

CENTRALE COMMISSIE VOORTENTAMEN BIOLOGIE

# TENTAMEN BIOLOGIE

**Dit is een voorbeeld van een voortentamen biologie.  
Dit tentamen is bedoeld om een indruk te geven van de manier van vragen,  
het is niet bedoeld als oefenmateriaal. Er worden daarom geen antwoorden gegeven.**

aantal opgaven : 36 waarvan  
17 meerkeuzevragen en  
19 open vragen

Vermeld op ieder in te leveren vel uw naam.  
De opgaven dienen samen met de antwoorden te worden ingeleverd.

De antwoorden moeten met pen gemaakt worden, tekeningen en grafieken mogen met potlood worden gemaakt.

Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening wordt gevraagd, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en u geeft meer dan twee redenen, worden alleen de eerste twee redenen in de beoordeling meegeteld.

Het gebruik van BINAS 5e druk of BioData 2e druk is toegestaan.

Het gebruik van een gewone rekenmachine is toegestaan, een grafische rekenmachine is niet toegestaan.

De correctie en de communicatie van de resultaten verloopt geheel via de CCVB (dus niet via de Open Universiteit).

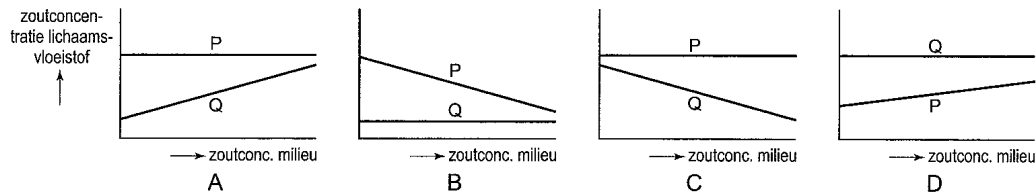
U ontvangt uw uitslag schriftelijk via de CCVB.

Kijk voor het verloop en de voorgang van de correctie op: [www.ccvx.nl](http://www.ccvx.nl)

**OPGAVEN INLEVEREN !**

**Brak water**

In de monding van een rivier verandert door eb en vloed het zoutgehalte van het water voortdurend. Veel organismen die leven in dit brakke water, hebben een mechanisme om door middel van zoutexcretie het zoutgehalte in de lichaamsvloeistof te regelen. In een proef worden twee soorten organismen, P en Q, gebruikt. Soort P komt in brak water voor en bezit het eerder genoemde mechanisme, soort Q leeft in zoet water en heeft dit mechanisme niet. Beide soorten worden in een aquarium overgebracht. Er wordt onderzocht hoe het zoutgehalte van de lichaamsvloeistof van de twee soorten verandert als het zoutgehalte van het water in het aquarium geleidelijk wordt verhoogd. De resultaten worden in een diagram weergegeven.



1. Welk diagram geeft de juiste resultaten weer?
- 2p
- A. diagram A
  - B. diagram B
  - C. diagram C
  - D. diagram D

**Syndroom van Down**

Bij de mens komt het syndroom van Down voor. Het syndroom wordt gekenmerkt door een geestelijke achterstand en een aantal lichamelijke kenmerken. De lichaamscellen van iemand met het syndroom van Down bevatten drie in plaats van twee chromosomen van het chromosoomtype 21, daarom wordt ook wel gesproken van trisomie 21, waarvoor de volgende notatie wordt gebruikt: 47,XX,+21 of 47,XY,+21.

47 = aantal chromosomen

XX = vrouw

XY = man

+21 = van chromosoomtype 21 is een extra exemplaar aanwezig.

De meest voorkomende oorzaak van trisomie 21 is non-disjunctie: het niet uit elkaar gaan van chromosomen of chromatiden tijdens de deling. Non-disjunctie kan zowel tijdens de meiose als tijdens de mitose optreden. Als non-disjunctie tijdens de mitose optreedt, komen de beide chromatiden van het betrokken chromosoom in één cel. Deze cel is levensvatbaar en kan zich mitotisch of eventueel meiotisch delen.

Een jongen vertoont alle symptomen van het syndroom van Down, terwijl zijn ouders geen enkel symptoom hebben. Met betrekking tot de non-disjunctie en de plaats waar deze is opgetreden, worden twee mogelijkheden geopperd:

1. een non-disjunctie is opgetreden tijdens de meiose bij één van de ouders
2. een non-disjunctie bij één van de ouders is opgetreden tijdens de mitose in een cel waaruit een gameetmoeder cel is ontstaan.

- 2p. 2. Door welke van deze mogelijkheden kan het optreden van het syndroom van Down bij deze jongen worden verklaard?
- A. alleen door mogelijkheid 1
  - B. alleen door mogelijkheid 2
  - C. door de mogelijkheden 1 en 2

Mozaïekvorm van het syndroom van Down komt ook voor. Deze mozaïekvorm komt voor bij personen bij wie slechts een gedeelte van de lichaamscellen (hoogstens de helft of een kwart) trisomie 21 vertoont. Personen met de mozaïekvorm vertonen bijvoorbeeld een normale geestelijke ontwikkeling, maar hebben wel één of meer lichamelijke kenmerken van het syndroom.

Een meisje vertoont een mozaïekvorm van het syndroom van Down. Met betrekking tot de non-disjunctie en de plaats waar deze is opgetreden, worden twee mogelijkheden geopperd:

1. een non-disjunctie is opgetreden tijdens de meiose bij één van de ouders
2. een non-disjunctie is opgetreden tijdens mitose in een vroeg embryonaal stadium van het meisje

- 2p 3. Door welke van deze mogelijkheden kan het optreden van het syndroom van Down bij dit meisje worden verklaard?
- A. alleen door mogelijkheid 1
  - B. alleen door mogelijkheid 2
  - C. door de mogelijkheden 1 en 2

Een jongen van acht vertoont de mozaïekvorm van het syndroom van Down. In zijn lichaam komen celkernen met verschillende aantallen chromosomen voor.

