

FASIT

Eksamensoppgavesett BI1001

Vår 2017, eksamen 16 mai, sensurfrist 23 juni.

Oppgave 1A FASIT. (max 100 ord pr svar)

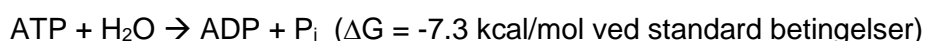
- I. Forklar hva vi mener med katabolske og anabolske reaksjonsspor og gi eksempler på disse. Bruk f.eks. reaksjonsspor fra pensum.**

Katabolske reaksjonsspor frigjør energi ved å bryte ned komplekse molekyler til mindre komponenter. Eksempel nedbryting av glukose til vann og karbondioksyd (cellulær respirasjon). Glykolysen, sitronsyre syklusen og oksidativ fosforylering kan nevnes men ikke beskrives i detalj.

Anabolske reaksjonsspor forbruker energi for å bygge opp komplekse molekyler fra mindre komponenter. Eksempel fra pensum kan være Calvin syklusen.

- II. Forklar hvordan hydrolyse av ATP kan brukes til å utføre ulike former for cellulært arbeid. Hva mener vi med energikobling?**

Hydrolyse av bindinger mellom fosfatgruppene i ATP frigjør energi (ADP og P_i har lavere fri energi enn ATP og H_2O).



En celle utfører tre hovedtyper av arbeid: Kjemisk arbeid (eks. syntese av polymerer fra monomerer, endergone reaksjoner), transport av molekyler (eks. pumping av ioner over membraner) og mekanisk arbeid (eks. kontraksjon av muskelceller). Ved alle disse prosessene er det ATP hydrolyse som driver reaksjonene.

Energikobling: bruk av en eksergon prosess til å drive en endergon prosess. I cellen driver energien fra hydrolysen av ATP cellulært arbeid ved å koble eksergone reaksjoner til endergone reaksjoner (de som krever energi). ATP driver endergone reaksjoner (kjemisk arbeid) bl.a. ved fosforylering.

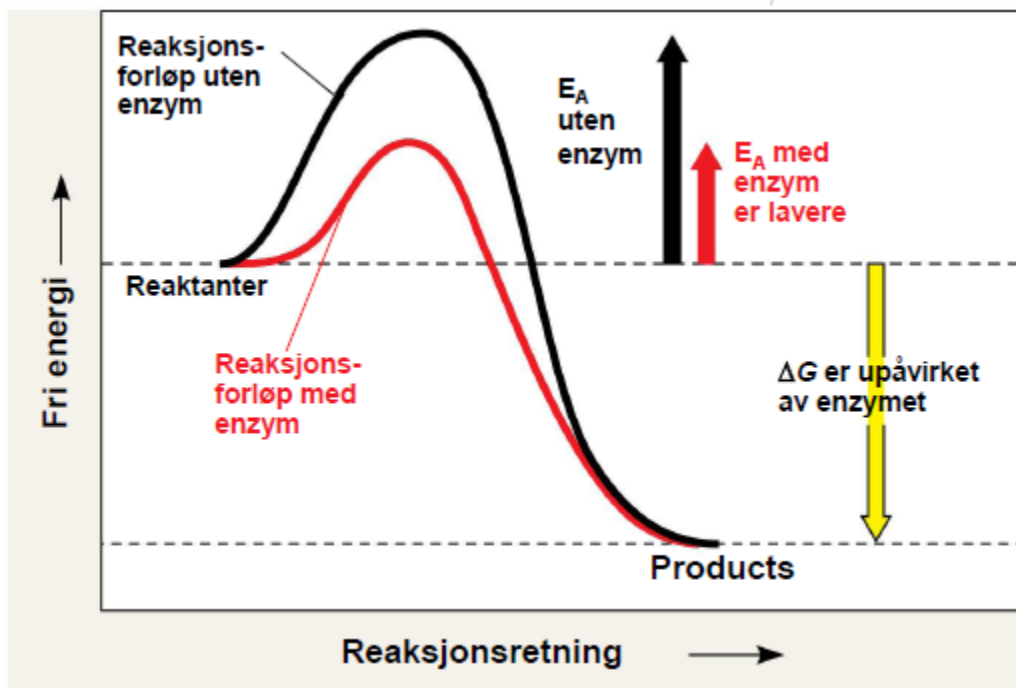
- III. Oksydering av glukose til CO_2 og H_2O er svært eksergon: $dG = -636$ kcal/mol. Dvs det er en "spontan" reaksjon, men hvorfor er den så langsom ved romtemperatur?**

