Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 1
Maandag 26 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 79 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van vraag 23 is een bijlage toegevoegd.

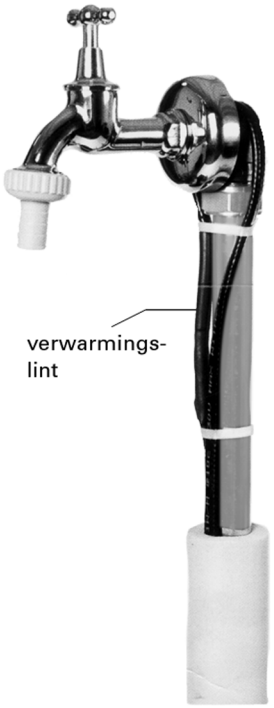
Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

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

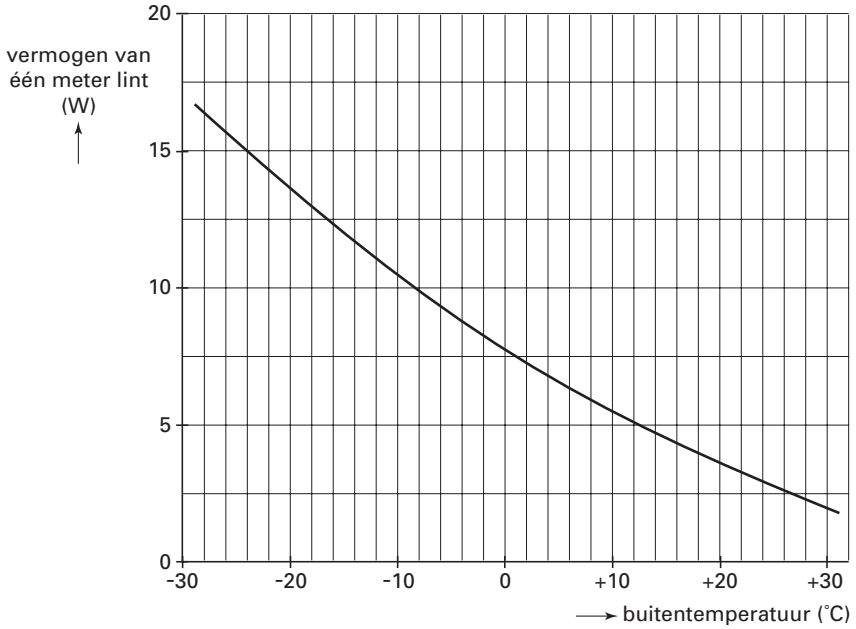
Opgave 1 Verwarmingslint

In de winter zorgen bevroren waterleidingen voor problemen. Er is nu een verwarmingslint op de markt dat bevriezing voorkomt door de leidingen te verwarmen. Het lint wordt vastgezet op de waterleiding en aangesloten op een stopcontact. Zie figuur 1.
Het lint geeft niet bij elke temperatuur evenveel warmte af. In figuur 2 is weergegeven hoe het vermogen van één meter lint afhangt van de buitentemperatuur.

figuur 1



figuur 2



Het is aan te bevelen om buiten het winterseizoen de stekker van het verwarmingslint uit het stopcontact te halen.

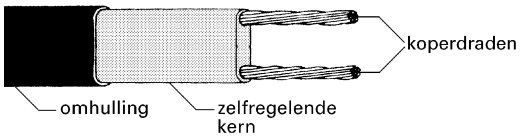
2p **1** ☐ Leg met behulp van figuur 2 uit waarom dit aan te bevelen is.

De spanning van het lichtnet is 230 V.

4p **2** ☐ Bepaal de weerstand van een lint van één meter als de buitentemperatuur –24 °C is.

