

Antwoorden hoofdstuk 2

Opdracht 1.1

- Draagbare verwarmingseenheid, zender en ontvanger op zonne-energie, geconcentreerd voedsel, zuurstoftanks, gereedschapskist, ruimtekleding, shuttlekleding.
- Ter beoordeling van de docent.

Opdracht 1.2

- Het theezakje gaat de lucht in.
- De hete lucht is lichter dan de koude lucht boven het theezakje. Daardoor stroomt de lucht omhoog en neemt het (lichte) theezakje mee.
- Nee, want de hete lucht is daar niet lichter.

Vraag 2

Door de hoge snelheid en lange weg waarmee het ruimteschip door de dampkring vliegt is de luchtwrijving zo groot dat alles verbrandt. De koolstofresten vindt men als het goed is niet terug in onze atmosfeer.

Vraag 3.

- Er geldt: $I = P/U$, ofwel 12.000 watt/120 volt. De stroomsterkte is dus 1000 A.
- Deze 120kW wordt bij **daglicht** gegenereerd, 45 minuten dag en ook 45 minuten nacht dus in **12** van de **24** uur. Dus per dag wordt er $12 \times 120\text{kWh}$ geleverd =1440kWh. Een huis verbruikt 10kWh per dag (24 uur). Dus kunnen er $1440/10 = 144$ huizen van stroom worden voorzien.

Vraag 4

Straal = ongeveer 6.378.000 meter = 6378 km + afstand iss = 710 km. $7088 \text{ km} \times 2\pi = 44512 \text{ km}$

De ellipsvormige baan is ong. $1,5 \times 28000 \text{ km/uur} = 42.000 \text{ km}$

Opdracht 5

- 1: Pasteuriseren - verwarmen tussen 60 en 80 ° C. De meeste organismen sterven als gevolg van de hoge temperatuur.
2: Steriliseren - verwarmen boven de 120°C of ultrakort op 140°C. Alle organismen sterven door de hoge temperatuur.
3: Vriesdrogen - door de lage temperatuur worden de watermoleculen opgenomen in ijskristallen, hierdoor wordt de lucht extreem droog en het water uit het product wordt hiermee onttrokken. Zonder water kunnen er geen organismen overleven.
4: Inblikken - verwarmd voedsel boven de 120 °C ingeblikt. Zie 2. Door het inblikken kunnen er geen nieuwe micro-organismen bij komen.
5: Vacuümverpakking - weghalen van zuurstof waardoor bacteriën niet kunnen overleven.
6: Pekelen - toevoegen van een hoeveelheid zout. Bacteriën worden in hun groei geremd door de overmaat aan zout.
7: Roken - vocht verdwijnt uit het product zodat bacteriën en schimmels zich niet meer kunnen voortplanten.
8: Inleggen - als conserveermiddelen wordt suiker (ook versuikeren of konfijten genoemd), zout(pekel), alcohol of zuur gebruikt. Zie 6.
- b. Groentesoep: vriesdrogen of inblikken
Maaltijd: vriesdrogen of vacuümverpakking
Yoghurt met fruit: steriliseren

Opdracht 6.1

Eiwitten	bouwstoffen	vlees, kaas, erwten
IJzer	bouwstoffen	groenen, vlees, vruchten

Koolhydraten	brandstoffen	suiker, meel, aardappels
Vit. C	beschermende stoffen	vruchten(sap)
Vit. D	beschermende stoffen	bonen
Vetten	brandstoffen	vlees, boter
Calcium	bouwstoffen	melk

Opdracht 6.2

- Dat is bijvoorbeeld handig, als je een trektocht gaat maken van een aantal dagen. Je hoeft dan niet zoveel te sjouwen in je rugzak. Bij een camping of bij een heldere beek kun je het gedroogde voedsel voorzien van water.
- Dat is voedsel, dat makkelijk te verteren is. Iemand krijgt het bijvoorbeeld wanneer het darmkanaal ontstoken is.

