Examen HAVO

2018

tijdvak 2
dinsdag 19 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 28 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.

HA-1023-a-18-2-o

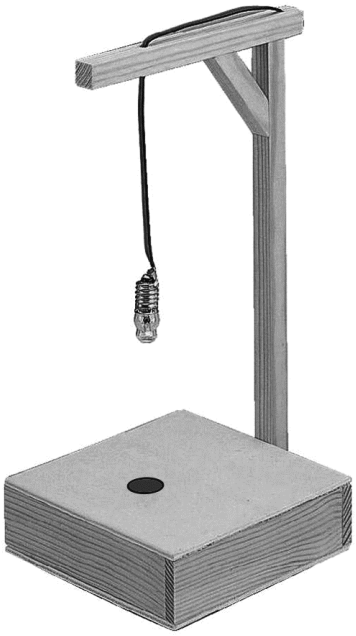
natuurkundeuitgelegd.nl

Amy heeft in een techniekmuseum een demonstratie van een magische lamp gezien. Zie figuur 1.

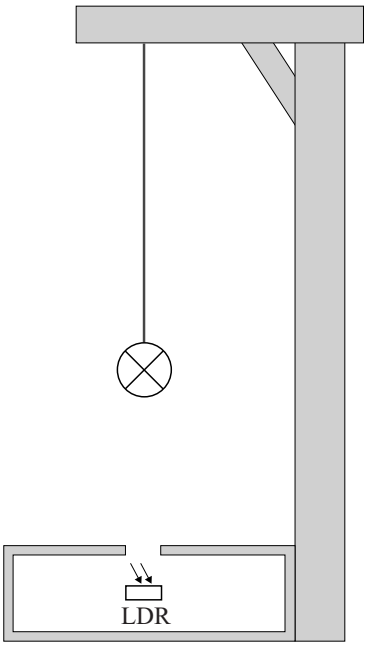
De demonstratie ging als volgt:
- Er werd een (brandende) lucifer onder een lampje gehouden. Het lampje ging vervolgens aan.
- Toen de lucifer werd weggehaald bleef het lampje licht geven.
- Vervolgens werd er tegen het lampje geblazen. Tijdens het blazen bewoog het lampje opzij en stopte het met licht geven.

In het doosje onder het lampje zit een klein gat waar het lampje doorheen schijnt.
Amy vermoedt dat er in de opening onder het lampje een lichtgevoelige weerstand (LDR) zit. Zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2

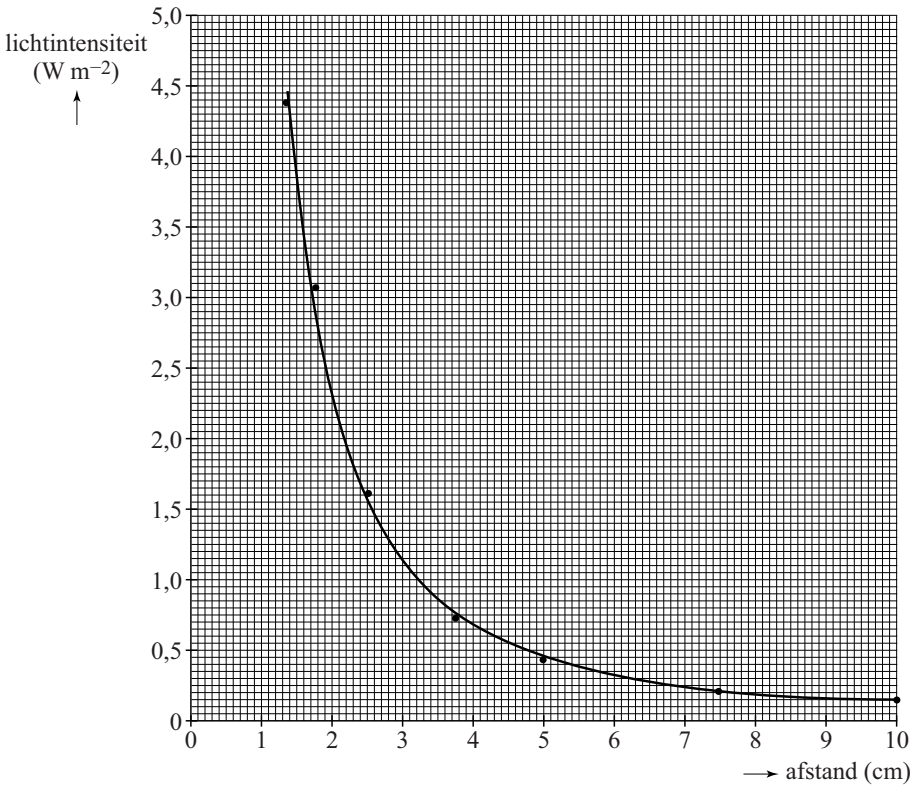


Ze wil zelf een magische lamp gaan maken met een LED als lampje en een LDR.

