Examen HAVO

2014

tijdvak 1
donderdag 22 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 28 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 81 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Millenniumbrug

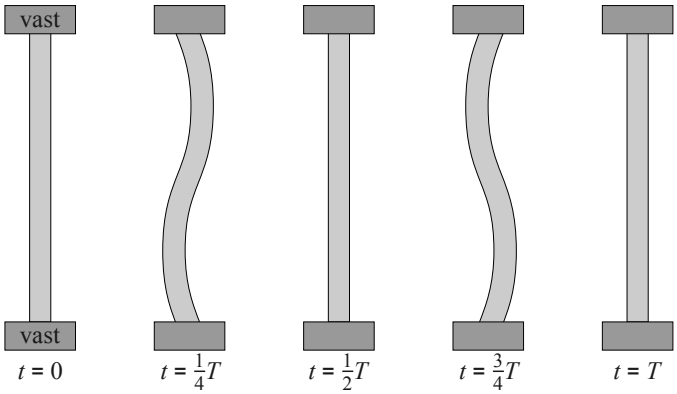
Op 10 juni 2000 werd in Londen de Millenniumbrug geopend.
Zie figuur 1.
Deze hangbrug werd al na drie dagen gesloten. Als er veel mensen op de brug liepen, begon het deel van de brug tussen de pijlers te trillen.
Eerst trilde de brug nog nauwelijks, maar doordat er steeds meer mensen in hetzelfde ritme over de brug gingen lopen als waarmee de brug trilde, werd het trillen van de brug steeds erger.

figuur 1

1p **1** Hoe heet dit natuurkundig verschijnsel?

Om problemen te voorkomen werd de brug gesloten. Technici deden daarna verschillende testen. Het lukte hen om het wegdek tussen de pijlers van de brug een horizontale staande golfbeweging te laten uitvoeren. Van deze staande golfbeweging is op vijf verschillende tijdstippen een bovenaanzicht getekend. Zie figuur 2.
De trillingstijd van deze golfbeweging is $0{,}90$ s.
De lengte van het deel van het wegdek dat trilt is 144 m. Figuur 2 is niet op schaal.

figuur 2

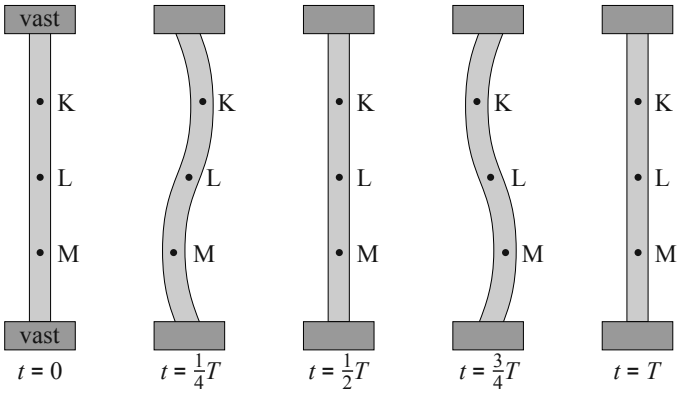


3p **2** Bereken de golfsnelheid in het wegdek.

natuurkundeuitgelegd.nl

Karen (K), Linda (L) en Maureen (M) stonden tijdens deze test op de brug. Zie figuur 3.
De beweging van Karen is in een (u,t)-diagram op de uitwerkbijlage weergegeven met de letter K.

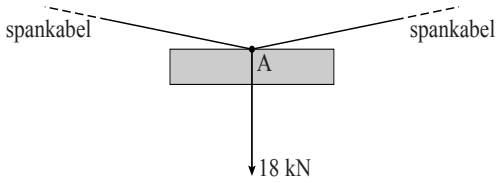
figuur 3



3p **3** Schets in het diagram op de uitwerkbijlage de uitwijking als functie van de tijd voor Linda (L) en voor Maureen (M). Geef duidelijk aan welke functie bij Linda hoort en welke bij Maureen.

In figuur 4 is een spankabel van de brug getekend waaraan een gedeelte van het wegdek hangt. In punt A van de spankabel werkt een kracht van $18\ \text{kN}$ verticaal omlaag. Figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 4



4p **4** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de spankracht in de spankabel.

