Examen HAVO

2016

tijdvak 1
donderdag 12 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 27 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 79 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.

HA-1023-a-16-1-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Radiumbad

In de eerste helft van de vorige eeuw was het gebruikelijk om bij sommige aandoeningen een behandeling met radioactief radium-226 te ondergaan. Een patiënt moest dan een warm bad nemen waarin radiumzout aan het badwater was toegevoegd. Zie figuur 1.

figuur 1

Volgens sommige artsen uit die tijd kon de straling die bij het verval van radium vrijkwam door de huid van de patiënt heen gaan.

3p **1** Leg met behulp van de vervalreactie van radium-226 uit of die artsen gelijk hadden.

Voor de activiteit van radium-226 geldt:

$$A(t) = \frac{0{,}693}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$$

Hierin is:
- $A(t)$ de activiteit op tijdstip t (in Bq);
- $t_{\frac{1}{2}}$ de halveringstijd van radium-226 (in s);
- $N(t)$ het aantal radioactieve kernen radium op tijdstip t.

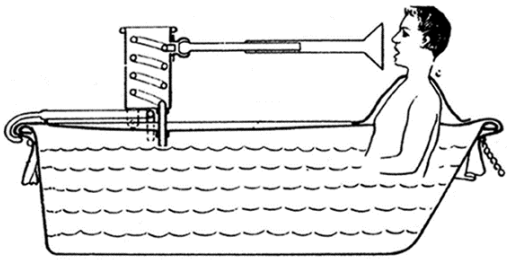
De activiteit van het radium-226 in het badzout was $1{,}6 \cdot 10^5$ Bq.

4p **2** Bereken hoeveel microgram radium-226 dit potje badzout bevatte.

natuurkundeuitgelegd.nl

Over het bad was een zeil gespannen, waar een buis doorheen stak. Via de buis kon het radongas, dat bij het verval van het radium was ontstaan, worden ingeademd. Zie figuur 2.
Het radongas vervalt in de longen en de vervalproducten komen zo in het bloed en bij de organen terecht.
Op de uitwerkbijlage is een deel van de vervalreeks van radon-222 gegeven. In deze reeks ontbreken twee vervalreacties.

figuur 2



4p **3** Vul de figuur op de uitwerkbijlage aan zodat de vervalreeks compleet is.

Vanuit het radium ontstaan $1{,}6 \cdot 10^5$ radonatomen per seconde.
De activiteit hiervan is constant, tijdens het nemen van een bad.
Er komt 25% van het radongas in het lichaam terecht.
De energie van het α-verval van radon wordt, samen met de energie van het verval van alle dochterkernen, geabsorbeerd door het lichaam.
Per ingeademd radondeeltje komt er $24{,}7\ \mathrm{MeV}$ aan energie vrij door α-verval. Daarnaast komt er $5{,}75\ \mathrm{MeV}$ vrij aan energie door β^--verval.
De activiteit van de α- en β^--straling is gelijk.

Voor de effectieve totale lichaamsdosis H geldt: $H = w_\mathrm{R} \dfrac{E}{m}$.

Hierin is:
- H de effectieve totale lichaamsdosis (in Sv);
- w_R de weegfactor, $w_\mathrm{R} = 20$ voor α-straling en $w_\mathrm{R} = 1$ voor β^--straling;
- E de energie (in J);
- m de massa (in kg).

Veronderstel dat iemand van $80\ \mathrm{kg}$ gedurende 45 minuten in zo'n radiumbad zit.

5p **4** Bereken hoe vaak deze persoon jaarlijks zo'n bad zou kunnen nemen voordat de jaarlijkse effectieve totale lichaamsdosis (Binas tabel 27D2) wordt overschreden.

