

## 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 artsnavn fra feltarbeidet ditt. Beskriv hvordan nitrogen kommer inn i næringskjeden, går gjennom den og forlater den.
- b) Forklar metoden for terapeutisk kloning, og gi et eksempel på hva terapeutisk kloning kan brukes til.
- c) Tenk deg at de to egenskapene kort/lang og mørk/lys pels hos en art blir nedarvet ved dihybrid arv.
- Allel/genvariant A gir kort pels og er fullstendig dominant over allel a, som gir lang pels. Allel/genvariant B gir mørk farge og er fullstendig dominant over allel b, som gir lys farge. Genene er ikke koblet.
- Sett opp et krysningsskjema som viser krysningen mellom et individ som har lang og lys pels, og et individ som er heterozygot for begge egenskapene. Finn sannsynligheten for at et avkom har lang og mørk pels.
- d) Beskriv hvordan informasjonen i mRNA blir oversatt til et protein i translasjonen.

## 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

1) Nedenfor ser du fem påstander om vitenskapelige hypoteser:

1. En vitenskapelig hypotese kan alltid bevises.
2. En vitenskapelig hypotese er ikke alltid korrekt.
3. En vitenskapelig hypotese er det samme som en vitenskapelig teori.
4. En vitenskapelig hypotese er antakelser om et fenomen, ofte basert på observasjoner.
5. Testingen av en hypotese kan gjentas av andre.

Hvilke påstander om vitenskapelige hypoteser er riktige?

- A) påstand 1, 4 og 5
  - B) påstand 1, 3 og 4
  - C) påstand 2, 3 og 5
  - D) påstand 2, 4 og 5
- 2) Hva er mest sannsynlig en konsekvens av global oppvarming?
- A) Arktiske arter får større leveområder.
  - B) Artssammensetningen i plantesamfunn endrer seg.
  - C) Arter som tåler tørke, får leveområder overalt på jorda.
  - D) Temperaturendringer fører til raskere tilpasning hos artene.

## Energiomsetning

- 3) I en elevøvelse ble fem glass tilsatt samme mengde enzym, men ulike mengder substrat. Alle andre faktorer enn substratmengde ble holdt konstant. Tabellen nedenfor viser mengden produkt som ble dannet.

	Mengde produkt (mL) i løsningen 60 sekunder etter at enzymet ble tilsatt					
Mengde av substrat (mL)	Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Forsøk 4	Forsøk 5	Gjennomsnitt
0	Ingen reaksjon	Ingen reaksjon	Ingen reaksjon	Ingen reaksjon	Ingen reaksjon	
5	7,1	6,4	5,4	6,5	8,3	6,7
10	5,4	7,2	6,3	7,5	8,7	7,0
15	8,0	9,6	9,9	10,2	10,3	9,6
20	9,5	10,9	10,0	10,8	10,1	10,3

Hvilken hypotese kan vi teste med dataene fra undersøkelsen?

- A) Enzymet virker raskere når temperaturen øker.
  - B) Mengden enzym avtar når mengden substrat øker.
  - C) Mengden produkt øker når mengden substrat øker.
  - D) Reaksjonshastigheten øker når mengden produkt øker.
- 4) Nedenfor ser du fire påstander om fotosyntese:

