nah1002dfex.qxd 7-02-00 9:30 Pagina 1

Natuurkunde 1

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**00**

Tijdvak 2
Woensdag 21 juni
13.30 – 16.30 uur

Dit examen bestaat uit 27 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 20, 21, 24 en 26 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, worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

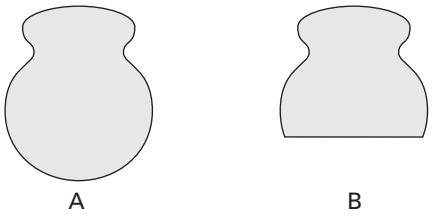
Opgave 1 Slijtage bovenleiding

Tegenwoordig is in Nederland 5200 km van het spoor geëlektrificeerd. De elektrische treinen die over dat spoor rijden, krijgen hun stroom via de zogenaamde bovenleiding. Deze bovenleiding bestaat uit twee koperen draden naast elkaar. Zie figuur 1.

figuur 1

Tijdens het rijden schuurt de stroomafnemer die aan de trein vastzit langs de twee koperdraden. Daardoor slijten de draden af. In figuur 2 zijn de doorsneden van een nieuwe draad A en een afgesleten draad B getekend. De doorsnede van draad A heeft een oppervlakte van 98,8 mm^2 en die van draad B 78,7 mm^2. Stel dat de hele bovenleiding van Nederland bestaat uit twee parallelle draden van het type A en na verloop van tijd (ongeveer 25 jaar) is afgesleten tot draden van het type B.
De massa van 1,0 m^3 koper is 8,96·10^3 kg.

figuur 2



4p **1** ☐ Bereken de massa van het koper dat op deze manier van de bovenleiding is afgesleten.

4p **2** ☐ Bereken de weerstand van 1,0 km van zo'n afgesleten bovenleiding, bestaande uit twee parallelle draden van het type B.

Ten gevolge van de elektrische stroom wordt in elke meter bovenleidingdraad een bepaalde hoeveelheid warmte per seconde ontwikkeld.

3p **3** ☐ Leg uit of, bij een zelfde stroomsterkte, in één meter draad van het type B meer of minder warmte per seconde wordt ontwikkeld dan in één meter draad van het type A.

natuurkundeuitgelegd.nl

nah1002dfex.qxd 7-02-00 9:30 Pagina 3

Opgave 2 Energie in de ruimte

Lees het onderstaande artikel.

artikel

Energie uit radioactiviteit

Opmerkelijk hoe weinig verontwaardigd er begin deze week is gereageerd op het terugstorten van de Russische ruimtesonde Mars-96 waarbij vier kleine capsules met plutonium-238 in zee vielen: in totaal 270 gram van een isotoop die gerekend wordt tot de gevaarlijkste elementen op aarde.

Veruit de meeste satellieten en ruimtesondes gebruiken zonnepanelen als elektriciteitsbron, maar er is een aantal situaties waarin toepassing van zonnepanelen bezwaarlijk is. Bijvoorbeeld als heel veel elektrisch vermogen nodig is. Maar ook als een satelliet zo laag rond de aarde vliegt dat zonnepanelen teveel wrijvingsweerstand van de dampkring zouden ondervinden. Een derde situatie doet zich voor als een satelliet zo ver van de zon verwijderd is dat er te weinig zonlicht is.

In de oertijd van de ruimtevaart werden wel gewone batterijen meegegeven als energiebron. Maar het was al vroeg duidelijk dat nucleaire energiebronnen een heel gunstige energie-massa verhouding hebben. Al in de jaren vijftig begon de ontwikkeling van radioactieve energiebronnen en het heeft uiteindelijk twee verschillende concepten opgeleverd. Voor beperkte vermogens zijn er nu de 'plutoniumbatterijen' die gewoonlijk met de term *'radio-isotope thermo-electric generators'* (RTG's) worden aangeduid. Voor hogere vermogens worden geminiaturiseerde kernreactoren gebruikt.
RTG's zijn er in vermogensgrootten van enige watts tot enige honderden watts. Ze maken gebruik van de hitte die bij het spontane verval van de isotoop plutonium-238 vrijkomt.

naar: NRC Handelsblad, 23 november 1996

Een ruimtesonde die terugstort naar de aarde wordt bij het binnenkomen van de dampkring sterk afgeremd en verbrandt daarbij voor een groot deel.

