

James Boswell Examen

natuurkunde havo

Datum:

Tijd: 3 uur

Aantal opgaven: 6

Aantal vragen: 24

Aantal bijlagen: 2 (bij opgave 1 en 4)

Totaal aantal punten: 77

- Vermeld op ieder vel je naam.
- Maak iedere opgave op een apart vel.
- Laat bij iedere opgave door middel van een berekening of motivatie zien hoe het antwoord is verkregen.
- Aan een antwoord zonder toelichting worden geen punten toegekend.
- Antwoorden met een fout in de significantie van meer dan één cijfer in de groot- of eenheden of in een combinatie hiervan levert een punt aftrek per afzonderlijke vraag op.
- Schrijf goed leesbaar met inkt. Het gebruik van tipp-ex e.d. of het schrijven met potlood is niet toegestaan.
- Gebruik uitsluitend een potlood voor het maken van een tekening.
- Eventuele aanvullende gegevens zijn te vinden in BINAS 6^e druk.

Opgave 1 Bovenleiding

Bij de spoorwegen wordt de bovenleiding strak getrokken door middel van zware gewichten die op regelmatige afstanden langs de bovenleidingmasten omlaag hangen.

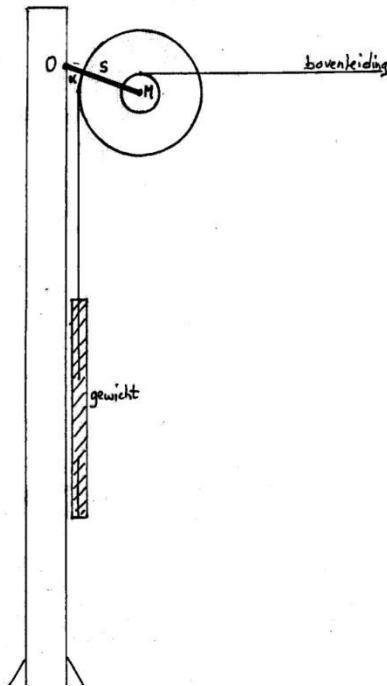
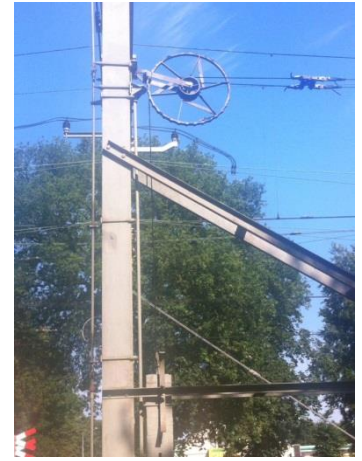
De constructie rond zo'n gewicht ziet eruit zoals geschetst in onderstaande figuur. De figuur is op schaal en staat vergroot op de bijlage.

De twee wielen zijn samen vrij draaibaar rond M.

De trekstang S zorgt voor kracht en evenwicht en deze trekstang is in O vrij draaibaar bevestigd aan de mast.

De massa van het gewicht is 250 kg.

De massa van de wielen mag worden verwaarloosd.



a. (4p) Toon met behulp van de figuur in de bijlage aan dat de trekkracht op de bovenleiding 7,9 kN is.

b. (3p) Bereken de hoek α die de trekstang met de mast maakt.

De bovenleidingdraad is van koper gemaakt en heeft een diameter van 8,0 mm. Een bepaald stuk bovenleiding heeft een lengte van 500 m. Door de trekkracht van het gewicht rekt de bovenleiding een stukje uit. Om te weten hoever de bovenleiding uitrekt moet de veerconstante van dit stuk bovenleiding worden uitgerekend. De formule daarvoor is:

$$C = \frac{E \cdot A}{l}$$

Hierin is:

C de veerconstante

E de elasticiteitsmodulus (van koper, zie Binas)