Få glukose og oksygen molekyler har tilstrekkelig aktiveringsenergi ved rom temperatur. For å få reaksjonen til å gå må enten temperaturen økes (forbrenning ved høy temperatur) eller så må aktiveringsenergien senkes for eksempel vha. enzymer under cellulær respirasjon.

IV. Forklar hvordan enzymer kan øke hastigheten til metabolske reaksjoner. Hvilken funksjon har det aktive setet i enzymet?

Enzymer katalyserer reaksjoner ved å senke aktiveringsbarrieren E_A og gjør at reaktanter kan ta opp nok energi til å nå overgangstilstand selv ved moderate temperaturer.

Enzymene påvirker ikke forandring av ΔG for reaksjonen, men de øker hastigheten på reaksjonen.



Kun et lite område i enzymet binder substratene, dette blir omtalt som det aktive sete i enzymet.

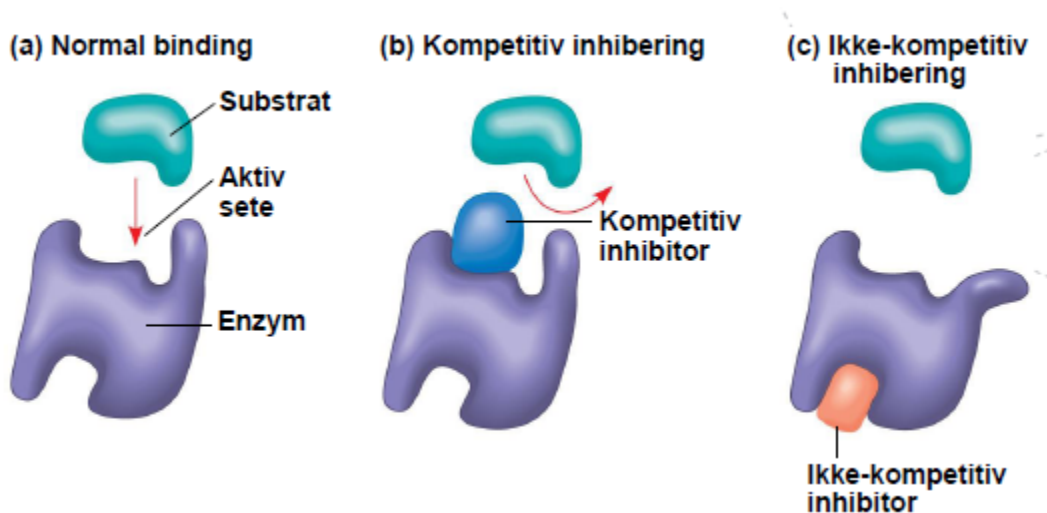
Det aktive setet i enzymet kan senke E_A barrieren ved å:

- Orienterer substrat korrekt
- Legge "press på" substratbindingene og stabilisere overgangstilstand
- "Skape et gunstig lokalmiljø", (eks. surt, basisk eller nøytralt).
- Delta direkte i den katalytiske reaksjonen.

V. Beskriv to måter enzym inhibitorer selektivt kan inhibere den katalytiske aktiviteten til enzymer.

Kompetitive inhibitorer binder det aktive setet i enzymet og konkurrerer med substratet.

Ikke-kompetitive inhibitorer binder til andre deler av enzymet og forårsaker strukturelle forandringer som gjør det aktive sete mindre aktivt (inaktivt).



