Examen HAVO

2007

tijdvak 1
woensdag 23 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1,2

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 26 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 80 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.

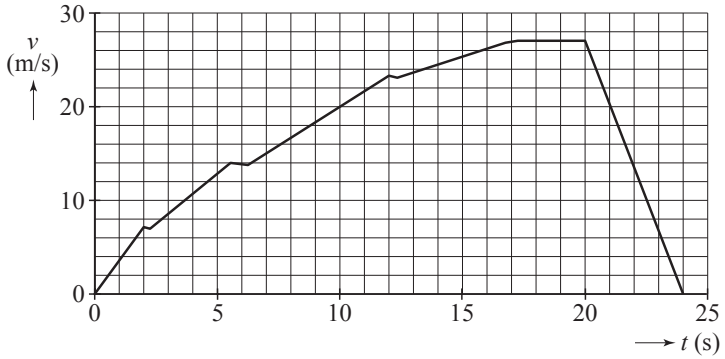
700023-1-056o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Optrekkende auto

Met een auto is een testrit gemaakt op een horizontale weg. Figuur 1 is het (v,t)-diagram van deze rit.

figuur 1



In de grafiek zitten drie dalende stukjes omdat de chauffeur dan schakelt. Na het schakelen versnelt de auto weer.

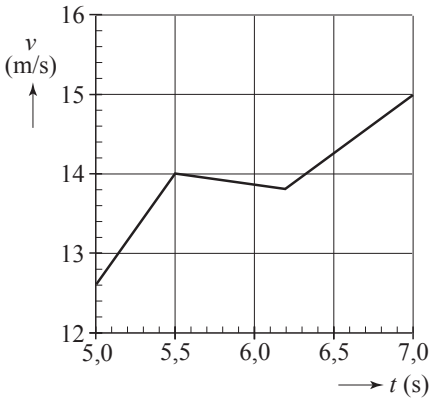
2p **1** Leg uit hoe uit de grafiek blijkt dat de versnelling a na het schakelen kleiner is dan voor het schakelen.

De auto heeft een massa van $1{,}2 \cdot 10^3$ kg.

4p **2** Bepaal de arbeid die de motor levert in de periode van $t = 0$ tot $t = 2{,}0$ s. Verwaarloos daarbij de wrijvingskracht die de auto ondervindt.

Tijdens het schakelen wordt de motor ontkoppeld. Op de auto werkt dan alleen de wrijvingskracht. In figuur 2 is het gedeelte van de snelheidsgrafiek tussen $t = 5$ s en $t = 7$ s vergroot weergegeven. In die periode schakelt de chauffeur voor de tweede maal. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 2



4p **3** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de wrijvingskracht op de auto tijdens het schakelen.

Vanaf $t = 20$ s remt de auto af tot stilstand. Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **4** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand die de auto tijdens het remmen aflegt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Fotograferen

Een amateur-fotograaf heeft een foto van een bloem gemaakt. Zie figuur 3.
Op de achtergrond is de schaduw van de bloem te zien.
De afstand tussen de bloem en de lens was 63 cm. De fotograaf heeft scherp ingesteld op de bloem.
Het fototoestel heeft een lens met een brandpuntsafstand van $7{,}0$ cm.

figuur 3

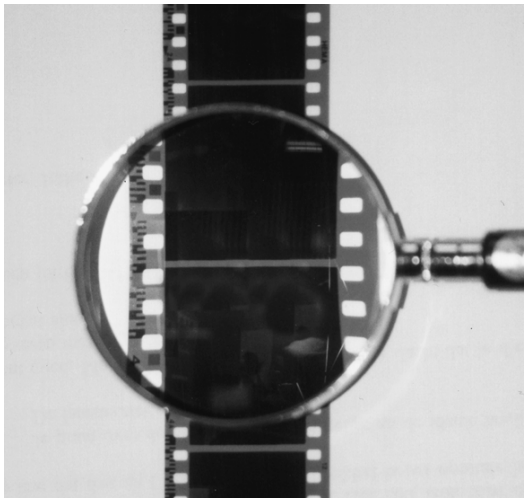
3p **5** Bereken de afstand tussen de lens en de film.

Op de uitwerkbijlage staat een figuur waarin schematisch is getekend hoe een punt B van de bloem door de cameralens op de film wordt afgebeeld. Punt S is een punt van de schaduw van de bloem.

