Examen VWO

2013

tijdvak 2
woensdag 19 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Gebruik het tabellenboekje.

Dit examen bestaat uit 24 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 76 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.

VW-1023-a-13-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Splijtstof in een kerncentrale

Als splijtstof in een kernreactor wordt uranium-235 gebruikt. De kern hiervan splijt als er een neutron wordt ingevangen. Hierbij ontstaan twee nieuwe kernen en een aantal nieuwe neutronen.

Bij een bepaalde splijting ontstaan twee nieuwe neutronen en is barium-147 een van de splijtingsproducten.

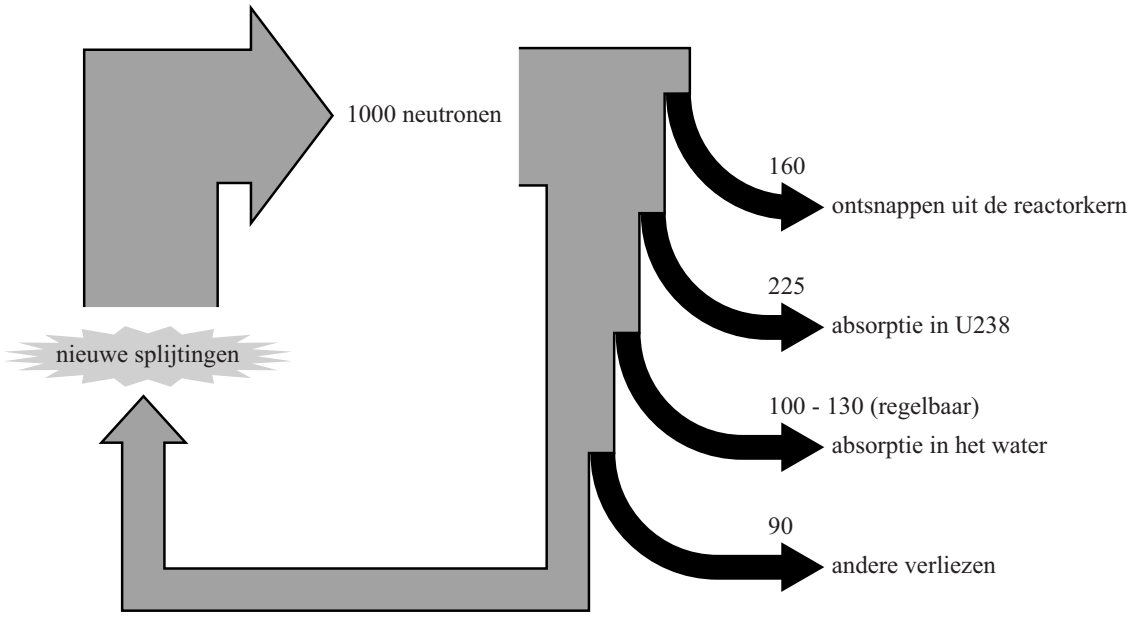
3p **1** Geef de reactievergelijking van deze splijting.

De totale massa van de splijtingsproducten is kleiner dan de totale massa vóór de splijting. Gemiddeld bedraagt dit massaverschil 0,21 u per reactie. Het gemiddelde vermogen van de kernenergie in een kerncentrale bedraagt 1,8 GW.

5p **2** Bereken hoeveel kilogram uranium-235 hierbij per jaar wordt verbruikt.

Gemiddeld ontstaan er per splijting 2,50 nieuwe neutronen.
Een kernreactor bevat regelstaven om in noodgevallen snel neutronen te kunnen absorberen. Voor het regelen van de kettingreactie gebruikt men niet de regelstaven maar water met daarin opgelost boorzuur.
In figuur 1 is dit schematisch weergegeven. Om het proces inzichtelijk te maken is uitgegaan van 1000 nieuwe neutronen.

figuur 1



natuurkundeuitgelegd.nl

Deze 1000 nieuwe neutronen zijn lang niet allemaal beschikbaar om een nieuwe splijting te veroorzaken. De getallen in het schema geven aan welke verliezen er optreden.
Het neutronenverlies in het water wordt binnen de aangegeven grenzen geregeld door meer of minder boorzuur aan het water toe te voegen. Het element boor is namelijk een sterke neutronenabsorbeerder.

3p **3** Bepaal de waarde van de ‘absorptie in het water’ om de reactor in kritische toestand te laten werken.

Het water in de kernreactor vervult onder andere de functie van moderator. Een moderator is nodig om neutronen die een zeer grote energie hebben af te remmen, omdat alleen langzame neutronen worden geabsorbeerd in uranium-235. Het afremmen van de neutronen gebeurt door botsingen met de atoomkernen in de moderator.
Op de uitwerkbijlage staat een tabel met een aantal eigenschappen van water.

