natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20**04**

Tijdvak 2
Woensdag 23 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 80 punten te behalen; het examen bestaat uit 24 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 8 en 15 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.

Opgave 1 Brachytherapie

Brachytherapie is de naam voor een medische behandeling waarbij een hoeveelheid radioactieve stof, die zich in een holle naald bevindt, enige tijd in ziek weefsel wordt gestoken.
Deze methode werd voor het eerst toegepast rond 1900, toen men de beschikking had over voldoende radium. Het radium werd op de plaats van het zieke weefsel gebracht en zorgde daar voor intensieve bestraling.
Bij het verval van radium-isotopen ontstaat α-, β- en γ-straling.

2p **1** Leg uit welke van deze drie soorten straling het zieke weefsel vlakbij het radium het meest aantast.

Tegenwoordig gebruikt men in plaats van radium vaak de radioactieve isotoop iridium-192. Deze isotoop vervalt voornamelijk onder uitzending van β^--deeltjes, waarbij als eindproduct een stabiele isotoop ontstaat.

3p **2** Geef de vergelijking voor dit verval.

Bij een bepaalde behandeling moet een stukje weefsel van 4 gram een stralingsdosis van 2 Gy ontvangen. De behandeling duurt 3,5 uur. De gemiddelde energie van de hierbij uitgezonden β-deeltjes is $9{,}6\cdot10^{-14}$ J. Neem aan dat alle uitgezonden straling door het stukje weefsel wordt opgenomen.

4p **3** Bereken de gemiddelde activiteit die het ingebrachte iridium moet hebben.

De activiteit van het iridium-192 daalt in de loop van de tijd.
Met hetzelfde iridiumpreparaat wordt de behandeling precies vier weken later herhaald. Men wil dan dezelfde stralingsdosis toedienen aan hetzelfde stukje weefsel.

4p **4** Bereken hoe lang de behandeling dan moet duren.

Opgave 2 Asfaltwarmte

Lees het artikel.

artikel

De winning van warmte uit asfalt is technisch geen probleem meer. In Driel wordt een wijk van 370 woningen gebouwd die de warmte van het asfalt van een naburige verkeersweg gebruikt. De gemiddelde eengezinswoning heeft op jaarbasis ongeveer 30 gigajoule nodig voor verwarming. De opbrengst van het asfalt is ongeveer 0,75 gigajoule per vierkante meter per jaar, waarvan 80% voor de huizen gebruikt kan worden.

naar: Technisch Weekblad, 10 januari 2001

4p **5** Bereken met behulp van een schatting de lengte van het wegdek die nodig is voor de verwarming van deze wijk in Driel. Geef aan welke grootheid je moet schatten.

Het asfalt wordt verwarmd door de straling van de zon. Veronderstel dat op een zonnige middag het gemiddelde vermogen van de zonnestraling die op een vierkante meter asfalt valt gelijk is aan $6{,}0\cdot10^{2}$ W en dat al deze zonne-energie gelijkmatig wordt opgenomen door een laag asfalt van 15 cm dikte.

4p **6** Bereken de temperatuurstijging van het asfalt per uur indien er geen warmte aan de omgeving wordt afgestaan.

Opgave 3 BrievenWeger

In Nederland kent TPG-Post bepaalde tarieven voor de postzegels die men op brieven moet plakken. Zie de tabel van figuur 1.

figuur 1

massa	euro
0 – 20 g	0,39
20 – 50 g	0,78
50 – 100 g	1,17
100 – 250 g	1,56
250 – 500 g	2,25
> 500 g	3,00

figuur 2

Omdat veel mensen automatisch een postzegel van € 0,39 op elke brief plakken zonder hem van tevoren te wegen, heeft de voorganger van TPG-Post, de Koninklijke PTT, in 2000 een kartonnen BrievenWeger op de markt gebracht. De BrievenWeger heeft drie sleufjes waarin een brief past. Onder deze sleufjes staat respectievelijk 20 g, 50 g en 100 g.
In figuur 2 zie je een foto van deze BrievenWeger met een brief in het sleufje van 20 g.