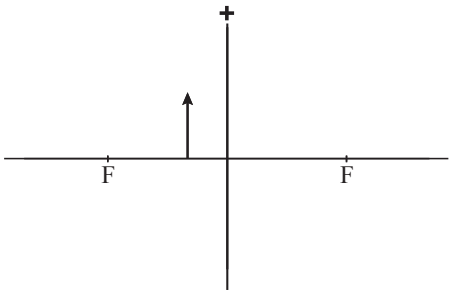
3p **6** Beantwoord de volgende vragen:
- Waar bevindt zich het beeldpunt van S: in P, Q of R?
- Teken op de uitwerkbijlage de lichtbundel die vanuit S via de lens op de film valt.
- Leg met behulp van de tekening uit waarom de schaduw van de bloem onscherp is.

De fotograaf bekijkt de negatieven van het filmpje met een loep. Zie de foto in figuur 4. In figuur 5 zijn het filmpje (als een pijl) en de loep schematisch getekend. In deze figuur zijn ook de twee brandpunten van de loep aangegeven.

figuur 4



figuur 5



Figuur 5 is vergroot op de uitwerkbijlage weergegeven.

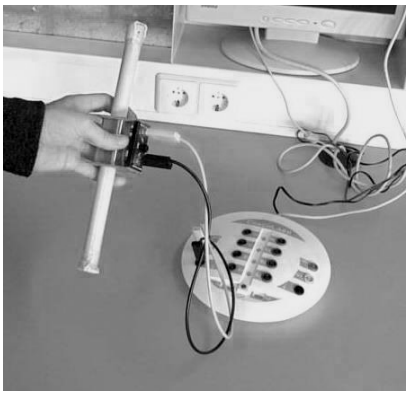
5p **7** Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage het beeld van het filmpje en controleer of de vergroting in deze constructie overeenstemt met die in figuur 4.

natuurkundeuitgelegd.nl

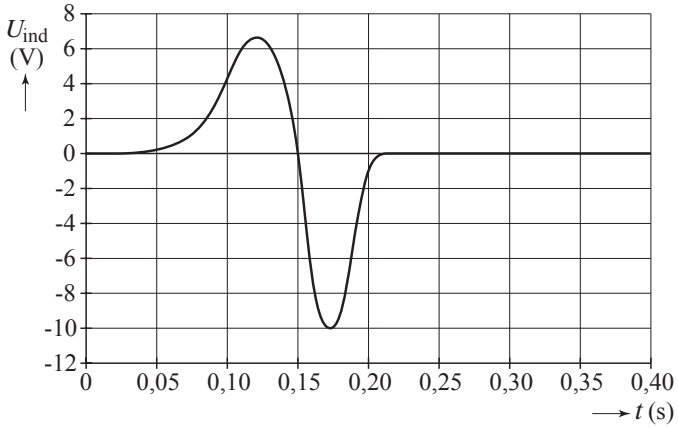
Opgave 3 Schuddynamo

Astrid heeft een magneet in een plastic buis gedaan. De uiteinden van de buis zijn dicht. De buis bevindt zich in een spoel die is aangesloten op een computer.
Zie de foto in figuur 6.
Als zij de buis omdraait, maakt de magneet een (vrije) val door de spoel.
De computer meet de inductiespanning U_{ind} en de bijbehorende flux als functie van de tijd. Zie de figuren 7 en 8.