VI. Forklar hva vi mener med et allosterisk regulering av enzym aktivitet.

Aktiviteten til et enzym kan reguleres via ikke-kovalente interaksjoner med spesifikke regulatoriske molekyler som forandrer enzymets struktur og påvirker dets enzymaktivitet.

Dette blir benevnt som allosterisk regulering, hvor et proteins funksjon (f. eks. aktivt sete) blir påvirket av et regulatorisk molekyl som binder et annet område på proteinet.

Mange allosterisk regulerte enzymer er bygd opp av to eller flere polypeptid subenheter. Enzymkompleksene oscillerer mellom en katalytisk aktiv form og en inaktiv form. Binding av en aktivator stabiliserer den aktive formen til enzymet, mens binding av en inhibitor stabiliserer den inaktive formen av enzymet.

For eksempel: ATP, ADP og AMP bindes allosterisk til flere katabolske enzymer.

VII. Feedback regulering benyttes i anabolske og katabolske reaksjonsspor. Forklar prinsippet for feedback regulering og gi et eksempel på det fra pensum.

Ved feedback inhibering blir et metabolsk reaksjonsspor slått av ved at et av sluttproduktene binder seg inhibitorisk til et enzym tidlig i reaksjonssporet. Feedback inhibering hindrer en celle fra å bruke unødige resurser på å syntetisere flere produkt enn den trenger.

Tilsvarende kan en ha positiv feedback. Eks: i glykolysen blir det allosteriske enzymet fosfofruktokinase stimulert av AMP (mens det blir inhibert av ATP). Andre eksempler fra pensum er biosyntesen av aminosyren isoleucin (anabolsk reaksjonsspor).

1B

DNA polymerase kan danne en polymer av deoksynukleotider. Hvilke faktorer må være tilstede for at en DNA polymerase kan danne en polymer av deoksynukleotider?

1C

Hva er et nukleosom?

FASIT

b. DNA polymerase trenger 3 «ting»; et templat (en oppskrift/komplementær tråd til den som skal dannes), en fri 3'-OH (hydroxyl) – gruppe, og frie deoksynukleotider.

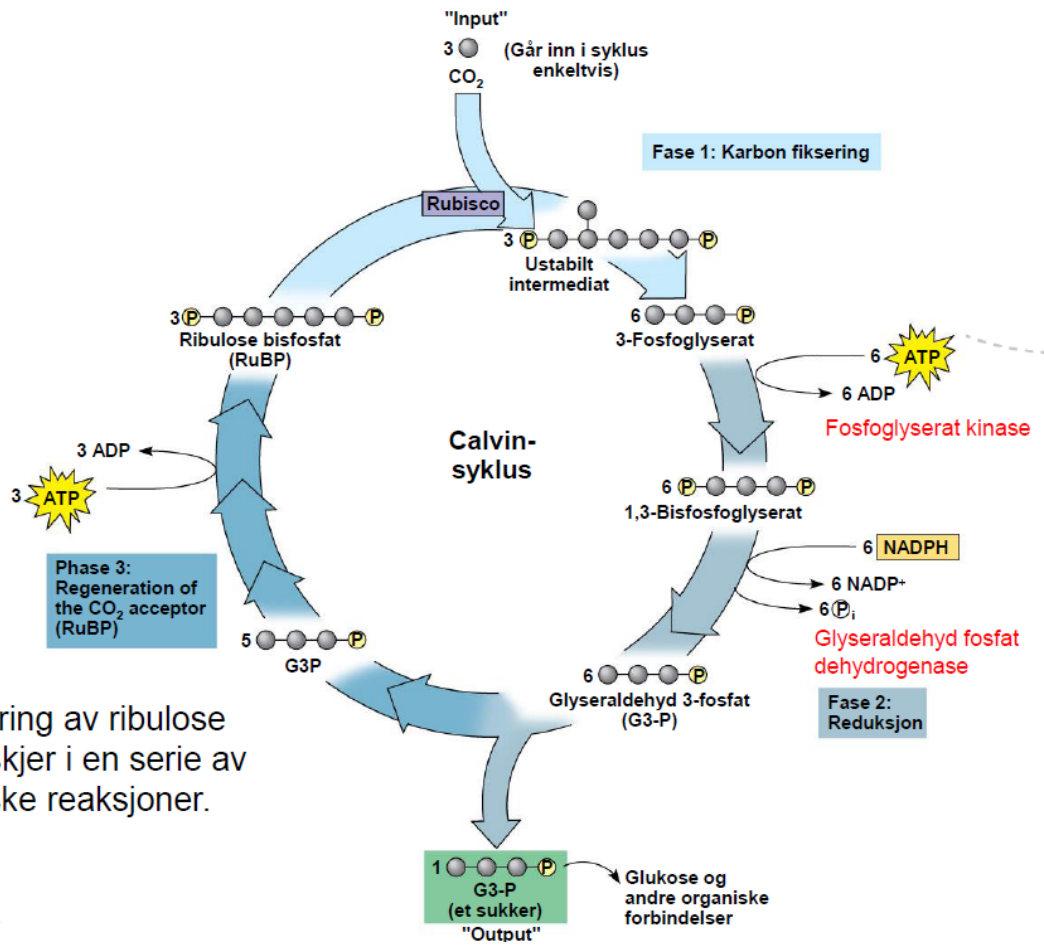
c. Et nukleosom er den minste sekundærstruktur i DNA og som dannes ved at en DNA dobbeltråd (på ca 180 bp) kveiles 2 ganger rundt histon-proteiner. Krever ikke at kandidatene kjenner eksakt navn og antall histoner.