natuurkundeuitgelegd.nl

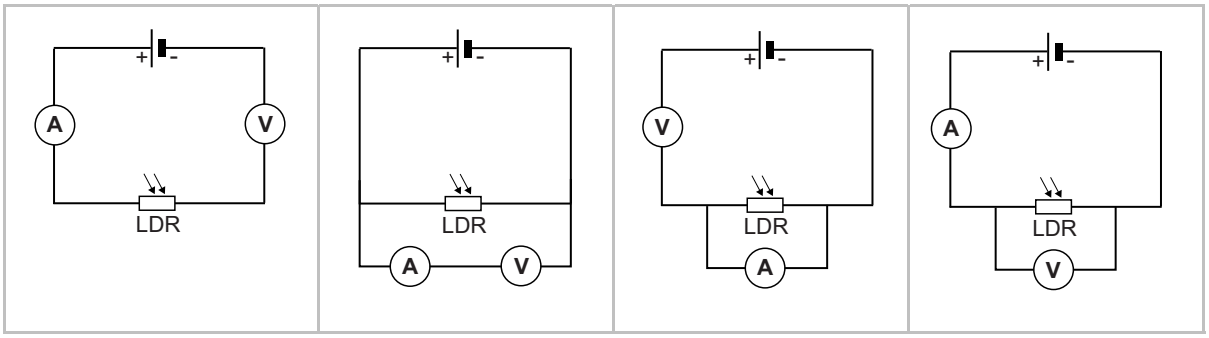
Eerst meet ze de lichtintensiteit (in $\mathrm{W\,m^{-2}}$) op verschillende afstanden van het lampje. Van deze metingen maakt ze het diagram dat is weergegeven in figuur 3.

figuur 3



Vervolgens wil ze het verband onderzoeken tussen de weerstand van de LDR en de lichtintensiteit. Ze heeft een schakeling nodig om de weerstand van de LDR te kunnen bepalen.

1p **1** Welke van de onderstaande elektrische schakelingen moet Amy daarvoor gebruiken?

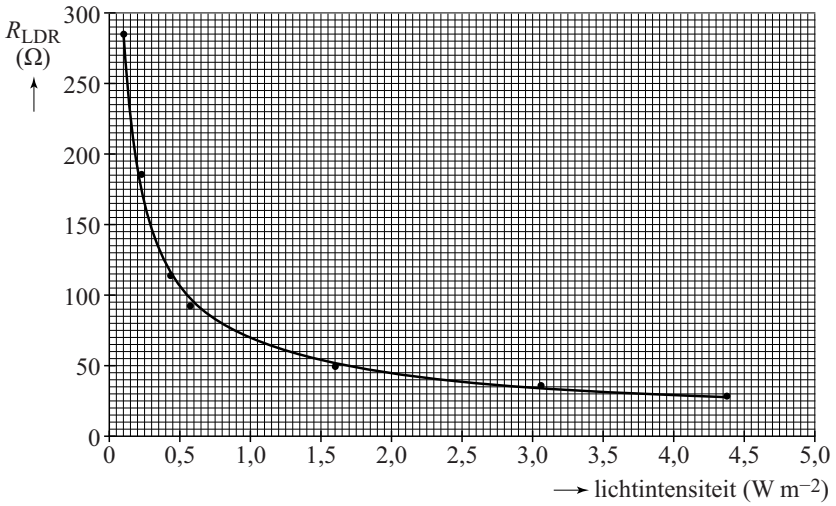


A **B** **C** **D**

natuurkundeuitgelegd.nl

Uit haar meting volgt het diagram dat is weergegeven in figuur 4.

figuur 4

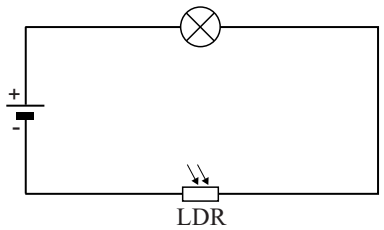


De figuren 3 en 4 zijn ook weergegeven op de uitwerkbijlage.
Amy bouwt zelf een magische lamp met deze LDR en het lampje.
Het lampje hangt ze boven de LDR. Er valt alleen licht van het lampje op de LDR. Het lampje brandt normaal, de weerstand van de LDR is dan 40 Ω.