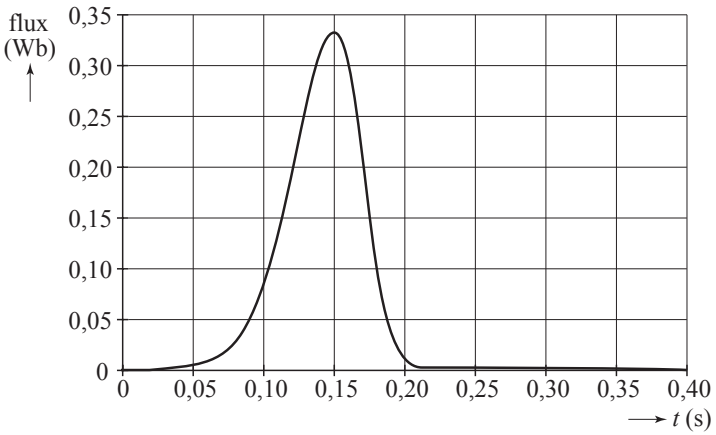
figuur 6



figuur 7



figuur 8



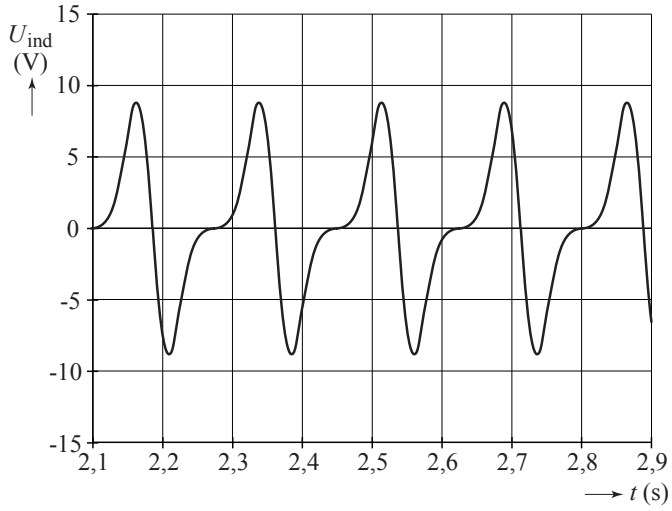
Uit de grafiek van de inductiespanning (figuur 7) blijkt dat de maximum spanning op $t = 0{,}12$ s kleiner is dan de (absolute) waarde van de minimum spanning op $t = 0{,}17$ s.

2p **8** Leg met behulp van de fluxgrafiek (figuur 8) uit waarom dat zo is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Door de magneet heen en weer te schudden, wekt Astrid een wisselspanning op. Zie figuur 9. Om een regelmatig signaal te krijgen, schudt ze horizontaal.

figuur 9



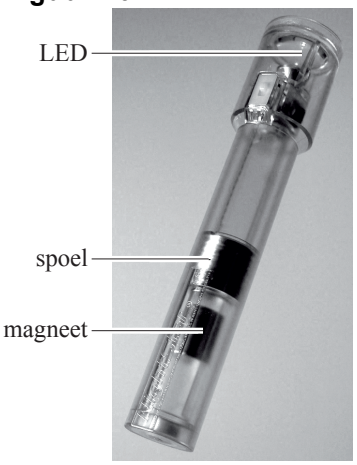
3p **9** Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de frequentie van deze wisselspanning.

Hieronder staan twee beweringen over deze wisselspanning.
a De gemiddelde waarde van de wisselspanning is 0 V.
b De effectieve waarde van de wisselspanning is 0 V.

2p **10** Zeg van elke bewering of deze juist is of onjuist. Licht je antwoorden toe.

Op het internet vindt Astrid een site waar ze een zaklamp kan kopen die veel lijkt op haar schuddynamo. Zie figuur 10. De elektrische energie die je tijdens het schudden opwekt, wordt in de zaklamp opgeslagen (in een condensator).
De zaklamp heeft als lichtbron een LED waarvan de (I,U)-karakteristiek in figuur 11 staat.
Als de zaklamp wordt aangezet, heeft de stroomsterkte door de LED gedurende de eerste 5,0 s een constante waarde van 30 mA.

figuur 10

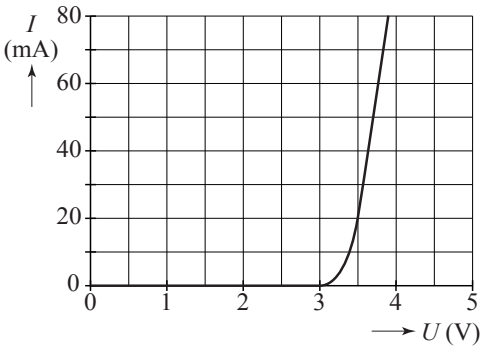


3p **11** Bepaal met behulp van figuur 11 de hoeveelheid elektrische energie die de LED in deze tijd heeft verbruikt.

Astrid sluit zo'n zelfde LED aan op de spoel van haar eigen opstelling. De LED geeft dan licht. Vervolgens vervangt ze de spoel door een spoel met veel minder windingen. De LED geeft dan geen licht.

