

TENTAMEN NATUURKUNDE

datum	: donderdag 24 april 2025
tijd	: 13.30 tot 16.30 uur
aantal opgaven	: 5
aantal antwoordbladen	: 3 (bij opgave 1, 2, 3)

Iedere opgave dient op een afzonderlijk vel te worden gemaakt (want voor iedere opgave is er een afzonderlijke corrector).

Vermeld op ieder in te leveren vel uw naam.

Niet met potlood schrijven en geen tipp-ex of iets dergelijks gebruiken.

Antwoorden zonder motivering worden niet gehonoreerd.

Aanvullende gegevens zijn te vinden in Binas (5^e of 6^e druk).

De norm bij de beoordeling is:

opgave 1	: 19 punten
opgave 2	: 16 punten
opgave 3	: 17 punten
opgave 4	: 18 punten
opgave 5	: 11 punten

Het cijfer = aantal behaalde punten / 81 * 9 + 1

Informatie over de voortgang en het verloop van de correctie op www.ccvx.nl.

OPGAVE 1 - Robin Hood

Een boog die wordt gebruikt om pijlen te schieten, bestaat uit een veerkrachtige lat met handvat die in een gebogen vorm wordt gehouden door een koord. Zie figuur 1.

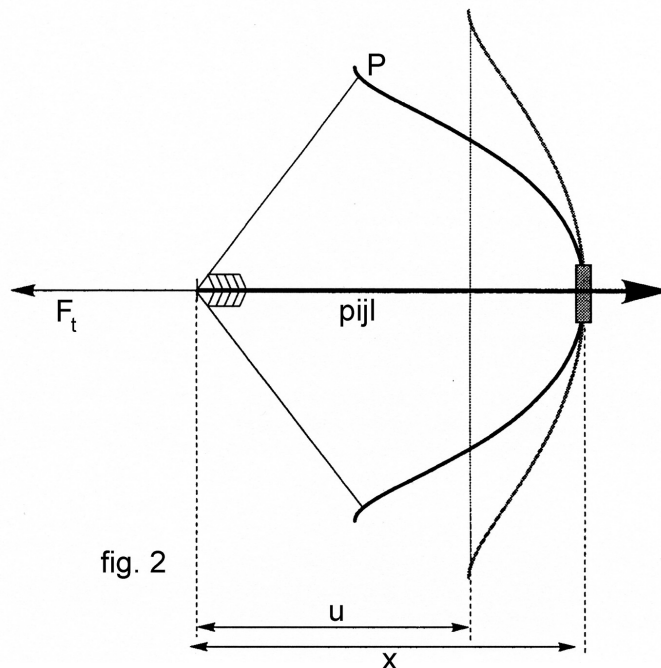
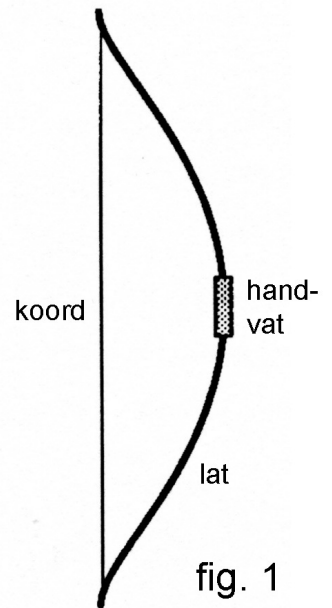


Robin schiet een pijl af naar een doel op een horizontaal gemeten afstand van 18,0 m. Hij trekt het koord met de pijl naar zich toe en laat beide los. Enige tijd nadat Robin de pijl los heeft gelaten hoort hij een 'pok', het geluid dat de pijl maakt op het moment dat deze het doel raakt.

Neem aan dat de luchtwrijving mag worden verwaarloosd. Neem ook aan dat de snelheid van de pijl in horizontale richting constant 40,0 m/s is. De temperatuur van de lucht is 20 °C.

