nahos011dfex.qxd 5-12-00 15:45 Pagina 1

Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**01**

Tijdvak 1
Maandag 21 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 86 punten te behalen; het examen bestaat uit 26 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 1, 19 en 24 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

nahos011dfex.qxd 5-12-00 15:45 Pagina 2

Opgave 1 Rolweerstand

Onderstaand artikel gaat over de rolweerstand die auto's ondervinden. Lees eerst dit artikel.

artikel

Rolweerstand

Het stemt tot grote tevredenheid dat tegenwoordig niet meer alleen over de luchtweerstand van auto's gesproken wordt.
Het is vreemd dat de rolweerstand van de personenauto nooit dezelfde aandacht heeft gekregen als de luchtweerstand. De rolweerstand is namelijk voor stadsverkeer van dezelfde orde van grootte als de luchtweerstand.
De rolweerstand wordt veroorzaakt door het indrukken van de band op de plaats waar hij de weg raakt. De bandenspanning en de structuur van het wegoppervlak zijn er dus op van invloed, de snelheid van de auto nagenoeg niet. In het algemeen is de rolweerstand recht evenredig met het gewicht van de auto; in formulevorm wordt voor deze kracht daarom wel geschreven: $F_{rol} = c_{rol}mg$.
Hierin is c_{rol} de zogenaamde rolwrijvingscoëfficiënt. In het geval van een auto heeft c_{rol} een gemiddelde waarde van 0,012. Voor een trein (staal-op-staal-contact) is dat 10 maal zo klein: 0,0012.
De autofabrikant die een auto met een lage rolweerstand wil leveren, moet dus een licht autootje op de markt brengen. Een laag gewicht, dus een geringe massa, is in stadsverkeer sowieso aantrekkelijk omdat er zo vaak geremd en opnieuw versneld moet worden.

naar: NRC Handelsblad

Met behulp van de formule en gegevens uit het artikel kan een grafiek gemaakt worden die het verband weergeeft tussen de rolweerstand en de massa van een auto.
Op de bijlage staat een assenstelsel waarop verticaal de rolweerstand (in N) en horizontaal de massa (in kg) is aangegeven. Op de verticale as is nog geen schaalverdeling aangebracht.

5p **1** □ Breng in de figuur op de bijlage op de verticale as een passende schaalverdeling aan en teken de grafiek van de rolweerstand van een auto als functie van zijn massa. Gebruik hierbij de in het artikel genoemde gemiddelde rolwrijvingscoëfficiënt.

In de formule voor de rolweerstand komt de rolwrijvingscoëfficiënt c_{rol} voor.

2p **2** □ Toon met behulp van de formule aan dat de rolwrijvingscoëfficiënt c_{rol} geen eenheid heeft.

3p **3** □ Leg uit dat een auto met harde banden minder benzine verbruikt dan dezelfde auto met zachte banden.

Uit het artikel blijkt dat de massa van een auto om twee redenen klein moet zijn als men een energiezuinige auto wil maken.

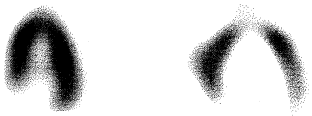
2p **4** □ Citeer een zin uit het artikel waarin de ene reden wordt genoemd en citeer een zin uit het artikel waarin de andere reden wordt genoemd.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Hartfoto's

Tegenwoordig maakt men hartfoto's met een zogenaamde gammacamera. Een gammacamera heeft een film die gevoelig is voor γ-straling. Enige tijd voordat de foto gemaakt wordt, spuit men bij de patiënt een oplossing van kaliumchloride in. Een deel van het kalium bestaat uit de isotoop K-43 dat als tracer dienst doet. Kalium, dus ook K-43, wordt beter opgenomen door goed werkende hartspieren dan door slecht werkende hartspieren.
In figuur 1 is links een opname te zien van een goed werkende hartspier en rechts een opname van een slecht werkende hartspier.

figuur 1



In tabel 1 staan gegevens van twee isotopen, kalium-43 en thallium-201.

tabel 1

Isotoop	Soort straling en energie		Halveringstijd (uur)
K-43	β^- (830 keV)	γ (619 keV)	22
Tl-201	–	γ (135 keV)	72

Naast γ-straling wordt door de isotoop K-43 ook β-straling uitgezonden.