Opdracht 7

- Minder is te verwachten, want er is geen zwaartekracht.
- Vermoedelijk minder. Dat komt doordat een astronaut ouder is dan jij. De formule geldt voor mannen van 18 tot 30 jaar. Je zou verwachten dat astronauten minder nodig hebben, omdat ze niet te maken hebben met de zwaartekracht. Toch is dat niet zo. Men weet nog niet waarom.
- Ter beoordeling van de docent
- Vitaminen en mineralen.
- UV-licht wordt op aarde gefilterd door de atmosfeer, met name door de ozonlaag. Daardoor mist UV-licht zijn schadelijke werking. In de ruimte is er geen atmosfeer en daar is UV-licht dus wel schadelijk. Om de astronauten te beschermen is het ISS voorzien van een laag, die het UV-licht tegenhoudt. De huid vormt daardoor te weinig vitamine D. Er moet dus extra vitamine D worden opgenomen.
- Per dag heb je ongeveer 1½ L water nodig. Dat is dus minder. Door de droge lucht in het ISS verliest een astronaut meer vocht. De waterbehoefte is dus groter.

Opdracht 8

- De watermoleculen blijven door de oppervlaktespanning aan elkaar zitten, het water dringt dus niet in de hemden en broeken, maar blijft er aan kleven.
- Ter beoordeling van de docent.

Opdracht 9

Het antwoord hangt af van de grootte van het lokaal, het aantal leerlingen en de duur van een lesuur.

Vraag 10

- Het pak is erg dik en beperkt de bewegingsvrijheid bij 1 atm. tegendruk.
- Luchtlaag is ongeveer 80 km dik bij 1 atm.
- 1 atm. heeft een druk van 100 kg per vierkante dm. Massa lucht is 0,00129 kg per dm.³ (1,29 kg/meter³ .) Dus $100 : 0.00129 = 7751,9379 \text{ dm} = 7,752 \text{ km}$.

Vraag 11

De zwaartekracht trekt onze massa naar de aarde toe. Onze ruggenwervels zitten dicht op elkaar als we staan. In gewichtloze toestand komen de ruggenwervels minder dicht bij elkaar te zitten en krijgt de ruggenwervelkolom meer ruimte (patiënten die lang ziek in bed liggen zijn ook iets langer).

Opdracht 12.1

Het antwoord is voor iedereen verschillend.

Opdracht 12.2

- Het gaat hier om een eigen mening.
- Ter beoordeling van de docent.

Antwoorden hoofdstuk 3

Vraag 13

- a. m_1 is de massa van de aarde in kg ($5,9 \cdot 10^{24}$ kg) en r is de straal van de aarde in m ($12,7 \cdot 10^6$ m), massa modules ISS (m_2) is $2,6 \cdot 10^5$ kg en de hoogte waarop het ISS zweeft is $4 \cdot 10^5$ m, G is $6,6 \cdot 10^{-11}$ Nm²kg⁻².

Op aarde $F = 7,9 \cdot 10^{12}$ N

In de ruimte $F = 7,7 \cdot 10^{12}$ N

Dus de procentuele verandering is $100 - (7,7/7,9 \cdot 100) = 100 - 97 = 3\%$.

- b. Door middel van vrije val vluchten (paraboolvluchten) in een speciaal vliegtuig.
Door oefenen onder water.

Opdracht 14

Er is maar een beperkte voorraad glycogeen (50-100 μ mol glucose-eenheden per gram spier) in de spier. Als die op is dan kan de spier geen energie meer maken om te bewegen en dit leidt tot vermoeide spieren. Bij langdurige (spier)arbeid worden voornamelijk vetzuren geoxideerd om aan de benodigde energie (in de vorm van ATP) voor de spier te komen.