2p **2** Bepaal hoe hoog Amy het lampje boven de LDR heeft gehangen.

Haar schakeling is weergegeven in figuur 5. De spanningsbron geeft een spanning van 3,6 V. Het lampje brandt normaal op een spanning van 1,9 V. De LDR gaat kapot als hij meer dan 200 mW aan warmte produceert.

figuur 5



4p **3** Toon met een berekening aan of de LDR heel blijft als het lampje normaal brandt.

Voordat het lampje licht gaat geven, moet het eerst ‘aangestoken’ worden. Dat doet Amy door een brandende lucifer tussen het lampje en de LDR te houden. Na afloop kan Amy het lampje laten uitgaan door er tegen te blazen.

4p **4** Leg uit:
- Waarom het lampje licht gaat geven wanneer de lucifer tussen het lampje en de LDR wordt gehouden.
- Waarom het lampje licht blijft geven als de lucifer daarna wordt weggehaald.
- Waarom het lampje vervolgens uitgaat als het opzij wordt geblazen.

natuurkundeuitgelegd.nl

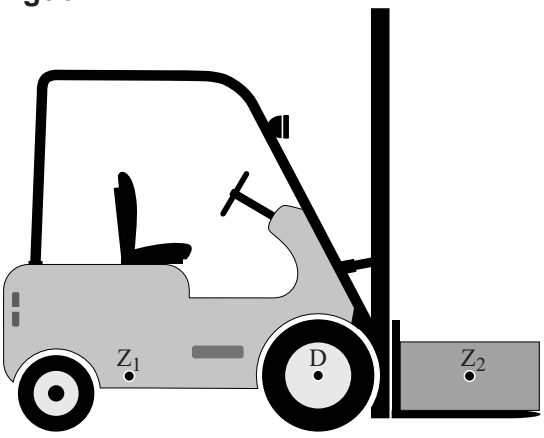
Heftruck

Met een heftruck kunnen zware pakketten worden opgetild en vervoerd. Zie figuur 1.

figuur 1

Als een pakket te zwaar is, kantelt de heftruck voorover. Neem aan dat het draaipunt D in de voorste as ligt. Zie figuur 2.

figuur 2



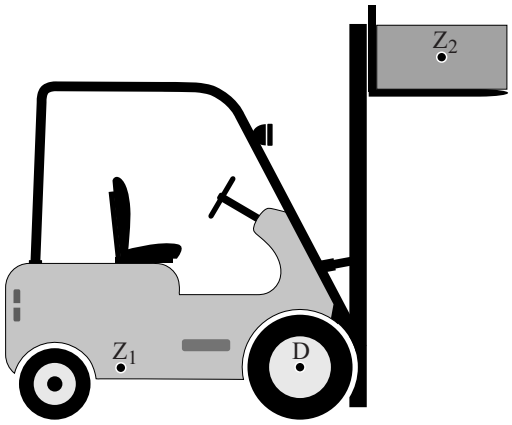
Het zwaartepunt van de heftruck is aangegeven met Z_1 en het zwaartepunt van het pakket met Z_2. De massa van de heftruck zonder de lading is $3{,}4$ ton. Figuur 2 staat ook vergroot en op schaal op de uitwerkbijlage.

3p **5** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage hoe groot de massa van het pakket maximaal mag zijn voordat de heftruck gaat kantelen.

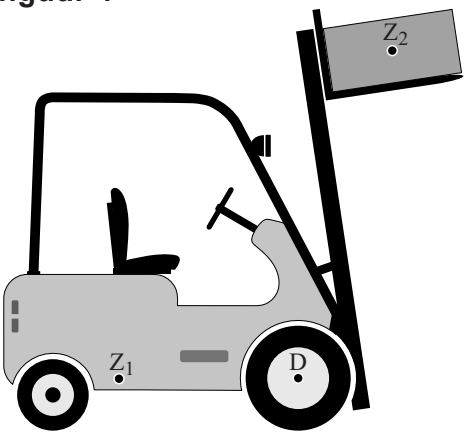
natuurkundeuitgelegd.nl

Een heftruck heeft een lift om pakketten hoog weg te kunnen zetten.
In figuur 3 is het pakket door de lift verticaal omhoog getild. In figuur 4 is de lift een beetje schuin gezet.

figuur 3



figuur 4



De heftruck staat stil in beide situaties. Het risico voor de heftruck om voorover te kantelen neemt door het schuin zetten van de lift af.

