Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 2
Woensdag 18 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 80 punten te behalen; het 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 1, 2, 3, 12, 22, 25 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, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

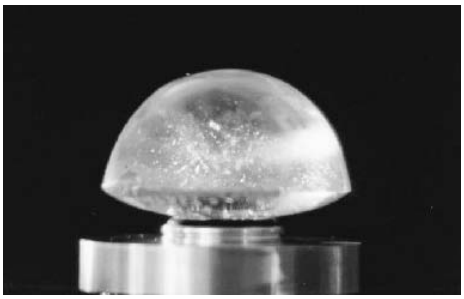
Opgave 1 Visby-lens

Lees onderstaand artikel.

artikel

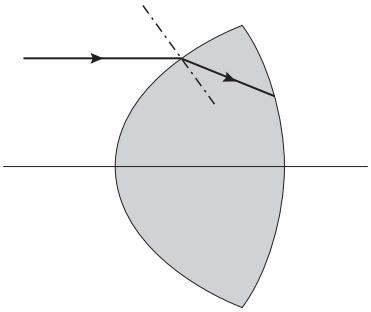
Vikingen hadden perfecte lenzen

De Vikingen beschikten duizend jaar geleden al over nagenoeg perfecte lenzen. Dat concluderen drie Duitse onderzoekers na uitgebreide studies van de zogeheten Visby-lenzen.
De lenzen zijn gemaakt van bergkristal. De mooiste lens heeft een diameter van vijf centimeter en meet op het dikste punt drie centimeter. De onderzoekers waren onder de indruk van het vakmanschap waarmee de lenzen geslepen zijn.
De lenzen werden waarschijnlijk gebruikt als brandglas en als loep.



naar: de Volkskrant, 8 april 2000

figuur 1

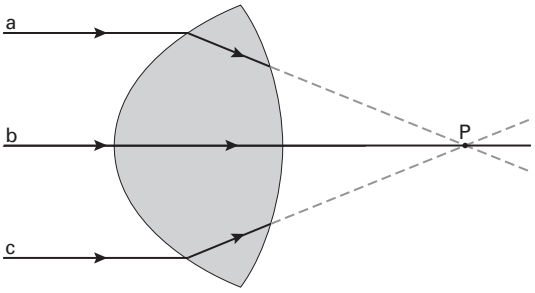


Figuur 1 is een doorsnede van een Visby-lens. Hierin is de hoofdas getekend en een lichtstraal die evenwijdig aan de hoofdas op de lens valt. Ook is het verloop van de lichtstraal in de lens getekend.
Figuur 1 staat vergroot op de bijlage.

4p **1** □ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de brekingsindex van bergkristal.

In figuur 2 is de situatie weergegeven waarbij de lens als brandglas wordt gebruikt.
In deze figuur zijn drie evenwijdige lichtstralen a, b en c getekend die op de lens vallen. Straal b valt samen met de hoofdas van de lens, de stralen a en c lopen op gelijke afstand boven en onder de hoofdas. De stralen a en c zijn slechts getekend tot het rechter oppervlak van de lens.

figuur 2



Figuur 2 staat vergroot op de bijlage.

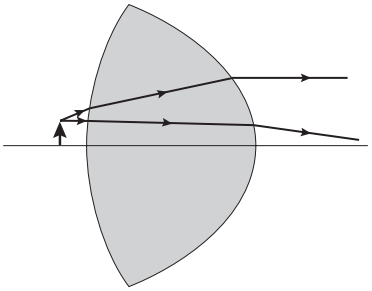
3p **2** □ Schets in de figuur op de bijlage hoe de stralen a en c bij het rechtervlak van de lens breken en trek daaruit de conclusie of het brandpunt van de lens zich in P, links van P of rechts van P bevindt.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 3 is de situatie getekend waarbij de lens als loep (vergrootglas) gebruikt wordt.
De stralengang vanuit de top van een klein voorwerp is getekend.
Figuur 3 staat vergroot op de bijlage.

3p **3** ☐ Construeer in de figuur op de bijlage het beeld dat de lens van het voorwerp vormt.

figuur 3



De Visby-lens is heel licht radioactief. Dat komt omdat het bergkristal een klein beetje thorium-232 bevat.

3p **4** ☐ Geef de vervalreactie van thorium-232.

Van thorium is een flink aantal isotopen bekend.
In de natuur komt echter alleen thorium-232 voor.