Zes verschillende typen celkernen die bij de mens kunnen voorkomen, zijn:

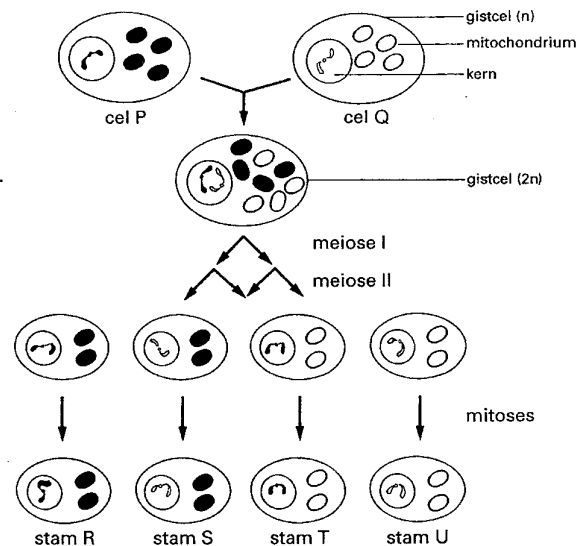
1. 47,XY,+21
2. 46,XY
3. 23,X
4. 23,Y
5. 24,X,+21
6. 24,Y,+21

- 2p 4. Van welke van de genoemde typen celkernen kan *met zekerheid* worden gezegd dat ze in het lichaam van deze jongen voorkomen?
- A. alleen van de typen celkernen 1 en 2
  - B. alleen van de typen celkernen 1, 2, 3 en 4
  - C. van alle genoemde typen celkernen

### Chlooramficol

Sommige stammen van gistcellen zijn resistent tegen het antibioticum chlooramficol, andere niet. Onderzoekers formuleren hierover de volgende hypothese: bij gistcellen erft resistentie tegen het antibioticum chlooramficol over via de mitochondriën en niet via de kern.

Om deze hypothese te toetsen doen zij experimenten met twee stammen van gistcellen. Zij nemen een cel P van een haploïd wildtype dat niet resistent is tegen chlooramficol en een cel Q van een haploïde mutant die wel resistent is tegen chlooramficol. Het experiment is in de afbeelding weergegeven. De chromosomen en mitochondriën van P zijn zwart aangegeven, die van Q wit. De chromosomen van P en Q zijn in de nakomelingen te onderscheiden. In het experiment ontstaan vier haploïde stammen van gistcellen (R, S, T en U) waarvan de stammen T en U Resistent zijn tegen chlooramficol. Aangenomen wordt dat er geen mutaties en crossing-over zijn opgetreden



- 3p 5. Bevestigt het hierboven beschreven resultaat de hypothese van de onderzoekers? Verklaar je antwoord aan de hand van het hierboven beschreven resultaat.

**Bloedgroepen**

De tekst bestaat uit fragmenten die afkomstig zijn uit het boek 'Genoom, het recept voor een mens'.

... De relatie vinden tussen bloedgroepen was niet eenvoudig. Mensen met A konden veilig bloed geven aan mensen met A of AB, die met B aan mensen met B en AB, maar die met AB konden alleen bloed geven aan anderen met AB, en die met O juist weer aan iedereen ...

... Aan het eind van de jaren tachtig ontdekte men dat mensen met bloedgroep O heel kwetsbaar waren voor cholera-infecties. Niet alleen zijn mensen met bloedgroep O heel kwetsbaar, ook A, B en AB verschillen in hun onderlinge kwetsbaarheid. Het meest resistent zijn mensen met bloedgroep AB, gevolgd door A, dan B en flink wat later O. Die weerstand van mensen met AB is zo krachtig dat ze vrijwel immuun zijn voor cholera ...

... Stel je nu een populatie voor met deze drie bloedgroepen: A, B en AB. Het allel voor bloedgroep A ( $I^A$ ) is beter voor cholera-resistentie dan het allel voor bloedgroep B ( $I^B$ ). Mensen met bloedgroep A zullen dus meer kinderen grootbrengen dan mensen met bloedgroep B. Het allel  $I^B$  heeft theoretisch een grote kans om uit te sterven. Maar de beste overlevers zijn mensen met bloedgroep AB. Het is een wereld van vreemd fluctuerende vooruitzichten. De combinatie van ouders die in de ene generatie het voordeligst is, leidt in de volgende generatie gegarandeerd tot een aantal kwetsbare kinderen...

In de regel wordt bij een transfusie alleen bloed gebruikt van een donor die tot dezelfde bloedgroep behoort als de acceptor. Volgens de tekst (eerste alinea) zijn de mogelijkheden iets ruimer en kan bijvoorbeeld iemand met bloedgroep O bloed geven aan iedereen.

- 3p 6. Leg uit waardoor iemand met bloedgroep O, wat betreft de ABO-bloedgroepen, bij een kleine transfusie, ook bloed kan geven aan iemand met bloedgroep A. Vermeld in je antwoord de antigenen en antistoffen van donor en acceptor.

Over de combinatie van twee partners die de grootste kans geeft op kinderen met de hoogste resistentie voor cholera (in een populatie waarin de vier bloedgroepen van het ABO-systeem voorkomen) verschillen twee leerlingen van mening.

*Leerling 1* vindt dat twee willekeurige partners die allebei bloedgroep AB hebben de grootste kans hebben op kinderen met de hoogste resistentie voor cholera.

*Leerling 2* vindt dat een combinatie van iemand met bloedgroep A en een partner met bloedgroep B de grootste kans geeft op kinderen met de hoogste resistentie voor cholera.