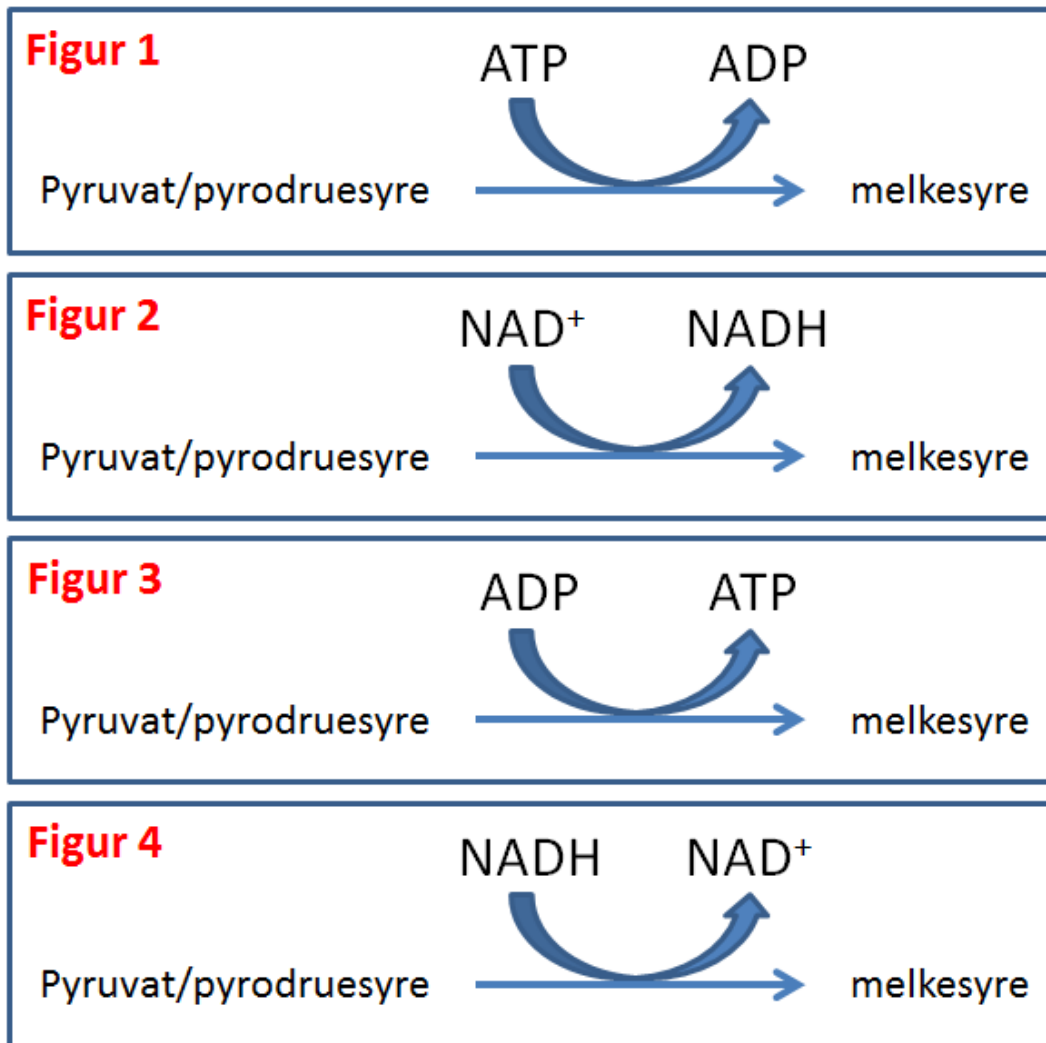
1. I fotosystem 1 blir elektroner tilført fra spalting av vann.
2. I fotosystem 1 blir elektroner overført til NADP<sup>+</sup>.
3. Protoner blir pumpet ut fra lumen / innsiden i tylakoiden.
4. Oksyngengass blir dannet ved spalting av vann.

Hvilke påstander om fotosyntese er riktige?

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

- 5) Hvordan kan vi best beskrive forflytning av elektroner i den lysavhengige delen / fotodelen av fotosyntesen?
- A) Fotosystem 2 → Vannmolekyl → NADPH
  - B) Fotosystem 2 → Vannmolekyl → ATP
  - C) Vannmolekyl → Fotosystem 2 → NADPH
  - D) Vannmolekyl → Fotosystem 2 → ATP
- 6) Ugressmidler som triaziner hemmer elektrontransportkjeden i tylakoidmembranen. Hvordan kan vi best beskrive virkningen av triaziner?
- A) ATP-ase blir hemmet.
  - B) Protongradienten vil ikke bli dannet.
  - C) Dannelsen av ATP går som normalt, men dannelsen av NADPH blir hemmet.
  - D) Den lysavhengige delen / fotodelen av fotosyntesen går som normalt, men den lysuavhengige delen / syntesedelen blir hemmet.
- 7) Et gitt enzym katalyserer en delreaksjon i glykolysen. Hvilket molekyl vil mest sannsynlig virke ved negativ tilbakekobling på dette enzymet?
- A) ATP
  - B) ADP
  - C) NAD<sup>+</sup>
  - D) NADP<sup>+</sup>

8) Nedenfor ser du fire figurer:



Hvilken figur beskriver best hvordan pyruvat/pyrodruesyre blir omdannet til melkesyre ved anaerob celleånding / gjæring i en dyrecelle?

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

9) Nedenfor ser du fem påstander om celleånding og fotosyntese:

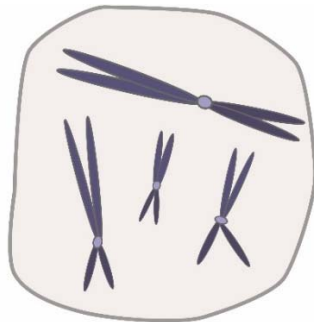
1. ATP blir **ikke** dannet i Calvinsyklusen/syntesedelen.
2. Oksyngengass ( $O_2$ ) blir dannet i fotosystem 1.
3. NADH blir dannet i den oksidative fosforyleringen.
4. Karbondioksidgass ( $CO_2$ ) blir dannet i Krebscyklusen.
5. NADPH blir **ikke** dannet i glykolysen.

