

TENTAMEN NATUURKUNDE

datum	: maandag 27 november 2023
tijd	: 13.30 tot 16.30 uur
aantal opgaven	: 5
aantal antwoordbladen	: 2 (bij opgave 1 en bij opgave 5)

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	: 23 punten
opgave 2	: 15 punten
opgave 3	: 11 punten
opgave 4	: 13 punten
opgave 5	: 14 punten

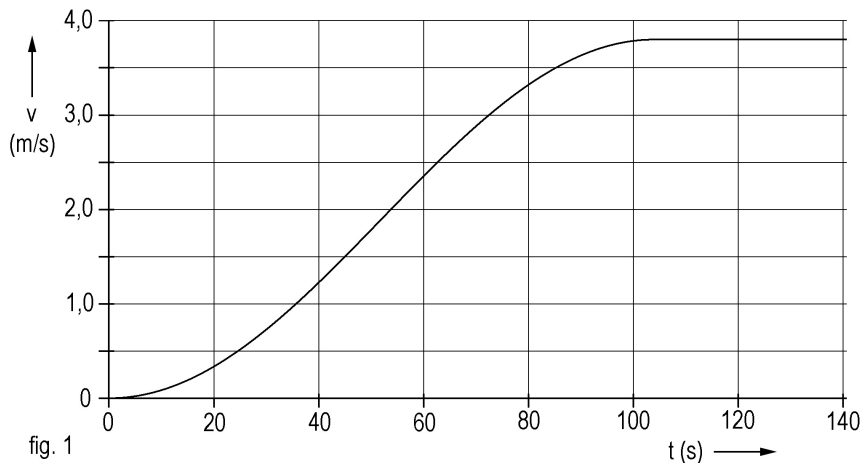
Het cijfer = aantal behaalde punten / 76 * 9 + 1

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

OPGAVE 1 - zilvererts

Zilver is een metaal dat in onderaardse gesteenten voorkomt. Het wordt als zilvererts in mijnen uit de grond gehaald en dan gescheiden van andere metalen waaronder koper en lood. In een bepaalde mijn wordt het zilvererts met een trein diep uit de grond naar het aardoppervlak gebracht.

De trein wordt aangedreven door een elektromotor en begint aan een rit naar boven. In figuur 1 is het (v,t) -diagram van de eerste 140 seconden weergegeven. Figuur 1 staat ook op het antwoordblad.



- 3p a. Bepaal de afstand die de trein op $t = 80$ s heeft afgelegd. Maak daarbij gebruik van figuur 1 op het antwoordblad.

De massa van de trein met erts bedraagt $30 \cdot 10^3$ kg. Uit figuur 1 blijkt dat op $t = 60$ s de trein nog aan het versnellen is.

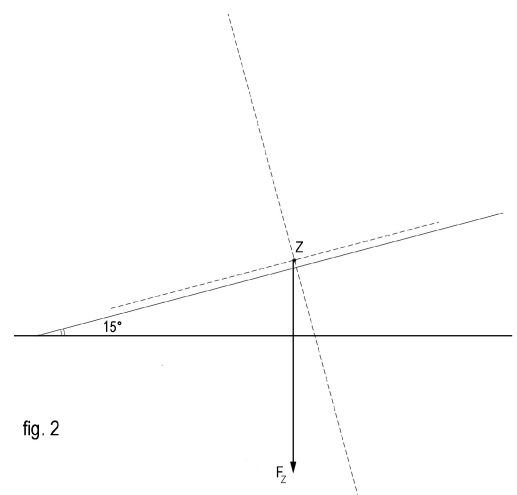
- 3p b. Bepaal de grootte van de resulterende kracht op de trein op $t = 60$ s. Maak daarbij gebruik van figuur 1 op het antwoordblad.

