Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

20 **02**

Tijdvak 1
Woensdag 22 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 78 punten te behalen; het examen bestaat uit 23 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 7, 8, 11, 15 en 16 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.

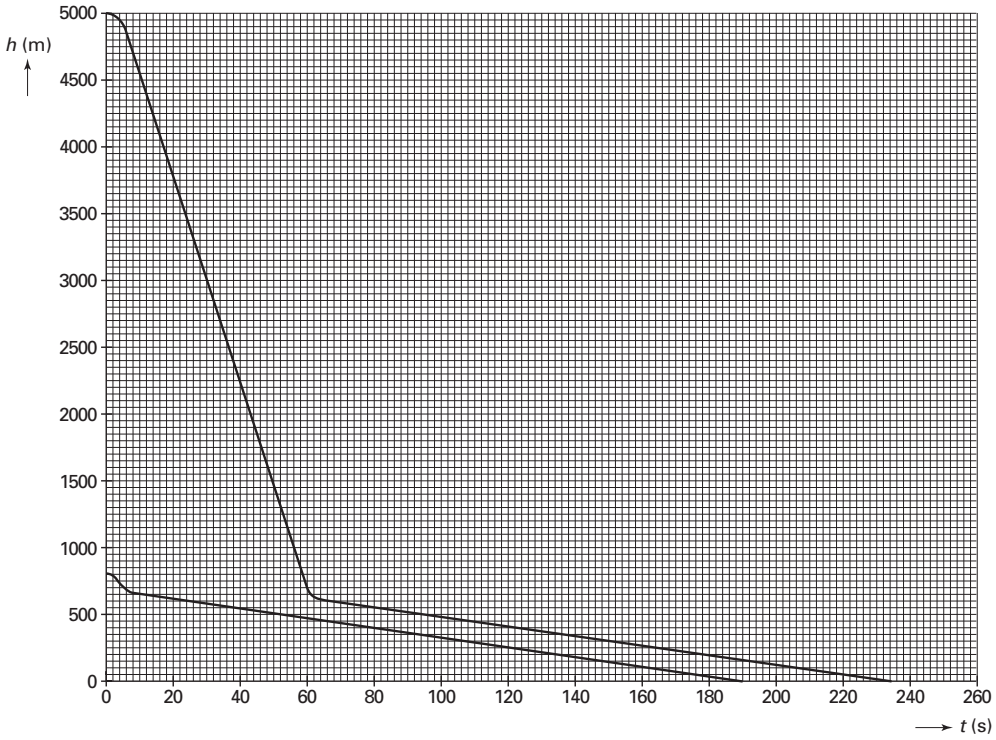
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Parachute

Joyce wil weten hoe een parachutesprong verloopt. Zij vraagt een ervaren parachutist om inlichtingen. Deze laat de (hoogte, tijd)-grafieken zien van twee van zijn sprongen. In het diagram van figuur 1 zijn beide (h,t)-grafieken weergegeven.

figuur 1



Eén sprong is vanaf 5000 m hoogte en één sprong vanaf 800 m. Bij beide sprongen ging de parachute open op een hoogte van 700 m.
Joyce merkt dat de parachutist met een 'vrije val' niet hetzelfde bedoelt als wat daarover in haar natuurkundeboek staat. De parachutist bedoelt er het gedeelte van een val mee waarbij de parachute nog niet is geopend.
De val van 5000 m naar 700 m duurt langer dan wanneer het een vrije val volgens het natuurkundeboek zou zijn.

4p **1** ☐ Bepaal hoeveel langer. Gebruik voor g de waarde $9{,}8\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

Uit figuur 1 blijkt dat je bij beide sprongen met dezelfde snelheid op de grond neerkomt.
2p **2** ☐ Hoe blijkt dat uit de grafieken?