3p **5** □ Geef de vergelijking van dit β-verval.

De uitgezonden β-straling zorgt voor een extra stralingsbelasting van het hart. We nemen aan dat van deze straling 80% door het hart wordt geabsorbeerd. We gaan er verder van uit dat gedurende twee uur de gemiddelde activiteit van het ingespoten kalium 1,2 MBq is. De massa van het hart bedraagt 280 g. De stralingsdosis is de energie die door één kg bestraalde massa wordt geabsorbeerd.

5p **6** □ Bereken de stralingsdosis die het hart in deze periode van twee uur ontvangt ten gevolge van de β-straling.

In een periode van 66 uur na het inspuiten is een bepaald percentage van het isotoop K-43 vervallen.

3p **7** □ Bereken dit percentage.

Voor hartonderzoek gebruikt men tegenwoordig de isotoop Tl-201. Zie tabel 1.
Tl-201 wordt even goed door het hart opgenomen als K-43.

4p **8** □ Noem één voordeel en één nadeel van het gebruik van de Tl-isotoop ten opzichte van de K-isotoop. Geef zowel bij het voordeel als bij het nadeel een toelichting.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Ontdooitransformator

In de winter kan bij strenge vorst het water in de waterleidingen bevriezen. We zeggen dan dat 'de waterleiding bevroren is'. Om bevroren leidingen te ontdooien kun je gebruik maken van een zogenaamde ontdooitransformator. Zie figuur 2. De werking van dit apparaat wordt in onderstaand artikel beschreven. Het artikel bevat tevens enkele gegevens over de ontdooitransformator.