De spoorbaan loopt met een constante hellingshoek van 15° omhoog naar de ingang van de mijn. In figuur 2 is deze helling getekend met daarop aangegeven het zwaartepunt Z van de trein. De zwaartekracht F_Z op de trein is met een pijl weergegeven. Figuur 2 staat ook op het antwoordblad.

Uit figuur 1 blijkt dat de snelheid van de trein na enige tijd constant wordt.

De wrijvingskracht op de trein is dan 25 kN.

- 5p c. Teken in figuur 2 op het antwoordblad de overige krachten die bij deze constante snelheid op de trein werken in de juiste verhouding tot de zwaartekracht. Laat alle krachten aangrijpen in het zwaartepunt Z. Licht de grootte van de krachten toe met een berekening.



Als de trein boven bij de ingang van de mijn is aangekomen stopt de trein en wordt het erts uit de trein gehaald. Daarna gaat de trein leeg weer terug langs hetzelfde traject. Beneden stopt de trein op dezelfde plaats als waar hij aanvankelijk naar boven vertrok. Het traject van beneden naar boven en natuurlijk ook van boven naar beneden is 657 m lang. De massa van de lege trein is $6,0 \cdot 10^3$ kg.

Tijdens de rit omlaag wordt een deel van de zwaarte-energie door een dynamo omgezet in elektrische energie.

Er werkt bij het dalen een constante wrijvingskracht van 5,0 kN. Daardoor wordt een gedeelte van de oorspronkelijke zwaarte-energie omgezet in wrijvingswarmte. Van het restant wordt 63% omgezet in elektrische energie.

^{1p} d1. Bereken hoe diep de trein zich tenslotte onder het aardoppervlak bevindt.

^{4p} d2. Bereken de elektrische energie die tijdens de rit naar beneden wordt geproduceerd.

Uit zilvererts wordt zilver gewonnen. Zuiver zilver is echter te zacht om bijvoorbeeld sieraden van te maken. Daarom voegt men er koper aan toe. Een legering waarvan 92,50 % van de massa uit zilver en 7,50 % van de massa uit koper bestaat noemt men wel stirling zilver. In zo'n sieraad staat dan vaak "925".

Een zilversmid koopt op marktplaats een blok zilver (een zilverbaar) van stirling zilver. Het blok weegt 2,5000 kg. Het blok is 110,00 mm lang en 110,00 mm breed.

^{5p} e. Bereken de dikte van dit blok zo nauwkeurig mogelijk. Geeft het antwoord met het juiste aantal significante cijfers.

Als de zilversmid de dikte van het blok nauwkeurig nameet blijkt de dikte exact overeen te komen met de onder onderdeel e berekende dikte. Het blok heeft dus precies de afmetingen die een blok stirling zilver van 2,5000 kg kan hebben.

^{2p} f. Leg uit of de zilversmid nu zeker is dat hij inderdaad een blok stirling zilver heeft ontvangen.

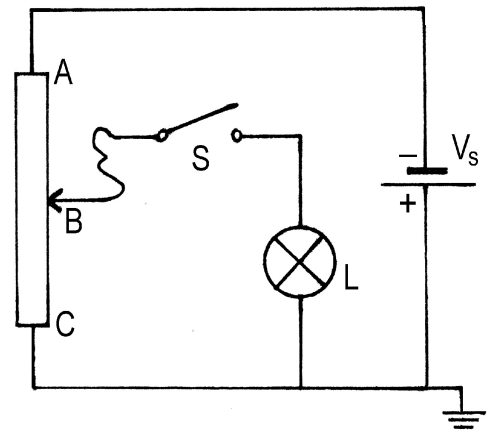
OPGAVE 2 - elektriciteit

Een spanningsbron levert een spanning $V_s = 20 \text{ V}$.

Deze spanningsbron is aangesloten op de uiteinden van een schuifweerstand R_{AC} van 40Ω . B is een schuifcontact dat tussen A en C kan worden verplaatst. De positieve pool van de spanningsbron is via een aarddraad verbonden met de aarde.

S is een schakelaar en L is een gloeilamp.