- 3p 7. Welke leerling heeft gelijk of is dat vanwege onvoldoende gegevens niet te bepalen? Motiveer je antwoord.

In de laatste alinea van de tekst staat dat de combinatie van ouders die in de ene generatie het voordeligst is, in de volgende generatie gegarandeerd tot een aantal kwetsbare kinderen leidt.

- 2p 8. Verklaar dit verschijnsel voor een theoretische populatie waarin alleen de bloedgroepen A, B en AB voorkomen.

**Resusfactor**

Mensen die resusnegatief zijn, hebben genotype dd.

Resuspositieve mensen hebben genotype DD of Dd. In Midden Europa is de genfrequentie van d 0,4. Als een resusnegatieve vrouw een kind verwacht, dat resuspositief is, is er sprake van zogenaamd resusantagonisme.

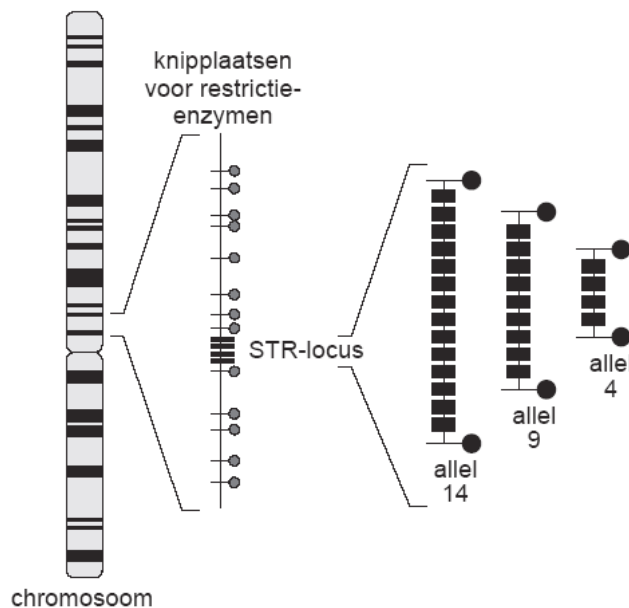
- 4p 9. Bereken het percentage van de zwangerschappen in Midden Europa waarin resusantagonisme optreedt.

### DNA-fingerprint

Bij het sporenonderzoek na een misdrijf kan een DNA-fingerprint soms leiden tot identificatie van de dader. Ook bij onderzoek naar familierelaties kunnen fingerprints duidelijkheid verschaffen. Voor het maken van een DNA-fingerprint wordt repetitief niet-coderend DNA gebruikt.

Een groot deel van het DNA in de kern speelt geen directe rol bij de translatie. Dit niet-coderend DNA kan zich bevinden binnen het coderend DNA van een gen, maar bevindt zich vooral tussen de genen in. Een groot deel van dit nietcoderend DNA is repetitief: het bestaat uit een herhaling van bepaalde basenvolgorde. Het aantal herhalingen kan variëren, evenals de lengte van de basenvolgorde die herhaald wordt. Als de basenvolgorde die herhaald wordt een gering aantal basen lang is en het aantal herhalingen (*repeats*) van deze basenvolgorde beperkt is, spreekt men van een STR-gebied. Vanwege de grote variatie die erin bestaat wordt dit repetitief niet-coderend DNA gebruikt voor het maken van een DNA-fingerprint.

Een STR-gebied heeft een bepaalde plaats (locus) in het chromosoom. Het aantal repeats op die locus kan verschillen, waardoor er verschillende allelen bestaan. In onderstaande afbeelding is schematisch een STR-locus van een chromosoom aangegeven. Ernaast zijn drie allelen getekend die op die locus kunnen voorkomen: allel 14, allel 9 en allel 4. Ze zijn genoemd naar het aantal repeats.



In onderstaande afbeelding is een deel van de nucleotidenvolgorde van chromosoom 7 van een persoon afgebeeld. Van de nucleotiden zijn alleen de stikstofbasen door letters weergegeven. In dit deel bevindt zich een STR-locus. Bij de mens zijn dertien verschillende allelen van deze locus bekend, variërend van 6 tot 15 repeats.

nr 1		aatttttgta	tttttttag	agacgggggt	tcaccatggt	ggtcaggctg	actatggagt
61		tattttaagg	ttaatata	taaagggtat	gatagaacac	ttgtcatagt	ttagaacgaa
121		ctaacgatag	atagatagat	agatagatag	atagatagat	agatagatag	atagacagat
181		tgatagtttt	ttttatctc	actaaatagt	ctatagtaaa	catttaatta	ccaatatttg
241		gtgcaattct	gtcaatgagg	ataaatgtgg	aatcgttata	attcttaaga	atatatattc
301		cctctgagtt	ttgataacct	cagatttta	ggcc		

2p 10. Wat is de basenvolgorde van de repeat in dit allel?

- A ttt
- B tata
- C gata
- D tagat
- E atagatagat

Ieder mens heeft twee allelen voor een bepaalde STR-locus, één van zijn vader en één van zijn moeder. Doordat er zoveel verschillende allelen zijn van een STR-locus, is de kans klein dat twee mensen hiervoor hetzelfde genotype hebben (en dus dezelfde fingerprint). In onderstaande tabel zijn van een ouderpaar de allelen van drie onafhankelijk overervende STR-loci gegeven. Zij hebben twee kinderen.