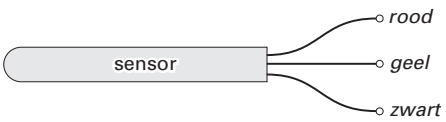
We bekijken de sprong vanaf 5000 m hoogte.
3p **3** ☐ Leg uit of de wrijvingskracht op de parachutist (plus parachute) op een hoogte van 1500 m groter dan, kleiner dan of gelijk aan de wrijvingskracht op 500 m is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Temperatuursensor

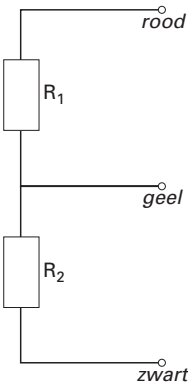
Een temperatuursensor heeft drie aansluitingen. Aan elke aansluiting is een aansluitdraad met een andere kleur bevestigd. Zie figuur 2.

figuur 2



In de sensor bevinden zich een temperatuurafhankelijke en een temperatuuronafhankelijke weerstand. Zie figuur 3.

figuur 3



Er wordt een meetplan opgesteld voor een eenvoudig experiment. Het experiment moet twee vragen beantwoorden:

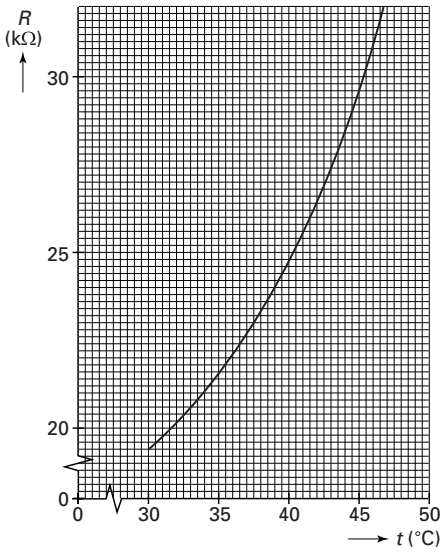
- Tussen welke twee aansluitdraden bevindt zich de temperatuurafhankelijke weerstand?
- Is de temperatuurafhankelijke weerstand een NTC-weerstand?

Je hebt de beschikking over een batterij, een stroommeter, een warmtebron en aansluitdraden.

5p **4** ☐ Beschrijf voor het meetplan:

- welke metingen je achtereenvolgens moet doen;
- welke schakelingen je daarbij moet gebruiken;
- hoe je op basis van de meetresultaten de twee vragen kunt beantwoorden.

figuur 4



De waarden van de weerstanden van de temperatuursensor worden nauwkeurig gemeten. R_1 heeft een waarde van 47,0 kΩ. Van R_2 is de weerstand als functie van de temperatuur weergegeven in figuur 4.
De rode draad wordt aangesloten op +5,0 V; de zwarte wordt geaard.
De sensorspanning is de spanning tussen de gele en de zwarte draad.

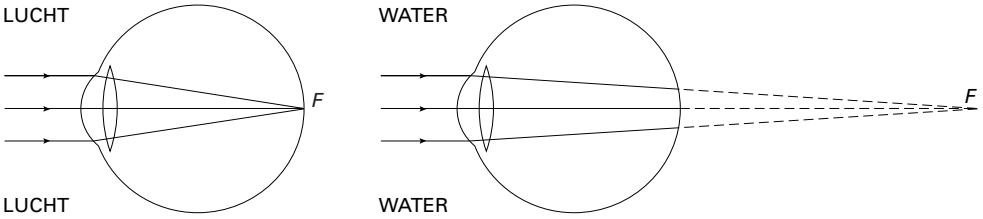
4p **5** ☐ Bepaal de sensorspanning bij een temperatuur van 36 °C.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Duikbril

Onder water kun je niet scherp zien. Dat komt doordat het hoornvlies aan de voorkant van het oog dan contact maakt met water in plaats van met lucht. Onder water ligt bij een normaalziend oog in ongeaccommodeerde toestand het brandpunt achter het netvlies.
In figuur 5 is dit schematisch weergegeven.

figuur 5



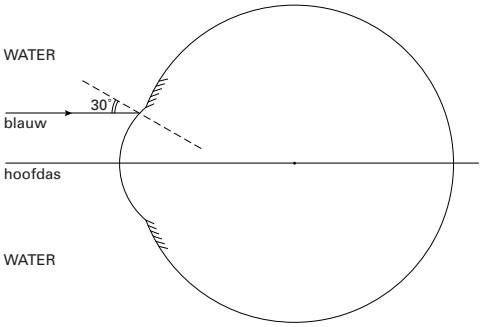
2p **6** ☐ Leg uit of een oog onder water het meest lijkt op een oog in lucht van een verziende of van een bijziende. Maak daarbij gebruik van figuur 5.

