Examen VWO

2010

tijdvak 1
vrijdag 21 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

tevens oud programma **natuurkunde 1,2**

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 25 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 77 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.

VW-1023-a-10-1-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Kingda Ka

Lees het artikel.

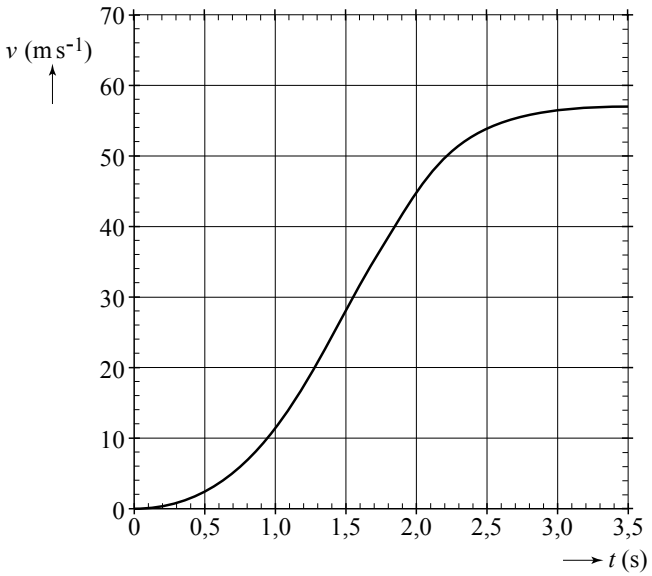
Snelste achtbaan ter wereld geopend

New York. De hoogste en snelste achtbaan ter wereld gaat binnenkort open. Wie in de Kingda Ka stapt, maakt mee dat de trein in 3,5 seconde vanuit stilstand tot 205 km h^{-1} wordt versneld en daarna 139 m omhoog wordt gejaagd. Op het hoogste punt is de snelheid nog zo groot, dat de passagiers loskomen uit hun stoeltje en tegen de sluitbeugels worden gedrukt. Vervolgens stort de trein zich loodrecht in de diepte, waarna een tweede heuvel volgt. De hele rit duurt nog geen minuut.

naar: de Gelderlander, 21 mei 2005

Bij de start wordt de trein van de Kingda Ka op een horizontale baan versneld. In figuur 1 staat het (v,t)-diagram van de beweging op die horizontale baan.
Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.
Bij dit soort attracties wordt de versnelling op de passagiers vaak uitgedrukt in de valversnelling g.

figuur 1



4p **1** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale versnelling die de passagiers ondervinden, uitgedrukt in de valversnelling g.

natuurkundeuitgelegd.nl

Op de horizontale baan van de achtbaan zorgt een elektromotor voor de aandrijving van de trein met passagiers. De massa van de trein met passagiers bedraagt $3{,}1 \cdot 10^3$ kg.

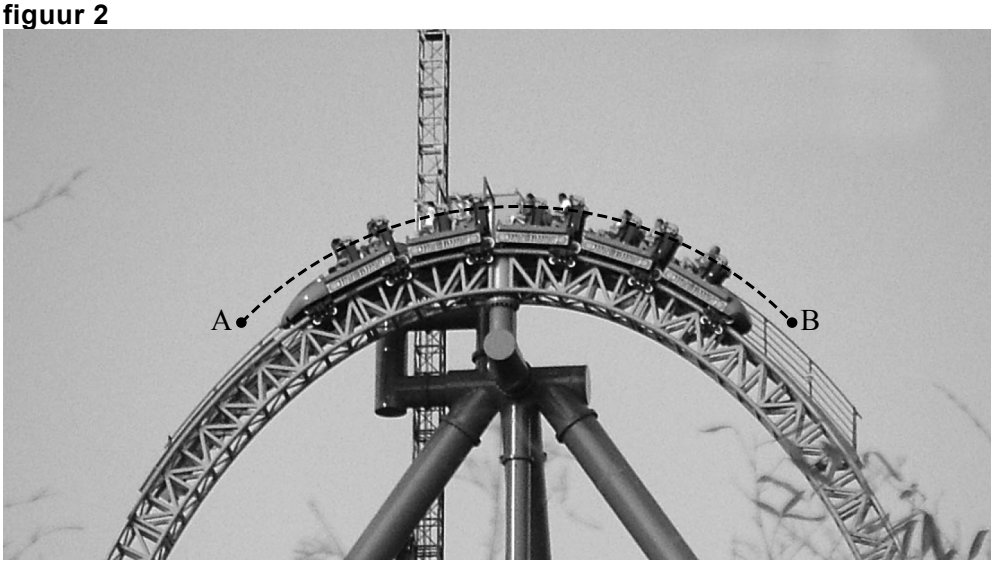
3p **2** Bepaal het gemiddelde vermogen dat de elektromotor gedurende de eerste $3{,}5$ s minimaal moet leveren.

