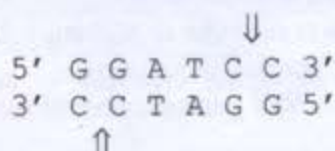


1. Een onderzoeker wil een DNA fragment in een plasmide plakken. Welke van de onderstaande reactie mengsels zal een recombinant plasmide opleveren?
 1. Fragment geknipt met *EcoRI*, plasmide geknipt met *EcoRI*, ATP, DNA polymerase.
 - 2. Fragment geknipt met *EcoRI*, plasmide geknipt met *EcoRI*, DNA ligase, ATP.
 3. Fragment geknipt met *EcoRI*, plasmide geknipt met *EcoRI*, primer, DNA ligase.
 4. Fragment geknipt met *KpnI*, plasmide geknipt met *EcoRI*, DNA polymerase, primer.
2. In 1978 werd in een wetenschappelijk artikel (in *Nucl. Acids Res.* 5(11): 4055-4064) het volgende aangekondigd:

We have determined the recognition sequence of the restriction endonuclease KpnI, previously isolated from Klebsiella pneumoniae. The enzyme cleaves the twofold rotationally symmetric sequence at the positions indicated by the arrows:



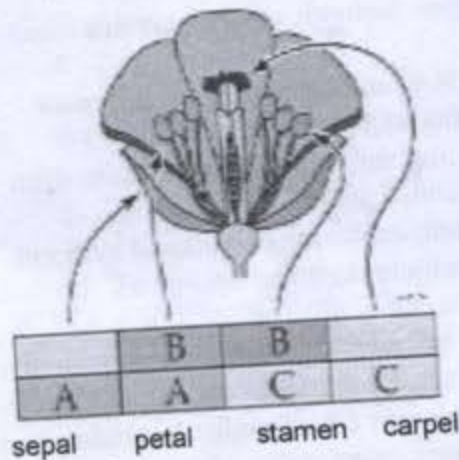
Hoe karakteriseer je het zo ontstane DNA fragment uiteinde?

1. Het fragment heeft een blunt uiteinde.
 - 2. Het fragment heeft een sticky uiteinde met een 3' overhang.
 3. Het fragment heeft een sticky uiteinde met een 5' overhang.
 4. Het fragment heeft een sticky uiteinde met een overhang van 2 basen.
3. Voor het kloneren van DNA in *E.coli* wordt in de biotechnologie gebruik gemaakt van vectoren. Sommige vectoren bevatten een *LacZ* gen dat codeert voor het enzym beta-galactosidase. Waarvoor wordt dit gen gebruikt in een kloneringsvector?
 - 1. Dit gen maakt het mogelijk om door insertionele inactivatie de recombinant plasmiden te selecteren.
 2. Dit gen wordt gebruikt om ervoor te zorgen dat *E.coli* makkelijk op glucose kan groeien.
 3. Dit gen zorgt ervoor dat *E.coli* door bacteriofagen geïnfecteerd kan worden.
 4. Dit gen zorgt voor resistentie tegen beta-lactam antibiotica.
 4. De bodembacterie *Agrobacterium tumefaciens* veroorzaakt in planten wortelhalsgallen (tumoren). Dit komt doordat de bacterie in staat is DNA naar zijn gastheer over te dragen. Welke van de onderstaande antwoorden geeft een juiste beschrijving van het proces voor de overdracht van DNA door deze bacterie?
 1. De bacterie fuseert met de plantencel en transporteert zijn virulentie chromosoom naar de celkern waar het autonoom replicateert.
 2. De bacterie injecteert RNA dat door een reverse transcriptase enzym omgezet wordt in DNA en vervolgens in het plantengenoom integreert.