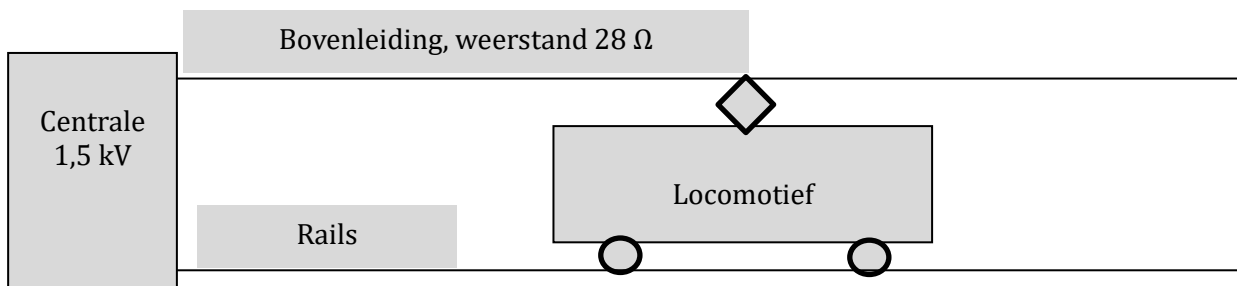
A (de oppervlakte van) de doorsnede

l de lengte

c. (4p) Bereken hoever dit stuk bovenleiding wordt uitgerekt.

d. (4p) Bereken de weerstand van 500 m bovenleiding.

De spanning op de bovenleiding in Nederland is 1,5 kV. Deze spanning wordt aan het begin van het traject op de bovenleiding gezet. De stroom loopt dus vanaf de centrale door de bovenleiding, via de motor van de treinlocomotief door de rails terug. We bekijken nu een lang stuk bovenleiding, met een weerstand van 28Ω . Zie de figuur hieronder.



De elektrische weerstand van een treinlocomotief is afhankelijk van de snelheid. Bij een bepaalde snelheid is de weerstand van de locomotief 7,0 keer de weerstand van het stuk bovenleiding. De weerstand van de rails mag verwaarloosd worden.

e. (4p) Bereken het vermogen dat in de bovenleiding verloren gaat.

Opgave 2 Onderzeeboot

Een onderzeeboot moet uiteraard kunnen duiken én aan het oppervlak kunnen varen. Om dit mogelijk te maken heeft de onderzeeboot een ballasttank die met water of met lucht gevuld kan worden. Het volume van een bepaalde onderzeeboot (inclusief ballasttank) is $7,5 \cdot 10^2 \text{ m}^3$.

Om onder water op constante diepte te kunnen varen zit de ballasttank vrijwel vol met water, met nog een kleine hoeveelheid lucht.

- a. (2p) Bereken de massa van de onderzeeboot, inclusief ballasttank met water.

Op zeker moment is de temperatuur in de boot door het koude water afgekoeld tot 15°C . Doordat de boot is geïsoleerd is de temperatuur van het staal dat in contact staat met het water niet van belang. Binnen wil men graag de temperatuur op 19°C brengen. De massa van al het staal binnen de isolatie is $3,5 \cdot 10^5 \text{ kg}$.

Het opwarmen wordt gedaan als de boot boven water vaart met behulp van een CV ketel die op stookolie brandt. De CV ketel heeft een rendement van 95%.

- b. (5p) Bereken hoeveel liter stookolie nodig is om om het staal binnen de isolatie te verwarmen van 15°C tot 19°C .

Als de onderzeeboot aan de oppervlakte vaart bevindt zich 65% van het volume van de boot boven water.

- c. (3p) Bereken hoeveel water er dan uit de ballasttank moet zijn gepompt.

Aan de oppervlakte is de druk van de lucht in de ballasttank gelijk aan $1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Bij het verwarmen van de boot wordt ook de lucht in de ballasttank verwarmd.

- d. (3p) Bereken de druk van de lucht in de ballasttank als de temperatuur stijgt van 15°C tot 19°C .

Opgave 3 Grot

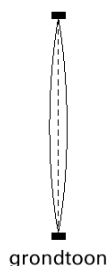
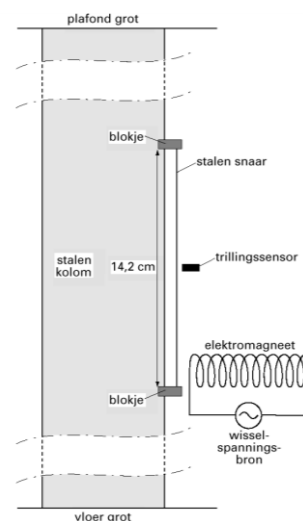
De Gemeentegrot in de Limburgse plaats Valkenburg dreigt langzaam in te zakken. Er is een permanent meetsysteem in de grot aangebracht, waarmee het dalen van de plafonds nauwlettend in de gaten wordt gehouden.