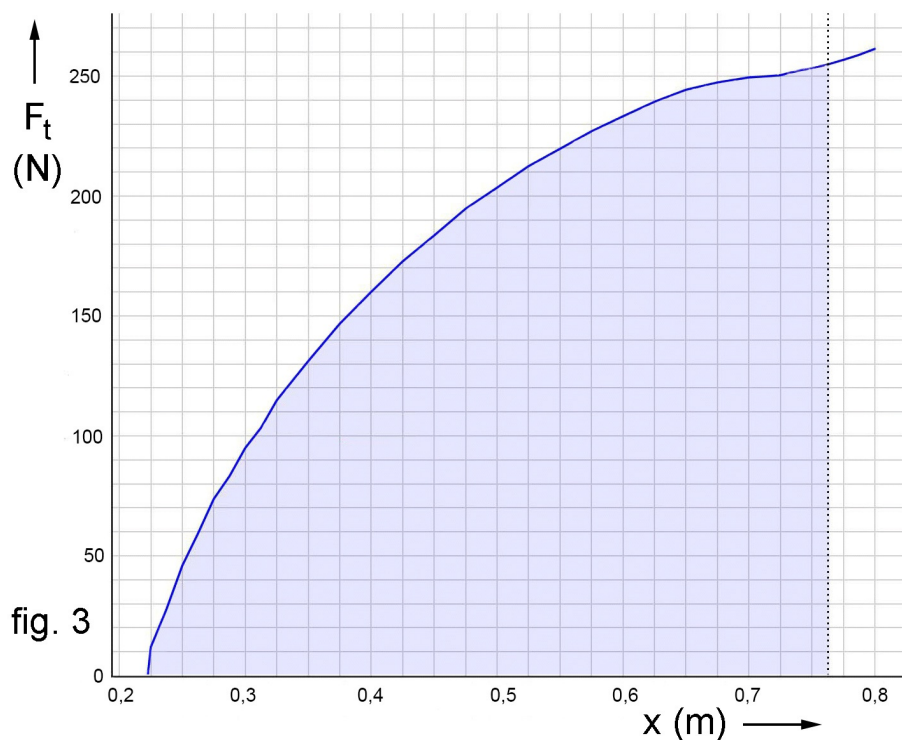
- 4p a. Bereken in drie significante cijfers hoeveel tijd er zit tussen het moment dat Robin de pijl loslaat en hij het geluid hoort van de pijl die het doel treft.

Bij het schieten wordt een pijl tegen het koord geplaatst en over een afstand $u = 54$ cm en met een kracht $F_t = 255$ N naar achteren (naar links in figuur 2) getrokken. De afstand tot het handvat is dan x . In figuur 2 is dit schematisch weergegeven. Op het antwoordblad is figuur 2 nogmaals weergegeven.



- 4p b. Bepaal met behulp van een constructie op het antwoordblad de grootte van de kracht die het koord in punt P op de lat uitoefent.

Door de pijl met een grotere kracht F_t naar (in figuur 2) links te trekken neemt de afstand x toe. Dit is weergegeven in figuur 3. Figuur 3 staat ook op het antwoordblad.



- 1p c. Leg uit waarom de grafiek niet begint bij de “oorsprong” - hier ongeveer het punt (0,19 ; 0).

Op het moment dat het koord 54 cm naar achteren getrokken is, is de afstand tot het handvat 76 cm.

Om dit voor elkaar te krijgen moet Robin een arbeid van 98 J leveren.

- 3p d. Toon met behulp van figuur 3 op het antwoordblad aan dat er inderdaad 98 J nodig is.

De pijl die wegvliegt met een snelheid van 40,0 m/s heeft een massa van 68,0 g.

- 3p e. Bereken het rendement van de boog bij dit schot.

In werkelijkheid kan de kracht van de luchtweerstand niet worden verwaarloosd. De pijl remt in horizontale richting eenparig af. De invloed van de luchtweerstand op de verticale snelheid kan wel worden verwaarloosd, omdat deze snelheid relatief klein is.

Wanneer de pijl horizontaal met een beginsnelheid van 40,0 m/s wordt weggeschoten komt deze 1,22 m lager in het doel terecht. Het doel staat nog steeds op 18,0 m afstand.

- 4p f. Bereken de gemiddelde kracht van de luchtweerstand op de pijl gedurende de vlucht.

OPGAVE 2 - Jeff en Pluto

Jeff houdt van het maken van lange wandelingen met zijn hond Pluto. Na verloop van tijd wordt Pluto echter moe. Dan draagt Jeff Pluto verder in een draagzak. Zie figuur 1.

Wanneer in deze opgave verder wordt gesproken over de “draagzak” wordt steeds de “draagzak met Pluto erin” bedoeld.

fig. 1



Als Jeff Pluto draagt, gaat de draagzak op en neer. Daardoor verandert tijdens iedere stap de hoogte van het zwaartepunt van de draagzak. Jeff wandelt met constante snelheid. Figuur 1 is de grafiek van de hoogte van het zwaartepunt van de draagzak als functie van de tijd.

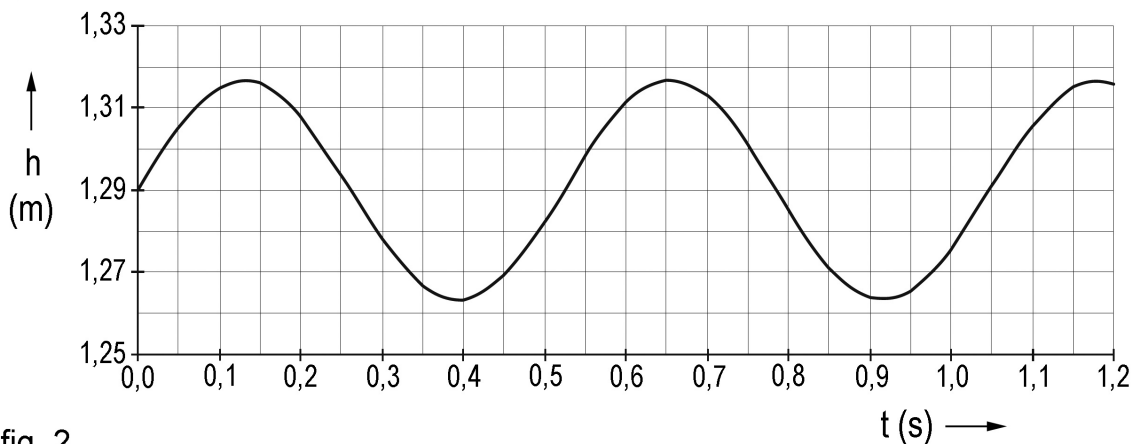


fig. 2

De massa van de draagzak is 12 kg.

