

Het Centraal Examen havo

Het havo-examen dat hoort bij het programma Nieuwe Natuurkunde toetst kennisaspecten, vaardigheden, conceptueel begrip en activiteiten die relevant zijn voor natuurkunde.

Kennisaspecten kunnen worden getoetst met korte vragen, zowel in open als gesloten vorm. Deze vragen zijn in een examen opgenomen om het bestuderen van de basisstof te stimuleren.

Bij het toetsen van vaardigheden wordt een onderscheid gemaakt in: schatten, redeneren zowel kwalitatief als kwantitatief, berekenen en combineren, werken met grafieken en gebruiken van informatiebronnen. Van alle genoemde vaardigheden worden in deze syllabus voorbeelden gegeven.

In het examenprogramma is een verschil gemaakt in kwalitatief gebruik van formules en kwantitatief gebruik van formules. Dit verschil in omgaan met formules zal ook in de examens tot uiting komen.

Concept-context

Het examen toetst in hoeverre kandidaten geleerde concepten kunnen toepassen in nieuwe of bekende contexten. Een context wordt voor een kandidaat beschreven en de kandidaat wordt gevraagd een probleem op te lossen, zonodig via een aantal relevante deelvragen.

De gekozen contexten zullen zoveel mogelijk gekozen worden uit voor leerlingen aansprekende maatschappelijke of toepassingsgerichte voorbeelden.

Het maken van contextrijke opgaven voor de havo-examens natuurkunde is niet nieuw.

Al geruime tijd worden de examenopgaven zo geconstrueerd.

De voorbeeldopgaven die bij deze syllabus zijn gevoegd, vormen daarom een bijzondere selectie uit de havo-examenopgaven natuurkunde1 en natuurkunde1,2 van de afgelopen jaren, aangevuld met enkele nieuwe opgaven.

Omdat de vernieuwingen van het nieuwe programma nog niet geheel uitgekristalliseerd zijn voor zowel docenten als examenmakers, zullen naar verwachting de examens tussen nu en de landelijke invoering een ontwikkeling laten zien naar een vorm die het best past bij het nieuwe programma.

2. Kennisaspecten

Het examen toetst kennisaspecten: **feitelijke kennis**, onder andere door middel van korte kennisvragen die bestudering van de basisstof stimuleren. Deze korte vragen kunnen open of gesloten zijn, maar zullen uitsluitend in de bijbehorende context worden getoetst.

Domein E1: Zonnestelsel en heelal

Zonnestelsel en heelal

Vanaf 300 jaar voor Christus werd de bouw van het heelal beschreven met het geocentrisch wereldbeeld. In 1543 stelde Copernicus voor het geocentrisch wereldbeeld te vervangen door het heliocentrisch wereldbeeld.

- 2p 1 Leg met behulp van een tekening uit hoe Copernicus de banen van de aarde, de zon en de maan in het heliocentrische wereld beeld heeft beschreven.

voorbeeld van een antwoord:

De zon in het midden, de aarde draait in een (ellips)baan om de zon, de maan draait in een (ellips)baan om de aarde.

- Juiste tekening 1
- Uitleg bij de tekening 1

Domein B1: Informatieoverdracht

Informatieoverdracht

- 1p 2 Om een signaal te bemonsteren wordt een bemonsteringsfrequentie gebruikt van 1000 Hz.
Hoeveel tijd zit er dan tussen twee samples?
- A 1 ms
 - B 10 ms
 - C 100 ms
 - D 1000 ms

Antwoord: A

Domein B2: medische beeldvorming

Medische beeldvorming

- 1p 3 Een α - deeltje heeft:
- A 2 protonen en 2 elektronen
 - B 2 protonen en 4 neutronen
 - C 2 protonen en 2 neutronen
 - D 4 protonen en 2 neutronen

Antwoord: C

Echoscopie

Naast ultrageluid wordt bij medisch onderzoek ook röntgenstraling toegepast. Röntgenstraling verschilt onder andere in voortplantingssnelheid, frequentie en ioniserend vermogen van ultrageluid.

