

Rapportage

Fontys Physics Quiz 2017

Auteurs:	Roeland van Klinken Mark Smeijers
Rapportnummer:	TN17.FPQ.01
Opleiding:	Technische Natuurkunde
Publicatiedatum:	15 december 2017



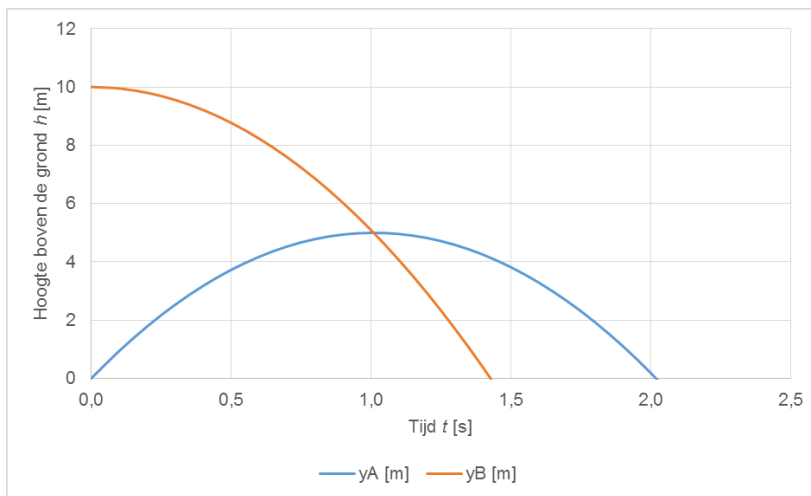
Hogeschool Toegepaste
Natuurwetenschappen

1 Steen en kogel

Vraag: Alice gooit een steentje vanaf de grond precies 5 meter recht omhoog. Op hetzelfde moment schiet Bob op 10 meter hoogte vanaf de grond een kogel recht vooruit. Welke van de twee raakt als eerste de grond? [1]

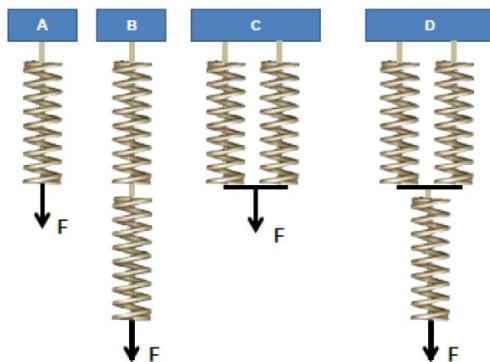
- A. Het steentje van Alice
- B. De kogel van Bob
- C. Ze raken de grond tegelijkertijd

Antwoord: B. Het lijkt een cliché-vraag met als antwoord: ze raken tegelijkertijd de grond. Maar op het moment dat de steen op 5 meter hoogte is, is zijn snelheid gelijk aan nul. De kogel, die van bovenaf naar beneden valt, heeft op een hoogte van 5 meter al een snelheid die naar beneden is gericht. Die valt dan dus ook als eerste op de grond.



2 Veerconstante

Vraag: Je ziet een afbeelding. Zet de (combinaties van) veren A, B, C en D in toenemende volgorde van veerconstante. Geef je antwoord in de vorm 'ABCD'. [2]



Antwoord: De juiste volgorde is BDAC. Stel dat de veerconstante van één individuele veer gelijk is aan $1,00 \text{ Nm}^{-1}$, dan geldt: $k_B = 0,50$; $k_D = 0,67$; $k_A = 1,00$ en $k_C = 2,00 \text{ Nm}^{-1}$.

3 Rood verkeerslicht

Vraag: Henk zit op zijn motor, maar let niet goed op. Hij rijdt 18 ms^{-1} wanneer hij een rood verkeerslicht 20 meter voor hem ziet. Zijn motor remt met een constante vertraging van $4,15 \text{ ms}^{-2}$. Staat Henk op tijd stil bij het stoplicht? Verwaarloos de reactiesnelheid. [3]

Antwoord: Nee. De snelheid van een eenparig versnelde (of vertraagde) beweging is: $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$. Omschrijven geeft voor de totaal afgelegde weg op het moment van stilstand: $\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{0^2 - 18^2}{2 \cdot -4,15}$. Berekenen geeft: $\Delta x = 39,04 \text{ m}$. Henk is dus zeker niet op tijd voor het stoplicht.

