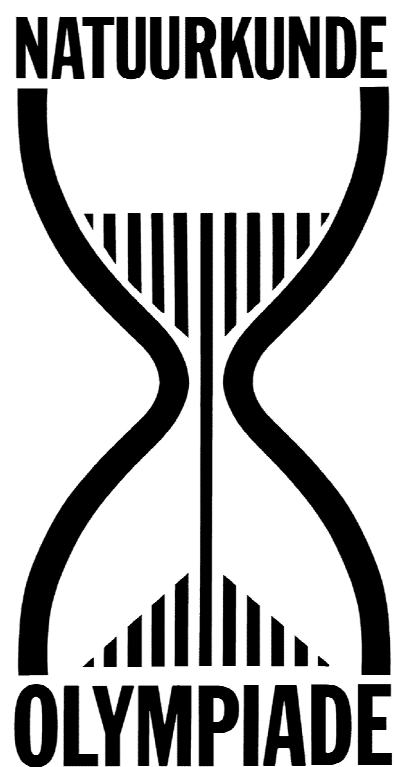




Nationale Natuurkunde Olympiade

Eerste ronde 2019

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2019

Voor je liggen de opgaven van de eerste ronde. Deze toets bestaat uit 25 vragen.

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

Elke goed beantwoorde vraag levert 2 punten op. In totaal kun je dus **50 punten** behalen.

Je mag van het BiNaSboek, Sciencedata en een (grafische) rekenmachine gebruik maken.

Veel succes!

Deze opgaven zijn samengesteld door: Jan Hoekstra, Hans Jordens, Enno van der Laan, Ad Mooldijk, Freek Pols, Pieter Smeets en Sander Velthuis.

- 1 Uit een rechthoekige homogene metalen plaat is een vierkant gat gesneden. De plaat wordt gelijkmatig verwarmd, zodat hij een beetje uitzet.
- > Geef aan welke uitspraken over het gat juist zijn.
- A Het is nog steeds vierkant
 - B Het is nu een rechthoek met ongelijke zijden
 - C Het heeft een kleiner oppervlak
 - D Het heeft een even groot oppervlak
 - E Het heeft een groter oppervlak



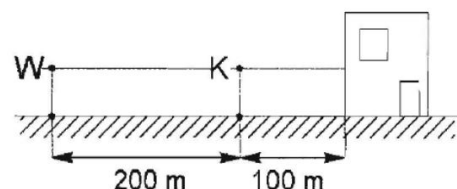
- 2 In Westerbork kun je via het Planetenpad naar Kamp Westerbork lopen. Tijdens de wandeling kun je diverse onderzoekjes doen en veel wetenswaardigheden opdoen over de planeten. Het zou aardig zijn om een stuk ijzer echt naar Venus en Mars te brengen en dan te kijken wat er dan van dat stuk ijzer verandert.
- > Geef aan wat er mogelijk verandert. Er zijn meerdere antwoorden mogelijk.

- A massa
- B gewicht
- C dichtheid
- D volume
- E geleidbaarheid



- 3 Het geluid van een knal die in K ontstaat, bereikt een waarnemer W op tijdstip t_1 . Het geluid kaatst terug tegen een gebouw. Zie de figuur. Op tijdstip t_2 bereikt de echo waarnemer W. De snelheid van geluid is 340 m/s.
- > Hoe groot is het tijdsverschil $t_2 - t_1$?

- A 0,29 s
- B 0,59 s
- C 0,88 s
- D 1,46 s



- 4 Stikstof in de lucht wordt door kosmische straling voor een klein deel omgevormd van ^{14}N tot ^{14}C . De ontstane ^{14}C is radioactief en vervalt uiteindelijk weer tot ^{14}N . Door deze beide processen is de verhouding tussen ^{14}C en ^{12}C in de lucht (ongeveer) constant. Deze is $1,0 \cdot 10^{-14}$.