Hvilke påstander om celleånding og fotosyntese er riktige?

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

## Genetikk / Bioteknologi

10) Figuren nedenfor viser kromosomer i en celle som er i en delingsfase.



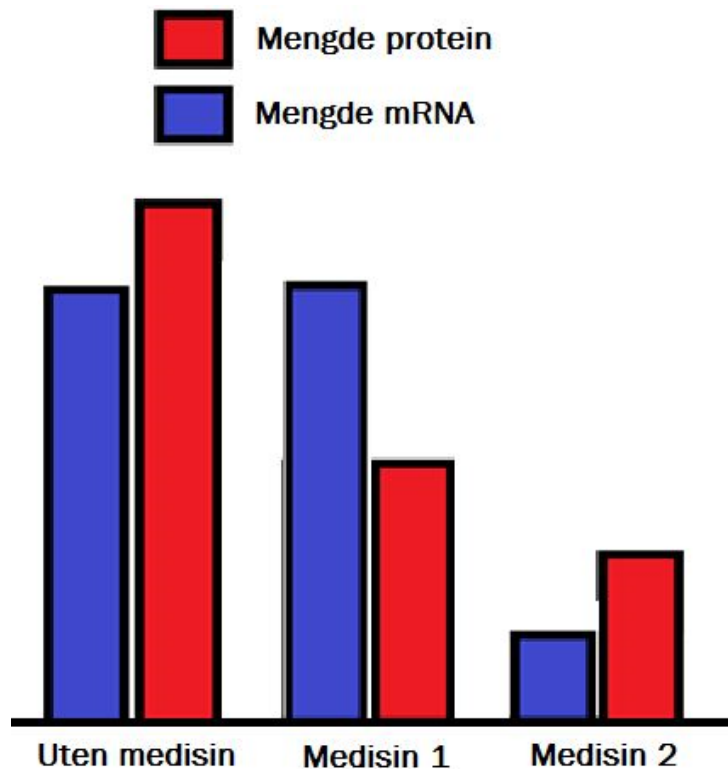
Hvordan kan vi best beskrive cellen?

- A)  $n = 4$
- B)  $n = 8$
- C)  $2n = 4$
- D)  $2n = 8$

- 11) Forskere har utviklet to typer medisiner til behandling av bakterieinfeksjoner. Forskerne antok at medisinene påvirket proteinsyntesen i bakteriene, og de gjennomførte følgende forsøk:

1. bakterier i vekstmiljø uten medisin
2. bakterier i vekstmiljø med medisin 1
3. bakterier i vekstmiljø med medisin 2

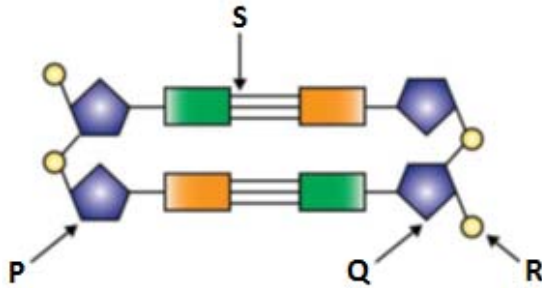
Etter fem dager målte forskerne mengde protein og mengde mRNA i de tre vekstmiljøene. Måledataene er framstilt i stolpediagrammet nedenfor.



Hvilken hypotese om virkemåten til medisinene blir styrket av måledataene?

- A) Medisin 1 hemmer transkripsjonen.
- B) Medisin 2 hemmer transkripsjonen.
- C) Begge medisinene hemmer transkripsjonen.
- D) Ingen av medisinene hemmer transkripsjonen.

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



Nedenfor ser du fire påstander om DNA-molekylet:

1. Bokstav P peker på en 3`-ende.
2. Bokstav Q peker på sukkeret ribose.
3. Bokstav R peker på en fosfatgruppe.
4. Bokstav S peker på peptidbindinger.

Hvilke påstander om DNA-molekylet er riktige?

- A) påstand 1 og 2
- B) påstand 1 og 3
- C) påstand 2 og 4
- D) påstand 3 og 4
- 13) Kari og Per venter barn sammen. Ingen av dem har sykdommen cystisk fibrose, som blir nedarvet ved recessiv, ikke-kjønnsbundet arv. Men faren til Kari døde av denne sykdommen. Per har et barn med sin tidligere kone, og dette barnet har cystisk fibrose.

Hva er sannsynligheten for at Kari og Per får et barn som har cystisk fibrose?

