

- 1. D** Het dijbeen, de knieschijf en het scheenbeen zijn met elkaar verbonden door het kniegewricht; dit is een scharniergewricht ----> de verbindingen tussen deze beenderen zijn beweeglijk.

Het kuitbeen is door een speciaal gewricht met het scheenbeen verbonden; door deze verbinding kan het kuitbeen vrijwel niet draaien ten opzichte van het scheenbeen ----> de verbinding tussen 3 en 4 is vrijwel onbeweeglijk.

- 2. D** Door de plant wordt glucose verbrand:

glucose + zuurstof $\longrightarrow$ koolstofdioxide + water + energie
--

Door de plant wordt glucose geproduceerd bij de fotosynthese:

koolstofdioxide + water + licht $\longrightarrow$ glucose + zuurstof
--

De verbranding overtreft de fotosynthese ----> meer zuurstof wordt verbruikt dan gevormd, meer koolstofdioxide wordt gevormd dan gebruikt ----> onder de stolp neemt de hoeveelheid zuurstof af en de hoeveelheid koolstofdioxide toe.

- 3. B** Bloedplasma bestaat uit water, zouten en fibrinogeen. Bloedplasma vervoert zuurstof, koolstofdioxide, voedingsstoffen, afvalstoffen, hormonen en antistoffen.

- 4. D** Afkoeling : bij daling van de omgevingstemperatuur wordt afkoeling van het lichaam tegengegaan door vernauwing van de bloedvaten in de leerhuid en vermindering van de zweetproductie.

Infecties : bacteriën passeren een gave huid bijna niet.

Inwerking licht: pigment in de kiemlaagcellen van de opperhuid beschermt tegen de schadelijke werking van licht.

Uitdroging : door de hoornlaag van de opperhuid is verdamping nauwelijks mogelijk ----> de hoornlaag beschermt tegen uitdroging.

- 5. A** In een ader van orgaan P bevat het bloed meer adrenaline dan in de slagader van orgaan P ----> door orgaan P wordt adrenaline afgegeven aan het bloed. De bijnieren produceren adrenaline en geven dit af aan het bloed ----> orgaan P is een bijnier.

- 6. A** In het bloedvat komen kleppen voor en de wand is dun; slagaders hebben geen kleppen en een dikke wand, aders hebben kleppen en een dunne wand ----> deel van een beenader ----> A of B juist.

Via slagaders van de grote bloedsomloop wordt zuurstofrijk bloed vervoerd, via aders van de grote bloedsomloop zuurstofarm bloed; een beenader behoort tot de grote bloedsomloop ----> A juist.

- 7. A** Witte bloedcellen worden gevormd in het rode beenmerg, witte bloedcellen worden niet gevormd in de lever ----> B onjuist.

In de lever wordt onder invloed van adrenaline glycogeen omgezet in glucose en wordt onder invloed van insuline glucose omgezet in de reservestof glycogeen ----> C en D onjuist.

- 8. A** De alvleesklier vormt alvleessap; alvleessap bevat enzymen voor de vertering van vetten, van koolhydraten en van eiwitten.

De lever vormt gal; gal bevat geen spijsverteringsenzymen.

De maagkliertjes vormen maagsap; maagsap bevat een enzym voor de vertering van eiwitten.

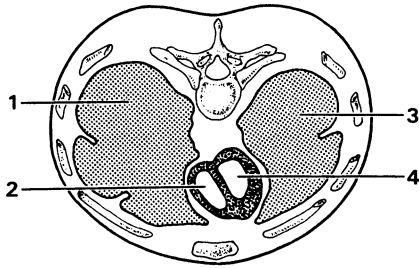
De speekselklieren vormen speeksel; speeksel bevat een enzym voor de vertering van koolhydraten.

- 9. A** Hemoglobine bevindt zich in de rode bloedcellen. In de opperhuid komen geen bloedvaten voor, in de lederhuid wel ----> hemoglobine komt wel in de lederhuid, niet in de opperhuid voor ----> A juist.

De opperhuid bestaat uit een hoornlaag met verhoorde stoffen en een kiemlaag met cellen met pigment; talgklieren zijn uit opperhuidcellen ontstaan ----> B, C en D onjuist.