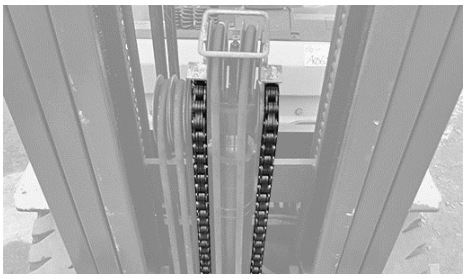
1p **6** Welke van de volgende stellingen geeft hiervoor de juiste reden?

A De arm van de kracht op de lading is kleiner geworden.
B De normaalkracht op de voorwielen is groter geworden.
C De normaalkracht op het pakket is afgenomen.
D De plaats van het zwaartepunt Z_1 van de heftruck is richting het draaipunt verschoven.

Tijdens het rijden en het remmen mag het pakket niet van de lift afschuiven. Vergelijk de stand van de lift in figuren 3 en 4 met elkaar.

1p **7** Geef een natuurkundige reden waarom het pakket tijdens het remmen in figuur 3 eerder van de lift schuift dan in figuur 4.

figuur 5



De lift wordt omhoog getrokken door 2 kettingen. Zie figuur 5. Een ketting is gemaakt van schakels. Iedere schakel bestaat uit 2 staalplaatjes. De treksterkte van een ketting is gelijk aan de totale treksterkte van die staalplaatjes in een schakel. Op de uitwerkbijlage staan op ware grootte een vooraanzicht en zijaanzicht van de 2 kettingen. Met een lijn is aangegeven waar de schakels breken bij te zware belasting. Op de uitwerkbijlage staat ook het spanning-rekdiagram van de gebruikte staalsoort.

5p **8** Bepaal de maximale (span)kracht die de kettingen samen kunnen uitoefenen zonder blijvend te vervormen.

natuurkundeuitgelegd.nl

De heftruck wordt gebruikt om identieke pakketten te stapelen in een magazijn.
De lift tilt ieder pakket in (gemiddeld) $7{,}0\ \text{s}$ recht omhoog met een snelheid van $0{,}44\ \text{m s}^{-1}$. Eén pakket heeft een massa van $2{,}0 \cdot 10^{3}\ \text{kg}$.
Het elektrische vermogen van de lift is $11\ \text{kW}$.

3p **9** Bereken het rendement van de lift.

De lift is aangesloten op een accu waarop staat: $48\ \text{V}$; $400\ \text{Ah}$. Deze $400\ \text{Ah}$ betekent: de accu kan 400 uur lang een stroom leveren van $1\ \text{A}$, 200 uur lang $2\ \text{A}$, enzovoort.

3p **10** Bereken hoe lang de lift kan werken als begonnen wordt met een volle accu.

Heftrucks worden ook gebruikt om via een helling vrachtwagens te laden. Zie figuur 6.

figuur 6

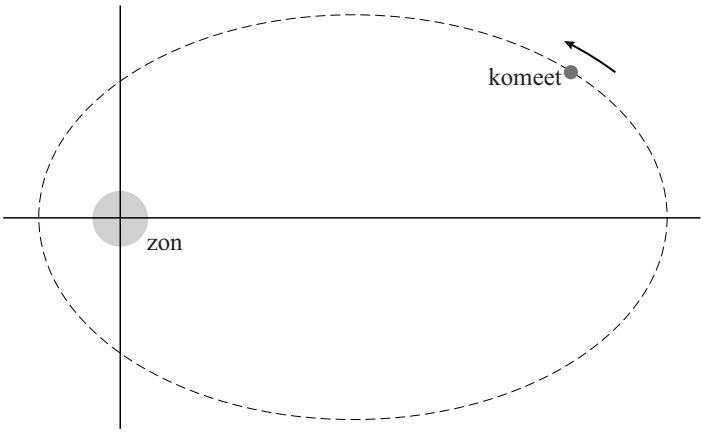
De zwaartekracht op de heftruck met lading is $5{,}3 \cdot 10^{4}\ \text{N}$. De hoek van de helling met de (horizontale) grond is $11°$. De heftruck rijdt met een constante snelheid tegen de helling omhoog.

2p **11** Bereken de grootte van de kracht die de motor dan minimaal moet leveren.

natuurkundeuitgelegd.nl

In 1969 is de komeet Churyumov-Gerasimenko ontdekt.
Deze komeet beweegt in een ellipsvormige baan om de zon. In figuur 1 staat een bovenaanzicht van de baan. Deze figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 1



De pijl geeft de bewegingsrichting van de komeet om de zon aan. De zon oefent een gravitatiekracht uit op de komeet.

4p **12** Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de gravitatiekracht op de komeet als een pijl met een lengte van $5\ \text{cm}$ in de juiste richting.
- Ontbind deze kracht in een component langs de baan en een component loodrecht op de baan.
- Leg uit of de grootte van de snelheid van de komeet op dit punt in de baan verandert.