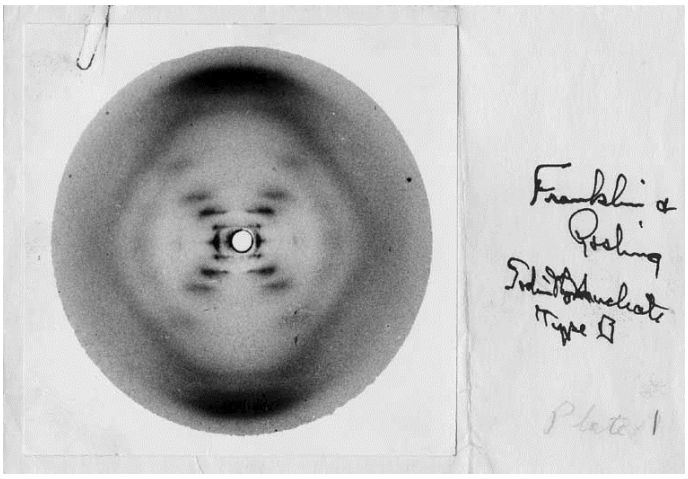
2p **4** Geef op de uitwerkbijlage met behulp van kruisjes aan welke eigenschappen water geschikt maken voor de functie van moderator en welke eigenschappen hiervoor niet van belang zijn.

natuurkundeuitgelegd.nl

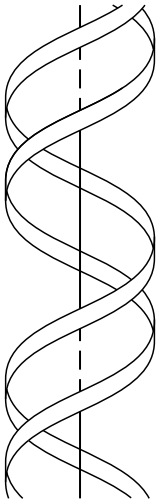
Opgave 2 Helix

In figuur 1 is het röntgen-diffractie-patroon te zien dat Rosalind Franklin in 1952 maakte van een DNA-molecuul. Rosalind gebruikte röntgenstralen. Later leidden Watson en Crick hieruit af dat DNA uit een (dubbele) helix bestaat. Zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2

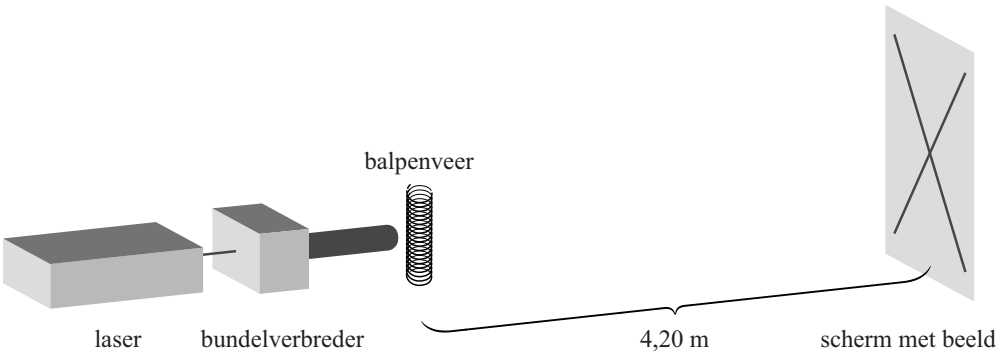


Lieke bedenkt hoe ze het experiment van Rosalind Franklin in een practicum kan nabootsen. Lieke is van plan om in plaats van röntgenstraling rood laserlicht met een golflengte van 633 nm te gebruiken.

2p **5** Leg uit dat Lieke in plaats van een DNA-molecuul een groter voorwerp moet kiezen om een interferentiepatroon te krijgen.

Lieke kiest als voorwerp een veertje uit een balpen. Zij bouwt de opstelling zoals weergegeven in figuur 3.

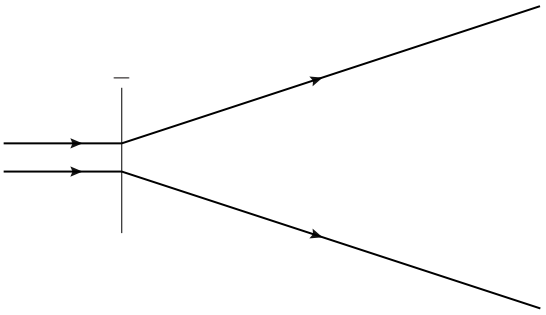
figuur 3



natuurkundeuitgelegd.nl

De bundelverbreder in figuur 3 is nodig, omdat de laserbundel te smal is om de veer goed te belichten. Daarom maakt Lieke met een negatieve lens de bundel divergerend zoals in figuur 4. Lieke wil de bundel evenwijdig en $1{,}0$ cm breed maken.
Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage. Alle afmetingen zijn 4 keer zo groot als in werkelijkheid.