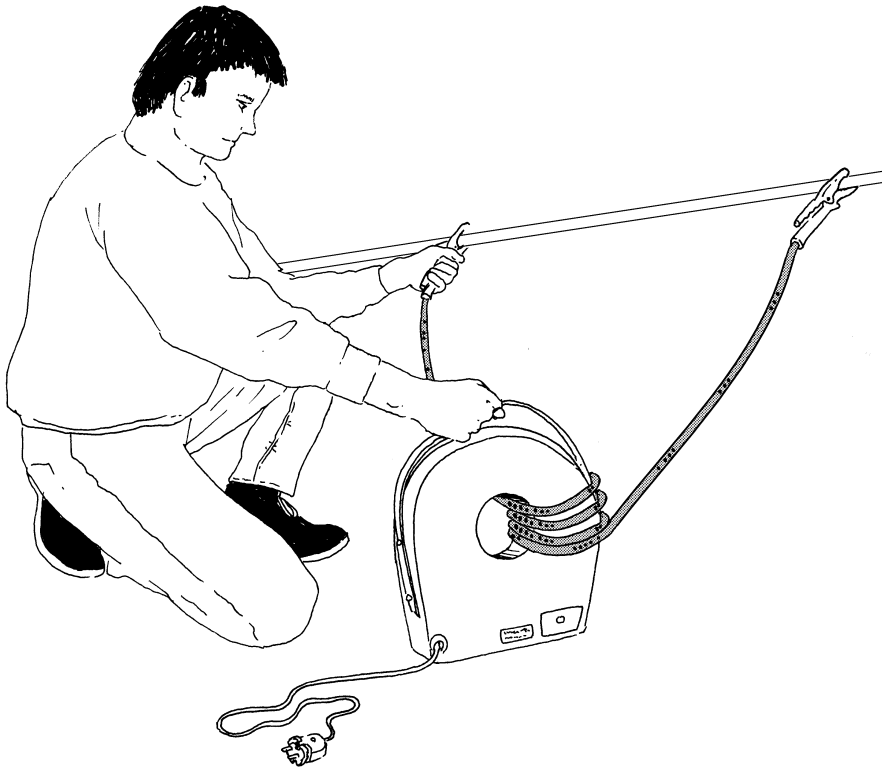
artikel

Ontdooitransformator

Waterleidingbedrijven en installateurs hebben hun handen vol aan bevroren waterleidingen. Wanneer het om bevroren metalen leidingen gaat, is de ontdooitransformator het aangewezen redmiddel; dat werkt altijd. Door de te ontdooien leiding wordt een hoge elektrische stroom gestuurd. In principe kun je hiervoor iedere willekeurige transformator gebruiken, als hij maar voldoende vermogen heeft en werkt met lage, ongevaarlijke spanning.
Er is nu een praktische ontdooitransformator op de markt waarbij je zelf de secundaire spanning kan aanpassen aan de lengte en dikte van de te ontdooien leiding. De transformator is geheel in kunsthars gegoten en heeft een gat in het midden. De secundaire windingen maak je door een kabel een aantal malen door het gat te halen.
Om één meter bevroren koperen leiding in een redelijke tijd te ontdooien, moet de ontdooitransformator een vermogen leveren van ongeveer 400 watt; de gebruikelijke secundaire spanning ligt tussen de 4 en 8 volt. Deze spanning zet je op de leiding door de kabel op een bevroren gedeelte van de leiding te klemmen. De kabel moet echter wel een lagere weerstand hebben dan de leiding. Een dikke laskabel bijvoorbeeld is zeer geschikt.

naar: Technisch Weekblad, 15-01-1997

figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

De primaire spoel van de transformator wordt aangesloten op de netspanning (230 V). Als secundaire spoel dient een dikke geïsoleerde laskabel, die vier keer door het gat van de transformator is gehaald. De secundaire spanning is dan 6,0 V. De transformator mag als ideaal worden beschouwd.

3p **9** □ Bereken het aantal windingen van de primaire spoel.

In het artikel staat dat de weerstand van de kabel die op de leiding wordt geklemd klein moet zijn vergeleken met de weerstand van de leiding. In dat geval wordt er in de kabel relatief weinig en in de te ontdooien leiding juist veel warmte ontwikkeld.

3p **10** □ Leg uit dat dan in de leiding meer warmte wordt ontwikkeld dan in de kabel. Gebruik bij je uitleg een formule.

In een stuk leiding zit 0,12 kg ijs van 0 ºC. Om 1,0 kg ijs van 0 ºC te laten smelten tot water van 0 ºC is 334 kJ nodig. De ontdooitransformator levert een vermogen van 400 W. Neem aan dat 70% van het vermogen van de transformator door het ijs wordt opgenomen in de vorm van warmte.

4p **11** □ Bereken hoe lang het minimaal duurt voordat het ijs in deze leiding ontdooid is.

Het maakt verschil of een koperen leiding of een aluminium leiding ontdooid moet worden. De twee leidingen hebben dezelfde afmetingen. Neem aan dat in beide gevallen de spanning tussen de klemmen op de leiding even groot is.

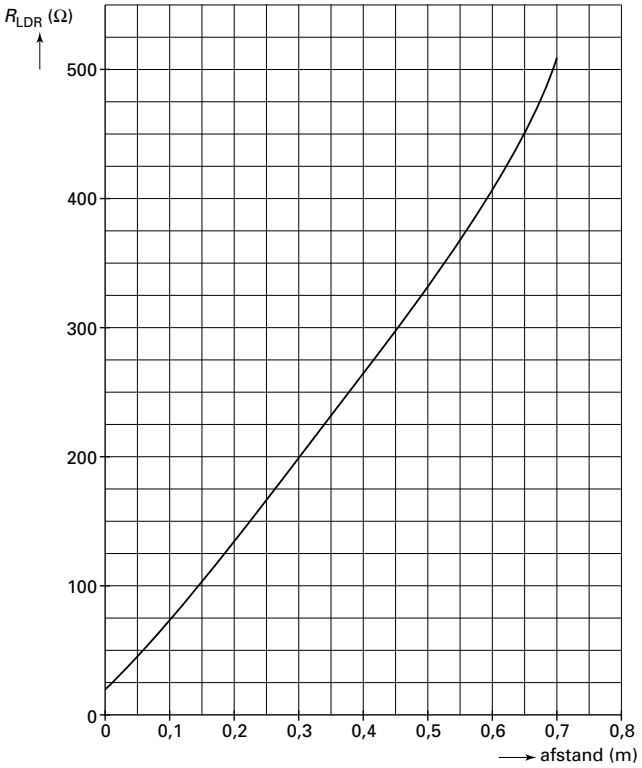
3p **12** □ Leg met behulp van het begrip soortelijke weerstand uit dat het ontdooien van het ijs in een koperen leiding korter duurt dan het ontdooien van het ijs in een even lang stuk aluminium leiding.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Onderzoek aan een lichtsensor