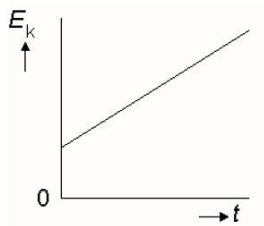
Een boom neemt tijdens zijn leven CO_2 op en daarmee is de verhouding van ^{14}C en ^{12}C in de boom gelijk aan die in de lucht. Maar na de dood van de boom blijft ^{14}C vervallen (halveringstijd $5,7 \cdot 10^3$ jaar), en wordt er geen ^{14}C in het hout van de boom meer gevormd, waardoor de verhouding tussen ^{14}C en ^{12}C afneemt.

In een oud stuk hout blijkt de verhouding tussen ^{12}C en ^{14}C intussen $0,25 \cdot 10^{-14}$ te zijn geworden.

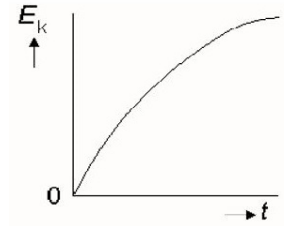
- > Hoe lang geleden is de boom dood gegaan?
- A $4,3 \cdot 10^3$ jaar
 - B $5,7 \cdot 10^3$ jaar
 - C $8,6 \cdot 10^3$ jaar
 - D $11,4 \cdot 10^3$ jaar
 - E $17,1 \cdot 10^3$ jaar

- 5 Bij een stilstaande locomotief worden op het tijdstip $t = 0$ de motoren gestart, waardoor er de eerste paar seconden daarna een constante kracht op de locomotief wordt uitgeoefend. Daardoor zal de kinetische energie van de locomotief in deze periode toenemen. Voor de toename van de kinetische energie houden we geen rekening met wrijvingsverliezen.
- > Geef aan welke grafiek het beste de kinetische energie van de locomotief als functie van de tijd weergeeft voor die eerste paar seconden.

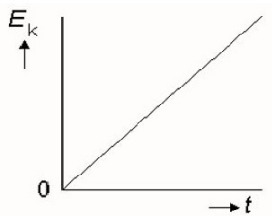
A



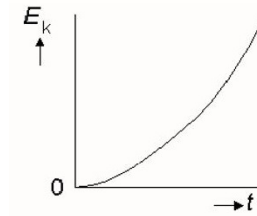
B



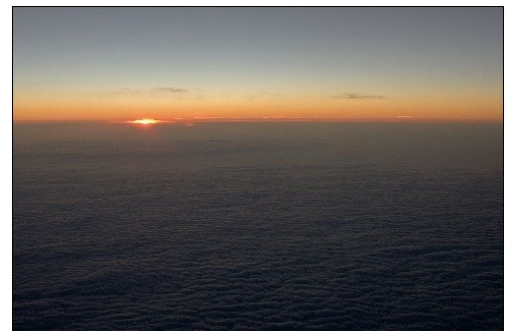
C



D



- 6 Je ligt op het strand naar een mooie zonsondergang te kijken. Op het moment dat het laatste stukje van de zon onder de horizon duikt sta je heel snel op om de zon opnieuw onder te zien gaan. Neem aan dat je ogen daarbij 1,7 m omhoog gaan. De straal van de aarde is $6,43 \cdot 10^6$ m.
- > Bereken met deze gegevens hoeveel seconden het duurt voor je opnieuw het laatste stukje van de zon ziet ondergaan.



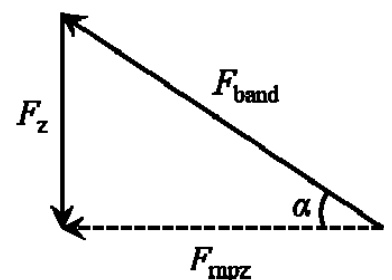
- 7 De maximale snelheid waarmee een motor een bocht kan nemen wordt voor een groot deel bepaald door de minimale hoek die de motor met berijder kan maken ten opzichte van het asfalt. Bij een gewone motor is de hoek tussen het asfalt en de lijn door het contactvlak van de band en het gezamenlijk zwaartepunt 55 graden. Zie schematisch in figuur 'Gewone motor'. Een MotoGP racemotor kan die hoek verkleinen tot 35 graden. Zie schematisch in figuur 'MotoGP'.