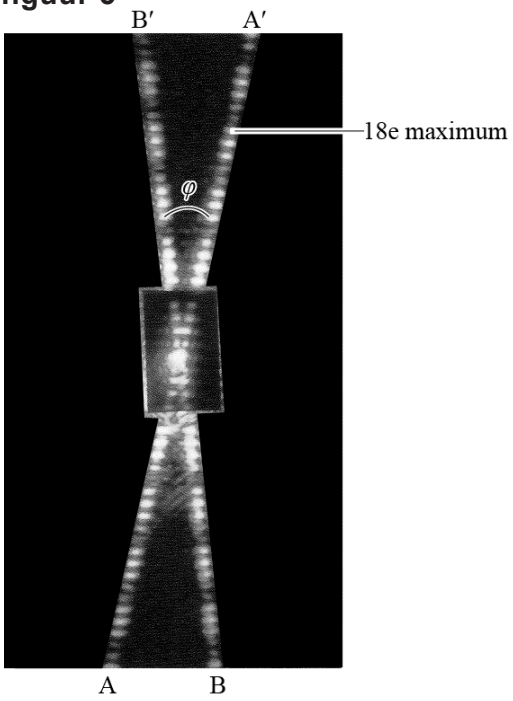
figuur 4



3p **6** Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken in de figuur op de uitwerkbijlage nog een lens zodanig dat daar een evenwijdige bundel uit komt die in werkelijkheid $1{,}0$ cm breed is.
- Bepaal de brandpuntsafstand van deze lens.

De verbrede bundel valt op het scherm dat op $4{,}20$ m van het veertje staat.
Figuur 5 is een foto van het scherm op ware grootte.
Je ziet een interferentiepatroon AA' en een interferentiepatroon BB' die een hoek φ met elkaar maken.
Deze interferentiepatronen zijn een gevolg van de traliewerking van de veer in de laserbundel. Het 18e maximum van AA' is in figuur 5 aangegeven.

figuur 5

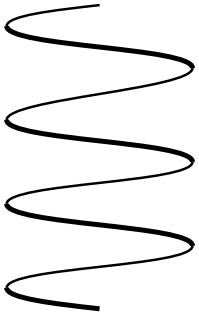


Het laserlicht heeft een golflengte van 633 nm.

3p **7** Bepaal de werkelijke afstand tussen de windingen van de veer.

In figuur 6 is een vooraanzicht van een deel van de balpenveer vergroot weergegeven.

figuur 6



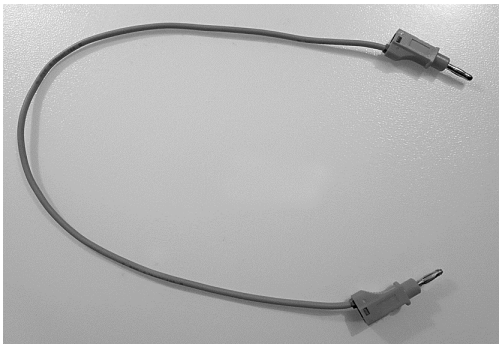
3p **8** Beantwoord de volgende vragen aan de hand van de figuren 5 en 6:
- Waarom is er niet één maar zijn er twee interferentiepatronen zichtbaar?
- Waarom maken die interferentiepatronen een hoek met elkaar?
- Hoe volgt hoek φ in figuur 5 uit figuur 6?

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Parallelle draden

Isa wil een elektrische schakeling maken met snoeren, waarvan er een is weergegeven in figuur 1.
De snoeren hebben een lengte van $50\ \text{cm}$ en bestaan uit rond koperdraad met een plastic omhulling. Met een gevoelige weerstandsmeter meet Isa dat de weerstand van een snoer $0{,}023\ \Omega$ bedraagt.

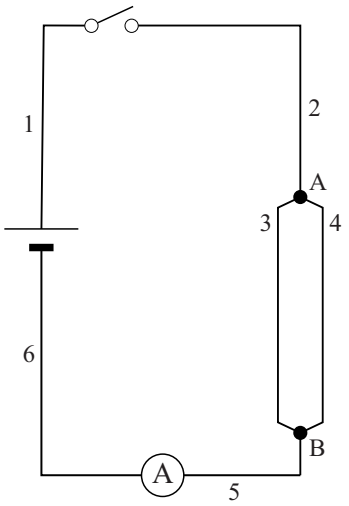
figuur 1



4p **9** Bereken de diameter van het koperdraad in het snoer.

Isa bouwt de schakeling zoals weergegeven in figuur 2. In deze schakeling worden zes van de snoeren gebruikt (zoals weergegeven in figuur 1).
Isa wil dat de maximale stroomsterkte door de schakeling $20\ \text{A}$ is.

figuur 2



4p **10** Bereken de spanning die de voeding dan moet leveren.

