

**Nationale
Natuurkunde Olympiade**

Eerste ronde 2014

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2014

Voor je liggen de opgaven van de eerste ronde. Deze toets is gesplitst in twee delen: een deel met 15 meerkeuzevragen en een deel met 4 open vragen.

De totale tijd die je voor het maken van de toets krijgt is 2 klokuren.

Elke meerkeuzevraag levert bij goede beantwoording **2 punten** op.

Elke open vraag levert bij goede beantwoording **5 punten** op.

Je kunt in totaal dus **50 punten** behalen.

Voor de meerkeuzevragen geldt het volgende:

- Er is slechts één antwoord goed. Staat volgens jou het goede antwoord er niet bij, kies dan wat er het dichtste bij ligt.
- Vul je antwoorden in op het bijgevoegde antwoordenblad. Uitsluitend dit antwoordenblad wordt gebruikt om je score voor de meerkeuzevragen vast te stellen.

Voor de open vragen geldt:

- Noteer niet uitsluitend antwoorden, maar ook je redeneringen, de formules die je gebruikt hebt en je berekeningen. Ook voor gedeeltelijk uitgewerkte vragen kun je punten krijgen.
- Maak elke opgave op een **apart blad**.
- Noteer op **elk blad** je naam en de naam van je school.

Je mag van het Binasboek en een (grafische) rekenmachine gebruik maken.

Veel succes!

Deze opgaven zijn samengesteld door: Lieke Heimel-Robeer, Jan Hoekstra, Patricia Huisman-Kleinherenbrink, Hans Jordens, Enno van der Laan, Ad Mooldijk, Pieter Smeets en Berend Tiesinga.

MEERKEUZEVRAGEN

- 1 De foto toont verschillende kerkklokken, variërend van vrij klein tot best groot. De klokken hangen vlak bij elkaar. Een kleine klok laat een hoge toon horen en een grote klok een lage toon.
Iemand laat een grote en een kleine klok tegelijk luiden.

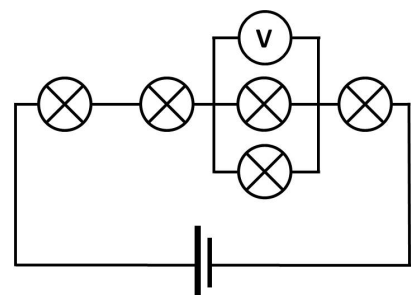


- Welke van de twee geluiden van de klokken neemt een waarnemer op geruime afstand het eerste waar?
- A Het geluid van de kleine klok.
 - B Het geluid van de grote klok.
 - C De waarnemer neemt ze tegelijk waar.
 - D Daar kun je niets over zeggen, dat hangt van veel factoren af.

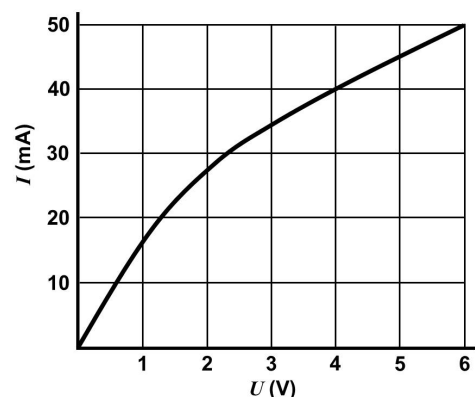
- 2 Wanneer een vuurpijl ontstoken wordt, ontstaan er gassen die onder hoge druk de pijl verlaten. Zo'n vuurpijl wordt elektrisch ontstoken op de maan. (Het feit dat de maan geen atmosfeer heeft, speelt geen rol in de chemische reacties die in de vuurpijl plaatsvinden.)

- Welk van onderstaande uitspraken is de juiste?
- A De vuurpijl stijgt niet op.
 - B De vuurpijl stijgt wel op, maar komt minder hoog dan op aarde.
 - C De vuurpijl stijgt wel op en komt even hoog als op aarde.
 - D De vuurpijl stijgt wel op en komt hoger dan op aarde.