De lenswerking van het oog wordt voornamelijk veroorzaakt door breking van het licht aan het bolle hoornvlies.
In figuur 6 valt een blauwe lichtstraal op een oog onder water. Voor de brekingsindex $n_{1,2}$ voor de overgang van stof 1 naar stof 2 geldt:

$$n_{1,2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Hierin is n_1 de brekingsindex van stof 1 en n_2 die van stof 2.

figuur 6

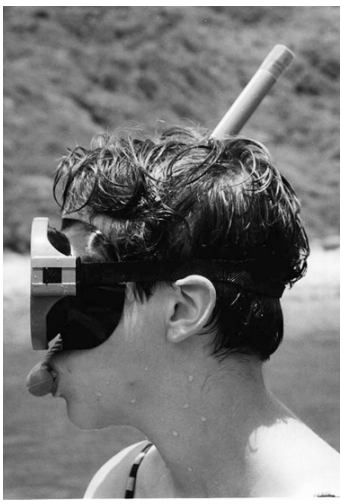


Voor de overgang van lucht naar hoornvlies is de brekingsindex voor blauw licht 1,38.
Figuur 6 staat vergroot op de bijlage.

5p **7** ☐ Teken in de figuur op de bijlage hoe de invallende blauwe lichtstraal gebroken wordt als alléén bij het hoornvlies breking plaatsvindt. Bereken daartoe eerst de brekingsindex voor blauw licht bij de overgang van water naar hoornvlies.

In figuur 7 zie je een meisje dat een duikbril draagt. De duikbril voorkomt dat het water in contact komt met de ogen. Hierdoor kan het meisje nu onder water wel scherp zien.

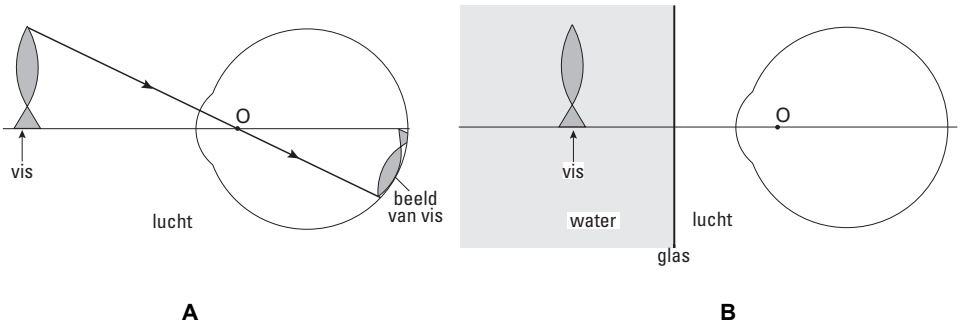
figuur 7



natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 8A bekijkt het meisje een vis boven water. Deze tekening is schematisch. Er wordt een scherp beeld van de vis op het netvlies gevormd. Er is een lichtstraal getekend die de hoofdas snijdt in punt O en die door het oog niet gebroken wordt. Neem aan dat dit geldt voor alle stralen die door O gaan.
Figuur 8B schetst de situatie waarin het meisje dezelfde vis op dezelfde afstand bekijkt, maar nu onder water en met duikbril.

figuur 8



A **B**

Figuur 8B is vergroot op de bijlage weergegeven.

3p **8** ☐ Leg aan de hand van een schets in de figuur op de bijlage uit of het meisje de vis nu groter of kleiner ziet dan in de situatie van figuur 8A.

Door absorptie wordt het daglicht steeds zwakker als je dieper onder water komt. Dit effect blijkt afhankelijk te zijn van de golflengte van het licht: de absorptie is sterker naarmate de golflengte groter is. De kleur van een voorwerp diep onder water lijkt daardoor anders dan boven water.