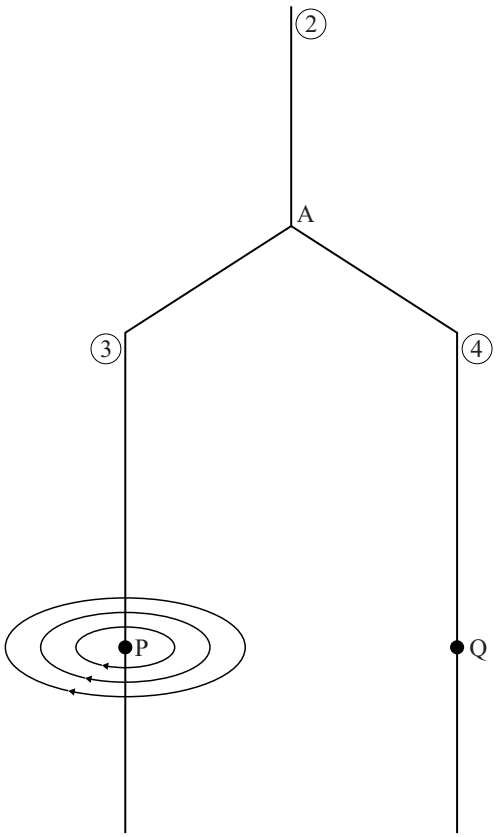
Door de grote stroomsterkte loopt de temperatuur snel op. Daarom mag de schakelaar maar kort gesloten worden.

3p **11** Bereken hoeveel warmte gedurende 5 seconde in snoer 1 ontwikkeld wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 3 is een deel van figuur 2 vergroot weergegeven. Op de draden 3 en 4 zijn de punten P en Q aangegeven. Rondom beide stroomdraden afzonderlijk ontstaat een magnetisch veld. Dit veld is gedeeltelijk getekend rondom draad 3. Figuur 3 staat ook weergegeven op de uitwerkbijlage.

figuur 3



4p **12** Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken de richting van de stroomsterkte in punt Q.
- Teken de richting van het magnetisch veld in punt Q.
- Teken de richting van de lorentzkracht in punt Q.
- Teken de richting van de lorentzkracht in punt P.

Voor de sterkte van het magnetisch veld rondom een stroomvoerende draad geldt de formule:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$$

Hierin is:
- B de sterkte van het magnetisch veld (in T),
- μ_0 de magnetische permeabiliteit (in $\mathrm{T\,m\,A^{-1}} = \mathrm{H\,m^{-1}}$),
- I de stroomsterkte (in A),
- r de afstand tot de draad (in m).

De draden 3 en 4 staan verticaal opgesteld op een afstand van 4,0 cm van elkaar over een lengte van 50 cm.
De ampèremeter in de schakeling van figuur 2 geeft 25 A aan.

5p **13** Bereken de grootte van de lorentzkracht op draad 4.

natuurkundeuitgelegd.nl

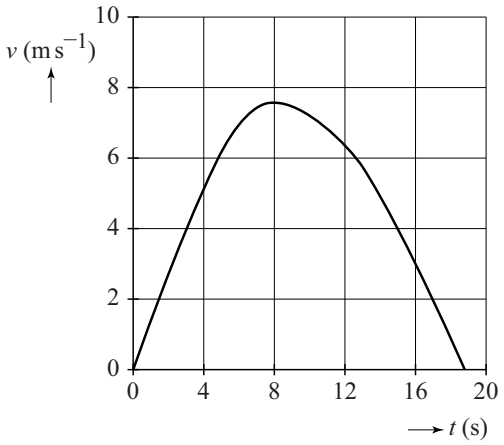
Opgave 4 Trekkertrek

figuur 1

Bij trekkertrek (ook wel **tractor pulling** genoemd) moet een tractor een sleepwagen voorttrekken die opzettelijk een grote wrijvingskracht ondervindt: de voorkant van de wagen heeft geen wielen, maar sleept over de grond.
Tijdens het rijden schuift een zwaar ballastblok op de sleepwagen naar voren. Zo neemt de wrijvingskracht toe, waardoor de tractor met sleepwagen afgeremd wordt en tot stilstand komt.
Het doel van trekkertrek is om een zo groot mogelijke afstand af te leggen. Als deze afstand 100 meter of meer is, is er sprake van een 'full pull'.