- 10. D** Plaatsen 1 en 2: delen van de grote hersenen; plaats 3: kleine hersenen; plaats 4: ruggemerg.  
Tekening Q geeft een doorsnede door het ruggemerg weer.
- 11. B** In de dunne darm worden verteerde voedingsstoffen in het bloed opgenomen. Via de poortader wordt bloed van de dunne darm naar de lever gevoerd.  
In de alvleesklier worden hormonen geproduceerd. Deze hormonen worden afgevoerd uit de alvleesklier en komen via het bloed in de poortader (zie tekening) ----> deze hormonen komen het eerst in de lever aan.
- 12. D** De hypofyse maakt verschillende hormonen:  
1. een hormoon dat de schildklier stimuleert tot de vorming van schildklierhormoon  
2. hormonen die de vorming van geslachtscellen en geslachtshormonen in de teelballen en eierstokken stimuleren; ook de ovulatie (vrijkomen eicel uit eierstok) wordt door een hypofysehormoon geregeld.
- 13. D** Bij de mens vindt meiose plaats in de testes (teelballen) van de man en in de ovaria (eierstokken) van de vrouw.
- 14. A** Stamper heeft genotype RR ----> alle nakomelingen van Stamper krijgen van hem het gen R ----> geen van zijn nakomelingen is wit (genotype rr) ----> C en D onjuist.  
Stoffel × Knabbel genotype: Rr × rr  
Hun jongen hebben genotype: 1/2 Rr + 1/2 rr ----> 50% wit.  
Stoffel × Knuffel genotype: Rr × Rr  
Hun jongen hebben genotype: 1/4 RR + 2/4 Rr + 1/4 rr ----> 25% wit.
- 15. D** Noem het gen voor tonggootje E, en het gen voor het ontbreken van deze eigenschap e.  
P fenotype : heterozygote vrouw met gootje × man zonder gootje  
genotype: Ee × ee  
F<sub>1</sub> genotype: 1/2 Ee + 1/2 ee  
De kans dat het kind genotype Ee heeft en dus ook een gootje kan maken, is 1/2.
- 16. B** Schedel 1: vleeseter (knipkiezen); schedel 2: planteneter (plooi kiezen); schedel 3: alleseter (knobbelkiezen).  
Een vleeseter heeft in verhouding tot zijn lichaamslengte een korte darm, een planteneter een in verhouding lange darm ----> volgorde 1 - 3 - 2.
- 17. D** In bloedplaatjes bevindt zich een stof die een rol speelt bij de stolling van het bloed. Door het speeksel van de mug kunnen de bloedplaatjes hun normale functie niet meer uitoefenen ----> er treedt geen stolling meer op ----> de zuignuit van de mug raakt niet verstopt door stollend bloed.
- 18. B** Bij de mens komen zweetklieren voor; door verdamping van zweet met behulp van lichaamswarmte wordt stijging van de lichaamstemperatuur bij warm weer tegengegaan.  
Bij de vogels komen geen zweetklieren voor; door tijdens de ademhaling water te verdampen met behulp van lichaamswarmte wordt stijging van de lichaamstemperatuur tegengegaan.
- 19. D** In de cel bevinden zich bladgroenkorrels; tussen de cellen bevinden zich intercellulaire holten ----> vulweefsel.  
De cellen aan de buitenkant van het blad (boven en onder) zijn opperhuidcellen ----> dekweefsel. Alle getekende cellen tussen de opperhuidcellen behoren tot het vulweefsel.

20. D



Deel 1: rechterlong  
 Deel 3: linkerlong  
 Deel 2: rechterkamer  
 Deel 4: linkerkamer (meest gespierd)

In de linkerhelft van het hart bevindt zich uitsluitend zuurstofrijk bloed, in de rechterhelft zuurstofarm bloed.

21. C Vanaf tijdstip 2 tot tijdstip 3 is de verdamping gering: meeste huidmondjes zijn dicht. Vanaf tijdstip 3 tot tijdstip 4 neemt de verdamping sterk toe → op tijdstip 3 gaan er veel huidmondjes open.

22. C In buis 1 wordt door de waterplant fotosynthese uitgevoerd → in het licht geeft de waterplant zuurstof af → het zuurstofgehalte in buis 1 is hoger dan in de andere buizen.  
 In de buizen 2, 3 en 4 wordt door de vlooien en de plant zuurstof verbruikt bij de verbranding; er wordt geen zuurstof gevormd.  
 In buis 3 is door de aanwezigheid van de waterplant het totale zuurstofverbruik hoger dan in de buizen 2 en 4 → het zuurstofgehalte in buis 3 is het laagst → in buis 3 komen de vlooien het vaakst omhoog.