4 Gat door de maan

Vraag: Henk boort een gat dwars door het midden van de maan tot aan de andere kant en laat er een appel in vallen. Hoeveel hele minuten duurt het voordat de appel weer bij Henk aan de oppervlakte verschijnt? Neem aan dat wrijving te verwaarlozen is en dat de maan een constante dichtheid en temperatuur heeft. De straal van de maan is 1.737 kilometer en de valversnelling aan het oppervlak is $1,62 \text{ ms}^{-2}$. [4]

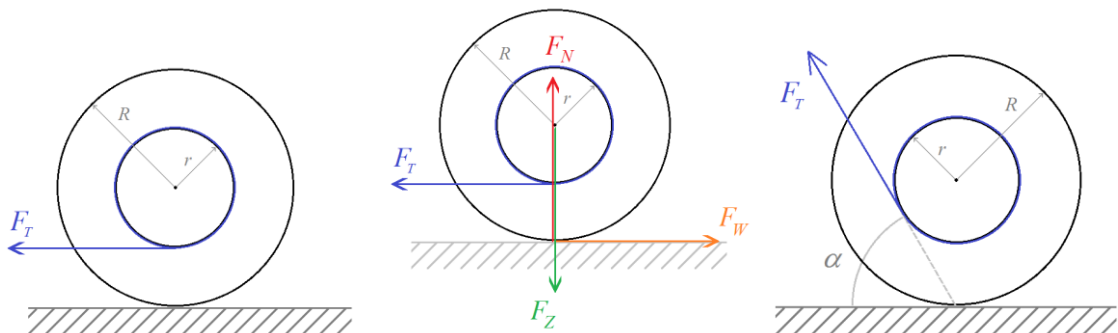
Antwoord: 108 minuten (107,93). De beweging die de appel uitvoert is een versnelling richting het middelpunt van de maan. De valversnelling varieert natuurlijk gedurende het traject en wel als volgt: $g(r) = g_0 \cdot \frac{r}{R}$. Integreeren over de volledige lengte R geeft $g_{gem} = \frac{1}{2} \cdot g_0$. De formule om daarna de benodigde tijd te berekenen is $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{R}{g}}$.

5 DEMO: Houten klos

Vraag: Je ziet eerst een korte demonstratie. Nu wordt de klos ondersteboven geplaatst en het experiment gaat herhaald worden. Waar rolt de klos naartoe?

- A. Richting de onderzoeker
- B. Van de onderzoeker af
- C. Geen van beide

Antwoord: A. De klos draait die kant op, omdat de trekkracht aangrijpt op een punt recht boven het draaipunt (het contactpunt met de ondergrond) en gericht is naar de onderzoeker toe. 'Draaien' kan in deze demonstratie gezien worden als 'kantelen om het contactpunt'.



6 Touw om de aarde

Vraag: Stel je voor dat we een touw strak om de evenaar van de aarde spannen. Hoeveel meter langer moet dit touw zijn om het, helemaal rondom, 30 centimeter boven de grond te laten lopen? [5]

Antwoord: 1,89 meter. Het antwoord is $2\pi \times 30$ cm, ongeacht de straal van de aarde.

Aanvulling n.a.v. workshop 16 dec: De juiste afronding van het antwoord moet zijn: 1,88 meter.

7 Kaarttruc

Vraag: Een goochelaar vraagt je te raden welke kaart hij blind getrokken heeft uit een normaal spel kaarten. Voordat je raadt, mag je één van de twee volgende vragen stellen:

X) Is het een zwarte kaart?

Y) Is het een ruiten twee?

