natuurkunde 1,2

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20**05**

Tijdvak 1
Vrijdag 27 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 81 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 12, 13, 20 en 21 is een uitwerkbijlage toegevoegd.

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

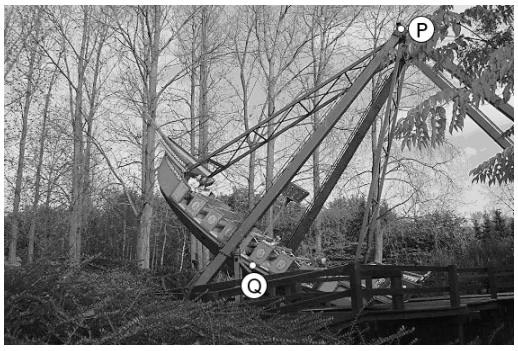
Opgave 1 Schommelboot

Anne en Bas bezoeken een pretpark om voor hun praktische opdracht metingen te doen aan een schommelboot. Hun opdracht bestaat uit twee deelonderzoeken.

Deel 1: het bepalen van de slingerlengte.

De schommelboot is opgehangen aan een grote stellage en wordt met behulp van een elektrische aandrijving in beweging gebracht.
Ze maken de foto die in figuur 1 is afgedrukt.

figuur 1



Anne en Bas meten met een stopwatch dat de boot er 3,6 s over doet om van de ene uiterste stand naar de andere uiterste stand te gaan. Met behulp van de slingerformule berekenen ze vervolgens de slingerlengte PQ van de boot.

3p **1** ☐ Bereken de lengte die Anne en Bas zó voor PQ vinden.

Anne beweert dat de uitkomst niet erg betrouwbaar is, nog afgezien van de onnauwkeurigheid in de meting.

2p **2** ☐ Noem twee argumenten waarom het gebruik van de formule voor de slingertijd nog meer tot een onbetrouwbaar antwoord leidt.

Anne bepaalt PQ ook met de foto van figuur 1. De cameralens heeft een brandpuntsafstand van 50 mm. Deze foto heeft ze gemaakt vanaf een afstand van 37 m. De afstandsinstelling van de camera staat dan op oneindig (∞) zodat de beeldafstand gelijk is aan de brandpuntsafstand van de lens. Het negatief is 36 mm lang en 24 mm hoog. De foto is een volledige afdruk van het negatief.

4p **3** ☐ Bepaal PQ met behulp van de foto.

natuurkundeuitgelegd.nl

Deel 2: het bepalen van de maximale snelheid.

Om de maximale snelheid van de boot te kunnen meten, zetten Anne en Bas links en rechts van het laagste punt twee stokken neer. Uit de afstand tussen de twee stokken en de tijd die het punt Q er over doet om van de ene stok naar de andere stok te bewegen, kunnen zij deze snelheid berekenen.
Anne beweert dat voor een goede meting de stokken dicht bij elkaar moeten staan. Bas beweert dat de stokken niet te dicht bij elkaar mogen staan voor een nauwkeurige meting.

2p **4** ☐ Ondersteun zowel de bewering van Anne als die van Bas met een goed argument.

Bas zit in de boot en blaast op een fluitje dat voortdurend een toon van 800 Hz produceert.
De temperatuur is 20 °C.
Anne gaat zó bij het laagste punt van de baan van de boot staan, dat Bas haar rakelings passeert. Vlak voor het passeren neemt Anne een frequentie waar van 819 Hz.

3p **5** ☐ Bereken de snelheid van Bas bij het passeren.

Anne heeft ook een decibelmeter meegenomen.
De decibelmeter wijst als gevolg van de achtergrondgeluiden 65 dB aan. Als Bas begint te fluiten slaat haar decibelmeter uit tot 70 dB. Zij schat de afstand tot Bas op 13 m.

4p **6** ☐ Bereken het geluidsvermogen dat het fluitje produceert. Ga er daarbij van uit dat het fluitje een puntvormige geluidsbron is die in alle richtingen evenveel geluid uitzendt.

Bas heeft een weegschaal meegenomen. Hij gaat erop zitten in het midden van de boot.
Voordat de boot gaat bewegen, wijst de weegschaal 68 kg aan. Als de boot door het laagste punt van de baan gaat, wijst de weegschaal beduidend meer aan.
Door herhaalde metingen heeft Bas kunnen vaststellen dat de maximale aanwijzing van de weegschaal in het laagste punt gelijk is aan 99 kg.
De afstand van (het zwaartepunt van) Bas tot de draaias is dan 14 m.