Door de weg wordt een kracht op de (banden van de) motor F_{band} uitgeoefend. Deze kracht is gericht vanuit het contactvlak tussen band en wegdek richting het gezamenlijke massamiddelpunt van motor met berijder. Samen met de zwaartekracht op het gezamenlijke massamiddelpunt levert dit een middelpuntzoekende kracht. Zie de figuur met de krachten.

Een bepaalde bocht op een circuit heeft een straal van 77 m.

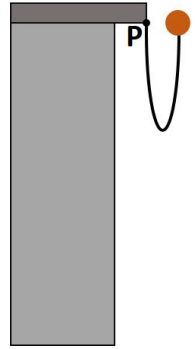
- > Hoeveel keer sneller kan de MotoGP motor deze bocht nemen dan de gewone motor?
- A 1,4× zo snel
B 1,6× zo snel
C 1,8× zo snel
D 2,0× zo snel



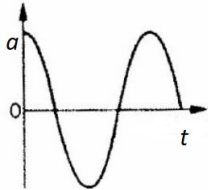
- 8 Omwille van het milieu wordt benzine tegenwoordig soms gemengd met (bio)ethanol. In de brandstof E10 is 10% van het volume ethanol, de rest is zuivere benzine.
- > Als een auto op een volle tank zuivere benzine $6,0 \cdot 10^2$ km kan rijden, hoe ver komt deze dan met een volle tank E10?
- A $5,4 \cdot 10^2$ km
B $5,8 \cdot 10^2$ km
C $6,0 \cdot 10^2$ km
D $6,2 \cdot 10^2$ km



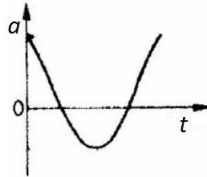
- 9 Aan een elastisch koord (met verwaarloosbare massa) zit aan één kant een koperen bol, terwijl de andere kant aan een tafelrand is vastgemaakt. De koperen bol wordt ter hoogte van het vastzetpunt P losgelaten, waarna de bol valt en aan het koord gaat bewegen.
- > Geef aan welk diagram het beste de versnelling van de bol als functie van de tijd laat zien.



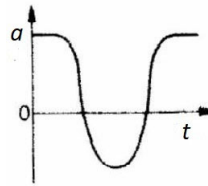
A



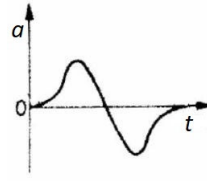
B



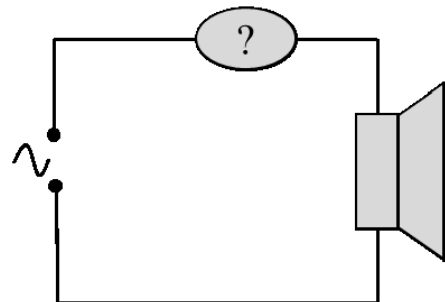
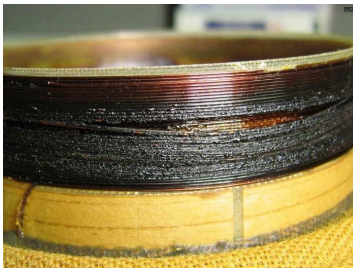
C



D



- 10 Tijdens een muzikfeest worden luidsprekers zwaar belast. Bij overbelasting kan de spoel van een luidspreker doorbranden. Zie de foto. Dit is te beveiligen door een extra onderdeel in serie met de luidspreker op te nemen. Zie het schema.



Met het juiste onderdeel kan een luidspreker normaal werken, maar wordt de stroomsterkte begrensd zodra deze te groot wordt.