Oppgave 2.

- a. **Forklar hvordan NADPH og ATP produsert i kloroplasten blir brukt til å fikse CO₂ og produsere karbohydrater. Hva mener vi med fotorespirasjon og hvordan kan dette redusere den fotosyntetiske produktiviteten hos planten.**

Svaret skal inneholde en beskrivelse av Calvin syklusen.

1. Karbonfiksering (katalysert av Rubisco)
2. Reduksjon (av 3-fosfoglyserat til glyseraldehyd 3-fosfat)
3. Regenerering av CO₂ akseptor (Ribulose bisfosfat)



Regenerering av ribulose bisfosfat skjer i en serie av enzymatiske reaksjoner.

Planter tar opp CO₂ som trengs til fotosyntesen via stomata (lukke-cellene), det åpner samtidig for at vann fordamper og planten tørker ut. Ved lukking av stomata (eks. ved varme tørre dager) vil dehydrering reduseres, men CO₂ opptak blir samtidig redusert. Konsentrasjonen av CO₂ inne i bladet går ned mens O₂ konsentrasjon går opp (fotosyntesen blir redusert som følge av mangel på CO₂). Høyere O₂ konsentrasjoner favoriserer i tillegg en "konkurrerende" reaksjon til fotosyntesen, **fotorespirasjon**.

De fleste planter fikserer karbon som en 3-karbon forbindelse, 3-fosfoglyserat, og blir kalt C₃ planter.

Hvis O₂ nivå øker kan rubisco oksygenere ribulose bisfosfat og produsere en 2-karbon forbindelse (2-fosfoglycolat) i tillegg til 3-fosfoglyserat. 2-fosfoglycolat omdannes til glycolat og transporteres ut av kloroplasten, og brytes ned i peroksisom og mitokondrier til CO₂.

