Examen VWO

2008

tijdvak 1
dinsdag 20 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1,2

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 25 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 82 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.

800025-1-021o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Kerncentrale

In een kerncentrale worden kernen van uranium-235 gespleten.
De reactor in de centrale produceert een constant vermogen.

2p **1** Leg uit hoe men de reactor zodanig kan instellen dat hij een hoger, constant vermogen produceert.

De kerncentrale heeft een elektrisch vermogen van 600 MW en een rendement van 38%. Per splijtingsreactie komt gemiddeld 180 MeV energie vrij.

4p **2** Bereken de massa van de hoeveelheid uranium-235 die per uur nodig is om dit vermogen te leveren.

Lees het onderstaande artikel.

Nog veertig jaar uitstralen

Geruime tijd geleden is de kerncentrale bij Dodewaard stilgelegd en zijn de splijtstofstaven uit het complex verwijderd.
Inmiddels is de centrale gereedgemaakt om veertig jaar lang zijn straling te verliezen.
Deze straling is afkomstig van twee bronnen: van materiaal dat zelf radioactief geworden is en van spullen die alleen radioactief besmet zijn. De belangrijkste radioactieve stof is kobalt-60. Deze is ontstaan door de bestraling van het ijzer in de reactorwanden. De halveringstijd is zodanig dat er na veertig jaar minder dan 1/250e deel van de hoeveelheid kobalt-60 aanwezig is.
De gebouwen met radioactieve stoffen zijn ommuurd. Bij deze muren mag niet meer dan 4 becquerel per vierkante centimeter radioactiviteit gemeten worden, zo is de eis.

Kobalt-60 is ontstaan doordat ijzer-56 van de reactorwand voortdurend met neutronen werd bestraald.

4p **3** Geef de achtereenvolgende kernreacties die het ontstaan van kobalt-60 in de reactorwand beschrijven.

In het artikel staat een uitspraak over de halveringstijd van kobalt-60.

3p **4** Ga met een berekening na of deze uitspraak juist is.

Kobalt-60 zendt β- en γ-straling uit. Rondom de reactorwand is een betonnen muur gebouwd, die de β-straling volledig absorbeert maar nog een klein gedeelte van de γ-straling doorlaat.
Deze γ-straling heeft een energie van 1,0 MeV.

3p **5** Bereken hoe dik de betonnen muur minstens moet zijn opdat de intensiteit van de γ-straling tot 0,10% van de oorspronkelijke waarde gereduceerd wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een volwassene met een massa van $85\ \text{kg}$ staat gedurende 1 minuut aan de buitenzijde van de muur. Zie figuur 1.
Veronderstel dat men aan de buitenkant van deze muur een activiteit meet van $4\ \text{Bq}$ per cm^2. Hiermee bedoelt men dat er per cm^2 muuroppervlak 4 γ-deeltjes (van $1{,}0\ \text{MeV}$) per s worden doorgelaten.

figuur 1

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) H geldt:

$$H = Q\frac{E}{m}$$

Hierin is:
- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de zogenoemde (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor); in dit geval geldt dat $Q = 1$;
- E de geabsorbeerde stralingsenergie (in J);
- m de massa van de bestraalde persoon (in kg).

5p **6** Laat met een berekening zien dat de equivalente dosis die deze persoon ontvangt ver onder de norm ligt die in Binas vermeld staat.
Schat daartoe eerst het oppervlak van de man uit figuur 1 dat bestraald wordt en bereken hoeveel γ-deeltjes hem per seconde treffen.

natuurkundeuitgelegd.nl

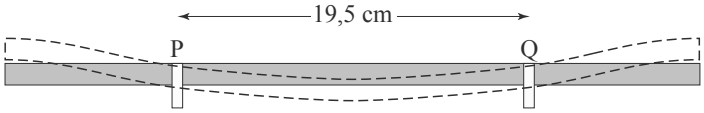
Opgave 2 Xylofoon

Een xylofoon is een muziekinstrument. Dit instrument bestaat uit een metalen frame, waarop houten klankstaven liggen die een toon voortbrengen als je er met xylofoonstokken op slaat. Onder de klankstaven hangen resonantiebuizen die het geluid versterken. Zie figuur 2.