- A) 0 %
- B) 25 %
- C) 50 %
- D) 75 %



- 14) Tenk deg at øyefargen hos en flueart blir nedarvet ved monohybrid, ikke-kjønnsbundet arv. Tabell 1 viser øyefargen hos fem individer.

Tabell 1 Fenotyper hos fluene (foreldregenerasjonen) før krysningene.

Individ	Fenotype
1	Røde øyne
2	Røde øyne
3	Gule øyne
4	Røde øyne
5	Gule øyne



Fluene ble krysset. Krysningene og fenotyper hos avkommene er vist i tabell 2.

Tabell 2 Fenotyper hos avkommene etter krysningene.

Krysning mellom individene	Antall avkom med gule øyne	Antall avkom med røde øyne	Antall avkom totalt
1 og 2	24	79	103
1 og 3	47	43	90
1 og 4	0	105	105
3 og 5	73	0	73

Hvilke individer i foreldregenerasjonen har heterozygot genotype for øyefarge?

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

Du skal bruke tabellen nedenfor i oppgave 15–17.

Tabellen viser allelene/genvariantene i fire gener hos ulike individer av samme art. Allelene er oppgitt som antall basepar.

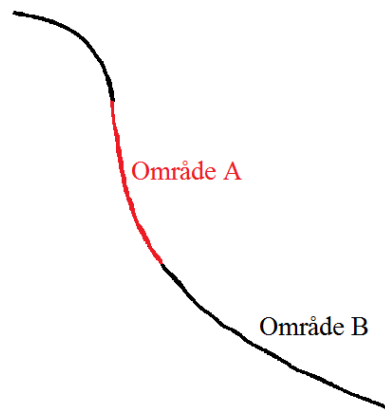
INDIVID	GEN 1		GEN 2		GEN 3		GEN 4	
	ALLELER (antall basepar)		ALLELER (antall basepar)		ALLELER (antall basepar)		ALLELER (antall basepar)	
HUNN E	133	141	211	216	151	154	188	200
HUNN F	133	133	211	213	154	154	190	190
HANN G	133	141	211	213	154	154	188	200
HANN H	141	141	211	216	151	154	188	206
AVKOM I	133	133	216	216	154	154	188	188
AVKOM J	133	133	216	216	151	151	200	200
AVKOM K	133	133	211	211	154	154	188	190

- 15) Hvilken påstand om genene er riktig? Bruk tabellen når du svarer.
- A) Individ H er heterozygot for gen 1.
  - B) Individ K er homozygot for alle gener.
  - C) Gen 4 finnes i fire alleler/genvarianter.
  - D) Alle avkommene er heterozygote for gen 3.
- 16) Hvilken konklusjon kan vi trekke om slektskapet mellom individene? Bruk tabellen når du svarer.
- A) Individ K er en klon av individ F.
  - B) Individ H kan være far til individ J.
  - C) Individ F kan **ikke** være mor til individ K.
  - D) Individ E kan være mor til både individ I og individ J.

17) Hvilke alleler/genvarianter vil vandre kortest i en gelelektroforese? Bruk tabellen når du svarer.

- A) allelene av gen 1
- B) allelene av gen 2
- C) allelene av gen 3
- D) allelene av gen 4

18) Figuren viser en forenklet skisse av et DNA-molekyl. Det røde området A er et gen, mens det svarte området B er utenfor genet.



Hvilket område er best egnet til å framstille genetiske fingeravtrykk, og hvordan kan vi best begrunne dette?

- A) Område A, for der er individene mest like.
- B) Område B, for der er individene mest like.
- C) Område A, for der er individene mest ulike.
- D) Område B, for der er individene mest ulike.

19) Nedenfor ser du tre kilder til stamceller:

1. embryo
2. blod fra navlestreng
3. beinmarg

Hvilken/hvilke av kildene kan gi pluripotente stamceller?

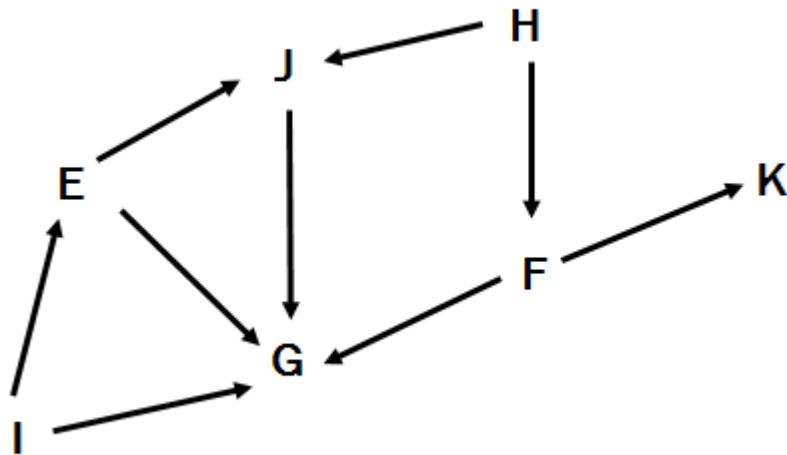
- A) bare kilde 1
- B) bare kilde 3
- C) kilde 1 og 2
- D) kilde 2 og 3

## Økologi

20) Hvilken påstand er riktig?