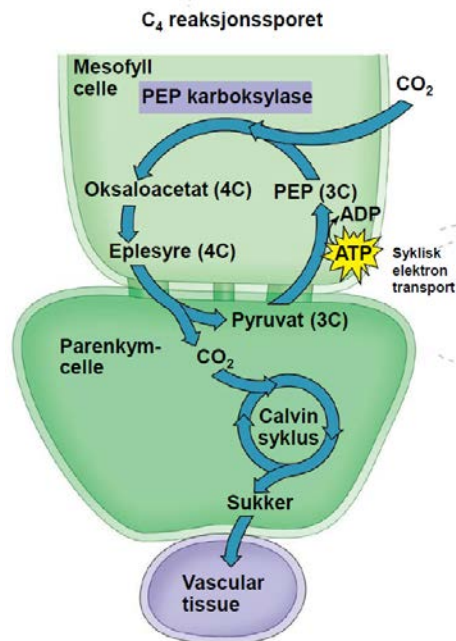
Denne prosessen blir omtalt som fotorespirasjon. Den foregår i lys, forbruker oksygen og ATP, mens den produserer CO₂ og H₂O₂. Fotorespirasjon bidrar ikke til produksjon av sukker.

- b. Hvordan har C₄ og CAM planter løst problemet med vanntap og fotorespirasjon samtidig med at de opprettholder en effektiv fotosyntese?**

C4 planter minimaliserer kostnadene ved fotorespirasjon ved å inkorporere CO₂ til en 4-karbon forbindelse (oksaloacetat) i mesofyll cellene.

Calvinsyklusen er lokalisert til kloroplastene i parenkymcellene ("bundle-sheath cell") som omslutter ledningsvevet.

Agronomisk viktige C4 planter er f. eks. mais og sukkerrør, (C4 planter er relativt vanlige innen gressfamilien).



C4-reaksjonssporet bidrar til å øke konsentrasjonen av CO₂ i parenkymcellene slik at det minimerer fotorespirasjonen. I tillegg kan C4 plantene redusere vanntap ved å holde stomata delvis lukket i den varmeste tiden på dagen.

CAM plantene åpner stomata om natten og lukker de om dagen (for å hindre vanntap). Om natten assimileres CO₂ og plantene inkorporerer det i ulike organiske syrer.

CAM planter (engelsk: "Crassulacean acid metabolism") lagrer organiske syrer i vakuoler.

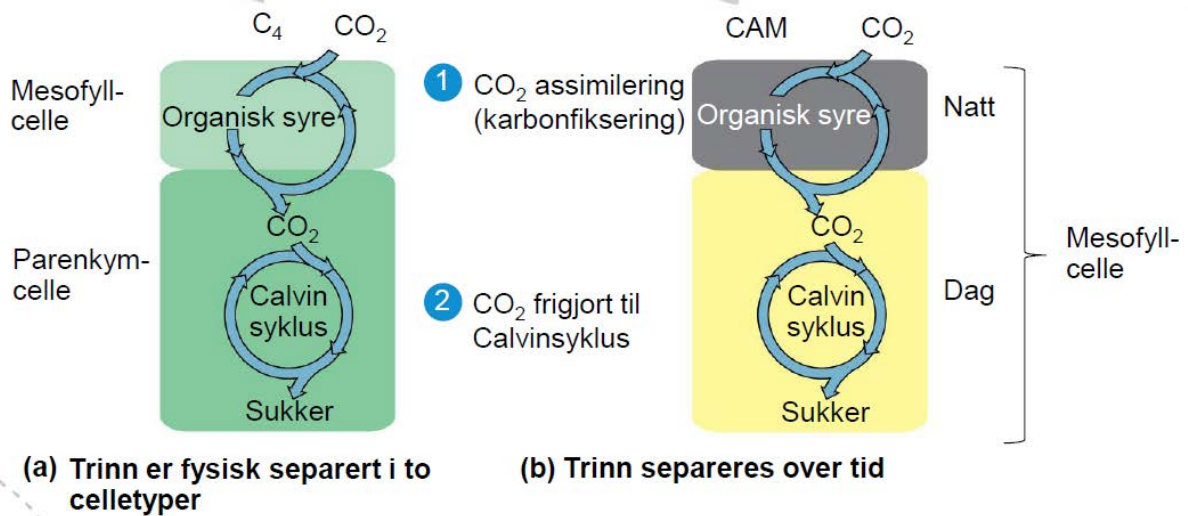
På dagtid, når lysreaksjonene kan produsere ATP og NADPH, frigjøres CO₂ fra de organiske syrene og blir brukt i Calvinsyklusen.