De schakeling is schematisch weergegeven in de figuur.



Aanvankelijk is de schakelaar S geopend.

Met een voltmeter wordt de spanning tussen de punten B en C gemeten en met een ampèremeter wordt de stroomsterkte gemeten door het gedeelte AC.

- 2p a. Neem de schakeling van de figuur over en teken daarin ook de plaats van de voltmeter en de ampèremeter.

De voltmeter wijst $5,0 \text{ V}$ aan.

- 1p b1. Bereken de stroomsterkte in de weerstand tussen A en B.
2p b2. Bereken de weerstand tussen B en C. (Als u dit onderdeel niet kunt beantwoorden, neem dan voor het vervolg van deze opgave de - overigens onjuiste - waarde 15Ω . Vermeld dit dan duidelijk.)

Men sluit vervolgens schakelaar S. Het schuifcontact bij B blijft op zijn plaats. De voltmeter wijst nu $4,0 \text{ V}$ aan. Het lampje gaat branden.

- 5p c. Bereken het vermogen waarmee het lampje brandt.

De gloeispiraal van het lampje bereikt tijdens het branden een temperatuur van $3650 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 3p d. Bereken de golflengte waarbij het lampje het meeste licht uitzendt.

Men verbindt het schuifcontact bij B nu ook met de aarde.

- 2p e. Bereken de spanning tussen A en B.

OPGAVE 3 - gassen

Twee ruimten V_1 en V_2 zijn van elkaar gescheiden door een kraan K. In het begin is de kraan gesloten. Het geheel is schematisch weergegeven in de figuur.

Ruimte V_1 heeft een volume van $90 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ en is vacuüm.

Ruimte V_2 heeft een volume van $30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ en bevat 0,40 mol van een ideaal gas. De temperatuur in V_2 is 298 K.

2p a. Bereken de druk in ruimte V_2 .

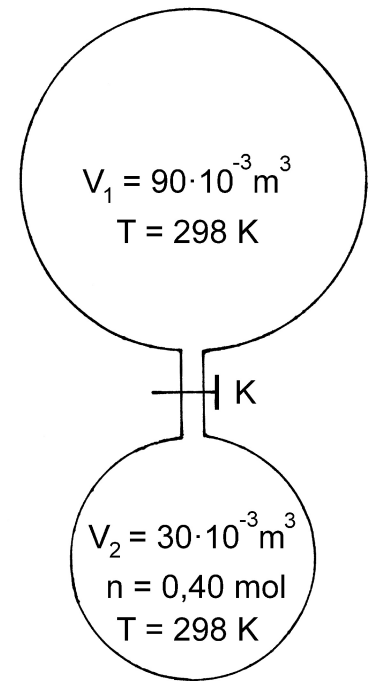
De kraan wordt nu geopend. Beide ruimten worden op een temperatuur van 298 K gehouden.

3p b. Bereken de druk in ruimte V_2 als zich evenwicht heeft ingesteld.

Ruimte V_1 wordt vervolgens langzaam afgekoeld tot 195 K, terwijl ruimte V_2 de oorspronkelijke temperatuur (298 K) behoudt.

2p c. Leg uit dat de druk in beide ruimten gelijk zal zijn.

4p d. Bereken het aantal mol gas dat zich in ruimte V_1 bevindt na instellen van het nieuwe evenwicht.



OPGAVE 4 - nucleaire geneeskunde

Het element jodium (I) wordt bij inname door de mens vooral in de schildklier opgenomen. Die eigenschap maakt radioactieve jodiumsotopen zowel voor onderzoek van de schildklier als voor behandeling van een schildkliertumor bruikbaar. In beide situaties wordt een hoeveelheid radioactief jodium in het lichaam ingebracht, waarna het in de schildklier via uitzending van straling verval.