Bij plaatselijke klachten was het ook mogelijk om een kompres met radium-226 op de pijnlijke plek te leggen. Zie figuur 3.
In 2006 werd een container onderschept waarin een radiumkompres uit 1951 zat. Bij de productie in 1951 had dit kompres een activiteit van $7{,}4\ \mathrm{MBq}$.

figuur 3

2p **5** Leg uit of de activiteit van het radium in dit kompres in 2006 veel groter, bijna even groot of veel kleiner was dan $7{,}4\ \mathrm{MBq}$.

natuurkundeuitgelegd.nl

Fontein van Genève

In het Meer van Genève bevindt zich een van de grootste fonteinen ter wereld. Bij de fontein hangt een informatiebordje. De tekst op dit bordje staat, vertaald, weergegeven in figuur 1.

figuur 1

Fontein van Genève

Elke seconde wordt er 450 liter water de lucht in gestuwd tot een hoogte van 140 m.

Het water wordt met twee pompen door een spuitmond gespoten met een snelheid van 200 km/h. De twee elektrische pompen hebben elk een vermogen van 500 kW.

Na zonsondergang wordt de straal verlicht door een aantal lampen met een gezamenlijk vermogen van 13,5 kW.

Fontein in werking:
maandag tot vrijdag: 10.00 - zonsondergang
vrijdag tot en met zondag: 10.00 – 22.30 uur.

De pompen zijn parallel aangesloten op een spanning van $2400\ \mathrm{V}$.

3p **6** Bereken de stroomsterkte door de kabels naar de fontein als beide pompen aan staan.

De twee elektrische pompen hebben elk een vermogen van $500\ \mathrm{kW}$.
Het water wordt met een snelheid van $200\ \mathrm{km\,h^{-1}}$ uit de spuitmond gespoten.

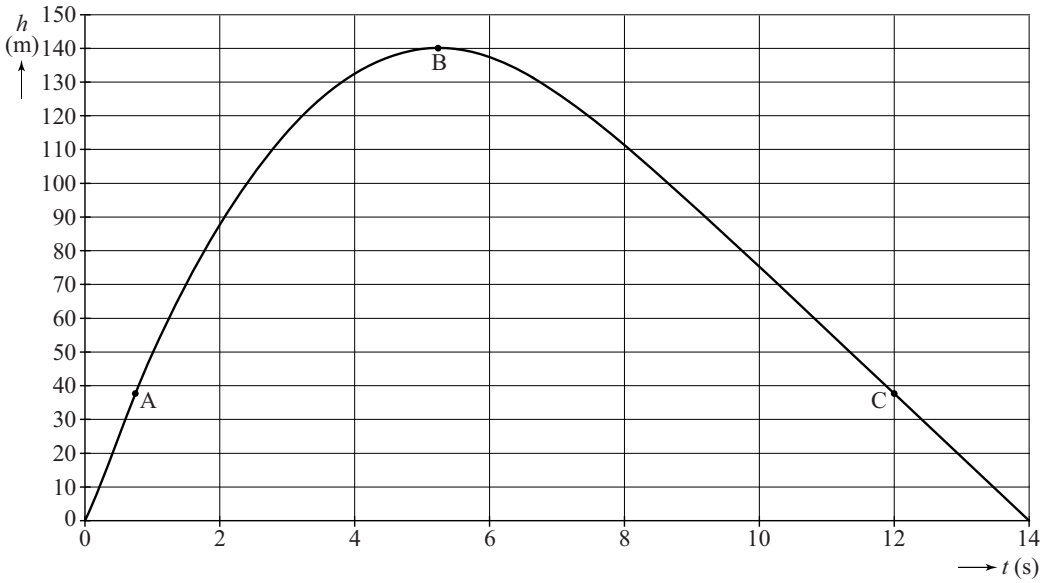
3p **7** Bereken het rendement van de elektrische pompen. Neem hierbij voor de dichtheid van water $1{,}00\ \mathrm{kg\ L^{-1}}$.

3p **8** Toon met een berekening aan of het water de maximale hoogte die op het bordje staat kan halen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Van de beweging van een waterdruppel in de straal van de fontein is, met een computer, een model gemaakt. In dit model is rekening gehouden met de zwaartekracht en de wrijvingskracht op de druppel. In figuur 2 is het (h,t)-diagram weergegeven dat bij het model hoort.

figuur 2



Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **9** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de snelheid van de druppel als deze druppel het wateroppervlak weer raakt.