Figuur 2 toont het (v,t)-diagram van een deelnemer.
Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

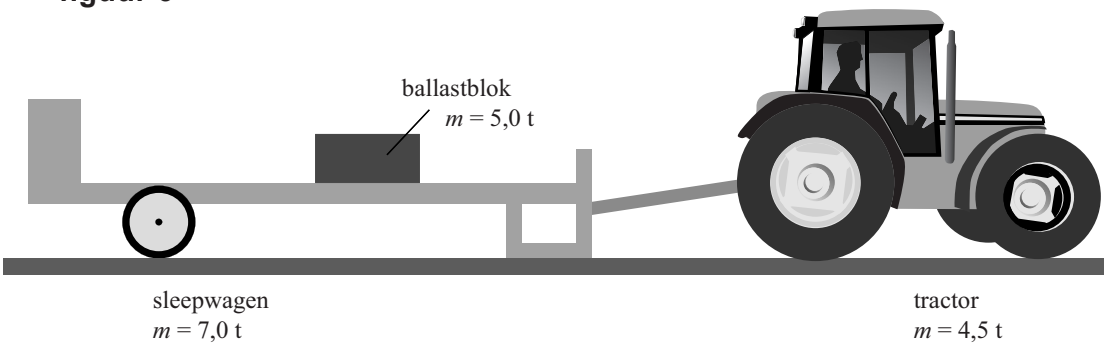
figuur 2



3p **14** Ga na met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of deze poging een 'full pull' opleverde.

De tractor en de sleepwagen zijn schematisch getekend in figuur 3. Daarbij zijn de massa's van de tractor, van de sleepwagen en van het ballastblok vermeld. De massa is uitgedrukt in ton.

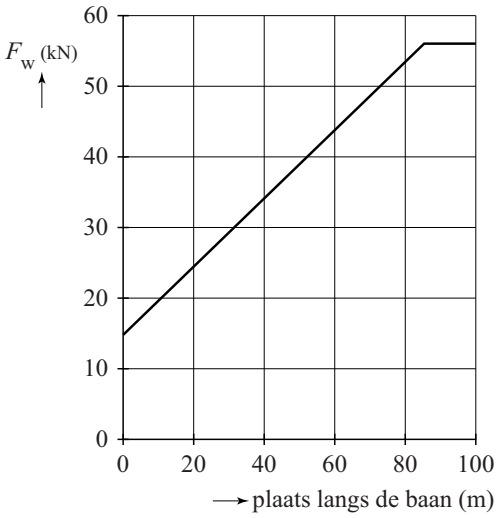
figuur 3



natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 4 is in een diagram het verloop van de wrijvingskracht op de sleepwagen weergegeven als de wagen de volledige afstand van 100 m zou afleggen (‘full pull’).
Figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

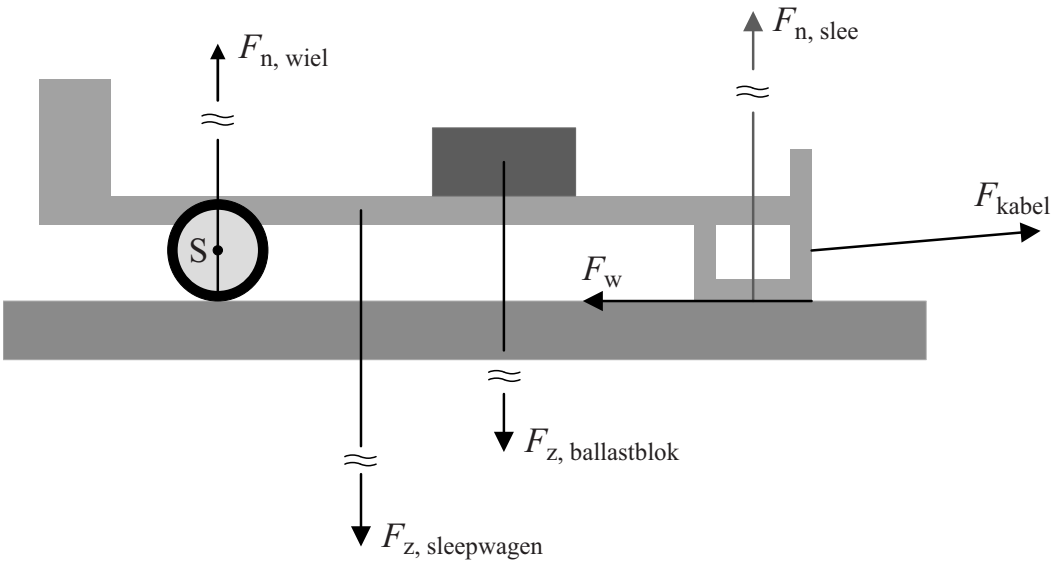
figuur 4



5p **15** Bepaal met behulp van de figuren op de uitwerkbijlage de grootte van de aandrijfkracht van de wielen van de tractor bij de start.

Op de as van de achterwielen van de sleepwagen bevindt zich een tandwiel, dat via een ketting het ballastblok naar voren trekt. Het ballastblok schuift dus naar voren als de wagen rijdt.
De sleepwagen ondervindt op twee plaatsen een normaalkracht: bij het wiel en bij de slee. In figuur 5 zijn de krachten op de sleepwagen in een bepaalde stand getekend. De tekening is op schaal. De lengte van de krachten is niet op schaal.

figuur 5



Punt S in figuur 5 mag als draaipunt worden opgevat. De verticale krachten zijn in evenwicht.
De momenten van F_w en F_{kabel} samen zijn verwaarloosbaar.