Bij onderzoek en behandeling van de schildklier gebruikt men zowel I-131 als I-123. Door met een voor γ -straling gevoelige camera opnames van de schildklier te maken, kan men de schildklier onderzoeken. In Binas wordt jodium ook wel jood genoemd.



Van I-123 is bekend dat het verval met een halveringstijd van 13,2 uur door alleen γ -straling uit te zenden.

Een I-123 kern is één van de reactieproducten bij een kernreactie waarbij een telluur-124 kern een proton opneemt.

- 3p a. Geef de reactievergelijking van het ontstaan van I-123 uit Te-124.
- 2p b. Leg op grond van twee argumenten uit welke jodium-isotoop het meest geschikt is voor schildklieronderzoek.

Om een schildkliertumor te behandelen, wordt bij een patiënt I-131 ingebracht. Hierna zorgt alleen β -straling voor de inwendige bestraling.

De hoeveelheid I-131 die aan de patiënt wordt toegediend, wordt uitgedrukt in de activiteit van het jodium. Voor de vernietiging van een bepaalde tumor van 2,6 g wordt een hoeveelheid I-131 met een activiteit van 7,3 GBq toegediend.

Neem aan dat slechts 0,12% van alle toegediende jodiumatomen de energie die bij hun verval vrijkomt aan de tumor afgeeft.

- 5p c. Bereken de dosis die de tumor ontvangt.

Een deel van het I-131 wordt via de urine uitgescheiden.

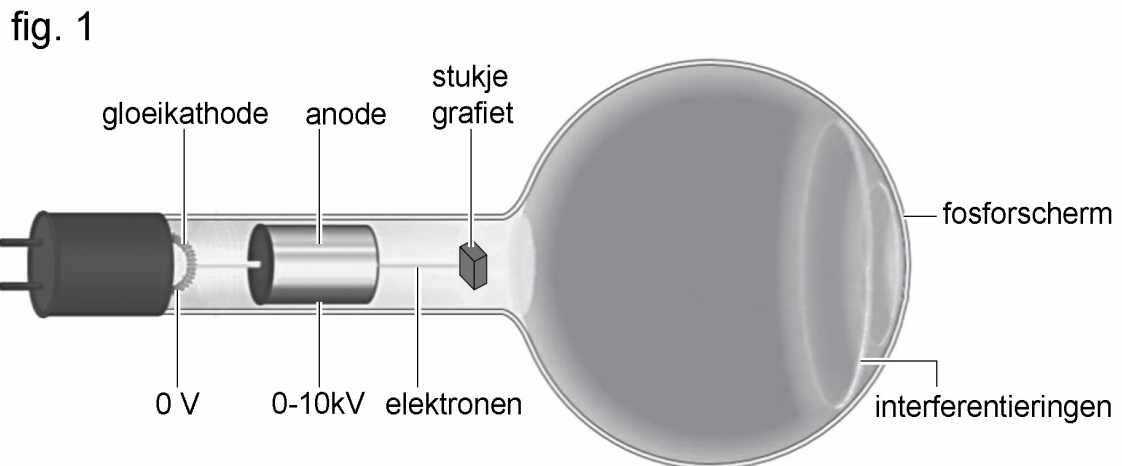
Men mag met I-131 verontreinigde urine pas door het toilet spoelen als de activiteit per milliliter niet meer dan 1,85 Bq bedraagt.

Op zeker moment blijkt de van een patiënt verzamelde urine ten gevolge het verval van I-131 een activiteit van 1,5 MBq te hebben. Het volume van deze urine is 1,2 liter.

- 3p d. Bereken na hoeveel dagen deze urine door het toilet mag worden gespoeld.

OPGAVE 5 - afbuiging van elektronen

Elektronen kunnen zich gedragen als golven. Als elektronen op een stukje grafiet geschoten worden kan er een interferentiepatroon ontstaan. Met een elektronendiffractiebus kan men de afstanden tussen de atomen in grafiet bepalen. Zie figuur 1.