- 3p a. Bepaal met behulp van figuur 2 het verschil tussen de maximale en minimale zwaarte-energie van de draagzak.

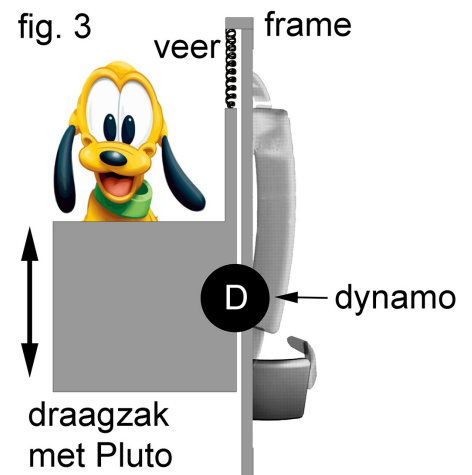
Bij iedere stap legt Jeff 0,65 m af. Eén periode in figuur 2 komt overeen met één stap.

- 3p b. Bepaal met behulp van figuur 2 de horizontale snelheid van Jeff in km/h.

Jeff heeft een manier bedacht om uit de verticale beweging van de draagzak elektrische energie te winnen. Hij bedacht een frame dat vast zit aan zijn rug. De draagzak is hieraan verend opgehangen, zodat de draagzak op en neer kan bewegen.

Tijdens het lopen beweegt de draagzak ten opzichte van het frame. De op en neergaande beweging wordt vervolgens via een dynamo D omgezet in elektrische energie.

Het geheel is schematisch weergegeven in figuur 3.



Jeff gaat met deze draagzak weer op dezelfde manier wandelen. In figuur 4 is de grafiek van de hoogte van het frame en van de draagzak als functie van de tijd weergegeven.

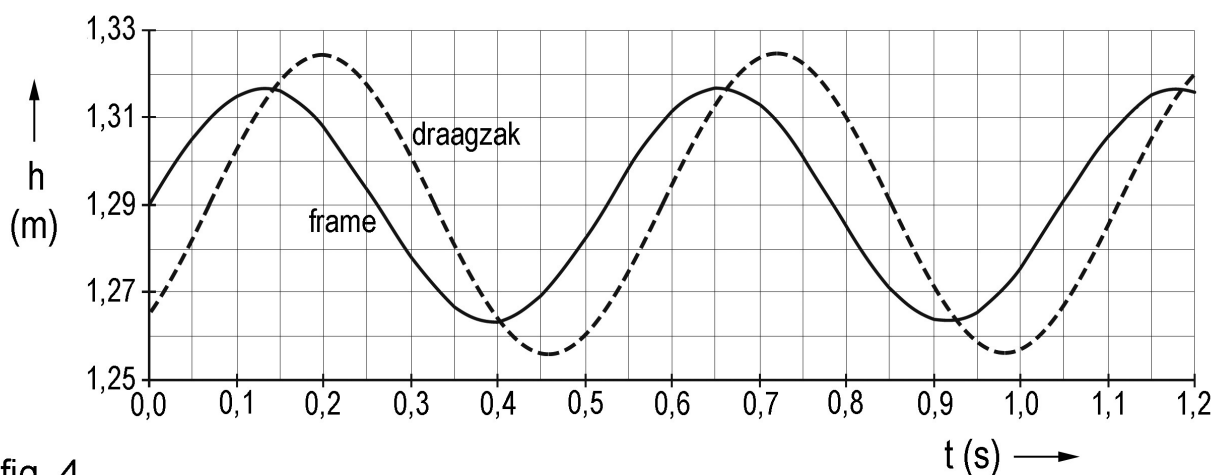


fig. 4

Het verschil van de twee grafieken geeft weer hoe de draagzak beweegt ten opzichte van het frame. Figuur 4 en de verschilgrafiek staan op het antwoordblad. De grootte van de amplitude A van de trilling die de draagzak ten opzichte van het frame uitvoert, kan worden bepaald met behulp van figuur 4.

- 2p c. Bepaal met behulp van het antwoordblad de grootte van de amplitude A . Leg uit hoe je de grootte van A hebt bepaald.

De dynamo levert een gemiddeld vermogen van 4,2 W.

- 3p d. Bereken de hoeveelheid energie die is opgewekt na 2,5 uur lopen.

De veerconstante van de veer is $1,5 \cdot 10^3$ N/m.

De massa van de draagzak is nog steeds 12 kg.

- 3p e. Bereken de eigenfrequentie van de draagzak.