- 3. Het T-DNA van het *Agrobacterium* plasmide wordt overgedragen naar de plantencel en integreert in het plantengenoom.
4. Het virulentie DNA wordt door de bacterie in de cel geïnjecteerd en handhaaft zich als plasmide in de plantencel.
5. Een onderzoeker wil vaststellen welke genen in de lever van een goudvis tot expressie komen. Hij besluit daarom een bibliotheek te gaan maken en vervolgens alle actieve genen te sequencen. Wat voor soort bibliotheek heeft hij nodig om dit doel te kunnen bereiken?
1. Een BAC bibliotheek.
- 2. Een cDNA bibliotheek.
3. Een genomisch DNA bibliotheek.
4. Een YAC bibliotheek.
6. In de moderne moleculaire medische diagnostiek worden tegenwoordig al DNA microarrays toegepast. Waarvoor gebruik je deze "DNA-chips"?
1. Om alle SNPs in het genoom van een mens te ontdekken.
2. Om een fysische genetische kaart van een organisme te maken.
3. Om snel het hele genoom van de mens te kunnen sequencen.
- 4. Om vast te stellen welke genen in welk weefsel getranscribeerd worden.
7. Bij onderzoek naar ontwikkelingsmutanten van *Drosophila* zijn mutanten gevonden die in plaats van antennes op hun kop poten hadden. Welke van de onderstaande categorieën genen is in dit soort mutanten verstoord?
1. Gap-genen.
- 2. Homeotische genen.
3. Maternale effect genen.
4. Pair-rule genen.
8. In een bevruchte eicel treedt asymmetrische verdeling van cytoplasmatische factoren op. Wat is het gevolg van dit proces voor het zich ontwikkelende embryo?
- 1. De cellen die hieruit ontstaan zullen verschillende ontwikkelingspaden gaan doorlopen.
2. Dit induceert in de groeiende blastocyst apoptose.
3. Dit zorgt ervoor dat een embryo zich tot het 16-cellig stadium kan delen.
4. Hierdoor ontstaat een horizontale symmetrie-as in het embryo.

- 3. Het T-DNA van het *Agrobacterium* plasmide wordt overgedragen naar de plantencel en integreert in het plantengenoom.
4. Het virulentie DNA wordt door de bacterie in de cel geïnjecteerd en handhaaft zich als plasmide in de plantencel.
5. Een onderzoeker wil vaststellen welke genen in de lever van een goudvis tot expressie komen. Hij besluit daarom een bibliotheek te gaan maken en vervolgens alle actieve genen te sequencen. Wat voor soort bibliotheek heeft hij nodig om dit doel te kunnen bereiken?
1. Een BAC bibliotheek.
- 2. Een cDNA bibliotheek.
3. Een genomisch DNA bibliotheek.
4. Een YAC bibliotheek.
6. In de moderne moleculaire medische diagnostiek worden tegenwoordig al DNA microarrays toegepast. Waarvoor gebruik je deze "DNA-chips"?
1. Om alle SNPs in het genoom van een mens te ontdekken.
2. Om een fysische genetische kaart van een organisme te maken.
3. Om snel het hele genoom van de mens te kunnen sequencen.
- 4. Om vast te stellen welke genen in welk weefsel getranscribeerd worden.
7. Bij onderzoek naar ontwikkelingsmutanten van *Drosophila* zijn mutanten gevonden die in plaats van antennes op hun kop poten hadden. Welke van de onderstaande categorieën genen is in dit soort mutanten verstoord?
1. Gap-genen.
- 2. Homeotische genen.
3. Maternale effect genen.
4. Pair-rule genen.
8. In een bevruchte eicel treedt asymmetrische verdeling van cytoplasmatische factoren op. Wat is het gevolg van dit proces voor het zich ontwikkelende embryo?
- 1. De cellen die hieruit ontstaan zullen verschillende ontwikkelingspaden gaan doorlopen.
2. Dit induceert in de groeiende blastocyst apoptose.
3. Dit zorgt ervoor dat een embryo zich tot het 16-cellig stadium kan delen.
4. Hierdoor ontstaat een horizontale symmetrie-as in het embryo.

9. Hieronder is een schematische weergave van de vier lagen van een normale bloem. Tevens is de expressie van de orgaanidentiteit genen A, B en C in de vier verschillende lagen weergegeven. Een onderzoekster maakt een transgene plant waarin een extra orgaanidentiteit gen van het type B in de binnenste laag weefsel tot expressie gebracht wordt. Wat zal het fenotype van de bloemen van deze transgene plant zijn?