Jamai ontvangt een brief die gefrankeerd is met 2 postzegels van € 0,39.

2p **7** ☐ Leg uit hoe hij met deze BrievenWeger kan controleren of die brief juist gefrankeerd is.

In figuur 3 zie je een vooraanzicht van de BrievenWeger. Deze figuur staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 3

K

Jamai wil controleren of de sleufjes in de BrievenWeger wel op de juiste plaats staan.
Hij zet steeds zwaardere brieven in het sleufje van 20 g. Pas bij een brief met een massa van 22 g blijkt de BrievenWeger nèt te kantelen om punt K.

3p **8** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage bij welke briefmassa in het sleufje van 50 g de BrievenWeger nèt kantelt.

In de gebruiksaanwijzing staat dat de BrievenWeger op een horizontaal vlak moet staan.
Jamai onderzoekt of dat echt zo is. Hij zet de BrievenWeger op een hellende ondergrond zó dat het 20 g-sleufje iets hoger zit dan het 50 g-sleufje.

4p **9** ☐ Leg uit of de BrievenWeger nu kantelt bij brieven met een massa van 22 gram of minder of meer dan 22 gram.
Beredeneer daartoe eerst aan de hand van een schets wat bij de hellende ondergrond gebeurt met:
- de arm van de zwaartekracht op de brief;
- de arm van de zwaartekracht op de BrievenWeger.

Opgave 4 Fietskar

Lees het artikel.

artikel

Fietskar duwt fiets

Het is de omgekeerde wereld: normaal trekt een fietser zijn bagagekarretje voort, maar de fietskar die hiernaast te zien is, duwt de fiets. Deze is namelijk voorzien van een accu met twee elektromotoren en kan 220 liter bagage bergen. De maximale snelheid zonder te trappen bedraagt 40 km/h. Als de fietser niet trapt, bedraagt de actieradius 50 km bij een constante snelheid van 20 km/h. Een benzinemotor zou hier 10 centiliter benzine voor nodig gehad hebben. De fabrikant overweegt om de fietskar op zonne-energie te laten rijden door middel van zonnecellen op het deksel.

naar: Technisch Weekblad, 9 mei 2001

Zonder dat de berijdster hoeft te trappen, legt zij een afstand van 35 m af bij het optrekken van 0 tot 20 km h^{-1}.
Ga ervan uit dat de beweging eenparig versneld is.

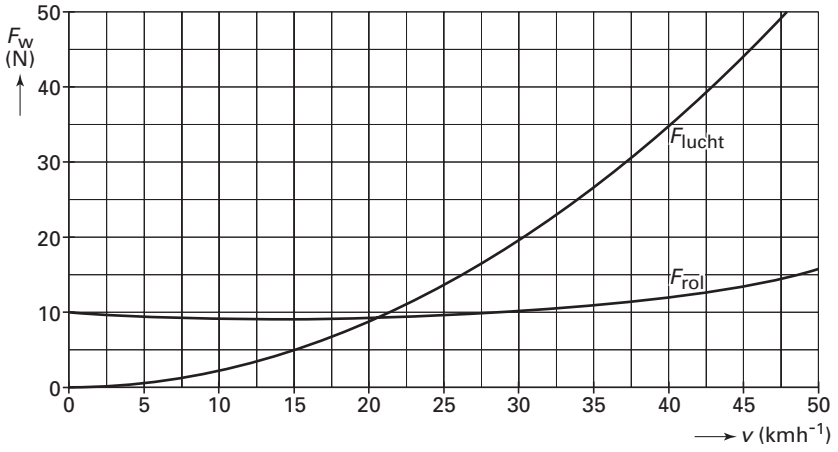
4p **10** □ Bereken de versnelling tijdens het optrekken.

De massa van de fiets plus berijdster is 72 kg. De massa van de lege fietskar is 9,5 kg. De totale wrijvingskracht op de combinatie van fiets en kar is tijdens het optrekken tot 20 km h^{-1} gemiddeld 13 N.