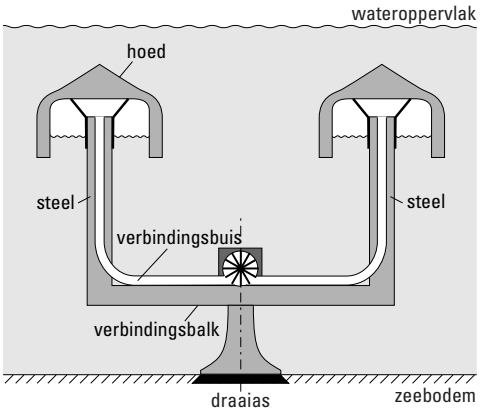
2p **9** ☐ Leg uit welke kleurverandering het meisje waarneemt als ze steeds dieper onder water komt.

natuurkundeuitgelegd.nl

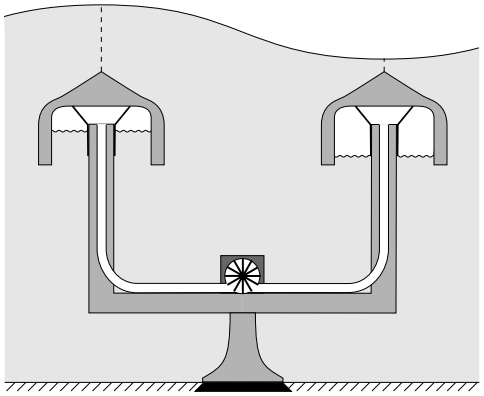
Opgave 4 Golfgenerator

Met een golfgenerator kan energie worden opgewekt uit watergolven op zee. Een golfgenerator bestaat uit twee grote 'paddestoelen' die op een vaste afstand van elkaar op een verbindingsbalk zijn bevestigd. Het geheel van balk en paddestoelen is draaibaar om een verticale as die zich midden tussen de paddestoelen bevindt en die in de zeebodem is verankerd. Zie figuur 9 en figuur 10.

figuur 9



figuur 10



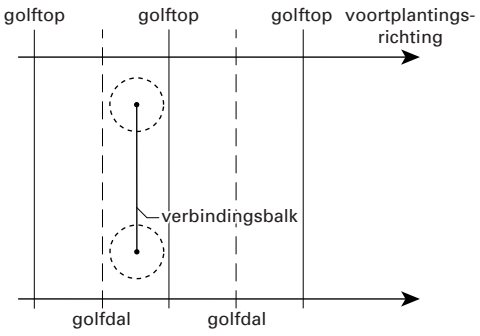
Elke paddestoel bestaat uit een holle, betonnen 'hoed' met een binnendiameter van 20 meter op een 'steel'. De hoed is aan de onderkant open. Onder de hoed bevindt zich een hoeveelheid lucht.
Ga er bij de volgende vraag van uit dat:

- figuur 9 op schaal is;
- de ruimte onder de hoed cilindervormig is;
- het volume van de steel en de verbindingsbuis verwaarloosbaar is;
- de gemiddelde luchtdruk onder de hoed gelijk is aan $2{,}8 \cdot 10^5$ Pa;
- een mol lucht een massa heeft van 28,8 gram.

5p **10** ☐ Bereken met behulp van een schatting de massa van de hoeveelheid lucht onder een hoed. Geef aan welke waarde je toekent (schat) aan de grootheid die niet gegeven is.

