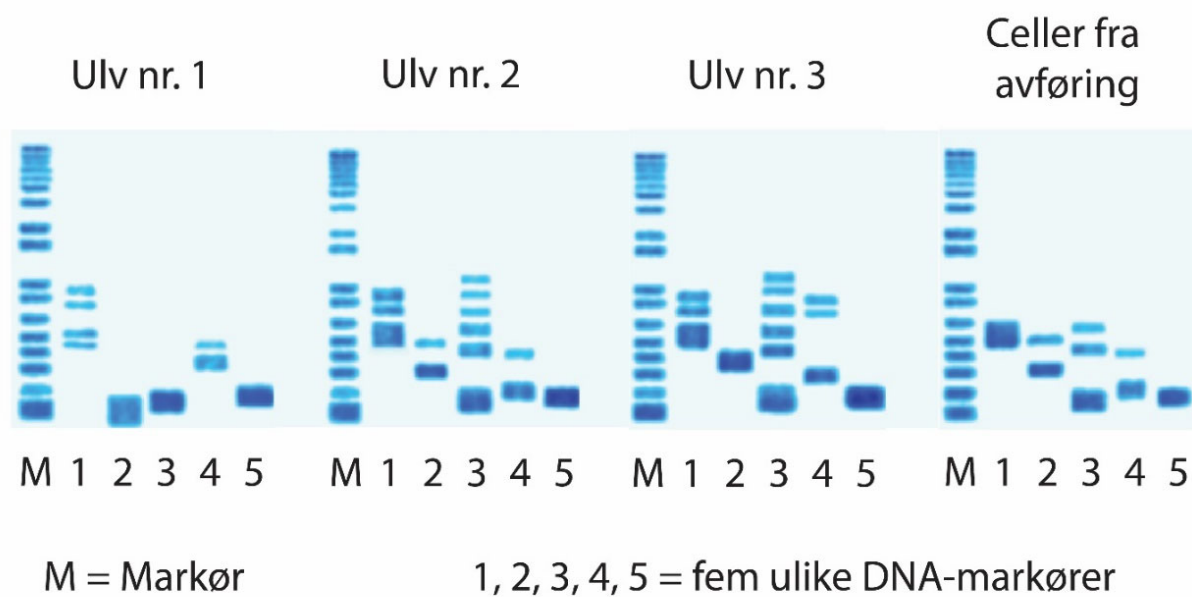
Figur 3. Utsnitt av et næringsnett fra nasjonalparken.

- b) Vurder hvordan utsetting av ulv i nasjonalparken kan påvirke populasjonen av bever og rovfugler. Bruk figur 3 når du svarer.

Ulvene i en flokk er vanligvis avkom av det samme ulveparet. Ved etablering av en ulvepopulasjon vil det settes ut individer som er hentet fra ulike steder med stor geografisk avstand.

- c) Gjør rede for to fordeler ved at det settes ut individer fra ulike områder med stor geografisk avstand.

Avføring inneholder celler med DNA, som kan brukes til å framstille en DNA-profil. Figur 4 viser DNA-profilen fra tre kjente ulver og fra en avføringsprøve. I analysen er DNA-profilen fra avføringen ufullstendig (enkelte fragmenter er ikke synlige).



Figur 4. DNA-analyse av celler fra tre kjente ulver og fra en avføringsprøve. DNA-profilen fra avføringen er ufullstendig.

- d) Var avføringen fra ulv 1, 2 eller 3? Begrunn svaret.

Ulv kan ha grå, svart eller hvit pels. Pelsfargen bestemmes av to gener. Det ene styrer pelsfargen, og det andre styrer pigmentproduksjonen. Allelet/genvarianten for grå pels dominerer over allelet for svart pels. Individer med grå eller svart pels har et dominant allel for pigmentproduksjon, mens individer uten allelet har hvit pels.

En grå ulv krysses med en svart. Noen av valpene har grå pels, noen svart og noen hvit.

- e) Lag et krysningsskjema, og vis fordelingen av fenotyper.

Oppgave 5

Amylase i spytt katalyserer nedbrytingen av stivelse.

I et forsøk undersøkte en gruppe elever reaksjonshastigheten til amylase ved ulike temperaturer. De blandet 1 mL spytt og 1 mL stivelsesløsning, og de målte tiden det tok å omdanne all stivelsen. Forsøket ble gjentatt ved ulike temperaturer, og tabell 1 viser resultatene til to av elevene.

Tabell 1. Tiden det tok å omdanne stivelse ved ulike temperaturer.

	Temperatur					
	5 °C	10 °C	15 °C	25 °C	35 °C	45 °C
Elev A	120 s	90 s	80 s	60 s	50 s	55 s
Elev B	90 s	70 s	60 s	50 s	40 s	45 s

- a) Sammenlign resultatene til elev A og B. Forklar likheten i resultatene.