- 3p **4** Geef aan hoe röntgenstraling met betrekking tot deze drie aspecten verschilt van ultrageluid.

voorbeeld van een antwoord:

- Röntgenstraling plant zich voort met de lichtsnelheid en ultrageluid met de geluidssnelheid 1
- Röntgenstraling heeft een (veel) hogere frequentie dan ultrageluid. 1
- Röntgenstraling heeft ioniserend vermogen en ultrageluid niet. 1

3 Vaardigheden

3.1 schatten

Vragen waarbij de kandidaat een schatting maakt.

*Uit Natuurkunde havo 2003-1, opgave 2 Digitale camera
Domein C1: kracht en bewegen*

Digitale camera

Figuur 1 toont een foto van een auto.
Door de snelheid waarmee de auto rijdt, is de afbeelding op de foto onscherp.
De onscherpte in de foto van figuur 5 is ontstaan doordat de sluitertijd van de fotocamera bij het nemen van de foto enige tijd open stond, in dit geval $\frac{1}{30}$ seconde.
De wielen van de gefotografeerde auto hebben in werkelijkheid een diameter van 65 cm.

figuur 1



4p 1 Maak een schatting van de snelheid waarmee de auto reed.

voorbeeld van een antwoord:

De snelheid is ongeveer 29 m/s.

voorbeeld van een schatting:

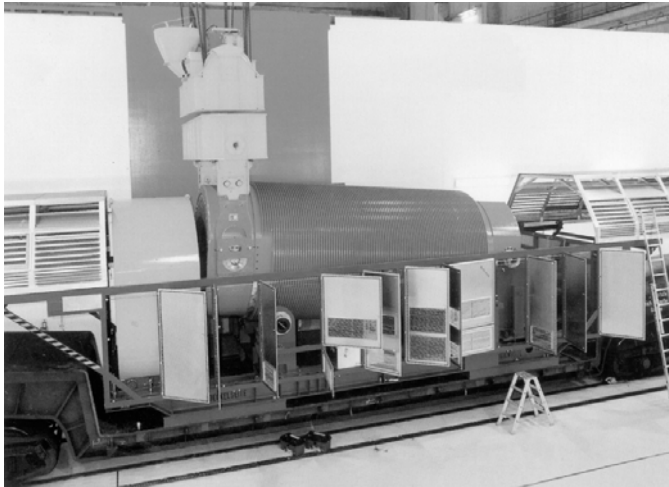
Op de foto is de breedte van het achterwiel ongeveer 2,5 maal zo groot als de hoogte.

Tijdens het maken van de foto heeft de auto zich ongeveer 1,5 wieldiameters verplaatst.

De snelheid is ongeveer: $v = \frac{s}{t} = \frac{1,5 \cdot 0,65}{\frac{1}{30}} = 29 \text{ m/s}$.

- inzicht dat op de foto de breedte van het achterwiel ongeveer 2,5 (met een marge van 0,5) maal zo groot is als de hoogte 1
- bepalen van de verplaatsing van de auto tijdens de opname 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening 1

Castor-container



Het transport van Castor-containers gaat meestal per trein. In verband met de veiligheid rijden die treinen slechts 20 tot 30 km/h. Het transport vindt plaats onder politiebewaking.

Voor de bewaking moest men kiezen uit twee alternatieven:

- een beperkte groep van ongeveer honderd agenten mee laten reizen met de trein, wat betrekkelijk goedkoop is;
- een grote groep van enkele duizenden agenten langs de spoorlijn posteren, wat veel geld kost.

Om een verantwoorde keuze te maken moest rekening gehouden worden met de stralingsnormen. In tabel 27G in Binas staan de stralingsnormen die in de Europese Gemeenschap worden toegepast. Politieagenten worden in dit verband gerekend tot de categorie 'individuele leden van de bevolking'. De stralingsnorm voor de effectieve totale lichaamsdosis is op hen van toepassing.

Agenten die met de trein meereizen, zouden een dosisequivalent oplopen van ongeveer 0,2 mSv per uur.

- 4p **2** Leg uit waarom men niet voor de goedkopere, maar voor de duurdere manier van bewaken gekozen heeft. Maak daarvoor eerst een schatting van de tijdsduur van de treinreis van een Duitse kerncentrale naar Le Havre (aan de Franse westkust).

voorbeeld van een antwoord:

Bij een (geschatte) afstand van 1500 km en een gemiddelde snelheid van 30 km/h duurt de treinreis ongeveer 50 uur.