Voor de trillingstijd T van een brug geldt: $T = k\sqrt{m}$; hierin is m de massa van het middendeel van de brug en is k een constante. Voor deze brug is de massa van het middendeel $288\ \text{ton}$.
De frequentie waarmee de brug trilt, kan worden verlaagd door extra massa aan het middendeel van de brug te bevestigen. Iemand stelde voor om zo de eigenfrequentie van de brug drie keer zo klein te maken.
De ingenieurs veegden dit voorstel echter direct van tafel.

3p **5** Bereken de extra massa (in ton) die nodig geweest zou zijn om de frequentie waarmee de brug kan trillen drie keer zo klein te maken.

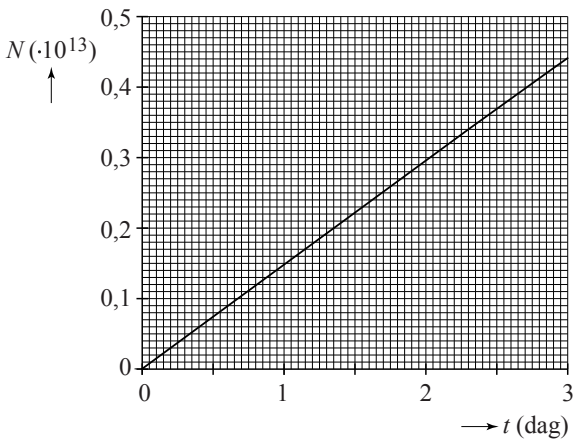
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Radiotherapie met jood-125

Kankergezwellen in de prostaat kunnen worden bestreden met radiotherapie. Er worden dan titanium staafjes zo groot als een rijstkorrel aangebracht rondom het gezwel. In deze staafjes zit een kleine hoeveelheid radioactief jood-125. Dit jood zendt gammastraling uit die de kankercellen doodt. Na ongeveer een jaar worden de staafjes weer verwijderd.

In figuur 1 is voor één staafje het aantal jood-125-kernen weergegeven dat vervallen is als functie van de tijd, voor de eerste drie dagen.
De gemiddelde activiteit van deze jood-125-kernen is 17 MBq.

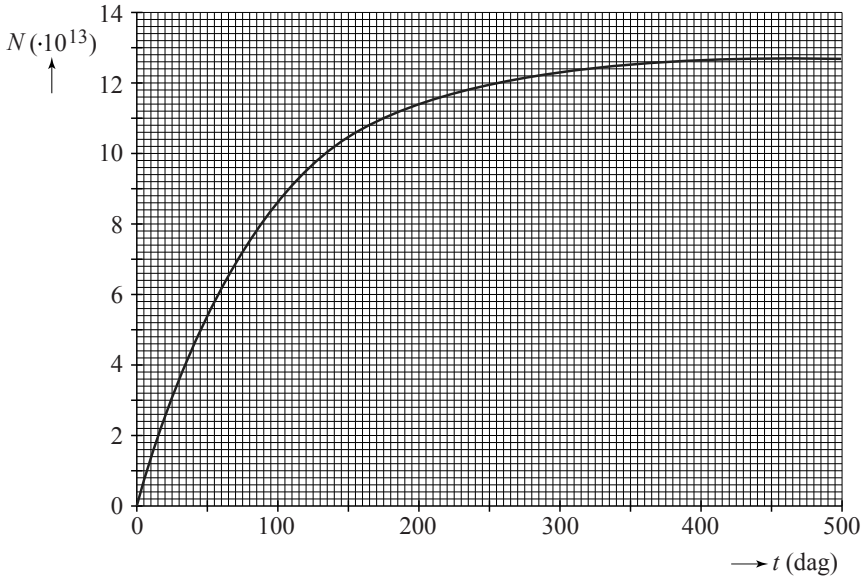
figuur 1



3p **6** Toon dit aan met behulp van figuur 1.

In figuur 2 is opnieuw het aantal jood-125-kernen dat vervallen is weergegeven, maar nu voor een langere periode.

figuur 2



Na honderd dagen loopt de grafiek minder steil dan in het begin.