- A) Andrekonsumenter/sekundærkonsumenter er alltid heterotrofe organismer.
- B) Fotoautotrofe organismer finnes på alle trofiske nivåer i en næringskjede.
- C) Alle produsenter er fotoautotrofe organismer.
- D) Nedbrytere henter energien sin bare fra det siste trofiske nivået i næringskjeden.

21) Figuren viser artene E–K i et næringsnett på land.



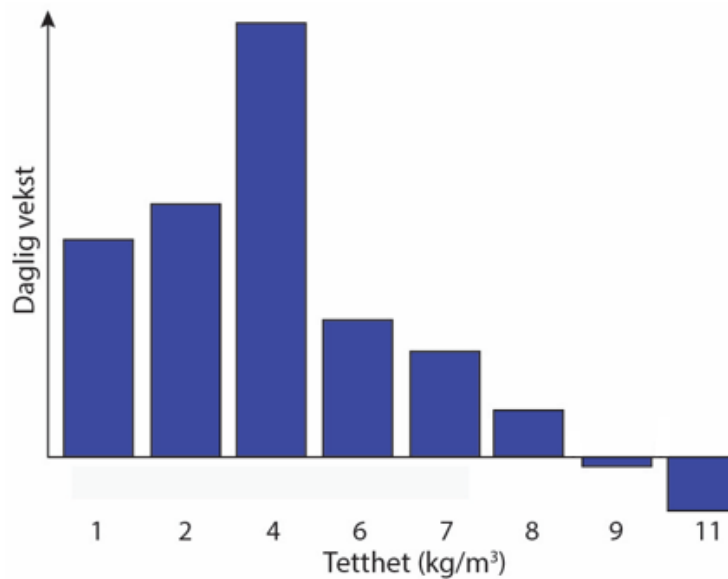
Nedenfor ser du tre påstander om artene i næringsnettet:

1. Art H er en produsent, og art K er en andreforbruker/andrekonsument.
2. Summen av biomassen til art G og art J er mest sannsynlig mindre enn summen av biomassen til art H og art I.
3. Omtrent 10 % av energien i art G er tilgjengelig for art E og art I.

Hvilke påstander er riktige?

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

- 22) Stolpediagrammet nedenfor viser sammenhengen mellom daglig vekst (endring) i biomasse og tettheten (massen av plankton per m<sup>3</sup> vann) av en art planteplankton.



Hvilken tetthet beskriver best **bæreevnen** for denne arten planteplankton i dette miljøet?

- A) 1 kg/m<sup>3</sup>
  - B) 4 kg/m<sup>3</sup>
  - C) 9 kg/m<sup>3</sup>
  - D) 11 kg/m<sup>3</sup>
- 23) Nedenfor ser du fem påstander om miljøgifter:

1. Alle miljøgifter er vannløselige.
2. Miljøgifter kan føre til skader på avkom.
3. Tungmetaller er eksempler på miljøgifter.
4. Mange organismer har enzymer som bryter ned miljøgifter.
5. Fettløselige miljøgifter blir oppkonsentrert i næringskjedene.

Hvilke påstander er riktige?

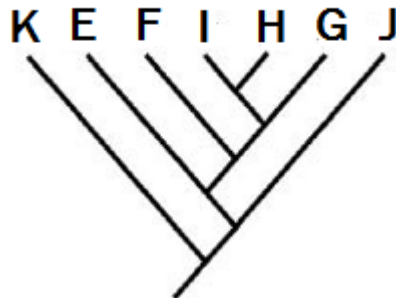
- A) påstand 1 og 2
- B) påstand 3 og 4
- C) påstand 1, 4 og 5
- D) påstand 2, 3 og 5

## Evolusjon

- 24) Tenk deg at noen individer av en art firfisle grunnlegger en ny populasjon på en stor øy. Arten har ingen konkurrenter eller predatorer. Noen av individene kan fordøye planter bedre enn andre, og denne egenskapen er arvelig. Individene med den mest effektive fordøyelsen får i gjennomsnitt flest avkom. Populasjonen er langt under bæreevnen, dermed vokser alle avkommene i populasjonen opp og formerer seg.

Hvilken påstand beskriver best hva som kan skje i populasjonen?