2p **4** □ Noem de energieomzettingen die plaatsvinden als een ruimtesonde de dampkring binnenkomt.

In het artikel wordt gesproken over de gunstige energie-massa verhouding van nucleaire energiebronnen aan boord van een ruimtesonde. Hiermee wordt bedoeld dat er veel energie geleverd wordt door een energiebron met een kleine massa.

2p **5** □ Leg uit waarom in de ruimtevaart een gunstige energie-massa verhouding belangrijk is.

Het in het artikel genoemde plutonium kan in totaal $6{,}1 \cdot 10^{11}$ J aan energie produceren. De RTG's aan boord van de sonde zetten deze energie om in elektrische energie. Neem aan dat het rendement van deze energieomzetting 6,8% is en dat het elektrisch vermogen van de RTG's constant 20 W is.

4p **6** □ Bereken hoeveel jaar deze RTG's dan elektrische energie zouden kunnen leveren.

De apparatuur van een waarnemingssatelliet, die een groot aantal jaren buiten de dampkring om de aarde zal draaien, moet van energie worden voorzien. Er moet een keuze worden gemaakt tussen een energievoorziening met zonnepanelen en een energievoorziening met RTG's. Er wordt gekozen voor zonnepanelen.

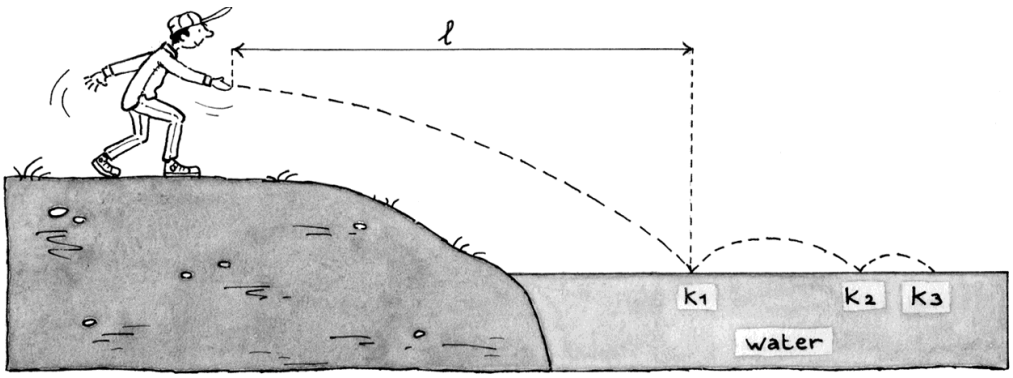
2p **7** □ Noem twee argumenten die deze keuze ondersteunen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Keitje ketsen

Keitje ketsen is een spelletje waarbij je een steentje zodanig over het water gooit dat het een paar maal op het wateroppervlak stuitert (ketst) voordat het zinkt. Ketsen lukt het best met een plat steentje.
Jan gooit een steentje dat ketst. Zie figuur 3. In deze figuur is de baan van het steentje met een streepjeslijn aangegeven; de figuur is niet op schaal. K_1, K_2 en K_3 zijn de plaatsen waar het steentje in contact is met het water.