3p **16** Bepaal de grootte van $F_{n,\ slee}$ (de normaalkracht op de slee).

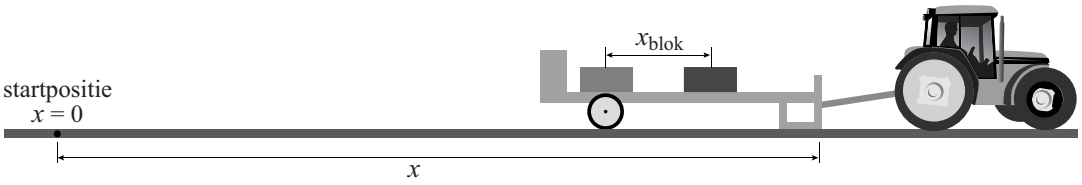
Op de uitwerkbijlage staat een tabel met daarin vijf krachten.
We beschouwen de situatie dat de sleepwagen rijdt en het blok naar voren schuift.

3p **17** Kruis op de uitwerkbijlage aan of de betreffende kracht toeneemt, afneemt of gelijk blijft als het blok naar voren schuift.

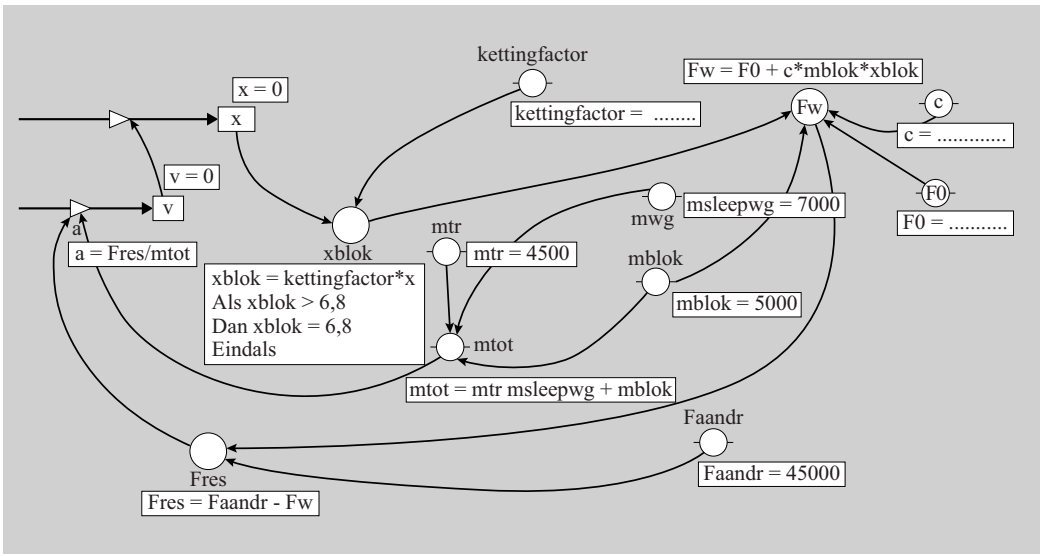
natuurkundeuitgelegd.nl

De beweging bij trekkertrek kan onderzocht worden met behulp van een rekenkundig model. In figuur 6 staat zo'n rekenkundig model, zowel in de tekstvariant als de grafische variant. (Je mag kiezen welke variant je gebruikt.)

figuur 6



model	startwaarden (in SI eenheden)
xblok = kettingfactor * x als xblok > 6,8 dan xblok = 6,8 eindals Fw = F0 + c*mblok*xblok Fres = Faandr – Fw a = Fres / mtot v = v + a*dt x = x + v*dt t = t + dt als v<0 dan stop eindals	v = 0 x = 0 t = 0 dt = 0,01 mtr = 4500 msleepwg = 7000 mblok = 5000 mtot = mtr + msleepwg + mblok Faandr = 45000 kettingfactor = ... F0 = ... c = ...



in SI-eenheden

natuurkundeuitgelegd.nl

In het model wordt de wrijvingskracht uitgerekend uitgaande van de positie van het ballastblok (xblok) en van de massa van het ballastblok (mblok). De waarde van xblok is recht evenredig met de afstand die de wagen heeft afgelegd totdat het ballastblok vooraan op de sleepwagen is aangekomen. (Het blok is dan 6,8 m naar voren geschoven.)

De startwaarden hebben betrekking op de situatie die in figuur 2 en 4 is weergegeven. (Zie uitwerkbijlage.)

4p **18** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal de waarde van de grootheid kettingfactor met behulp van figuur 4.
- Geef de startwaarde F0.
- Bepaal de startwaarde c.