Welke vraag geeft de grootste kans op succes? [6]

A. Vraag X geeft de grootste kans op succes

B. Vraag Y geeft de grootste kans op succes

C. Het maakt niet uit of je vraag X of Y stelt

Antwoord: C. Vraag X geeft twee mogelijkheden. Een kans van $1/2$ dat de kaart inderdaad zwart is. Dan heb je $1/26$ e (de rode kaarten) kans om de goede kaart te gokken. Je hebt dezelfde kans als de vraag met 'nee' wordt beantwoord. Dus: $(1/2 * 1/26) + (1/2 * 1/26) = 1/26$ e kans dat je het goed raadt. Bij vraag Y heeft antwoord 'ja' een kans van $1/52$ e en dan heb je het automatisch goed. 'Nee' heeft een kans van $51/52$ e. Daarna moet je raden uit alle overgebleven kaarten en heb je dus $1/51$ e kans. Dit geeft: $(1/52 * 1/1) + (51/52 * 1/51) = 2/52 = 1/26$ e kans. Het maakt niet uit welke vraag je stelt omdat het allebei ja/nee-vragen zijn.

8 Raad je plaatje – deel 1

Vraag: Vier foto's op een rij, één hoort er niet bij. Oftewel: wie is de Thomas Edison tussen de echte wetenschappers? Op de foto's zien we: A) kosmische achtergrondstraling, B) polyethyleen, C) een theezakje en D) een ritssluiting.



Antwoord: De ritssluiting. Het ging om vier zaken die toevalligerwijs ontdekt of uitgevonden zijn. De ritssluiting is de enige van de vier die niet bij toeval ontdekt is.

Aanvulling n.a.v. workshop 16 dec: de redenering dat D het enige is dat door een vrouw is ontdekt, is niet juist. Polyethyleen is het enige dat aantoonbaar door een vrouw is ontdekt; daarbij moet vermeld worden dat de exacte ontdekking van het theezakje niet aan één individu is toe te schrijven.

9 Lucifers

Vraag: Je ziet een afbeelding van 24 lucifers in de vorm van het getal 5008. Wat is het hoogste getal dat je kunt krijgen bij het verplaatsen van twee lucifers? [7]

Antwoord: Het hoogst haalbare getal met 24 lucifers waarvan 2 verplaatsbaar zijn, is 511.108. Je maakt van de twee horizontale lucifers van de eerste nul een één; de achtergebleven nul verandert dan in twee enen. Echter: als je het getal ondersteboven bekijkt voordat je de lucifers verplaatst, staat er 8005. Verplaatst je dan de twee lucifers, krijg je 811.105.

10 DEMO: Koffie

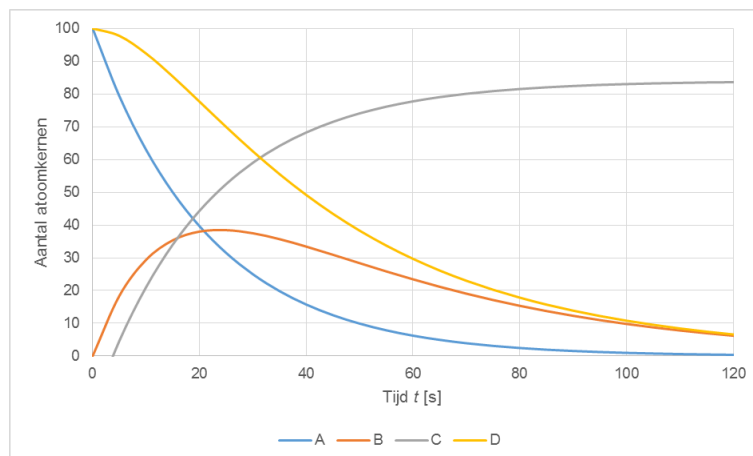
Vraag: Er staat een heerlijk kopje koffie op je te wachten. Helaas: net als je de koffiemelk erbij wilt doen, wordt er aangebeld. Hoe zorg je er nu voor dat de koffie zo warm mogelijk blijft? Neem aan dat de koffiemelk op kamertemperatuur is. [8]

- A. Je moet de melk snel bij de koffie gooien voordat je naar de deur loopt;
- B. Je moet de melk pas bij de koffie gooien nadat je terug bent gekomen;
- C. Het maakt niet uit of je de melk bij de koffie gooit voordat je naar de deur loopt.