figuur 2

Een van de klankstaven steunt op de plaatsen P en Q op het frame.
Zie figuur 3. Wanneer de klankstaaf in het midden wordt aangeslagen, ontstaat er in de staaf een staande transversale golf met knopen in de punten P en Q.

figuur 3

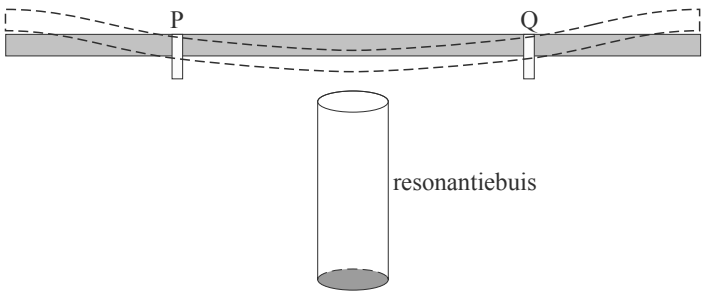


Deze klankstaaf brengt bij kamertemperatuur een toon voort met een frequentie van 440 Hz.

3p **7** Bereken de voortplantingssnelheid van de transversale golven in deze staaf.

De resonantiebuizen die onder de klankstaven hangen, zijn aan de bovenkant open en aan de onderkant gesloten. Zie figuur 4.

figuur 4



natuurkundeuitgelegd.nl

Na het aanslaan van een klankstaaf ontstaat in de lucht van de bijbehorende resonantiebuis een staande longitudinale golf met $1{,}3\ \text{cm}$ boven de buis een buik. De resonantiefrequentie is gelijk aan de frequentie van de klankstaaf. De resonantiebuis brengt de grondtoon voort. De temperatuur is $20\ ^\circ\text{C}$.

3p **8** Bereken de lengte van de resonantiebuis die onder de klankstaaf van $440\ \text{Hz}$ hangt.

Zonder de resonantiebuis geeft de klankstaaf op een bepaalde afstand een geluidsdrukniveau van $60\ \text{dB}$, mét resonantiebuis van $77\ \text{dB}$.

3p **9** Bereken de verhouding van de geluidsintensiteiten met en zonder resonantiebuis.

Opgave 3 Jan-van-gent

De jan-van-gent is de grootste zeevogel van het Noordzeegebied. Zie figuur 5.
Hij leeft van vis, die hij door middel van een snelle duik vanuit de lucht uit het water haalt. Vanaf een hoogte van $30\ \text{m}$ duikt hij daarbij zonder beginsnelheid loodrecht naar beneden en komt met een snelheid van ruim $100\ \text{km h}^{-1}$ in het water terecht.

figuur 5

4p **10** Toon aan dat deze snelheid in een vrije val over $30\ \text{m}$ niet gehaald wordt.

Een jan-van-gent heeft een massa van $2{,}8\ \text{kg}$. Op het tijdstip $t = 0\ \text{s}$ versnelt hij zonder verticale beginsnelheid door middel van een krachtige vleugelslag loodrecht naar beneden. Behalve de zwaartekracht levert hij dus zelf een kracht. Op $t = 0{,}82\ \text{s}$ is zijn snelheid $27\ \text{m s}^{-1}$.

4p **11** Bereken de gemiddelde kracht die de jan-van-gent tijdens dit gedeelte van zijn duik levert.

Vanaf $t = 0{,}82\ \text{s}$ werkt alleen de zwaartekracht nog. De jan-van-gent bevindt zich op dat moment nog $28\ \text{m}$ boven het water.