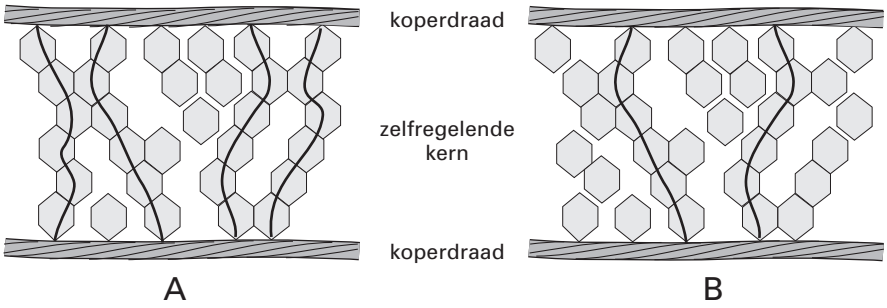
Het lint bestaat uit de volgende onderdelen (zie figuur 3):
- twee koperdraden;
- een zogenoemde zelfregelende kern die de enige verbinding vormt tussen deze twee draden;
- een omhulling voor de elektrische isolatie.

figuur 3



Het principe van de werking is als volgt:
Via de zelfregelende kern kunnen kleine elektrische stroompjes tussen de ene draad en de andere lopen. Onder invloed van de temperatuur rangschikt het materiaal van de kern zich anders en zijn er meer of minder parallelle, geleidende verbindingen. Zie de figuren 4A en 4B. De weerstand van de koperdraden is verwaarloosbaar klein. De weerstand die elk van de elektrische stroompjes in de zelfregelende kern ondervindt, is daarentegen groot.

figuur 4



In figuur 4 zijn twee situaties weergegeven.

3p **3** ☐ Leg met behulp van bovenstaande informatie uit welke situatie, A of B, bij een lage buitentemperatuur hoort.

Voor een langere waterleiding is een langer verwarmingslint nodig.

3p **4** ☐ Leg uit of de weerstand van een verwarmingslint met een lengte van 2 meter groter is dan, kleiner is dan of gelijk is aan de weerstand van een lint met een lengte van 1 meter. Neem daarbij aan dat de temperatuur van beide linten gelijk is.

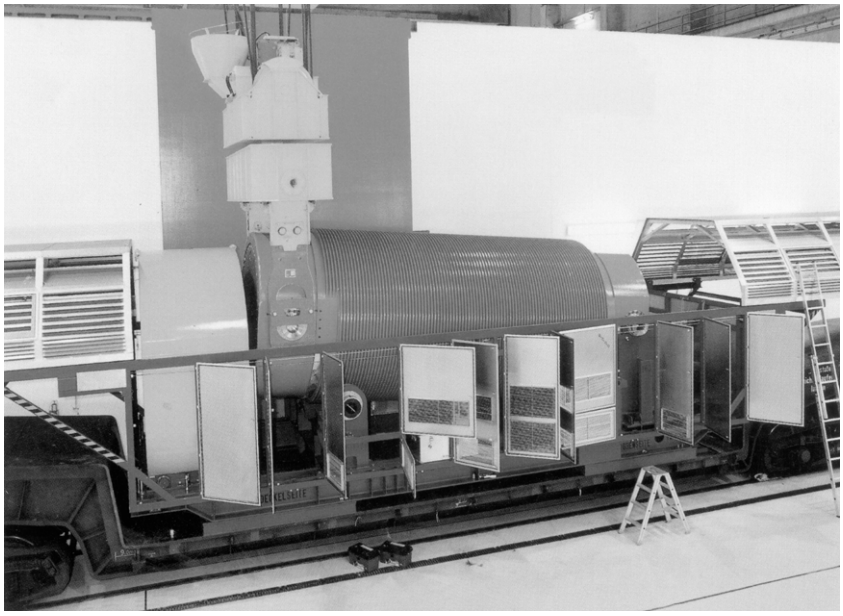
Een lint werkt continu gedurende 5,0 dagen met een gemiddeld vermogen van 14 W.
1 kWh kost 15 eurocent.

3p **5** ☐ Bereken de energiekosten voor het verwarmingslint in die 5,0 dagen.

Opgave 2 Castor-container

Het radioactief afval van Duitse kerncentrales wordt in zogenaamde Castor-containers per trein naar de opwerkingsfabriek in La Hague aan de Franse kust afgevoerd. Zie figuur 5.

figuur 5



Een Castor-container is een cilindervormig vat met een stalen wand van 50 cm dikte, waarin ongeveer 10 ton (1 ton = 1000 kg) aan afgewerkte splijtstofstaven bewaard kan worden. Castor-containers worden luchtdicht afgesloten zodat de hoog radioactieve inhoud niet naar buiten kan. De wand is niet alleen voor de stevigheid zo dik, maar biedt ook bescherming tegen de straling.