Antwoord: A. Bekijk de video. Je moet de melk snel bij de koffie gooien voordat je naar de deur loopt. Het toevoegen van koude melk aan de koffie verlaagt natuurlijk de temperatuur van de koffie. Maar de thermodynamica leert dat de snelheid waarmee een voorwerp afkoelt afhangt van het temperatuurverschil met de omgeving. Hoe groter het temperatuurverschil, hoe sneller de afkoeling. Hete koffie zal daardoor sneller afkoelen dan iets koudere koffie. Als je de koffie al iets kouder hebt gemaakt door er melk bij te doen, zal de afkoeling langzamer verlopen dan wanneer je de hete koffie laat staan en er na een paar minuten pas melk bijgoot.

11 Radioactief verval

Vraag: Beschouw een radioactief element X dat vervalt naar een radioactief element Y, wat verder vervalt naar een stabiel element Z. Het experiment start met een monster van 100 kernen van uitsluitend element X; tijdens het experiment wordt een telling gedaan van het aantal aanwezige radioactieve kernen (ongeacht het element). Hoe zou een dergelijke grafiek eruit kunnen zien? [4]



Antwoord: D. Lijn A geeft het aantal kernen van element X weer en lijn B het aantal kernen van element Y. Lijn D is dus de som van lijn A en lijn B. In lijn C is een meetfout nagebootst.

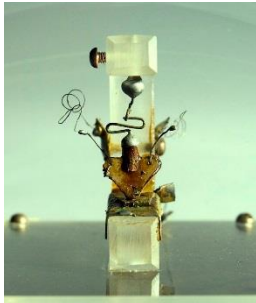
12 USB-stick

Vraag: Is een volle USB-stick zwaarder dan een lege? Beargumenteer je antwoord. [9]

Antwoord: Ja, een USB-stick bestaat hoofdzakelijk uit transistoren die een 0 of een 1 aangeven. Dit doen ze door een elektron vast te houden of los te laten. Een volle USB-stick betekent veel 1-tjes en dus veel elektronen die vastgehouden worden. Bij een USB-flash drive van 4 GB is het verschil tussen leeg en vol gewicht ongeveer 10^{-18} kilogram.

13 Raad je plaatje – deel 2

Vraag: In de afbeelding zie je een constructie. Wat is de naam van dit kleine werkstukje zoals we hem nu kennen? [10]



Antwoord: dit is een replica van de allereerste transistor die ooit gemaakt is. De transistor werd voor het eerst gemaakt in 1947 door Bell Labs.

Bron: "University physics", Harris Benson.

Aanvulling n.a.v. workshop 16 dec: de oudste replica is op dit moment eigendom van het 'National Air and Space Museum' in Washington DC.

14 Periodiek systeem

Vraag: Henk heeft een Nederlandstalige kopie van het periodiek systeem der elementen voor zich met daarin alle officieel erkende elementen. Hij besluit om alle elementen waarvan de naam begint met de letter I, K, U of W te markeren. Om hoeveel elementen gaat het? [11]

Antwoord: 12. Het gaat om de elementen: IJzer, Indium, Iridium, Kalium, Kobalt, Koolstof, Koper, Krypton, Kwik, Uranium, Waterstof, Wolfram.

15 DEMO: Cilinders op een helling

Vraag: Je ziet een helling waar twee cilinders vanaf gaan rollen. Welke cilinder heeft onderaan de helling de hoogste snelheid? De kleine cilinder is 3x zwaarder dan de grote.

- A. De grote cilinder
- B. Er is geen verschil
- C. De kleine cilinder

Antwoord: B. De hoeksnelheid en hoekversnelling zijn alleen afhankelijk van de vormfactor van het massastraagheidsmoment van de cilinders. $E_{tot} = E_{pot} + E_{kin} + E_{rot}$, hierbij is $E_{rot} = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$ waarbij I het massastraagheidsmoment is. Voor een massieve cilinder geldt $I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$ en voor de hoeksnelheid $\omega = \frac{v}{r}$, dit invullen bij de rotatie-energie geeft $E_{rot} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \cdot \frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot v^2$. Voor de snelheid onderaan de helling geldt vervolgens $v = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot g \cdot h}$, dit is

onafhankelijk van de massa en de straal; de factor $\frac{4}{3}$ is alleen afhankelijk van de vorm. Bij een holle cilinder wordt dit $v = \sqrt{g \cdot h}$ want $I = m \cdot r^2$.