Maaike en Lia onderzoeken hoe de weerstand van een LDR afhangt van de verlichtingssterkte. Daartoe hangen ze een gloeilamp boven de LDR in een voor de rest verduisterde ruimte. Ze variëren de afstand tussen de lamp en de LDR. Bij elke afstand meten ze de weerstand van de LDR.
Van de resultaten van de proef maken ze een grafiek die is weergegeven in figuur 3.

figuur 3

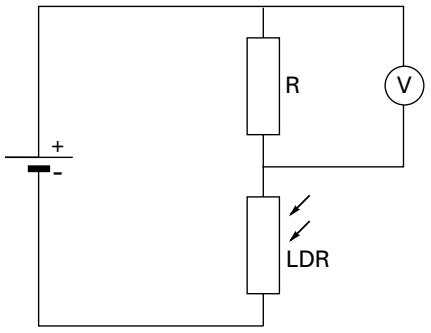


2p **13** □ Leg met behulp van figuur 3 uit of de weerstand van de LDR groter of kleiner wordt als de verlichtingssterkte toeneemt.

Vervolgens maken ze de schakeling die in figuur 4 is afgebeeld.
Voor de grootte van de weerstand R kan gekozen worden uit een weerstand van 100 Ω en een weerstand van 500 Ω.

3p **14** □ Leg uit bij welke van deze twee weerstanden (R = 100 Ω of R = 500 Ω) de spanningsmeter de grootste spanning aangeeft, als op de LDR eenzelfde hoeveelheid licht valt.

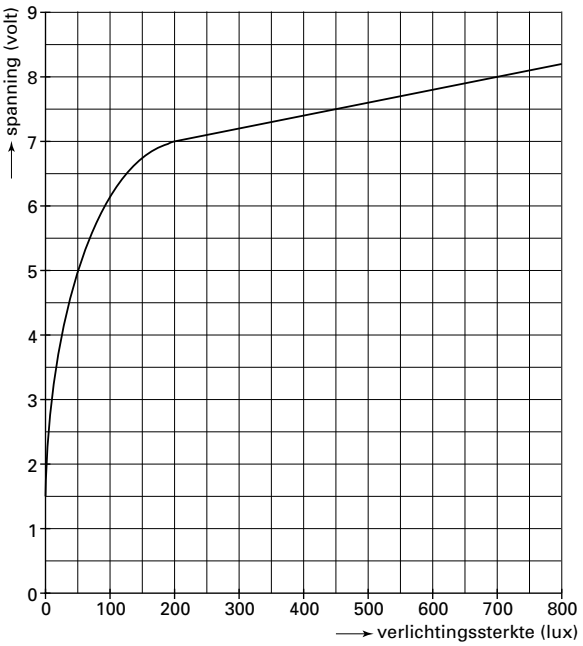
figuur 4



natuurkundeuitgelegd.nl

De hele schakeling van figuur 4 heeft de functie van lichtsensor. De spanning over R is het signaal dat de sensor afgeeft. Deze spanning als functie van de verlichtingssterkte bij de LDR is weergegeven in figuur 5.

figuur 5



3p **15** □ Bepaal de gevoeligheid van de sensor in het lineaire gebied.

Hierna willen Maaike en Lia onderzoeken hoe de sensor reageert op verschillende kleuren licht.
Zij formuleren de volgende onderzoeksvraag:
„Hoe is, bij gelijkblijvende verlichtingssterkte, het verband tussen de kleur van het opvallende licht en de spanning die de sensor afgeeft?"

Behalve de sensor en de spanningsmeter hebben zij de beschikking over:
– een blauw, een geel en een rood stuk glas (kleurenfilters),
– een meter die, onafhankelijk van de kleur, de verlichtingssterkte kan meten,
– een lichtbron waarvan de sterkte veranderd kan worden.

De kleurenfilters laten niet allemaal evenveel licht door.