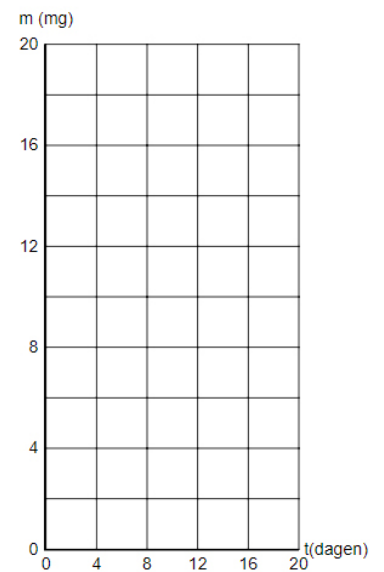
- > Dit onderdeel is:
- A Een diode
 - B Een NTC
 - C Een PTC
 - D Een ohmse weerstand

- 11 Als sediment (bestaand uit kleine bolvormige korreltjes met straal r) in een vloeistof met snelheid v naar de bodem zakt, ondervinden de korreltjes van het sediment volgens de wet van Stokes een weerstandskracht van:

$$F_w = 6\pi\eta r v$$

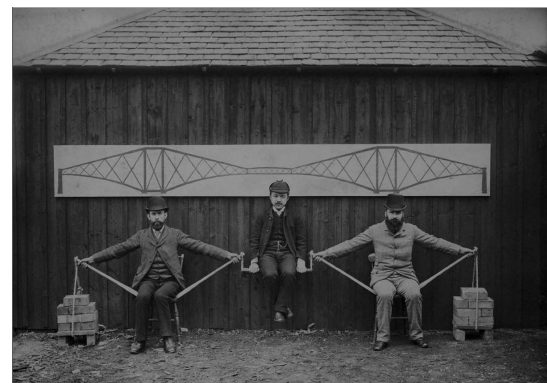
- > De eenheid van de grootte η in de formule is:

- A $\text{kg m}^3 \text{s}^{-3}$
- B kg m s
- C m s kg^{-1}
- D $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$



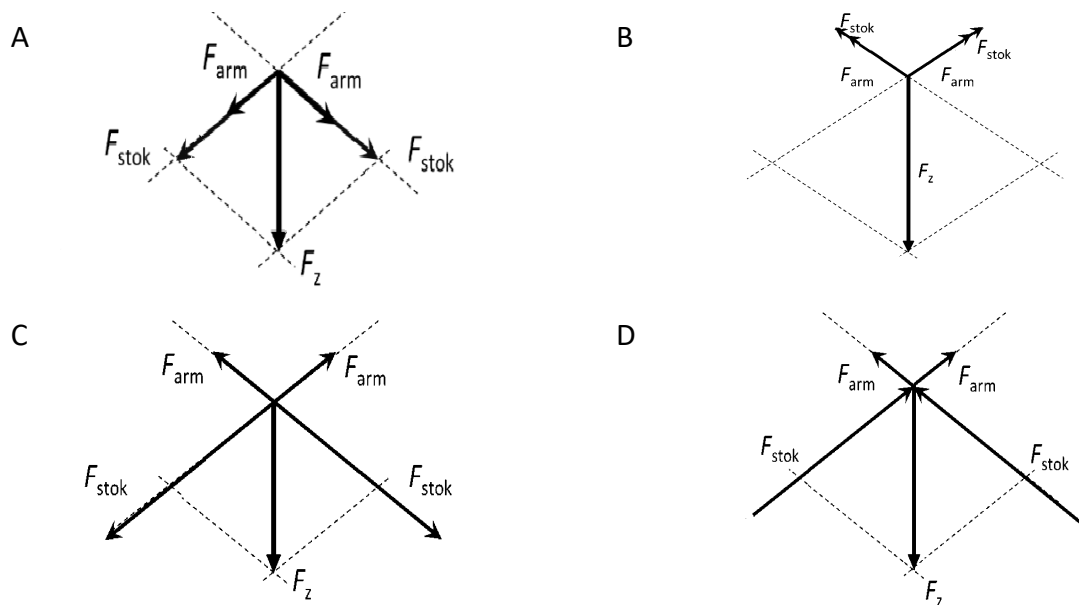
- 12 In een afgesloten cilinder zit aanvankelijk 16 mg Jodium-131. Deze I-131 isotoop heeft een halveringstijd van 8 dagen.
- > Teken om de 4 dagen in de grafiek de hoeveelheid jodium-131 als functie van de tijd.