4p **7** ☐ Bereken met behulp van deze gegevens de maximale snelheid waarmee Bas door het laagste punt gaat.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Sauna

Een sauna is een ruimte waarin de lucht heet gemaakt wordt.
Mensen maken onder andere gebruik van zo'n 'heteluchtbad' omdat dat ontspannend werkt.
Een bepaalde sauna wordt op een temperatuur van 90 ºC gehouden. Omdat de hete lucht droog is en de mensen in de sauna flink zweten, kunnen zij deze hoge temperatuur verdragen.

3p **8** ☐ Leg uit dat zweten in deze situatie ervoor zorgt dat de huid niet te warm wordt.

De sauna heeft een inhoud van $34\ m^3$. De luchtdruk in de sauna is $1{,}00 \cdot 10^5$ Pa. De druk van de waterdamp bedraagt 3,5% hiervan. Eén mol water heeft een massa van 18 gram.

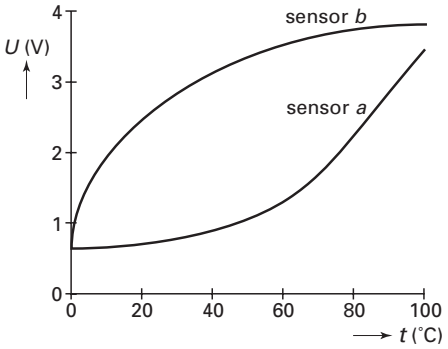
3p **9** ☐ Bereken de massa van de waterdamp in de sauna.

Het verwarmingselement verwarmt behalve de lucht ook de wanden, de banken en andere voorwerpen in de sauna. Als er nog geen warmteverlies naar buiten is, zorgt het element ervoor dat de temperatuur van het geheel per seconde 0,27 °C stijgt.
Om de lucht (met de waterdamp) 1,0 ºC in temperatuur te laten stijgen is 47 kJ energie nodig.
Het verwarmingselement heeft een nuttig vermogen van 32,6 kW.

3p **10** ☐ Bereken de warmtecapaciteit van de wanden, de banken en andere voorwerpen in de sauna.

Een automatisch systeem zorgt voor de temperatuurregeling.
Voor de temperatuursensor in dit systeem heeft men de keuze uit twee typen sensoren *a* en *b*.
Van deze twee sensoren zijn de karakteristieken gegeven in figuur 2.

figuur 2

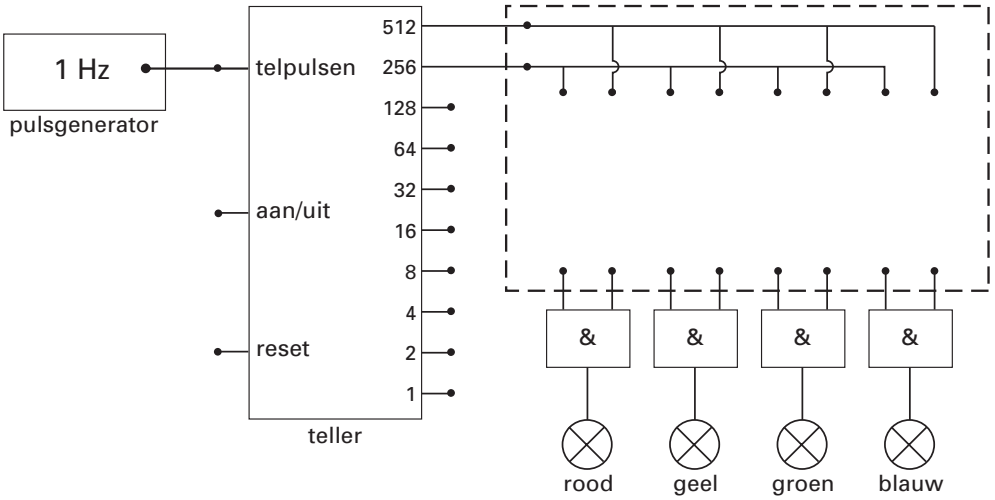


2p **11** ☐ Leg uit welke van de twee sensoren het meest geschikt is om de temperatuur in de sauna zo nauwkeurig mogelijk op 90 °C te houden.

natuurkundeuitgelegd.nl

In de sauna wordt gewerkt met bepaalde kleuren licht.
Daartoe bevinden zich in deze sauna vier lampen die achtereenvolgens ieder 256 s in de volgorde rood, geel, groen en blauw branden.
Men heeft een schakeling ontworpen om dit te automatiseren.
In figuur 3 is een deel van deze schakeling getekend. Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 3