Het meetinstrument bestaat in hoofdzaak uit een roestvrij stalen snaar met in het midden een trillingssensor. Zie de figuur rechts. De lengte van de snaar is 14,2 cm. De snaar wordt in trilling gebracht door een elektromagneet die aangesloten is op een wisselspanning.

De trillingssensor levert een spanning die recht evenredig is met de maximale snelheid van het middelpunt van de snaar.

De frequentie van de wisselspanning op de elektromagneet wordt steeds zó gekozen, dat de snaar resoneert.

Behalve de grondtoon zal de snaar tegelijkertijd ook boventonen voortbrengen. In de onderstaande figuur is de trillingstoestand van de grondtoon schematisch weergegeven.



- a. (3p) Teken de trillingstoestanden van de eerste vier boventonen en beredeneer welke van deze vier boventonen zorgt (of zorgen) voor een spanning aan de uitgang van de trillingssensor.

De frequentie van de grondtoon is bij een bepaalde instelling 500 Hz.

- b. (3p) Bereken de golfsnelheid in de snaar.

Opgave 4 Agro Guard

Lees onderstaand artikel.

Agro Guard

WEERSELO. Als een boer gras gaat maaien, kunnen er dieren in de maaimachine terechtkomen. Dit is niet alleen ongewenst vanuit het oogpunt van dierenbescherming maar is ook slecht voor de kwaliteit van het ingekuilde gras. Er is nu een elektronisch apparaatje op de markt, de Agro Guard, dat de aanwezigheid van dieren kan waarnemen. In een kastje dat voor op de tractor is gemonteerd, zit een sensor die reageert op de infrarode straling die dieren afgeven. In het kastje zit ook een luidspreker die ultrasoon geluid uitzendt om het aanwezige dier op te schrikken. Als het dier niet wegloopt, gaat in de tractorcabine een waarschuwingslamp branden en een kleine sirene loeien om de boer te waarschuwen.

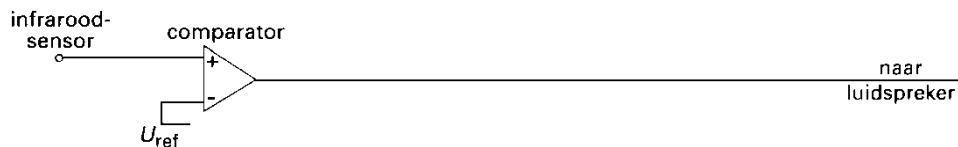
(naar: TUBANTIA, 14 april 1999)

In de tabel hiernaast is van drie sensoren het golflengtegebied aangegeven waarin ze gevoelig zijn. Eén van deze sensoren is geschikt voor de Agro Guard.

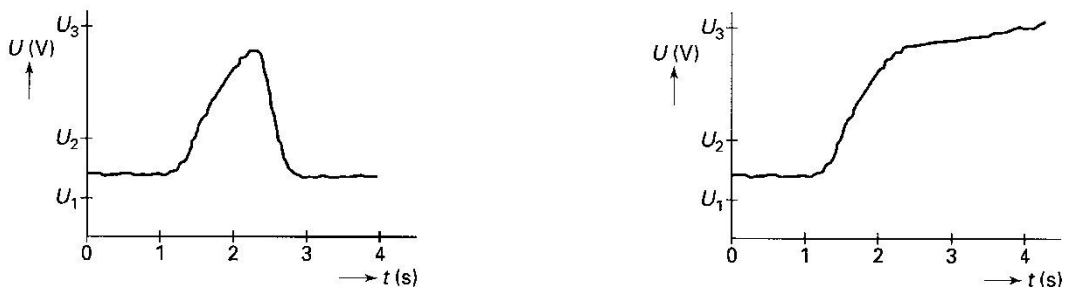
sensor	golflengtegebied
A	$2 \cdot 10^{-8}$ tot $4 \cdot 10^{-7}$ m
B	$4 \cdot 10^{-7}$ tot $8 \cdot 10^{-7}$ m
C	$8 \cdot 10^{-7}$ tot $2 \cdot 10^{-5}$ m

- a. (3p) Leg uit welke sensor (A, B of C) geschikt is voor de Agro Guard.