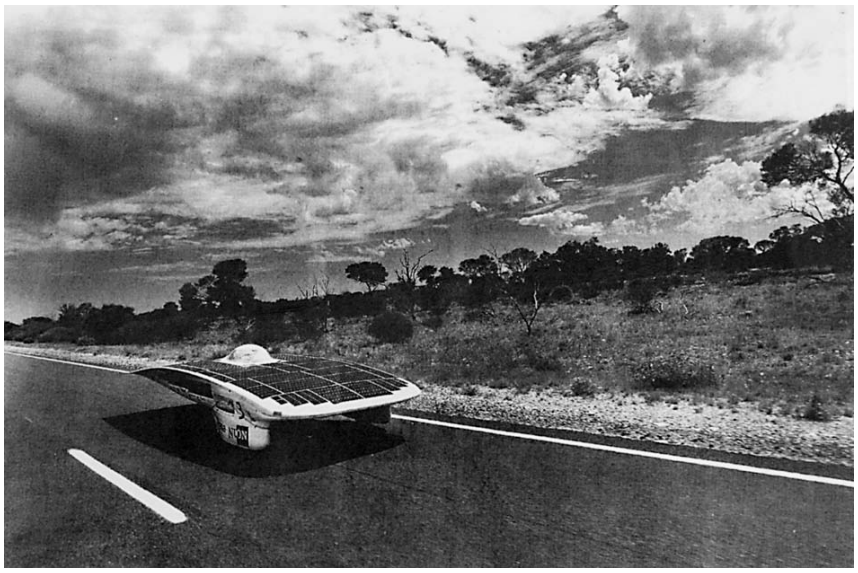
1p **5** ☐ Geef de reden waarom in de natuur alleen thorium-232 voorkomt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Racen op zonne-energie

Een Nederlandse auto, de Nuna, won vorig jaar in Australië een race voor zonnewagens.
De wagens lopen op zonne-energie en zijn speciaal voor deze race ontworpen.
Zie onderstaande foto.

foto



Het oppervlak van de Nuna is bedekt met 8,4 m^2 zonnecellen. Deze zijn afkomstig van de Hubble-telescoop en hebben een hoog rendement, namelijk 25%. Bij volle zonneschijn leveren ze in totaal een elektrisch vermogen van $1{,}5 \cdot 10^3$ W.

3p **6** ☐ Bereken het stralingsvermogen dat per m^2 zonnecel wordt opgenomen.

Met de energie die de zonnecellen leveren, worden elektromotoren aangedreven. Deze hebben een rendement van vrijwel 100%.
Op de website van het Nuna-team stond een tabel die het verband geeft tussen het vermogen dat de motor levert en de snelheid van de Nuna. Zie de tabel hiernaast.
Behalve over zonnecellen beschikt de auto ook over een accu. Deze kan worden ingeschakeld voor de aandrijving.

tabel

vermogen dat de motor levert (kW)	snelheid (km/h)
1,0	80
1,7	100
2,8	120

2p **7** ☐ Leg uit dat bij een snelheid van 100 km/h naast de zonnecellen gebruik gemaakt moet worden van de accu.

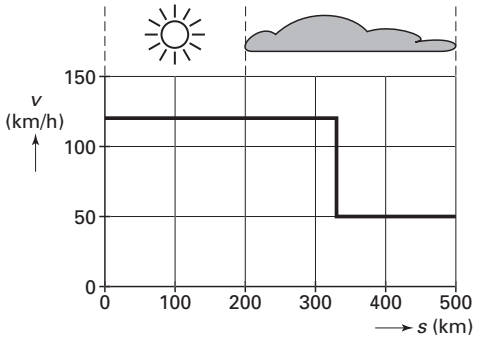
3p **8** ☐ Bereken de wrijvingskracht op de Nuna bij een snelheid van 100 km/h.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het vermogen dat de zonnecellen leveren, hangt af van het weer.
Het Nuna-team moet daarom voortdurend nadenken over de te volgen strategie.
Op de laatste dag is de Nuna nog 500 km van de finish verwijderd.
De eerste 200 km is de hemel onbewolkt, de daarop volgende 300 km is het bewolkt.

Het team overweegt twee strategieën.
Strategie 1
Met een hoge snelheid rijden tot de accu leeg is; de rest afleggen met de snelheid die nog mogelijk is met het vermogen dat de zonnecellen leveren in het bewolkte gebied.
In figuur 4 zijn de snelheden en afstanden aangegeven die horen bij deze strategie.