3p **6** ☐ Geef voor elk van de drie soorten straling (α, β, γ) aan of deze wel of niet bijdraagt aan de stralingsbelasting buiten de Castor-container.

Technisch is het mogelijk om containers met een dunnere wand te maken die toch stevig genoeg zijn. Bovendien zou een container met een wand van 30 cm dikte aanmerkelijk goedkoper zijn dan eentje met een wand van 50 cm. De stralingsbelasting zou dan toenemen.
De halveringsdikte van staal is voor de betrokken straling gelijk aan 2,5 cm.

3p **7** ☐ Bereken met welke factor de stralingsbelasting zou toenemen als een container een wanddikte van 30 cm in plaats van 50 cm zou hebben.

Het transport van Castor-containers gaat meestal per trein. In verband met de veiligheid rijden die treinen slechts 20 tot 30 km/h. Het transport vindt plaats onder politiebewaking. Voor de manier van bewaken moest men kiezen uit twee alternatieven:
- óf een beperkte groep van ongeveer honderd agenten mee laten reizen met de trein, wat betrekkelijk goedkoop is;
- óf een enorme groep van enkele duizenden agenten langs de spoorlijn posteren, wat veel geld kost.

Tabel 99E in Binas bevat de stralingsnormen die in de Europese Gemeenschap worden toegepast. Politieagenten worden in dit verband gerekend tot de categorie ‘individuele leden van de bevolking’. De stralingsnorm voor de effectieve totale lichaamsdosis is van toepassing.
Agenten die met de trein meereizen, zouden een dosisequivalent oplopen van ongeveer 0,2 mSv per uur.

3p **8** ☐ Leg uit waarom men niet de goedkopere maar de duurdere manier van bewaken gekozen heeft. Uit je antwoord moet blijken dat je tabel 99E van Binas hebt gebruikt.

Het is uiteraard de bedoeling dat een Castor-container aan de buitenkant 'schoon' is. Toch komt het wel eens voor dat bij het vullen van de container wat radioactief materiaal op de buitenkant terechtkomt. Op de website van de milieuorganisatie Greenpeace zijn af en toe berichten te lezen over 'besmette' Castor-transporten. Lees het onderstaande bericht.

bericht

Franse minister boos op Duitse transporten

Uit Duitsland afkomstige treinen met kernafval bleken na aankomst in het Franse La Hague te zijn besmet met kobalt-60. Inspecteurs stelden dit vast bij controle van de buitenkant van de Castor-containers waarin het afval vervoerd werd. De Franse minister van milieu heeft scherp geprotesteerd bij haar Duitse collega. Volgens de Franse minister betekent de besmetting een gezondheidsrisico voor degenen die beroepshalve met de containers in aanraking komen. De Franse inspecteurs hebben waarden van 2000 becquerel per vierkante centimeter vastgesteld en dat is ver boven de toegestane norm. Het kobalt-60 is waarschijnlijk door slordigheid tijdens het vullen op de buitenkant van de container gekomen.

naar: www.greenpeace.de (uit het Duits vertaald)

3p **9** ☐ Geef de vervalvergelijking van kobalt-60.

Besmette containers horen niet vervoerd te worden. Als in Duitsland een besmetting op de buitenkant geconstateerd wordt, plaatst men de wagon met de desbetreffende container apart.
Pas als er geen risico meer is, wordt het transport hervat. Men heeft daarbij moeten kiezen uit twee methoden:
1 enige tijd wachten totdat de activiteit van de besmetting door radioactief verval op natuurlijke wijze voldoende is afgenomen;
2 de container aan de buitenkant afspoelen met water (er voor zorgend dat er geen spoelwater in het milieu terecht komt).

3p **10** ☐ Leg uit welke van deze twee methoden in het geval van een besmetting met kobalt-60 de voorkeur heeft. Gebruik bij je uitleg een natuurkundig argument.

Opgave 3 Digitale camera

Figuur 6 toont een foto van een auto. De foto is genomen met een digitale fotocamera.
Door de snelheid waarmee de auto rijdt, is zijn afbeelding op de foto onscherp.

figuur 6

De onscherpte van de auto op de foto is niet het gevolg van een onjuiste scherpstelling van de camera.