3p **12** ☐ Maak het schakelschema in de figuur op de uitwerkbijlage af door binnen de rechthoek met de onderbroken rand uitsluitend verbindingen en invertors aan te brengen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Lees het artikel.

artikel

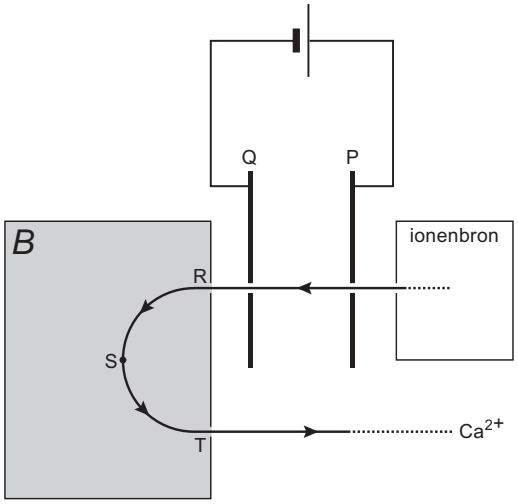
Kernfysici zien nieuw element

Russische onderzoekers hebben vermoedelijk het element met atoomnummer 114 geproduceerd. Al tientallen jaren proberen natuurkundigen met deeltjesversnellers kunstmatig zware kernen te maken. Zij schieten lichte kernen met hoge snelheid op zware kernen af in de hoop samensmelting tot stand te brengen.
Bij het Russische onderzoek werden calcium-48-ionen geschoten op plutonium-244.
Uit het radioactief verval van de gevormde atoomkern konden de onderzoekers afleiden dat bij deze botsing de isotoop met 175 neutronen van element 114 gevormd was. Het gevormde element zou een levensduur hebben van 30 seconde, buitengewoon lang voor zo'n zware atoomkern.

naar: NRC Handelsblad, 30-01-1999

In een ionenbron worden verschillende calciumionen geproduceerd. Deze ionen worden gescheiden door ze eerst in een elektrisch veld te versnellen en daarna in een magnetisch veld af te buigen. In figuur 4 is schematisch de opstelling getekend met daarin de baan die een Ca^{2+}-ion doorloopt.

figuur 4



Binnen de linker rechthoek heerst een homogeen magnetisch veld B dat loodrecht op het vlak van tekening staat. Een deel van figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **13** ☐ Bepaal de richting van de magnetische inductie B.
Teken daartoe eerst in de figuur op de uitwerkbijlage in het punt S:
- de richting van de stroom I of snelheid v;
- de richting van de lorentzkracht F_L op de ionen.

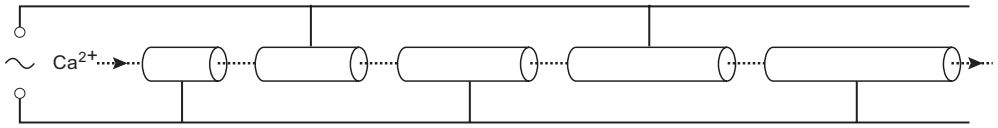
Het Ca^{2+}-ion verlaat de ionenbron met een verwaarloosbare snelheid.
De spanning tussen de platen P en Q is 2,40 kV. De afstand RT bedraagt 52,6 cm.

5p **14** ☐ Bereken de grootte van de magnetische inductie B.

natuurkundeuitgelegd.nl

Omdat het Ca^{2+}-ion een zeer grote snelheid moet krijgen, wordt het vervolgens door een lineaire versneller geleid. Zo'n versneller bestaat uit een aantal cilindervormige metalen buisjes, die zijn aangesloten op een wisselspanning. Zie figuur 5.

figuur 5



De snelheid waarmee het Ca^{2+}-ion uit de versneller komt, hangt samen met de amplitude en frequentie van de wisselspanning. Men wil deze snelheid verhogen.

4p **15** ☐ Beredeneer voor elk van de genoemde grootheden of de ingestelde waarde daartoe moet worden vergroot of verkleind.

Om een calciumkern te laten samensmelten met een plutoniumkern is het nodig dat het calciumion met een zeer grote snelheid naar de plutoniumkern geschoten wordt.

2p **16** ☐ Leg uit waarom die snelheid zeer groot moet zijn.

Bij de botsing met de plutoniumkern ontstaat de in het artikel genoemde isotoop en komen er nog enkele deeltjes vrij.

3p **17** ☐ Ga na welke deeltjes vrijkomen. Stel daartoe de bijbehorende kernreactievergelijking op.