4p **11** □ Bereken hoeveel arbeid de elektromotoren van de fietskar verrichten bij het optrekken van 0 tot 20 km h^{-1}.

Figuur 4 toont de grafieken van de luchtwrijving F_{lucht} en de rolwrijving F_{rol} op de fiets met fietskar als functie van de snelheid.

figuur 4



Voor de luchtwrijving geldt:

$$F_{\text{lucht}} = kv^2$$

Hierin is:
- v de snelheid in m s^{-1};
- k een constante in kg m^{-1}.

2p **12** ☐ Bepaal met behulp van figuur 4 de waarde van de constante k.

De actieradius is de maximale afstand die door het voertuig met een volle accu afgelegd kan worden als er niet wordt getrapt.
Aangenomen mag worden dat de totale hoeveelheid energie die een volle accu kan leveren bij elke snelheid hetzelfde is.

4p **13** ☐ Bepaal met behulp van figuur 4 en de gegevens uit het artikel de actieradius bij een constante snelheid van 40 km h^{-1}.

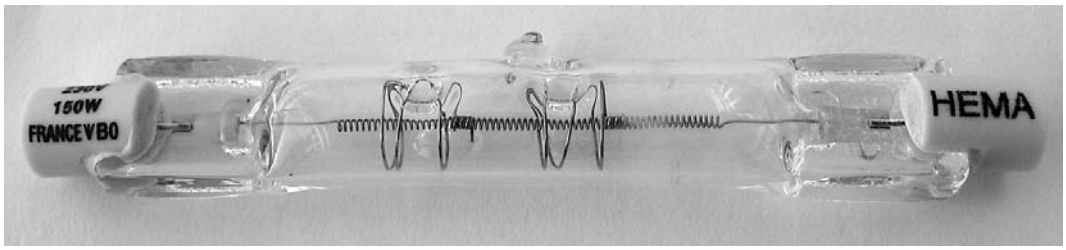
Volgens het artikel overweegt de fabrikant om de fietskar te laten rijden op zonnecellen op het deksel van de kar. Om de fiets, berijdster en fietskar met een constante snelheid van 20 km h^{-1} te laten rijden, moeten de zonnecellen samen een vermogen van $1{,}1 \cdot 10^2$ W kunnen leveren.
Men wil een type zonnecel gebruiken dat een stroomsterkte van 2,0 mA levert bij een spanning van 3,0 V.
De oppervlakte van zo'n zonnecel is 4,5 cm^2.

4p **14** ☐ Ga met een berekening van de benodigde oppervlakte na of dit type zonnecel hiervoor geschikt is.

Opgave 5 Halogeenlamp

In figuur 5 zie je een 2,0 keer vergrote afbeelding van een buisvormige halogeenlamp.

figuur 5

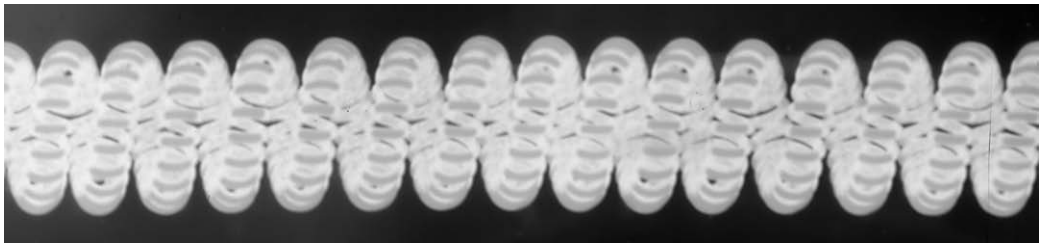


Oscar en Loes doen een onderzoek aan deze halogeenlamp.
Ze beelden met een lens de gloeidraad van de brandende lamp sterk vergroot af op een wand van het natuurkundelokaal.
Op de uitwerkbijlage is de situatie getekend. Deze figuur is niet op schaal.

4p **15** ☐ Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de plaats van de lens en de bijbehorende brandpunten.