2p **7** Leg uit waarom dat zo is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Na 500 dagen zijn vrijwel alle jood-125-kernen vervallen.

3p **8** Bepaal met behulp van figuur 2 de halveringstijd van jood-125.
Licht je antwoord toe.

4p **9** Bepaal met behulp van figuur 2 hoeveel microgram jood-125 een staafje aan het begin van de behandeling bevatte. Bereken hiervoor eerst de massa van een jood-125-atoom in kg.

Op $t = 0\ \mathrm{s}$ worden bij een patiënt 50 staafjes met radioactief jood-125, gelijkmatig verdeeld over de prostaat, aangebracht. Elke jood-125-kern die vervalt, zendt een gammafoton uit. De energie van zo'n uitgezonden gammafoton is (gemiddeld) $28\ \mathrm{keV}$. Van de uitgezonden straling wordt 30% in de prostaat geabsorbeerd. De massa van de prostaat is $40\ \mathrm{g}$.
De stralingsdosis is de geabsorbeerde energie in J per kg.

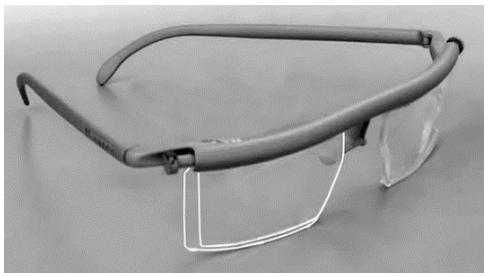
5p **10** Bepaal met behulp van figuur 2 de stralingsdosis in $\mathrm{J\,kg^{-1}}$ die de prostaat in het eerste jaar na plaatsing in totaal ontvangt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Universele bril

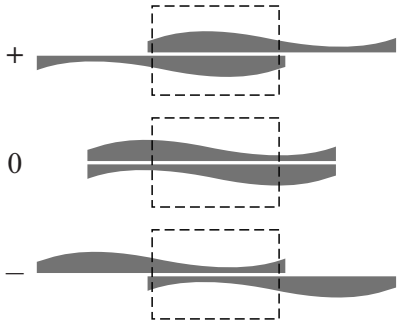
Lees onderstaand artikel.

AMSTERDAM - Het VU medisch centrum heeft een goedkope universele bril ontwikkeld waarmee miljoenen slechtzienden in de derde wereld kunnen worden geholpen. De gebruiker kan met schuifjes op het montuur de sterkte van de bril zelf instellen.



Een dergelijk brillenglas bestaat uit twee delen die zijdelings ten opzichte van elkaar te verschuiven zijn. In figuur 1 zijn drie standen van het brillenglas getekend; het oog kijkt door het gedeelte dat zich binnen de rechthoek bevindt.
In de bovenste stand is de lens bol.
Op de uitwerkbijlage is een stuk van deze bolle lens vergroot weergegeven.
In de figuur op de uitwerkbijlage is ook getekend hoe een lichtstraal die op de lens valt, gebroken wordt.

figuur 1



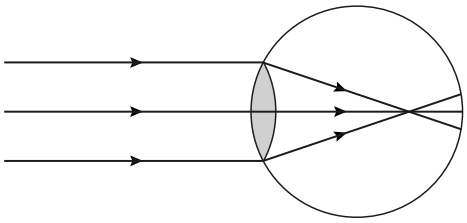
3p **11** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de brekingsindex van het materiaal van de lens.

In de middelste stand heeft het brillenglas geen lenswerking.

1p **12** Verklaar dat.