De agenten in de trein zouden dan een dosis van $50 \cdot 0,2 = 10$ mSv ontvangen. Dit ligt boven de toegestane dosis van 1 mSv per jaar

De agenten langs de spoorlijn staan maar korte tijd aan straling bloot en/of staan verder van de bron. Dus voor hen is het ontvangen dosisequivalent veel kleiner.

- schatting van de duur van de reis (met een marge van 80%) 1
- constatering dat de agenten in de trein gedurende die tijd blootstaan aan straling 1
- inzicht dat zij alleen al door de reis het maximaal toelaatbare dosisequivalent van 1 mSv per jaar overschrijden 1
- inzicht dat de agenten langs de spoorlijn gedurende korte tijd aan straling blootstaan en/of verder van de bron staan (en dus een kleiner dosisequivalent ontvangen) 1

3.2 redeneren

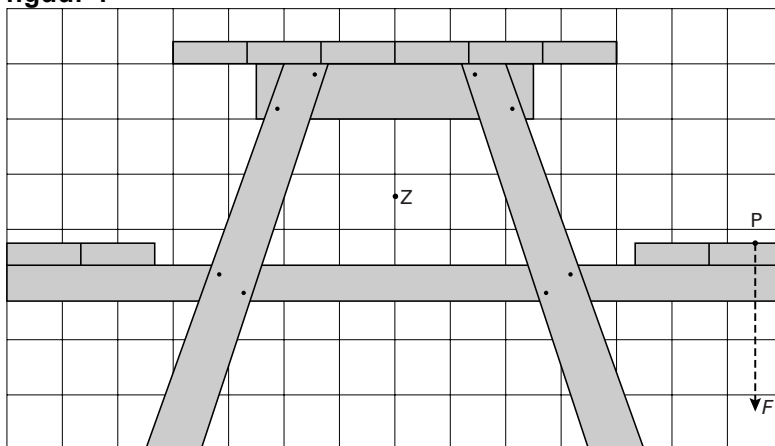
Vragen waarbij de kandidaat *kwalitatief* redeneert.

Uit Natuurkunde 1 havo 2002-2, opgave 4 Picknicktafel, vraag 2 en 3
Domein C1:Kracht en bewegen en Domein H :Natuurkunde en technologie

Picknicktafel

Op campings zie je wel eens houten picknicktafels die bestaan uit een tafel met twee banken eraan vast. In figuur 1 is een zijaanzicht van zo'n picknicktafel op schaal getekend.

figuur 1



Als twee zware personen aan dezelfde kant gaan zitten, kan de picknicktafel gaan kantelen. Stel dat deze situatie zich voordoet. In figuur 1 is het aangrijpingspunt P en de richting van de kracht F die deze personen samen op de bank uitoefenen, aangegeven. In de tekening is ook de plaats van het zwaartepunt Z van de picknicktafel aangegeven. De massa van de picknicktafel is 60 kg.

- 3p **1** Bepaal hoe groot de kracht F minstens moet zijn om de picknicktafel te laten kantelen.

Om het kantelen tegen te gaan, kunnen een paar personen op de andere bank gaan zitten.

Romke en Frank discussiëren over deze situatie.

Romke zegt: "Als op de linkerbank vier personen gaan zitten (de kracht op de linkerbank is dan gelijk aan $2F$), kantelt de picknicktafel naar links."

Frank zegt: "Nee, om de picknicktafel naar links te laten kantelen, moeten er links veel méér personen gaan zitten."

- 3p **2** Leg uit wie gelijk heeft.

Romke en Frank willen een picknicktafel ontwerpen van hetzelfde type als die in figuur 1. Hun picknicktafel zou, zonder hem vast te zetten in de grond, stabiel moeten zijn.

- 2p **3** Noem twee veranderingen die ze kunnen aanbrengen waardoor de picknicktafel stabiel wordt.

2 voorbeeld van een antwoord:

Als de tafel naar links kantelt, is het draaipunt het linkerhoekpunt van de linkerpoot. De arm van de kracht van de personen op de rechterbank is nu veel groter dan eerst. Daardoor moet links een veel grotere kracht worden uitgeoefend dan $2F$, dus Frank heeft gelijk.