figuur 3

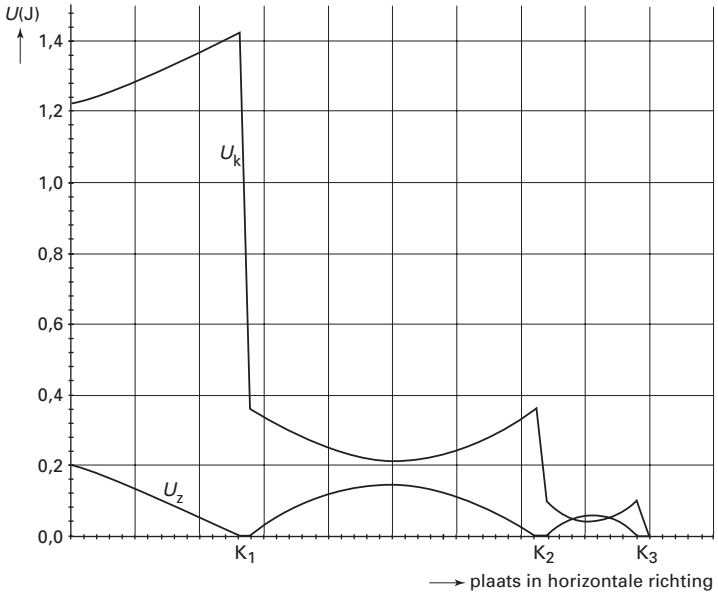


Het steentje dat Jan gooit, heeft een massa van 32 gram. Het verlaat zijn hand in horizontale richting met een snelheid van 8,2 m/s. Het vertrekpunt van het steentje ligt op 1,09 m boven het wateroppervlak. De luchtwrijving is te verwaarlozen.

4p **8** □ Bereken de horizontale afstand ℓ.

Nadat het steentje het water voor het eerst raakte, stuiterde het een paar keer op het water. In figuur 4 zijn de kinetische energie E_k en de zwaarte-energie E_z van het steentje uitgezet als functie van de plaats in horizontale richting.

figuur 4



natuurkundeuitgelegd.nl

Figuur 4 heeft alleen betrekking op het deel van de baan dat boven het water ligt; het eerste deel van de beweging is er niet in weergegeven.

2p **9** □ Bepaal hoeveel energie het steentje verliest bij de eerste 'botsing' met het water.

De luchtwrijving heeft geen merkbare invloed op de beweging van het steentje.

2p **10** □ Leg uit hoe dat uit figuur 4 blijkt.

3p **11** □ Bepaal de snelheid waarmee het steentje voor de tweede keer het water raakte.

3p **12** □ Bepaal de maximale hoogte van het steentje boven het wateroppervlak tussen K_1 en K_2.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Afwasmachine

Anneke wil een nieuwe afwasmachine kopen en raadpleegt daarvoor een artikel in een consumentenblad. Dat bevat een tabel met de uitkomsten van een vergelijkend onderzoek. Zie tabel 1.

tabel 1

Merk & Type	Prijs ca.	Afmetingen hxbxd	Inhoud zoutvat	Afwastemperatuur	Tijdsduur	Waterverbruik	Energieverbruik
	ƒ	cm	kg	°C	u:min.	liter	kWh
BAUKNECHT GSI 4743	1650	83x60x59	2,3	50	1:22	18	1,3
MIELE 665 SC-I	2100	82x60x59	1,5	55	1:15	23	1,3
NEFF S 5456 XO	2100	81x60x55	1,5	55	1:32	16	1,3
AEG FAVORIT 8080 I	2400	82x60x58	1,1	50	1:26	16	1,2
ZANUSSI IT-416	1400	82x60x56	1,6	65	1:08	24	1,4
ATAG VA 220 M SU	2100	82x60x57	1,4	55	1:27	20	1,3
IDEM, MET HALVE LADING				55	1:20	17	1,0
SIEMENS SL 68590	2200	86x60x55	1,5	55	1:31	16	1,4
IDEM, MET HALVE LADING				55	1:26	12	1,1
WHIRLPOOL ADG 934	1600	82x60x60	2,3	50	1:22	22	1,4
PELGRIM GVW 710 W	1350	83x60x60	2	60	1:17	34	1,6

Met de kennis uit de tabel gaat ze naar een winkel. Een verkoper vertelt haar dat het bedrag dat je per jaar aan energie betaalt voor het afwassen met een afwasmachine bij normaal gebruik beneden de 100 gulden ligt. Neem aan dat je eenmaal per twee dagen afwast en dat 1 kWh 31 cent kost.

3p **13** □ Ga met behulp van de tabel na of de bewering van de verkoper juist of onjuist is. Licht je antwoord toe met een berekening.