In figuur 6 zie je een deel van het beeld op de wand op ware grootte.

figuur 6



De brandpuntsafstand van de gebruikte lens is 50 mm.

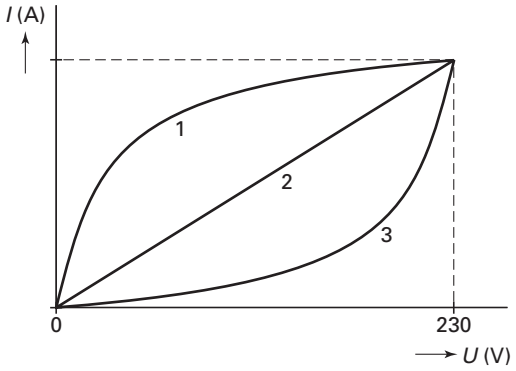
4p **16** ☐ Bepaal de beeldafstand bij deze afbeelding. Bepaal daartoe eerst uit figuur 5 en 6 de vergrotingsfactor.

Uit het beeld op de wand kunnen ze zien dat de gloeidraad dubbelgewonden is.
De diameter van de gloeidraad is 40 µm. De gloeidraad is gemaakt van wolfraam.
Met behulp van een weerstandsmeter vinden zij dat bij kamertemperatuur de weerstand van de gloeidraad 24 Ω bedraagt.

3p **17** ☐ Bereken de lengte van de gloeidraad.

Met behulp van een dimmer kunnen Loes en Oscar de spanning over de halogeenlamp langzaam opvoeren van 0 tot 230 V. Bij verschillende waarden van de spanning willen zij de stroomsterkte door de lamp meten. Zij maken daartoe eerst een voorspelling van de vorm van de (I,U)-karakteristiek.
Zij discussiëren over drie verschillende mogelijkheden: 1, 2 en 3. Zie figuur 7.

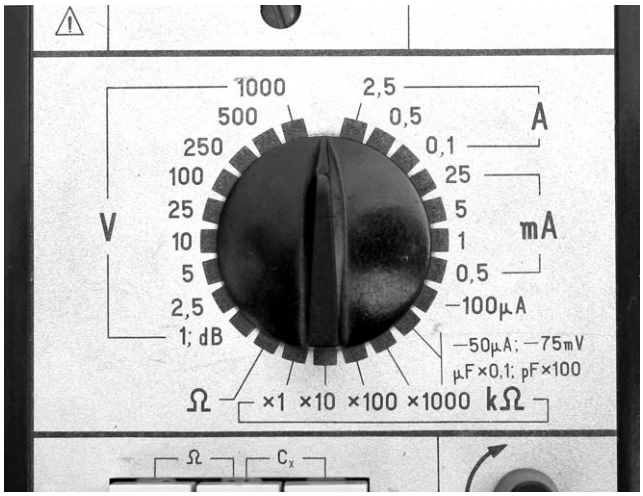
figuur 7



2p **18** ☐ Leg uit welke van de mogelijkheden 1, 2 of 3 het beste overeenkomt met de te meten grafiek.

De halogeenlamp heeft bij 230 V een vermogen van 150 W.
Voor het meten van de stroomsterkte gebruiken Loes en Oscar een universeelmeter.
Figuur 8 is een foto van de “standenknop” van de gebruikte universeelmeter.
Het getal bij elke stand geeft het meetbereik aan.
In figuur 8 wijst de standenknop recht naar boven en is de meter uitgeschakeld.

figuur 8



Om de verschillende stroomsterktes die nodig zijn voor het verkrijgen van figuur 7 te bepalen, wordt de standenknop in één vaste stand gebruikt.

3p **19** ☐ Leg uit welke stand het best gebruikt kan worden om alle metingen uit te voeren.