Aan het einde van de horizontale baan werkt er geen aandrijvende kracht meer. Het (zwaartepunt van het) treintje gaat daarna 139 m omhoog. Natuurlijk moet de trein wel de top halen. Een bepaald percentage van de bewegingsenergie wordt tijdens de rit naar boven omgezet in warmte ten gevolge van de wrijving.

3p **3** Bereken hoe groot dit percentage maximaal mag zijn.

In werkelijkheid is de snelheid op de top natuurlijk niet nul, maar zelfs zo groot dat de passagiers loskomen van hun stoeltje en met hun schouders tegen de sluitbeugels worden gedrukt. In figuur 2 zie je een treintje op de top van de baan.

figuur 2



Het stuk AB is een gedeelte van een cirkelbaan. Het stuk AB staat weergegeven in de figuur op de uitwerkbijlage. In deze figuur is de zwaartekracht op één passagier getekend. Ook is op dezelfde schaal de middelpuntzoekende kracht op de top op deze passagier getekend. Wrijvingskrachten worden verwaarloosd.
In de tekening ontbreekt nog een kracht op deze passagier.

3p **4** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage deze ontbrekende kracht en geef deze kracht de juiste naam.

Op de uitwerkbijlage staat figuur 2 afgebeeld. Het voorste karretje (het dichtst bij punt A) heeft een lengte van $2{,}4$ m.

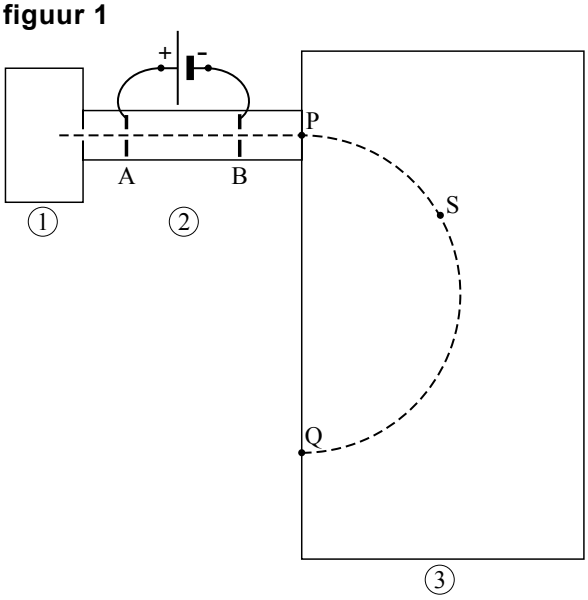
5p **5** Bereken hoe groot de snelheid op de top van de baan minimaal moet zijn zodat de passagier loskomt van zijn stoel. Bepaal daarvoor eerst in de figuur op de uitwerkbijlage de straal van de cirkelbaan.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Massaspectrometer

Lood in ertsen uit mijnen bestaat voornamelijk uit de isotopen lood-206, lood-207 en lood-208. De herkomst van lood in loden voorwerpen is daarom vaak te bepalen uit de verhouding waarin deze isotopen voorkomen.
Om na te gaan of een bepaalde isotoop in een stofmengsel aanwezig is, kan een massaspectrometer gebruikt worden. In figuur 1 wordt een massaspectrometer schematisch weergegeven.

figuur 1



Het stofmengsel wordt eerst gasvormig gemaakt en daarna onder lage druk in de ionisatieruimte (1) gebracht. De geïoniseerde moleculen of atomen komen vervolgens in een vacuümruimte (2). Hierin worden ze door een elektrisch veld versneld. In ruimte (3) worden ze door een magnetisch veld afgebogen en ten slotte in punt Q gedetecteerd.
Een mengsel met éénwaardige positieve ionen van lood-206, lood-207 en lood-208 komt met een te verwaarlozen beginsnelheid in ruimte (2). De ionen worden in het elektrisch veld tussen de platen A en B versneld. Tussen B en P veranderen de snelheden niet meer.

2p **6** Beredeneer welke van de drie isotopen in P de grootste snelheid heeft.