In figuur 2 zijn de punten A, B en C aangegeven. Op de uitwerkbijlage is de druppel vijf keer getekend met een resulterende kracht die op de druppel werkt.

1p **10** Zet op de uitwerkbijlage de letters A, B en C onder de juiste druppel.

natuurkundeuitgelegd.nl

Trillingen in een vrachtwagen

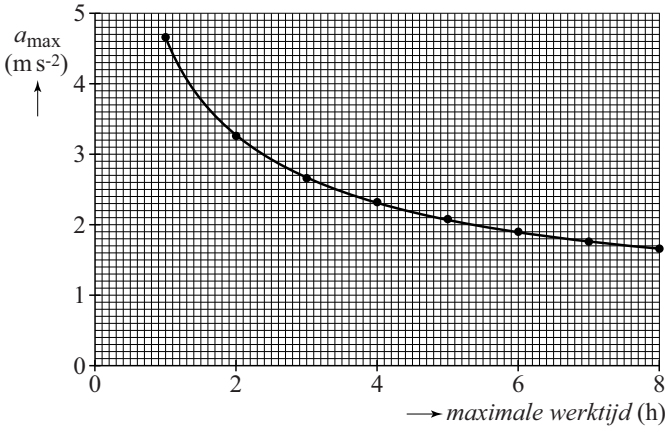
Een chauffeur van een vrachtwagen heeft vaak last van trillingen, die veroorzaakt worden door de motor van de vrachtwagen. Deze trillingen worden via de chauffeursstoel aan de chauffeur doorgegeven. Deze trillingen kunnen, naast ongemak, ook schade aan de rug veroorzaken. Het is daarom belangrijk dat er strenge eisen worden gesteld aan de kwaliteit van een chauffeursstoel.
In deze opgave gaan we stapsgewijs enkele van die eisen na.

Uit onderzoek is gebleken dat vooral trillingen met een frequentie tussen $2{,}0\ \text{Hz}$ en $80\ \text{Hz}$ schade aan de rug veroorzaken. Op de uitwerkbijlage is een (v,t)-diagram van een trilling van een chauffeursstoel gegeven.

2p **11** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of deze trilling binnen het genoemde frequentiegebied valt.

De maximale versnelling die een chauffeur gedurende een bepaalde tijd ondervindt, bepaalt hoe schadelijk de trillingen zijn. In figuur 1 staat uitgezet hoe lang de chauffeur mag werken bij een bepaalde maximale versnelling.

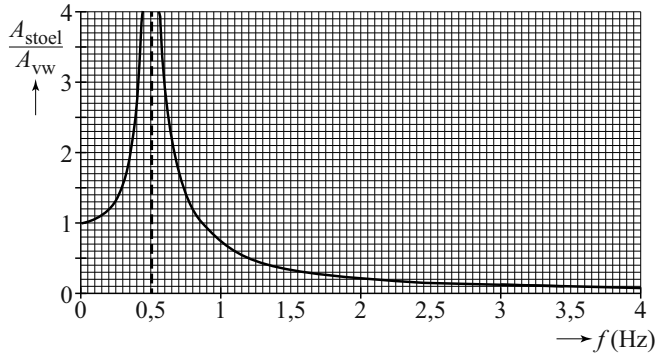
figuur 1



3p **12** Bepaal met behulp van de figuren op de uitwerkbijlage hoe lang een chauffeur mag werken als hij deze trillingen ondervindt.

Stoelen in vrachtwagens zijn vaak op een veersysteem geplaatst. In figuur 2 is de verhouding gegeven tussen de amplitude van de beweging van de stoel en de amplitude van de vrachtwagen als functie van de frequentie.

figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

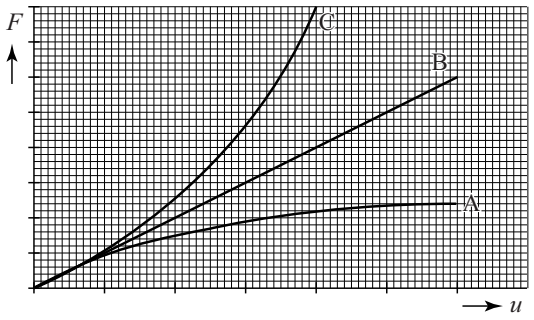
2p **13** Zijn de problemen in het gebied vanaf $2{,}0\ \text{Hz}$ met dit veersysteem nu minder? Leg je antwoord uit.