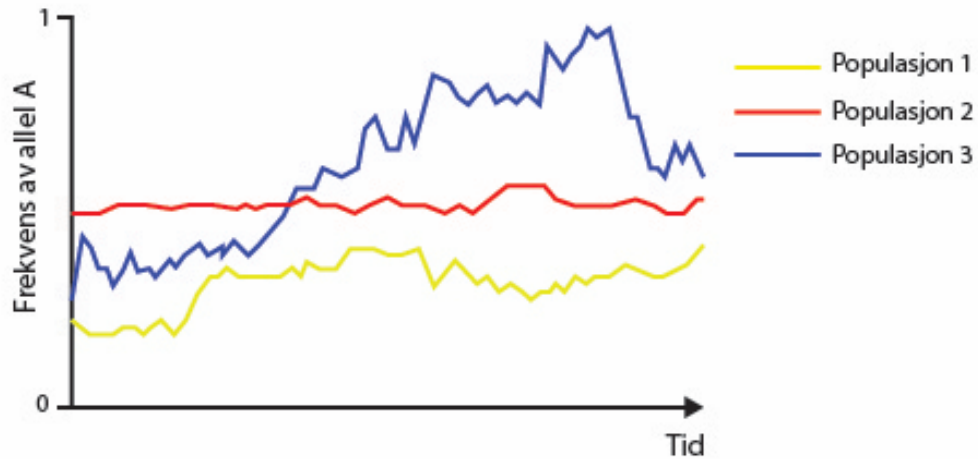
- A) Det skjer ingen evolusjon ved naturlig utvalg, for alle avkommene vokser opp.
- B) Andelen individer i populasjonen som har en effektiv fordøyelse, vil øke.
- C) Den genetiske variasjonen er for liten til at populasjonen kan tilpasse seg miljøet.
- D) Fordi populasjonen er liten, kan bare genetisk drift endre den genetiske sammensetningen.
- 25) Slektskapstreet/utviklingstreet nedenfor viser artene E–K.



Hvilken påstand om artene E–K er riktig?

- A) Art E stammer fra art F.
- B) Art G og art H stammer fra art I.
- C) Art I er nærmere i slekt med art G enn med art E.
- D) Art F er nærmere i slekt med art E enn med art G.

- 26) Figuren nedenfor viser frekvensen til et allel / en genvariant som funksjon av tiden for tre isolerte populasjoner av den samme arten. Tenk deg at allelet verken påvirker evnen til å overleve eller evnen til å reprodusere.



Hvilken påstand om antall individer i populasjon 1–3 er riktigst?

- A) Populasjon 1 består mest sannsynlig av færrest individer.
- B) Populasjon 2 består mest sannsynlig av færrest individer.
- C) Populasjon 3 består mest sannsynlig av færrest individer.
- D) Det er umulig å trekke noen konklusjon om antall individer fordi populasjonsstørrelsen aldri påvirker allelfrekvensen.

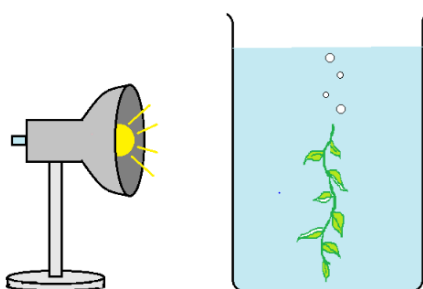


## Del 2

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

### Oppgave 3

I et forsøk plasserer elever en vannplante som vist på figuren nedenfor. En lampe står i samme avstand fra planten under hele forsøket, og underveis i forsøket skifter elevene mellom lyspærer med ulik lysintensitet.



Figur 1 Skisse av forsøksoppsettet.

- a) Planten blir plassert i et stort begerglass med vann for å holde temperaturen stabil. Hvorfor er det viktig å holde temperaturen stabil i forsøket?

Elevene registrerer antall bobler med oksyngengass ( $O_2$ ) som blir frigjort fra planten i løpet av ett minutt ved hver lysintensitet. Antall bobler med oksyngengass er et mål på fotosynteseaktivitet. Registreringene blir gjentatt tre ganger, og resultatene er vist i tabell 1. Anta at de små mengdene oksyngengass som er oppløst i vannet, ikke påvirker forsøket.

Tabell 1 Resultater fra forsøket med en vannplante.