Wanneer de waterhoogte boven een hoed toeneemt doordat een golftop passeert, wordt de lucht onder de hoed samengedrukt. Zie figuur 10. Er wordt dan lucht door de verbindingsbuis naar de andere paddestoel geperst. Door de golfbeweging van het water wordt de lucht heen en weer gepompt. De bewegende lucht drijft een generator aan die elektriciteit opwekt.
De watergolven op zee kunnen in goede benadering beschreven worden als lopende golven. In figuur 11 is een bovenaanzicht gegeven van het golfpatroon.
In het golfpatroon zijn op dezelfde schaal de verbindingsbalk en de hoeden van de golfgenerator weergegeven.
De verbindingsbalk staat hier loodrecht op de voortplantingsrichting van de golven.
Figuur 11 staat vergroot op de bijlage.

figuur 11



3p **11** ☐ Bepaal de hoek waarover de golfgenerator gedraaid moet worden om een maximale energieopbrengst te krijgen. Teken daartoe in de figuur op de bijlage de verbindingsbalk van de golfgenerator in het golfpatroon, op schaal en in de juiste richting.

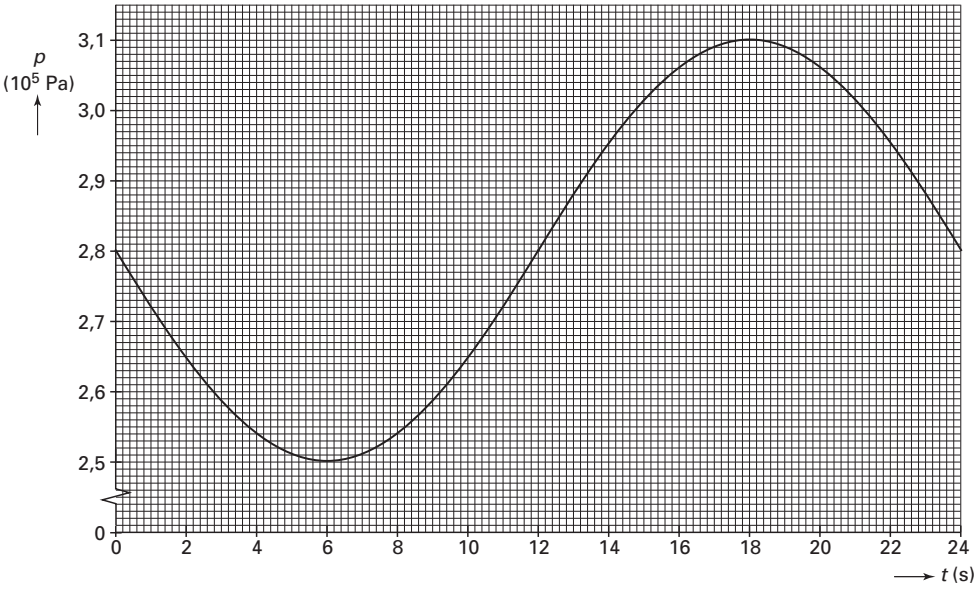
natuurkundeuitgelegd.nl

De vaste afstand tussen de middelpunten van de paddestoelen bedraagt 60 meter. Bij golven met grote golflengtes (meer dan 120 m) is de energieopbrengst per seconde van de golfgenerator niet erg groot.

2p **12** ☐ Geef daarvoor twee oorzaken.

In figuur 12 is weergegeven hoe de druk p onder één van de paddestoelen varieert als functie van de tijd t bij golven met een golflengte van 180 meter.

figuur 12



3p **13** ☐ Bepaal de voortplantingssnelheid van de golven.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Schaatsstrips

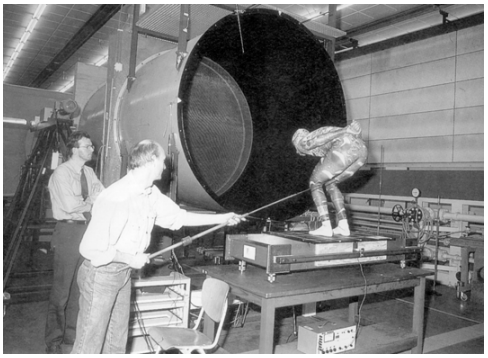
Gianni Romme verbeterde tijdens de Olympische Winterspelen van 1998 het wereldrecord schaatsen op de 5000 meter (een halve ronde van 200 m en twaalf ronden van 400 m). Zijn eindtijd was 6 minuten en 22,20 seconden.
De tijd die hij nodig had voor de eerste 200 m was 19,65 s. Hierna was zijn snelheid vrijwel constant.