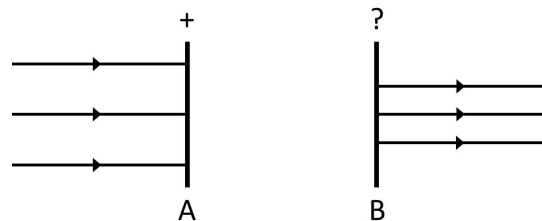
- 3 In een schakeling zijn vijf identieke gloeilampjes en een voltmeter opgenomen. Zie de figuur. De spanning van de voeding is 14 Volt. De stroom-spanning karakteristiek van de gebruikte lampjes is hieronder weergegeven.



- Wat wijst de voltmeter aan?
- A 3,5 V
 - B Tussen 2,0 en 3,5 V
 - C 2,0 V
 - D Minder dan 2,0 V



- 4 A en B zijn twee lenzen. Lens A is positief. Op lens A valt een evenwijdige lichtbundel die, na de lenzen A en B gepasseerd te zijn, weer evenwijdig uit lens B treedt. Zie de tekening.



- Welke uitspraak kan waar zijn?

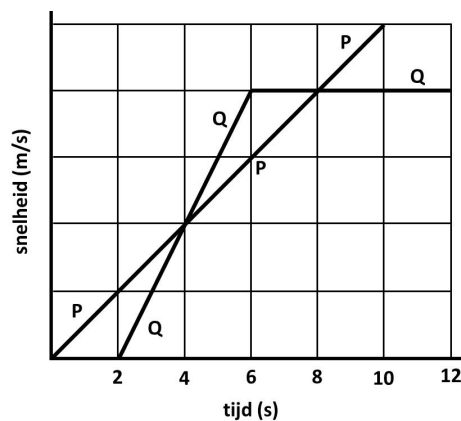
- A Lens B is positief maar met een grotere brandpuntsafstand dan die van lens A.
- B Lens B is positief maar met een kleinere brandpuntsafstand dan die van lens A.
- C Lens B is negatief maar met een grotere brandpuntsafstand dan die van lens A.
- D Lens B is negatief maar over de brandpuntsafstand kan geen enkele uitspraak worden gedaan.

- 5 In het snelheid-tijddiagram staat de beweging van twee auto's P en Q weergegeven. De auto's starten vanaf dezelfde positie in dezelfde richting. Hieronder staan vier beweringen.

- I Auto P en Q hebben dezelfde snelheid op tijdstip $t = 4$ en $t = 8$ s.
- II Auto Q ligt nooit op auto P voor.
- III Auto P en Q rijden naast elkaar op tijdstip $t = 8$ s.
- IV Auto P en Q rijden naast elkaar op tijdstip $t = 4$ s.

- Wat kan over de vier beweringen gezegd worden:

- A Alleen I, II en III zijn correct.
- B Alleen I en III zijn correct.
- C Alleen II en IV zijn correct.
- D Alleen I en IV zijn correct.



- 6 We beschouwen een willekeurige elektrische schakeling waarin diverse weerstanden zijn opgenomen die t.o.v. elkaar zowel in serie als parallel geschakeld zijn. Door alle weerstanden en draden gaat een elektrische stroom. Over dit soort schakelingen worden nu twee uitspraken gedaan:

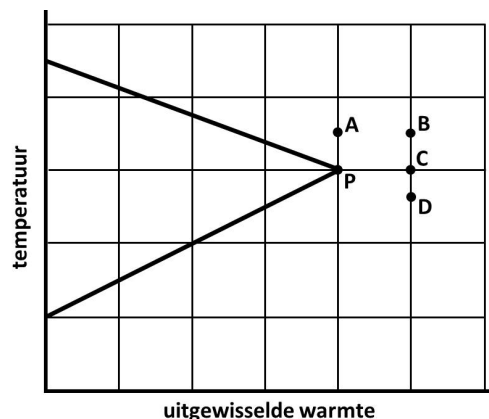
Uitspraak 1: Als er ergens in de schakeling een draad wordt doorgesneden en er wordt een weerstand tussen de twee zo ontstane draadeinden aangesloten, dan neemt de totale weerstand van deze schakeling altijd toe.

Uitspraak 2: Als er een nieuwe weerstand parallel wordt geschakeld aan één van de weerstanden in de schakeling, dan neemt de totale weerstand van deze schakeling altijd af.

- Wat kan je zeggen van deze twee uitspraken?