Sukkerrør



Ananas



OPPGAVE 3:

a) Assume that the onset of breeding (start of egg laying) is determined by an autosomal gene with two alleles (A and a) in the great tit, a small bird species. Birds with the AA and Aa genotypes start breeding early, and birds with the aa genotype starts breeding late. Imagine a pair of birds that started breeding early produced some offspring that started breeding late when they reached adulthood the following year.

Set up a Punnett square for each of the possible crosses between early-breeding parents, and use these Punnett squares to explain what the genotypes of the two parents must have been when they produced late-breeding offspring (30%).

FASIT:

Because the parents started breeding early, and both AA and Aa genotypes start breeding early there are three possible crosses:

- The Punnett square if both parents were AA homozygotes:

		Gametes from parent 1	
		A	
Gametes from parent 2	A	AA	

All offspring would have the AA genotype and start breeding early.

- The Punnett square if one parent was AA homozygote and the other Aa heterozygote (because the gene is on an autosome it does not matter if the mother or father is Aa):

		Gametes from parent 1	
		A	
Gametes from parent 2	A	AA	
	a	Aa	

Half the offspring would have the AA genotype, and half would have the Aa genotype. Because A is a dominant allele, all offspring would start breeding early.

- The Punnett square if both parents were Aa heterozygotes:

		Gametes from parent 1	
		A	a
Gametes from parent 2	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

25% of the offspring would be AA, and 50% of the offspring would be Aa. All of these would start breeding early. In addition, 25% of the offspring would be aa, and these would start breeding late.

From these Punnett-squares we see that two early-breeding parents that produced some late-breeding offspring must both have been heterozygous Aa.

b) Assume that two genes with additive gene and allele actions (effects) determine clutch size (number of eggs) in great tits. The two genes have two alleles each (alleles B and b at the first gene, and alleles D and d at the second gene), and are located on different autosomes. Furthermore, assume that the alleles B and D encode 1 egg each, whereas the alleles b and d encode 2 eggs each.

Explain what kinds of inheritance clutch size has, which genotype that produce the minimum clutch size, which genotype that produce the maximum clutch size, and the clutch sizes of these two genotypes (20%).

FASIT:

Because two genes affect the trait we say that clutch size is polygenic. Additionally, because the two genes and their alleles have additive effects, we also say that clutch size is a quantitative trait.

The genotype that produces the smallest clutch size is BBDD. This genotype produces $1+1+1+1=4$ eggs.

The genotype that produces the largest clutch size is bbdd. This genotype produces $2+2+2+2=8$ eggs.

c) Assume that whether great tits have one or two clutches in a breeding season is determined by an autosomal gene with two alleles. Birds with the RR and Rr genotypes have only one clutch in a breeding season, and birds with the rr genotype have two clutches in a breeding season. Imagine you study the inheritance of this gene and the gene determining onset of breeding by doing 200 artificial crosses in aviaries, where one parent was heterozygous at both genes (i.e. Aa and Rr; the result of AARR x aarr crosses), and the other parent was homozygous for the recessive allele at both genes (i.e. aa and rr). Despite difficulties getting Aa and aa birds to breed together, each pair produced 2 offspring that reached adulthood. The in total 400 adult offspring were released into the wild, and bred as members of a large natural population the next year. Among the adult breeding offspring the following phenotypes (and their numbers) were observed: 185 early-breeding with one clutch; 23 early-breeding with 2 clutches; 21 late-breeding with 1 clutch; 171 late-breeding with 2 clutches.

