Examen VWO

2007

tijdvak 2
woensdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 23 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 80 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.

700049-2-020o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Koperstapeling

Bij het hondenras ‘dobermann’ ontstaat relatief vaak de ziekte hepatitis als gevolg van opeenhoping (stapeling) van koper in de lever. Met behulp van de radioactieve isotoop koper-64 kan worden onderzocht of bij een bepaalde dobermann koper wordt vastgehouden door de lever.
Koper-64 zendt behalve β^--straling ook γ-straling uit. De γ-straling staat niet in Binas vermeld. De daar vermelde β^+ en K-vangst zijn voor deze opgave niet relevant.

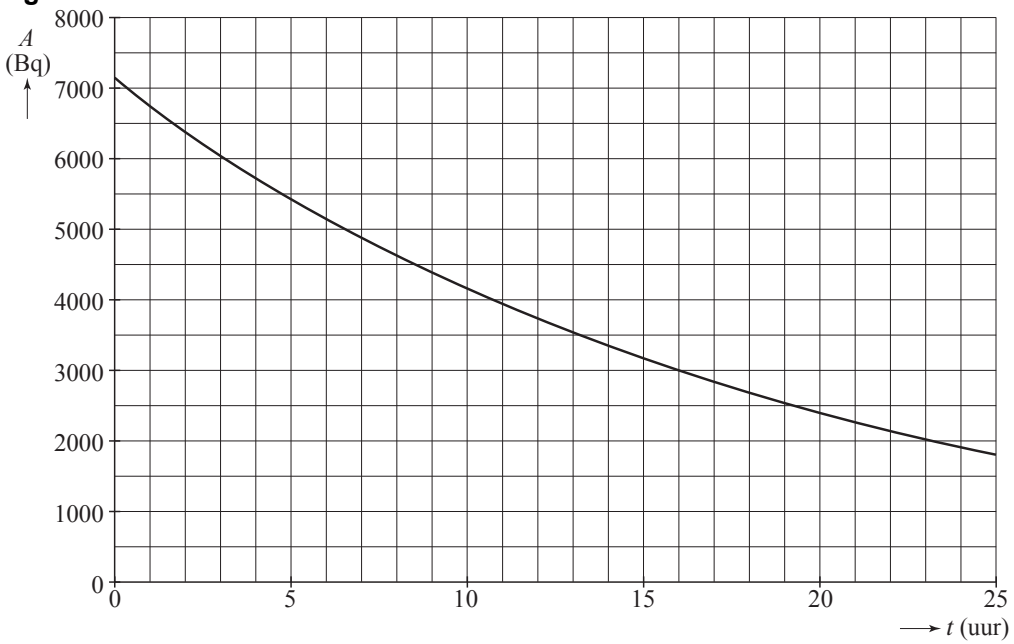
3p **1** Geef de vervalreactie van koper-64.

Een dobermann krijgt bij een onderzoek koper-64 ingespoten.
Met een speciaal meetinstrument kan men nagaan of het koper-64 door de lever wordt vastgehouden. Dit meetinstrument bevindt zich buiten het lichaam van de dobermann.

2p **2** Leg uit of voor dit onderzoek de β-straling of de γ-straling bruikbaar is.

In het diagram van figuur 1 staat de activiteit van de hoeveelheid ingespoten koper-64 als functie van de tijd. Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.
Veronderstel dat al dit koper zich ophoopt in de lever.

figuur 1



natuurkundeuitgelegd.nl

Een nadeel van het onderzoek is de stralingsbelasting die de dobermann oploopt ten gevolge van de uitgezonden β-straling.
Voor de ontvangen equivalente dosis (dosisequivalent) H geldt:

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

Hierin is:
- Q de (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor) die voor β-straling gelijk is aan 1;
- E de geabsorbeerde stralingsenergie;
- m de bestraalde massa.

De bestraalde massa bedraagt $60\ \text{g}$.

Bij het onderzoek wordt een equivalente dosis van $5{,}0\ \text{mSv}$ in de eerste $24\ \text{uur}$ aanvaardbaar geacht.

5p **3** Ga met een berekening na of deze waarde wel of niet overschreden wordt.
Bepaal daartoe eerst met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage hoeveel koperkernen in deze periode vervallen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Drinkbak

Figuur 2 toont een drinkbak voor koeien die automatisch bijgevuld wordt met een pomp. Deze pomp is aangesloten op een zonnepaneel.