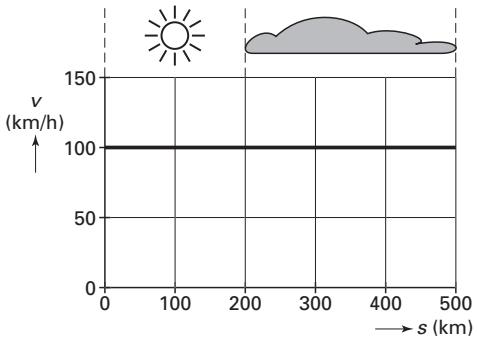
figuur 4



4p **9** ☐ Bepaal met behulp van figuur 4 hoe lang de Nuna er dan over doet om de finish te bereiken.

Strategie 2
De hele afstand afleggen met een zodanige constante snelheid dat aan de finish de accu bijna leeg is.
Dit blijkt de winnende strategie te zijn.
De kunst is om vooraf te berekenen hoe groot die snelheid dan moet zijn.
Aan het begin van de laatste dag bevat de accu 5,0 kWh energie.
In het bewolkte gebied leveren de zonnecellen een vermogen van 0,24 kW.
Het team besluit de Nuna te laten rijden met een snelheid van100 km/h.
Zie figuur 5.

figuur 5



4p **10** ☐ Laat met een berekening zien dat bij deze snelheid de accu inderdaad bijna leeg is bij de finish.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Batterijen

Op een batterij staat behalve de spanning die hij levert, vaak ook de zogenaamde ‘capaciteit’ vermeld.
De batterij die in figuur 6 is afgebeeld, levert een spanning van 1,24 V en heeft een capaciteit van 1,2 Ah.
Met de ‘capaciteit’ van een batterij wordt bedoeld het product van de stroomsterkte die van de batterij gevraagd wordt en de tijdsduur waarin hij deze stroom kan leveren.
Dat wil zeggen dat een ‘volle’ batterij met een capaciteit van 1,2 Ah gedurende 10 uur een stroomsterkte kan leveren van 0,12 A of gedurende 20 uur een stroomsterkte van 0,06 A, enzovoort. Na het afgeven van deze 1,2 Ah daalt de stroomsterkte snel en is de batterij leeg.

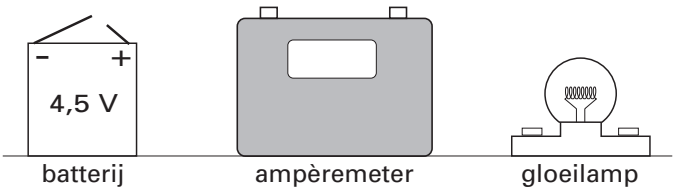
figuur 6

De afgebeelde batterij zat in een elektrische klok.
Na 250 dagen was de batterij leeg.

4p **11** ☐ Bereken het vermogen van deze klok.

Er zijn ook batterijen waarop de capaciteit niet is vermeld.
Van zo’n batterij wil Hidde de capaciteit bepalen door te meten hoe lang de batterij een bepaalde stroomsterkte kan leveren.
Hij maakt daarvoor een schakeling bestaande uit een volle batterij, een ampèremeter en een gloeilamp. Zie figuur 7.

figuur 7

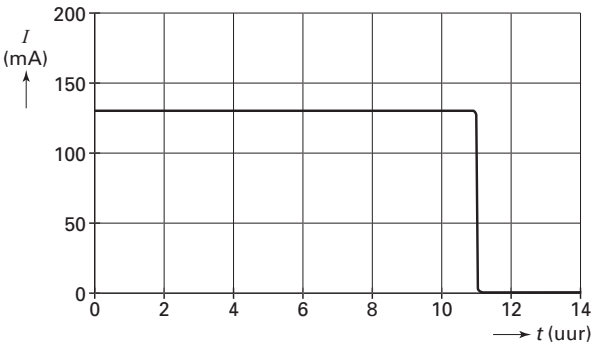


Figuur 7 staat ook op de bijlage.

2p **12** ☐ Teken in de figuur op de bijlage alle noodzakelijke verbindingsdraden.