Wetenschappers hebben een eerste schatting kunnen maken van de massa en de dichtheid van de komeet:
- De massa ligt tussen $0{,}9 \cdot 10^{13}\ \text{kg}$ en $1{,}1 \cdot 10^{13}\ \text{kg}$;
- De dichtheid ligt tussen $500\ \text{kg m}^{-3}$ en $550\ \text{kg m}^{-3}$.

Zij willen berekenen wat de **grootste** waarde is die het volume van de komeet zou kunnen hebben.

1p **13** Welke waarden moeten zij dan in hun berekening gebruiken?

A De grootste massa en de grootste dichtheid.
B De grootste massa en de kleinste dichtheid.
C De kleinste massa en de grootste dichtheid.
D De kleinste massa en de kleinste dichtheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

Om Churyumov-Gerasimenko van dichtbij te kunnen onderzoeken is de ruimtesonde Rosetta gelanceerd. Na een reis van 10 jaar en $6{,}5$ miljard kilometer is Rosetta aangekomen bij de komeet.

3p **14** Bereken de gemiddelde snelheid in $\mathrm{km\,s^{-1}}$ van Rosetta tijdens de reis.

Rosetta draait in een cirkelvormige baan rondom de komeet. De baan heeft een straal van $20{\cdot}10^3$ m.
De komeet heeft een massa van $M = 1{,}0{\cdot}10^{13}$ kg.

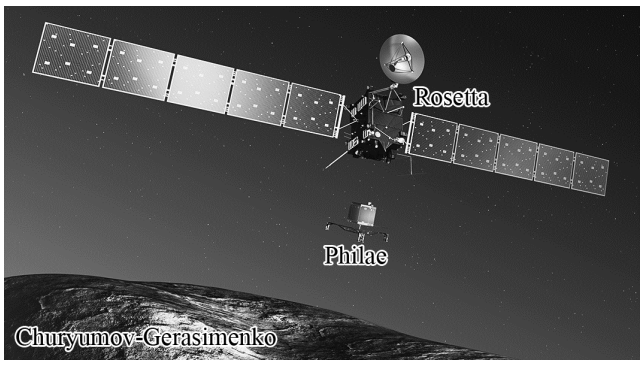
4p **15** Bereken de baansnelheid van Rosetta.

Rosetta doet vanuit haar baan metingen aan de komeet. Zo is de temperatuur van de komeet bepaald met behulp van de straling die door de komeet wordt uitgezonden. De straling die de komeet het meest uitzendt heeft een golflengte van $1{,}6 \cdot 10^{-5}$ m.

3p **16** Bereken de temperatuur van de komeet in °C.

Vanuit Rosetta is de komeetlander Philae naar de komeet afgedaald. Zie figuur 2. De landing op de komeet is anders verlopen dan van tevoren was bedacht. Philae zou na de landing verankerd worden aan het oppervlak van de komeet. Dat is echter niet gebeurd, zodat Philae weer omhoog is gestuiterd na de landing. Zie figuur 3. De snelheid vlak voor de landing is $1{,}1\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Vlak na het opstuiten is de snelheid $0{,}38\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

figuur 2



ESA-C. Carreau/ATG medialab

3p **17** Bereken hoeveel procent van de kinetische energie van Philae na de landing nog over is.

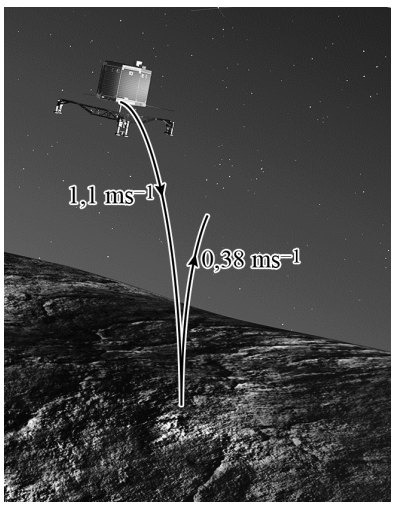
De ontsnappingssnelheid is de snelheid die minimaal nodig is om te ontsnappen van een hemellichaam en er niet meer op terug te vallen. Hiervoor geldt:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Hierin is G is de gravitatieconstante.
Voor de komeet geldt:
- $R = 2{,}9$ km;
- $M = 1{,}0{\cdot}10^{13}$ kg.