De gloeikathode levert elektronen. Deze elektronen hebben een verwaarloosbare snelheid. De elektronen doorlopen een versnelspanning die variabel is tot 10 kV. De elektronen gaan door het stukje grafiet, waarna ze op een fosforscherm een interferentiepatroon geven. Dit interferentiepatroon kan worden verklaard door aan te nemen dat elektronen zich als golven gedragen.

Voor de de Broglie-golflengte λ van de elektronen geldt:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 e m U}} \quad (\text{formule 1})$$

Hierin is: h de constante van Planck
 e de lading van het elektron
 m de massa van het elektron
 U de versnelspanning

- 3p a. Leid formule 1 af.
- 2p b. Bereken de de Broglie-golflengte van de elektronen nadat ze een versnelspanning van 5,0 kV hebben doorlopen.

In grafiet liggen de koolstofatomen in lagen op elkaar. In de afzonderlijke lagen liggen de koolstofatomen in regelmatige zeshoeken.

Het effect van elektronendiffractie vindt plaats binnen één laag en niet tussen de lagen. In figuur 2 is één zo'n laag weergegeven.

In een laag liggen de atomen in evenwijdige lijnen. Aan deze lijnen vindt reflectie plaats. De elektronengolven die terugkaatsen van de verschillende evenwijdige lijnen hebben een verschil in weglengte waardoor ze interfereren.

Dit is schematisch weergegeven in figuur 3.

In deze figuur weerkaatst straal 1 aan atoom D en weerkaatst straal 2 aan atoom B.

fig. 2

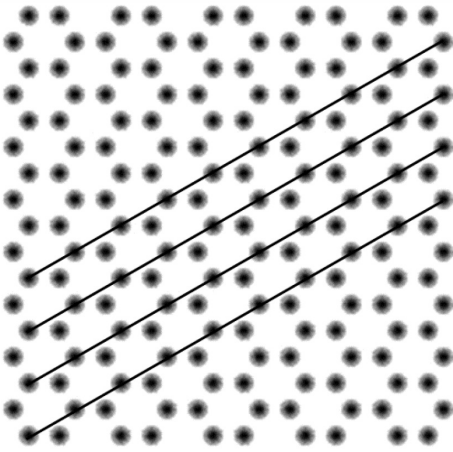
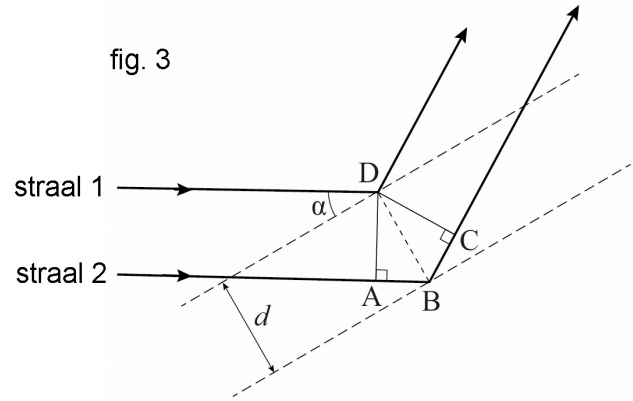


fig. 3



Er treedt constructieve interferentie op als:

$$2 \cdot d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda \quad \text{met } n = 1, 2, 3, \dots \quad (\text{formule 2})$$

Hierin is: d de afstand tussen de roosterlijnen
 α de hoek waaronder de elektronenbundel de roosterlijn treft
 λ de de Broglie-golflengte van de elektronen

Figuur 3 staat ook op het antwoordblad.

- 1p c. Geef op antwoordblad het verschil in weglengte tussen straal 1 en straal 2 aan door het weglengteverschil dikker te tekenen.

In figuur 4 zijn verschillende lijnen te zien waaraan reflectie plaats kan vinden. De afstanden tussen verschillende lijnen zijn aangegeven met d_1 en d_2 .