Lysintensitet (her oppgitt som effekt, Watt)	Mengde oksyngengass produsert (antall bobler per minutt)		
	Serie 1	Serie 2	Serie 3
15 W	6	4	5
25 W	12	16	17
40 W	19	19	18
60 W	22	19	19
75 W	20	22	18

- b) Plantene kan drive både fotosyntese og celleånding. Har planten overvekt av fotosyntese eller celleånding når elevene observerer bobler med oksyngengass? Begrunn svaret ditt.
- c) 1. Bruk data fra forsøket, og beregn gjennomsnittsverdier. Presenter resultatene fra forsøket grafisk. Aksene skal ha størrelsene «Effekt (W)» og «Fotosynteseaktivitet (antall bobler per minutt)».
2. Lysintensiteten der planten tar opp like mye karbondioksidgass ( $\text{CO}_2$ ) i fotosyntesen som den avgir i celleåndingen, kalles lyskompensasjonspunktet. Anslå lyskompensasjonspunktet i figuren. Hva er lysintensiteten (Effekt, W) for dette punktet?
- d) Lysintensiteten avtar nedover i vann. Forklar hvorfor vi sjelden finner vannplanter på mer enn ti meters dyp.

## Oppgave 4

Gjøken (*Cuculus canorus*) legger eggene sine i reiret til andre arter, for eksempel bjørkefink (*Fringilla montifringilla*). Når et gjøkegg er klekket, kaster gjøkungen de andre ungene ut av reiret, slik at disse dør. På den måten vokser gjøkungen opp hos en annen art.

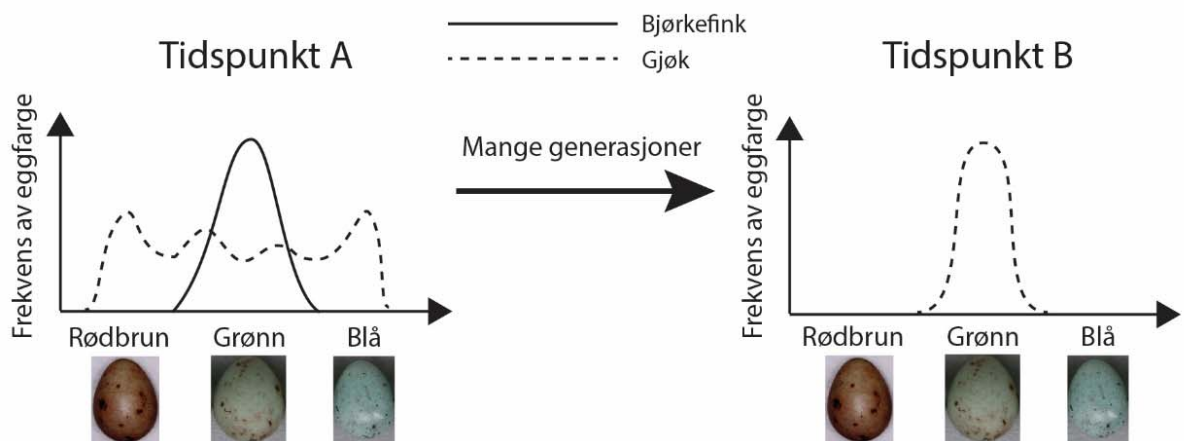
Fargen på eggeskallet er en arvelig egenskap hos både bjørkefinken og gjøken. Hvert individ legger egg med en bestemt farge, men fargen kan variere innen populasjonen. Dersom gjøkegget har en annen farge enn eggene til bjørkefinken, øker sannsynligheten for at bjørkefinken oppdager gjøkegget og fjerner det fra reiret.



Bilde 1 Et bjørkefinkreir med tre bjørkefinkegg og ett gjøkegg (pil).



Bilde 2 To bjørkefinkunger og én gjøkunge (pil).



Figur 2 Frekvensen av egg med ulike farger i en populasjon av bjørkefink og i en populasjon av gjøk ved to ulike tidspunkt, A og B.

Bruk teksten, figur 2 og annen relevant informasjon til å svare på oppgave a) og b).

- a) Forklar utviklingen i eggfarge hos populasjonen av gjøk fra tidspunkt A til tidspunkt B.
- b) Hvordan vil eggfargen hos populasjonen av bjørkefink mest sannsynlig utvikle seg fra tidspunkt A til tidspunkt B? Begrunn svaret ditt.

Enzymer katalyserer reaksjoner som gir pigmenter (fargestoff) i eggeskallet. Mutasjoner i genene som koder for slike enzymer kan føre til nye farger på egg. Tenk deg at det oppstår en substitusjon i et kodon, som gir en annen aminosyre enn opprinnelig.

- c) Forklar hvordan en slik substitusjon kan påvirke funksjonen til enzymet.