Het rekenkundig model stelt de organisatoren van de wedstrijd in staat om de massa en de beweging van het ballastblok aan te passen aan een zwaardere tractor. Een zwaardere tractor heeft meer massa, meer vermogen en kan een grotere trekkracht uitoefenen. De organisatoren hebben twee doelen voor ogen:
- Een ‘full pull’ moet mogelijk zijn.
- Een ‘full pull’ wordt alleen bereikt als de bestuurder (bijna) optimaal gebruikmaakt van de trekkracht van de tractor.

Het model wordt gebruikt voor een zwaardere tractor.
Op de uitwerkbijlage staan twee computerruns van het (x,t)-diagram waarbij mblok en de kettingfactor gevarieerd worden.

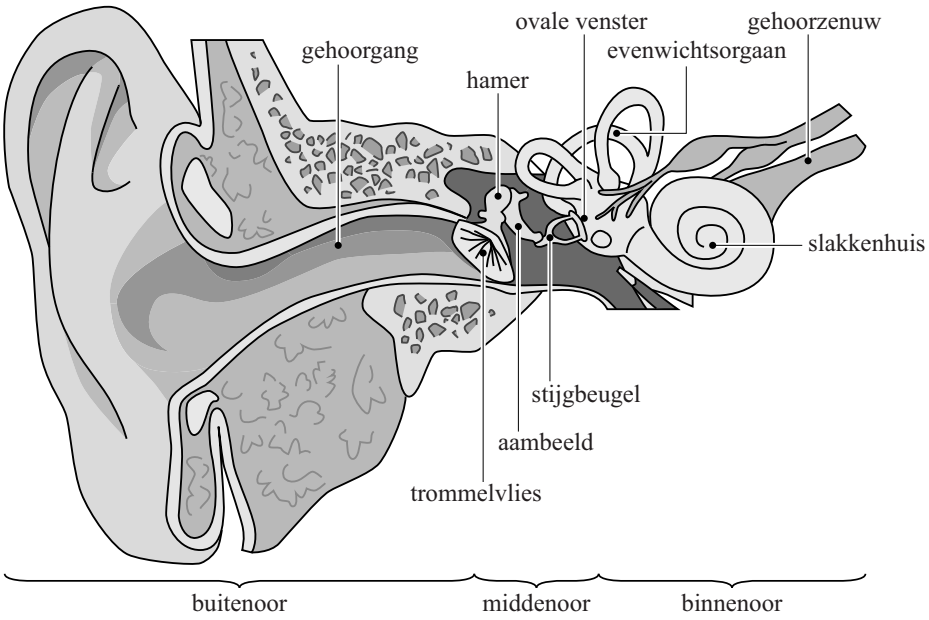
2p **19** Kies voor de twee waarden van mblok de bijpassende kettingfactor.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Oor

Het oor bestaat uit drie gedeeltes. Zie figuur 1.

figuur 1



- Het **buitenoor** dat aan één kant wordt afgesloten door het trommelvlies doet dienst als resonantieholte.
- Het **middenoor** brengt geluidstrillingen over van het trommelvlies naar het ovale venster.
- Het **binnenoor** zet trillingen in het slakkenhuis om in zenuwpulsen die naar de hersenen worden gestuurd.

Het **buitenoor** is op te vatten als een buis die aan één kant gesloten is door het trommelvlies. De gehoorgang is bij een volwassen persoon 28 mm lang. Door resonantie wordt geluid met een frequentie van 3 kHz in het buitenoor versterkt.

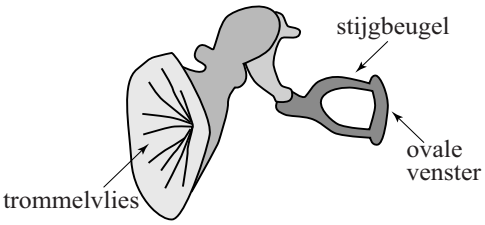
3p **20** Toon dat aan met behulp van een berekening.

2p **21** Leg uit of de frequentie waarbij versterking optreedt bij een baby groter of kleiner is dan bij een volwassen persoon.

natuurkundeuitgelegd.nl

In het **middenoor** zitten gehoorbeentjes. Zie figuur 2.

figuur 2



Door de hefboomwerking van de gehoorbeentjes wordt de kracht waarmee de stijgbeugel het ovale venster in beweging brengt met een factor $1{,}3$ versterkt.
De oppervlakte van het ovale venster is $\frac{1}{19}$ van de oppervlakte van het trommelvlies.

Voor de druk geldt: $p = \frac{F}{A}$.