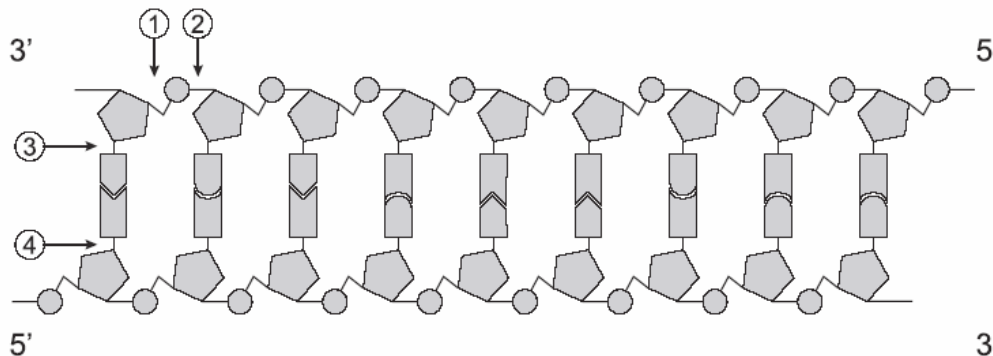
locus	D3S1358	VWA	FGA
genotype vader	15,18	16,18	19,24
genotype moeder	13,19	14,17	21,22

- 2p 11. Hoe groot is de kans dat men bij de twee kinderen van dit ouderpaar hetzelfde genotype voor deze drie STR-loci zal aantreffen?
- A** 1/8  
**B** 1/36  
**C** 1/64  
**D** 1/216

Voor het maken van DNA-fingerprints wordt uitsluitend repetitief niet-coderend DNA gebruikt, omdat daarin een veel grotere variatie is ontstaan dan in het coderende DNA. Aan de hand van een beperkt aantal loci kan hiermee het unieke genoom van een persoon worden weergegeven.

- 2p 12. Leg uit waardoor het niet-coderende DNA van mensen een grotere variabiliteit in genotypen is gaan vertonen dan het coderende DNA.

Met behulp van restrictie-enzymen kunnen STR-loci uit het DNA worden geknipt. In onderstaande afbeelding is een deel van een DNA-molecuul schematisch weergegeven.



In de afbeelding zijn met pijlen vier plaatsen aangegeven waar de verbinding in een nucleotidenketen kan worden verbroken.

- 2p 13. Welke pijl geeft een plaats aan waar door een restrictie-enzym de verbinding wordt verbroken?
- A** pijl 1  
**B** pijl 2  
**C** pijl 3  
**D** pijl 4

### Anticonceptiepil

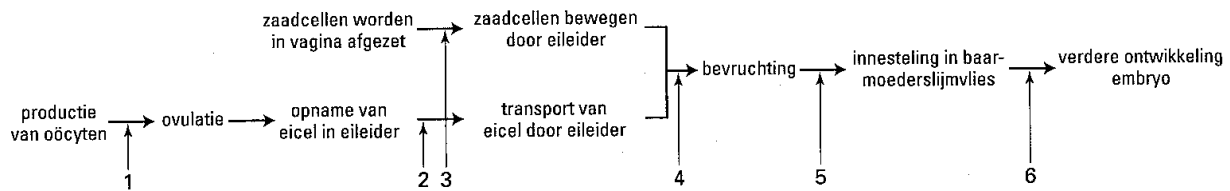
In een leerboek staat de volgende tekst:

De hormonale anticonceptie zoals de 'pil' en de prikpil, beïnvloeden de hypothalamus-hypofyse waardoor ovulatierepressie optreedt ten gevolge van toediening van oestrogene en progestagene stoffen. Deze stoffen onderdrukken de FSH- en LH-productie in de hypofyse waardoor zich geen follikels ontwikkelen. Veranderingen in het endometrium<sup>1)</sup> door gebruik van de pil verhinderen nidatie<sup>2)</sup> van een embryo. Bovendien vormt het als gevolg van pilgebruik verdikte slijm in de baarmoederhals een barrière voor de spermïën. Tijdens de pilvrije periode wordt het endometrium door de menstruatie afgestoten.

<sup>1)</sup> baarmoederslijmvlies

<sup>2)</sup> innesteling

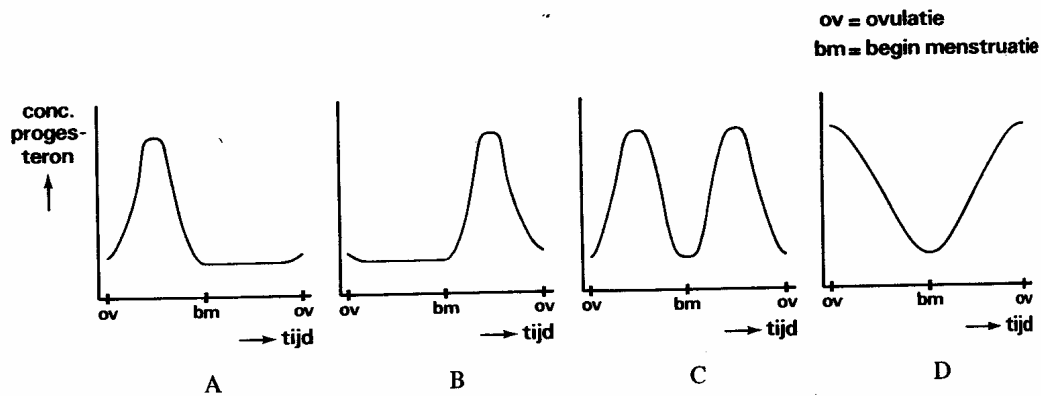
Onderstaande afbeelding geeft een aantal gebeurtenissen weer die aan de geboorte van een kind voorafgaan. De cijfers geven plaatsen en processen aan waar kan worden ingegrepen om een zwangerschap te voorkomen.



- 2p 14. Waar kan volgens de tekst de anticonceptiepil ingrijpen? Geef de nummers van de betreffende pijlen in de afbeelding.

Bij vrouwen met een ovulatiecyclus is de concentratie van het hormoon progesteron in het bloed niet constant.