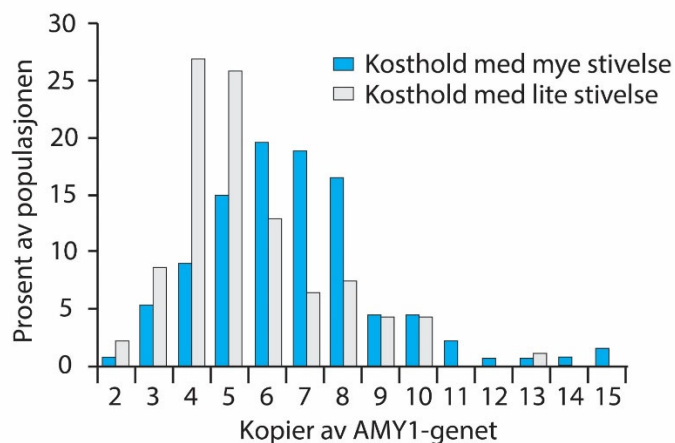
Et gen har vanligvis to kopier, en på hvert kromosom. Genet for amylase kan ha flere kopier på hvert kromosom. Antallet kopier kan variere, og det kan være forskjellig antall kopier på de to kromosomene. Jo flere kopier en person har, jo større er konsentrasjonen av amylase i spyttet.

- b)
- 1 Forklar hvorfor flere kopier av genet gir større konsentrasjon av amylase.
 - 2 I en familie har faren totalt 7 kopier av genet, mens moren har totalt 3 kopier. Barna har totalt enten 4, 5 eller 6 kopier av genet. Hvor mange kopier av genet har faren på hvert av kromosomene?

AMY1-genet koder for amylase i spytt. En gruppe forskere hadde følgende hypotese:

Det å ha mange kopier av AMY1-genet er en tilpasning til et kosthold med mye stivelse.

For å teste hypotesen valgte forskerne ut én gruppe mennesker fra en populasjon med lite stivelse i kostholdet og én gruppe mennesker fra en populasjon med mye stivelse i kostholdet. Forskerne telte kopier av AMY1-genet hos hver person. Figur 5 beskriver resultatene.

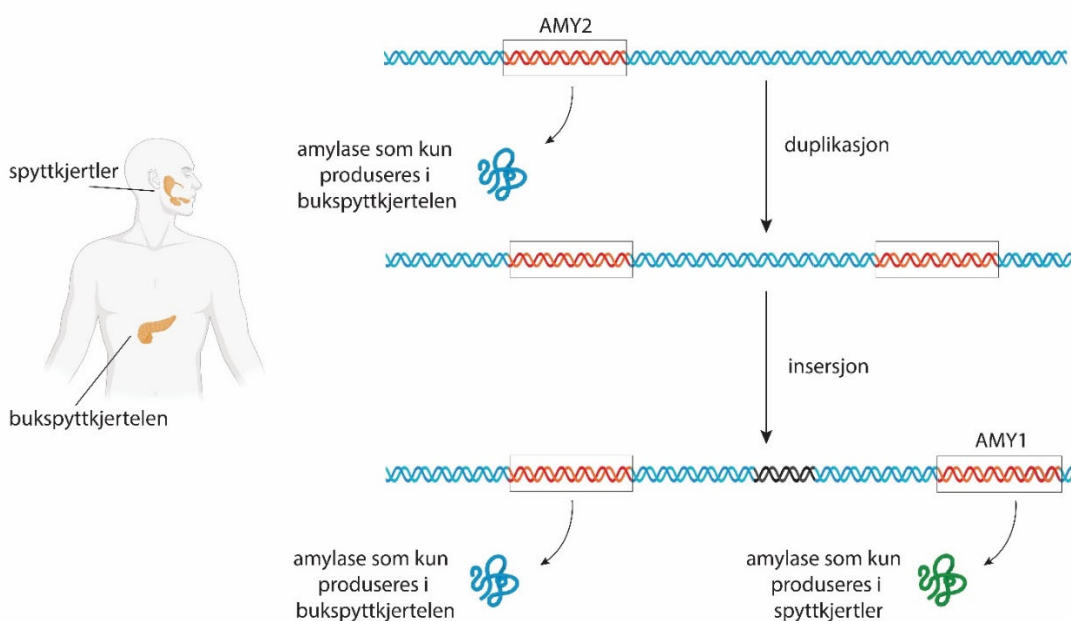


Figur 5. Antall kopier av genet hos personer i de to populasjonene.

c) Styrker eller svekker dataene hypotesen? Begrunn svaret ditt.

Det er to typer amylase. Den ene lages i spyttkjertlene, og produksjonen styres av AMY1-genet. Den andre lages i bukspyttkjertelen, og produksjonen styres av AMY2-genet.

AMY1-genet oppsto ved en duplikasjon av AMY2-genet. Etter duplikasjonen skjedde en insersjon foran AMY1-genet, se figur 6.



Figur 6. Mutasjonene som førte til at amylase produseres både i bukspyttkjertelen og i spyttkjertlene.

Forskerne mener at insersjonen førte til at spyttkjertlene produserer amylase.

d) Forklar hvorfor insersjonen foran AMY1-genet førte til at spyttkjertlene produserer amylase.

Kjelder/Kilder

Perry, G.H., Dominy, N.J., Claw, K.G., et. al. (2007). Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nature Genetics*, 39, 1256–1260.

Ripple, W.J., Beschta, R.L. (2012). Large predators limit herbivore densities in northern forest ecosystems. *European Journal of Wildlife Research*, 58(4). DOI 10.1007/s10344-012-0623-5

Vedlegg 1 Kodona for dei ulike aminosyrene / Kodonene for de ulike aminosyrene

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

Blank side

Vedlegg 2 Svarskjema for oppgave 2 / Svarskjema for oppgave 2

Kandidatnummer: _____

Totalt tal på sider i svaret på del 1 /

Totalt antall sider i besvarelsen på del 1: _____

Oppgave 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 1 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 1.

Vedlegg 1 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 1.