2p **12** Leg met behulp van figuur 11 uit waarom de LED dan geen licht geeft.

figuur 11



natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Nachtstroomkachel

De kachel op de foto hiernaast is een zogenaamde nachtstroomkachel. Deze kachel bestaat uit grote blokken speksteen die door een elektrisch verwarmingselement van binnenuit worden opgewarmd. Het opwarmen gebeurt 's nachts omdat elektrische energie dan goedkoper is. Overdag geven de stenen hun warmte langzaam weer af.

Het verwarmingselement van de afgebeelde kachel heeft een vermogen van 5,6 kW. Het verwarmen van de stenen duurt gemiddeld 4,0 uur. Per jaar gebeurt dat zo'n 200 keer. Een kWh kost 's nachts € 0,11.

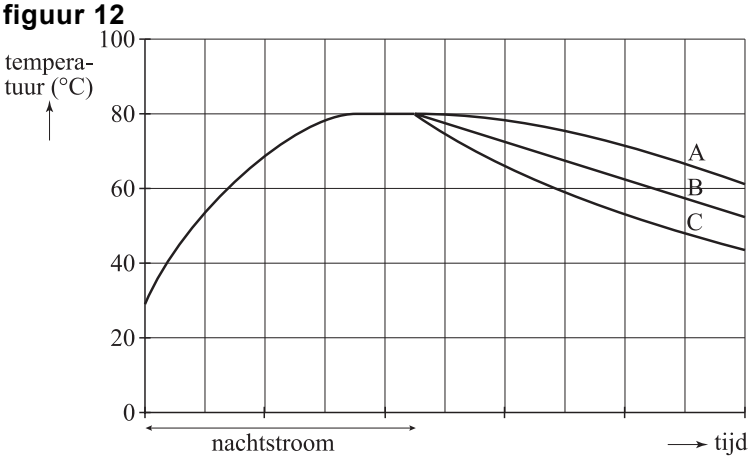
3p **13** Bereken de energiekosten in een jaar voor deze kachel.

De massa van de spekstenen van de afgebeelde kachel is 700 kg. In de eerste 30 minuten stijgt de temperatuur van de spekstenen met 12 °C. Je mag aannemen dat dan alle warmte door de stenen is opgenomen en er nog geen warmte aan de omgeving is afgestaan.

3p **14** Bereken de soortelijke warmte van speksteen.

Als de temperatuur van de stenen 80 °C is, wordt deze temperatuur gehandhaafd totdat de nachtstroomperiode eindigt. De stenen koelen daarna af. In figuur 12 is het temperatuurverloop van de stenen weergegeven.

figuur 12



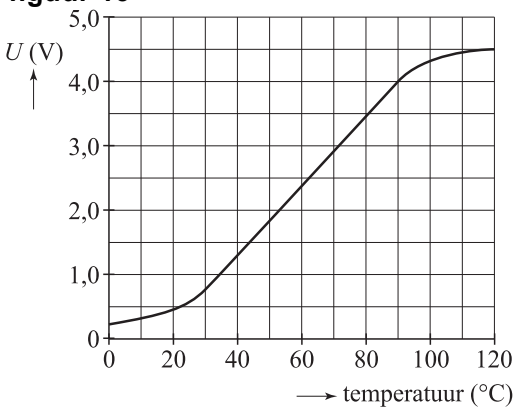
Het afkoelen van de spekstenen is op drie manieren getekend.

2p **15** Leg uit welke van deze grafieken (A, B of C) hoort bij het afkoelen van de stenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

De temperatuur van de stenen wordt gemeten met een temperatuursensor. Figuur 13 is de ijkgrafiek van deze sensor.