Antwoorden:

1. De bloemen hebben drie lagen: petal, carpel, stamen
2. De bloemen hebben drie lagen: sepal, petal, stamen
3. De bloemen hebben vier lagen: petal, petal, stamen, stamen
4. De bloemen hebben vier lagen: sepal, petal, stamen, stamen

10. Bij the embryonale ontwikkeling van *Drosophila* spelen de genen *bicoid* en *nanos* een cruciale rol. In een *bicoid* mutant ontwikkelt de larve geen kop en geen thorax. In een *nanos* mutant ontwikkelt de larve slechts een gedeelte van het achterlijf. Als het cytoplasma van de anteriore kant van een wild-type ei in het anteriore gedeelte van het ei van een *bicoid* mutant wordt geïnjecteerd hoe ontwikkelt de larve zich dan?

1. De larve ontwikkelt geen thorax.
2. De larve ontwikkelt kopstructuren aan de voor- en achterkant.
3. De larve ontwikkelt zich normaal.
4. De larve slechts een gedeelte van de kop.

11. Bij de ontwikkeling van ledematen worden verschillen in de vorm van tenen en vingers vastgelegd door een bijzonder mechanisme. Welke van de onderstaande antwoorden beschrijft dit mechanisme correct?

1. Apoptosis (geprogrammeerde celdood).
2. Cytoplasmatische segregatie van transcriptiefactoren
3. Positionele van de bovenste laag stamcellen.
4. Secretie en diffussie van een morfogen.

12. In de medische biotechnologie wordt tegenwoordig gebruikt gemaakt van therapeutisch kloneren om ziek weefsel in een patiënt te vernieuwen. Welk van onderstaande antwoorden beschrijft deze techniek correct.

1. Dit is het fuseren van stamcellen met "zieke" cellen uit het weefsel van de patiënt.
2. Dit is het injecteren van een "gezond" gen in een "in vitro" bevruchte eicel.

3. Dit kan door transformatie van fibroblasten met een mengsel van vier transcriptie factoren.
- 4. Het gebruiken van pluripotente stamcellen uit een embryo, ontstaan uit een eicel waarin de kern van een cel van de patiënt is getransplanteerd.
13. Wat zou het effect zijn als het ubiquitine-proteasoom in een eukaryote cel overactief zou worden?
1. Dit complex maakt deel uit van de transcriptie factoren, er ontstaan dus meer mRNA moleculen.
 2. Dit complex verzorgt het transport van mRNA moleculen de kern uit, meer activiteit betekent dus meer productie van eiwitten.
 3. Dit zijn de eiwitten, die de alternatieve splicing van de pre-mRNA moleculen verzorgen, dit proces wordt nu verstoord.
- 4. Het proteasoom regelt de afbraak van eiwitten, een te actief werkend systeem heeft tot gevolg dat eiwitten te snel worden afgebroken.
14. Welk van de volgende uitspraken beschrijft een belangrijk verschil tussen insecten en andere geleedpotigen ('arthropods')?
1. *Distal-less* van insecten bevordert de expressie van *Ubx*, terwijl *Distal-less* van andere geleedpotigen de expressie van *Ubx* verhindert.
 2. *Distal-less* van insecten bevordert de expressie van *Ubx*, terwijl *Distal-less* van andere geleedpotigen geen effect heeft op de expressie van *Ubx*.
 3. *Ubx* van insecten bevordert de expressie van *Distal-less*, terwijl *Ubx* van andere geleedpotigen geen effect heeft op de expressie van *Distal-less*.
 4. *Ubx* van insecten verhindert de expressie van *Distal-less*, terwijl *Ubx* van andere geleedpotigen geen effect heeft op de expressie van *Distal-less*.
15. Welk van de volgende uitspraken beschrijft een algemeen ontwikkelings-biologisch principe?
1. De meeste dieren hebben vergelijkbare moleculaire mechanismen die hun ontwikkeling sturen.
 2. Veranderingen in de plaats (het weefsel) waar bepaalde genen tot expressie komen spelen vaak een doorslaggevende rol in morfologische veranderingen die in de loop van de evolutie optreden.
 3. Veranderingen in de timing van de expressie van bepaalde genen spelen vaak een doorslaggevende rol in morfologische veranderingen die in de loop van de evolutie optreden.
- 4. Antwoorden 1 t/m 3 zijn alle juist.
16. Vul in: Een mutatie die de lengte van de vleugels van *Drosophila simulans* beïnvloedt, maar geen effect heeft op de rest van het lichaam van de vlieg, kan verklaard worden door het verschijnsel van ____.
1. heterochronie.
- 2. modulariteit ('modularity').
3. ontwikkelingsplasticiteit.
 4. pleiotropie.