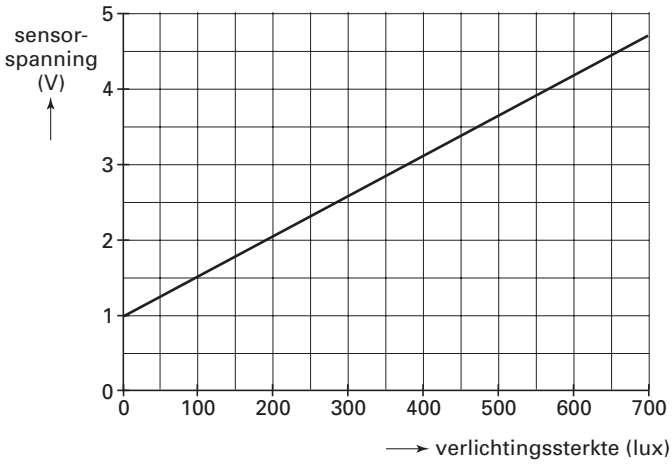
2p **11** ☐ Hoe is dat aan de foto van figuur 6 te zien?

De onscherpte in de foto van figuur 6 is ontstaan doordat de sluiter van de fotocamera bij het nemen van de foto enige tijd open stond, in dit geval 1/30 seconde.
De wielen van de gefotografeerde auto hebben in werkelijkheid een diameter van 65 cm.

4p **12** ☐ Maak, met behulp van de onscherpte van het achterwiel in figuur 6 en een berekening, een schatting van de snelheid waarmee de auto reed.

Bij een digitale fotocamera bevindt zich op de plaats waar het beeld gevormd wordt een chip met een lichtgevoelig vlak. Dit vlak bestaat uit een groot aantal lichtsensoren.
Elke sensor zet het licht dat hij ontvangt om in een elektrisch signaal.
De ijkgrafiek van zo'n sensor is afgebeeld in figuur 7.

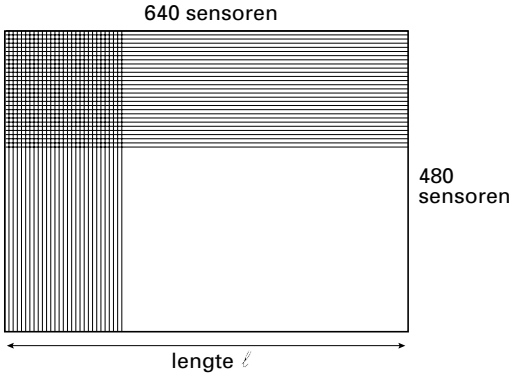
figuur 7



4p **13** ☐ Bepaal de gevoeligheid van deze sensor.

Het lichtgevoelige vlak heeft een lengte ℓ en bestaat uit 640 bij 480 kleine vierkante lichtsensoren. Zie figuur 8.

figuur 8



De auto, zoals gefotografeerd in figuur 6, bevond zich op een afstand van 12 m van de digitale camera.
De camera stond ingesteld op 12 m.
De brandpuntsafstand van de lens is 48 mm.
Onder deze omstandigheden beeldt de camera de auto $2{,}5 \cdot 10^2$ maal kleiner af.

3p **14** ☐ Toon aan dat de auto dan $2{,}5 \cdot 10^2$ maal kleiner wordt afgebeeld.

Het effect van beweging is niet zichtbaar op een foto als tijdens de opname de verplaatsing van het beeld kleiner blijft dan de afmeting van één sensor.
De foto van figuur 6 zou geen bewegingsonscherpte hebben vertoond als de auto zich tijdens de opname 1,5 cm of minder had verplaatst.

3p **15** ☐ Bereken de lengte ℓ van het lichtgevoelige vlak.

Opgave 4 Space Shot

Lees de tekst uit de folder.