- 13 Een wereldberoemde brug is de Forth Bridge uit 1890 bij Edinburgh, Schotland. Zie de linker figuur. De ontwerper demonstreerde de werking van dit type brug met een bijzondere opstelling. Zie de figuur rechts.



Op het stoeltje waar de man in het midden op zit werken 5 krachten: die van de armen van de twee buitenste mannen, die van de twee naar hem toegerichte stokken en natuurlijk de zwaartekracht.

- > In welk krachtendiagram zijn deze krachten op het stoeltje het beste weergegeven?



- 14 Een Japanse ruimtesonde heeft onlangs, na ruim drieënhalf jaar, de planetoïde Ryugu bereikt. Ryugu heeft een gemiddelde diameter van slechts 900 meter en een dichtheid die overeenkomt met die van de Aarde. Voor deze opdracht beschouwen we Ryugu als bolvormig.
- > Bereken de snelheid (in m/s) die de ruimtesonde moet hebben om op 50 meter boven het oppervlak van Ryugu in een cirkelvormige baan te kunnen bewegen. De eenheid hoef je niet te noteren, die staat er al.
- 15 Een kerstboomverlichting (aansluitwaarde 230 volt) bestaat uit 80 in serie geschakelde identieke lampjes. Alle hebben ze een adviesspanning van 3,0 volt en bij die waarde hoort een stroomsterkte van 0,05 ampère. Eén van de lampjes gaat stuk waardoor de gehele verlichting het niet meer doet en het lampje vervangen moet worden. De eigenaar heeft geen lampje van 3V; 0,05A in huis, maar wel de vier hieronder genoemde typen lampjes.
- > Welk van deze vier lampjes kan het best worden gebruikt, als we willen dat alle lampjes, dus ook het nieuwe lampje, hun licht helder zullen laten schijnen?
- A 1V; 0,017A
 B 3V; 0,02A
 C 3V; 0,5A
 D 4V; 0,05A

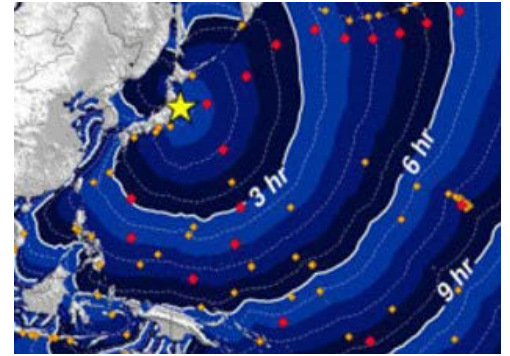
- 16 Voor bepaalde golven, zoals die van een tsunami, geldt dat de voortplantingssnelheid afhankelijk is van de diepte van het water. De formule voor de voortplantingssnelheid is:

$$v = \sqrt{gd}$$

Hierin is g de versnelling van de zwaartekracht en d de diepte van het water.

Op 11 maart 2011 ontstond na een aardbeving nabij Rendai (Japan, zie sterretje in de tekening) een tsunami die zes uur later de kust van Nieuw Guinea bereikte. De afstand tussen Rendai en de kust van Nieuw Guinea bedraagt 4400 km.

- > Bereken de gemiddelde diepte van het water in de oceaan tussen Rendai en Nieuw Guinea in km. Je hoeft alleen de getalwaarde in te vullen, de eenheid staat er al.