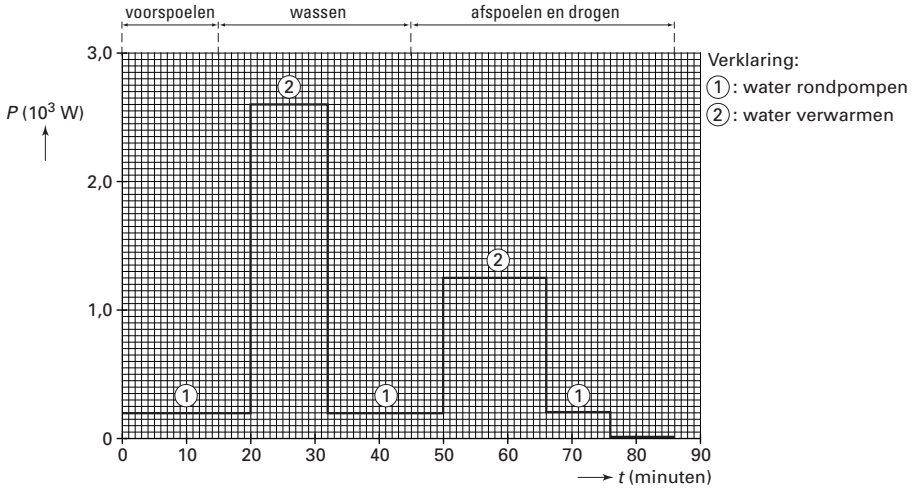
Anneke kijkt in de tabel naar de AEG FAVORIT 8080 I.
Zij combineert de gegevens van de kolommen afwastemperatuur, waterverbruik en energieverbruik. Zij komt tot de conclusie dat niet alle elektrische energie gebruikt wordt om het water tot de afwastemperatuur te verwarmen. Ze gaat ervan uit dat de afwasmachine kraanwater verwarmt dat aanvankelijk een temperatuur heeft van 10 ºC.

5p **14** □ Controleer met een berekening of Anneke gelijk heeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

Anneke gaat onderzoeken hoe het precies zit met het energieverbruik van de AEG FAVORIT 8080 I.
Tijdens een afwasbeurt meet ze met een vermogensmeter het vermogen van het apparaat als functie van de tijd. Zie de grafiek van figuur 5. De netspanning is 230 V.

figuur 5



3p **15** □ Bepaal de grootte van de stroomsterkte tijdens het verwarmen van het water bij het wassen.

3p **16** □ Bepaal met behulp van de grafiek welk van de drie onderdelen, 'voorspoelen', 'wassen' of 'afspoelen en drogen' de meeste energie kost.

Anneke wil het afwassen met een afwasmachine vergelijken met het afwassen met de hand.
Als onderzoeksvraag stelt zij:
„Bij welke manier van afwassen wordt de minste energie verbruikt, bij het afwassen met een afwasmachine of bij het afwassen met de hand?"
Zij gaat door metingen de energie bepalen die bij het afwassen met de hand verbruikt wordt. Vervolgens vergelijkt zij dit met de energie die de vaatwasmachine volgens het consumentenblad verbruikt. Bij haar onderzoek laat zij de arbeid die ze zelf met haar handen verricht buiten beschouwing.

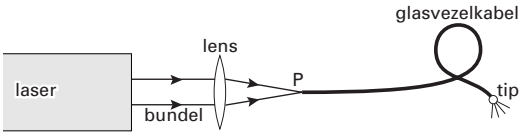
3p **17** □ Beschrijf wat zij moet meten om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