Opdracht 15

- a. Er zitten kleppen in de aders die ervoor zorgen dat het bloed niet terug kan stromen.
- b. *Antidiuretisch hormoon (ADH)/vasopressine*: zorgt voor heropname (resorptie) van water in nieren. Je plast dan minder en de hoeveelheid vocht in je bloed neemt daardoor toe.
Renine, angiotensine en *aldosteron* werken samen om de bloeddruk op peil te houden bij bloedverlies of ernstige diarree. Renine zorgt dat er angiotensine wordt gemaakt. Angiotensine zorgt voor samentrekking van slagadertjes en voor de aanmaak van aldosteron. Aldosteron zorgt voor heropname van water (en Na⁺-ionen) in de nieren. Bij een ruimtevaarder lijkt het alsof er te veel vocht in het lichaam zit vanwege het ontbreken van de invloed van de zwaartekracht. Er zal dus minder ADH gevormd worden, waardoor het plassen toeneemt. Ook zal er minder aldosteron gevormd worden.
- c. *Parathormoon*: reageert op een te lage concentratie van Ca²⁺-ionen in het bloed. Het zorgt voor minder uitscheiding van Ca²⁺ door de nieren en voor afgifte van Ca²⁺ door het skelet aan het bloed. De concentratie in het bloed gaat omhoog.
Calcitonine: reageert op een te hoge concentratie van Ca²⁺ in het bloed. Het zorgt voor minder opname van Ca²⁺ door de darmen en het remt de afgifte van Ca²⁺ van het skelet aan het bloed. De concentratie in het bloed gaat omlaag.
- d. *Vitamine D*: zorgt voor opname van Ca²⁺ door de darmen.
- e. De figuur beslaat 1 hartperiode en dat zijn 25 hokjes. Elk hokje duurt 0,04 sec. In totaal dus $25 \times 0,04 = 1$ seconde. Als het hart regelmatig slaat komt dat overeen met 60 slagen per minuut, hetgeen een normale frequentie is.
- f. Kennelijk heeft het hart meer tijd nodig om te herstellen.

Opdracht 16

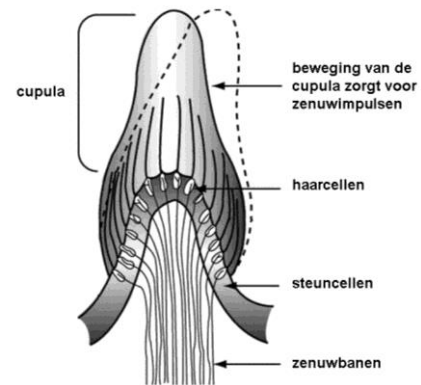
De evenwichtsorganen zijn het zintuigen die informatie over beweging en balans verzamelen. Samen met het slakkenhuis maakt het deel uit van het binnenoor. De bewegingen worden waargenomen door onder andere de half-cirkelvormige kanalen. In samenwerking met de oogspieren zorgen de evenwichtsorganen ervoor dat we in verschillende houdingen kunnen blijven staan en zitten.

De half-cirkelvormige kanalen hebben als functie het detecteren van rotaties van het lichaam in alle richtingen en hebben daardoor een groot effect op het gevoel van evenwicht en beweging.

Per oor zijn er drie half-cirkelvormige kanalen in de volgende richtingen:

- horizontaal
- verticaal, voor- achterwaarts
- verticaal, zijdelings.

Elk van de drie kanalen is gevuld met een vloeistof, endolymfe. In de kanalen bevinden zich de cupulae. De cupulae bestaan uit een geleachtige stof die vanaf de rand van het kanaal naar binnen steekt. Vanuit de wand van het kanaal steken haarcellen (zintuigcellen met haren) in de cupulae. Bij het bewegen van het hoofd zullen de kanalen meebewegen. De cupulae zullen door de traagheid van de endolymfe worden tegengehouden waardoor de haren van de haarcellen ombuigen. Aan de hand van de signalen die deze cellen afgeven registreren de hersenen draaiende bewegingen.