3p **18** Toon aan of Philae weer terug is gevallen naar de komeet.

figuur 3



ESA-C. Carreau/ATG medialab

natuurkundeuitgelegd.nl

Renium-188

Renium-188-HEDP is een vorm van bestraling die gebruikt wordt om bottumoren te behandelen. Atomen van het radioactieve renium-188 (Re-188) worden daarvoor gekoppeld aan atomen van een stof die door botten wordt opgenomen. Hiermee kan men specifieke tumoren in botten bestralen.

Re-188 ontstaat door het verval van wolfraam-188 (W-188). In een laboratorium wordt eerst van het stabiele W-186 het isotoop W-188 gemaakt.

1p **19** Hoe verschillen de atomen W-186 en W-188 van elkaar?

A Een atoom W-188 heeft alleen twee elektronen meer dan een atoom W-186.

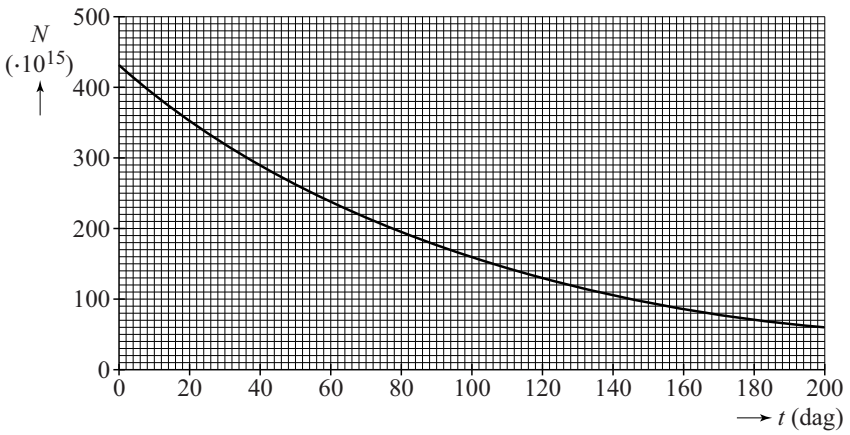
B Een atoom W-188 heeft alleen twee neutronen meer dan een atoom W-186.

C Een atoom W-188 heeft alleen twee protonen meer dan een atoom W-186.

D Een atoom W-188 heeft twee protonen en twee elektronen meer dan een atoom W-186.

Een laborant heeft een bepaalde hoeveelheid W-188 aangemaakt op $t = 0$ s. In figuur 1 staat de grafiek van het verdere verloop van het aantal kernen W-188 als functie van de tijd.

figuur 1



Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **20** Bepaal de activiteit van het wolfraam op $t = 0$ s. Geef daarbij in de figuur op de uitwerkbijlage aan hoe je aan je antwoord komt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Re-188 is een β- en γ-straler. In figuur 2 staat een tabel met een aantal eigenschappen van Re-188.

figuur 2

Eigenschap	Re-188
Uitgezonden straling	β en γ
Energie van de γ-fotonen	0,155 MeV
Energie van de β-deeltjes	2,12 MeV
Halveringstijd	17 uur

3p **21** Geef de vergelijking van de vervalreactie van Re-188 waarbij ook een γ-foton wordt uitgezonden.

3p **22** Welke soort straling levert de grootste bijdrage aan de behandeling van de bottumor? Geef twee argumenten waarom de bijdrage van die soort straling het grootst is.

In het ziekenhuis kan de arts een hoeveelheid van het gevormde renium uit de generator halen voor de behandeling van een patiënt. Bij deze patiënt wordt een hoeveelheid renium-188 toegediend met een activiteit van 120 MBq. Omdat renium vervalt en ook wordt uitgescheiden via de urine, is de totale stralingsbelasting door de β-straling voor het lichaam niet zo hoog, namelijk 0,070 mGy per toegediende MBq.

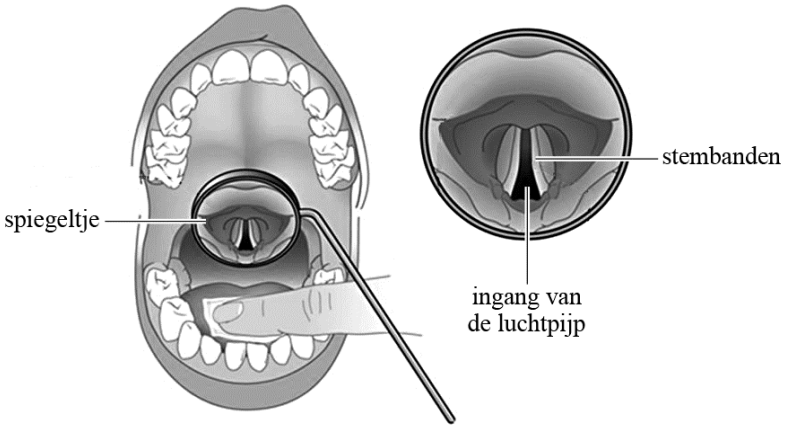
3p **23** Bereken de equivalente dosis die de patiënt als gevolg van de β-straling zal ontvangen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Elektrolarynx

De menselijke stem produceert geluid door het in trilling brengen van de stembanden achter in de keel. Zie figuur 1.

figuur 1



Deze trilling ontstaat als er lucht langs de stembanden geperst wordt. De stembanden zijn dan te beschouwen als snaren die trillen.