- Inzicht dat het draaipunt nu het linkerhoekpunt van de linkerpoot is 1
- Inzicht dat de arm van de kracht van de personen op de rechterbank nu veel groter is dan eerst 1
- Inzicht dat daardoor links een veel grotere kracht moet worden uitgeoefend dan $2F$ en conclusie 1

3 voorbeeld van een antwoord:

Tafel zwaarder maken, poten verder uit elkaar, ledere juiste verandering 1 punt

Vaak worden *kwantitatieve* vragen wel afgewisseld met *kwantitatieve* vragen.

Uit natuurkunde 1 havo 2008-I opgave 4
Domein D1 Eigenschappen van materialen

Winterslaap

Sommige dieren houden een winterslaap in een periode dat er weinig voedsel te vinden is. Een van hen is de bruine beer (figuur 1). Gedurende een maand of vier eet en drinkt hij niet en heeft hij geen uitscheiding. Aan de beer in winterslaap is veel onderzoek gedaan. Gebleken is dat zijn temperatuur, ademhalingsfrequentie en hartslag dan een stuk lager zijn dan normaal.

figuur 1



Tijdens zijn winterslaap moet de beer zo weinig mogelijk warmte afstaan aan de omgeving. Voor de warmte die een beer per tijdseenheid afgeeft, geldt:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \Delta T$$

Hierin is:

- $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ de hoeveelheid warmte die per seconde wordt afgestaan (in J/s of W),
- k een constante die afhangt van de isolerende eigenschappen van de beer (in $W/^{\circ}C$),
- ΔT het verschil tussen de lichaamstemperatuur van de beer en de omgevingstemperatuur (in $^{\circ}C$).

2p **1** Moet de constante k bij een beer in winterslaap zo klein mogelijk of zo groot mogelijk zijn? Licht je antwoord toe.

2p **2** Noem twee eigenschappen van een beer die van invloed zijn op de grootte van k .

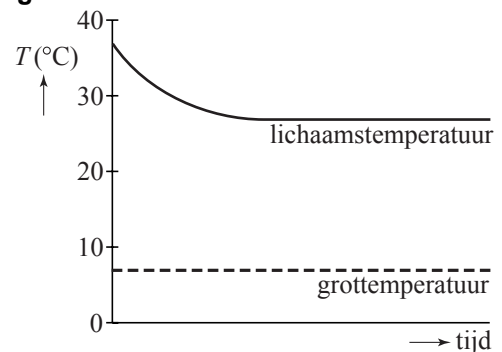
Tijdens zijn winterslaap produceert de beer warmte door lichaamsvet te verbranden. Daarmee produceert hij $3,0 \cdot 10^2$ J per seconde. Bij de verbranding van 1,0 kg vet komt 33 MJ vrij. De winterslaap van een bepaalde beer duurt 120 dagen.

4p **3** Bereken hoeveel kg vet deze beer tijdens zijn winterslaap kwijtraakt.

In figuur 2 is weergegeven hoe de lichaamstemperatuur van de beer aan het begin van zijn winterslaap afneemt en na enige tijd een constante waarde heeft. In de grafiek is ook de temperatuur van de grot aangegeven waarin de beer ligt. Je mag aannemen dat de beer alleen warmte produceert door vet te verbranden.

4p **4** Bepaal de grootte van de constante k bij deze beer.

figuur 2



- 1** voorbeeld van een antwoord:
Omdat de warmteafgifte per tijdseenheid klein moet zijn, moet k zo klein mogelijk zijn.

- Constatering dat de warmteafgifte per tijdseenheid klein moet zijn 1
- Conclusie 1

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg: 0 punten.

- 2** voorbeelden van eigenschappen:
- de dikte en/of aard van zijn vacht
 - de dikte van de (vet)laag onder de vacht
 - de grootte van het uitstralingsoppervlak / heeft de beer zich wel/niet opgerold
 - zo min mogelijk bewegen

per juiste eigenschap (tot een maximum van twee) 1

- 3** uitkomst: De beer valt 94 kg af.

voorbeeld van een berekening:

Voor de energieproductie geldt:

$$P = \frac{E}{t}, \text{ waarin } P = 3,0 \cdot 10^2 \text{ W en } t = 120 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 1,04 \cdot 10^7 \text{ s.}$$

In die periode is zijn energieproductie dus $E = Pt = 3,0 \cdot 10^2 \cdot 1,04 \cdot 10^7 = 3,11 \cdot 10^9 \text{ J}$.