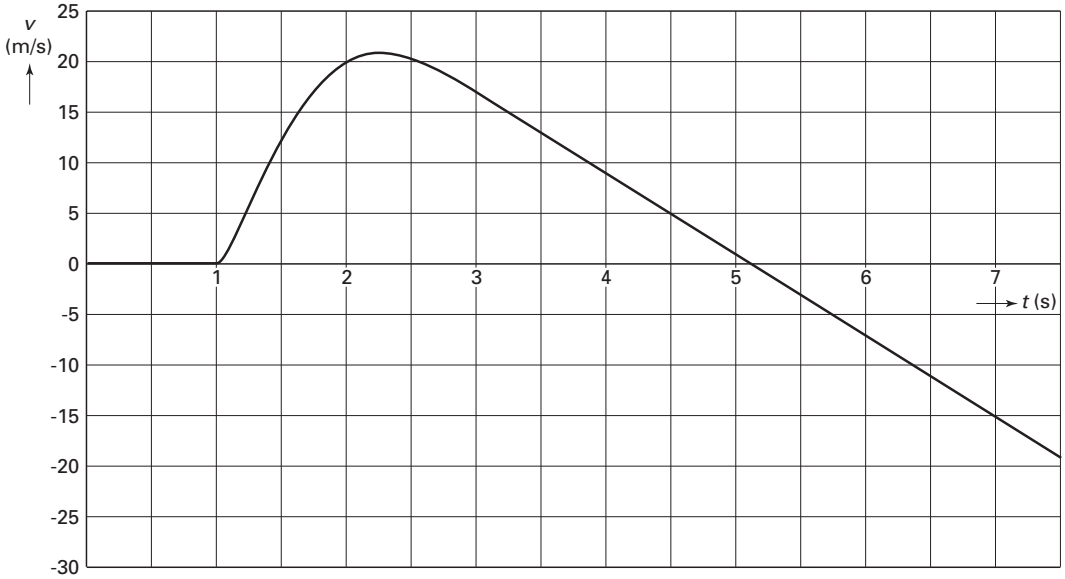
folder

Space Shot. Nieuw in de Benelux!
Een sensationele lancering met een snelheid van 85 km/h, 60 meter omhoog. Een rit valt te vergelijken met een lancering van de Space Shuttle, waarbij je de spanning kan voelen die de astronauten ervaren als zij vertrekken vanaf Cape Canaveral.

naar: reclamefolder van Six Flags

Evrim en Teun hebben de folder gelezen.
Ze besluiten om als praktische opdracht de getallen die genoemd worden te controleren.
Van hun natuurkundeleraar krijgen ze een versnellingsmeter en bijbehorende apparatuur mee. Met de versnellingsmeter maken ze een rit met de Shuttle.
Terug op school lezen ze hun metingen in een computer in. Deze bewerkt de meetwaarden tot een (snelheid, tijd)-diagram. Zie figuur 9.

figuur 9



In het diagram is af te lezen dat op $t = 0$ s de versnellingsmeter begonnen is met meten en dat op $t = 1{,}0$ s de lancering van de 'Shuttle' is gestart. Het laatste deel van de beweging is in dit diagram niet weergegeven.

3p **16** ☐ Leg met behulp van figuur 9 uit of de in de folder genoemde snelheid bereikt is.

De Shuttle wordt loodrecht omhoog geschoten. Op $t = 5{,}1$ s bereikte hij zijn hoogste punt.

2p **17** ☐ Leg uit hoe uit figuur 9 blijkt dat hij op dat tijdstip zijn hoogste punt bereikt.

4p **18** ☐ Ga met behulp van figuur 9 na of de Shuttle een hoogte van 60 m heeft bereikt.

Vanaf het tijdstip $t = 5{,}1$ s valt de Shuttle een paar seconden naar beneden.
Evrim en Teun vragen zich af of de versnelling waarmee hij dan valt, gelijk is aan g.

4p **19** □ Beantwoord hun vraag met behulp van figuur 9.

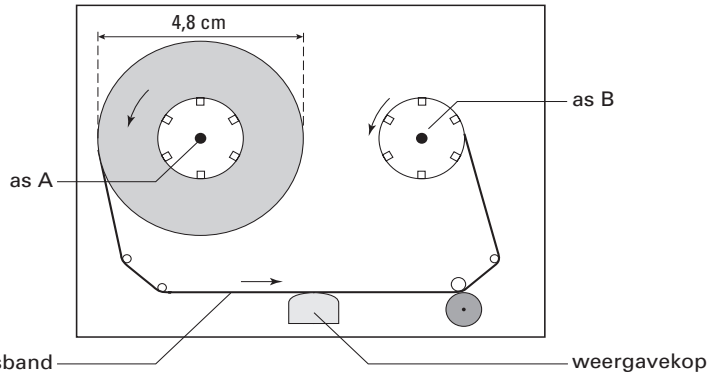
Uit hun metingen leiden Evrim en Teun af dat op het tijdstip $t = 1{,}50$ s de snelheid van de Shuttle gelijk is aan 12 m/s. Ook leiden ze af dat de hoogtetoename dan 3,0 m is.
De massa van de Shuttle met passagiers is $2{,}0 \cdot 10^3$ kg.
Neem aan dat de arbeid die de lanceerinstallatie op de Shuttle verricht, gelijk is aan de toename van de kinetische energie en zwaarte-energie van de Shuttle.