Als de sensor een dier heeft gedetecteerd, wordt automatisch de luidspreker ingeschakeld die het ultrasone geluid uitzendt. De schakeling die daarvoor zorgt, staat in de figuur hieronder.



Er kunnen zich twee situaties voordoen: het dier rent weg of het dier blijft zitten. In de figuren hieronder zijn de bijbehorende sensorsignalen getekend.

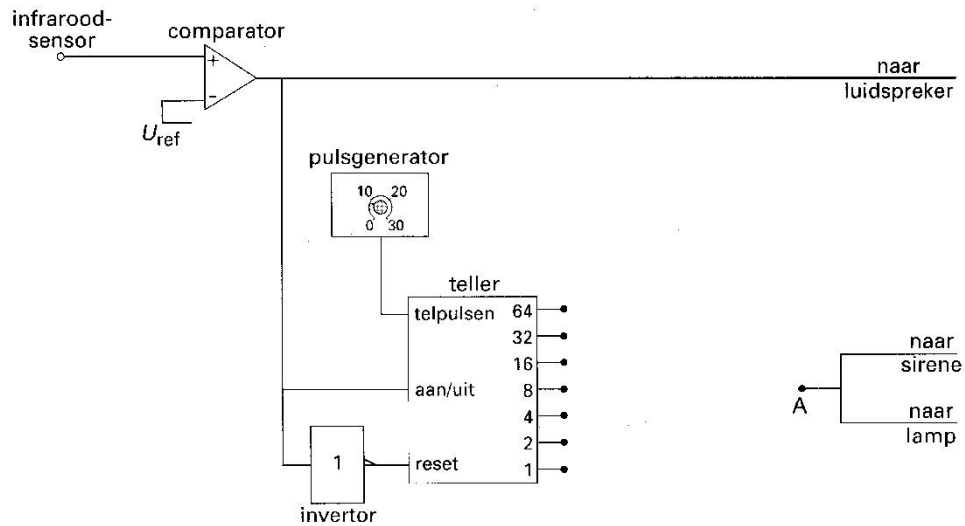


Op de verticale assen staan de waarden U_1 , U_2 en U_3 .

- b. (2p) Leg uit op welke van deze drie waarden de referentiespanning van de comparator moet worden ingesteld om de schakeling goed te laten werken.

Als het dier blijft zitten, moet na drie seconden in de cabine een lamp gaan branden en een sirene gaan loeien. De boer weet dan dat hij moet stoppen.

In de volgende figuur is het (nog onvolledige) schakelschema getekend dat 3,0 seconden nadat het dier is gedetecteerd, de lamp en de sirene automatisch in werking zet.



In deze schakeling is te zien dat de teller voortdurend gereset wordt als de uitgang van de comparator laag is.

- c. (2p) Leg uit waarom in deze situatie de teller gereset moet blijven.

De pulsgenerator is ingesteld op 8,0 Hz.

In het schema van de figuur hierboven moet tussen de teller en punt A een verwerker met bijbehorende verbindingen worden aangebracht.

De figuur hierboven staat ook op de bijlage.

- d. (2p) Teken deze verwerker en de bijbehorende verbindingen in de figuur op de bijlage. Geef daarbij een toelichting.

In het artikel staat dat de Agro Guard dieren kan waarnemen die zich op een afstand van 12 m van de maaier bevinden. Zoals hiervoor is aangegeven, wordt de boer na 3,0 seconden gewaarschuwd. De boer heeft een (gemiddelde) reactietijd van 0,5 s. De tractor met maaier staat binnen 0,4 m stil nadat de boer op de rem heeft getrapt. De fabrikant adviseert om bij het maaien een maximumsnelheid van 10 km/h aan te houden.

- e. (3p) Laat met een berekening zien of dit voor de dieren inderdaad een veilige snelheid is.