Het aantal kg dat de beer afvalt is: $\frac{\text{de energieproductie}}{\text{de energie die per kg vet vrijkomt}} = \frac{3,11 \cdot 10^9}{33 \cdot 10^6} = 94 \text{ kg}$.

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ 1
- berekenen van de energieproductie 1
- inzicht dat het aantal kg dat de beer afvalt gelijk is aan $\frac{\text{de energieproductie}}{\text{de energie die per kg vet vrijkomt}}$ 1
- completeren van de berekening 1

- 4** uitkomst: $k = 15 \text{ W/}^\circ\text{C}$

voorbeeld van een bepaling:

Uit $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k\Delta T$, waarin $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ J/s}$ en ΔT gelijk is aan het verschil tussen de

constante lichaamstemperatuur en de temperatuur van de grot, volgt dat

$$k = \frac{\Delta Q / \Delta t}{\Delta T} = \frac{3,0 \cdot 10^2}{20} = 15 \text{ W/}^\circ\text{C}.$$

- inzicht dat $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ J/s}$ 1
- inzicht dat ΔT gelijk is aan het verschil tussen de constante lichaamstemperatuur en de grottemperatuur 1
- aflezen van ΔT (met een marge van 1°C) 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als voor de bepaling van ΔT is uitgegaan van verkeerde temperaturen: maximaal 2 punten.

3.3 berekenen en combineren

Vragen waarbij de kandidaat kwantitatieve problemen oplost aan de hand van bekende of gegeven formules en gegevens.

Voorbeelden van deze vragen zijn er in alle examens van de afgelopen jaren voldoende te vinden.

3.4 werken met grafieken

Vragen waarbij de kandidaat een grafiek tekent en/of interpreteert.

In examens komen weinig vragen voor waarbij de kandidaat zelf een grafiek moet tekenen. De reden hiervoor is dat er geen koppeling mag bestaan tussen twee of meer vragen in een opgave. Het is daarom lastig om vervolgvragen bij de gemaakte grafiek te stellen.

Daarom wordt de grafiek al gegeven en kunnen er over deze gegeven grafiek wel vragen gesteld worden.

*Uit Natuurkunde 1,2 havo 2007-1, opgave 6 Kegelslinger
DomeinA2: wiskundige vaardigheden*

Kegelslinger

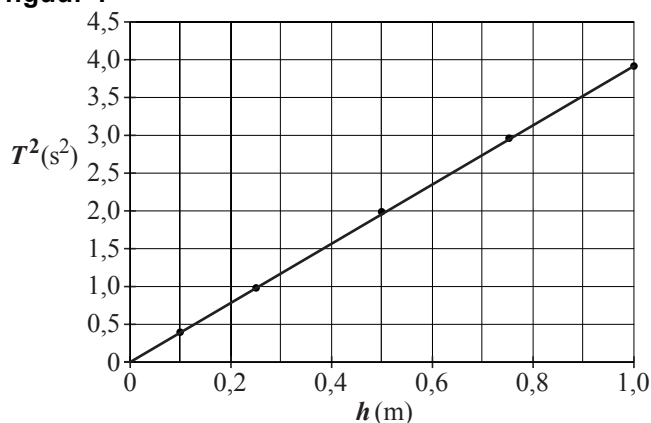
Als Fermi het voorwerp sneller ronddraait, wordt de kegel wijder en dus h kleiner. Fermi onderzoekt het verband tussen de omlooptijd T en de kegelhoogte h . Zijn metingen staan in de tabel hieronder.

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 de grafiek die is afgebeeld in figuur 1.

figuur 1



2p 1 Hoe blijkt dat de grafiek in overeenstemming is met de theorie?

3p 2 Bepaal de waarde en de eenheid van de constante C .