17. In een populatie van 200 individuen zijn er 72 homozygoot recessief voor witte oogkleur (cc); de populatie is in Hardy Weinberg evenwicht. Honderd individuen overlijden aan een bacteriële infectie. Van de overlevenden zijn er 36 homozygoot recessief. Wat is de frequentie van het dominante (C) allel onder de overlevenden?
1. 0.16.
2. 0.36.
→ 3. 0.40.
4. 0.60.
18. Welk van onderstaande uitspraken over populatie-flessenhalzen ('genetic bottlenecks') is onjuist?
1. Ze kunnen leiden tot veranderingen in allel-frequenties.
2. Ze zijn een extreem voorbeeld van genetische drift ('random drift').
3. Ze zijn het gevolg van drastische afname in populatiegrootte.
→ 4. Antwoorden 1 t/m 3 zijn alle juist.
19. Welk van de volgende uitspraken is als verklaring voor het bestaan van seksuele voortplanting onjuist?
1. Seksuele voortplanting bevordert herstel van beschadigd DNA.
2. Seksuele voortplanting bevordert de eliminatie van nadelige mutaties.
3. Seksuele voortplanting creëert variabel nageslacht waardoor een populatie zich kan aanpassen aan een veranderende omgeving.
→ 4. Seksuele voortplanting versnelt Müller's ratel ('Muller's ratchet').
20. Mannetjes vogels hebben vaak fel gekleurde snavels (bijv. merels en zebrovinken). In de proeven die Tim Birkhead en collega's uitvoerden werden mannetjes van zebrovinken gevoed met water waarin carotenoïden waren opgelost. Deze behandeling resulteerde in mannetjes
1. die erg populair waren bij de vrouwtjes.
2. een veel sterker immuunsysteem hadden dan controle mannetjes.
3. met feller gekleurde snavels dan de controle mannetjes (die alleen maar water kregen).
→ 4. Antwoorden 1 t/m 3 zijn alle juist.
21. Herten met grote, stevige geweien kunnen zich moeilijker in een bosrijke omgeving verplaatsen dan soortgenoten met kleinere geweien, maar zijn beter in staat hun nageslacht te verdedigen tegen roofdieren. Dit verschijnsel is een voorbeeld van
- 1. een 'trade-off'.
2. gebalanceerde selectie.
3. genetische drift.
4. seksuele selectie.
22. Vul in: _____ selectie treedt op wanneer individuen met kleine en grote lichaamsgrootte minder nakomelingen krijgen dan individuen met gemiddelde lichaamsgrootte.

1. Directionele
2. Disruptieve
3. Frequentie-afhankelijke
- 4. Stabiliserende

23. Soorten binnen het motten geslacht *Yponomeuta* (stippelmotten) hebben antennes met een variabel aantal segmenten (antennenleden). Soorten A en B hebben 10 segmenten, soorten C en D hebben 9 segmenten, en soort E heeft 8 segmenten. In alle andere geslachten (genera) die tot de familie van de Yponomeutidae (de stippelmot-achtigen) behoren (inclusief het geslacht *Praon*), hebben alle soorten antennes met 10 segmenten. Welk van de volgende kenmerken is een synapomorfie?