Zijn uitvinding wekt de meeste energie op als de eigenfrequentie van de draagzak gelijk is aan de stapfrequentie. Jeff gaat op een manier wandelen zodat aan deze voorwaarde is voldaan.

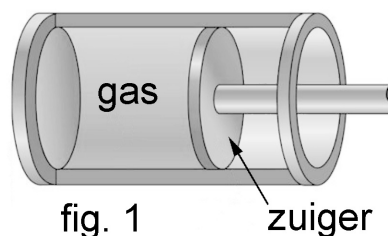
Vervolgens gaat Jeff wat sneller lopen door meer stappen per minuut te zetten.

Om weer de maximale energieoverdracht naar de dynamo te krijgen, zou Jeff de massa van de draagzak moeten veranderen.

- 2p f. Leg duidelijk uit of hij daarvoor de massa groter of kleiner zou moeten maken.

OPGAVE 3 - gassen

Een afgesloten hoeveelheid heliumgas bevindt zich in een cilinder die is afgesloten door een zuiger die zich vrij kan bewegen. Zie fig. 1



In deze opgave wordt heliumgas beschouwd als een ideaal gas.

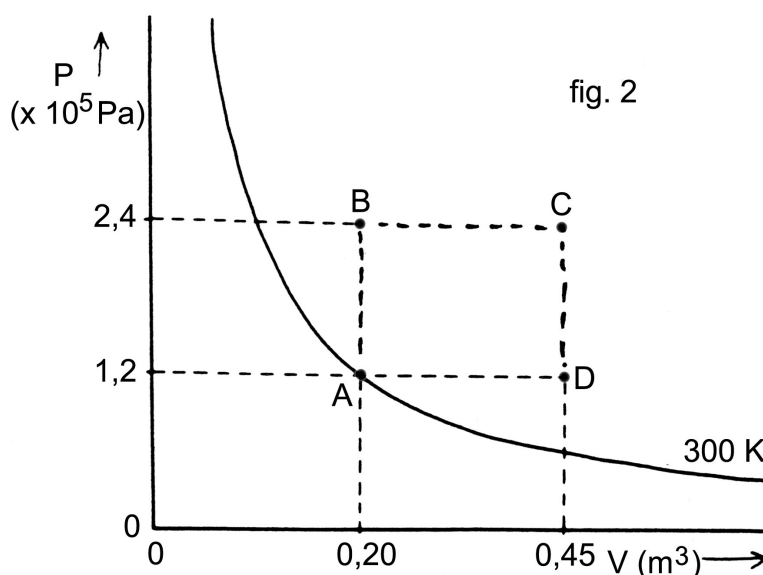
In figuur 2 is het p,V -diagram bij een constante temperatuur $T_A = 300\text{ K}$ getekend (de "isotherm").

De punten A, B, C en D zijn toestanden van het gas.

De molmassa van heliumgas bedraagt $4,0\text{ g/mol}$.

3p a. Bereken de massa van het afgesloten heliumgas.

Als men de temperatuur verandert in T_{BD} , verschuift ook het bijbehorende p,V -diagram.



2p b1. Bereken deze temperatuur T_{BD} van toestand B.

2p b2. Bereken de temperatuur T_C van toestand C.

Kunt u deze waarden niet berekenen reken dan verder met de - overigens onjuiste - waarden $T_{BD} = 500\text{ K}$ en $T_C = 900\text{ K}$.

Het heliumgas wordt vanuit toestand A achtereenvolgens in de toestanden B, C en D gebracht.

2p c1. Leg uit dat bij de toestandsovergang van B naar C door het heliumgas arbeid op de zuiger wordt verricht.

2p c2. Bereken deze arbeid.

Tijdens het traject ABC wordt er warmte aan het heliumgas toegevoerd.

2p d. Leg uit waarvoor de toegevoerde warmte bij de overgang AB op moleculair niveau gebruikt wordt.

Men laat het heliumgas het kringproces ABCDA doorlopen.

4p e. Teken het kringproces ABCDA in een p,T -diagram op het antwoordblad.

OPGAVE 4 - de zon

De zon bestaat uit een mengsel van elektronen en atoomkernen (plasma). Aan het oppervlak van de zon heeft dit plasma een temperatuur waarbij veel straling in het zichtbare deel van het elektromagnetische spectrum wordt uitgezonden. Men noemt dit lichtgevende oppervlak de fotosfeer. Buiten de fotosfeer bevindt zich gas met een lagere temperatuur. Als je het licht van de zon analyseert, vind je spectrum 2 van tabel 20 in Binas. In het continue kleurenspectrum van de zon zijn donkere lijnen zichtbaar.