Bij een interferentiepatroon aan een monokristallijne laag grafiet (dat wil zeggen een laag die uit één kristal grafiet bestaat) ontstaat het patroon van figuur 5 op het fosforscherm in de elektronendiffractiebus.

fig. 4

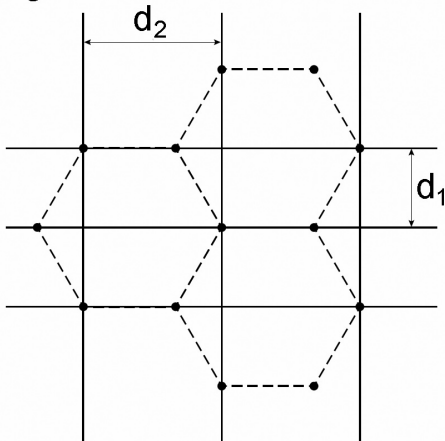


fig. 5

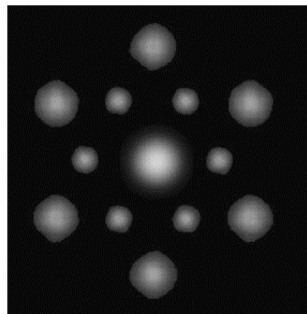
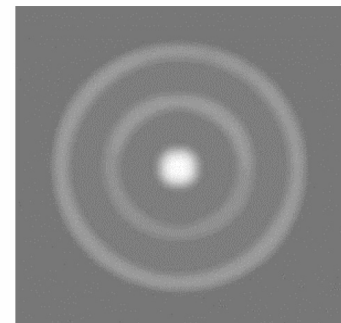


fig. 6



Als er in de elektronendiffractiebus geen monokristallijne laag grafiet zit maar een polykristallijne laag (dat wil zeggen dat er vele kristallen kriskras door elkaar zitten), ziet het interferentiepatroon eruit als in figuur 6.

- 2p d. Leg uit of de buitenste ring komt van reflectie aan lijnen met afstand d_1 of met afstand d_2 .