(bron: <http://weboflife.nasa.gov/pdf/vbrief.pdf>)

De voorhofblaasjes (sacculus en utriculus) reageren op de stand van het hoofd ten opzichte van de grond. Ook hier zit een endolymfe in het kanaal. De maculae zijn een geleichtige substantie die door de zwaartekracht naar beneden getrokken wordt, als het hoofd van stand verandert. Daardoor worden haarcellen geprikkeld.

Antwoorden hoofdstuk 4

Opdracht 17

- UV-A het minst en UV-C het meest.
- UV-B
- UV-A en mogelijk UV-B. NB De grafiek loopt van 0 tot 120 km. Het hooggebergte heeft een hoogte van slechts 2 – 8 km. Het meeste zonlicht is er dan al uitgefilterd. Het verschil tussen zeeniveau en 8 km is niet zodanig dat het veel effect geeft. Toch is de intensiteit in het hooggebergte wel wat groter, omdat het UV-licht door een minder dikke laag lucht gaat, die het UV-licht verstrooit. Het feit dat je bij het skiën sneller verbrandt dan normaal komt voornamelijk doordat het licht terug wordt gekaatst door de witte sneeuw.

Vraag 18

- BINAS tabel 5: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Dus $5,0 \text{ eV} = 5 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 8,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- BINAS tabel 7: massa van het elektron (in rust, maar goed, geen relativiteitseffecten in deze opgave) weegt $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
 $E = \frac{1}{2}mv^2 = 8,01 \cdot 10^{-19} \rightarrow v^2 = 1,7586 \cdot 10^{12}$ en dus:
 $v_{\text{elektron}} = 1,33 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.
- Massa ijzer atoom: 55,85 u en met $u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (BINAS 99 en 7) weegt het ijzer-atoom dus $55,85 \times 1,66054 \cdot 10^{-27} = 9,274 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$
 $E = \frac{1}{2}mv^2 = 8,01 \cdot 10^{-19} \rightarrow v^2 = 1,7274 \cdot 10^7$ en dus:
 $v_{\text{Fe}} = 4,16 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

Vraag 19

- Een anomalie is een verschijnsel dat met de bestaande wetenschappelijke theorieën niet verklaard kan worden.
- 7,7 km/s
- 1,3% van de tijd.

Opdracht 20.1

Ter beoordeling van de docent.

Opdracht 20.2

- Als de cyclus zich houdt aan de 11-jarige cyclus, dan zou er in 2011/2012 een maximum moeten zijn.
- Het Maunder-minimum was een periode, waarin het koud was in Europa en Noord-Amerika. Het wordt ook wel de 'kleine ijstijd' genoemd. Het Maunder-minimum vond plaats tussen 1640 en 1710. Er werden toen nauwelijks poollichten waargenomen en de zonnevlekken waren ook vrijwel afwezig. Het zou kunnen betekenen, dat bij grote zonneactiviteit de temperaturen op aarde hoog zijn.
- Ter beoordeling van de docent.

Opdracht 21

- 17 mSv (zonder anomalie), 22,3 mSv inclusief anomalie.
- Na 7,4 dagen.
- 0,400 mSv per uur.

Opdracht 22

Ter beoordeling van de docent, of maak er een klassengesprek van.

Opdracht 23.1

- De halveringsdikte van lood is het grootst.
- De halveringsdikte voor gamma-straling is veel groter dan die voor Röntgenstraling met een kleinere energie.

Opdracht 23.2

- Lucht: 363 kg, water: 312 kg, aluminium: 300 kg, ijzer: 228 kg, lood 139 kg en beton: 320 kg.
- 4,1 cm
- 490 m³
- 5,5·10³ kg, dit zou dus 5,5·10⁷ euro kosten.
- 2,2 %

Vraag 24

Het water wordt niet zelf radioactief. Het absorbeert energie en geen straling, maar wordt daarmee geen straler.