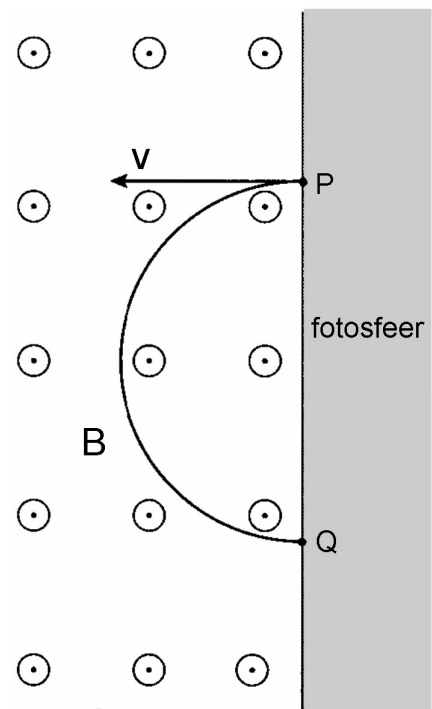
- 2p a. Leg uit hoe het komt dat in het spectrum van de zon donkere lijnen zichtbaar zijn.

De meeste atoomkernen die in het plasma aan het oppervlak van de zon voorkomen, zijn protonen. De elektronen en de protonen kunnen vrij bewegen en kunnen met grote snelheid aan de fotosfeer ontsnappen. Ondanks de remmende werking van het gravitatieveld verwijderen ze zich soms ver van de zon.

- 5p b. Bereken welke snelheid de deeltjes minimaal moeten hebben om de zon te kunnen verlaten en de aarde te bereiken. Verwaarloos hierbij de invloed van het gravitatieveld van de aarde. Geef de uitkomst in drie significante cijfers. Als u dit onderdeel niet heeft kunnen beantwoorden gebruik dan voor het vervolg van deze opgave de - overigens onjuiste - waarde $5,75 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$.

Om de zon bevindt zich een magnetisch veld. Op een bepaalde plaats lopen de magnetische veldlijnen evenwijdig aan het oppervlak van de zon. Het magnetische veld is op die plaats homogeen. Zie figuur 1.

In figuur 1 komen de magnetische veldlijnen het papier uit (naar je toe). De magnetische inductie B is $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ T}$. In punt P verlaat plasma met een snelheid v van $7,1 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$ loodrecht de fotosfeer. Dit plasma bestaat uit protonen en elektronen. Door de lorentzkracht die deze deeltjes ondervinden, beschrijven ze een halve cirkelvormige baan. In figuur 2 is de cirkelbaan PQ aangegeven die één van de twee soorten deeltjes doorloopt. De beweging van deze deeltjes zorgt voor een elektrische stroom I in de cirkelbaan.

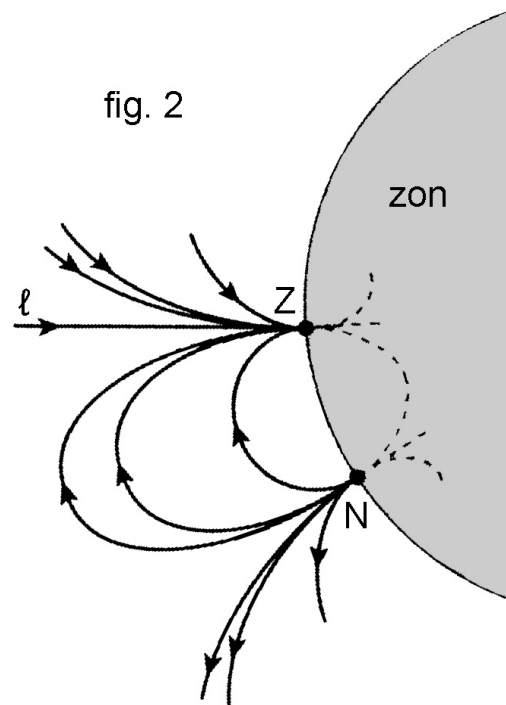


- 4p c. Leg duidelijk uit of deze elektrische stroom uit elektronen of uit protonen bestaat. Maak daarbij een tekening.

- 4p d. Bereken hoe ver een proton dat bij P de fotosfeer verlaat zich van de fotosfeer kan verwijderen.

Vlak bij de evenaar van de zon komen in de fotosfeer vaak donkere gebieden voor: de zonnevlekken. In deze gebieden bevinden zich sterke magneetpolen. De zonnevlekken komen in paren voor. De ene vlek is dan een magnetische noordpool, de andere een zuidpool.

In figuur 2 is het magnetische veld in de buurt van een paar zonnevlekken geschetst. Bij de zuidpool Z staat de veldlijn ℓ loodrecht op het oppervlak van de zon. Veldlijn ℓ is een rechte. Langs ℓ verlaten vrije protonen en elektronen met een snelheid van $7,1 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$ de fotosfeer. Als er geen magnetisch veld zou zijn, is deze snelheid voldoende om de aarde te kunnen bereiken.



Neem aan dat de bij het magnetische veld getekende veldlijn ℓ in de richting van de aarde is gericht.

- 3p e. Leg uit of de langs veldlijn ℓ bewegende geladen deeltjes de aarde dan kunnen bereiken.