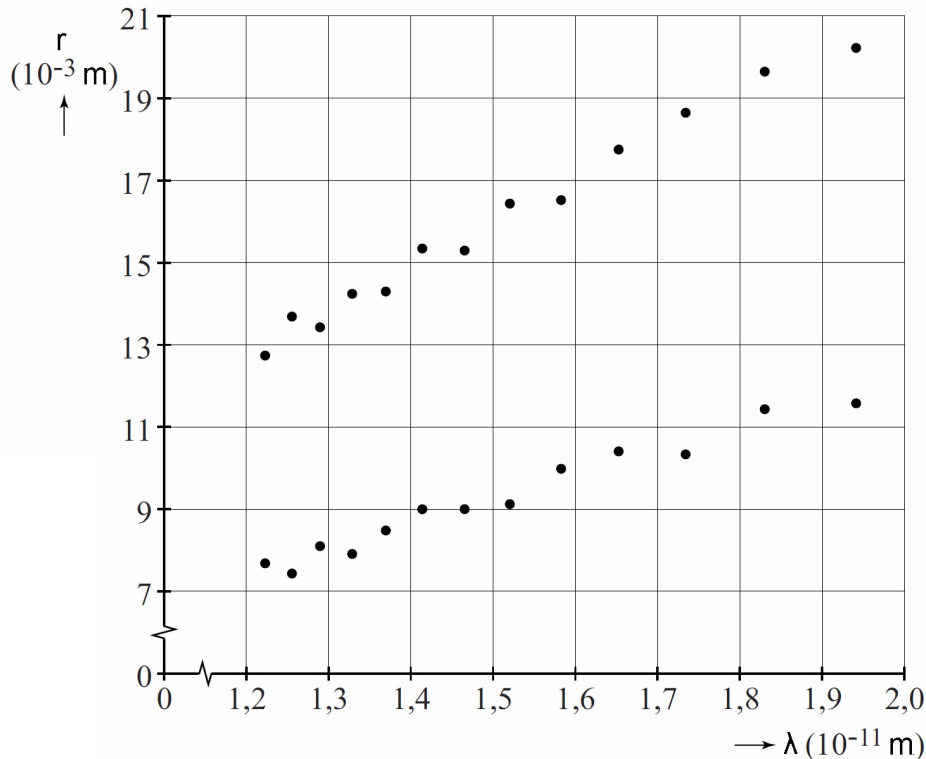
Lees verder op de volgende bladzijde

Men meet bij verschillende versnellingen de straal van de ringen op het scherm. Bij lage versnellingen verschijnen geen ringen op het scherm. Dan is alleen de stip in het midden op het scherm te zien.

2p e. Leg uit waarom bij lage versnellingen geen ringen verschijnen op het scherm.

Van de metingen wordt een grafiek gemaakt waarin de straal r van beide ringen wordt uitgezet tegen de de Broglie-golflengte λ van de elektronen. Zie figuur 7.

fig. 7



Voor kleine afbuigingshoeken geldt bij benadering:

$$r = \frac{2R}{d} \lambda \quad (\text{formule 3})$$

Hierin is: r de straal van de ring op het scherm
 R de straal van de bol van de elektronendiffractiebus (65 mm)
 λ de de Broglie-golflengte
 d de afstand tussen roostervlakken