natuurkundeuitgelegd.nl

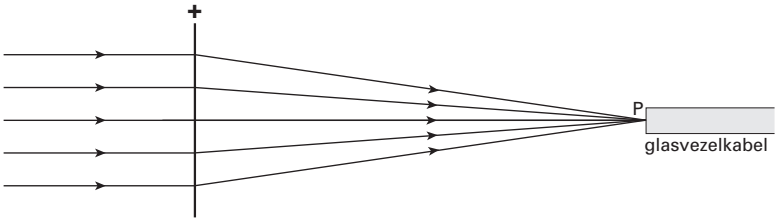
Opgave 5 Lasers in de gezondheidszorg

Lasers worden onder andere gebruikt als operatiemes. Het laserlicht moet dan van de laser naar de huid van de patiënt worden geleid. Daarvoor gebruikt men de opstelling van figuur 6. De evenwijdige bundel laserlicht brengt men met behulp van een positieve lens in het punt P samen. Zie ook figuur 7. P ligt midden op een glasvezelkabel die ervoor zorgt dat het licht naar de zogenaamde tip wordt geleid. Deze tip plaatst men vlakbij de huid van de patiënt.

figuur 6



figuur 7

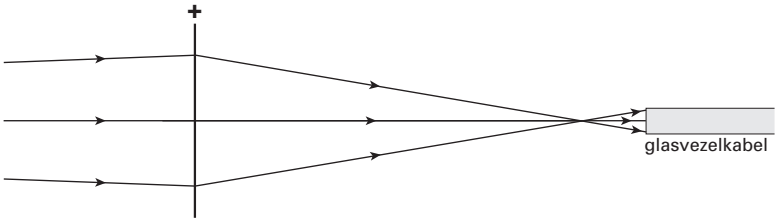


Figuur 7 is op schaal getekend. De diameter van de glasvezelkabel is in werkelijkheid 0,70 mm.

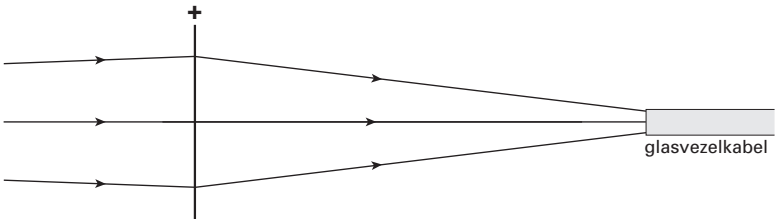
4p **18** □ Bepaal met behulp van figuur 7 de brandpuntsafstand van de lens.

Als de laserbundel niet precies evenwijdig is maar een beetje divergent, dan komt de bundel niet meer in punt P samen maar ontstaat er een lichtvlek op de glasvezel. In één van de figuren 8A en 8B is het verloop van de bundel juist weergegeven.

figuur 8A



figuur 8B

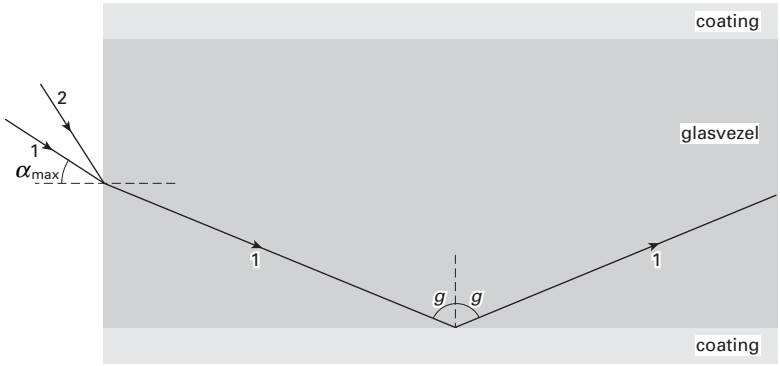


2p **19** □ Leg uit welke van de twee figuren (8A of 8B) het verloop van de bundel juist weergeeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 9 is te zien hoe het laserlicht de glasvezel ingaat. Lichtstraal 1 die onder een hoek α_{max} binnenvalt, wordt gebroken op het grensvlak tussen lucht en het materiaal van de glasvezel. Vervolgens kaatst deze lichtstraal terug tegen de coating die zich rondom de glasvezel bevindt. Om zoveel mogelijk licht aan het uiteinde van de glasvezel te krijgen moet de terugkaatsing aan het grensvlak van glasvezel en coating volledig zijn.
De hoek α_{max} waaronder een lichtstraal op de glasvezel mag vallen, wordt ook wel de acceptatiehoek genoemd. Als een lichtstraal onder deze hoek op de glasvezel valt, is binnen de glasvezel de hoek van inval (en terugkaatsing) bij de coating precies gelijk aan de grenshoek g.