- A Beide uitspraken zijn waar.
- B Beide uitspraken zijn niet waar.
- C Uitspraak 1 is waar en uitspraak 2 is niet waar.
- D Uitspraak 1 is niet waar en uitspraak 2 is waar.

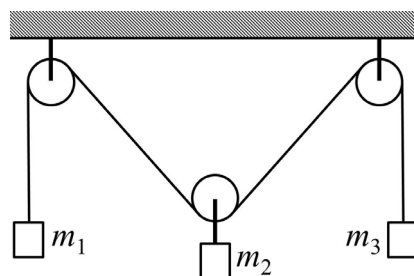
7 Hiernaast zie je een diagram waarin de warmte-uitwisseling tussen twee materialen is weergegeven. Aanvankelijk hebben beide materialen een verschillende temperatuur (verticale as). Naarmate er meer warmte van de stof met de hoogste temperatuur naar de stof met de laagste temperatuur vloeit, komen de temperaturen van beide materialen dicht bij elkaar om tenslotte aan elkaar gelijk te worden. Dat laatste wordt gekarakteriseerd door het punt P in het diagram. Warmte-uitwisseling met de omgeving wordt uitgesloten. Het experiment wordt herhaald met één wijziging: van de stof met de hoogste temperatuur neemt men nu een grotere massa dan in de eerste situatie.



► Waar kan het nieuwe "eindpunt" komen te liggen ten opzichte van het eerdere punt P?

- A Verticaal boven P, bijvoorbeeld punt A.
- B Rechts boven P, bijvoorbeeld punt B.
- C Rechts van P, bijvoorbeeld punt C.
- D Rechts onder P, bijvoorbeeld punt D.

8 Twee katrollen zijn aan een horizontale balk opgehangen. Over deze katrollen is een touw geslagen en aan de uiteinden van dit touw hangen de massa's m_1 en m_3 . Aan het touw hangt een derde katrol. Aan deze katrol is massa m_2 opgehangen. Het geheel is in rust. De wrijving en de massa's van de katrollen mag je verwaarlozen.



► Welk verband bestaat er tussen de massa's m_1 en m_2 ?

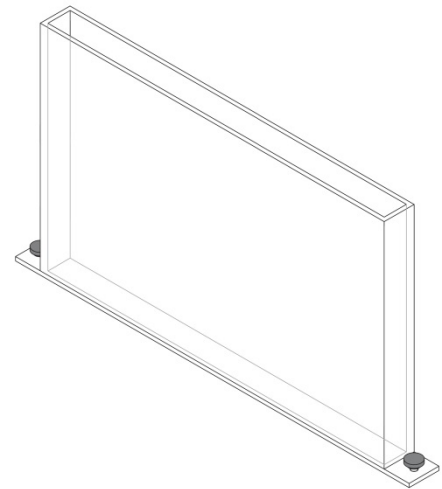
- A $m_2 = 2 m_1$
- B $m_2 < 2 m_1$
- C $m_2 > 2 m_1$
- D Er kan geen verband worden aangegeven omdat er niets bekend is van m_3 .

9 Twee blokjes beginnen tegelijk naast elkaar van dezelfde helling af te glijden. De glijwrijving F_w wordt gegeven door $F_w = \mu_d \cdot F_n$, waarin F_n de normaalkracht is en μ_d de dynamische wrijvingscoëfficiënt die voor beide blokjes hetzelfde is. We verwaarlozen de luchtwrijving. De massa's van beide blokjes zijn verschillend.