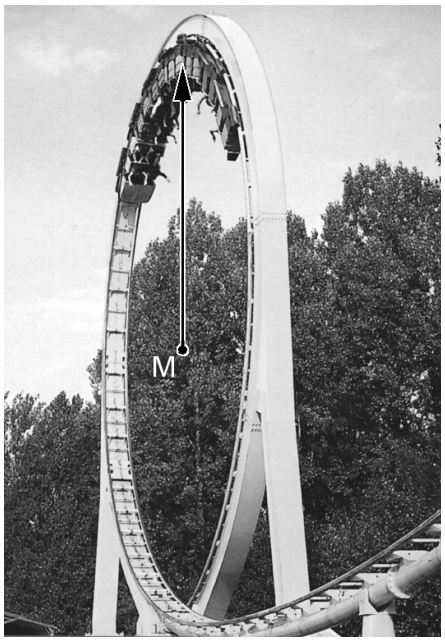
3p **16** □ Beschrijf een onderzoek dat een antwoord kan geven op de onderzoeksvraag. Bij het onderzoek moet het hierboven genoemde materiaal gebruikt worden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Mistral

In een bepaald pretpark kun je plaatsnemen in het treintje van de Mistral.
In figuur 6 zie je het treintje een looping maken. De foto is niet recht van voren genomen. Het zwaartepunt van een passagier doorloopt in werkelijkheid een cirkel met een straal van 6,0 m.
De straal is in figuur 6 met een pijl aangeduid. Het midden van de cirkel is aangegeven met M.
De foto van figuur 6 is 3,0 keer vergroot ten opzichte van het negatief.
De lens van het fototoestel heeft een brandpuntsafstand van 8,0 cm.

figuur 6



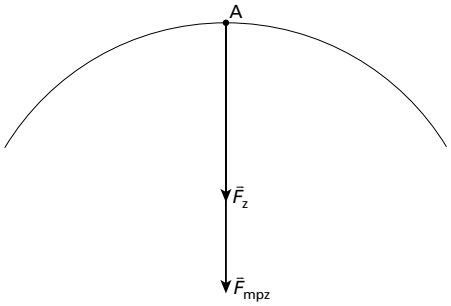
5p **17** □ Bepaal op welke afstand van punt M de foto is genomen. (Hint: Je mag aannemen dat de foto op zo grote afstand genomen is dat de beeldsafstand gelijk is aan de brandpuntsafstand.)

In het hoogste punt van de cirkelbaan hangt een passagier met zijn hoofd naar beneden. Toch valt hij niet, zelfs als er geen veiligheidsgrendel zou zijn.
De middelpuntzoekende kracht is in het hoogste punt 1,5 maal zo groot als de zwaartekracht op de passagier.

3p **18** □ Bereken zijn snelheid in het hoogste punt.

In figuur 7 is schematisch het bovenste deel van de baan weergegeven die het zwaartepunt van de passagier beschrijft.
In deze figuur zijn in het hoogste punt A de zwaartekracht $\vec{F}_z$ en de vereiste middelpuntzoekende kracht $\vec{F}_{mpz}$ getekend.
Figuur 7 staat ook op de bijlage.

figuur 7



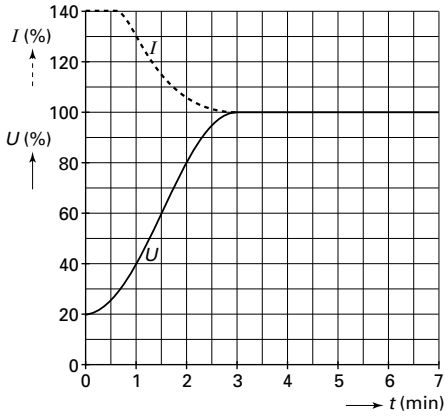
3p **19** □ Teken in de figuur op de bijlage in punt A de normaalkracht $\vec{F}_n$. Let daarbij zowel op de lengte als op de richting van $\vec{F}_n$.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Stadionverlichting

In stadions worden speciale lampen gebruikt voor de verlichting van het veld. Deze lampen hebben drie minuten nodig om op te starten. Tijdens het opstarten veranderen zowel de spanning over als de stroom door de lamp.
Pas na het opstarten bereiken de spanning en de stroom hun constante eindwaarden. Zie het diagram van figuur 8.
De percentages op de verticale as van deze figuur zijn bepaald door de waarde van de stroom (en de spanning) op een bepaald tijdstip te vergelijken met de eindwaarde van de stroom. $I = 140\%$ betekent dus dat de stroom op het betreffende tijdstip 1,40 maal zo groot is als de eindwaarde van de stroom.
Als de lamp na het opstarten goed brandt, is zijn vermogen 1800 W.