In figuur 8 staat de grafiek die Hidde van zijn metingen heeft gemaakt.

figuur 8

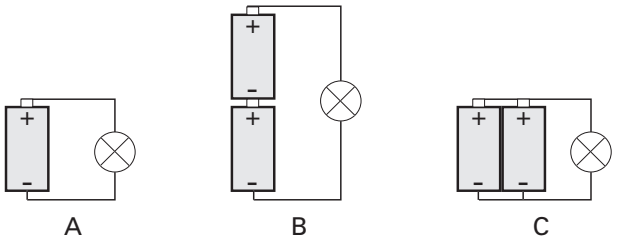


3p **13** ☐ Bepaal met behulp van figuur 8 de capaciteit van de onderzochte batterij.

natuurkundeuitgelegd.nl

In sommige apparaten schakelt men batterijen in serie, in andere apparaten zijn de batterijen parallel geschakeld.
Hidde wil onderzoeken wat het effect hiervan is.
Daarvoor bouwt hij drie schakelingen. Zie figuur 9.

figuur 9



In de drie schakelingen sluit hij hetzelfde lampje aan.

3p **14** ☐ Leg uit of het lampje in schakeling B feller of minder fel brandt dan in schakeling A of juist even fel.

3p **15** ☐ Leg uit of het lampje in schakeling C langer of korter brandt dan in schakeling A of juist even lang.

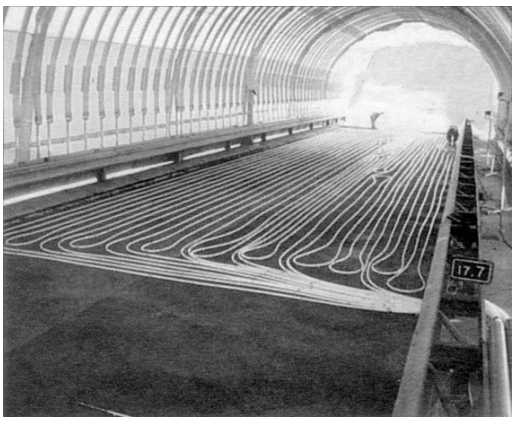
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Energie uit asfalt

Lees onderstaand artikel.

artikel

Onder het wegdek van de brug bij de Haringvlietsluizen is een buizenstelsel aangelegd waardoor water kan worden gepompt. Zodra de temperatuur van het asfalt boven de 30 ºC komt, laat men koud water door de buizen stromen. Het wegdek wordt dan gekoeld terwijl het water wordt opgewarmd. Het warme water wordt opgeslagen in ondergrondse zandlagen en kan in de winter weer worden opgepompt om het asfalt te verwarmen. De warmte die overblijft, wil men benutten voor de verwarming van huizen.
De resultaten van de eerste proefmetingen zijn zeer hoopgevend. Op zonnige dagen, wanneer het wegdek gekoeld wordt, levert het asfalt een gemiddeld vermogen van 80 W/m^2. In een jaar brengt 1,0 m^2 asfalt zo'n 5,4·10^8 J op.



Bij de aanleg van het buizenstelsel wordt de snelweg tijdelijk overkapt.

naar: Comfort, december 1998

3p **16** ☐ Bereken het aantal uren per jaar dat het wegdek gekoeld wordt.

Op de dagen dat het gekoeld wordt, werkt het wegdek als een zonnecollector. Tijdens die dagen valt er per seconde gemiddeld 200 J stralingsenergie van de zon op 1,0 m^2 asfalt.

3p **17** ☐ Bereken het rendement van het wegdek als zonnecollector.

Tijdens het koelen van het asfalt stijgt de temperatuur van het water dat er langs stroomt van 7,0 ºC naar 23 ºC.

3p **18** ☐ Bereken hoeveel kilogram water op deze manier in één jaar door 1,0 m^2 asfalt kan worden verwarmd. Neem aan dat daarbij geen warmte verloren gaat.

Van de energie die in het warme water is opgeslagen, is 20% nodig voor het verwarmen van het wegdek in de winter. De rest kan worden gebruikt voor het verwarmen van woningen. Het wegdek van de brug bij de Haringvlietsluizen heeft een oppervlakte van 1,8·10^4 m^2. Voor het verwarmen van een goed geïsoleerde woning is gemiddeld 3,5·10^{10} J per jaar nodig.