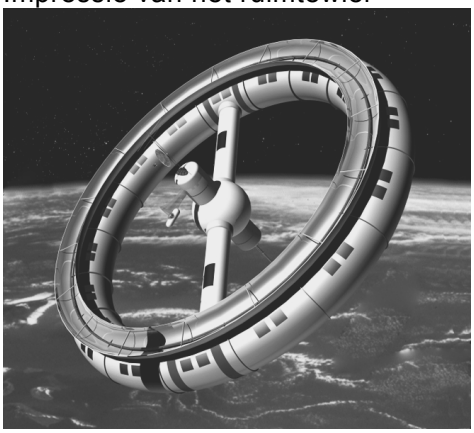
3p **12** Bereken met behulp van energiebehoud met welke snelheid hij in het water terecht komt. Verwaarloos daarbij de luchtweerstand.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Ruimtewiel

Het internationale ruimtestation ISS dat rond de aarde cirkelt, is gedeeltelijk afgeleid van de ideeën van de Duits-Amerikaanse raketgeleerde Wernher von Braun. Deze ontwierp in de jaren 50 van de vorige eeuw een wielvormig ruimtestation. Zie figuur 6.

figuur 6
Impressie van het ruimtewiel



We gaan er in het vervolg van deze opgave vanuit dat dit ruimtewiel ook werkelijk gerealiseerd is en op $1730\ \text{km}$ hoogte in een cirkelvormige baan rond de aarde draait.
Voor de baansnelheid v van een ruimteobject dat in een cirkelbaan met straal r om de aarde draait, geldt: $v = \sqrt{\frac{GM_{\text{aarde}}}{r}}$.

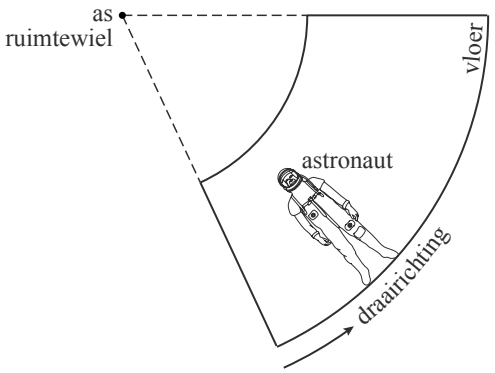
3p **13** Leid dit af.

3p **14** Bereken de omlooptijd van het ruimtewiel rond de aarde, in uur.

natuurkundeuitgelegd.nl

Doordat het ruimtewiel bovendien om zijn as draait, ondervindt een astronaut op de omtrek van het wiel een soort “kunstmatige zwaartekracht”.
In figuur 7 is een astronaut getekend die op de “vloer” van het ruimtewiel staat.
Figuur 7 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 7



2p **15** Leg uit hoe deze kunstmatige zwaartekracht van de astronaut ontstaat. Je mag daarbij gebruik maken van de figuur op de uitwerkbijlage.

Het ruimtewiel draait in $22\ \text{s}$ om zijn as. De grootte van de kunstmatige zwaartekracht aan de omtrek van het ruimtewiel is een derde van de zwaartekracht aan het aardoppervlak.

4p **16** Bereken de omtrek van het ruimtewiel.
Bereken daartoe eerst de hoeksnelheid ω.

Een ruimtewiel in de eenentwintigste eeuw maakt voor zijn energievoorziening gebruik van zonnecellen die zonlicht omzetten in elektrische energie. Het rendement van deze zonnecellen is 15%.
De gemiddelde intensiteit van het zonlicht dat de zonnecellen ontvangen is $0,70\ \text{kW m}^{-2}$.
Men wil in het ruimtewiel de elektrische stroom kunnen leveren bij een spanning van $48\ \text{V}$.