- X
1. Antennes met minder dan 10 segmenten in soorten C, D en E.
 2. De 8-segmenten tellende antennes van soort E.
 3. De 10-segmenten antennes in soorten van het geslacht *Praon* en in de *Yponomeuta* soorten A en B.
 4. De 10-segmenten tellende antennes in soorten A en B.

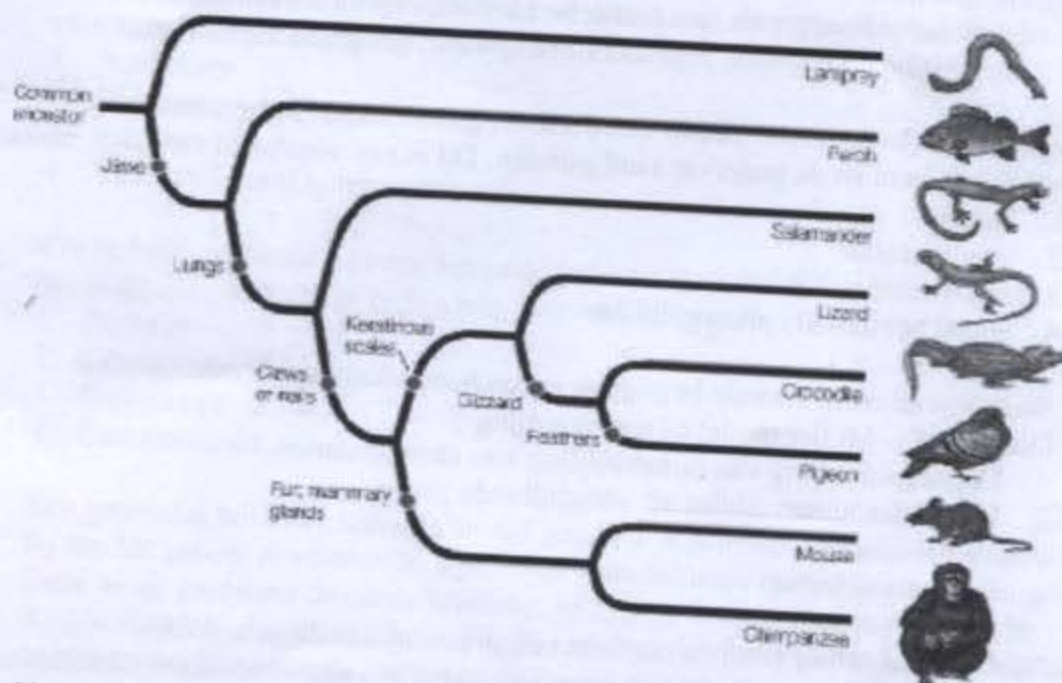
24. Gegeven is de volgorde van een stukje homoloog DNA van vier soorten steltlopers (soorten a-d). Welke van de 6 nucleotidenposities is/zijn fylogenetisch informatief?

X

Soort	Positie					
	1	2	3	4	5	6
a	T	T	C	A	C	A
b	T	A	A	T	C	A
c	T	A	T	C	T	A
d	T	A	G	C	T	A

1. Positie 2.
2. Positie 3.
3. Positie 5.
4. Posities 2 en 5.

25. Hieronder staat een fylogenetische stamboom van de hoofdgroepen van de gewervelde dieren, ieder aangeduid met een kenmerkende soort (duif staat voor de vogels).



- Van welk soortenpaar kan de positie omgedraaid worden zonder dat de betekenis van de verwantschapsboom veranderd?
-
1. Krokodil en duif.
 2. Krokodil en hagedis.
 3. Muis en duif.
 4. Geen van bovengenoemde soortenparen.

26. Wat is van de volgende vier organismen de correcte volgorde in termen van percentage coderend DNA (met het laagste percentage als eerste vermeld)?
-
1. De mens, *Drosophila*, gist, *E. coli*.
 2. De mens, gist, *E. coli*, *Drosophila*.
 3. *Drosophila*, de mens, gist, *E. coli*.
 4. *Escherichia coli*, gist, *Drosophila*, de mens.