OPGAVE 5 - quantumwereld

We kunnen ruiken omdat in onze neus receptoren zitten die geurmoleculen opvangen en vervolgens een signaal naar de hersenen sturen. Volgens een bepaalde theorie kan men receptoren in de neus opgebouwd denken uit twee elektroden: een donormolecuul D en een acceptormolecuul A. Als een elektron via een opgevangen geurmolecuul overspringt van D naar A, ruik je de stof waarvan het geurmolecuul afkomstig is. Zie figuur 1.

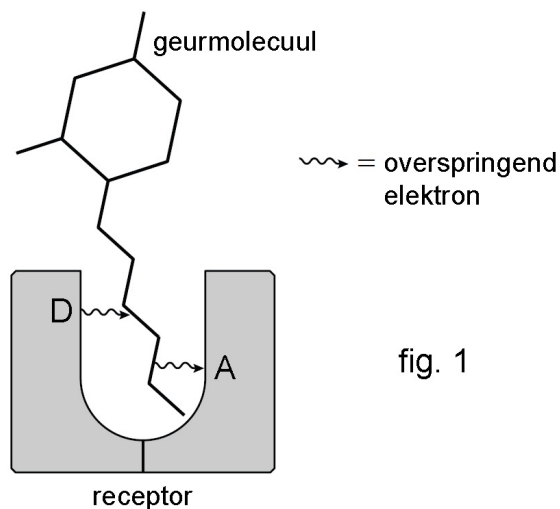
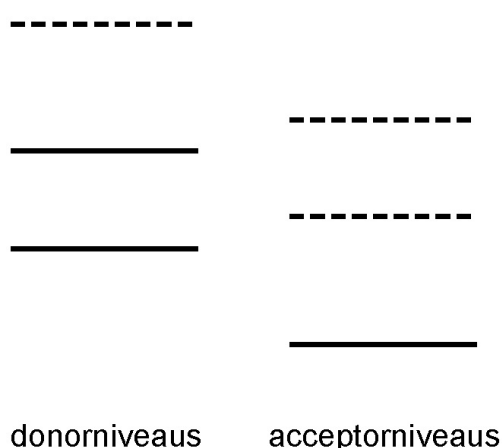


fig. 1

In figuur 2 is zowel voor een donormolecuul als een acceptormolecuul een deel van het energieniveauschema weergegeven. Geheel of gedeeltelijk bezette niveaus zijn weergegeven met doorgetrokken lijnen, onbezette niveaus met onderbroken lijnen.

fig. 2



- 2p a. Leg uit met behulp van figuur 2 dat een elektron alleen kan overspringen van donor naar acceptor als het tijdens overspringen energie afstaat of opneemt.

Neem aan dat de donor een oneven aantal elektronen bevat en zich in de grondtoestand bevindt.

- 2p b. Leg uit dat het hoogst bezette energieniveau van de donor slechts gedeeltelijk bezet is.

lees verder op de volgende bladzijde



Geurmoleculen trillen. Voor twee-atomige geurmoleculen worden de energieniveaus gegeven door:

$$E_n = (2n - 1) h f_1$$

Hierin is:

- h de constante van Planck,
- n het quantumgetal ($n = 1, 2, 3, \dots$),
- f_1 de grondfrequentie van het trillende molecuul.

Volgens de theorie botst een donorelektron met het geurmolecuul en staat daarbij precies voldoende energie aan het geurmolecuul af om naar de acceptor te kunnen springen. Als gevolg van deze energieopname gaat het geurmolecuul harder trillen.

Voor een bepaald twee-atomig geurmolecuul is f_1 gelijk aan $1,92 \cdot 10^{13}$ Hz. We bekijken nu de situatie dat de bijbehorende stof wordt geroken.

3p c. Bereken hoeveel energie een overspringend elektron dan minimaal afgeeft aan het geurmolecuul.

Nadat een twee-atomige geurmolecuul met de gegeven f_1 door een overspringend elektron is aangeslagen valt het vanuit de aangeslagen toestand met quantumgetal n rechtstreeks terug naar de grondtoestand. Voor kleine waarden van n komt hierbij infraroodstraling vrij.