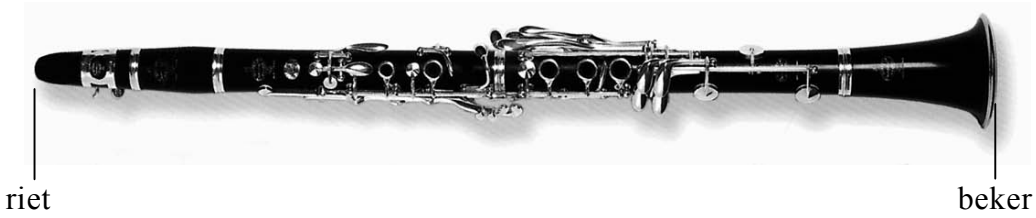
Bij de productie van halogeenlampen worden deze bij een temperatuur van 400 °C en een druk van $1{,}4 \cdot 10^5$ Pa met een gasmengsel gevuld. Als de lamp brandt, loopt de temperatuur op tot 1400 °C. Neem aan dat het volume van het gasmengsel constant blijft.
Het gasmengsel gedraagt zich als een ideaal gas.

3p **20** ☐ Bereken de druk van het gasmengsel bij een temperatuur van 1400 °C.

Opgave 6 Klarinet

Een klarinet is een houten blaasinstrument. Zie figuur 9.

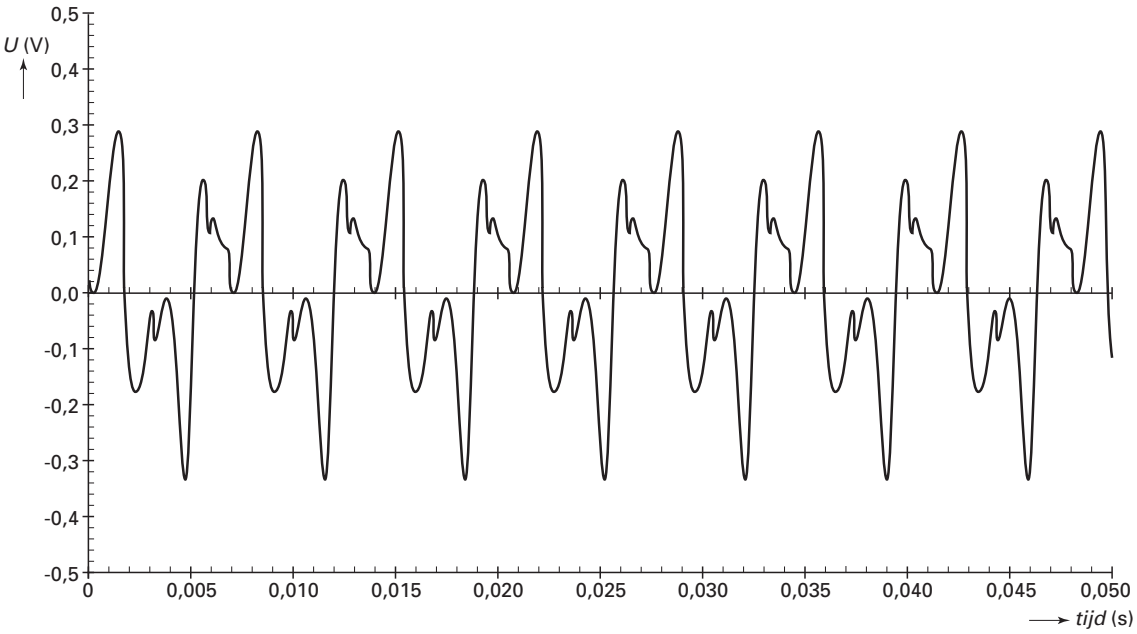
figuur 9



Aan het mondstuk van de klarinet zit een zogeheten “riet”.
Bij het aanblazen van de klarinet gaat dit riet trillen. Deze trilling brengt de luchtkolom in het middenstuk van de klarinet in een staande golfbeweging. In de klarinet zitten gaten. Door één of meer van deze gaten te sluiten, kunnen verschillende tonen worden gemaakt. Zo’n toon is geen zuivere harmonische trilling, maar een samenstelling van meerdere harmonische trillingen: een trilling met de grondfrequentie en trillingen met veelvouden van deze grondfrequentie. Als alle gaten gesloten zijn, produceert de klarinet zijn laagste toon.