27. Vul in: Ernst Mayr's biologisch soortconcept stelt dat "soorten bestaan uit groepen zich actueel of potentieel voortplantende natuurlijke populaties die reproductief gescheiden zijn van andere dergelijke groepen". In deze definitie slaat "potentieel voortplantende" soorten op populaties van organismen die _____ zijn.
-
5. allopatrisch
 6. asexueel
 7. een adaptieve radiatie ondergaan
 8. sympatrisch

28. Wat is de meest waarschijnlijke volgorde van gebeurtenissen in het proces van allopatrische soortvorming?

- 1. Geografische barrière, genetische divergentie, reproductieve isolatie.
2. Geografische barrière, reproductieve isolatie, genetische divergentie.
3. Genetische divergentie, geografische barrière, reproductieve isolatie.
4. Genetische divergentie, reproductieve isolatie, geografische barrière.

29. Vul in: Van twee recent uit één moedersoort geëvolueerde zustersoorten leeft de ene in grasland en de ander op zandgronden. Dit is een voorbeeld van ____ isolatie.

- 1. habitat-
2. prezygotische
3. tijd- ('temporal')
4. zowel habitat- als prezygotische

30. Welk van de onderstaande begrippen is een noodzakelijke vereiste voor het Dobzhansky-Muller model of soortvorming?

- 1. Herrangschikking van samenstelling van chromosomen.
2. Interacties tussen alleles op verschillende genen.
3. Reinforcement.
4. Seksuele selectie.

31. Welke opsomming geeft de correcte volgorde aan van de gemiddelde evolutiesnelheid (van snelste naar langzaamste) van niet-synonieme substituties, synonieme substituties, en pseudogenen?

- 1. Niet-synonieme substituties, pseudogenen en synonieme substituties.
2. Niet-synonieme substituties, synonieme substituties en pseudogenen.
3. Pseudogenen, niet-synonieme substituties en synonieme substituties.
4. Pseudogenen, synonieme substituties en niet-synonieme substituties.

32. De fixatiesnelheid van neutrale mutaties is

- 1. hoger in grote populaties dan in kleine populaties.
2. hoger in kleine populaties dan in grote populaties.
3. langzamer dan de fixatiesnelheid van nadelige mutaties.
4. onafhankelijk van de populatiegrootte.

33. Vul in: Om de ouderdom te schatten van de splitsing tussen de hemoglobine α en β -clusters van genen, hebben wetenschappers informatie gebruikt uit ____.

- 1. de verhouding tussen niet-synonieme en synonieme substitutie-snelheden.
2. het fossielen archief.
3. het moleculaire klok principe.
4. Zowel antwoord 2 als 3 is correct.

34. In het Carboon en het Perm zijn fossielen van insecten gevonden die vele malen groter zijn dan enig insectensoort die nu op aarde voorkomt. Dergelijke vondsten geven aan dat

- 1. de CO_2 concentraties in de atmosfeer toen lager waren dan nu.

2. de O_2 concentratie in de atmosfeer aanzienlijk hoger was dan tegenwoordig.
3. er toen minder predatoren voor de insecten waren dan tegenwoordig.
4. het klimaat toen veel warmer was dan nu.

35. Stel je wandelt in het Perm door een bos. Welk van de volgende organismen verwacht je daar niet tegen te komen?

1. Amfibieën.
2. Bloemplanten.
3. Insecten.
4. Naaktzadigen (Gymnospermen).

36. Als de halfwaardetijd van een bepaalde radioactieve stof 600 jaar is, welk deel van het originele materiaal is er dan nog over na 1800 jaar?

1. De helft.
2. Een-achtste.
3. Een-vierde.
4. Een-zestiende.

37. Een geneticus wil in de tomaat van vijf genen een genenkaart maken. Hiertoe voert hij om het geheel te vereenvoudigen twee verschillende driepuntskruisingen uit. Deze vraag gaat over de eerste kruising. Allereerst kruist hij de zuivere lijnen $AABBCCDDEE \times aabbCCddEE$. De F_1 van deze kruising wordt gekruist met een compleet recessieve (tester) stam en de F_2 wordt vervolgens gegroepeerd volgens de gameetverdeling van de F_1 met het hieronder gegeven resultaat:

$A B C D E$	316
$a b C d E$	314
$A B C d E$	31
$a b C D E$	39
$A b C d E$	130
$a B C D E$	140
$A b C D E$	17
$a B C d E$	13

Welke genotypen zijn het resultaat van een dubbele overkruising (cross over)?