- 2p 15. Welke van de onderstaande diagrammen geeft de verandering van de progesteronconcentratie in het bloed van een vrouw juist weer in de tijd tussen twee opeenvolgende ovulaties?



- A. diagram A  
B. diagram B  
C. diagram C  
D. diagram D

**Creatine**

Creatine speelt een belangrijke rol in de energiehuishouding van spierweefsel. Creatinemoleculen zijn relatief klein:  $\text{COOH-CH}_2\text{-NCH}_3\text{-CNH-NH}_2$ .

Een volwassen mens heeft ongeveer 23 gram creatine per dag nodig, waarvan 12 gram door de nieren en de lever wordt gevormd. De rest wordt uit het voedsel opgenomen.

In spierweefsel wordt creatine omgezet in creatinefosfaat (CP) en opgeslagen.

CP wordt gebruikt om ADP om te zetten in ATP.

Drie waarnemingen zijn:

1 de concentratie van creatine in het spierweefsel kan oplopen tot het tienvoudige van de concentratie in het bloed;

2 hoe hoger de activiteit van spierweefsel, hoe sneller daar de opname van creatine uit het bloed plaatsvindt;

3 als extra creatine aan de voeding wordt toegevoegd, blijkt in de spieren meer opslag van creatine plaats te vinden.

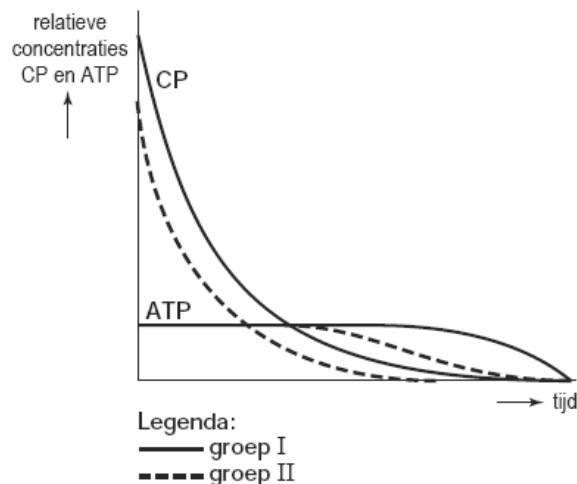
- 2p 16. Uit welke van deze waarnemingen blijkt dat creatine door actief transport in spiercellen wordt opgenomen?
- A alleen uit 1
  - B alleen uit 2
  - C alleen uit 3
  - D alleen uit 1 en 2
  - E alleen uit 1 en 3
  - F alleen uit 2 en 3

Een sportieve proefpersoon loopt de 100 meter sprint in 15 seconden. Bij de sprint wordt de voorraad ATP in zijn beenspieren in ongeveer 2 seconden verbruikt. Daarna houdt vooral CP de ATP-concentratie nog rond de 6 seconden op peil. Vervolgens kan ATP nog gedurende tenminste 32 seconden door anaërobie dissimilatie worden vrijgemaakt. Pas na circa 40 seconden gaat de aërobie dissimilatie in de beenspieren een belangrijke rol spelen.

- 2p 17. Bij welke van de onderstaande omzettingen komt de proefpersoon in de laatste seconden van de sprint aan energie in de beenspieren?
- A bij de omzetting van creatine in creatinefosfaat
  - B bij de omzetting van glucose in pyrodruivenzuur
  - C bij de omzetting van glycogeen in glucose
  - D bij de omzetting van pyrodruivenzuur in melkzuur

De sportieve prestaties van twee groepen proefpersonen op de sprint worden vergeleken. Groep I slikte voorafgaand aan de inspanning gedurende enige tijd extra creatine, groep II niet. In het diagram in de afbeelding zijn de relatieve CP-concentraties en de relatieve ATP-concentraties in het spierweefsel van de twee groepen tijdens een sprint weergegeven.

In een schaatsteam wordt overwogen om voorafgaand aan de lange afstanden extra creatine te slikken.