Bij mensen die bijziend zijn, worden voorwerpen die ver weg staan niet op het netvlies afgebeeld maar ervóór. Dit is schematisch weergegeven in figuur 2.

figuur 2

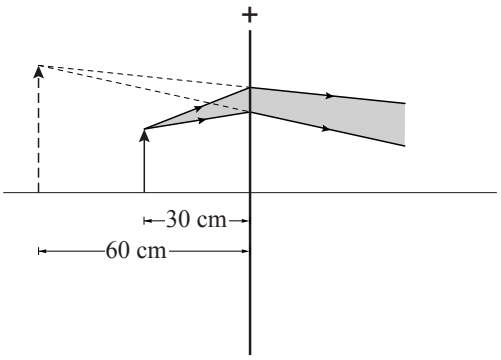


2p **13** Leg uit of deze mensen de bril in een + stand of in een – stand moeten zetten. Zie figuur 1.

natuurkundeuitgelegd.nl

Iemand heeft een leesbril nodig. Zonder bril zou hij een boek op 60 cm afstand moeten houden om de letters scherp te kunnen zien. Met bril houdt hij het boek op 30 cm afstand.
Hij kan de bril zo instellen dat het vergrote, virtuele beeld van de letters zich weer op 60 cm afstand bevindt.
In feite werkt de leesbril dus als een loep. Dit is schematisch weergegeven in figuur 3. Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 3



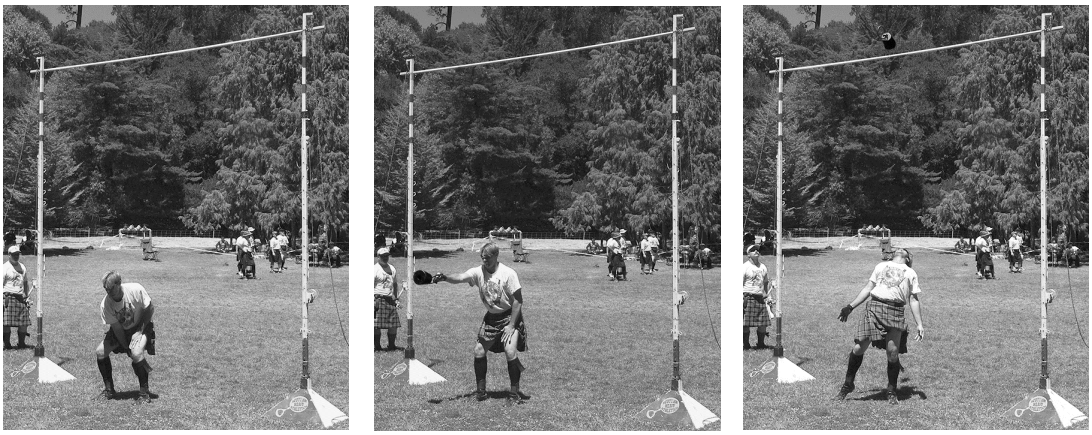
3p **14** Voer de volgende opdrachten uit:
- Construeer met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de plaats van een van de brandpunten van de lens.
- Bepaal daarna met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de brandpuntsafstand van de lens.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Highland Games

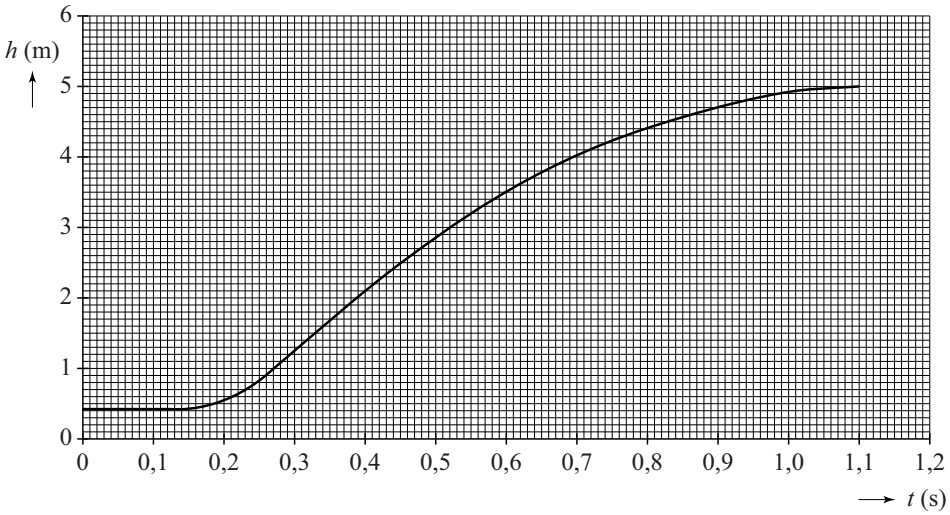
In deze opgave mogen alle vormen van wrijving worden verwaarloosd.