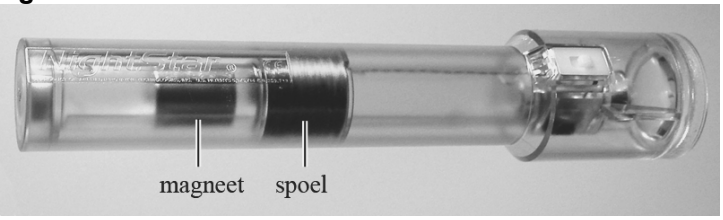
3p **17** Bereken de grootte van de stroomsterkte die er gemiddeld geleverd kan worden door een zonnepaneel van $200\ \text{m}^2$, geheel bedekt met zonnecellen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Schudlamp

Een schudlamp is een lamp die licht kan geven nadat je hem hebt heen en weer geschud. Zie figuur 8.

figuur 8

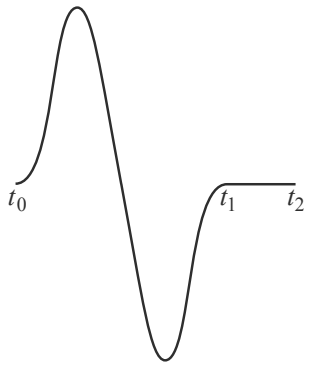


In het handvat zit een vaste spoel. Bij het schudden gaat een magneet door deze spoel heen en weer. Hierdoor wordt in de spoel een inductiespanning opgewekt.

2p **18** Leg uit dat er zowel een positieve als een negatieve spanning ontstaat als de magneet één keer door de spoel gaat.

In figuur 9 is het verloop van de inductiespanning getekend tussen de tijdstippen t_0 en t_1.
Tussen deze tijdstippen bewoog de magneet van links naar rechts door de spoel.
Vanaf het tijdstip t_2 bewoog de magneet twee keer zo langzaam terug van rechts naar links.
Figuur 9 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 9

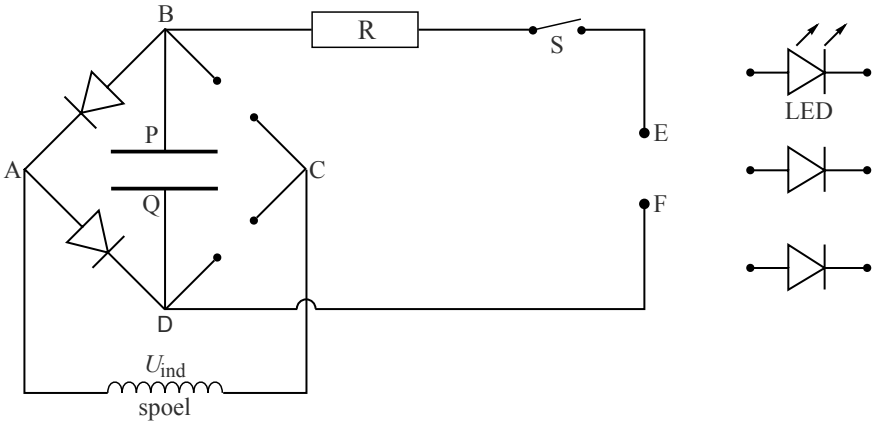


3p **19** Schets in de figuur op de uitwerkbijlage het verloop van de inductiespanning vanaf het tijdstip t_2.

natuurkundeuitgelegd.nl

De wisselspanning in de spoel wordt via een gelijkrichtschakeling van vier diodes omgezet in een gelijkspanning. Met deze gelijkspanning wordt een condensator opgeladen.
In figuur 10 is een gedeelte van de schakeling getekend. Naast de schakeling zijn drie componenten weergegeven, die nog in de schakeling moeten worden opgenomen.

figuur 10



Bij het sluiten van schakelaar S ontlaadt de condensator zich over de weerstand en gaat er een stroom lopen door een LED, die de lichtbron is van de schudlamp.

In figuur 10 staan de diodes en de LED los naast de schakeling getekend.
Figuur 10 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **20** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage:
- enkele elektrische veldlijnen tussen de platen P en Q van de condensator als deze is opgeladen;
- hoe de diodes tussen BC en tussen CD zijn aangesloten;
- hoe de LED tussen de punten E en F is aangesloten.