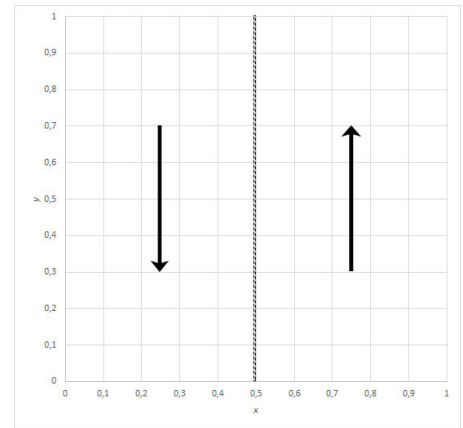
- 17 De uiteinden van de wieken van een windmolen met een 45 m hoge mast krijgen bij het draaien grote versnellingen.

Tijdens het maken van deze foto is er gedurende 0,20 s licht op de beeldchip van het fototoestel gevallen.

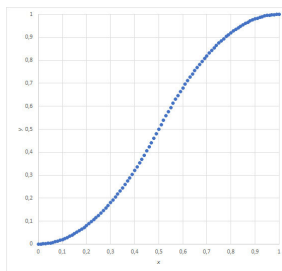
- > Maak met behulp van de foto een schatting van de resulterende versnelling die op het uiteinde van een wiek werkt. Geef je antwoord in m/s^2 . Noteer alleen het getal als antwoord, de eenheid staat al gegeven.



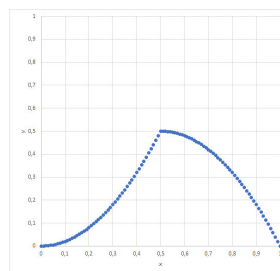
- 18 Elektronen doorlopen twee direct naast elkaar gelegen elektrische velden. Beide velden zijn even breed en even sterk, alleen zijn de veldrichtingen in beide velden tegengesteld aan elkaar (zie de figuur rechts). Bij binnenkomst is de snelheid van de elektronen naar rechts gericht, loodrecht op de veldlijnen van het eerste veld.
- > Welk van de vier hieronder staande plaatjes geeft de baan van de elektronen bij het doorlopen van deze velden het beste weer?



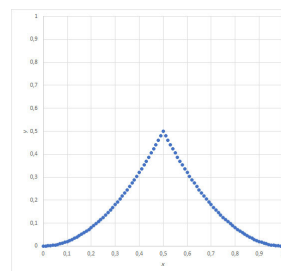
A



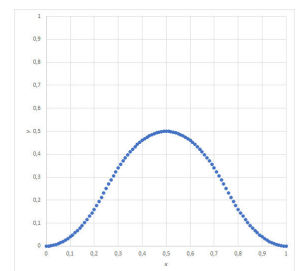
B



C



D

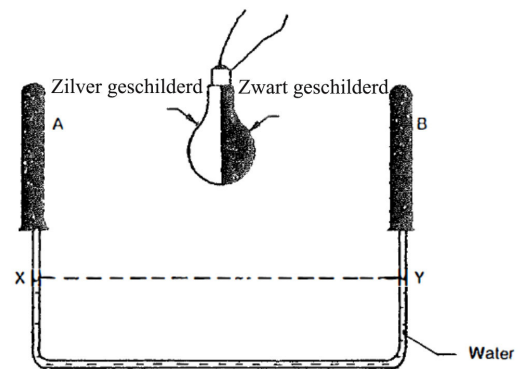


- 19 Drie identieke kogels worden tegelijk op het beginpunt van drie verschillende banen losgelaten, zie hiernaast. De kogels kunnen alle drie het einde van de baan halen. De banen beginnen en eindigen allen op dezelfde hoogte, alleen de baan die de kogel aflegt is verschillend.



- > Op welke baan bereikt de kogel het eerst het eindpunt?
- A Bij de achterste baan
 - B Bij de middelste baan
 - C Bij de voorste baan
 - D Bij alle drie even snel
 - E Er mist informatie

- 20 In de opstelling hiernaast zie je een lamp die aan de ene kant zwart en aan de andere kant zilverkleurig is geverfd. Twee identieke zwart geverfde reageerbuizen staan op even grote afstand van de lamp. De reageerbuizen maken deel uit van een aan beide kanten gesloten U-buis. In de U-buis zit water tot de niveaus X en Y. Deze niveaus zijn in het begin gelijk.