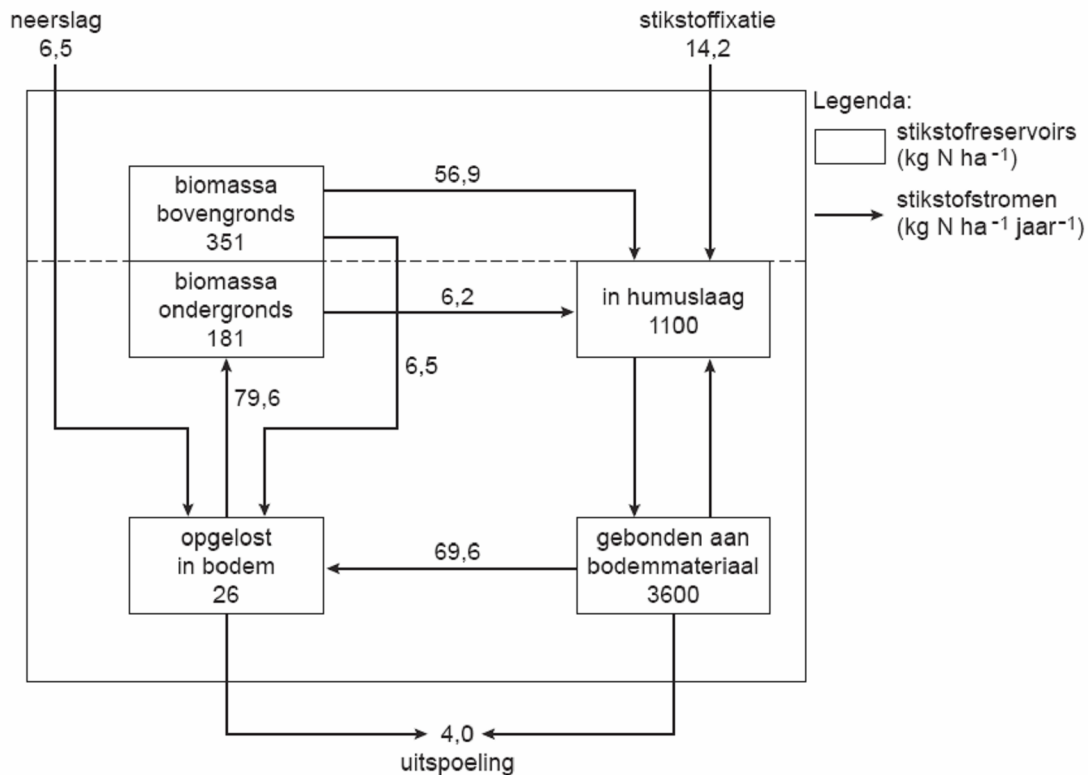


- 1p 18. Leg uit op grond van bovenstaande informatie of dat zinvol is.



### Stikstofreservoirs en stikstofstromen

In onderstaande afbeelding is een vereenvoudigd model van de belangrijkste stikstofreservoirs en stikstofstromen in een loofbos (Hubbard Brook) in de Verenigde Staten weergegeven. Het betreft een jaarlijks gemiddelde in een lange termijn.



- 2p 19. Geef twee mogelijke verklaringen voor het grote verschil tussen de hoeveelheid aan bodemmateriaal gebonden stikstof en de hoeveelheid in humus aanwezige stikstof in het Hubbard Brook loofbos.

De bacteriële stikstoffixatie in het model van bovenstaande afbeelding draagt wel rechtstreeks bij aan de hoeveelheid stikstof in de humuslaag, maar **niet** rechtstreeks aan de hoeveelheid stikstof die aan bodemmateriaal is gebonden.

- 2p 20. Geef hiervoor een verklaring.

In onderstaande tabel is de voedingsstoffenbalans weergegeven van enkele ionen in de bodem van het onderzochte bosgebied. Alle waarden zijn in kg ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>.

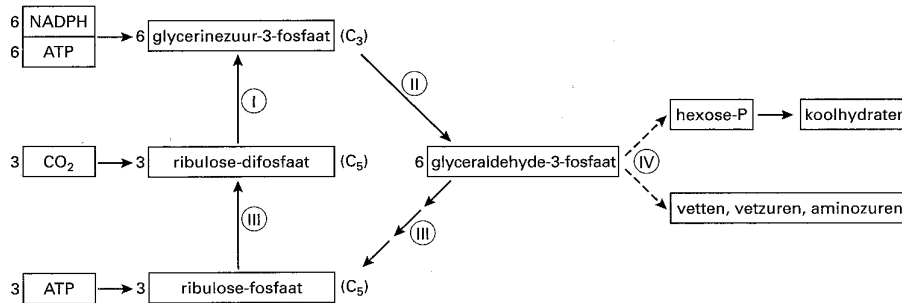
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
aanvoer	2,7	16,3	38,3	1,1	2,6	0,7	1,5
afvoer	0,4	8,7	48,6	1,7	11,8	2,9	6,9
balans	+2,3	+7,6	-10,3	-0,6	-9,2	-2,2	-5,4

Er is volgens de gegevens in de tabel sprake van een positieve balans aan stikstofverbindingen.

- 1p 21. Noem een mogelijke bron van de stikstofaanvoer van buitenaf.

**Stofwisseling.**

De afbeelding 17 geeft een schema van de donkerreacties en de voortgezette assimilatie. Daarin zijn vier fasen te onderscheiden. In afbeelding 17 zijn deze fasen aangegeven met de Romeinse cijfers I, II, III en IV.



Hieronder volgen in willekeurige volgorde de namen met bijbehorende omschrijvingen van de fasen I, II, III en IV uit de afbeelding:

- regeneratiefase: in deze fase wordt de C<sub>5</sub>-verbinding aangemaakt die in de cel aanwezig is voor de binding van CO<sub>2</sub>;
- carboxylatiefase: deze fase bestaat uit een reactie waarbij CO<sub>2</sub> gebonden wordt aan een C<sub>5</sub>-verbinding; daarbij wordt een C<sub>3</sub>-verbinding gevormd;
- product-synthesefase: in deze fase wordt een begin gemaakt met het omzetten van de geproduceerde C<sub>3</sub>-verbinding in de eindproducten;
- reductiefase: deze fase bestaat uit een reactie waarbij door reductie een C-verbinding met een lage energie-inhoud wordt omgezet in een C-verbinding met hoge energie-inhoud.

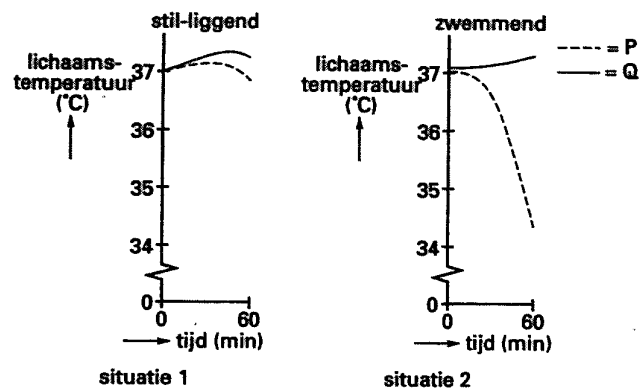
- 3p 22. Zet de nummers van de fasen I, II, III en IV onder elkaar en vul voor iedere fase de bijbehorende naam in.