23. D Het koolstofdioxidegehalte neemt geleidelijk af → in de ruimte wordt koolstofdioxide gebruikt → fotosynthese vindt in de ruimte plaats.  
 Van de vier gegeven organismen kunnen alleen sla-planten fotosynthese uitvoeren → D juist.

24. A Cijfer 1 = stempel; cijfer 2 = helmhokjes; cijfer 3 = vruchtbeginsel; cijfer 4 = bloembodem.  
 Bestuiving vindt plaats → stuifmeelkorrels bevinden zich op de stempel. Een stuifmeelkorrel ontwikkelt na bestuiving een stuifmeelbuis → de vorming van een stuifmeelbuis begint in deel 1.

25. B Bewering 1 onjuist: deel P geeft de meeldraden weer; zaden ontwikkelen zich in de vrouwelijk bloeiwijze.  
 Bewering 2 onjuist: de meeldraden steken uit de bloem → de bestuiving vindt door de wind plaats; bij bloemen met insektenbestuiving bevinden de meeldraden zich binnen de bloem.  
 Bewering 3 juist : deel Q geeft een maïskolf weer; een maïskolf met zaden ontwikkelt zich uit de vrouwelijke bloeiwijze.

### Steunweefsels

26. C Weefsel 1: beenweefsel; de cellen van beenweefsel hebben dunne uitlopers en liggen niet in groepjes.  
 Weefsel 2: kraakbeenweefsel; de cellen liggen in groepjes en hebben geen dunne uitlopers.  
 De wervels van de wervelkolom bestaan uit been. De tussenwervelschijven bestaan vooral uit kraakbeen.

27. C De verbinding tussen borstbeen en ribben is een kraakbeenverbinding → C juist.

28. C Beencellen en kraakbeencellen zijn levende cellen.

## Hernia

- 29. B** Plaats 1 is het werveluitsteeksel aan de rugzijde.  
Plaats 3 is het wervellichaam van een wervel.  
Op plaats 2 bevindt zich het wervelgat; alle wervelgaten samen vormen het wervelkanaal; hierin bevindt zich het ruggemerg.
- 30. C** Een hernia veroorzaakt pijn (regel 4) ----> uitlopers van gevoelszenuwcellen komen klem te zitten.  
Iemand kan de macht over spieren verliezen (regels 4-5) ----> uitlopers van bewegingszenuwcellen komen klem te zitten.  
Tussen elke twee wervels komt links en rechts een gemengde zenuw naar buiten. Door een hernia kan zo'n zenuw in de knel komen ----> uitlopers van beide zenuwcellen komen klem te zitten.

## Kogelstoten

- 31. B** Spier P: buigspier (biceps); spier Q: strekspier (triceps).  
De buigspier en strekspier van een arm zijn elkaars antagonist. Tussen stadium 7 en stadium 9 wordt de rechterarm gestrekt ----> de strekspier trekt zich samen en de buigspier ontspant zich ----> de strekspier wordt korter en de buigspier wordt langer.
- 32. B** De nauwkeurige coördinatie van afzonderlijke spierbewegingen wordt altijd geregeld door de kleine hersenen.

## Spijvertering

- 33. C** Orgaan 3 is de dunne darm.  
In de wand van het gehele spijsverteringskanaal komen kring- en lengetespieren voor (peristaltische bewegingen worden uitgevoerd) ----> spierweefsel komt voor in de wand van de dunne darm.  
Via uitlopers van bewegingszenuwcellen worden impulsen naar de spieren in de wand van de dunne darm geleid ----> delen van zenuwcellen komen voor.
- 34. A** Orgaan 2 is de alvleesklier.  
Door de alvleesklier wordt alvleessap aan het voedsel in de twaalfvingerige darm toegevoegd; alvleessap bevat enzymen voor de vertering van eiwitten, vetten en koolhydraten.  
Door de alvleesklier worden ook hormonen (insuline en glucagon) gevormd; deze hormonen worden niet aan het voedsel toegevoegd, maar via het bloed afgevoerd.
- 35. B** In de wand van de dunne darm (orgaan 3) liggen darmsapklieren; deze klieren produceren darmsap; darmsap bevat spijsverteringsenzymen.  
In de wand van de slokdarm (orgaan 1) en de wand van de dikke darm (orgaan 4) liggen geen klieren die verteringssappen produceren.

## Suikerziekte

- 36. B** Via een slagader wordt bloed naar een orgaan gevoerd ----> nierslagader.
- 37. C** In de eilandjes van Langerhans worden de hormonen insuline en glucagon geproduceerd. Door insuline wordt het glucosegehalte van het bloed verlaagd, door glucagon verhoogd.  
De suikerpatiënt scheidt glucose via de nieren uit ----> het glucosegehalte van het bloed is te hoog ----> er wordt te weinig insuline geproduceerd.