De eigenfrequentie van het systeem is $0{,}50\ \text{Hz}$.
De chauffeur heeft een massa van $90\ \text{kg}$, de veerconstante van de veer in de stoel is $C = 1{,}3 \cdot 10^3\ \text{N m}^{-1}$.

3p **14** Bereken de massa van de stoel.

Als een chauffeur op deze stoel gaat zitten, zakt de stoel te ver in. Daarom moet de veer in de stoel vervangen worden door een veer waarbij de veerconstante toeneemt als de kracht op de veer toeneemt. In figuur 3 is een (F,u)-diagram gegeven voor drie verschillende veren.

figuur 3

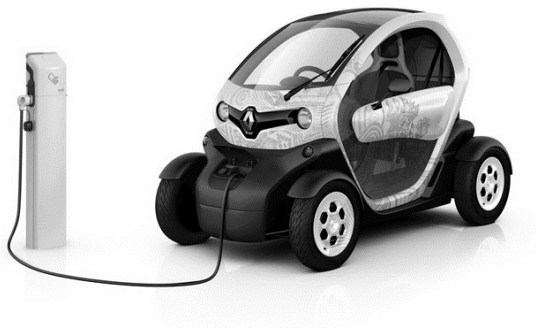


1p **15** Welke veer (A, B, of C) is het meest geschikt voor deze chauffeursstoel?

natuurkundeuitgelegd.nl

Elektrische auto

Een autofabrikant heeft in 2012 een bijzonder model elektrische auto op de markt gebracht: de tweepersoons-Twizy. In de tabel staan enkele technische gegevens van de Twizy die bij de vragen gebruikt kunnen worden.



Technische gegevens Twizy

Totale massa inclusief accu:	462 kg
Massa accu:	100 kg
Lengte:	2,3 m
Breedte:	1,4 m
Hoogte:	1,5 m
Topsnelheid:	80 km h^{-1}
Opslagcapaciteit accu:	6,1 kWh
Gemiddeld energieverbruik per km:	0,075 kWh
Oplaadtijd:	3,5 uur
Nuttig motorvermogen bij topsnelheid:	8,5 kW

De actieradius van een elektrische auto is de afstand die een auto met een volle accu kan afleggen.

3p **16** Bereken de actieradius van de Twizy bij gemiddeld energieverbruik.

Auto's worden vaak met elkaar vergeleken op basis van het energieverbruik. Een kleine benzineauto gebruikt gemiddeld 1 liter benzine om een afstand van 20 km af te leggen.

4p **17** Leg met behulp van een berekening uit of de Twizy zuiniger of minder zuinig rijdt dan deze benzineauto. Gebruik Binas tabel 28B.

Als een auto met topsnelheid rijdt, is het energieverbruik groter dan gemiddeld. Het rendement van de elektromotor van de Twizy is bij topsnelheid 87%.

4p **18** Bereken het energieverbruik per km (in kWh km^{-1}) van de Twizy bij topsnelheid.

2p **19** Bereken de grootte van de totale wrijvingskracht bij topsnelheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als de accu leeg is, wordt hij aan het stopcontact (230 V) opgeladen.

3p **20** Bereken de (gemiddelde) stroomsterkte die het elektriciteitsnet levert tijdens het opladen.

In de tabel staat een overzicht van verschillende types accu die in elektrische auto's gebruikt kunnen worden.