Het nieuw gevormde element is radioactief. In het artikel wordt gesproken over de levensduur van het nieuwe element. Onder de levensduur van een aantal radioactieve deeltjes verstaat men de tijd die verloopt tot er nog maar 37% van het oorspronkelijke aantal deeltjes over is.

4p **18** ☐ Bereken met dit gegeven hoe lang het duurt totdat 75% van het aantal deeltjes van het gevormde element vervallen is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Bekijk de foto van figuur 6 en lees het onderschrift.

figuur 6

Hannes Arch is de eerste mens die een parachute-sprong waagde van de 'Champignon', een 1800 meter hoge rots aan de noordwand van de Eiger in Zwitserland. Arch maakte een val van 13 seconde voordat zijn parachute zich opende.

2p **19** ☐ Bereken de snelheid die Hannes zonder luchtweerstand na 13 s zou hebben.

Om een indruk te krijgen van het werkelijke verloop van de snelheid bij de parachutesprong van Hannes is een computermodel gemaakt.
In dit model is de invloed van de luchtweerstand wél opgenomen.

Voor de luchtweerstand is de formule gebruikt:

$$F_w = k\,A\,v^2$$

Hierin is:
- k een constante waarvan de waarde geschat wordt op 0,37 kg m^{-3};
- A de frontale oppervlakte van de parachutist inclusief parachute in m^2;
- v de snelheid in m s^{-1}.

De massa van Hannes mét parachute is 91 kg.
Als de parachute nog niet is geopend, is de frontale oppervlakte 0,80 m^2.
Na 13 s opent Hannes zijn parachute.
De parachute ontvouwt zich *geleidelijk* in een tijd van 3,8 s tot een frontale oppervlakte van 42,6 m^2. Het *geleidelijk* opengaan van de parachute betekent dat de frontale oppervlakte lineair in de tijd toeneemt.

Hieronder staat (een gedeelte van) het computermodel met startwaarden.
Voor de frontale oppervlakte is hierbij niet 'A' maar 'Opp' gebruikt.

MODEL	**STARTWAARDEN**
Fz = m*9,81 Fw = k*Opp*v*v Fr = Fz - Fw a = Fr/m v = v + a*dt x = x + v*dt als t > 13 dan …….. eindals als Opp > 42,6 dan Opp = 42,6 eindals t = t + dt	m = 91 k = 0,37 Opp = 0,8 v = 0 x = 0 t = 0 …… dt = 0,1

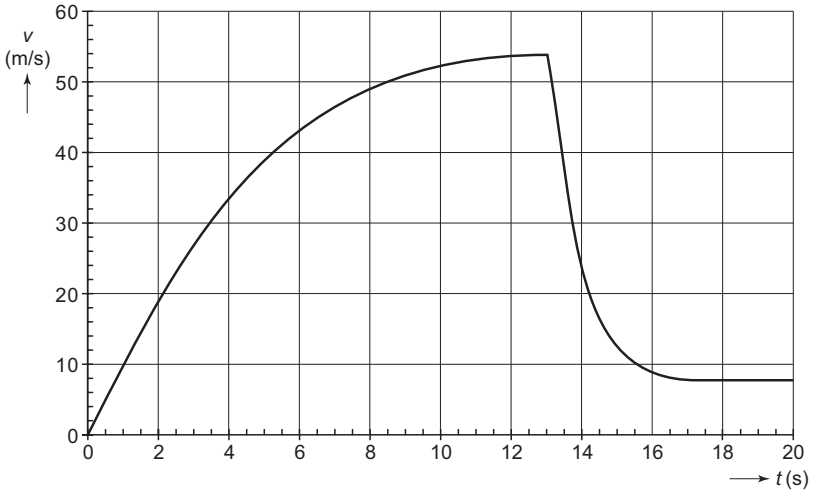
natuurkundeuitgelegd.nl

Het model met startwaarden is ook weergegeven op de uitwerkbijlage.
Op de plaatsen van de puntjes zijn een modelregel en een eventueel benodigde startwaarde weggelaten die het "geleidelijk opengaan van de parachute" nabootsen.
In dit model verandert k niet tijdens het opengaan.

4p **20** ☐ Vul op de uitwerkbijlage de ontbrekende modelregel in en indien nodig een startwaarde en geef een toelichting bij je antwoord.