Op de foto's is te zien hoe een deelnemer aan de Schotse Highland Games met gestrekte arm een blok met een massa van $25\ \text{kg}$ over een lat gooit. Het blok beweegt na het loslaten (vrijwel) verticaal omhoog en omlaag.



Met behulp van videometen is de hoogte h van het blok gemeten ten opzichte van de grond, als functie van de tijd t. Het resultaat is weergegeven in figuur 1.

figuur 1



Op $t = 0{,}35\ \text{s}$ laat de deelnemer het blok los. Op dat moment is de kinetische energie van het blok maximaal.

2p **15** Leg uit hoe je dit aan de (h,t)-grafiek kunt zien.

natuurkundeuitgelegd.nl

3p **16** Toon met behulp van de wet van behoud van energie aan dat de maximale kinetische energie gelijk is aan $0{,}81\ \text{kJ}$. Bepaal hiervoor eerst de maximale waarde van de zwaarte-energie E_z.

Voor de mechanische energie geldt: $E_{mech} = E_{kin} + E_z$.

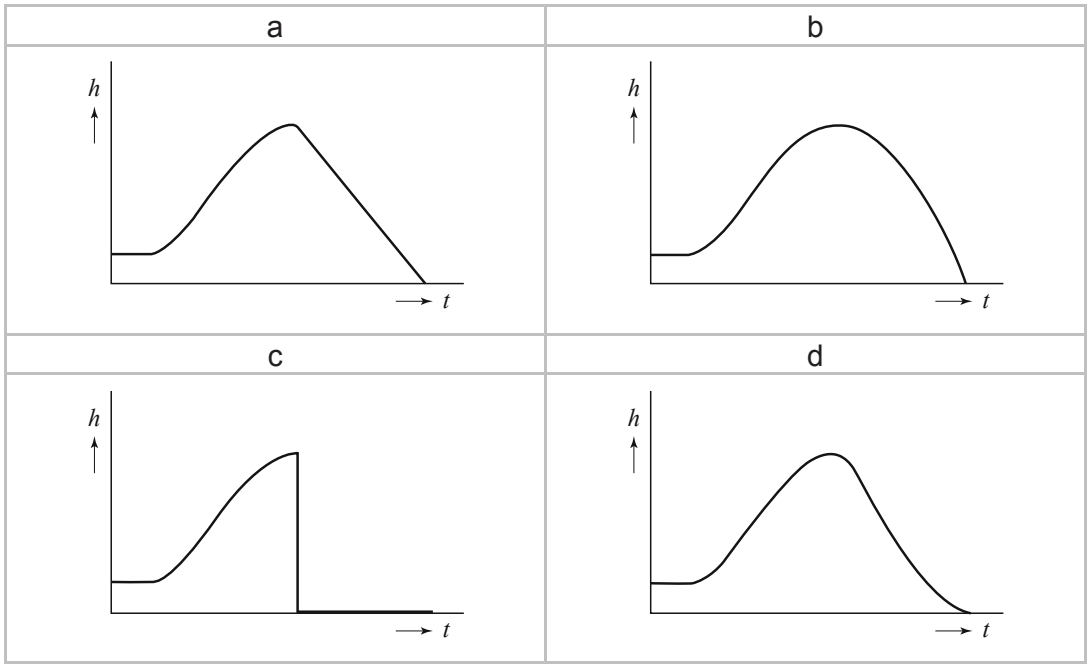
3p **17** Bepaal het (gemiddelde) mechanische vermogen dat de deelnemer levert tussen $t = 0{,}15\ \text{s}$ en $t = 0{,}35\ \text{s}$.

Op de uitwerkbijlage staat een tabel waarin drie tijdstippen zijn gegeven waarop de snelheid van het blok nul is.

3p **18** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage voor elk gegeven tijdstip aan, welke kracht (of krachten) er op het blok werkt (of werken). Als je denkt dat er geen kracht op het blok werkt, schrijf dan op: geen kracht.