Op de uitwerkbijlage staat een reeks foto's die gemaakt zijn tijdens het trillen van de stembanden van een man. De stembanden van deze man zijn $22\ \text{mm}$ lang. In deze opgave wordt aangenomen dat dit gelijk is aan de golflengte.

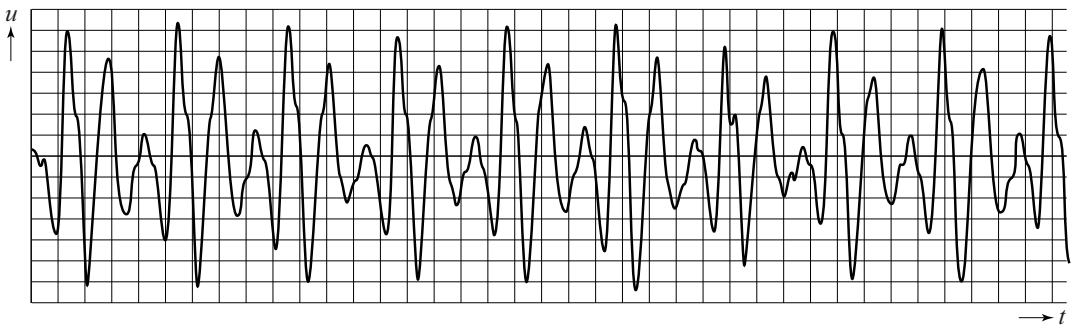
3p **24** Bepaal met behulp van de foto's de golfsnelheid in de stembanden.

Roken kan ervoor zorgen dat de stembanden opzwellen door een ophoping van vocht. Hierdoor neemt de massa van de stembanden toe. De stembanden kunnen beschouwd worden als een massa-veersysteem met een constante veerconstante.

2p **25** Leg met behulp van de formule voor een massa-veersysteem uit of roken zorgt voor een toename of afname van de frequentie van het stemgeluid.

Het (u,t)-diagram in figuur 2 is van een vrouw die een toon zingt. De toon is een combinatie van een grondtoon met boventonen.

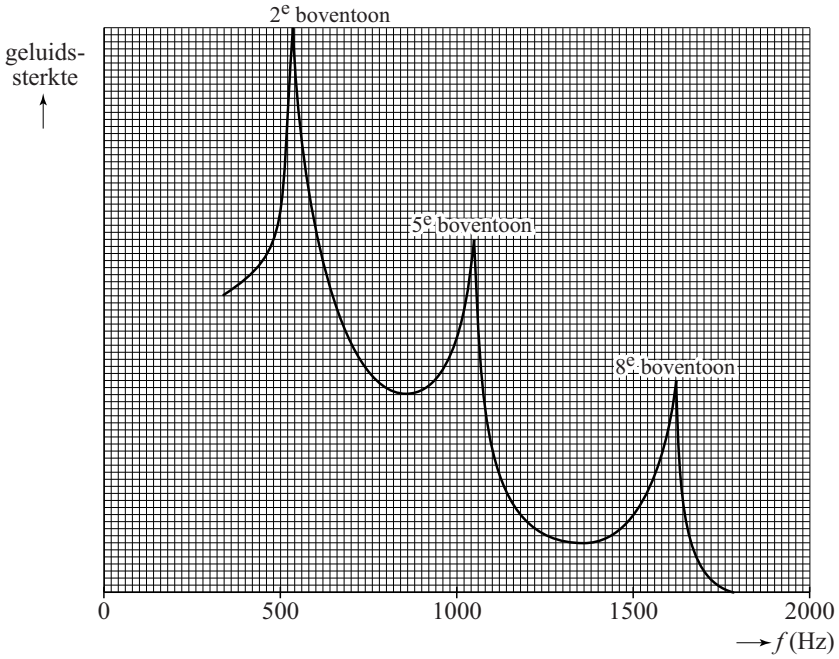
figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

Van het (u,t)-diagram is een zogenaamde frequentiekarakteristiek gemaakt. Zie figuur 3.

figuur 3



Op de horizontale as van dit diagram is de frequentie uitgezet. Op de verticale as staat een maat voor geluidssterkte.
In de karakteristiek zijn pieken te zien. Dit zijn boventonen van de stembanden en deze boventonen bepalen de klank van het stemgeluid.
De pieken in de karakteristiek horen bij de 2e, 5e en 8e boventoon.