Bij voldoende zonneschijn levert het paneel een maximaal vermogen van $22\ \mathrm{W}$ bij een uitgangsspanning van $18\ \mathrm{V}$. Elk rondje op de foto is een zonnecel die een spanning van $0{,}50\ \mathrm{V}$ levert.

figuur 2

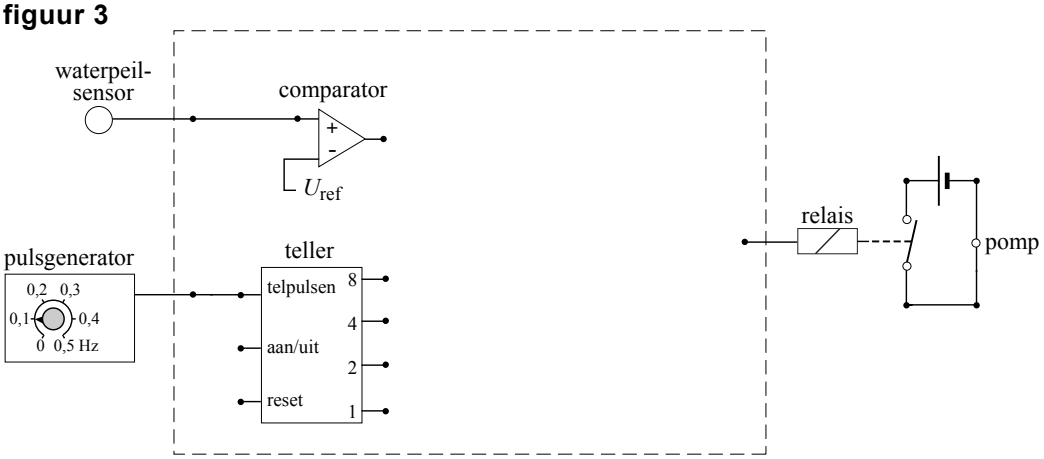
2p **4** Leg uit hoe de zonnecellen in het paneel geschakeld zijn.

2p **5** Bereken de maximale stroomsterkte die dit zonnepaneel kan leveren.

natuurkundeuitgelegd.nl

Wanneer het waterpeil beneden een bepaald niveau zakt, zet een automatisch systeem een pomp in werking die water uit een nabijgelegen sloot in de bak pompt. In figuur 3 is een deel van het automatische systeem getekend.
Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.
Het waterniveau wordt met behulp van een comparator vergeleken met een ingestelde waarde. De comparator geeft een laag signaal wanneer het waterpeil beneden het ingestelde niveau zakt. De pomp is in werking als het relais een hoog signaal ontvangt.

figuur 3



Het systeem voldoet aan de volgende eisen:
- de pomp begint te werken zodra het waterpeil lager wordt dan het ingestelde niveau;
- vanaf het moment dat het waterpeil het ingestelde niveau weer bereikt, blijft de pomp nog 1 minuut werken.

De pulsgenerator geeft elke $10\ \text{s}$ een puls aan de pulsenteller. Deze teller staat aan als er niets is aangesloten op de aan/uit-ingang.

5p **6** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de verbindingen en de verwerkers die nodig zijn om het systeem goed te laten werken.

Om het water vanuit de sloot in de drinkbak te pompen moet een hoogteverschil van $1{,}2\ \text{m}$ worden overbrugd. Van het door de zonnestraling geleverd vermogen wordt op een gegeven moment $9{,}1\ \text{W}$ nuttig gebruikt.

3p **7** Bereken hoeveel kilogram water de pomp dan in $1{,}0$ minuut in de bak pompt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Kolibrie

De kolibrie is een klein vogeltje dat door de snelle vleugelslag stil kan blijven hangen in de lucht. Zie figuur 4. Een onderzoeker maakte deze foto om de lengte l van de vogel te bepalen.
Hij gebruikte een telelens met een brandpuntsafstand van $135\ \text{mm}$. De afstand van kolibrie tot lens was $1{,}80\ \text{m}$. Het beeld werd vastgelegd op een beeldchip. De afmetingen van deze beeldchip zijn $12{,}8 \times 9{,}6\ \text{mm}$. Figuur 4 is een volledige afbeelding van het vastgelegde beeld.

figuur 4

5p **8** Bepaal de lengte l van de kolibrie.

De onderzoeker hoort een zoemtoon die wordt veroorzaakt door het trillen van de vleugels. Op $1{,}80\ \text{m}$ afstand van de kolibrie bedraagt het geluids(druk)niveau $38\ \text{dB}$. Ga ervan uit dat de geluidsbron puntvormig is en dat het geluid in alle richtingen gelijk verdeeld wordt.

3p **9** Bereken het geluidsvermogen P dat door de vleugels geproduceerd wordt.

De onderzoeker wil te weten komen hoe groot de maximale snelheid van de vleugeltips is als de kolibrie stil hangt voor een bloem. Hij meet een zoemtoon van $75\ \text{Hz}$ ten gevolge van het trillen van de vleugels. Hij neemt aan dat de vleugeltips bij benadering een harmonische trilling uitvoeren. Uitgaande van gemaakte foto's schat hij de amplitudo op $7{,}0\ \text{cm}$.

3p **10** Bereken de maximale snelheid van de vleugeltips.

De kolibrie vliegt naar een andere bloem. Bij het vliegen is de frequentie waarmee de vleugels op en neer gaan lager dan tijdens het stilhangen voor een bloem.
Tijdens het vliegen verandert de vogel voortdurend van richting. De waargenomen frequentie van de zoemtoon tijdens het vliegen blijkt te variëren tussen 40 en $60\ \text{Hz}$. De onderzoeker vraagt zich af of deze variatie in frequentie kan worden veroorzaakt door het dopplereffect. De onderzoeker weet dat de gemiddelde snelheid van dit soort kolibries $40\ \text{km h}^{-1}$ bedraagt met uitschieters tot $65\ \text{km h}^{-1}$. De temperatuur van de lucht is $20\ ^\circ\text{C}$.

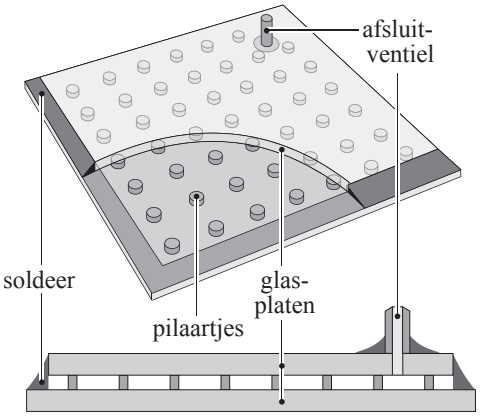
4p **11** Ga met een berekening na of de waargenomen variatie in de frequentie kan worden verklaard met het dopplereffect.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Vacuümglas

Lees het volgende artikel.

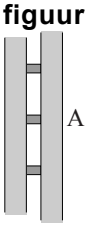
In plaats van ruiten van gewoon dubbelglas worden tegenwoordig in woningen ook ruiten van zogenaamd vacuümglas toegepast.
Bij gewoon dubbelglas bevindt zich droge lucht tussen de twee glasplaten. De ruit is 12 mm dik.
Bij vacuümglas is de ruimte tussen de twee glasplaten vacuüm. Minuscule pilaartjes voorkomen dat de glasplaten tegen elkaar aangedrukt worden.
De ruit is nauwelijks dikker dan 6 mm en isoleert beter dan een ruit van gewoon dubbelglas.



De warmtegeleiding via de pilaartjes is verwaarloosbaar.

2p **12** Leg uit waarom vacuümglas beter isoleert dan gewoon dubbelglas.

figuur 5



Een ruit van vacuümglas heeft een oppervlakte van $1{,}20\ \text{m}^2$.
Tussen de glasplaten bevinden zich 60 pilaartjes. Deze pilaartjes vangen samen de totale kracht op die de buitenlucht op de ruit uitoefent. In figuur 5 is een gedeeltelijke doorsnede van het vacuümglas met drie pilaartjes getekend.
De buitenluchtdruk is 1013 hPa.

3p **13** Bereken de kracht die de rechter glasplaat op het pilaartje bij A uitoefent.

natuurkundeuitgelegd.nl

Voor P, de hoeveelheid warmte die per seconde door een ruit gaat, geldt:

$$P = \mu A \Delta T$$

Hierin is:
- μ de warmtedoorgangscoëfficient van de ruit;
- A de oppervlakte van de ruit;
- ΔT het temperatuurverschil tussen binnen- en buitenkant van de ruit.

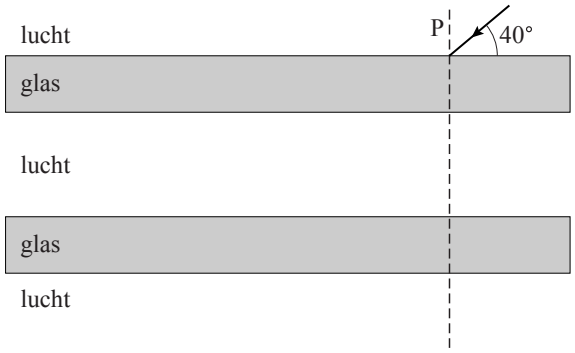
De waarde van μ voor een ruit van vacuümglas is $1{,}4\ \mathrm{W\,m^{-2}\,K^{-1}}$.
De waarde van μ voor een ruit van dubbelglas is $3{,}5\ \mathrm{W\,m^{-2}\,K^{-1}}$.

Op een bepaalde middag is gedurende $4{,}0$ uur de buitentemperatuur $3{,}0\ ^\circ\mathrm{C}$ en de binnentemperatuur $19\ ^\circ\mathrm{C}$. Het vertrek dat verwarmd wordt, heeft ruiten met een totale oppervlakte van $6{,}0\ \mathrm{m^2}$. De verwarmingsinstallatie verbrandt Gronings aardgas en heeft een rendement van 90%.

5p **14** Bereken hoeveel kubieke meter (Gronings) aardgas men in die $4{,}0$ uur bespaart bij gebruik van vacuümglas in plaats van gewoon dubbelglas.

In figuur 6 is gewoon dubbelglas getekend. Een lichtstraal valt onder een hoek van 40° met de ruit in bij punt P.

figuur 6



Figuur 6 staat ook op de uitwerkbijlage. De brekingsindex van het glas is $1{,}55$.

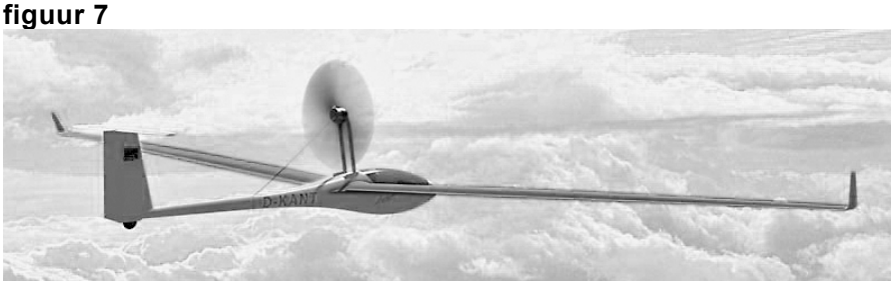
5p **15** Teken het vervolg van de lichtstraal door de twee glasplaten. Bereken daartoe eerst de hoek van breking bij punt P.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Zweefvliegen

De Antares is een zweefvliegtuig met een inklapbare propeller. Bij het opstijgen wordt de propeller gebruikt. Als het zweefvliegtuig op hoogte is, wordt de propeller stilgezet en ingeklapt.
In figuur 7 zie je de Antares met uitgeklapte propeller.

figuur 7



Het zweefvliegtuig heeft een maximale verticale stijgsnelheid van $4{,}6\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.
De massa van het vliegtuig is $420\ \mathrm{kg}$.

2p **16** Bereken het vermogen dat minimaal nodig is om het vliegtuig met deze snelheid te laten stijgen.

Bij het opstijgen op een windstille dag beweegt het zweefvliegtuig schuin omhoog met een snelheid van $27{,}2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ ten opzichte van de lucht. De stijgsnelheid is $4{,}6\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. In de figuur op de uitwerkbijlage is de vector van de stijgsnelheid getekend.

3p **17** Bepaal door constructie in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de stijghoek ten opzichte van de horizontaal.

De accu's voor de elektromotor van de propeller kunnen een maximaal vermogen leveren van $42\ \mathrm{kW}$.
Een acculader laadt deze accu's in $9{,}0$ uur volledig op. Deze acculader is aangesloten op de netspanning van $230\ \mathrm{V}$ en neemt gedurende het laden gemiddeld een stroomsterkte van $12{,}0\ \mathrm{A}$ af. De elektrische energie die de accu's kunnen leveren bedraagt 75% van de energie die de acculader uit het net heeft afgenomen.

4p **18** Bereken hoeveel minuten de accu's de propeller met maximaal vermogen kunnen aandrijven.

Het vliegtuig heeft een nieuw type kreukelzone. Daardoor heeft de piloot een grote kans een frontale botsing tegen een stevige muur te overleven. Neem aan dat de kreukelzone bij zo'n botsing met $80\ \mathrm{km\,h^{-1}}$ over $200\ \mathrm{cm}$ wordt ingedeukt. Neem verder aan dat de veiligheidsriemen zover uitrekken dat de piloot $40\ \mathrm{cm}$ vanaf de rugleuning naar voren schuift en dat de piloot een massa heeft van $75\ \mathrm{kg}$.

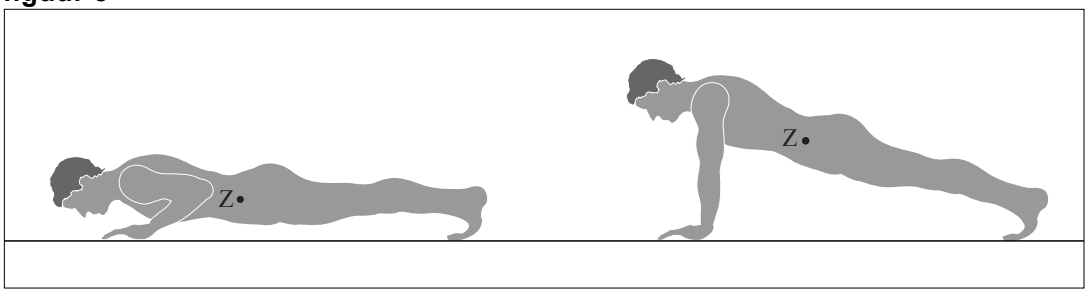
4p **19** Bereken de gemiddelde vertraging die de piloot tijdens zo'n botsing zou ondervinden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Warming-up

Een sporter doet een warming-up. Twee onderdelen daarvan zijn opdrukken en een intervaltraining. Opdrukken is vooral bedoeld voor arm- en rugspieren. Daarbij duwt de sporter zijn lichaam vanuit een (vrijwel) horizontale stand met zijn armen omhoog. Bij deze training houdt hij zijn rug gestrekt en raken alleen zijn voeten en handen de grond. De tekeningen van figuur 8 tonen de sporter in de laagste en in de hoogste stand van het opdrukken. Z is het zwaartepunt van de sporter.

figuur 8



Op de uitwerkbijlage is de rechtertekening vergroot weergegeven. In die tekening is S het draaipunt van de beweging. De sporter heeft een massa van 64 kg. De kracht op één hand is getekend met een vectorpijl.

4p **20** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van deze kracht.

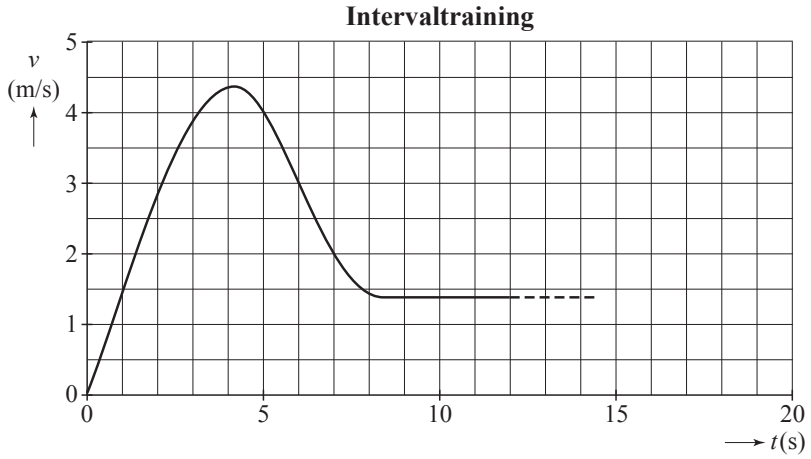
De sporter drukt zich langzaam op van de horizontale stand naar de schuine stand zoals getekend in figuur 8. De lengte van de sporter is 1,70 m.

4p **21** Bepaal de arbeid die minimaal nodig is om de sporter van de horizontale positie in de schuine positie te brengen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Na het opdrukken gaat de sporter verder met zijn warming-up. Hij doet een intervaltraining waarbij hij afwisselend hardloopt en gewoon loopt. Van het eerste deel van die beweging is het snelheid-tijd-diagram gegeven in figuur 9. Figuur 9 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 9



De luchtweerstand mag je verwaarlozen.

3p **22** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de kracht die nodig is om de snelheidstoename tussen 0 en 2 s te bereiken.

De afstand die de sporter aflegt tijdens het eerste interval, hardlopend én gewoon lopend, is 50 m. Figuur 9 staat nogmaals op de uitwerkbijlage.

4p **23** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de tijdsduur van het eerste interval.

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