figuur 9

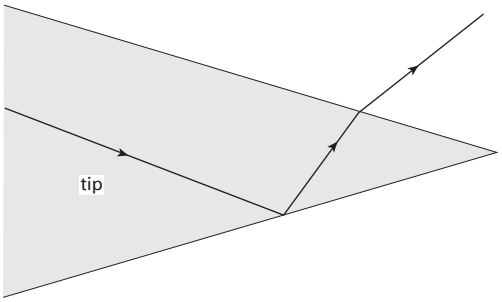


Figuur 9 is op de bijlage vergroot weergegeven.
In de figuur is ook een tweede lichtstraal (2) getekend.

3p **20** □ Schets, zonder berekening, in de figuur op de bijlage hoe die lichtstraal 2 gebroken wordt en leg met behulp van de tekening uit of die lichtstraal vervolgens bij de coating wel of niet volledig wordt teruggekaatst.

Aan het einde van de glasvezelkabel zit de tip die van een ander materiaal is gemaakt dan de glasvezel. De tip kan bolvormig zijn zoals in figuur 6 maar ook spits zoals in figuur 10. In figuur 10 is te zien hoe een lichtstraal de tip verlaat.

figuur 10



Figuur 10 is vergroot op de bijlage weergegeven.

3p **21** □ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de brekingsindex van het materiaal van de tip. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Als men de tip bij de huid van de patiënt houdt, zal de huid op die plek sterk verhit worden. De tip kan zo gebruikt worden om in de huid van de patiënt te snijden.
De lichtbundel die uit de tip komt, heeft een vermogen van 48 W.
Men richt de bundel op de huid. Het stukje huid dat dit laserlicht absorbeert, heeft een massa van 0,80 gram. De soortelijke warmte van huid is $3{,}7 \cdot 10^3$ $Jkg^{-1}K^{-1}$. Neem aan dat al het laserlicht door dit stukje huid wordt geabsorbeerd.

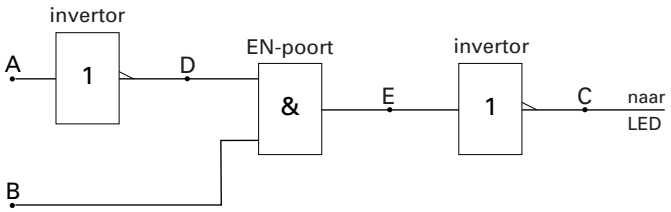
3p **22** □ Bereken de temperatuurstijging van dit stukje huid in één seconde.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Knipperlicht

Karel heeft elektrische modeltreinen als hobby. Hij wil met behulp van zijn kennis van de fysische informatica een automatisch knipperlicht ontwerpen bij een spoorwegovergang. Het knipperlicht moet knipperen als er geen trein nadert en constant branden als er wel een trein aankomt.
Hij vindt in een elektronicablad een bouwtekening die als onderdeel van een knipperlichtinstallatie gebruikt kan worden. De bouwtekening staat in figuur 11.

figuur 11



In het blad staat bij de bouwtekening een tabel die laat zien hoe de waarde van het signaal van de uitgang C afhangt van de waarde van de signalen op de ingangen A en B. Deze is weergegeven als tabel 2.

tabel 2

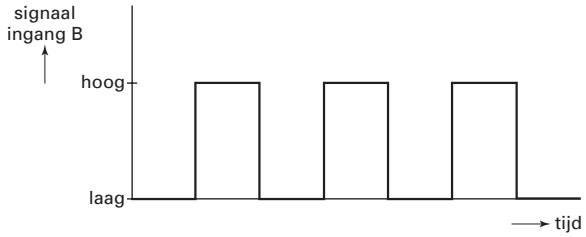
situatie	signaal in A	signaal in B	signaal in C
I	laag	laag	hoog
II	laag	hoog	laag
III	hoog	laag	hoog
IV	hoog	hoog	hoog

Karel controleert situatie IV.