Vervolgens worden de deeltjes afgebogen door het magnetisch veld. De ionen doorlopen een halve cirkelbaan. Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **7** Bepaal in de figuur op de uitwerkbijlage de richting van het magnetisch veld in ruimte (3). Geef daartoe eerst in punt S de richtingen aan van de snelheid en de lorentzkracht.

natuurkundeuitgelegd.nl

In punt Q worden de ionen gedetecteerd. Uit de sterkte van het magnetisch veld B en de versnelspanning U_{AB} kan worden afgeleid om welke isotoop het gaat.

De massa van een isotoop kan worden berekend met de volgende formule:

$$m = \frac{B^2 q r^2}{2U_{AB}}$$

Hierin is:
- B de sterkte van het magnetisch veld;
- q de lading van het ion;
- r de straal van de cirkelbaan;
- U_{AB} de versnelspanning.

4p **8** Leid deze formule af uit formules die in Binas staan.

De sterkte van het magnetisch veld wordt ingesteld op $0{,}182$ T.
De afstand PQ bedraagt $56{,}0$ cm.

3p **9** Bereken de versnelspanning waarbij lood-207-ionen in de detector in punt Q terechtkomen.

natuurkundeuitgelegd.nl

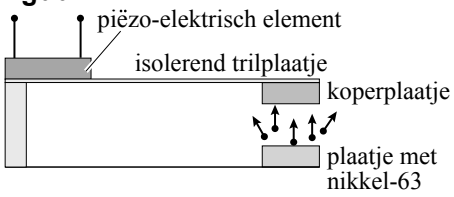
Opgave 3 Nucleaire batterijen

Nucleaire batterijen zijn spanningsbronnen die β^--straling gebruiken om elektrische energie op te wekken. Door hun zeer kleine afmetingen zijn ze bijzonder geschikt voor microprocessoren in computers en in pacemakers.
De β^--straling komt uit een radioactieve bron die bestaat uit een plaatje met nikkel-63.

2p **10** Geef de reactievergelijking voor het verval van nikkel-63.

Het principe van een nucleaire batterij wordt toegelicht met behulp van figuur 1.

figuur 1



Een aantal β^--deeltjes uit het plaatje met nikkel-63 treft een koperplaatje en wordt daar geabsorbeerd. Het koperplaatje is bevestigd aan een isolerend trilplaatje dat goed kan buigen. Aan het isolerend trilplaatje is ook een piëzo-elektrisch element bevestigd. Dit element geeft bij vervorming een elektrische spanning af.

3p **11** Leg uit dat het trilplaatje gaat trillen.

Voor de activiteit geldt de volgende formule:

$$A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$$

Hierin is:
- A de activiteit;
- N het aantal aanwezige radioactieve kernen;
- $t_{\frac{1}{2}}$ de halveringstijd.

De activiteit van het nikkel-63 in het plaatje is op een gegeven moment $5{,}0 \cdot 10^{10}$ Bq.

4p **12** Bereken de massa van het nikkel-63 in het plaatje, uitgedrukt in kg.

Bij het verval van een nikkel-63-kern komt per vervalreactie 62 keV aan (kern)energie vrij. Het rendement van de omzetting van (kern)energie naar elektrische energie is bij dit proces $4{,}0\%$.

4p **13** Bereken het elektrisch vermogen van de batterij op dat moment.

Een nucleaire batterij is toegepast in een pacemaker. Zolang het vermogen van de nucleaire batterij meer dan 90% is van het vermogen bij de productie, kan hij worden gebruikt. Het rendement blijft bij het teruglopen van het vermogen gelijk.

3p **14** Bereken hoe lang na de productie de nucleaire batterij vervangen moet worden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Minister

Tijdens een lerarendemonstratie maakte Joke een foto van minister Plasterk. Zie figuur 1.

figuur 1

Je ziet op de foto het gezicht van minister Plasterk twee keer: één keer rechtstreeks en één keer via het brillenglas van de man ervoor.
Joke vraagt zich af of het brillenglas een positieve lens kan zijn. Om dat na te gaan maakt zij enkele schematische tekeningen over de beeldvorming bij een positieve lens. Op de uitwerkbijlage staat een deel van deze tekeningen.

5p **15** Voer de volgende opdrachten uit:
- Construeer in de eerste figuur op de uitwerkbijlage het beeld van het gegeven voorwerp. (In deze situatie geldt: $v > f$.)
- Construeer in de tweede figuur op de uitwerkbijlage het beeld van het gegeven voorwerp. (In deze situatie geldt: $v < f$.)
- Leg voor beide constructies apart uit dat het brillenglas niet positief kan zijn.