- 38. C** In het bloed is altijd glucose aanwezig.  
Deze suikerpatiënt heeft nog geen medicijnen gekregen ----> het glucosegehalte van het bloed is te hoog ----> de nieren scheiden regelmatig glucose uit (regel 2) ----> glucose in de urine.

### Het middenrif

- 39. B** De slokdarm, de onderste holle ader en de aorta gaan door het middenrif.  
De luchtpijp bevindt zich geheel in de borstholte.
- 40. A** Als een mens hikt, trekken de spieren van het middenrif zich sterk samen ----> het middenrif gaat omlaag ----> de borstholte wordt groter ----> het volume van de longen wordt groter ----> lucht stroomt de longen in.
- 41. C** Als het middenrif omlaag gaat, wordt de borstholte groter ----> inademing ----> lucht van buiten stroomt via de luchtpijp de longen in.  
Als het middenrif omhoog gaat, wordt de borstholte kleiner ----> uitademing ----> lucht uit de longen stroomt via de luchtpijp naar buiten.

### Het zenuwstelsel

- 42. C** Bij een reflex worden impulsen van zintuigen via uitlopers van gevoelszenuwcellen naar het ruggemerg of de hersenstam geleid; in het ruggemerg of de hersenstam worden impulsen via schakelcellen geleid; via uitlopers van bewegingszenuwcellen worden impulsen van het ruggemerg of de hersenstam naar de spiercellen geleid.  
Uitlopers van gevoels- en bewegingszenuwcellen liggen in de zenuwen ----> perifere zenuwstelsel.  
Hersenstam en ruggemerg behoren tot het centrale zenuwstelsel.
- 43. C** In het hoofd komen zintuigen voor ----> via gevoelszenuwcellen worden impulsen van de zintuigcellen naar de hersenen geleid.  
In het hoofd komen spieren voor ----> via bewegingszenuwcellen worden impulsen van de hersenen naar de spieren geleid.

### Glaucoom: een oogziekte

- 44. A** Via de oogzenuw worden impulsen die na prikkeling van de staafjes en de kegeltjes in het netvlies zijn ontstaan, naar de hersenen geleid ----> door beschadiging van de oogzenuw is deze geleiding gestoord.
- 45. B** De spanning van de kringspieren in de iris van een oog neemt toe ----> de kringspieren zijn meer samengetrokken ----> de pupil is vernauwd ----> B juist.  
Door samentrekking van de lengtespieren in de iris wordt de pupil groter ----> C onjuist.  
Met de kegeltjes worden kleuren gezien ----> A onjuist.

### AU! een blauwe plek

- 46. C** Door afbraak van een stof uit rode bloedcellen treedt verkleuring op (regel 5). In rode bloedcellen komt de stof hemoglobine voor ----> C juist.
- 47. B** Functie witte bloedcellen: het opruimen van bacteriën en dode cellen.  
De rode bloedcellen zorgen voor het vervoer van zuurstof; de bloedplaatjes spelen een rol bij de stolling.

**Bevruchting**

- 48. A** De kern van een voortplantingscel van de mens bevat 23 (n) chromosomen ----> de eicel bevat 23 chromosomen.  
De kern van een lichaamscel bevat 46 chromosomen.
- 49. C** Er ontstaat na de bevruchting een jongetje; elke cel van een jongetje heeft 22 paren chromosomen + een X- en een Y-chromosoom ----> de kern van de bevruchte eicel (stadium 4) bevat eveneens 22 paren chromosomen + een X- en een Y-chromosoom.
- 50. C** Uit een bevruchte eicel ontwikkelt zich door mitosen een nieuw individu. Tussen stadia 4 en 6 vindt een deling plaats ----> mitose vindt plaats.
- 51. B** De bevruchting vindt gewoonlijk plaats aan het begin van een eileider binnen enkele uren na de ovulatie. Direct na de bevruchting beginnen de eerste delingen ----> deze delingen vinden gewoonlijk ook plaats in een eileider ----> B juist.
- 52. A** In stadium 3 is de kern van een spermacel nog net niet versmolten met de kern van de eicel. De kern van een eicel en de kern van een spermacel hebben een verschillend genotype.  
In stadium 5 zijn twee kernen ontstaan door mitose ----> beide kernen hebben hetzelfde genotype.