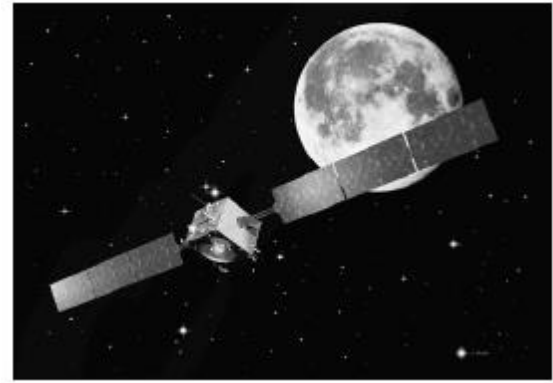
Opgave 5 Ionenmotor

Een Frans bedrijf heeft een zogenaamde ionenmotor ontwikkeld voor gebruik in ruimtevaartuigen. De satelliet Smart-1 (zie de figuur hiernaast) die in september 2003 werd gelanceerd, gebruikte zo'n ionenmotor om naar de maan te gaan.

Smart-1 heeft een massa van 370 kg.

De motor levert een kracht van $7,0 \cdot 10^{-2}$ N.

Deze kracht is te klein om het ruimtevaartuig vanaf de aarde te lanceren.



- a. (2p) Leg uit waarom de kracht van de ionenmotor daarvoor te klein is.

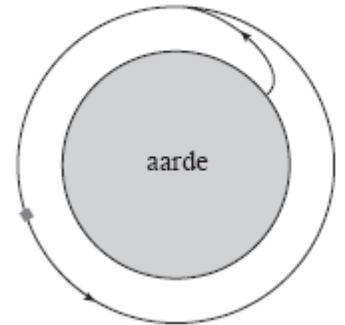
Smart-1 is daarom eerst met een gewone raket in een baan om de aarde gebracht. Zie de figuur hiernaast.

De raket stuwt direct na de lancering de Smart-1 omhoog met een beginversnelling van $6,0 \text{ ms}^{-2}$. Die versnelling blijft de eerste 30 seconden nagenoeg constant.

- b. (4p) Bereken de totale arbeid die de raket op de Smart-1 heeft moeten verrichten gedurende deze 30 seconden.

De baan om de aarde van Smart-1 is cirkelvormig en bevindt zich op een hoogte van 2800 km boven het aardoppervlak.

Op deze hoogte is de zwaartekracht de helft van die op het aardoppervlak.



- c. (3p) Bereken de snelheid waarmee de satelliet deze cirkelbaan doorloopt.

Nadat de satelliet enkele rondjes gedraaid heeft om alle systemen te testen en de zonnepanelen uit te vouwen, wordt de ionenmotor ingeschakeld.

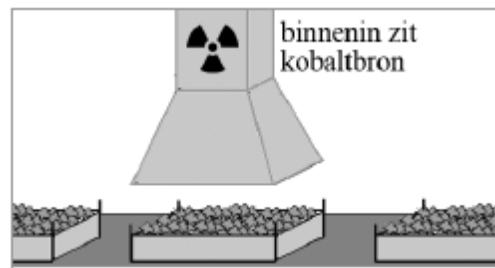
Stel dat de kracht van $7,0 \cdot 10^{-2}$ N de enige kracht is die de snelheid van de satelliet doet toenemen.

- d. (3p) Bereken de tijd die nodig is om de snelheid van de satelliet met 1,0 m/s toe te laten nemen.

Opgave 6 Doorstralen van fruit

Door bestraling kunnen bacteriën en insecten in voedselproducten onschadelijk worden gemaakt. De producten blijven daardoor langer houdbaar. Lees het artikel hieronder.

De houdbaarheid van bijvoorbeeld aardbeien kan aanzienlijk vergroot worden door de vruchten na het plukken te doorstralen met γ -straling. Niet alleen de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor het rottingsproces worden onschadelijk gemaakt, maar ook insecten en eitjes van insecten. Als stralingsbron wordt kobalt-60 gebruikt dat bij verval β - en γ -straling uitzendt. De kistjes fruit komen via een lopende band onder de bestraler. Dan stopt de band even en wordt het fruit enige tijd doorstraald. Daarna schuift het volgende kistje onder de bestraler.