- 1** voorbeeld van een antwoord:
De grafiek is een rechte lijn en gaat door de oorsprong.
- Constatering dat de lijn recht is 1
 - Constatering dat de lijn door de oorsprong gaat 1

- 2** uitkomst: De waarde van C is 3,9 (met een marge van 0,1) en de eenheid van C is s^2/m .

voorbeeld van een bepaling:

De constante C is gelijk aan de steilheid van de grafiek; de waarde van C is 3,9.

De eenheid van C is: $[C] = \frac{[T^2]}{[h]} = \frac{s^2}{m}$.

- Inzicht dat C gelijk is aan de steilheid van de grafiek 1
- Bepalen van de steilheid 1
- (Afleiden van) de eenheid van C 1

3.5 gebruik van informatiebronnen

Vragen waarbij een deel van de benodigde kennis wordt gehaald uit tekeningen, tabellen en/of grafieken, al dan niet met behulp van een tabellenboek. Ook van dit type vragen zijn er in de afgelopen examens voldoende voorbeelden te vinden.

4 Conceptueel begrip

4.1 inzicht

Vragen waarbij de kandidaat een verband legt met principes en begrippen.

*Uit Natuurkunde 1 havo 2007-1, opgave 2 Kabelhaspel
DomeinG1: Gebruik van elektriciteit*

Kabelhaspel

Een lamp is aangesloten op een kabelhaspel. Parallel aan een lamp, wordt ook een straalkachel aangesloten op de haspel. In figuur 1 is deze situatie schematisch weergegeven.

Na het aansluiten van de kachel blijkt de lamp minder fel te branden.

- 4p 1 Leg uit waarom de lamp minder fel brandt. Bespreek daarvoor achtereenvolgens hoe door het aansluiten van de straalkachel de volgende grootheden veranderen:

- de vervangingsweerstand,
- de stroomsterkte door de aders van de kabel,
- de spanning over de aders van de kabel,
- de spanning over de lamp.

voorbeeld van een antwoord:

Als de straalkachel wordt aangesloten, wordt de vervangingsweerstand (van lamp en kachel of de totale vervangingsweerstand) kleiner.

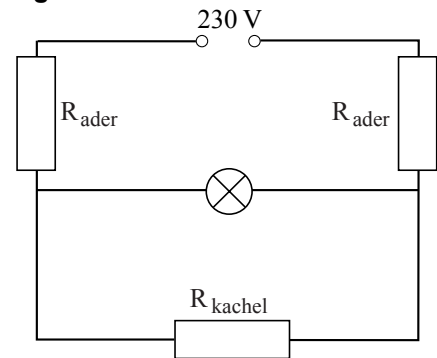
Daardoor wordt de stroomsterkte door de aders van de kabel groter.

Daardoor neemt de spanning over de aders van de kabel toe.

De spanning over de lamp neemt dan af (omdat de kabel in serie staat met de lamp en de straalkachel).

- Inzicht dat de vervangingsweerstand afneemt als de kachel wordt aangesloten 1
- Inzicht dat daardoor de stroomsterkte door de aders van de kabel groter wordt 1
- Inzicht dat daardoor de spanning over de aders van de kabel toeneemt 1
- Inzicht dat daardoor de spanning over de lamp afneemt 1

figuur 1



4.2 Probleem oplossen

Vragen waarbij de kandidaat een complex probleem moet oplossen door de juiste elementen te combineren.

*Uit Natuurkunde 1,2 2005-2, opgave 6 Schaatsen, vraag 2 en 3
Domein C1: Kracht en beweging en domein C2: Energieomzettingen*

Schaatsen

Lees onderstaand artikel.

De hele schaatswereld belt naar TU Delft

Competitievervalsing vinden de mensen van de TU Delft een zwaar woord maar ze kunnen zich de verontwaardiging van de concurrentie wel voorstellen. Hun vinding, plastic strips van anderhalve millimeter dik op de schaatspakken, zette het klassement danig op zijn kop. Afgelopen weekend werd bij de 5 km het erepodium volledig bezet door schaatsers met strips. Ze hadden bovendien allemaal hun persoonlijke record minimaal met de voorspelde zes seconden verbeterd. Deze voorspellingen waren gebaseerd op experimenten die in de windtunnel waren gedaan. Daarbij bleek dat de strips de luchtweerstand met 5 procent verminderden. Dit komt overeen met een halve seconde tijdwinst per rondje van 400 meter.

naar: Trouw, 10 februari 1998

Eric heeft bovenstaand artikel gelezen en wil narekenen of de getallen in het artikel kloppen.