**Zwemmers**

Er wordt onderzoek gedaan naar de veranderingen van de lichaamstemperatuur van mensen in het water. Gedurende 60 minuten wordt de temperatuur gemeten van twee mannelijke vrijwilligers P en Q. Eén van beide is klein en dik, de ander is lang en dun. Beiden zijn even zwaar. Zij zijn slechts gekleed in een zwembroek en bevinden zich in water van 16°C.

In situatie 1 liggen zij gedurende 60 minuten stil in het water. In situatie 2 zwemmen zij gedurende 60 minuten. Bij het zwemmen is het energieverbruik voor de zwembeweging bij P en Q even groot.

De diagrammen in de afbeelding tonen de resultaten van het experiment.



- 2p 23. Waardoor daalt tijdens het zwemmen de lichaamstemperatuur van P en die van Q niet?
- doordat P klein en dik is en Q lang en dun;
  - doordat in de skeletspieren van P gedurende de onderzochte periode minder warmte wordt geproduceerd dan in die van Q;
  - doordat bij P gedurende de onderzochte periode het temperatuurverschil tussen het bloed in de aders en dat in de slagaders van de ledematen groter is dan bij Q;
  - doordat bij P gedurende de onderzochte periode de huid sterker is doorbloed dan bij Q.

### Foetale bloedsomloop

In de tabel is de doorstroomsnelheid gegeven van het bloed in enkele delen van de bloedsomloop van een foetus.

	doorstroomsnelheid bloed in $\text{mL min}^{-1} \text{kg}^{-1}$ lichaamsgewicht
bovenste holle ader	78
onderste holle ader	182
rechterkamer	169
longaders (samen)	13

- 3p 24. Hoeveel milliliter bloed stroomt per minuut vanuit de linkerkamer direct in de aorta bij een ongeboren baby met een gewicht van 3 kilogram? Geef een berekening

De zuurstofverzadiging van het bloed is onder andere afhankelijk van de zuurstofdruk. De zuurstofverzadigingskromme van het hemoglobine van een aanstaande moeder heeft een ander verloop dan die van het foetale Hb van haar ongeboren kind. Bij een lage  $p\text{O}_2$  (lager dan 2 kPa) of een hoge  $p\text{O}_2$  (hoger dan 10 kPa) is er nauwelijks verschil, maar in het traject daartussen wél.

- 2p 25. – Is in dit traject (tussen een  $p\text{O}_2$  van 2 kPa en een  $p\text{O}_2$  van 10 kPa) de  $\text{O}_2$ -verzadiging van het bloed van de aanstaande moeder groter of kleiner dan die van het bloed van haar ongeboren kind?  
– Leg uit wat het belang daarvan is.

Gedurende de groei van de foetus is een ongestoorde ontwikkeling van het zenuwstelsel, met name van de hersenen, essentieel. Daarvoor is een goede aanvoer van zuurstof een vereiste.

- 2p 26. Op welke manier wordt bij de foetus de zuurstofvoorziening van de hersenen bevoordeeld ten opzichte van die van andere organen?
- Doordat de halsslagaders aftakken van de aorta vóór de plaats waar longslagader en aorta met elkaar verbonden zijn.
  - Doordat de halsslagaders meer bloed uit de rechterkamer ontvangen dan uit de linkerkamer.
  - Doordat de halsslagaders tezamen een grotere doorsnede hebben dan de aorta.
  - Doordat het bloed in de halsslagaders niet met zuurstofarm bloed gemengd is.

Na de geboorte van een baby past de bloedsomloop zich aan aan de nieuwe situatie. De weerstand in de longvaten vermindert en daarmee die in de rechter harthelft. De spieren in de linkerharthelft worden sterker. Als het foramen ovale dan niet volledig sluit, kan er bloed van de linker naar de rechter boezem stromen. Enkele afwijkingen zijn:

- een hogere bloeddruk dan normaal in de longslagader;
- een lagere  $p\text{O}_2$  dan normaal in de longslagader.

- 2p 27. Welke van deze afwijkingen kan of welke kunnen een gevolg zijn van het onvolledig sluiten van het foramen ovale? Motiveer je keuze.

**Astma**

Veel astmapatiënten zijn overgevoelig voor bepaalde antigenen die bij inademing in de bronchiën komen en daar een allergische reactie veroorzaken. Zo een astma-aanval wordt gekenmerkt door benauwdheid en kortademigheid, veroorzaakt door een krampachtig samentrekken van spieren in de wand van de bronchiën. De antigenen brengen in bepaalde cellen in de slijmlaag van de luchtwegen de productie van een antistof type Ig-E op gang. Deze antistof sensibiliseert in de wand van de bronchiën mestcellen, die reageren door bepaalde stoffen af te geven. Deze stoffen veroorzaken, onder andere via het zenuwstelsel, het optreden van spiercontracties in de wand van de luchtpijpvertakkingen.

- 2p **28.** – Hoort de productie van Ig-E tot de aspecifieke en/of tot de specifieke afweer?  
– Welke cellen produceren deze antistof?

	type afweer	productie door
<b>A</b>	aspecifiek	B-lymfocyten
<b>B</b>	aspecifiek	T-lymfocyten
<b>C</b>	specifiek	B-lymfocyten
<b>D</b>	specifiek	T-lymfocyten
<b>E</b>	specifiek	B- en T-lymfocyten
<b>F</b>	aspecifiek en specifiek	B- en T-lymfocyten

Als gevolg van het vrijkomen van stoffen uit mestcellen in de bronchiën trekken spieren in de wand van de bronchiën samen.

- 2p **29.** Welke neuronen geleiden de door deze stoffen opgewekte impulsen die leiden tot deze contracties?
- A** alleen motorische neuronen van het orthosympatische zenuwstelsel  
**B** alleen motorische neuronen van het parasympatische zenuwstelsel  
**C** sensorische en motorische neuronen van het orthosympatische zenuwstelsel  
**D** sensorische en motorische neuronen van het parasympatische zenuwstelsel

Tijdens een ernstige astma-aanval stijgt de pH van het bloed van de patiënt, met als gevolg een vermindering van het zuurstofaanbod in de weefsels.