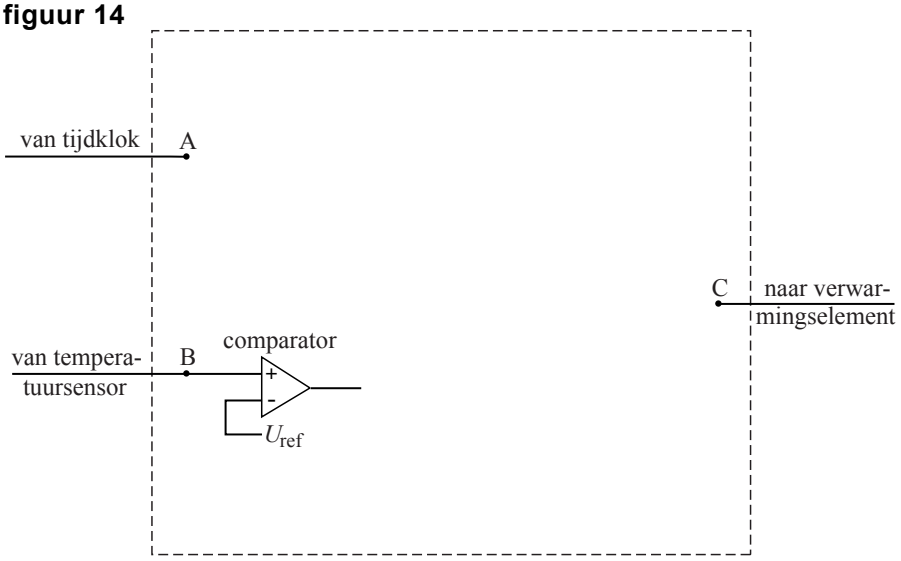
figuur 13



3p **16** Bepaal de gevoeligheid van de sensor bij een temperatuur van 80 °C.

In figuur 14 is een begin gemaakt met een schakeling die het verwarmingselement automatisch in- en uitschakelt.
Op A is een tijdklok aangesloten.
Het signaal bij A is hoog zolang als er elektrische energie wordt geleverd tegen nachttarief.
Op B is de temperatuursensor aangesloten.
Op C is het verwarmingselement aangesloten. Het verwarmingselement is alleen aan als het signaal bij C hoog is.

figuur 14



Aan de schakeling stelt men de volgende eisen.
- Als er geen elektrische energie geleverd wordt tegen nachttarief moet het verwarmingselement uit blijven.
- Als er wel elektrische energie tegen nachttarief wordt geleverd, moet het verwarmingselement alleen aan zijn wanneer de temperatuur lager is dan 80 °C.

De schakeling zorgt er ook voor dat, wanneer de temperatuur van 80 °C bereikt is, deze constant gehouden wordt totdat de nachtstroomperiode eindigt.
Figuur 14 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **17** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verwerkers en hun verbindingen. Geef ook aan op welke waarde de referentiespanning moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Kernfusie

In de zon fuseren waterstofkernen tot heliumkernen. Bij fusie komt energie vrij.
Op deze manier produceert de zon per seconde $3{,}9 \cdot 10^{26}$ J.
Alle energiecentrales op aarde produceren samen in één jaar ongeveer $1{,}0 \cdot 10^{14}$ kWh.

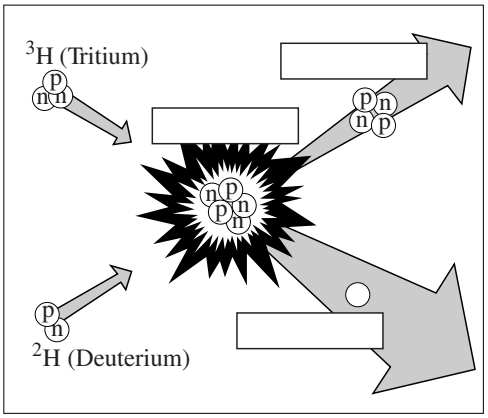
3p **18** Bereken hoeveel jaar de centrales op aarde moeten werken om evenveel energie te produceren als de zon in één seconde doet.

Alleen in het binnenste van de zon vindt kernfusie plaats omdat de temperatuur daar hoog genoeg is (ruim tien miljoen graden Celsius).
Waterstofkernen fuseren als ze elkaar heel dicht naderen.

3p **19** Leg uit waarom waterstofkernen alleen bij een (zeer) hoge temperatuur elkaar dicht kunnen naderen.

Op verschillende plaatsen op aarde staan experimentele kernfusiereactoren. In figuur 15 is schematisch de reactie afgebeeld die in deze reactoren plaatsvindt. Figuur 15 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 15



3p **20** Schrijf in de figuur op de uitwerkbijlage:
- in de twee bovenste rechthoeken de symbolen van de betreffende elementen en hun massagetal;
- in de onderste rechthoek de naam van het deeltje dat bij de reactie vrijkomt.