Type accu	Energiedichtheid (10^5 J kg^{-1})
Lood	1,1
NiCd	1,4
Li-ion	2,2
Li-po	5,8
Li-S	13

3p **21** Bepaal welk type accu in de Twizy is toegepast. Leg je antwoord uit.

natuurkundeuitgelegd.nl

Wisselverwarming

Een trein kan met een wissel van het ene spoor naar het andere spoor geleid worden. Een wissel bestaat uit een beweegbaar deel en een vast deel. Zie figuur 1. In de winter kan er sneeuw en ijs tussen deze delen komen, waardoor de wissel niet meer werkt.

figuur 1

figuur 2

Om problemen met sneeuw en ijs te voorkomen zijn sommige wissels voorzien van een elektrisch verwarmingselement. Dit element bestaat uit twee verwarmingslinten die boven elkaar op een spoorstaaf gemonteerd zijn en parallel aangesloten zijn op een spanning van $230\ \mathrm{V}$. Zie figuur 2.

Eén verwarmingslint heeft een weerstand van $44{,}1\ \Omega$.

3p **22** Bereken het vermogen van het verwarmingselement.

In een verwarmingslint zit een magnesiumdraad. De lengte en de doorsnede van deze draad bepalen het vermogen van het verwarmingslint.

1p **23** Welke combinatie van lengte en doorsnede van de magnesiumdraad geeft het grootste vermogen?

A een kleine lengte en een kleine doorsnede
B een kleine lengte en een grote doorsnede
C een grote lengte en een kleine doorsnede
D een grote lengte en een grote doorsnede

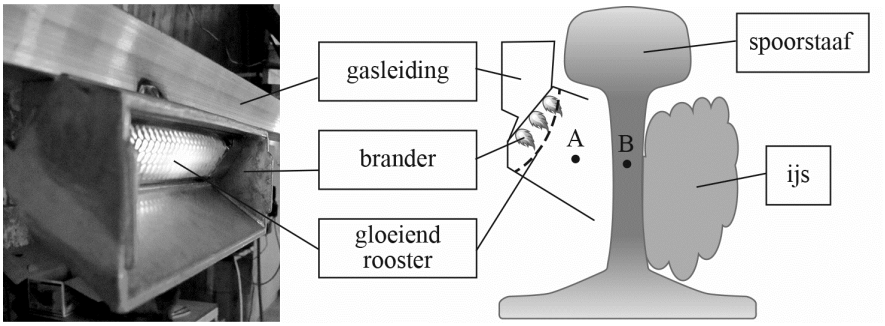
De magnesiumdraad heeft een lengte van $20\ \mathrm{m}$.

4p **24** Bereken de diameter van de magnesiumdraad.

natuurkundeuitgelegd.nl

De meeste wisselverwarmingen in Nederland werken niet op elektriciteit maar op aardgas. Dit type verwarming bestaat uit een gasleiding van enkele meters lang, waarop een aantal branders is gemonteerd. Deze branders verwarmen de spoorstaven. Zie figuur 3.

figuur 3



Door het verbranden van het gas wordt het rooster in de brander roodgloeiend. De warmte passeert dan de punten A en B die in figuur 3 zijn aangegeven.

2p **25** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage voor de punten A en B met kruisjes alle vormen van warmtetransport aan die er optreden.

De gasverwarming voert per meter spoorstaaf $1{,}0\ \text{kW}$ aan warmte toe. De spoorstaven hebben een massa van $60\ \text{kg}$ per meter en zijn gemaakt van koolstofstaal.

4p **26** Bereken hoe lang het minstens duurt om met deze gasverwarming een meter spoorstaaf op te warmen van $0\ ^\circ\text{C}$ tot $10\ ^\circ\text{C}$. Neem aan dat de spoorstaaf homogeen verwarmd wordt.

Tijdens het weeralarm van 17 december 2010 lag bijna heel Nederland onder een dik pak sneeuw. Alle 5200 gasgestookte wissels werden die dag (gemiddeld) 10 uur verwarmd.
Het totale vermogen van alle branders op één wissel is $11{,}2\ \text{kW}$. Een gemiddeld Nederlands huishouden gebruikt $1{,}85 \cdot 10^3\ \text{m}^3$ gas per jaar.

4p **27** Bereken hoeveel jaar een gemiddeld Nederlands huishouden zou kunnen doen met de hoeveelheid (Gronings) aardgas die op 17 december 2010 voor de wisselverwarming werd gebruikt.

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