Neem aan dat 100% O<sub>2</sub>-verzadiging overeenkomt met 20 mL O<sub>2</sub> per 100 mL bloed en dat de pO<sub>2</sub> tussen longen en weefsels afneemt van 14 kPa naar 4 kPa.

- 2p **30.** Hoe groot is het verschil in O<sub>2</sub>-verzadiging in de weefsels als de pH van het bloed van 7,4 naar 7,6 stijgt en hoeveel mL O<sub>2</sub> komt er dan naar schatting minder uit 100 mL bloed in de weefsels?

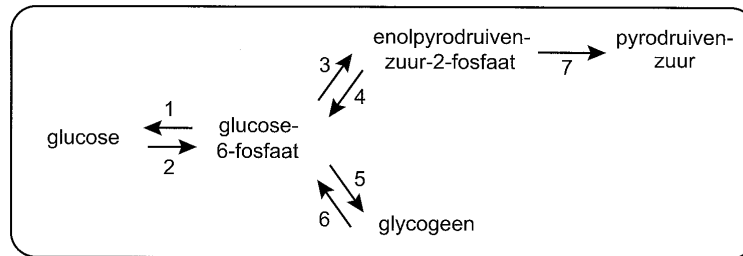
	verschil in O <sub>2</sub> -verzadiging	verminderd O <sub>2</sub> -aanbod
<b>A</b>	0,5%	1,0 mL
<b>B</b>	2,5%	0,5 mL
<b>C</b>	12,5%	2,5 mL
<b>D</b>	25%	5,0 mL
<b>E</b>	50%	10 mL
<b>F</b>	65%	13 mL

Tijdens het roken van een sigaret zet teer zich af in de longblaasjes en de luchtwegen. De nicotine uit tabaksrook belemmert de trilhaarwerking in de luchtwegen.

- 2p **31.** Leg aan de hand van deze twee gegevens uit dat roken astmatische verschijnselen verergert.

**Insuline**

Insuline beïnvloedt de stofwisseling van onder andere levercellen en spiercellen. In de afbeelding zijn met genummerde pijlen enkele omzettingen die in een levercel plaatsvinden, schematisch weergegeven.



Ten gevolge van diabetes wordt bij een vrouw steeds minder insuline afgegeven door de alvleesklier.

- 2p 32. Welke van de genummerde omzettingen zullen daardoor in eerste instantie ook minder plaatsvinden in haar levercellen?
- A** 1 en 4  
**B** 1 en 6  
**C** alleen 2 en 5  
**D** alleen 2, 3 en 7  
**E** 2, 3, 5 en 7

De meeste van de in de levercel schematisch weergegeven omzettingen kunnen ook plaatsvinden in spiercellen. Een uitzondering is echter omzetting 1, doordat het enzym glucose-6-fosfatase niet in spiercellen aanwezig is.

- 4p 33. – Leg uit waarom aanwezigheid van het glucose-6-fosfatase zinvol is in levercellen.  
 – Leg uit waarom aanwezigheid van het glucose-6-fosfatase niet zinvol is in spiercellen.

**Resorptie**

In de nieren van een mens wordt per minuut gemiddeld 125 mL voorurine en 1 mL urine gevormd. In onderstaande tabel zijn voor een aantal deeltjes de gemiddelde concentraties in de voorurine in het nierkapsel en in de urine weergegeven.

	in voorurine (mmol/L)	in urine (mmol/L)
Na <sup>+</sup>	142	128
K <sup>+</sup>	5	60
Ca <sup>2+</sup>	2	2,4
Cl <sup>-</sup>	103	134
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	28	14
ureum	4,33	303,9
creatinine	0,01	1,7

Van bepaalde deeltjes is bekend dat deze worden uitgescheiden, doordat ze door de epitheelcellen van de nierkanaaltjes uit het bloed worden gehaald en aan de vloeistof in de nierkanaaltjes worden toegevoegd. Of dit voor de genoemde deeltjes het geval is, kan worden afgeleid uit de tabel.

- 3p 34. Voor welke van de deeltjes K<sup>+</sup>, ureum en creatinine kan *met zekerheid* worden afgeleid dat ze door de cellen van de nierkanaaltjes worden uitgescheiden? Motiveer je keuze.

**Maagzweren**

Dr. B. Marshall onderzocht de oorzaak van het ontstaan van maagzweren. Hij maakte preparaten van het maagslijmvlies van patiënten met een maagzweer en onderzocht die onder de microscoop. In de preparaten ontdekte hij bacteriën van de soort *Helicobacter pylori*. Deze bacteriën produceren het enzym urease. Urease katalyseert de hydrolyse van ureum waarbij ammoniumhydroxide ontstaat. Over de overleving van deze bacteriën in de maagholte worden de volgende beweringen gedaan:

1 Eventuele antistoffen tegen de bacteriën worden in de maagholte onwerkzaam, doordat ze worden verteerd;

2 Door de werking van urease wordt het zure milieu rond de bacteriën geneutraliseerd.

- 2p **35.** Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A** geen van beide beweringen
  - B** alleen bewering 1
  - C** alleen bewering 2
  - D** beide beweringen

Mensen met een maagzweer volgen een bepaald dieet, waarbij het eiwitgehalte van de voeding beperkt wordt. Daarbij dient een voldoende grote variatie aan eiwitbronnen gebruikt te worden.

- 2p **36.** Leg uit waarom het nodig is om een voldoende grote variatie aan eiwitbronnen te gebruiken.