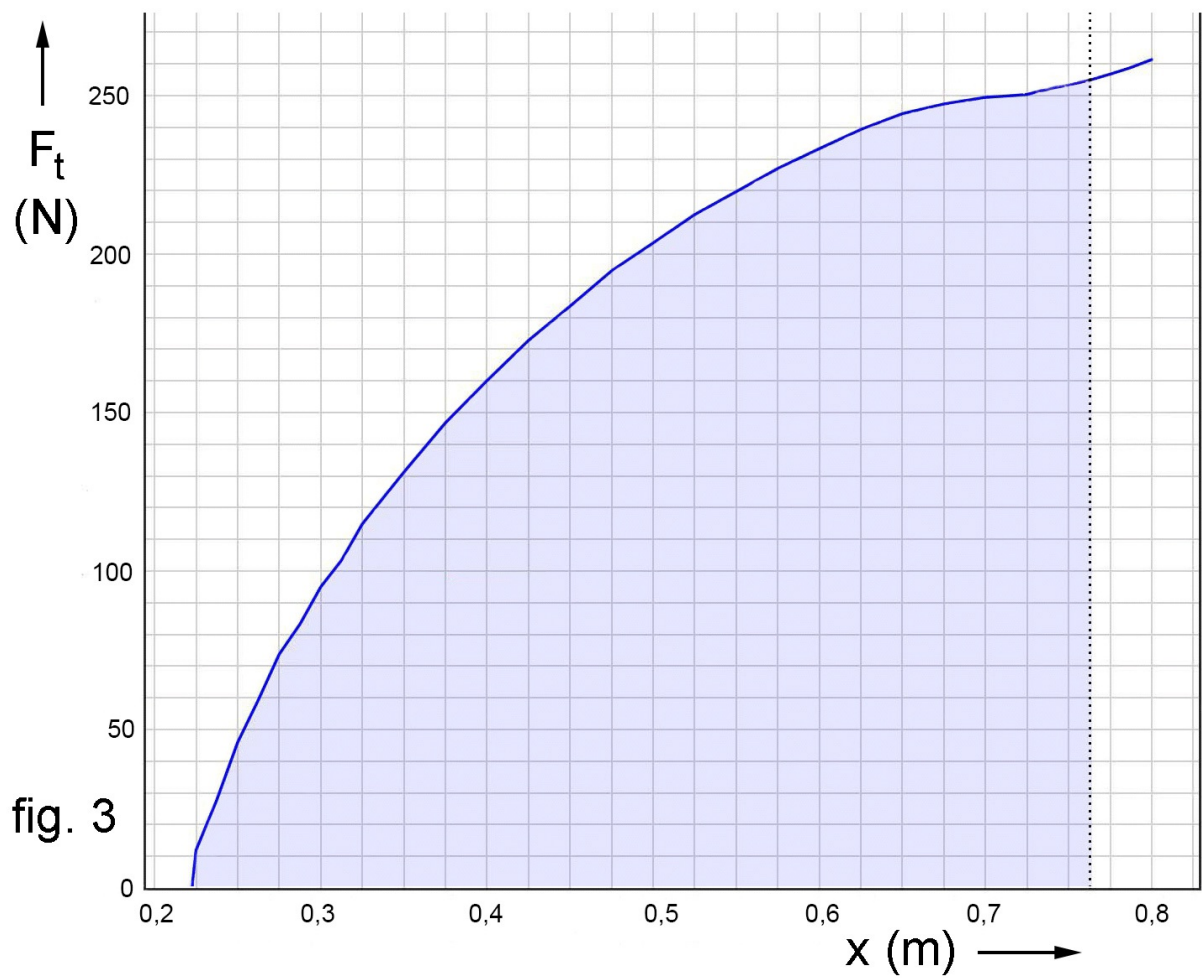
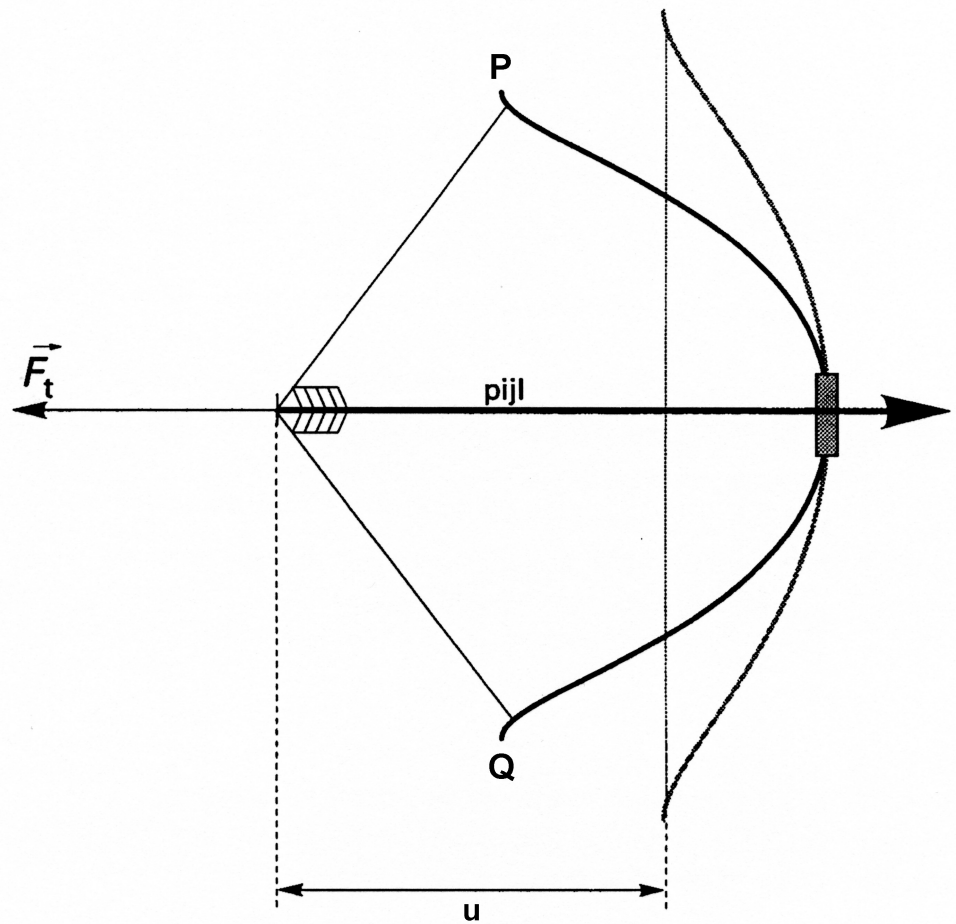
De golflengte van infraroodstraling is minimaal 780 nm.