Vanaf $t = 1{,}1\ \text{s}$ valt het blok vanuit het hoogste punt recht omlaag.
In figuur 2 zijn van de volledige beweging van het blok vier mogelijke (h,t)-grafieken (a, b, c, d) geschetst.

figuur 2



2p **19** In welke grafiek wordt de volledige beweging van het blok juist weergegeven?

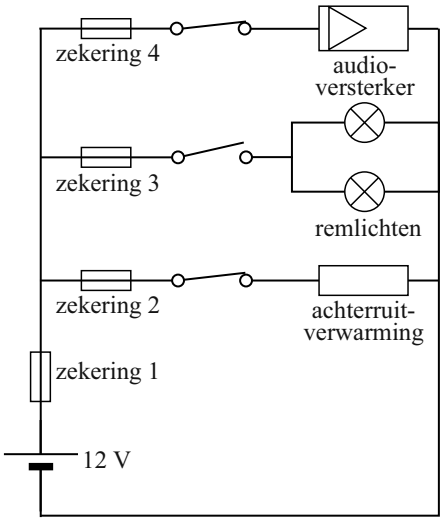
4p **20** Teken op de uitwerkbijlage de (v,t)-grafiek van het blok vanaf $t = 1{,}1\ \text{s}$ tot het tijdstip waarop het blok de grond raakt. Licht je antwoord toe met behulp van een berekening.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Zekeringen in een auto

Op een koude winterdag heeft een automobilist de achterruitverwarming en de audioversterker in zijn auto aangezet.
In figuur 1 is een deel van de elektrische installatie van de auto schematisch weergegeven.
Als de bestuurder op de rem trapt, sluit de schakelaar achter zekering 3 en gaan beide remlichten branden.
De remlichten hebben ieder een vermogen van $21\ \mathrm{W}$. De accu levert een constante spanning van $12\ \mathrm{V}$.

figuur 1



3p **21** Bereken de stroomsterkte die dan door zekering 3 loopt.

Als de bestuurder niet meer remt, gaat de schakelaar achter zekering 3 weer open.

2p **22** Beantwoord de volgende vragen:
- Is de stroomsterkte door zekering 2 nu kleiner geworden, gelijk gebleven of groter geworden?
- Is de stroomsterkte door zekering 1 nu kleiner geworden, gelijk gebleven of groter geworden?

De weerstand van de achterruitverwarming is $0{,}900\ \Omega$, de weerstand van de draden tussen de accu en de achterruitverwarming is $0{,}022\ \Omega$.
De achterruitverwarming staat aan.

4p **23** Bereken het elektrische vermogen van de achterruitverwarming.

De eigenaar van de auto besluit een nieuwe audioversterker met een vermogen van $420\ \mathrm{W}$ aan te sluiten. Hij vervangt hiervoor zekering 4 van $20\ \mathrm{A}$ door een zekering van $40\ \mathrm{A}$.
In de handleiding van de audioversterker staat een opmerking dat nu ook andere, dikkere, aansluitdraden naar de accu getrokken moeten worden.

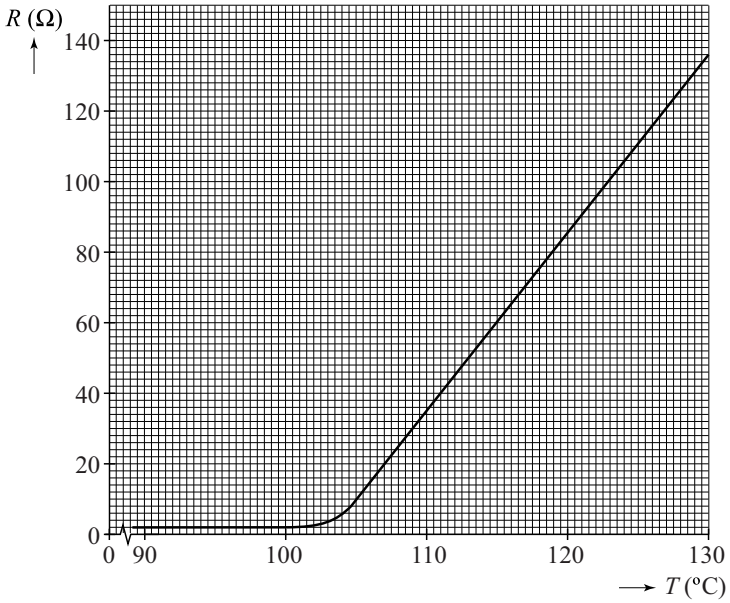
4p **24** Leg uit dat:
- de grootte van de nieuwe zekering van $40\ \mathrm{A}$ goed gekozen is;
- de opmerking in de handleiding over brandveiligheid gaat.