- a. (3p) Geef de vervalreactie van kobalt-60.

De β -straling die het kobalt uitzendt, draagt nauwelijks bij aan het onschadelijk maken van bacteriën en insecten in het fruit.

- b. (2p) Geef daarvoor de reden.
- c. (2p) Leg uit of het fruit door de bestraling besmet is.

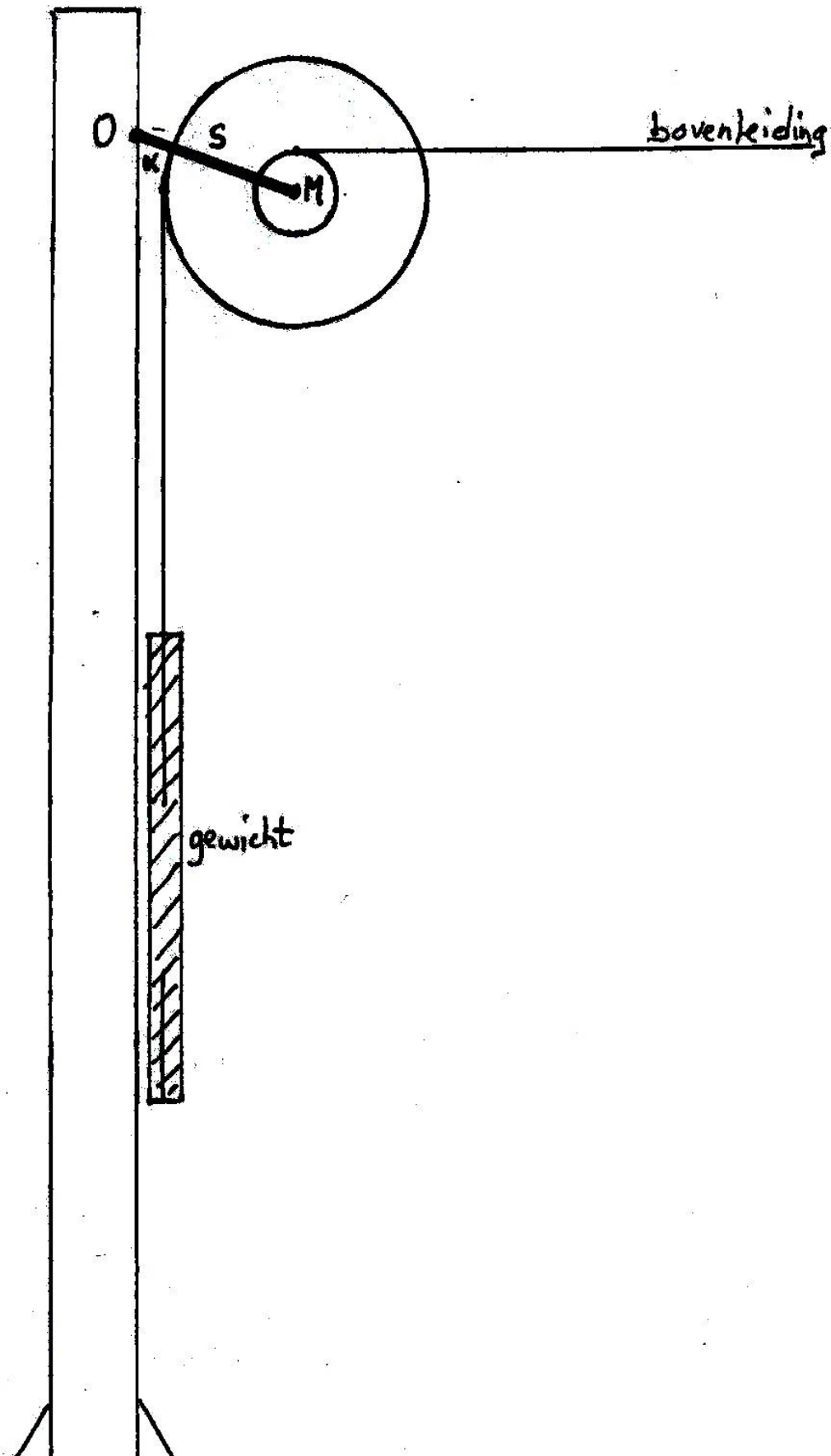
De halveringsdikte van de γ -straling door een laag fruit bedraagt 12 cm. Er wordt gebruik gemaakt van γ -straling met een energie van 2,5 MeV. Aan de bovenkant van het fruit bedraagt de activiteit van de straling $8,5 \cdot 10^{11}$ Bq. Aan de onderkant van de laag fruit moet het stralingsvermogen minimaal 0,10 Watt bedragen om goed resultaat te hebben van de bestraling.