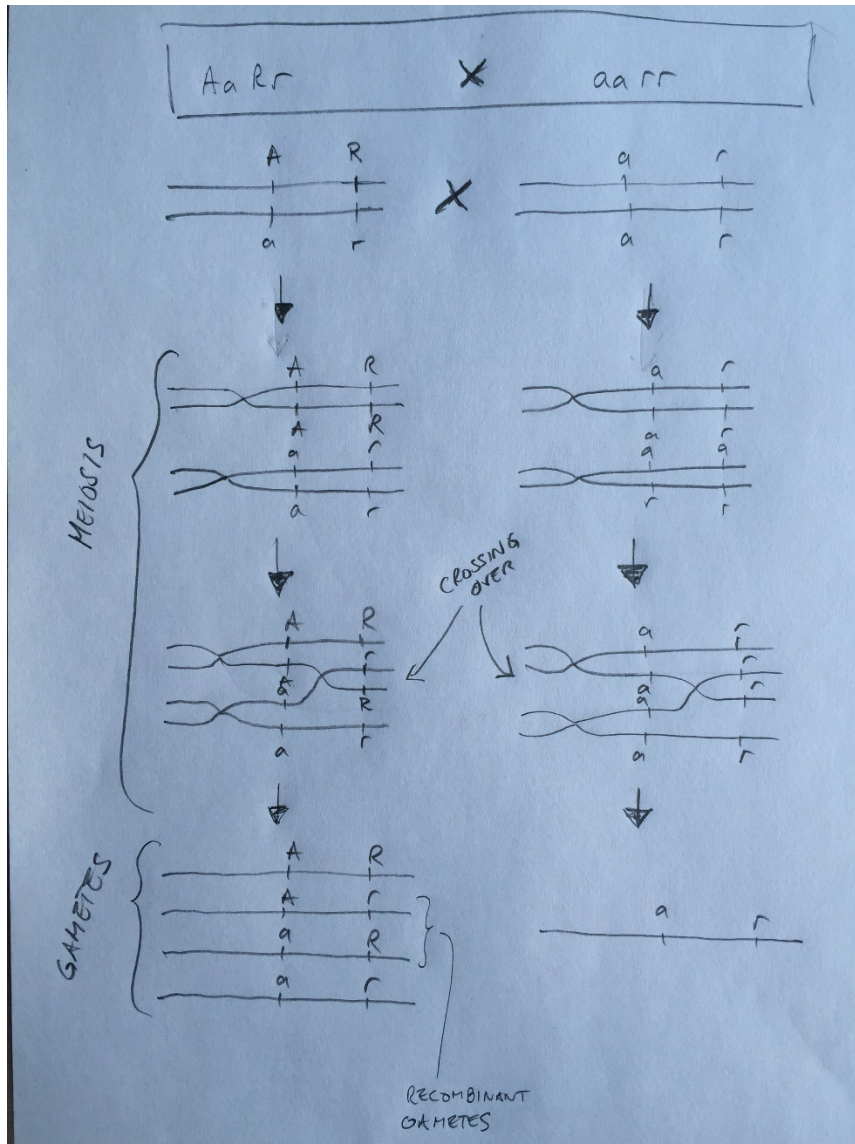
Explain these results by using sketches/drawings of chromosomes and a Punnett square, and use the results to calculate the distance between the two genes (50%).

FASIT:

If the gene for onset of breeding and the gene for number of clutches were located on different chromosomes, the two genes would have been inherited according to Mendel's second law (law of independent assortment), which states that genes sort independently of each other during gamete formation; the two alleles at one gene segregate independently of the two alleles at another gene in

meiosis. The condition for Mendel's second law is that the genes involved are located on different chromosomes, or so far apart on the same chromosome that the recombination is so high that the genes sort independently.

A sketch showing the chromosomes' behavior during meiosis, and the crossing over events that give rise to recombinant gametes:



We can then use this information to set up a Punnett square to calculate the expected ratio of different genotypes and phenotypes in offspring from the crosses between $AaRr$ and $aarr$ parents:

		Gametes from parent 1			
		AR	Ar	aR	ar
Gametes from parent 2	ar	AaRr	Aarr	aaRr	aarr

Because the A-allele (early onset of breeding) is dominant over the a-allele (late onset of breeding), and the R-allele (one clutch per season) is dominant over the r-allele (two clutches per season), the expected phenotypic ratios and numbers (if genes are unlinked) are:

Early breeding with one clutch (AaRr): $1/4 = 0.25 = 25\%$ $\Rightarrow 0.25 \cdot 400 = 100$

Early breeding with two clutches (Aarr): $1/4 = 0.25 = 25\%$ $\Rightarrow 0.25 \cdot 400 = 100$

Late breeding with one clutch (aaRr): $1/4 = 0.25 = 25\%$ $\Rightarrow 0.25 \cdot 400 = 100$

Late breeding with two clutches (aarr): $1/4 = 0.25 = 25\%$ $\Rightarrow 0.25 \cdot 400 = 100$

So, if the two genes assorted independently, we would have observed 100 adult breeding offspring with each of the four phenotypes.

From the text we know that the observed phenotypic numbers are:

Early breeding with one clutch (AaRr): 185

Early breeding with two clutches (Aarr): 23

Late breeding with one clutch (aaRr): 21

Late breeding with two clutches (aarr): 171

Because we observe all four phenotypes, the two genes are not completely linked (if so, we would have observed only the two parental phenotypes). However, the observed numbers are far from the expected numbers, which shows that the two genes are not inherited independently either. Thus, they are to some degree are linked (located on the same chromosome), but some crossing over events (recombination) occur between the two genes during meiosis.

The two phenotypes generated by recombinant gametes are: early-breeding with 2 clutches; late-breeding with 1 clutch. The frequency of these two recombinant phenotypes is $(23+21)/400 = 44/400 = 0.11 = 11\%$.

If the two genes were located on different chromosomes the frequency of recombinant gametes and phenotypes would have been 50%. When the observed recombination frequency is 11% this suggests that the genes are relatively close on the same chromosome.

With a recombination frequency of 11% we say that the distance between the two genes is 11 map units or centiMorgan (cM).

Note that the question and answer presented here is for when the heterozygous AaRr individual had a chromosome with A and R alleles from one of its parents, and a chromosome with a and r alleles from its other parent. In theory, heterozygous individuals could have had inherited an Ar chromosome from one parent and an aR chromosome from the other parent. However, this would not have made sense with the data presented, because in this case the recombinant frequency would have been calculated to be $(185+171)/400 = 0.89 = 89\%$ (because the AR and ar gametes would have been the recombinant gametes).

Oppgave 4

- A. Mange signaler mellom celler formidles ved at signalmolekyler binder reseptorer på celleoverflata som så formidler signalet over cellemembranen og inn i cella. Hvordan kan ett signalmolekyl (for eksempel ett hormon-molekyl) føre til en intracellulær respons som omfatter aktivering av svært mange intracellulære molekyler.
- B. Hva er apoptose og nevnt to kjennetegn ved apoptotiske celler.
- C. Diskuter de karakteristiske trekk som gjør mammalske genom større enn de prokaryote genomer.

FASIT

Definer og diskuter:

- a. Ved amplifikasjons-kaskader ved at ett enzym har mange substrat-molekyler som aktiveres og som igjen kan bli et aktivt enzym med nye mange substrat-molekyler etc.
- b. Apoptose er et genetisk program for celledød som finns i alle eukaryote celler og som fører til at en celle dør hvis den er tilstrekkelig skadet eller får et ytre signal om å dø. Apoptose er karakterisert ved fragmentering av DNA, at cella krymper og blir til mindre vesikler, og det er vanligvis ikke en celledød som fører til en betennelsesreaksjon i et vev ved at cellas intracellulære molekyler frigjøres.

- c. Antallet gener er høyere i mammaler, innhold av ikke-kodende DNA er høyere (gi eksempler på typer), tilstedeværelse av intron i eukaryote gener gjør dem generelt større enn prokaryote gener.

OPPGAVE 5 MC-fasit

1c, 2d,, 3a, 4e, 5d, 6d, 7b, 8a, 9a, 10c, 11a, 12c, 13b, 14a, 15e, 16b, 17b, 18a, 19b, 20a, 21c, 22c, 23d, 24b, 25d.