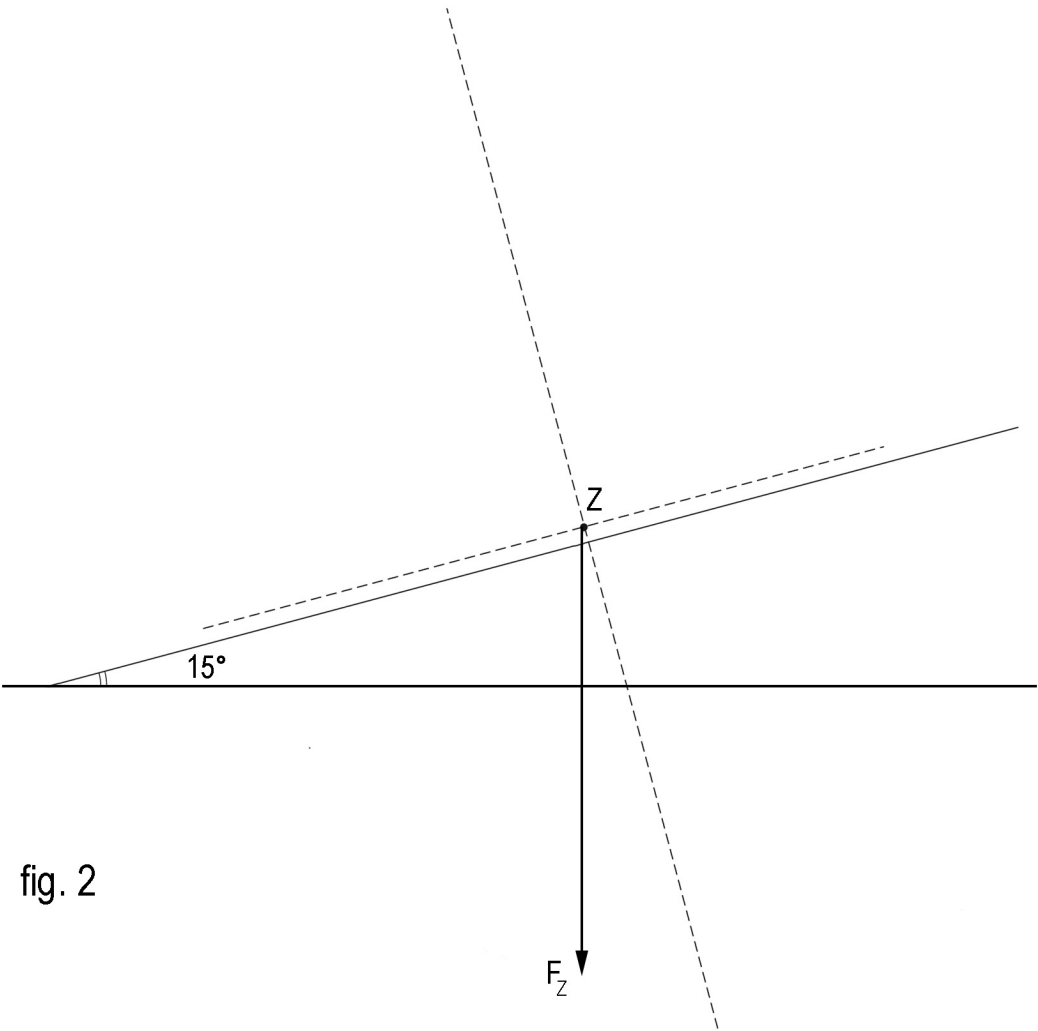
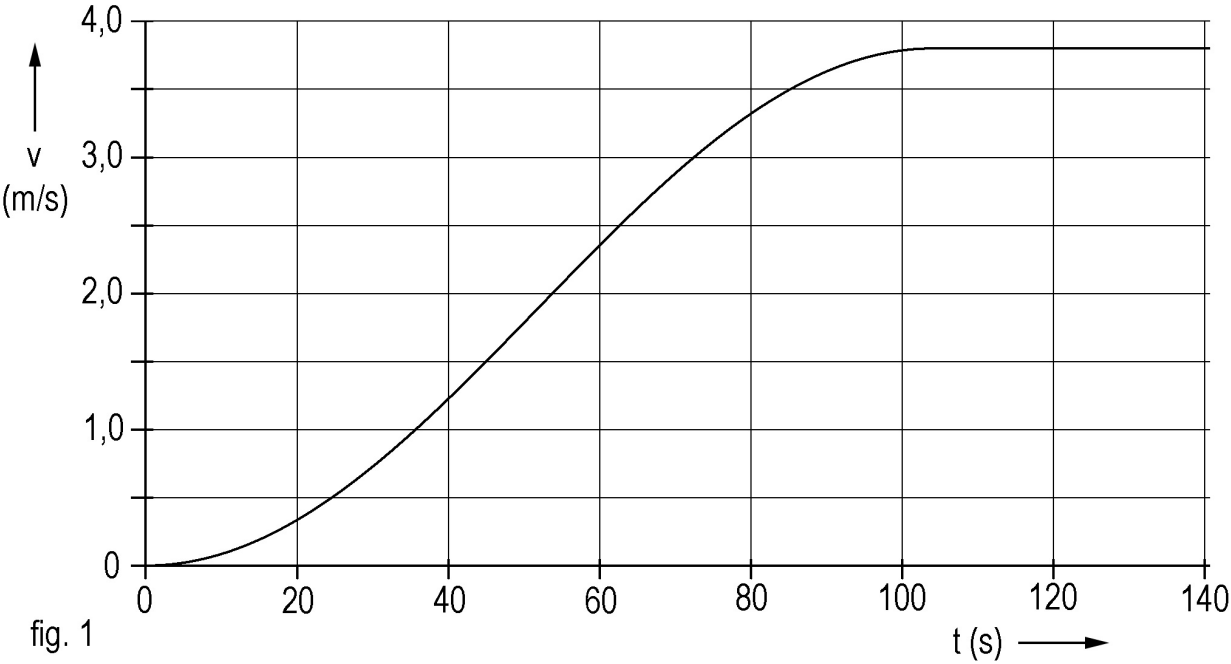
Figuur 7 staat ook op de het antwoordblad.

4p f. Bepaal met behulp van de figuur op het antwoordblad zo nauwkeurig mogelijk de grootte van d voor de buitenste ring.

EINDE

ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 1

Naam :



ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 5

Naam :

fig. 3