Voor de luchtweerstand geldt:

$$F_{\text{lucht}} = kv^2 \quad (1)$$

Hierin is:

- F_{lucht} = de luchtweerstand (in N);
 k = de luchtweerstandconstante;
 v = de snelheid (in m/s).

- 4p **1** Leid uit formule (1) af wat de eenheid van de luchtweerstandconstante is in grondeenheden van het SI-stelsel. Gebruik daarbij de eenhedentabellen in Binas.

Voor een gemiddelde schaatser zonder strips heeft k de waarde 0,15.

Bij hoge snelheden is de glijweerstand veel kleiner dan de luchtweerstand.

Daarom verwaarloost Eric de glijweerstand.

Voor het vermogen P dat een schaatser moet leveren bij een snelheid v leidt Eric dan af:

$$P = 0,15v^3 \quad (2)$$

- 3p **2** Laat zien hoe Eric formule (2) uit formule (1) kan afleiden.

Eric gaat uit van een schaatser die zonder strips een rondje van 400 m aflegt in 32 s.

Hij neemt aan dat deze schaatser mét strips hetzelfde vermogen levert en dat de waarde van k door de strips met 5% daalt.

- 5p **3** Toon aan dat deze schaatser met strips een tijdwinst heeft van 0,5 s per rondje.

2 voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen van een schaatser met snelheid v geldt: $P = Fv$,

waarin F de (gemiddelde) kracht is van de schaatser.

(Bij constante snelheid geldt: $F = (-)F_{\text{lucht}}$.)

Hieruit en uit vergelijking (1) volgt dan: $P = F_{\text{lucht}}v = kv^2v = 0,15v^3$.

- Gebruik van $P = Fv$ 2
- Completeren van de afleiding 1

3 voorbeeld van een antwoord:

De (gemiddelde) snelheid van een schaatser die een rondje van 400 m in 32 s aflegt is:

$$\frac{400}{32} = 12,5 \text{ m/s.}$$

Het vermogen van de schaatser is dan $0,15 \cdot (12,5)^3 = 293 \text{ W}$.

De waarde van k voor deze schaatser met strips is: $0,95 \cdot 0,15 = 0,143$.

Uit formule (2) volgt dan: $293 = 0,143 \cdot v^3$.

Hieruit volgt dat $v = 12,7 \text{ m/s}$. De tijd voor een rondje wordt dan $\frac{400}{12,7} = 31,5 \text{ s}$.

(Zijn tijdwinst per rondje is dus 0,5 s.)

- Gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 1
- Inzicht dat het vermogen van de schaatser te berekenen is met formule (2) 1
- Berekenen van de waarde van k voor de schaatser met strips 1
- Invullen van P en k in formule (2) 1
- Completeren van de berekening 1

4.3 Analytisch-kritisch denken

Vragen waarbij de kandidaat natuurkundige kennis/begrip gebruikt om tot een oordeel of keus te komen.

Uit Natuurkunde 1 havo 2006-2, opgave 1 Vallen op de maan

Domein C1 Kracht en beweging en domein E1 Zonnestelsel en heelal

Vallen op de maan

In 1971 landde de Apollo 15 op de maan. Astronaut David Scott deed er de valproef van Galilei. Hij liet een zware hamer en een ganzenveer tegelijkertijd van dezelfde hoogte vallen. De hamer en de veer bereikten op hetzelfde moment de grond. Zie figuur 1. Scott zei: "Deze proef bevestigt dat de maan geen dampkring heeft."

3p 1 Heeft Scott gelijk? Licht je antwoord toe.

voorbeeld van een antwoord:

Vallende voorwerpen die geen luchtwrijving ondervinden, vallen met dezelfde versnelling. Luchtwrijving wordt veroorzaakt door een dampkring. Die is kennelijk afwezig, dus Scott heeft gelijk.