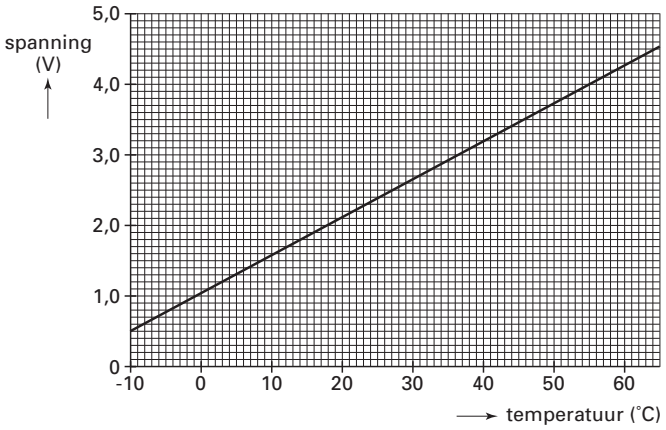
3p **19** ☐ Bereken het aantal woningen dat men kan verwarmen met de warmte die uit het wegdek van de Haringvlietsluizen gewonnen wordt.

2p **20** ☐ Noem twee voordelen van het op deze manier verwarmen van woningen ten opzichte van het verwarmen met behulp van aardgas.

natuurkundeuitgelegd.nl

De temperatuur van het asfalt wordt gemeten met een temperatuursensor. De ijkgrafiek van de sensor is getekend in figuur 10.

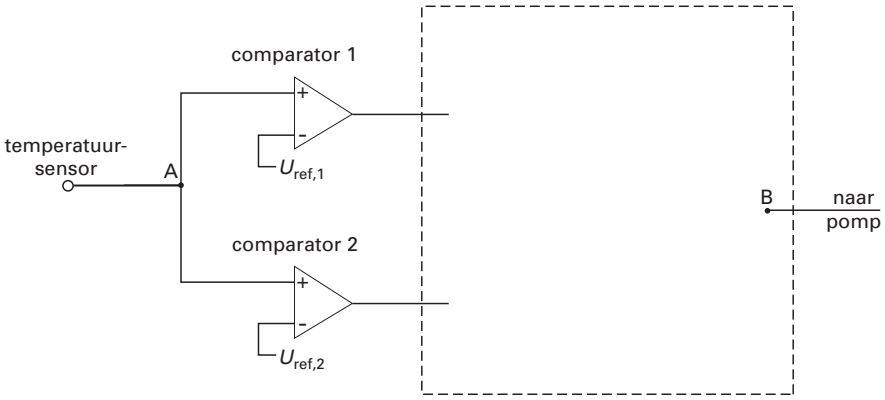
figuur 10



3p **21** ☐ Bepaal de gevoeligheid van de sensor.

De temperatuursensor wordt gebruikt in een schakeling met verwerkers. Deze schakeling moet automatisch de pomp, die het water in het wegdek rondpompt, aan en uit zetten.
Een deel van de schakeling is getekend in figuur 11.

figuur 11



De pomp moet aangezet worden als de temperatuur van het asfalt hoger wordt dan 30 °C. Ook moet de pomp gaan werken als de temperatuur van het asfalt lager wordt dan 5 °C.
Het uitgangssignaal van de temperatuursensor wordt in A toegevoerd aan twee comparatoren. De pomp gaat aan als het uitgangssignaal in B hoog is.
Figuur 11 staat ook op de bijlage.

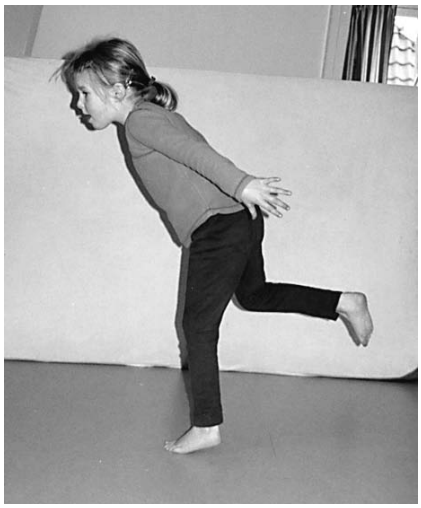
5p **22** ☐ Maak de schakeling in de figuur op de bijlage af door in de rechthoek één of meer verwerkers en de noodzakelijke verbindingen te tekenen. Geef van beide comparatoren de referentiespanning aan.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Krachten in het been

Hieronder zie je een foto van een meisje dat op de tenen van één voet balanceert.
Het meisje staat stil. In figuur 12 is alleen het silhouet van het meisje getekend.

foto



figuur 12

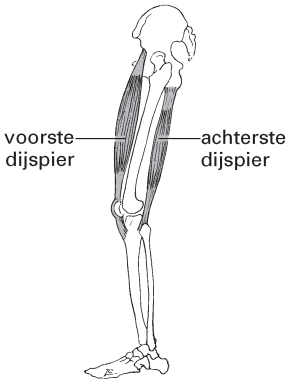
In figuur 12 zijn de punten A, B, C en D aangegeven.