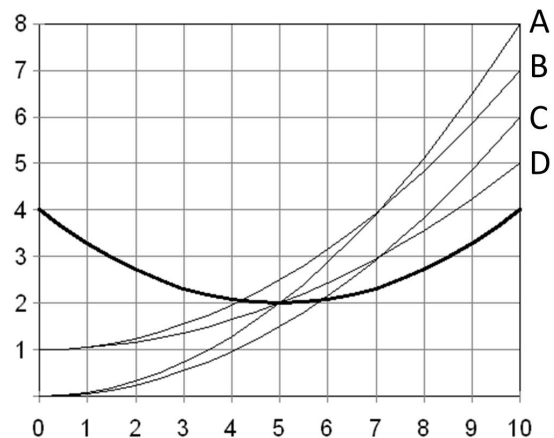
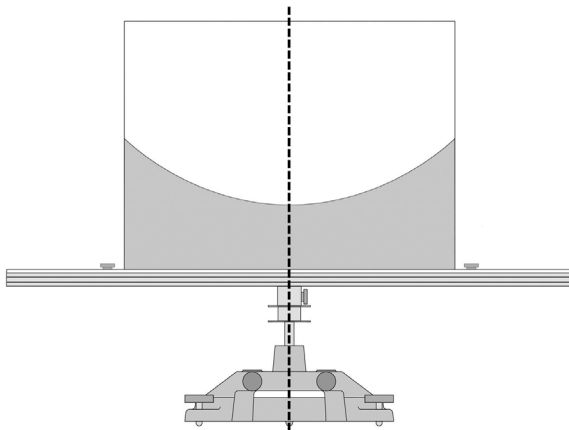
► Welk van onderstaande uitspraken is de juiste?

- A Het blokje met de grootste massa is het eerst onder aan de helling.
- B Het blokje met de kleinste massa is het eerst onder aan de helling.
- C De blokjes zijn tegelijk onder aan de helling.
- D Welk blokje het eerst onder aan de helling is, hangt af van de hellingshoek.

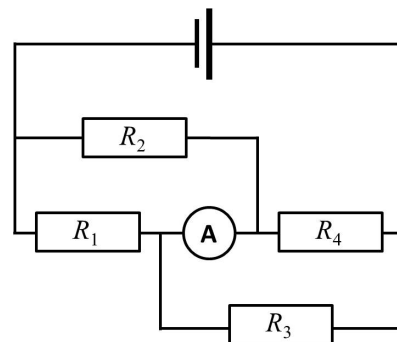
10 Een smalle, doorzichtige, bak is met water gevuld. De bak is draaibaar opgesteld zodat deze om een verticale as (zie de stippellijn in de figuur) door het midden van de bodem van de bak kan draaien. Bij constante draaisnelheid krijgt het wateroppervlak de vorm van een dalparabool. Zie het plaatje en de dikke lijn in het diagram daarnaast. Daarna wordt de bak horizontaal verplaatst zodat het smalle zijvlak van de bak samenvalt met de draai-as. De bak wordt weer rondgedraaid met dezelfde draaisnelheid.



► Welke parabool geeft nu de vorm van het oppervlak juist weer?



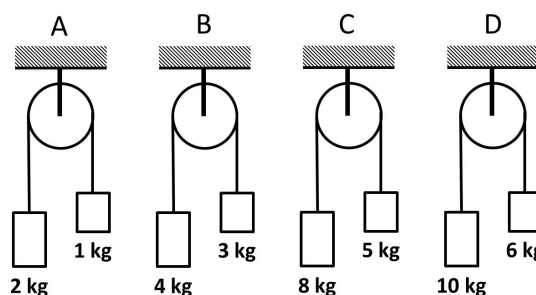
11 Tom heeft een schakeling gebouwd. Hij heeft voor R_1 en R_3 weerstanden gekozen met een vaste waarde. Weerstanden R_2 en R_4 kan hij nog instellen.



► Welke waarden voor R_2 en/of R_4 moet Tom kiezen opdat de stroommeter 0 A aangeeft?

- A Dat kan niet, de stroommeter geeft altijd een waarde $\neq 0$ A aan.
- B Tom moet $R_2 = 0 \Omega$ kiezen. De waarde van R_4 kan dan een willekeurige waarde groter dan nul hebben.
- C Tom moet R_2 en R_4 zo kiezen, dat $R_2/R_4 = R_1/R_3$.
- D Tom moet R_2 en R_4 zo kiezen, dat $R_2 + R_4 = R_1 + R_3$.