Voor de grondtoon en boventonen geldt:

$$\frac{n}{f} = c$$

Hierin is:
- n de toon; $n = 1$ is de grondtoon, $n = 2$ de eerste boventoon, etc.;
- f de frequentie in Hz;
- c een constante.

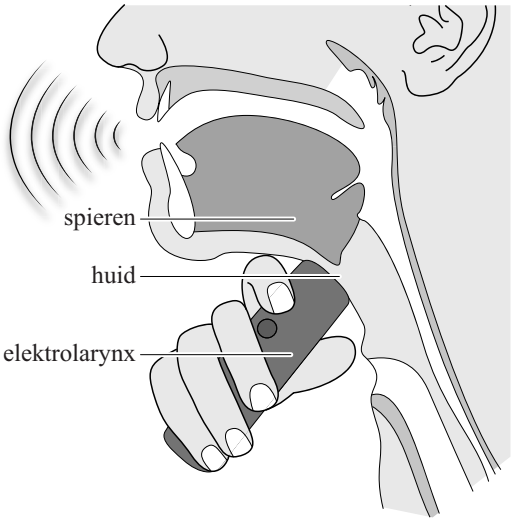
3p **26** Bepaal met behulp van deze formule en de grafiek in figuur 3 de grondtoon van de stembanden van de vrouw.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Soms is het noodzakelijk om de stembanden te verwijderen. Ter vervanging van de stembanden kan een elektrolarynx worden gebruikt. Dit is een apparaatje dat tegen de keel wordt gedrukt. Het produceert trillingen en geeft deze via de huid en de spieren door aan de mond. Zie figuur 4. De frequentie van deze trillingen blijft gelijk tijdens de voortplanting door de huid en de spieren. De voortplantingssnelheid in de huid is $1{,}73 \cdot 10^{3}$ m s^{-1}.

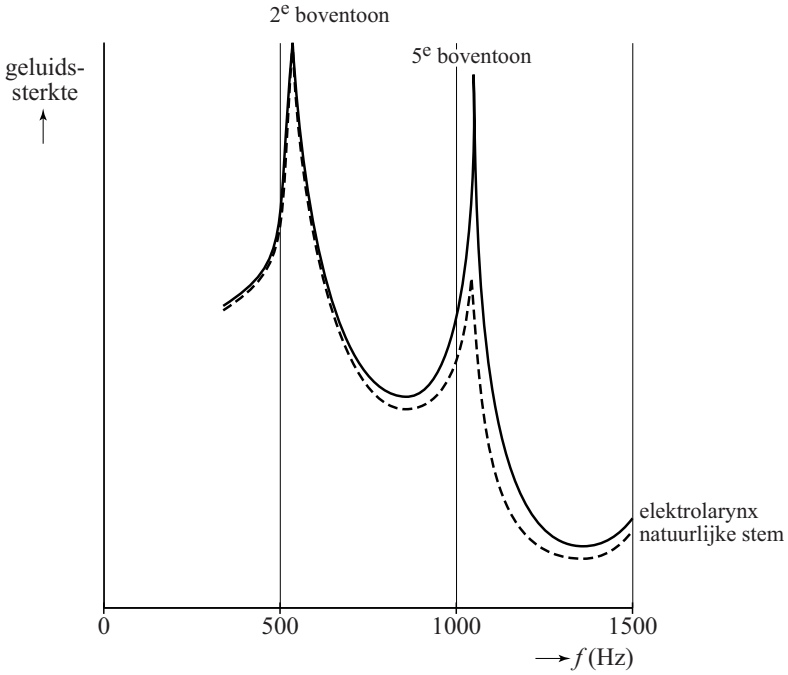
figuur 4



3p **27** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage aan hoe de grootheden veranderen bij de overgang van huid naar spieren.

Het geluid van een elektrolarynx klinkt niet altijd zo natuurlijk als het geluid van stembanden.
In figuur 5 staan de frequentiekarakteristieken van de natuurlijke stem van een persoon en van dezelfde persoon die een elektrolarynx gebruikt.

figuur 5



2p **28** Omcirkel in de zinnen op de uitwerkbijlage telkens het juiste alternatief.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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