2p **23** ☐ Welke van deze punten is het zwaartepunt? Licht je antwoord toe.

Het been waarop het meisje staat, is gestrekt; het andere been is gebogen.
Figuur 13 is een anatomische tekening van een gestrekt been. Bij het bovenbeen zijn twee spieren aangegeven: de voorste dijspier en de achterste dijspier.
Deze spieren zorgen voor het buigen en strekken van het been.
Een spier oefent een kracht uit door zich samen te trekken.

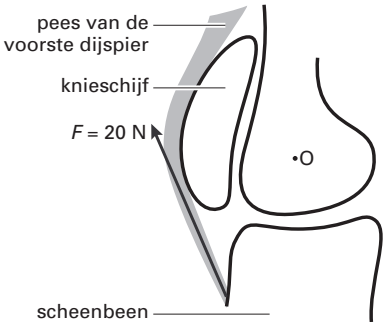
1p **24** ☐ Welke van de twee spieren trekt zich samen bij het buigen van het been?

figuur 13



De beenspieren zijn via pezen met botten verbonden. De pees waarmee de voorste dijspier aan het scheenbeen vastzit, loopt over de knieschijf. Daardoor is het krachtmoment dat deze spier op het scheenbeen uitoefent extra groot.
In figuur 14 is de situatie schematisch weergegeven.
Punt O is het draaipunt van het kniegewricht.
De kracht F van de pees op het scheenbeen is 20 N.
Figuur 14 staat vergroot op de bijlage.
Deze vergrote figuur geeft het kniegewricht op ware grootte weer.

figuur 14

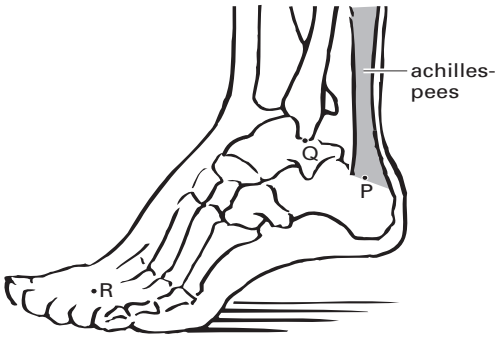


4p **25** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage het moment van kracht F ten opzichte van punt O. Teken daartoe eerst de arm van kracht F.

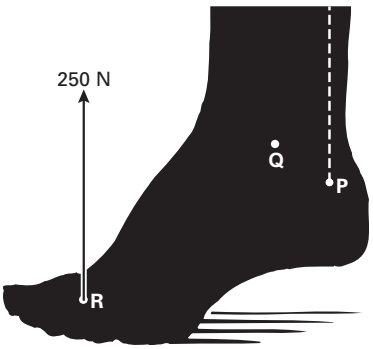
natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 15 is de voet van het meisje op de foto op anatomische wijze getekend.
Door de achillespees aan te spannen, houdt het meisje de voet in deze stand.
In figuur 16 is het silhouet van de voet getekend.

figuur 15



figuur 16



De voet in evenwicht is te beschouwen als een hefboom met Q als draaipunt.
Voor deze hefboom zijn twee krachten van belang:
- Een kracht van 250 N, loodrecht omhoog in punt R.
Dit is de kracht die de grond op de voet uitoefent. Deze kracht is even groot als en tegengesteld aan de zwaartekracht op het meisje.
- De kracht van de achillespees op de voet, loodrecht omhoog in punt P.
De werklijn van deze kracht is met een stippellijn aangegeven.
Figuur 16 staat vergroot op de bijlage.

3p **26** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de grootte van de kracht van de achillespees op de voet.

Behalve de twee hierboven genoemde krachten werkt er nog een derde kracht F_Q op de voet. Deze kracht grijpt aan in het draaipunt Q.
F_Q vergelijken we met de zwaartekracht F_z op het meisje.
Eén van onderstaande mogelijkheden is juist:

- F_Q is kleiner dan F_z
- F_Q is gelijk aan F_z
- F_Q is groter dan F_z

3p **27** ☐ Welke van deze mogelijkheden is juist? Licht je antwoord toe.

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