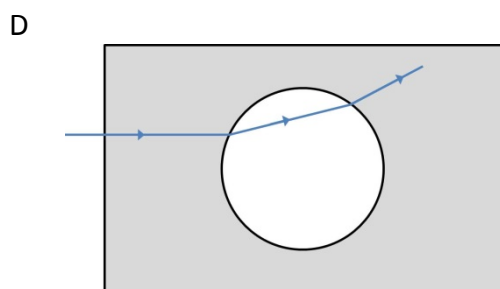
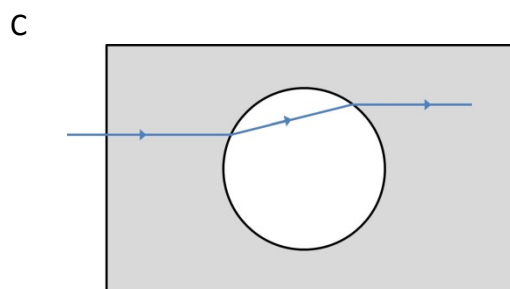
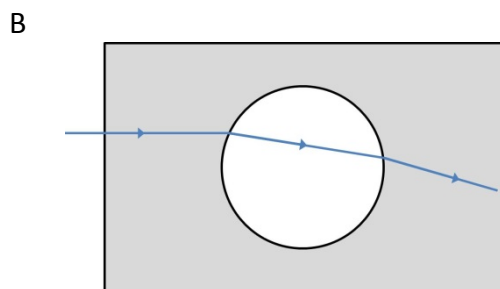
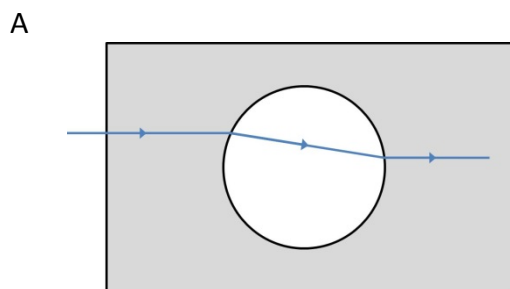
12 In de figuur hiernaast zie je vier keer twee verschillende gewichten aan een koord over een katrol. De gewichten bewegen wrijvingsloos.



► In welke figuur is de versnelling het grootst?

13 In een stuk glas bevindt zich een bolvormige luchtbel. Een laserstraal die door het glas loopt treft deze luchtbel. Zie de figuur.

► Hoe is het verdere verloop van de laserstraal?

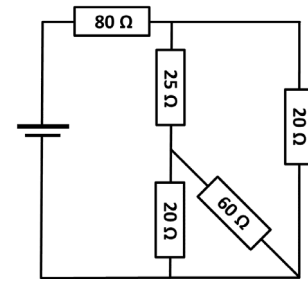


- 14 Twee kogels met gelijke massa worden tot gelijke temperatuur verhit en vervolgens snel in gestolde paraffine gelegd. Doordat de paraffine smelt, zakken beide kogels in de paraffine, totdat het smelten op zekere diepte ophoudt. De ene kogel is van goud en de andere kogel is van lood. De soortelijke warmtes van goud en lood zijn nagenoeg even groot.
- Wat kan er gezegd worden over de diepte tot waar de kogels zakken?
- A De gouden en loden kogel zakken nagenoeg even diep.
 - B De gouden kogel zakt beduidend dieper.
 - C De loden kogel zakt beduidend dieper.
 - D Er kan niets over het verschil in diepte gezegd worden omdat er niets over de warmtecapaciteit van de kogels bekend is.
- 15 Een balletje wordt vanaf de grond met beginsnelheid v_0 recht omhoog geschoten en het bereikt een maximale hoogte h . Het balletje komt t seconden na het wegschieten op de grond terug. Het balletje wordt vervolgens recht omhoog geschoten met een beginsnelheid die twee keer zo groot is. We verwaarlozen wrijving.
- Wat is de maximale hoogte die het balletje hierbij bereikt en hoe lang duurt het nu voordat het balletje op de grond terugkomt?
- A h en $2t$
 - B $2h$ en $2t$
 - C $4h$ en $2t$
 - D $4h$ en $4t$

OPEN VRAGEN

1 Weerstanden

Door de weerstand van 25 Ohm loopt een stroom van 0,10 A. Bereken de spanning die de batterij afgeeft.



2 Katapult-bungee

Een katapult-bungee is een kermisattractie waarmee mensen vanuit rust omhoog worden geschoten. Het principe is als volgt (zie figuur hiernaast): twee personen nemen plaats in een “kooi”. Deze kooi wordt door middel van een sterke elektromagneet onder de kooi op zijn plaats gehouden. Aan de twee zijkanten van de kooi zijn lange elastieken bevestigd waaraan weer staalkabels zijn vastgemaakt die via katrollen in hoge masten naar elektromotoren gaan. Doordat de elektromotoren de staalkabels gaan aantrekken worden de elastieken gespannen. Als de operateur van de attractie de elektromagneet uitschakelt, gaat de kooi de lucht in (zie figuur hieronder). De kooi gaat een aantal keer op en neer en komt dan tot rust. Daarna zorgen de elektromotoren er weer voor dat de kooi naar beneden wordt gelaten zodat de passagiers de kooi kunnen verlaten.



Hoewel op de foto te zien is dat de elastieken schuin omhoog gaan, kiezen we hier voor een eenvoudiger systeem: een kooi waarbij de elastieken verticaal omhoog gaan. Deze elastieken hebben elk een lengte van 15 meter en ze worden door de elektromotoren elk nog 18 meter uitgerekt. Elk elastiek heeft een veerconstante van $450\ \text{N/m}$ en hun massa verwaarlozen we. De totale massa van de kooi met de twee inzittenden bedraagt $325\ \text{kg}$.



Bereken de hoogste snelheid die deze personen na het uitschakelen van de elektromagneet zullen bereiken, er van uit gaande dat alle wrijvingsinvloeden worden verwaarloosd.

3 Ruimtestation.

Astronoute Ryan moet een reparatie verrichten aan een satelliet, die zich op $600\ \text{m}$ van haar ruimtestation bevindt. Zij gaat een ruimtewandeling naar de satelliet maken. Om te kunnen versnellen en vertragen heeft zij de beschikking over een raketmotor. Deze stelt haar in staat om te versnellen met een versnelling van $0,100\ \text{m/s}^2$ óf om te vertragen met een vertraging van $0,100\ \text{m/s}^2$. Vanuit rust beweegt zij eerst versneld vanaf het ruimtestation af om even

later direct over te schakelen op een vertraagde beweging. Zo komt zij precies bij de satelliet tot stilstand.

- a. Laat door een berekening zien dat de astronoute ruim binnen 3 minuten bij de satelliet zal aankomen.

De terugweg van de astronoute verloopt anders. Wel vertrekt zij weer vanuit rust met de bekende versnelling, maar ze schakelt te laat over op de vertraagde beweging. Daardoor bereikt zij het ruimtestation met een snelheid van 3,0 m/s. (Hoe zij daarna tot rust komt laten we hier buiten beschouwing.)

- b. Bereken de tijdsduur van haar terugreis.

4 De flitspuit

Onlangs, bij het opruimen van haar zolder, kwam Leila een apparaatje tegen met daarop het woord FLIT. Het bleek een spuit te zijn die men vroeger gebruikte voor het verneveln van vloeistoffen, bijvoorbeeld van een zeepoplossing om bladluis mee te verdelgen.



Met een pomp wordt lucht door een gaatje geperst die vervolgens met grote snelheid over een smal pijpje blaast dat in de bus met de vloeistof steekt. Zie ook de tekening onderaan. Uit de wet van Bernoulli volgt dat de som van de druk in de luchtstroom p en de term $\frac{1}{2}\rho_L v^2$ gelijk is aan de druk van de buitenlucht b , dus:

$$p + \frac{1}{2}\rho_L v^2 = b$$

Hierin is $\rho_L = 1,3 \text{ kg/m}^3$ de dichtheid van lucht. Bij voldoende snelheid van de luchtstroom wordt de vloeistof uit de bus door het pijpje omhoog gezogen en in de luchtstroom verneveld.

We beschouwen een flitspuit waarbij de bus gevuld is met water. Gegeven is dat het hoogteverschil tussen het wateroppervlak en de bovenkant van het pijpje $h = 5 \text{ cm}$ is. Zie ook de tekening.

- a. Toon aan dat de minimale waarde die de snelheid van de luchtstroom moet hebben om water via het pijpje omhoog te zuigen $v_{\min} = 27 \text{ m/s}$ is.

De zuiger in de cilindervormige spuit heeft een vrije slag van $L = 30 \text{ cm}$ en een diameter van $D = 3,0 \text{ cm}$. Het uitstroombgatje heeft een diameter van $d = 3,0 \text{ mm}$.

- b. Bereken de maximale tijd waarin de zuiger in de spuit naar voren geduwd moet worden opdat er water verneveld wordt.