figuur 8



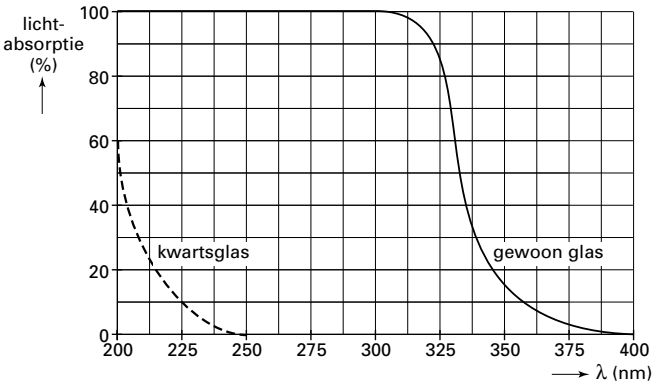
4p **20** □ Bepaal het vermogen van de lamp op $t = 1{,}0$ minuut. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Voor het verlichten van een bepaald stadion worden 228 van deze lampen gebruikt.
De hoeveelheid licht die een lamp per seconde geeft, wordt gemeten in de eenheid lumen. Elke lamp in het stadion geeft 84 lumen licht voor elke watt elektrisch vermogen. Om een idee te krijgen van de hoeveelheid licht die deze lampen geven, willen we uitrekenen hoeveel gloeilampen van 100 W nodig zijn om het veld op dezelfde manier te verlichten. Gloeilampen hebben een lager rendement dan de stadionlampen: een gloeilamp met een vermogen van 100 W geeft 14 lumen per watt elektrisch vermogen.

3p **21** □ Bereken hoeveel van zulke gloeilampen nodig zijn om in het stadion dezelfde hoeveelheid licht te krijgen als met de 228 stadionlampen.

De stadionlampen zenden straling uit met verschillende golflengtes. Behalve zichtbaar licht wordt ook straling uitgezonden met golflengtes kleiner dan die van het zichtbare licht. Om de gevolgen van deze straling te beperken, wordt voor zo'n lamp glas aangebracht. Het diagram van figuur 9 geeft weer hoeveel procent van licht met een bepaalde golflengte wordt geabsorbeerd door kwartsglas en door gewoon glas.

figuur 9



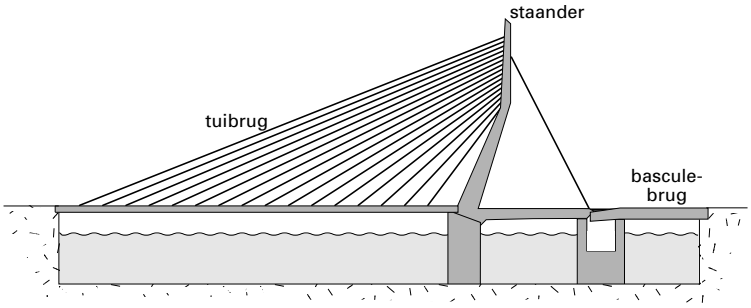
3p **22** □ Leg uit of er kwartsglas of gewoon glas voor een stadionlamp geplaatst wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 7 Erasmusbrug

De Erasmusbrug in Rotterdam is in 1996 in gebruik genomen. Deze brug bestaat uit twee gedeelten: een tuibrug en een basculebrug. Zie figuur 10.