4p **14** ☐ Ga na of de beweging van Gianni gedurende de eerste 200 m eenparig versneld was.
(Hint: Bereken eerst de snelheid die hij na 19,65 s zou hebben als deze beweging eenparig versneld was. Vergelijk deze snelheid met zijn snelheid over de rest van de rit.)

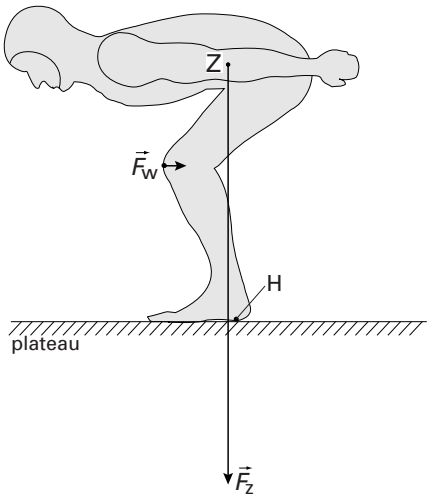
De Nederlandse schaatsenrijders hadden zigzagstrips op hun schaatspak geplakt ter hoogte van hun onderbenen. De luchtweerstand neemt hierdoor af.
In Delft wordt onderzoek gedaan naar het effect van de strips. Daarbij moet een schaatser zonder schaatsen op een plateau voor een windtunnel plaatsnemen. Zie figuur 13.
Met behulp van krachtsensoren wordt de horizontale kracht bepaald die de schaatsenrijder op het plateau uitoefent als de wind door de tunnel blaast.
In figuur 14 is een zijaanzicht gegeven van de schaatsenrijder. Op de schaatser werken drie krachten. In de figuur zijn de zwaartekracht F_z en de luchtwrijvingskracht F_w op de schaatsenrijder op schaal getekend. De derde kracht grijpt aan in punt H.
Figuur 14 staat vergroot op de bijlage.

3p **15** ☐ Teken in de figuur op de bijlage in punt H de derde kracht die op de schaatsenrijder werkt.
Denk daarbij aan de juiste grootte en de juiste richting.

figuur 13



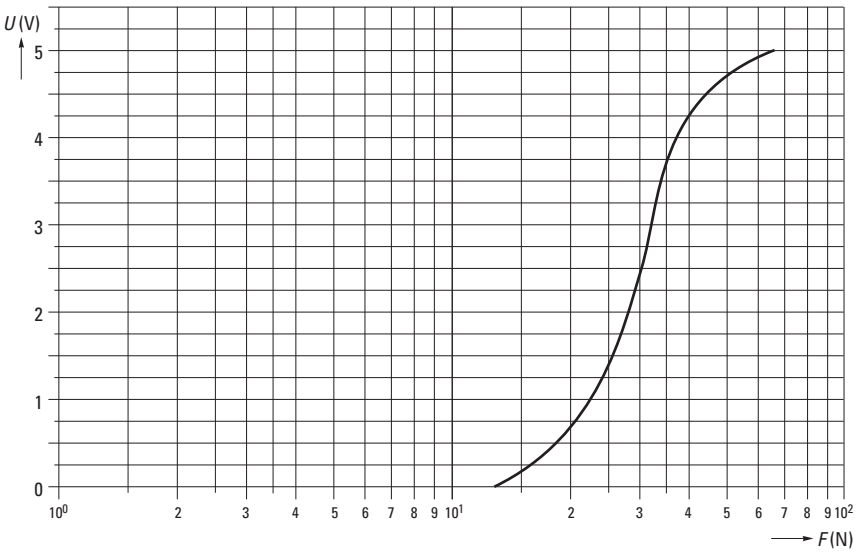
figuur 14



natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 15 is de ijkgrafiek weergegeven van de krachtsensor waarmee F_w wordt gemeten.

figuur 15



De kracht is daarin uitgezet langs een logaritmische schaal. Hierdoor kan de gevoeligheid van de sensor niet rechtstreeks uit figuur 15 bepaald worden.
Op de bijlage zijn twee assen op millimeterpapier weergegeven.