- Inzicht dat voorwerpen met dezelfde versnelling vallen als ze geen luchtwrijving ondervinden
- Inzicht dat luchtwrijving door een dampkring wordt veroorzaakt
- Constatering dat Scott gelijk heeft

1
1
1

figuur 1



Opmerking

Als gezegd wordt dat vallende voorwerpen die geen luchtwrijving ondervinden met dezelfde snelheid vallen (in plaats van met dezelfde versnelling): geen aftrek.

Uit Natuurkunde 1 havo 2006-2, opgave 4 Technetium-99

Domein B2 Medische beeldvorming

5 Activiteiten

5.1 (open) onderzoek

Vragen die refereren aan verschillende aspecten van experimenteel onderzoek.

Uit Natuurkunde 1 havo 2001-1, opgave 4 Onderzoek aan een lichtsensor

Onderzoek aan een lichtsensor

Maike en Lia willen onderzoeken hoe een sensor reageert op verschillende kleuren licht. Zij formuleren de volgende onderzoeksvraag:

‘Hoe is, bij gelijkblijvende verlichtingssterkte, het verband tussen de kleur van het opvallende licht en de spanning die de sensor afgeeft?’

Behalve de sensor en de spanningsmeter hebben zij de beschikking over:

- een blauw, een geel en een rood stuk glas (kleurenfilters),
- een meter die, onafhankelijk van de kleur, de verlichtingssterkte kan meten,
- een lichtbron waarvan de sterkte veranderd kan worden.

De kleurenfilters laten niet allemaal evenveel licht door.

3p 1 Beschrijf een onderzoek dat een antwoord kan geven op de onderzoeksvraag. Bij het onderzoek moet het hierboven genoemde materiaal gebruikt worden.

voorbeeld van een antwoord:

Van het gefilterde licht wordt (ter hoogte van de LDR) steeds de verlichtingssterkte gemeten.

De verlichtingssterkte wordt in alle drie de gevallen gelijk gemaakt door de sterkte van de lamp te variëren of door de hoogte van de lamp te veranderen.

Steeds wordt de spanning over de sensor gemeten.

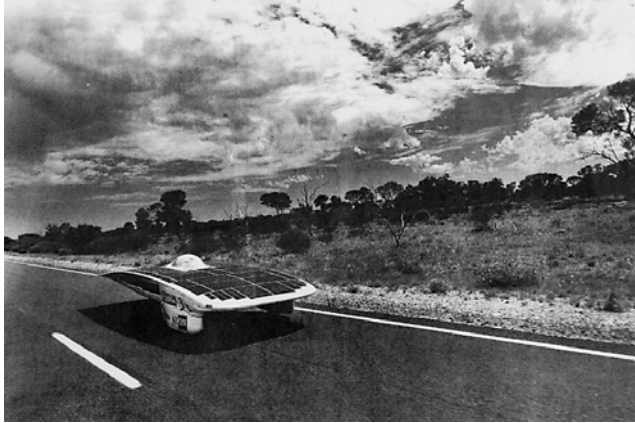
- Inzicht dat van het gefilterde licht (ter hoogte van de LDR) steeds de verlichtingssterkte gemeten moet worden 1
- Inzicht dat de verlichtingssterkte in alle drie de gevallen gelijk gemaakt wordt door de sterkte van de lamp te variëren of de hoogte van de lamp te veranderen 1
- Constatering dat steeds de spanning over de sensor gemeten moet worden 1

5.2 (technisch) ontwerpen

Voorbeelden van vragen over technisch ontwerpen zijn te vinden als deelvragen van een bepaalde opgave. De vragen zijn vaak kwalitatief.

*Uit natuurkunde 1,2 havo 2003-2 opgave 2 Racen op zonne-energie
(bewerkt)*

Racen op zonne-energie



De Nuna is zo ontworpen dat hij zo weinig mogelijk luchtweerstand ondervindt. De luchtweerstand is afhankelijk van de stroomlijn van de auto, de dichtheid van de lucht, de frontale oppervlakte van de auto en de snelheid van de auto.

- 2p 1 Hoe blijkt *uit de foto* van de Nuna dat de ontwerpers geprobeerd hebben de luchtweerstand zo klein mogelijk te houden?

voorbeeld van een antwoord:

De auto is zeer gestroomlijnd en de frontale oppervlakte van de auto is klein.

Opmerking

Als ook nog de dichtheid en de snelheid van de auto genoemd is 0 punten.