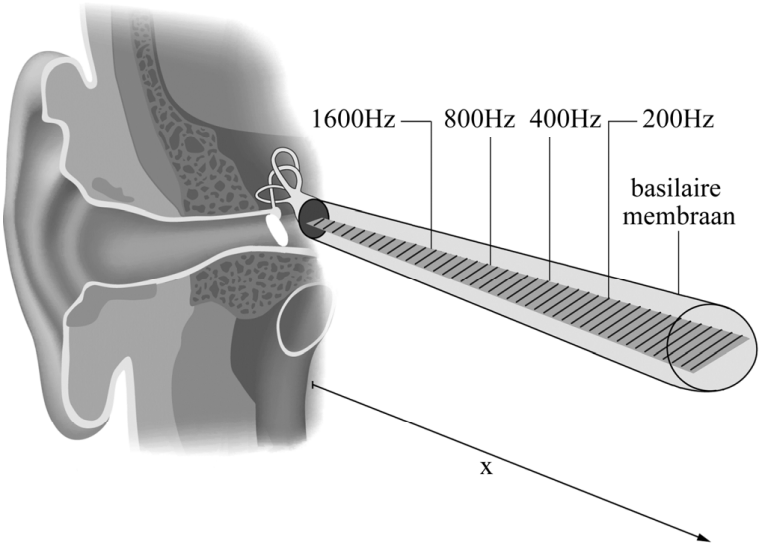
Hierin is:
- p de druk in $\mathrm{N\,m^{-2}}$,
- F de kracht in N,
- A het oppervlak in $\mathrm{m^2}$.

2p **22** Bereken hoeveel maal groter de druk op het ovale venster is vergeleken met de druk op het trommelvlies.

natuurkundeuitgelegd.nl

In het **binnenoor** zit het slakkenhuis. In figuur 3 is een tekening gemaakt van het slakkenhuis in uitgerolde toestand. Het is te beschouwen als een met vloeistof gevulde buis met het basilaire (basale) membraan als scheidingswand. Op het basilaire membraan zitten kleine massa's, die allemaal een andere eigenfrequentie hebben.

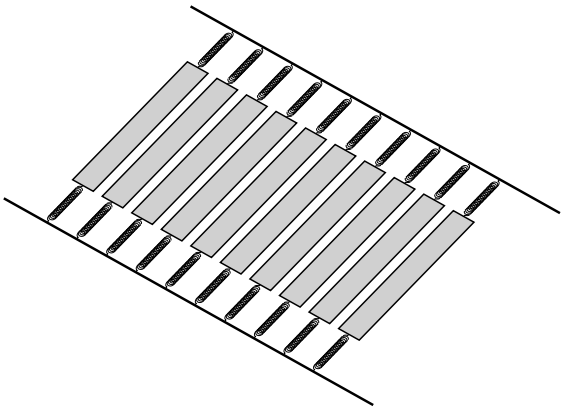
figuur 3



Als het ovale venster in trilling gebracht wordt, ontstaat in de vloeistof rondom het basilaire membraan een druktrilling. Als de eigenfrequentie van een kleine massa gelijk is aan de frequentie van de druktrilling, gaat die kleine massa meetrillen. In figuur 3 zijn de eigenfrequenties op verschillende plaatsen van het basilaire membraan aangegeven.

De werking van het basilaire membraan is te beschrijven met behulp van een model. In dit model bestaat het basilaire membraan uit een groot aantal kleine massa's aan veertjes.
In figuur 4 is dit schematisch weergegeven.

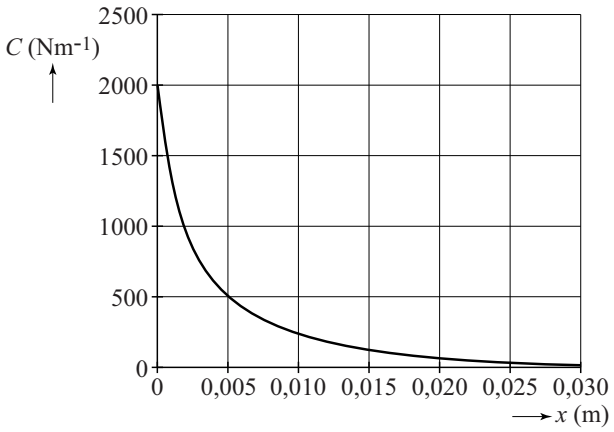
figuur 4



natuurkundeuitgelegd.nl

De stijfheid van het basilaire membraan is vergelijkbaar met de veerconstante C van een massa-veersysteem.
De stijfheid van het basilaire membraan verandert met de afstand x tot het ovale venster. Zie figuur 5.

figuur 5



Op een afstand van $5{,}0$ mm van het ovale venster bedraagt de eigenfrequentie $3{,}0$ kHz.

3p **23** Bepaal de massa in het gebruikte model op die plaats van het basilaire membraan.

2p **24** Laat met behulp een schatting zien of in dit model de massa's toenemen of afnemen als de afstand x groter wordt.

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