16 GPS-satelliet

Vraag: Een gps-satelliet wordt vlak voor zijn lancering altijd zo ingesteld dat de interne klok net een fractie langzamer loopt dan klokken op aarde. Waarom doet men dat? [12]

- A. Om te compenseren voor de hoge snelheid
- B. Om te compenseren voor de veranderde zwaartekracht
- C. Om te compenseren voor de lage temperatuur
- D. Om te compenseren voor het feit dat er geen zuurstof is

Antwoord: B. Voor een goede plaatsbepaling moet de klok in een gps-satelliet exact goed lopen. Gps-satellieten hebben echter met hun klokken last van twee verschijnselen. Ze vliegen met een grote snelheid om de aarde heen, én ze staan zo ver van het midden van de aarde af dat ze meetbaar minder beïnvloed worden door de zwaartekracht. De tijd gaat langzamer voor voorwerpen die snel bewegen en ook voor voorwerpen die meer zwaartekracht voelen. De klok van een gps-satelliet zal 7 miljoenste seconde per dag langzamer gaan lopen door zijn hoge snelheid. Maar omdat een gps-satelliet ruim twintigduizend kilometer boven de aarde vliegt en dus minder zwaartekracht voelt, zal zijn klok 46 miljoenste seconde per dag sneller lopen dan toen hij nog op aarde stond. De klok in de satelliet gaat dus netto 39 miljoenste seconde per dag sneller lopen. Daarvoor wordt dus gecorrigeerd.

17 Vuurtoren

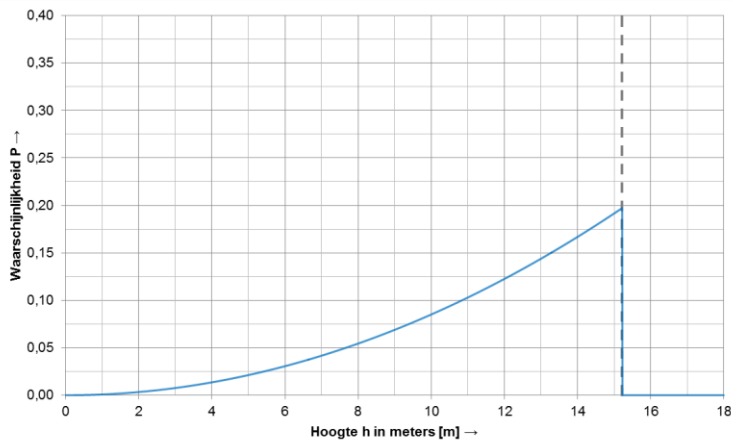
Vraag: Op een ruimtestation staat een laservuurtoren. De blauwe laserbundel daarvan draait elke seconde één keer rond. 50.000 kilometer verderop ziet iemand de lichtvlek van de bundel steeds door zijn kamer schieten. Hij meet de snelheid waarmee de lichtvlek voorbijtrekt en vindt een snelheid die hoger is dan de lichtsnelheid. Kan de meting kloppen? [13]

- A. Ja, de vlek beweegt sneller dan het licht
- B. Nee, de meting houdt geen rekening met de roodverschuiving
- C. Nee, niets is sneller dan het licht

Antwoord: A. Dit verschijnsel staat bekend als de vuurtoren-paradox. Hoewel het eigenlijk helemaal geen paradox is, het is namelijk gewoon waar. De lichtvlek beschrijft de omtrek van een cirkel met een straal van 50.000 kilometer. De cirkelomtrek is 314.000 kilometer. Aangezien de bundel één keer per seconde rondgaat, heeft de vlek een snelheid van 314.000 kilometer per seconde. Dat is hoger dan de lichtsnelheid, die 300.000 kilometer per seconde is. De lichtvlek beweegt dus met een snelheid die groter is dan de lichtsnelheid. De relativiteitstheorie zegt dat er geen informatie sneller dan het licht kan worden overgedragen. En dat blijft kloppen. De snelheid van de vlek betekent namelijk helemaal niets. De lichtdeeltjes die de vlek maken, vertrekken keurig na elkaar en komen keurig - met de snelheid van het licht - na elkaar op de muur terecht. De afstand op de muur tussen de plek waar het ene deeltje aankomt en waar het andere deeltje aankomt wordt alleen maar veroorzaakt doordat de lichtdeeltjes na elkaar in verschillende richtingen zijn geschoten. Er is dus geen relatie tussen het ene en het andere deeltje.