natuurkundeuitgelegd.nl

Soms worden, in plaats van smeltzekeringen PPTC-weerstanden (Polymeer Positieve Temperatuur Coëfficiënt) als zekering gebruikt. Zie figuur 2.
In figuur 3 is de weerstand R van zo'n PPTC-weerstand gegeven als functie van de temperatuur T.

figuur 2

figuur 3



In de schakeling van figuur 1 wordt zekering 1 vervangen door een PPTC-weerstand waarvan de weerstand verandert zoals in figuur 3 is weergegeven.
Op een bepaald moment vindt er kortsluiting plaats in beide remlichten.
De weerstand van de remlichten is dan gelijk aan nul.
Zolang de kortsluiting niet verholpen wordt, is de temperatuur van de PPTC-weerstand minstens 120 °C.

4p **25** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal de stroomsterkte door de PPTC-weerstand bij 120 °C tijdens een kortsluiting.
- Leg uit dat de PPTC-weerstand bij kortsluiting in de remlichten voorkomt dat er gedurende lange tijd een grote stroomsterkte door de kabels loopt.

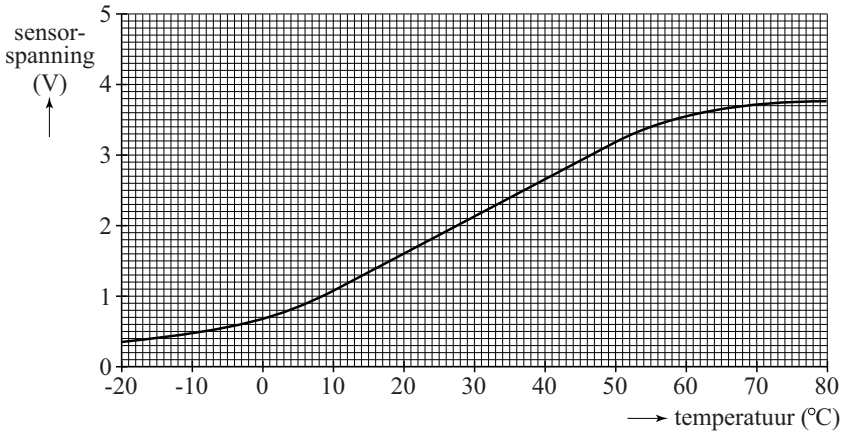
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Temperatuursensor

Hans wil een temperatuurregeling ontwerpen voor de broedstoof die bij biologie gebruikt wordt om experimenten te doen. De temperatuur in de broedstoof moet constant 38 °C zijn. In figuur 1 is de ijkgrafiek weergegeven van de temperatuursensor die hij gebruikt.

figuur 1



1p **26** Bepaal met behulp van figuur 1 het bereik van de sensor in het lineaire gebied.

3p **27** Bepaal met behulp van figuur 1 de gevoeligheid van de sensor bij een temperatuur van 38 °C.

Voor het verwarmen van de broedstoof gebruikt Hans een infraroodlamp. In figuur 2 zijn de ingang en de uitgang van zijn ontwerp getekend.

figuur 2

Het signaal bij C moet hoog zijn als de temperatuur in de broedstoof lager is dan 38 °C. Het signaal bij C moet laag zijn als de temperatuur in de broedstoof hoger is dan 38 °C.
Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **28** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage de verwerkers, instellingen en verbindingen aan die nodig zijn voor deze temperatuurregeling.

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl