Examen VWO

2008

tijdvak 2
woensdag 18 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 76 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.

800049-2-020o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Friteuse

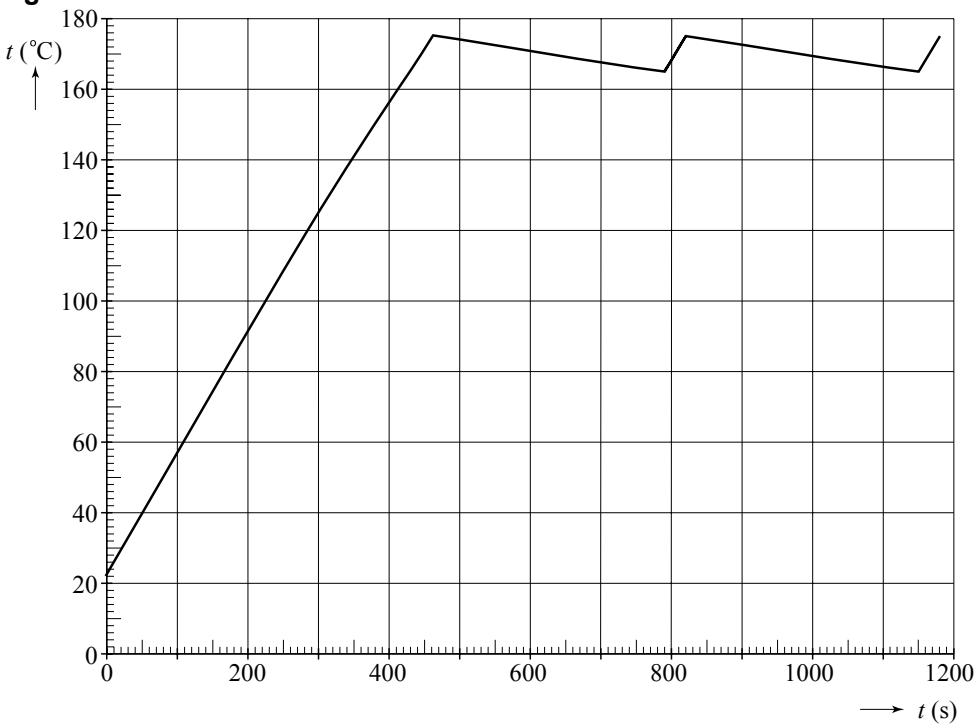
André doet onderzoek aan een frituurpan.
Zie figuur 1.
De netspanning is $230\ \mathrm{V}$ en het elektrisch vermogen van de friteuse is $1800\ \mathrm{W}$.

figuur 1

3p **1** Bereken de elektrische weerstand van het verwarmingselement van de friteuse.

De friteuse bestaat uit een metalen binnenpan en wanden van warmte-isolerend materiaal. De binnenpan is gevuld met $2{,}00\ \mathrm{kg}$ vloeibaar frituurvet. De thermostaat van de friteuse is ingesteld op $170\ ^\circ\mathrm{C}$. Hij zet de friteuse 20 minuten aan en meet met een temperatuursensor de temperatuur van het frituurvet. Zie figuur 2.

figuur 2



Tijdens het verwarmen blijft de deksel gesloten. De temperatuur van de binnenpan is altijd gelijk aan de temperatuur van het vet. De warmtecapaciteit van de lege binnenpan plus verwarmingselement is $1{,}6{\cdot}10^{3}\ \mathrm{J\,K^{-1}}$. De warmte die tijdens de eerste 200 seconden door de binnenpan wordt afgestaan aan de omgeving is te verwaarlozen.

4p **2** Bepaal met behulp van figuur 2 de soortelijke warmte van het frituurvet.

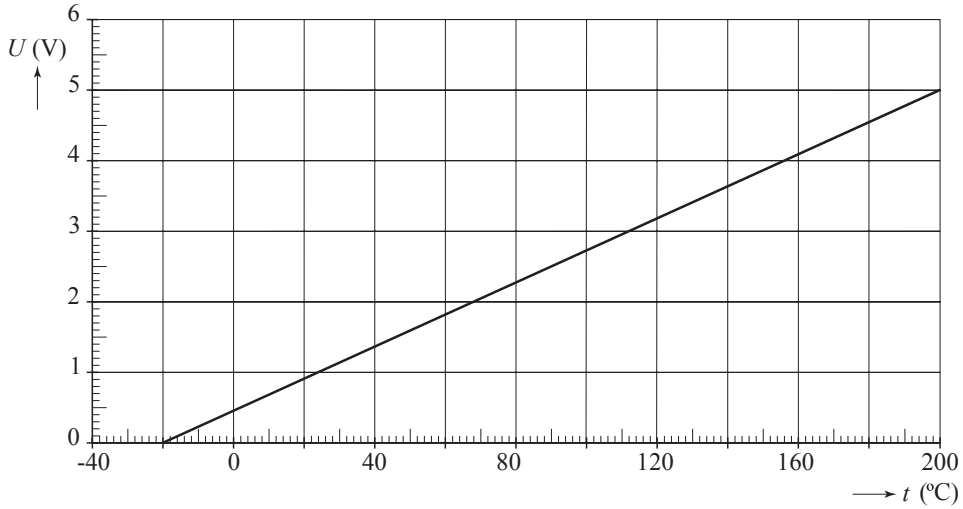
natuurkundeuitgelegd.nl

Enige tijd na het aanzetten is de warmte die wordt afgestaan aan de omgeving niet meer verwaarloosbaar.

3p **3** Leg uit hoe André met behulp van figuur 2 het gemiddelde warmteverlies per seconde kan bepalen na $t = 500$ s. (Je hoeft de bepaling niet uit te voeren.)

De ijkgrafiek van de temperatuursensor staat in figuur 3.

figuur 3



André sluit de temperatuursensor aan op een 4-bits analoog-digitaal-omzetter (AD-omzetter), die ingangsspanningen van 0 tot 5 V kan verwerken.

3p **4** Bereken het kleinst meetbare temperatuurverschil voor deze combinatie van temperatuursensor en AD-omzetter.

André bouwt het thermostaatsysteem na. Met een andere thermometer heeft hij gemeten dat de digitale code van de AD-omzetter overgaat van code 1101 naar 1110 als de temperatuur van het vet de 172 °C passeert.
In de figuur op de uitwerkbijlage is een gedeelte van zijn schakeling getekend.

Het systeem voldoet aan de volgende eisen:
- Het verwarmingselement kan alleen ingeschakeld zijn als de aan/uit schakelaar gesloten is.
- Het verwarmingselement wordt ingeschakeld als de weergegeven temperatuur lager is dan 172 °C.
- Het verwarmingselement wordt uitgeschakeld als de weergegeven temperatuur boven de 172 °C uitkomt.

5p **5** Teken binnen de stippellijnen op de uitwerkbijlage de verwerkers en verbindingen die nodig zijn om het systeem goed te laten werken. Gebruik daartoe alleen verwerkers uit tabel 17B van Binas.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Valtoren

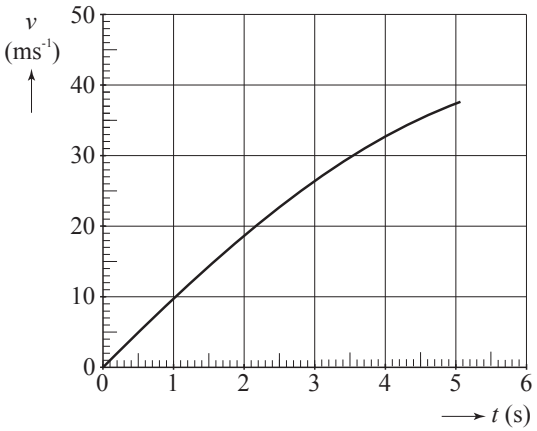
Wetenschappers willen bestuderen hoe vloeistofstromen verlopen als er geen zwaartekracht zou zijn. Om het effect van de zwaartekracht uit te schakelen worden de experimenten uitgevoerd in een capsule die een vrije val maakt. De vloeistoffen zijn dan gewichtloos.

Deze experimenten kunnen worden uitgevoerd in de valtoren van Bremen, waarin een capsule over een afstand van $110\ \text{m}$ kan vallen, zie figuur 4.

figuur 4

In figuur 5 staat de (v,t)-grafiek van een vallende capsule. Op $t = 5{,}1\ \text{s}$ heeft de capsule $110\ \text{m}$ afgelegd.

figuur 5



Aan de grafiek is te zien dat de capsule tijdens deze val luchtweerstand ondervond.

4p **6** Bepaal hoeveel procent van de oorspronkelijke zwaarte-energie na $110\ \text{m}$ in warmte was omgezet ten gevolge van de luchtweerstand.

Figuur 5 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **7** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage hoe de grafiek zou lopen indien er helemaal geen luchtweerstand was geweest. Laat de grafiek eindigen op het tijdstip dat de $110\ \text{m}$ is afgelegd.

natuurkundeuitgelegd.nl

In de valtoren bevindt zich een cilindervormige valbuis met een lengte van $120\ \text{m}$ en een diameter van $3{,}5\ \text{m}$. Om de gewichtloze toestand zo goed mogelijk te benaderen wordt de valbuis vacuüm gepompt.
De luchtdruk is $1025\ \text{hPa}$ en de temperatuur is $20\ ^\circ\text{C}$.
De molaire massa van lucht is $28{,}8\ \text{g}$.

4p **8** Bereken de massa van de lucht die uit de buis gepompt moet worden. Verwaarloos daarbij het volume dat door apparatuur en dergelijke ingenomen wordt.

In werkelijkheid is het niet mogelijk om de buis volledig vacuüm te pompen. Daardoor is de vloeistof in de capsule net niet helemaal gewichtloos. Men spreekt dan van microzwaartekracht: tijdens het vallen blijkt het gewicht nog maar een miljoenste deel van de gewone zwaartekracht te zijn.

3p **9** Bereken het gewicht van $1{,}0\ \text{mL}$ siliconenolie tijdens het vallen.

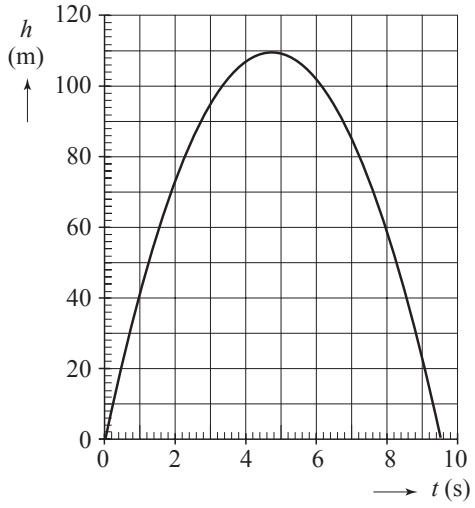
Aan het einde van de val over $110\ \text{m}$ wordt de capsule opgevangen in een tank met polystyreenbolletjes en over een afstand van $7{,}5\ \text{m}$ eenparig vertraagd afgeremd.
De proefopstellingen in de capsule moeten bestand zijn tegen hele grote krachten.

4p **10** Leg dit uit. Bereken daartoe eerst de vertraging die de capsule ondergaat, uitgedrukt in de valversnelling g.

In plaats van de capsule op te hijsen en te laten vallen, kan men de capsule ook naar boven schieten met een soort katapult.
Figuur 6 is het bijbehorende (h,t)-diagram; $h = 0$ is zowel de hoogte waarop de capsule loskomt van de katapult als de hoogte waarop het afremmen van de landing begint.

2p **11** Leg uit hoe lang de tijdsduur is dat de vloeistof vrijwel gewichtloos is.

figuur 6



natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Thallium

Lees onderstaand artikel.

> Thallium (Tl) is vooral bekend als rattengif. Schrijvers van detectiveboeken gebruiken het in hun verhalen. Sommige geheime diensten proberen er hun tegenstanders mee uit te schakelen. Lage, moeilijk te detecteren concentraties kunnen al dodelijk zijn.
> De isotoop Tl-201 wordt gebruikt in de nucleaire geneeskunde, onder andere bij de diagnose van problemen aan het hart. Tl-201 wordt in het bloed gespoten en bereikt de gezonde delen van het hart. Met een camera die gevoelig is voor de uitgezonden straling wordt dan een foto van het hart gemaakt. Zieke delen van het hart en omgeving nemen geen Tl-201 op en zijn niet zichtbaar op een dergelijke opname.

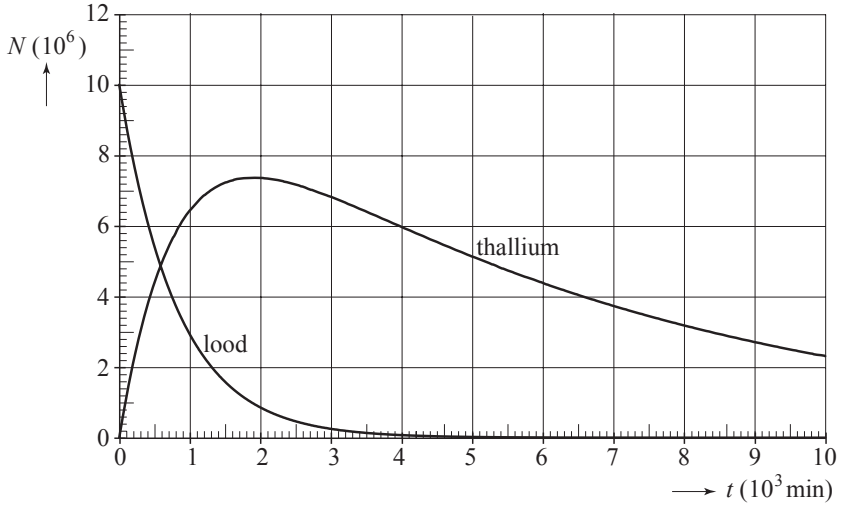
Kleine hoeveelheden thallium zijn aan te tonen met de methode van neutronenactivering. Door het stabiele Tl-203 te beschieten met neutronen ontstaat Tl-204. Dit Tl-204 is radioactief en vervalt onder andere door uitzending van β^--straling.

3p **12** Geef de reactievergelijking voor dit verval van Tl-204.

1p **13** Leg uit waarom een γ-straler wel geschikt is voor de in het artikel beschreven diagnostiek en een α- of β-straler niet.

Tl-201 ontstaat door verval van Pb-201, dat kunstmatig gemaakt wordt. In figuur 7 zijn de aantallen Tl- en Pb-kernen als functie van de tijd te zien als er op $t = 0$ alleen $10 \cdot 10^6$ kernen Pb-201 zouden zijn geweest. Figuur 7 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 7



Op $t = 1{,}9 \cdot 10^3$ min is het aantal kernen Tl-201 maximaal.

4p **14** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de activiteit van het Tl-201 op dat moment.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Onderwatergeluid

Lees onderstaand artikel.

> De Koninklijke marine heeft met groot succes een door TNO ontwikkeld nieuw type sonar getest, LFAS (low frequency active sonar). Deze laagfrequente actieve sonarsystemen zijn gebaseerd op geluid tot 2000 Hz en dragen veel verder in de oceaan dan de tot nu toe gebruikte systemen.

Een sonar zendt onder water geluidsgolven uit die na weerkaatsing tegen voorwerpen kunnen terugkomen. Uit de tijd die het geluid er over doet om heen en terug te gaan, kan de afstand tot het voorwerp bepaald worden.

De sonar van een schip wordt ingezet om een rots onder water op te sporen. De echo van het geluid wordt $4{,}35$ s na het uitzenden opgevangen. De temperatuur van het zeewater is 20 °C.

3p **15** Bereken de afstand van het schip tot de rots.

Met een $2{,}0$ kHz sonar kunnen in zee scholen vis worden gedetecteerd. Vissen kleiner dan een halve meter die alleen zwemmen zijn hiermee echter niet of nauwelijks te detecteren.

3p **16** Leg met een berekening uit waarom deze vissen slecht met deze sonar kunnen worden gedetecteerd.

Bij de marine gebruikt men onderwatergeluid met een zeer sterk volume. De geluidsbron levert daarbij op 30 m afstand een geluids(druk)niveau van 160 dB.

3p **17** Bereken het vermogen van deze geluidsbron er van uitgaande dat in alle richtingen even sterk wordt uitgezonden. (In werkelijkheid wordt er maar in een zeer beperkte richting uitgezonden.)

Het gebruik van de LFAS-sonar is omstreden. Dolfijnen en walvissen, die onderling ook communiceren met sonar, worden tot op grote afstand in de war gebracht door deze geluidsgolven.
Men gaat ervan uit dat deze dieren last hebben van LFAS zodra het geluids(druk)niveau ervan meer is dan 50 dB, het normale geluids(druk)niveau van een rustige zee.

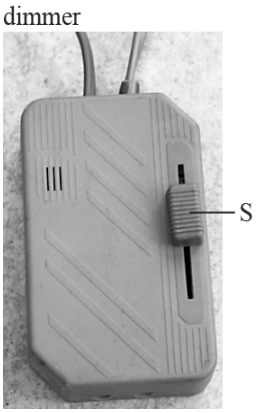
4p **18** Laat met behulp van een berekening zien of deze dieren op $1{,}0 \cdot 10^3$ km afstand last hebben van bovengenoemde geluidsbron. Verwaarloos daarbij de afname van de sterkte van het geluid door andere oorzaken dan de toegenomen afstand.

natuurkundeuitgelegd.nl

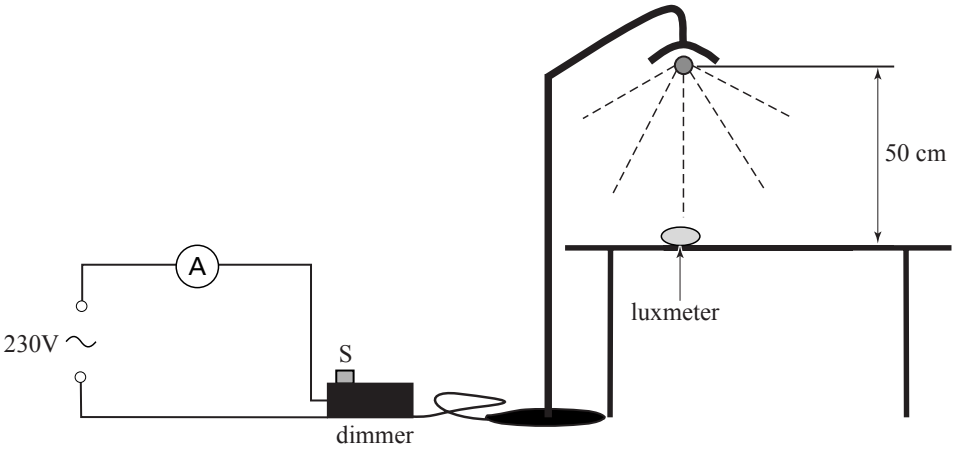
Opgave 5 Leeslamp

Nicole gaat binnenkort studeren. Zij heeft op haar kamer een werkplek met een bureau en een leeslamp. Zij gaat daar lezen, werktekeningen maken, werken met de laptop enzovoort. Daarom moet zij het licht aan de werkzaamheden kunnen aanpassen. Met een dimmer, zie figuur 8, kan zij de verlichtingssterkte regelen.
Om de verlichtingssterkte en het energieverbruik te kunnen meten maakt zij een opstelling waarvan figuur 9 een schets is.

figuur 8



figuur 9



De leeslamp met dimmer wordt via een ampèremeter aangesloten op het lichtnet. De lamp bevindt zich $50\ \text{cm}$ boven het tafelblad. Op de tafel ligt een luxmeter die de verlichtingssterkte E in lx (lux) meet.
Door de schuif S van de dimmer van stand 0 naar 5 te verplaatsen verandert de stroomsterkte in het getekende circuit en gaat de lamp steeds feller branden.
In tabel 1 vind je bij verschillende standen van S de gemeten stroomsterke I en de bijbehorende verlichtingssterkte E.

tabel 1

Stand S	I (A)	E (lx)
0	$5{,}0\cdot10^{-3}$	0
1	0,10	2
2	0,20	87
3	0,30	478
4	0,40	915
5	0,42	982

Een kWh kost € 0,15.

3p **19** Bereken het bedrag dat Nicole in een jaar moet betalen voor de elektrische energie van de lamp, ook al laat ze de dimmer steeds in stand 0 staan.

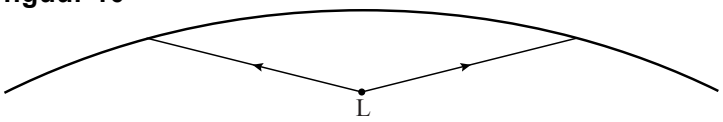
natuurkundeuitgelegd.nl

Nicole definieert de nuttige lichtopbrengst van de leeslamp als de verlichtingssterkte E op de tafel per eenheid van elektrisch vermogen.

3p **20** Ga door berekening na bij welke stand van de dimmer de nuttige opbrengst van de bureaulamp het grootst is.

In de lampenkap is een spiegelend oppervlak aangebracht om ervoor te zorgen dat het licht naar beneden op de tafel gericht wordt. Zie figuur 10.

figuur 10



In figuur 10 zijn twee lichtstralen getekend van de lamp naar het spiegelend oppervlak. Figuur 10 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **21** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage zo nauwkeurig mogelijk het vervolg van de lichtstralen.

Als de lamp op volle sterkte brandt, is de verlichtingssterkte E recht onder de lamp op een afstand van $50\ \text{cm}$ gelijk aan $982\ \text{lx}$.
Het verlichte cirkelvormige oppervlak op $50\ \text{cm}$ onder de lamp heeft een diameter van $1{,}60\ \text{m}$. Neem aan dat door gebruik van de spiegel de verlichtingssterkte E over het hele oppervlak even groot is en al het licht van de lamp de tafel bereikt.
Op de verpakking van de gebruikte halogeenlamp staat dat de lichtstroom Φ van deze lamp gelijk is aan $1800\ \text{lm}$ (lumen) als hij maximaal brandt.
$1\ \text{lx} = 1\ \text{lm m}^{-2}$ (1 lux = 1 lumen per vierkante meter).

3p **22** Ga op grond van de gemeten verlichtingsterkte na of de werkelijke lichtstroom van de lamp overeenkomt met de informatie op de verpakking.

Bij het maken van werktekeningen heeft Nicole een grotere verlichtingssterkte nodig dan $982\ \text{lx}$. Zij beschikt over een lens met een brandpuntsafstand van $25\ \text{cm}$. Door deze op een afstand van $20\ \text{cm}$ onder de lamp te plaatsen wordt de verlichtingssterkte op de tafel meer dan twee keer zo groot.
In de figuur op de uitwerkbijlage zijn de lamp, de lens en het tafelblad op schaal $1{:}10$ getekend. Tevens is de lichtbundel getekend die van de lamp direct op de lens valt.

4p **23** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het verdere verloop van deze lichtbundel tot op het tafelblad. Bereken daartoe eerst de beeldafstand.

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