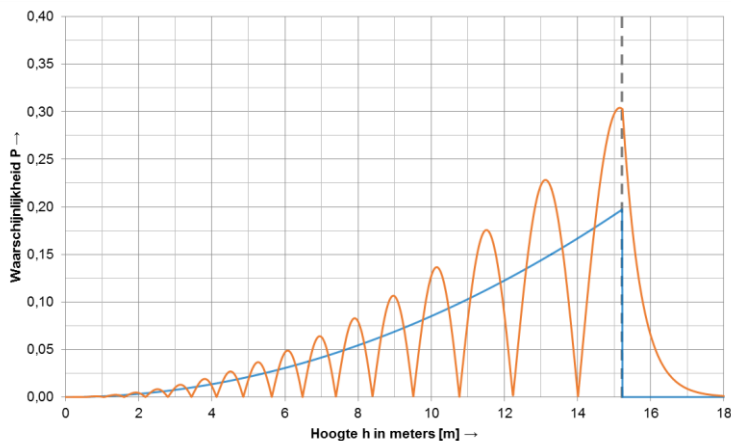
18 Kwantumbal

Vraag: Henk gooit een kleine bal recht omhoog en bepaalt tijdens de verticale beweging op ieder moment de hoogte van de bal vanaf de grond. Een zekere hoogte zal dan met een zekere waarschijnlijkheid in zijn metingen voorkomen. Zo kun je je misschien voorstellen dat de kans groot is dat de bal dicht bij zijn keerpunt is, omdat daar de snelheid van de bal nu eenmaal lager is en de bal daar dus langer verblijft. In de afbeelding zie je een grafiek van de waarschijnlijkheid van aantreffen ten opzichte van de hoogte.



Stel nu dat Henk een bal gooit die alle eigenschappen heeft die bij de kwantummechanica passen; hoe zou de grafiek er dan uit zien? [14] Teken je antwoord op de bijlage.

Antwoord: De grafiek is een positieve sinusoïde met een toenemende amplitude (door de afnemende snelheid) en een eveneens toenemende golflengte (door het Heisenbergprincipe). Na de maximaal bereikbare hoogte neemt de waarschijnlijkheid af met een e-macht (door tunneling).



19 Plasma-ionenmotor

Vraag: De snelste raketmotor die met de huidige technologie gemaakt kan worden is de plasma-ionenmotor. Deze motor is in staat om een voertuig aan te drijven met de helft van de lichtsnelheid in vacuüm. Dave wordt in een raket met deze motor aan boord de ruimte in gestuurd en keert exact 23 aardse dagen later terug op het aardoppervlak. Hoeveel is Dave dan 'minder ouder' geworden dan wij? Rond je antwoord af op hele uren en neem aan dat de raket de hele reis met de genoemde snelheid voortbeweegt. [15]

Antwoord: Voor Henk gaat de tijd in het ruimteschip langzamer, en wel zodat $t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot t_0$.

Invullen geeft: $t_0 = \frac{t}{1,1547} \rightarrow t_0 = 478,05$ uren, ten opzichte van 552 verstreken uren op aarde.

Henk is dus 74 uren (73,95) minder ouder geworden dan wij.

Extra: Een ruimtereis is het ideale cadeau voor je Valentijn: je vrouw wordt dunner, ze blijft jong en je bent haar dertig jaar kwijt.

20 DEMO: Magic mixer

Vraag: De mixer wordt gevuld met een viskeuze vloeistof en verschillende druppels inkt. De inhoud wordt gemixt door het deksel te verdraaien, daarna wordt de mixer weer in de originele stand teruggedraaid. Wat is de oorzaak van het effect dat je waarneemt? [16]

- A. De grote massa-traagheid van de vloeistof
- B. De lage dichtheid van de inktdruppels
- C. Het lage Reynoldsgetal van de vloeistof

Antwoord: C. Het Reynoldsgetal vertelt ons of de vloeistofstroming laminair of turbulent is. In dit uitzonderlijke geval is de stroming zó laminair dat de effecten omkeerbaar zijn en de inkt haar originele plaats weer inneemt aan het einde van het experiment.