figuur 10

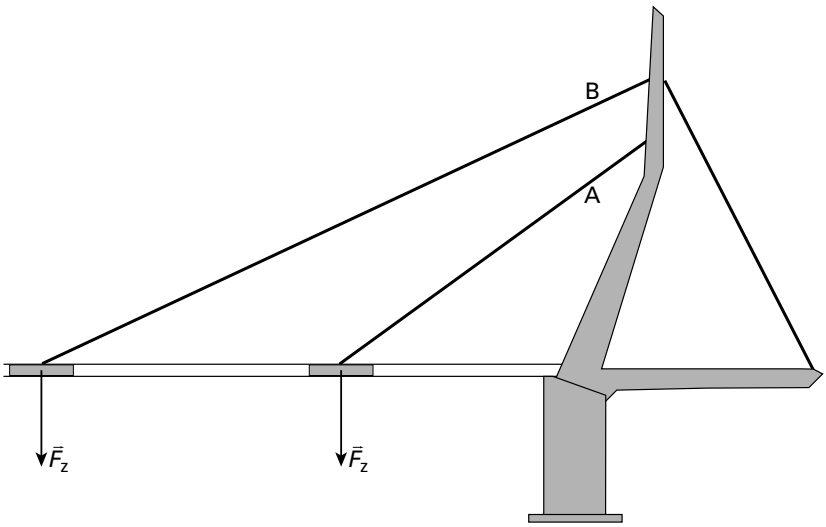


De tuibrug
Bij de tuibrug wordt het wegdek links van de staander omhoog gehouden door 16 paren dikke kabels (tuien). Elk paar tuien houdt een evengroot deel van het wegdek omhoog. De zwaartekracht op zo'n stuk wegdek bedraagt $2{,}75 \cdot 10^5$ N.

3p **23** □ Bereken de totale massa van het wegdek links van de staander.

In figuur 11 is een schematische tekening gemaakt van een deel van de tuibrug.
In deze figuur zijn de tuien A en B aangegeven; de andere tuien zijn niet getekend.
De zwaartekracht op het stuk wegdek dat door één tui omhoog wordt gehouden, is ook aangegeven.

figuur 11



Figuur 11 is ook op de bijlage afgedrukt.

4p **24** □ Construeer in de figuur op de bijlage de spankrachten in tui A en in tui B en bepaal welke van de twee spankrachten het grootst is.

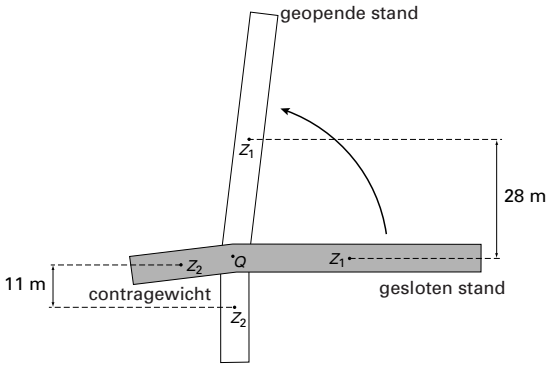
natuurkundeuitgelegd.nl

Kort nadat de brug in gebruik was genomen, bleek dat sommige tuien onder bepaalde weersomstandigheden in resonantie kwamen. Tui B trilde in de grondtoestand met een frequentie van 0,60 Hz.
Deze tui heeft een lengte van 344 meter.

3p **25** □ Bereken de voortplantingssnelheid van de golven in tui B.

De basculebrug
De basculebrug kan geopend worden.
In figuur 12 is schematisch de stand van de basculebrug in de gesloten en in de geopende situatie weergegeven. Al het overige is in de tekening weggelaten.

figuur 12



Bij het openen draait de brug om punt Q. Over het gedeelte links van Q rijden geen auto's. Het dient als contragewicht bij het openen van de brug. Het gedeelte rechts van Q noemen we het wegdek.
In figuur 12 geeft Z_1 het zwaartepunt aan van het wegdek en Z_2 het zwaartepunt van het contragewicht. In de geopende stand bevindt Z_1 zich 28 m hoger en bevindt Z_2 zich 11 m lager dan in de gesloten stand. De massa van het wegdek is 1560 ton en de massa van het contragewicht 1050 ton (1 ton = 1000 kg).
Een grote elektromotor kan de brug in 120 seconden van helemaal dicht naar helemaal open draaien. Wrijving mag hierbij worden verwaarloosd. De arbeid die de elektromotor moet verrichten om de brug te openen, is gelijk aan de verandering van de zwaarte-energie van het wegdek en van het contragewicht.

4p **26** □ Bereken op basis van deze informatie het gemiddelde vermogen dat de elektromotor moet leveren om de brug van de gesloten in de geopende stand te krijgen.

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