4p **20** □ Bereken met behulp van deze aanname het gemiddelde nuttige vermogen van de lanceerinstallatie tussen $t = 1{,}00$ s en $t = 1{,}50$ s.

Opgave 5 Walkman

Bij het afspelen van een cassette in een walkman is de snelheid waarmee de band de weergavekop passeert constant.
In figuur 10 zie je de walkman bij het begin van het afspelen.

figuur 10



Arjen wil weten hoe snel de band langs de weergavekop gaat.
Hij meet de diameter van de volle rol bij het begin van het afspelen.
Deze blijkt 4,8 cm te zijn.
Hij zet de walkman aan en meet de tijd waarin de volle rol precies 10 rondjes maakt.
Dat blijkt 35,3 seconden te zijn.
De band is zo dun dat je de afname in diameter van de rol kunt verwaarlozen.

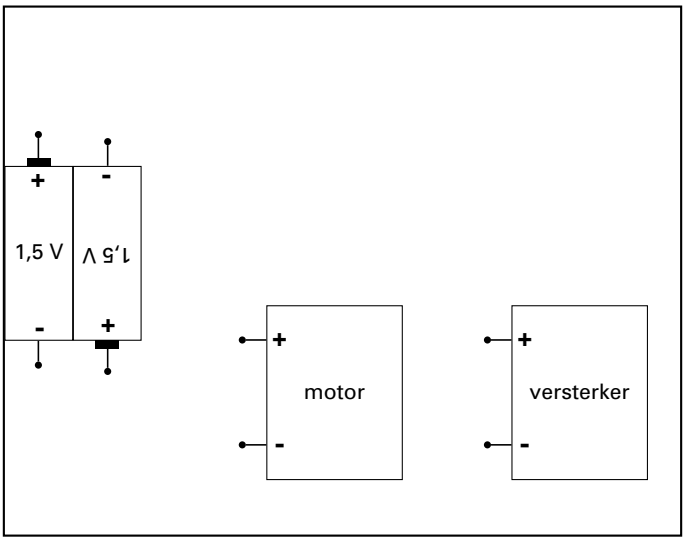
4p **21** ☐ Bereken, gebruikmakend van de metingen van Arjen, de bandsnelheid.

De snelheden waarmee de assen A en B draaien, passen zich voortdurend aan de constante snelheid van de geluidsband aan.

3p **22** ☐ Leg uit of het aantal omwentelingen per seconde van as B bij het begin van het afspelen kleiner is dan, groter is dan of gelijk is aan het aantal omwentelingen per seconde van as A.

In de walkman wordt de energie geleverd door twee batterijen van 1,5 V. Zie figuur 11.
Zowel de versterker als de motor werken op 3,0 V.

figuur 11



Figuur 11 staat ook op de bijlage.

3p **23** ☐ Teken in de figuur op de bijlage verbindingsdraden, zodat de versterker en de motor op de juiste manier op de batterijen zijn aangesloten.

De walkman heeft tijdens het afspelen een vermogen van 170 mW.

2p **24** □ Bereken de totale stroomsterkte die de batterijen van de walkman leveren tijdens het afspelen.

Arjen wil weten hoe het zit met de energie die de walkman verbruikt tijdens het afspelen en tijdens het spoelen. Hij meet hoe lang de walkman kan afspelen op twee nieuwe batterijen. Dat is 6 uur en 40 minuten. Hij doet twee nieuwe batterijen in de walkman en meet hoe lang de walkman daarmee kan spoelen. Dat blijkt 35 minuten te zijn.

4p **25** □ Bereken met behulp van de metingen van Arjen het vermogen dat de batterijen leveren tijdens het spoelen.

Einde