Het brillenglas is dus een negatieve lens.

1p **16** Geef aan of de bildrager oudziend, verziend of bijziend is.

Joke meet in de foto de grootte van het beeld van het hoofd dat ze in het brillenglas ziet, zonder dat ze last heeft van beeldvervorming. Zij deelt deze waarde door de grootte van het beeld van het hoofd van de minister dat rechtstreeks op de foto staat.

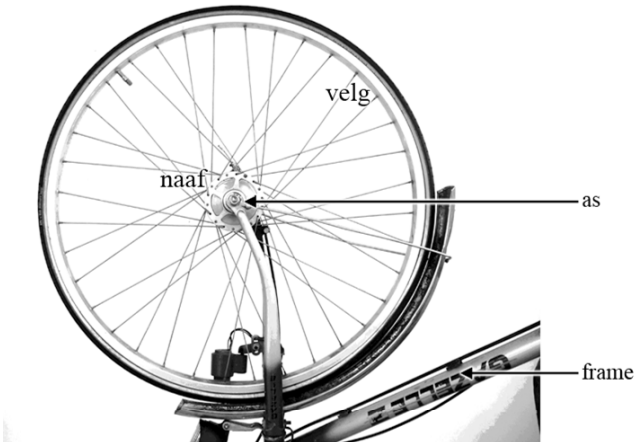
3p **17** Leg uit of zij hiermee op de juiste wijze bepaald heeft hoe groot de vergroting van het brillenglas in deze situatie is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Spaken van een fietswiel

In figuur 1 zie je het voorwiel van een fiets met 36 spaken. De as van het wiel zit vast aan het frame. Rondom deze as draait de naaf. De spaken zitten vast tussen de naaf en de velg.

figuur 1



Met de spaken kan het fietswiel worden afgesteld. Daarvoor moet de fietsenmaker alle spaken met een speciale sleutel aanspannen.
Door met een pennetje tegen de spaken te tikken en naar de toon die dan klinkt te luisteren, weet de fietsenmaker of de spankracht in de spaken goed is.

Als de fietsenmaker tegen een spaak tikt, hoort hij een toon van $300\ \text{Hz}$.
Neem aan dat dit de grondtoon van de spaak is. De lengte van een spaak tussen naaf en velg is $30\ \text{cm}$. De massa van een spaak is $6{,}00\ \text{g}$.
Voor de voortplantingssnelheid van de golven in een spaak geldt:

$$v = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$$

Hierin is:
- v de voortplantingssnelheid van de golven in de spaak in m s^{-1};
- F_s de spankracht in de spaak in N;
- m_l de massa per lengte-eenheid van de spaak in $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$.

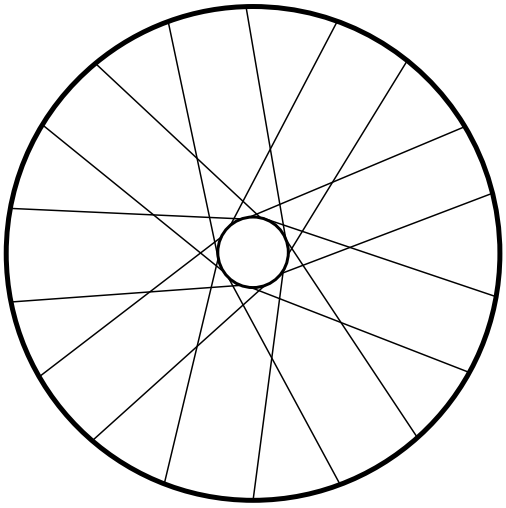
4p **18** Bereken de spankracht in de spaak.

2p **19** Leg met behulp van bovenstaande formule uit of de toon die de spaak geeft hoger of lager wordt als de spaak strakker aangedraaid wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Ook in een achterwiel zitten 36 spaken. In figuur 2 zijn er daarvan 18 getekend.