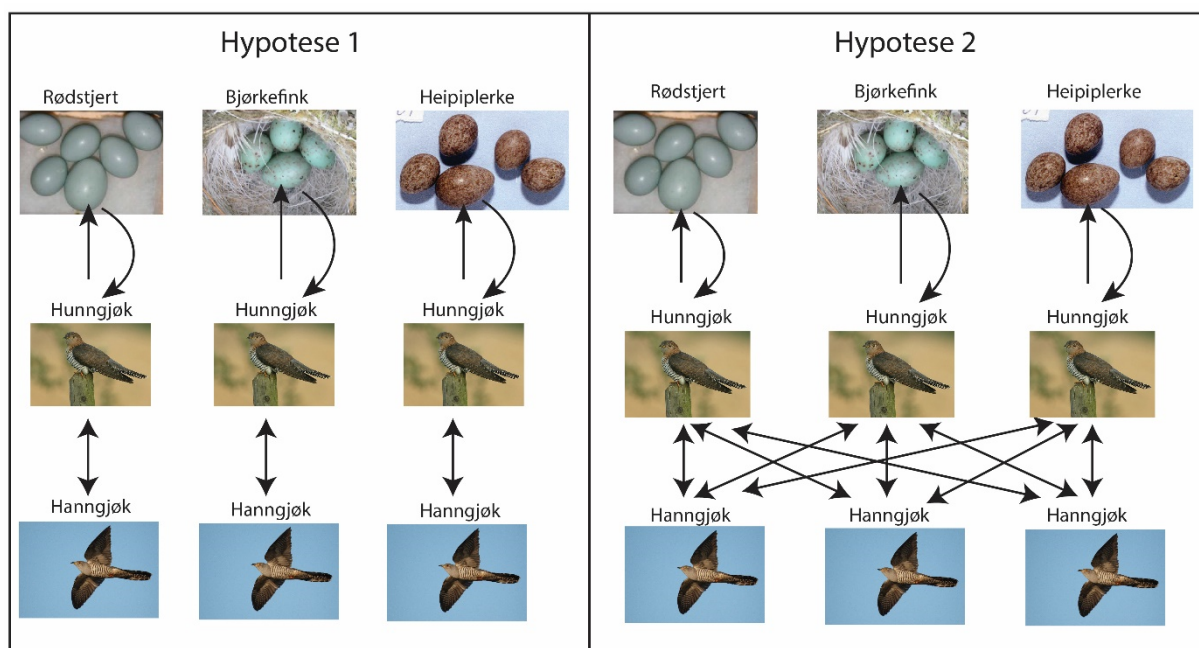
## Oppgave 5

I noen områder legger gjøken egg i reirene til flere fuglearter, både rødstjert, bjørkefink og heipiplerke. Forskning har vist at hunngjøkene legger egg i reiret til den samme arten som de selv vokste opp hos (vertsarten). På den måten blir det dannet populasjoner av hunngjøker som bruker samme vertsart.

Forskerne formulerte to hypoteser om hvilke hunner en hanngjøk får avkom med:

**Hypotese 1:** En hanngjøk får avkom bare med hunngjøker som har vokst opp hos samme art som han selv.

**Hypotese 2:** En hanngjøk kan få avkom med hunngjøker fra alle populasjoner.



Figur 3 Hypotesene viser hvilke hunner hanngjøker får avkom med, og i hvilke reir hunngjøkene legger eggene sine.

- a) Hvilken av hypotesene må være sann for at gjøken kan utvikle seg til nye arter?  
Begrunn svaret ditt.

Forskere har undersøkt egg fra fugler som har reir nær innsjøer med høyt innhold av tungmetaller. Tenk deg at forskerne har funnet at fugler som lever av insekter i vann, legger egg med tynnere skall enn fugler som lever av frø.

- b) Ta utgangspunkt i teksten ovenfor, og gi en forklaring på hvorfor tykkelsen på eggeskallet varierer.

Hos fugler er det eggcellen som bestemmer avkommets kjønn. Hunner har kjønnskromosomene ZW, mens hanner har kjønnskromosomene ZZ.

Tenk deg at et gen på Z-kromosomet koder for et protein som påvirker fosterutviklingen. Genet har to alleler/genvarianter, det ene allelet fører til at fosteret utvikler seg og klekkes som normalt, mens det andre allelet fører til at fosteret dør.

c) En hann og en hunn får et kull sammen der  $2/3$  av ungene er hanner. Ta utgangspunkt i teksten ovenfor, sett opp krysningskjema og gi en forklaring på kjønnsfordelingen.

Fjærfargen til en fugleart er bestemt av et ikke-kjønnbundet gen. Allelet for svarte fjær, A, er fullstendig dominant over allelet for hvite fjær, a. Frekvensen for allel a er 0,6. Anta at populasjonen er i likevekt ifølge Hardy-Weinbergs lov/likevekt.

d) Beregn hvor stor andel av fuglene som har svarte fjær og hvor stor andel som har hvite fjær.