Tijdens een experiment in een van de reactoren is gedurende $1{,}5$ seconde een vermogen opgewekt van 16 MW. Bij de fusie van een deuteriumkern met een tritiumkern wordt een massa van $3{,}14 \cdot 10^{-29}$ kg omgezet in energie.

5p **21** Bereken hoeveel kg deuterium in deze tijd is gefuseerd. (Aanwijzing: bereken eerst de energie die bij de fusie van een deuteriumkern en een tritiumkern vrijkomt en vervolgens het aantal fusiereacties dat heeft plaatsgevonden.)

De twee ‘grondstoffen’ van de fusiereactor zijn deuterium en tritium.
Beide stoffen zijn isotopen van waterstof, dus zeer brandbaar.
Met een van deze twee stoffen moet men extra voorzichtig omgaan.

2p **22** Welke stof is dat? Licht je antwoord toe met een natuurkundig argument.

natuurkundeuitgelegd.nl

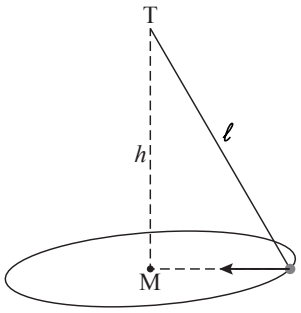
Opgave 6 Kegelslinger

Fermi onderzoekt de cirkelbeweging van een kegelslinger. Daarvoor laat hij met de hand een voorwerp aan een touw vlak boven de vloer ronddraaien. Na enige oefening lukt het om het voorwerp een eenparige cirkelbeweging te laten maken. Zie figuur 16. In de foto is de cirkelbaan van het voorwerp getekend.

figuur 16

In figuur 17 is de kegelslinger schematisch getekend. M is het middelpunt van de cirkelbaan, h de hoogte van de kegelslinger (de afstand TM) en ℓ de lengte van het touw. De pijl die naar M wijst, stelt de middelpuntzoekende kracht op het voorwerp voor.
Een deel van figuur 17 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 17



4p **23** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de krachten die samen de middelpuntzoekende kracht leveren. Let daarbij zowel op de richting als de lengte van de vectoren.

De lengte van het touw is 1,2 m.
Fermi laat het voorwerp 30 rondjes beschrijven. Hij meet voor deze 30 rondjes een tijd van 59,4 s. De hoogte h = 1,0 m.
De massa van het voorwerp is 50 g.

4p **24** Bereken de middelpuntzoekende kracht die dan op het voorwerp werkt.

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

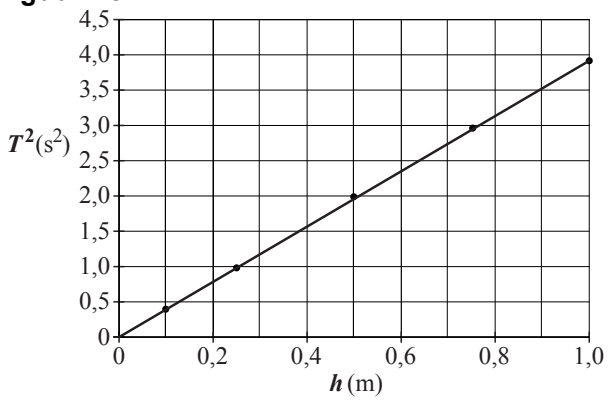
natuurkundeuitgelegd.nl

Als Fermi het voorwerp sneller ronddraait, wordt de kegel wijder en dus h kleiner.
Fermi onderzoekt het verband tussen de omlooptijd T en de kegelhoogte h.
Zijn metingen staan in de tabel hieronder.

T (s)	0,63	0,99	1,41	1,72	1,98
h (m)	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00

In een theorieboek staat dat voor de kegelslinger geldt: $T^2 = Ch,$ waarin C een constante is.
Om te controleren of zijn metingen in overeenstemming zijn met de theorie maakt Fermi met Excel de grafiek die is afgebeeld in figuur 18.

figuur 18



2p **25** Uit welke eigenschappen van de grafiek blijkt dat de grafiek in overeenstemming is met de theorie.

3p **26** Bepaal de waarde en de eenheid van de constante C.

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