Bij het open uiteinde (de beker) van de klarinet plaatst men een microfoon.
In figuur 10 is het uitgangssignaal van de microfoon weergegeven als functie van de tijd bij de laagste toon van de klarinet. Bij deze meting was de temperatuur van de lucht in de klarinet 20 °C.

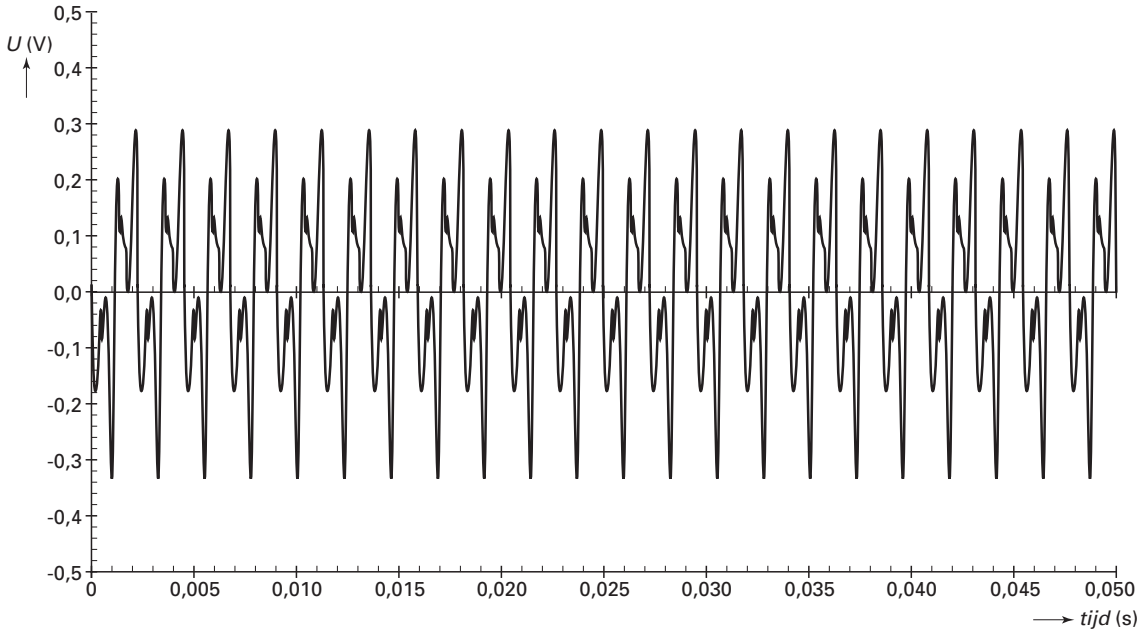
figuur 10



3p **21** ☐ Bepaal de grondfrequentie van de laagste toon van de klarinet.

De eerste boventoon van de laagste toon kan gemaakt worden door een bepaald gat te openen. Figuur 11 toont het uitgangssignaal van de microfoon bij deze boventoon.

figuur 11



3p **22** ☐ Leg uit of de kant van het riet opgevat kan worden als een gesloten of een open uiteinde.

Op een andere dag worden dezelfde metingen herhaald. Nu blijkt dat de frequentie van de eerste boventoon van de klarinet 3 Hz lager is dan de frequentie die hoort bij figuur 11.

3p **23** ☐ Laat met behulp van een berekening zien of het verschil van 3 Hz het gevolg zou kunnen zijn van een eventueel temperatuurverschil tussen beide dagen.

Bij een bepaalde toon wordt op een afstand van 30 cm recht voor de beker van de klarinet een geluids(druk)niveau van 75 dB gemeten. Veronderstel dat het instrument steeds dezelfde toon met gelijk vermogen produceert. Behalve de toon van de klarinet is er geen geluid te horen.

4p **24** ☐ Bereken het geluids(druk)niveau op 1,50 meter van de beker.

Einde