Antwoorden hoofdstuk 5

Opdracht 25

- Letterlijke vertaling van de woorden levert:
environment = omgeving
control = controle
life Support = levensonderhoud
system = systeem
Een goede vertaling zou kunnen zijn "levensonderhoud controle systeem".
- Levensonderhoud: 1) het in stand houden van het leven, 2) dat wat het leven in stand houdt.
- Activiteiten die *wel* tot het levensonderhoud horen zijn: 1, 2, 3, 5, 6, 7 en 9.

Vraag 26

- Er lopen erg veel pijlen naar dat blok. Veel stofstromen dus.
- $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4$

Vraag 27

- Het was Jan die aan het hardlopen was, omdat hij veel CO₂ heeft door de verbranding. Deze verbranding had hij nodig voor de energie.
- Als er veel CO₂ is, dan is er veel verbranding. Bij veel verbranding moet er dus veel zuurstof aangevoerd worden – dus snellere ademhaling is noodzakelijk.

Demonstratieproef 28

- Aan de linkerkant staat CO_2 (aq) dat er snel uit zou willen als CO_2 (g). Dit gas duwt de cola dan uit de fles.
- Door de CO_2 -concentratie (druk dus) erg hoog te maken, dan verschuift het evenwicht naar de rechterkant.

Vraag 29

Locatie in het lichaam	O_2 concentratie	$\text{Hb}(\text{O}_2)_4$ concentratie	CO_2 concentratie	pH van het bloed
Organen /spieren	laag	laag	hoog	laag
Longaders	hoog	hoog	laag	Hoog

Opdracht 30.1

- Te hoge CO_2 in lucht betekent hogere CO_2 concentratie in ons bloed, en dus een daling van de pH.
- Hb zal minder O_2 binden, of liever gezegd, Hb zal eerder O_2 weer loslaten. Er komt dus minder zuurstof ons weefsel in.
- Hersenen hebben O_2 nodig om actief te zijn, bij gebrek aan zuurstof zullen we duf worden en uiteindelijk in slaap vallen.

Opdracht 30.2

- In beide gevallen worden we duf en slaperig van de vergiftiging.
- CO bindt aan de hemoglobine en neemt de plaats van O_2 in. Deze binding is geen evenwicht en zal dus blijven. CO_2 bindt zich niet, en CO wel.

Vraag 31

- In de ruimte is er een vacuüm, en dus zal er geen [gas] zijn.
- Bij [gas]=0 zal het evenwicht zich naar de kant van het gas op bewegen en zal de hoeveelheid [gas] dus toenemen. Maar dus ook [C]. Hierdoor neemt [gas.C] af, wat precies de bedoeling is van het regenereren.

Vraag 32

Met een totaal volume van 450 m^3 mag er dus $450 \times 5,0 = 2250 \text{ mg}$ (2,25 g) methanol in het station zitten. Blijkbaar wordt er per dag 40 mg methanol geproduceerd op het station en $2250 / 40 = 56,3$ dagen (een kleine twee maand).

Vraag 33

- Ureum en ionen als Cl^- , K^+ , Na^+ en HCO_3^- .
- Geen enkele zuiveringsmethode heeft een rendement van 100%. Er kan water verloren gaan, omdat het in het residu achterblijft en zo met het afval mee gaat, of een gedeelte kan verdampen en pas later weer teruggecondenseerd worden.

Vraag 34

- $13,2 - 13,7 = 0,5$ liter water per dag per man tekort. Het wordt aangevuld met de ATV.
- $(13,2/13,7) \times 100\% = 96,4\%$
- Eén procent minder rendement.. $0,954 = (x / 13,7)$ en dus $x = 13,1$ L per man per dag. Dat betekent dus een verlies van 0,1 L per man per dag meer. Dat betekent dus 0,1 kg per man per dag en dus 1.000 euro per man per dag. Vaste bemanning is drie en dus zou dit verschil in rendement 3.000 euro per dag extra kosten.
- Je lichaam verbrandt voedingsstoffen tot onder andere CO_2 en H_2O . Er ontstaat dus water in je lichaam.