1. $ABCDE$ en $abCde$
2. $ABcDE$ en $abcDE$
3. $AbCdE$ en $aBCDE$
4. $AbCDE$ en $aBCdE$

38. De tweede kruising met zuivere lijnen die de geneticus uit vraag 37 uitvoert ziet er als volgt uit: $AABBCCDDEE \times aaBBccDDee$. Wederom wordt de F_1 met een compleet recessieve teststam gekruist met als resultaat:

A B C D E	243
a B c D e	237
A B c D e	62
a B C D E	58
A B C D e	155
a B c D E	165
a B C D e	46
A B c D E	34

De geneticus kan nu met de informatie uit beide kruisingen (vraag 37 en vraag 38) een genenkaart maken. Wat is de volgorde van de vijf genen en wat is hun onderlinge afstand?

1. A-30-B-10-D en A-20-C-40-E
2. A-30-B-10-D en C-40-E
- 3. D-10-B-30-A-20-C-40-E
4. D-7-B-27-A-12-C-32-E

39. Een fruitvliegje met het genotype $AABBCC$ wordt gekruist met een $aaBbCc$ vlieg. De drie kenmerken erven onafhankelijk van elkaar en volledig dominant over. Over deze kruising worden drie vragen gesteld (i, ii en iii). Welk van de antwoorden geeft het volledig juiste antwoord op deze drie vragen?

i. Hoeveel verschillende genotypen kan je in het nageslacht van de kruising (= F_1) verwachten?

ii. Hoeveel verschillende fenotypen kan je in het nageslacht van de kruising verwachten?

iii. Met welke vlieg (genotype) moet je verder kruisen om exact het genotype van een willekeurige F_1 vlieg te bepalen?

- | | | |
|-------------------|--------------|------------------------------|
| → 1. genotypen: 2 | fenotypen: 1 | kruis verder met: $aabbcc$. |
| 2. genotypen: 4 | fenotypen: 1 | kruis verder met: $aabbcc$. |
| 3. genotypen: 4 | fenotypen: 2 | kruis verder met: $AaBbCc$. |
| 4. genotypen: 4 | fenotypen: 2 | kruis verder met: $aabbcc$. |

40. De ziekte cystische fibrosis (taai-slijmziekte) erft autosomaal, recessief over. Een fenotypisch normale man, wiens vader cystische fibrosis had, trouwt met een fenotypisch normale vrouw (geen familie). Dit echtpaar krijgt twee kinderen (geen tweeling). Over deze kinderen worden drie vragen gesteld (*i*, *ii* en *iii*). Welk van de antwoorden geeft de juiste kansen voor elk van de vragen?

i. Gesteld dat de frequentie waarmee heterozygoten voor cystische fibrosis voorkomen 1 op 50 is, wat is dan de kans dat het eerste kind de afwijking zal hebben?

ii. Indien het eerste kind cystische fibrosis heeft, wat is dan de kans op een tweede kind met deze afwijking?

iii. Indien het eerste kind géén cystische fibrosis heeft, wat is dan de kans op een tweede kind met deze afwijking?

- | | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1. kans <i>i</i> = 1/100 | kans <i>ii</i> = 1/4 | kans <i>iii</i> = 1/100 |
| 2. kans <i>i</i> = 1/100 | kans <i>ii</i> = 1/2 | kans <i>iii</i> = 1/100 |
| 3. kans <i>i</i> = 1/200 | kans <i>ii</i> = 1/4 | kans <i>iii</i> = 1/200 |
| 4. kans <i>i</i> = 1/200 | kans <i>ii</i> = 1/2 | kans <i>iii</i> = 1/200 |

EINDE