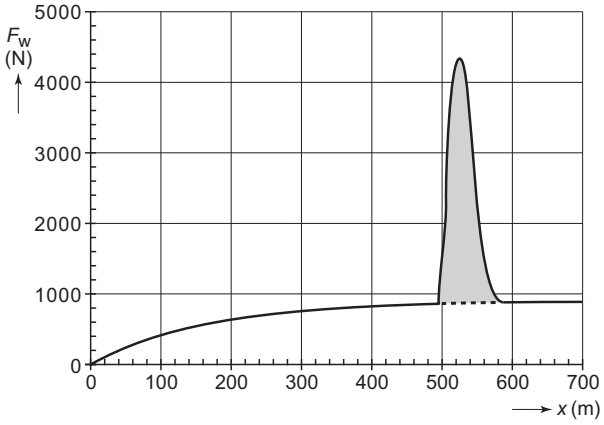
De (v,t)-grafiek die uit het model volgt, is weergegeven in figuur 7.

figuur 7



Figuur 8 toont de luchtweerstand F_w als functie van de afgelegde afstand x.
De piek in deze grafiek correspondeert met het opengaan van de parachute.

figuur 8



Uit figuur 7 kan met behulp van de tweede wet van Newton ($F_{res} = ma$) de maximale waarde voor de luchtweerstand bepaald worden. Figuur 7 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **21** ☐ Toon aan dat deze waarde overeenkomt met de maximale waarde die uit figuur 8 is af te lezen.

De gearceerde oppervlakte in figuur 8 stelt de arbeid voor die de extra luchtweerstand van de parachute verricht.

4p **22** ☐ Bepaal deze arbeid en toon aan dat deze overeenstemt met de arbeid die uit het snelheidsverloop in figuur 7 volgt.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Gloeidraad

Katrien doet metingen aan een gloeilamp die bij 230 V een vermogen heeft van 60 W.
Ze weet dat de gloeidraad gemaakt is van wolfraam.
De weerstand bij kamertemperatuur, gemeten met een ohm-meter, is 70 Ω.
Van een andere identieke lamp heeft zij de lengte van de gloeidraad gemeten door eerst het glas kapot te slaan en dan voorzichtig de gloeidraad langs een liniaal te leggen.
De lengte van de draad is 45 cm.

3p **23** Bereken de diameter van de draad.

Om de temperatuur van de brandende lamp te bepalen, gebruikt zij een grootheid die we de weerstandstemperatuurcoëfficiënt α noemen. Dit is een grootheid die aangeeft hoeveel de weerstand per graad temperatuurstijging verandert. Katrien neemt aan dat de weerstandstemperatuurcoëfficiënt over het te meten gebied constant is. Voor de toename van de weerstand bij een temperatuurverandering ΔT geldt de volgende formule:

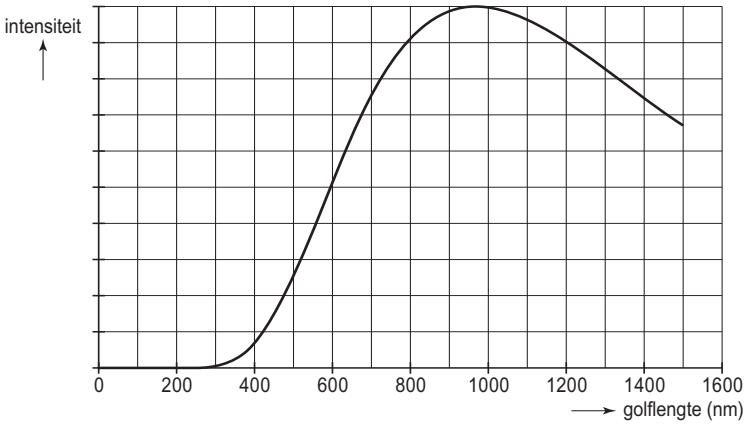
$$\Delta R = \alpha \cdot R_0 \cdot \Delta T$$

Hierin is:
- ΔR de weerstandstoename (Ω);
- α de weerstandstemperatuurcoëfficiënt (K^{-1}), voor wolfraam geldt $\alpha = 4{,}9 \cdot 10^{-3}\ K^{-1}$;
- R_0 de beginweerstand (Ω);
- ΔT de temperatuurverandering (K).

4p **24** Bereken met behulp van deze gegevens de temperatuur van de gloeidraad in de lamp als hij is aangesloten op een spanning van 230 V.

Katrien wil de temperatuur van de gloeidraad ook bepalen door naar de uitgezonden straling te kijken. Daartoe vergelijkt ze de stralingskromme (Planck-kromme) van de gloeidraad met die van een zwarte straler.
Met behulp van een computerprogramma kan zij stralingskrommen bij elke temperatuur tekenen. Zij maakt een afdruk van één van deze krommen. Zie figuur 9.

figuur 9



3p **25** Bepaal de temperatuur die Katrien gekozen heeft voor het tekenen van deze stralingskromme.

Einde

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