3p **23** □ Toon voor situatie IV aan dat de signaalwaarde van C in de tabel correct is weergegeven.

Karel zet de schakeling van figuur 11 in elkaar. Vervolgens sluit hij een pulsgenerator aan op ingang B van figuur 11. In figuur 12 staat het signaal op ingang B als functie van de tijd.

figuur 12



Ingang A is nog niet aangesloten en blijft laag.
Figuur 12 staat ook op de bijlage.

2p **24** □ Teken in het onderste deel van de figuur op de bijlage het signaal van uitgang C.

Onder de rails is, vlak voor de spoorwegovergang, een drukschakelaar geplaatst.
De schakelaar geeft een laag signaal door als er geen trein in de buurt is en een constant hoog signaal gedurende de tijd dat er een trein over de rails boven de schakelaar rijdt.
Het signaal dat de schakelaar doorgeeft, wordt toegevoerd aan ingang A van figuur 11.
De schakeling zou nu naar verwachting moeten werken: de LED knippert als er geen trein is en brandt constant als er wel een trein is.

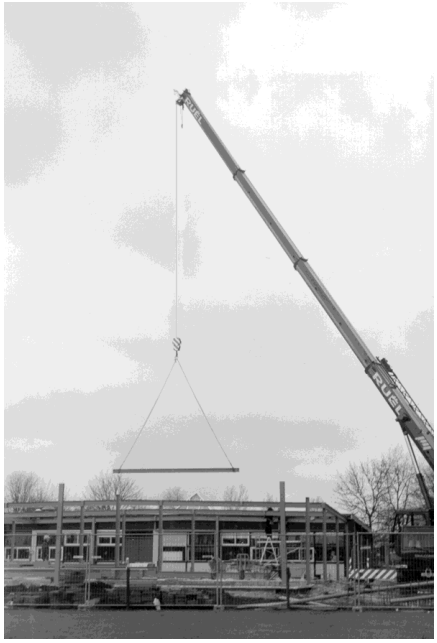
4p **25** □ Leg uit dat de schakeling inderdaad naar verwachting werkt. Gebruik daarbij tabel 2.

natuurkundeuitgelegd.nl

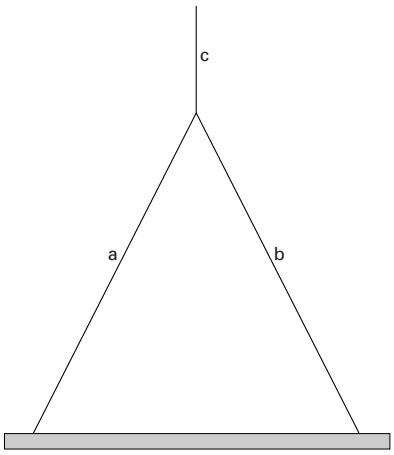
Opgave 7 Bouwkraan

Op de foto van figuur 13 is te zien hoe een stalen balk door een bouwkraan is opgehesen.
De balk heeft een massa van 306 kg.
Een deel van de foto is vereenvoudigd weergegeven in figuur 14.
De kabels zijn symmetrisch aan de balk vastgemaakt. Dat betekent dat de spankrachten in de kabels a en b aan elkaar gelijk zijn. Kabel c loopt verticaal.
Ga ervan uit dat de balk in de weergegeven situatie stil hangt.

figuur 13



figuur 14



Figuur 14 is op de bijlage vergroot weergegeven. In die figuur is ook de vector $\vec{F}_z$ van de zwaartekracht die op de balk werkt, getekend.

5p **26** ☐ Bepaal met behulp van een constructie in de figuur op de bijlage de grootte van de spankracht in kabel a, uitgedrukt in newton.

Vervolgens wordt de balk met een constante snelheid van 0,18 m/s verticaal omhoog gehesen. Verwaarloos de massa van de kabels en wrijvingskrachten.

3p **27** ☐ Bereken het vermogen dat de motor van de hijskraan hiervoor moet leveren.

Einde

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