Vraag 35

- Het water zit aan de zijkant door de middelpuntvliedende kracht. Een aards experiment is de centrifuge, maar ook een emmer met water die je snel rond je lichaam beweegt. Het water blijft dan in de emmer.
- Waarschijnlijk zal er ook wel filtratie plaatsvinden, en misschien ook neerslagreacties en/of adsorptie.
- Water is erg belangrijk, zowel voor drinken – maar ook omdat er zuurstof van gemaakt wordt. Als er iets mis gaat met het water, dan komt de bemanning erg snel in de problemen.

Opdracht 36

- $\text{AgNO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$
 $\text{NaI} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{aq})$
- $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgI} (\text{s})$, dit is een neerslagreactie.
- De vaste stof zou filters en buizen kunnen verstoppen.

Vraag 37

Er zijn dus zuurstof tanks ("backup O₂ storage tanks") en zuurstofkaarsen, de EOC ("Emergency Oxygen Candles").

Vraag 38

- Dit is een exotherme reactie omdat de reactiewarmte de reactie zelf in stand houdt. Ook kan je dit zien omdat de kaars in totaal dus ook 800 W aan warmte levert.
- $\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} + 2 \text{O}_2$
- 0,6 kg KClO₄ is gelijk aan $(0,6 \cdot 10^3 \text{ g} / 138,55 \text{ g/mol} =) 4,33 \text{ mol}$. Er ontstaat dus $(2 \times 4,33 =) 8,66 \text{ mol O}_2$. Dit is gelijk aan $(8,66 \times 16,02 =) 139 \text{ g}$ zuurstof. Er wordt dus 0,139 kg zuurstof gemaakt.
- $V = (m / \rho)$ en dus $V = (0,139 \text{ kg} / 1,43 \text{ kg m}^{-3}) = 9,70 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ zuurstof. En omdat een m³ gelijk is aan 10³ L is dit dus 97 L.

Opdracht 39

(Geen opdracht, maar demonstratieproef)

Vraag 40

- $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- Eén liter is 998 gram. Dat betekent dus 55,4 mol water. De molverhouding tussen water en O₂ is 2:1 en dus ontstaat er 27,7 mol zuurstof. Dit maal het molgewicht van het gas is $27,7 \times 32,00 = 886 \text{ g O}_2$. Opnieuw weer $V = (0,886 \text{ kg} / 1,43 \text{ kg m}^{-3}) \times 1000 = 620 \text{ L}$ zuurstof.
- Er zal dus $97 / 620 = 0,16 \text{ L}$ water per dag moeten worden geëlektrolyseerd worden.
- Zout water heeft ionen opgelost die ladingen kunnen transporteren van de ene elektrode naar de andere. Puur water heeft geen ladingsdragers.

Vraag 41

- De uiteindelijke reactievergelijking is noch een verbrandingsreactie (geen zuurstof als reactant) noch een ontleding (de stof splits zich in verdere deelbare stoffen, niet in de niet-deelbare stoffen, C, H₂ en O₂).
- Dat er netto geen zuurstof meer nodig is, de zuurstof die nodig was wordt geleverd door de andere systemen. Zie ook onderdeel 'Gevolg van CO₂ reductie' in paragraaf 5.6.
- Dit zou nooit kunnen zonder externe energiebron. Als wij energie krijgen van het eten van voedingsstoffen en het ademen van zuurstof, dan zal de reactie terug altijd energie kosten. Als we de energie van de zon of sterren gebruiken echter, moet het wel kunnen, in theorie.
- Verbranden van CH₄ kost zuurstof. Dat is harder nodig voor de astronauten.