**Celdelingen en groei**

- 53. B** Door mitose groeit een organisme.  
Meiose treedt alleen op bij de vorming van geslachtscellen.
- 54. A** Bij een mitose ontstaan uit een lichaamscel met 2n chromosomen twee cellen met elk 2n chromosomen; schrijfwijze:  $2n \longrightarrow 2n$  en  $2n$ .  
Bij een meiose ontstaan uit een lichaamscel met 2n chromosomen eerst twee cellen met n chromosomen; schrijfwijze:  $2n \longrightarrow n$  en  $n$ .  
Uit deze twee cellen met n chromosomen ontstaan door de tweede deling van de meiose vier cellen met n chromosomen; schrijfwijze:  $n \longrightarrow n$  en  $n$ .
- 55. B** Tekening 1: er is een chromosomenpaar getekend; van de twee chromosomen komt één chromosoom in de ene cel en één chromosoom in de andere cel terecht ----> moment van de meiose ----> B juist.
- 56. B** Bij de plasmagroei krijgt een nieuwe cel die na mitose is ontstaan, dezelfde grootte als de oorspronkelijke cel.  
Bij de celstrekking wordt de vacuole van de cel door opname van water veel groter en neemt de cel in grootte sterk toe.

**Doorsneden van stengel en blad**

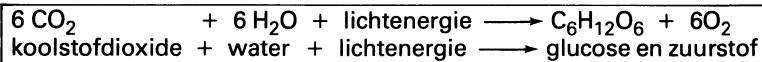
- 57. B** De cijfers 1, 2, 3 en 4 geven delen van vaatbundels aan.  
In een vaatbundel van een stengel bevindt zich bast met bastvaten aan de buitenkant en hout met houtvaten aan de binnenkant ----> in 1 bastvaten, in 2 houtvaten.  
In een vaatbundel van een blad bevindt zich bast met bastvaten aan de onderkant en hout met houtvaten aan de bovenkant ----> in 3 houtvaten, in 4 bastvaten.
- 58. A** Tussen het hout en de bast van stengel P ligt cambium (deelweefsel) ----> het lijntje geeft cambium aan.

**De gedaantewisseling van een kikker**

- 59. C** Bij kikkervisjes (stadium 1) vindt gaswisseling plaats via de huid en via de (uitwendige) kieuwen.  
Bij volwassen kikkers (stadium 4) vindt gaswisseling plaats via de huid en via de longen. Tijdens de gedaantewisseling (stadia 2 en 3) vindt gaswisseling via de huid plaats, met name via de staart.
- 60. B** Het fenotype van het dier (de waarneembare eigenschappen) verandert in de getekende stadia sterk.  
Het genotype van het dier ligt na de bevruchting vast; door mitosen groeit een organisme ----> alle cellen van het dier behalve de geslachtscellen hebben hetzelfde genotype als de bevruchte eicel, waaruit het dier is ontstaan.

**Wiertjes in een pantoffeldiertje**

- 61. C** In alle organismen wordt energie vrijgemaakt door verbranding ----> C juist.
- 62. B** De wiertjes gebruiken deze stoffen voor de fotosynthese (regel 5).  
Bij de fotosynthese worden water en koolstofdioxide gebruikt:



----> B juist.

- 63. A** Het pantoffeldiertje krijgt bepaalde stoffen (regel 6).  
De wiertjes voeren fotosynthese uit; bij de fotosynthese worden glucose en zuurstof gevormd (zie antwoord 62) ----> de pantoffeldiertjes krijgen deze stoffen van de wiertjes ----> A juist.

**Een alleenstaande appelboom**

- 64. A** Enten is een kunstmatige vorm van ongeslachtelijke voortplanting.  
De appels ontstaan na bevruchting; bij de bevruchting versmelt een kern van een stuifmeelkorrel met een eikern ----> geslachtelijke voortplanting.
- 65. A** Een tak van ras 2 wordt door enten op de onderstam geplaatst ----> alle cellen in de bladeren en in de takken aan deze ene tak hebben hetzelfde genotype ----> B en C onjuist.  
Een stuifmeelkorrel van ras 2 die op een stempel van ras 2 valt, kan geen stuifmeelbuis vormen (regels 1 en 2) ----> er treedt dan geen bevruchting op. Toch zijn er appels na bevruchting ontstaan ----> stuifmeelkorrels van ras 1 zijn op de stempels van ras 2 gekomen ----> in de zaden van de appels van ras 2 bevinden zich genen van ras 1.