4p **16** ☐ Bepaal de gevoeligheid van de sensor bij een kracht van 30 N. Maak daarbij gebruik van de bijlage.

Voor de wrijvingskracht ten gevolge van de luchtweerstand geldt:

$$F_w = \tfrac{1}{2} C_w \rho A v^2$$

Hierin is:
– C_w de luchtweerstandcoëfficiënt;
– ρ de dichtheid van de lucht;
– A de frontale oppervlakte van de schaatser;
– v de snelheid van de schaatser.

Bij het onderzoek wordt de kracht F_w twee keer gemeten: één keer met strips en één keer zonder strips op het schaatspak. Uit deze twee metingen wordt bepaald hoeveel de C_w-waarde door de strips verandert.
Om een juiste vergelijking te maken, moeten de drie andere grootheden in de formule tijdens beide metingen gelijk zijn.

3p **17** ☐ Bespreek voor elk van deze drie grootheden welke maatregelen daartoe in de onderzoeksopzet genomen moeten worden.

De C_w-waarde mét strips is kleiner dan die zonder strips. Ga er bij de volgende vraag van uit dat het door de schaatsenrijder geleverde vermogen bij het rijden met of zonder strips gelijk is.

3p **18** ☐ Toon aan dat de snelheid v die een schaatsenrijder bereikt evenredig is met $\sqrt[3]{\frac{1}{C_w}}$.

De onderzoekers beweren dat met de strips ruim een halve seconde winst per ronde behaald kan worden ten opzichte van de situatie zonder strips. Hierbij wordt uitgegaan van een C_w-waarde van 0,58 mét strips en een C_w-waarde van 0,63 voor de situatie zonder strips.

4p **19** ☐ Ga door berekening na of deze bewering juist is. Bepaal daartoe eerst met welke factor de snelheid door de strips zal toenemen.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Radioactief jodium

Lees het artikel.

artikel

Kernproeven in VS besmetten bevolking met radioactief jood

De kernproeven in de Nevada-woestijn van 1951 tot 1958 hebben de hele Amerikaanse bevolking besmet met radioactief jood, dat schildklierkanker kan veroorzaken. Dit blijkt uit een onderzoek door het Amerikaanse Nationale Kankerinstituut (NCI).

Onder andere door het drinken van besmette melk kreeg iedereen in de Verenigde Staten in die periode een hoeveelheid jood-131 binnen.

Nagenoeg al het jood-131 dat het lichaam binnenkomt, wordt door de schildklier opgenomen. De gemiddelde stralingsdosis bedroeg 2,0 rad.
Het gevaar van kanker geldt vooral voor mensen die tijdens de besmettingsperiode nog kind waren.
Het NCI adviseert iedereen die vreest in zijn kindertijd aan het radioactief jodium te hebben blootgestaan zijn schildklier te laten nakijken.

naar: de Volkskrant, augustus 1997

3p **20** ☐ Leg uit welk element ontstaat bij het verval van jood-131.

In het artikel wordt beweerd dat het gevaar van kanker vooral geldt voor mensen die tijdens de besmettingsperiode nog kind waren. Het argument dat kinderen meer melk drinken dan volwassenen ondersteunt die bewering.

2p **21** ☐ Geef de definitie van het begrip stralingsdosis en geef op grond van die definitie een ander, natuurkundig argument dat de bewering ondersteunt.

Een deel van de besmette melk werd verwerkt tot lang houdbaar melkpoeder.

4p **22** ☐ Bereken in hoeveel tijd de activiteit van het jood-131 100 keer zo klein werd.

De eenheid ’rad’ voor de dosis geabsorbeerde straling is een oude eenheid die officieel niet meer gebruikt mag worden. In het informatieboek Binas kun je vinden hoe je de rad omrekent naar de officiële eenheid.
Ga ervan uit dat een schildklier met een massa van 25 g de in het artikel genoemde stralingsdosis heeft ontvangen. Verwaarloos de absorptie van gammastraling.

5p **23** ☐ Bereken hoeveel atomen jood-131 in deze schildklier zijn vervallen.

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