4p d. Bereken de maximale waarde van n waarbij nog infraroodstraling vrijkomt.

EINDE

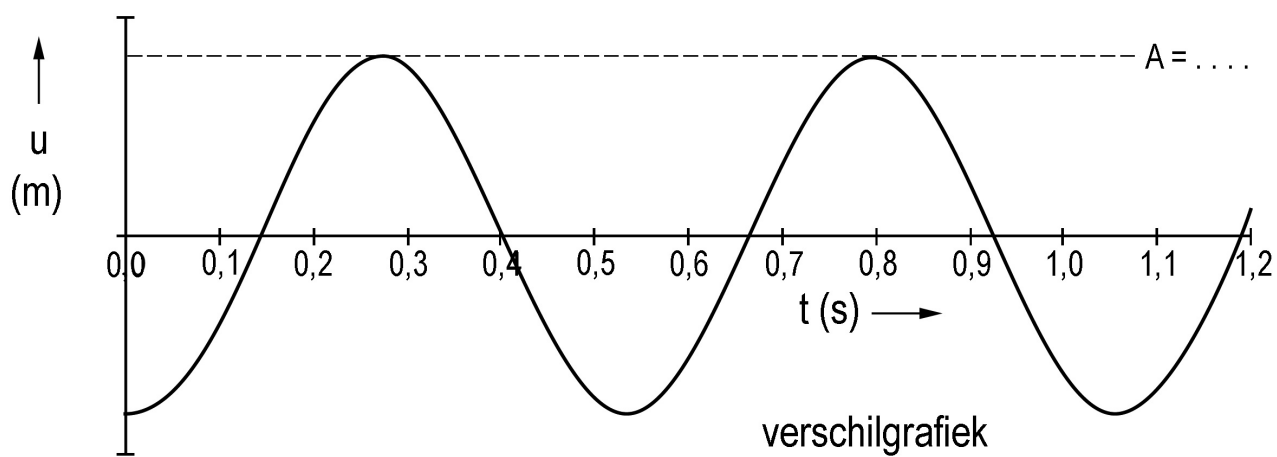
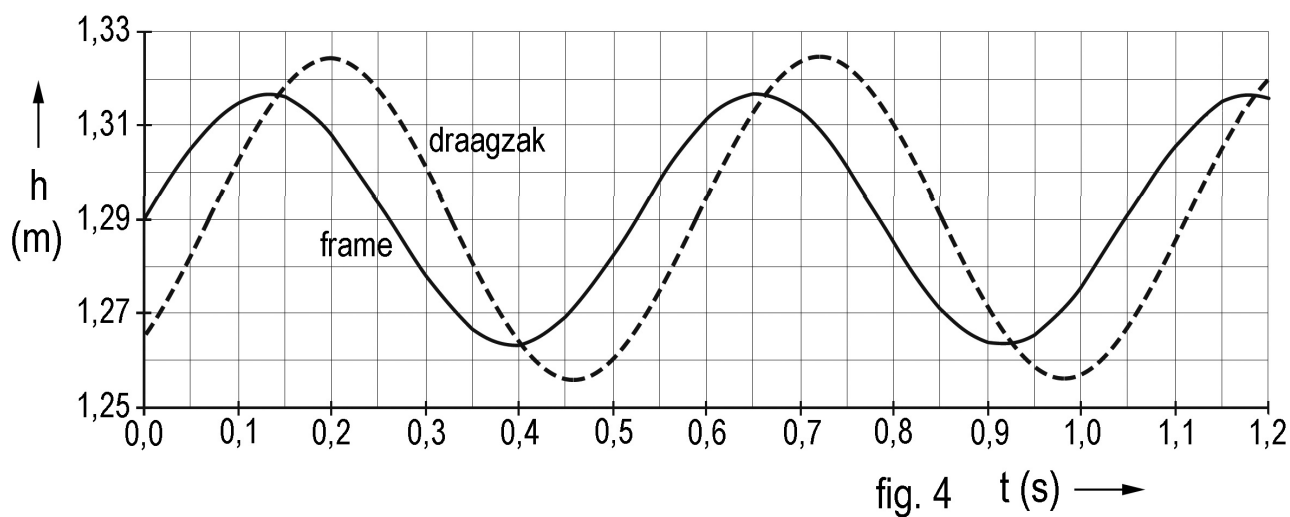
ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 1

Naam :



ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 2

Naam :



ruimte voor uitleg:

ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 3

Naam :