figuur 2

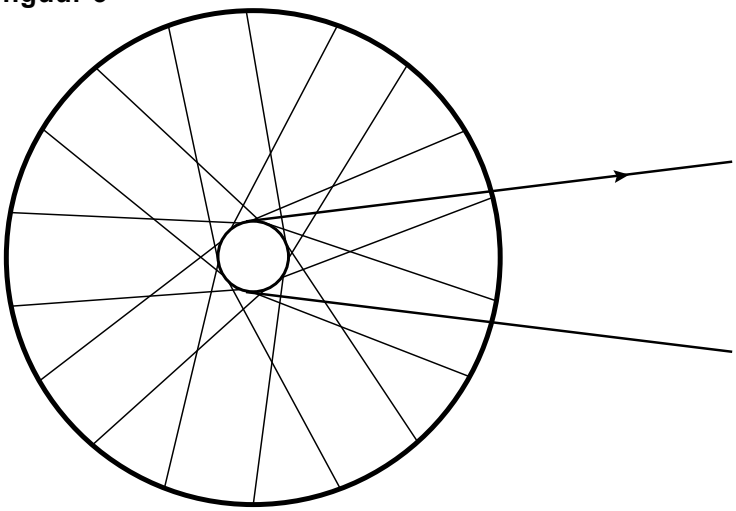


Dit zijn de spaken die aan één kant van het wiel zitten. Als iemand op de fiets gaat zitten, verandert door het gewicht van de fietser de spankracht in de spaken van het achterwiel. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

2p **20** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met letters G ten minste twee spaken aan waarin de spankracht groter wordt en met letters K ten minste twee spaken waarin de spankracht kleiner wordt.

Door te trappen oefen je via de ketting een kracht uit op de naaf van het achterwiel. Dit is in figuur 3 aangegeven met de pijl.

figuur 3



Hierdoor wordt de spankracht in de helft van de spaken groter en in de andere helft kleiner. Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

2p **21** Geef in figuur 3 op de uitwerkbijlage met letters G ten minste twee spaken aan waarin de spankracht groter wordt en met letters K ten minste twee spaken waarin de spankracht kleiner wordt.

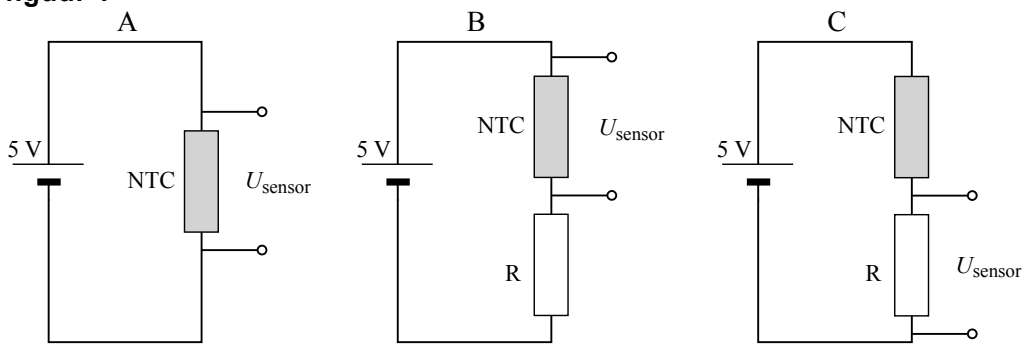
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Een temperatuursensor maken

Jeroen gaat zelf een temperatuursensor in elkaar zetten. Hij wil dat de sensor bij een hogere temperatuur een hogere spanning geeft.
Jeroen bedenkt drie schakelingen. Zie figuur 1.
In de drie schakelingen zijn steeds dezelfde NTC en dezelfde R gebruikt.

figuur 1



Jeroen kiest schakeling C voor zijn temperatuursensor. Op de uitwerkbijlage is voor schakeling C de grafiek van de sensorspanning tegen de temperatuur geschetst.

2p **22** Schets op de uitwerkbijlage de grafieken van de sensorspanning tegen de temperatuur die schakeling A en schakeling B geven.

3p **23** Leg uit hoe het komt dat schakeling C bij een hogere temperatuur een hogere sensorspanning geeft.

Jeroen gebruikt een voedingsspanning van 5,0 V. Voor de NTC geldt:
$R_{NTC} = 2{,}2\ \text{k}\Omega$ bij een temperatuur van 25 °C.
De NTC mag niet te veel opwarmen door de stroom die er doorheen loopt:
het elektrisch vermogen dat in de NTC omgezet wordt, mag maximaal 2,0 mW bedragen bij een temperatuur van 25 °C.

4p **24** Bereken de waarde die de serieweerstand R (minimaal) moet hebben.

Jeroen wil de sensor gaan ijken.

3p **25** Maak een tekening van een proefopstelling die nodig is om de ijkgrafiek te maken en beschrijf welke stappen Jeroen moet nemen om de sensor te ijken.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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