Als S wordt gesloten, kan de kring PBEFDQ gezien worden als een $RC-$kring.
De spoel en de diodes spelen dan geen rol meer.
Als de condensator volledig is opgeladen, kan de schudlamp maximaal 4,0 minuten licht geven.
De stroomsterkte door weerstand R en de LED is op dat tijdstip gedaald tot 20% van zijn beginwaarde.
De capaciteit van de condensator is 0,22 F. De weerstand van de LED is (in deze omstandigheden) 75 Ω.

4p **21** Bereken de weerstandswaarde van R.

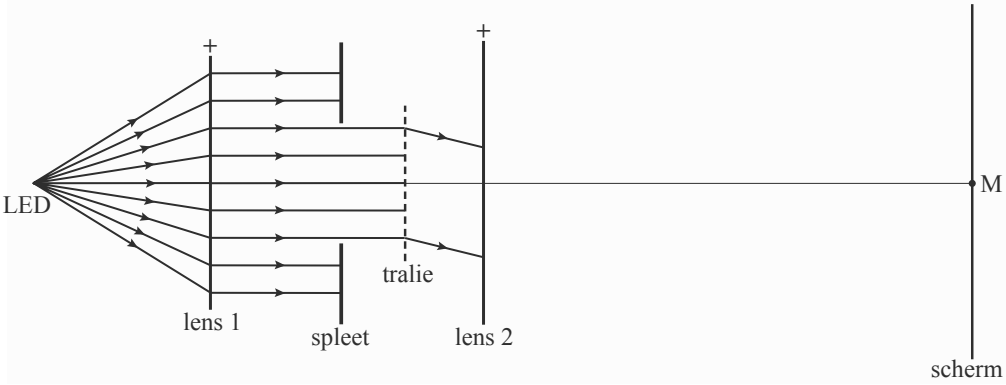
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Witte LED

De LED van de schudlamp van opgave 5 zendt wit licht uit. Marlies bekijkt het spectrum van de LED met behulp van een tralie. Eerst maakt zij met behulp van lens 1 en een spleet een smalle evenwijdige lichtbundel. Deze bundel valt op het tralie. Elke evenwijdige bundel licht die uit het tralie treedt, wordt door lens 2 naar één punt op een scherm geconvergeerd. Zie figuur 11.

figuur 11



In deze figuur zijn voor één bepaalde golflengte de uiterste stralen van een van de eerste-orde-bundels tot lens 2 weergegeven. Op het scherm is het interferentiepatroon te zien. Punt M is het nulde-orde-maximum. De getekende eerste-orde-bundel komt op het scherm samen in (het nog niet aangegeven) punt P. Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage. Deze figuur is niet op schaal.

3p **22** Teken in de figuur van de uitwerkbijlage de volledige lichtbundel die vanaf het tralie naar punt P gaat.

Marlies gebruikt een tralie met 400 lijnen per mm.
De afstand tussen lens 2 en het scherm is 28,6 cm.
De afstand tussen M en P is 6,3 cm.

4p **23** Bereken de golflengte van het licht dat in P scherp wordt afgebeeld.

Marlies laat het witte licht dat de schudlamp uitzendt door een filter op een fotocel vallen.
De kathode van deze fotocel is bedekt met een laagje cesium (Cs).
Zij beschikt over drie kleurenfilters die licht doorlaten met golflengtes van 450 tot 500 nm, 550 tot 600 nm en 650 tot 700 nm.

2p **24** Bepaal bij welk(e) filter(s) er *geen* foto-elektrisch effect optreedt.

Marlies meet bij het filter van 550 tot 600 nm de remspanning. Dit is de spanning die nodig is om de elektronen die uit de kathode vrijkomen met de grootste kinetische energie nog net voor de anode tot stilstand te brengen.

5p **25** Bereken deze remspanning.

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