BONUS: Eiffeltoren

Vraag: Op een warme zonnige dag schijnt de zon een aantal uren lang op één zijde van de 324 meter lange Eiffeltoren, waardoor die een klein beetje kromtrekt. Hoe groot is de maximale horizontale uitwijking van de punt van de toren ten gevolge van de warmte van de zon gedurende die uren? [17]

Antwoord: 18 centimeter. De toren is gemaakt om een klein beetje mee te geven in de wind, maar de zon blijkt meer invloed te hebben dan de wind. De toren is in de zomer trouwens ook ongeveer 20 centimeter langer dan in de winter.

Literatuurlijst

- [1] *Tentamen AS1 Natuurkunde P1*, Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen, november 2017.
- [2] *Tentamen AS1 Natuurkunde P2*, Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen, januari 2016.
- [3] Douglas C. Giancoli, "Describing Motion: Kinematics in One Dimension" in *Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics*, 4^e ed., Harlow, Verenigd Koninkrijk: Pearson Education, 2014, hfdst. 2, blz. 57.
- [4] *IJSO 2013 Theory Questions*, 10th International Junior Science Olympiad, december 2013.
- [5] Clifford A. Pickover, "1702 Touw om de aarde" in *Het Wiskundeboek*, Kerkdriel, Nederland: Librero, 2011, blz. 162-163.
- [6] Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek. (2013). *Nationale Wetenschapsquiz 2013*. [Website] Beschikbaar: <https://www.nwo.nl/actueel/evenementen/terugblik/de+nationale+wetenschapsquiz/2013>.
- [7] <https://www.bhavinionline.com/>. (2015, juni). *Find Out the Highest Possible Number by Moving Only 2 Match Sticks*. [Website] Beschikbaar: <https://www.bhavinionline.com/2015/06/find-out-the-highest-possible-number-by-moving-only-2-match-sticks/>.
- [8] Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek. (1998). *Nationale Wetenschapsquiz 1998*. [Website] Beschikbaar: <https://www.nwo.nl/actueel/evenementen/terugblik/de+nationale+wetenschapsquiz/1998>.
- [9] Matthew Humphries. (2011, 28 oktober). *A Kindle Loaded with e-books is Heavier than an Empty One*. [Website] Beschikbaar: <http://www.geek.com/gadgets/a-kindle-loaded-with-e-books-is-heavier-than-an-empty-one-1434943/>.
- [10] R. G. Arns. (1998, oktober). The other transistor: early history of the metal–oxide–semiconductor field-effect transistor. *Engineering Science and Education Journal* [Tijdschrift]. 7(5), blz. 233-240. Beschikbaar: <http://ieeexplore.ieee.org/document/730824/>.
- [11] Lenntech. (2017). *Chemische elementen alfabetisch gerangschikt*. [Website] Beschikbaar: <https://www.lenntech.nl/periodiek/naam/alfabetisch.htm>.
- [12] Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek. (2011). *Nationale Wetenschapsquiz 1998*. [Website] Beschikbaar: <https://www.nwo.nl/actueel/evenementen/terugblik/de+nationale+wetenschapsquiz/2011>.
- [13] Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek. (2000). *Nationale Wetenschapsquiz 1998*. [Website] Beschikbaar: <https://www.nwo.nl/actueel/evenementen/terugblik/de+nationale+wetenschapsquiz/2000>.
- [14] C. Orzel, "Graven hoeft niet: het tunneleffect" in *Hoe leer je natuurkunde aan je hond?*, Amersfoort, Nederland: Lias, 2012, blz. 138-142.
- [15] Lydwin van Rooyen. (2009, 27 juli). *Snel naar Mars met ionenmotor*. [Website] Beschikbaar: <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/snel-naar-mars-met-ionenmotor/>.

- [16] New Scientist. (2011, 25 augustus). *Mixed fluid returns to its original state*. [Video]
Beschikbaar: <https://www.youtube.com/watch?v=UpJ-kGII074>.
- [17] Elizabeth Palermo. (2017, 28 september). *Eiffel Tower: Information & Facts*. [Website]
Beschikbaar: <https://www.livescience.com/29391-eiffel-tower.html>.

Bijlage: 18. Kwantumbal