- d. (4p) Laat met een berekening zien of een laag fruit van 30 cm te dik is.

Einde

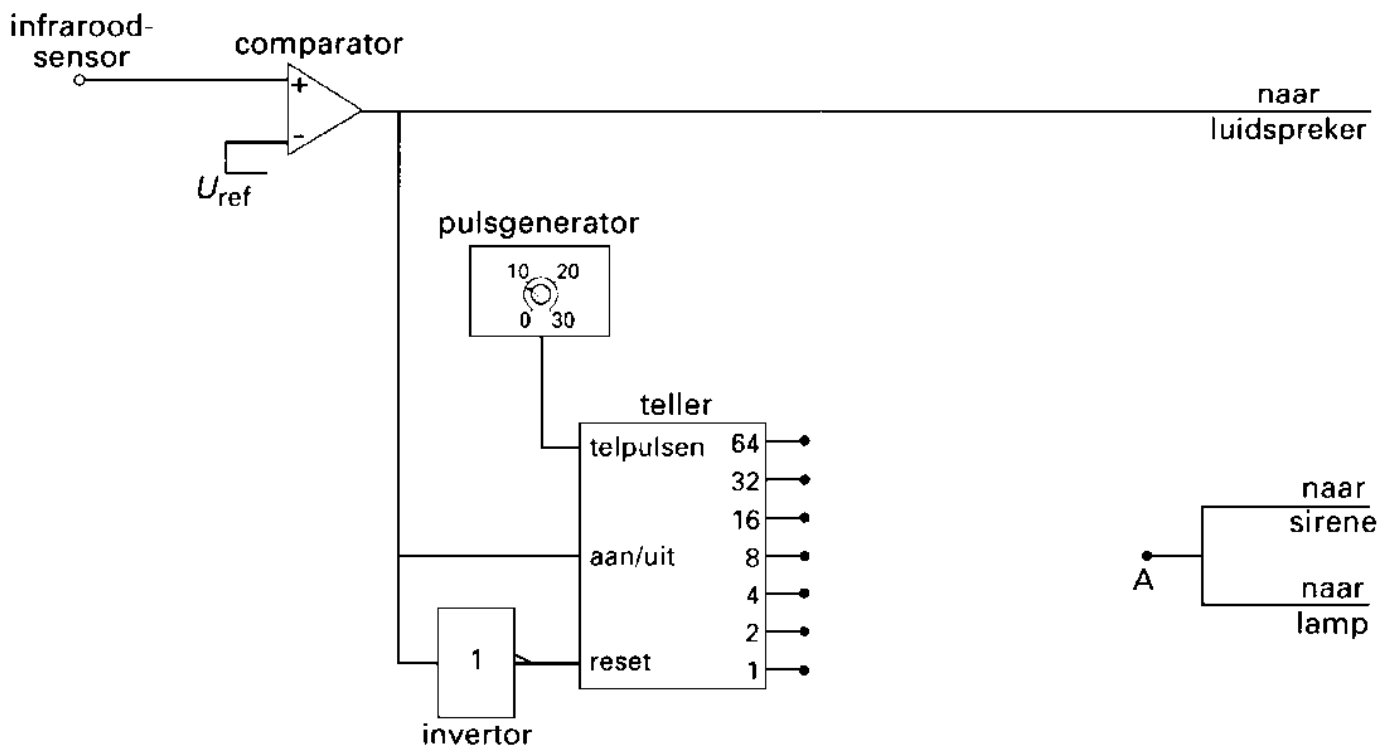
BIJLAGE BIJ OPGAVE 1

Naam:



BIJLAGE BIJ OPGAVE 4

Naam:



toelichting:

.....
.....
.....
.....