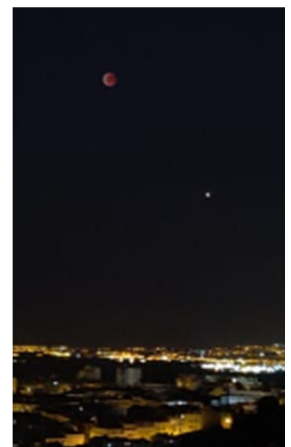
De lamp wordt vervolgens ingeschakeld.

Er wordt waargenomen dat het waterniveau Y naar beneden gaat terwijl het waterniveau X stijgt.

Hieronder staan vier beweringen.

- 1 De zwarte helft van de lamp geeft meer warmte af dan de zilveren helft.
 - 2 Buis A krijgt per seconde minder warmte van de lamp dan buis B.
 - 3 De druk in buis A is lager geworden dan de druk in buis B.
 - 4 De zwarte helft van de lamp is heter dan de zilveren helft.
- > Welke van de beweringen verklaren de waarneming?
- A 1, 2 en 3
 - B 1 en 3
 - C 2 en 4
 - D Alleen 4

- 21 Een maansverduistering (zoals deze mooie op 27 juli 2018) en een zonsverduistering zijn mooi om mee te maken. Ze zijn wel heel verschillend. Voor een waarnemer op een plek op aarde duurt de tijd dat de maan volledig verduisterd is bij een maansverduistering langer dan de tijd dat de zon volledig is verduisterd bij een zonsverduistering.

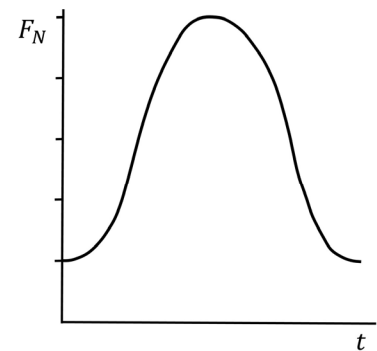


Hieronder staan vier beweringen.

- A De maan is kleiner dan de aarde
 - B De maan draait om haar as
 - C De aarde heeft een groter schaduwgebied dan de maan
 - D Van de maan is altijd dezelfde kant naar de aarde gericht
- > Geef aan welke beweringen een correcte verklaring geven voor de beschreven situatie.
- 22 Een soepel koord (lengte 80 cm) ligt deels op een horizontale tafel en hangt deels over de rand van de tafel naar beneden. Het koord ondervindt van de tafel een wrijvingskracht. De wrijvingscoëfficiënt is hierbij 0,60. Andere weerstandskrachten worden verwaarloosd.
- Het koord wordt nu zo neergelegd, dat het op het punt staat spontaan in beweging te komen.
- > Bereken welke lengte van het koord nu nog op tafel ligt. Geef je antwoord in cm en noteer alleen de getalswaarde, de eenheid staat er al.

- 23 Bij een vervalproces vervalt kern A in kern B en B vervalt weer in kern C. Het proces start met N kernen A, 0 kernen B en 0 kernen C.
Na verloop van tijd zijn er nog $N/2$ kernen A over. Op dat moment zijn er $N/4$ kernen B.
- > Wat kan je zeggen van de halveringstijden van A en B?
- A De beide halveringstijden zijn even groot.
 - B De halveringstijd van B is groter dan de halveringstijd van A.
 - C De halveringstijd van B is kleiner dan de halveringstijd van A.
 - D Dat valt op grond van deze gegevens niet vast te stellen, omdat er tegelijkertijd kernen B worden gevormd en kernen B vervallen.

- 24 Bij een Enterprise (dat is een in een verticaal vlak met constante baansnelheid ronddraaiende "over-de-kop-draaimolen", zie foto hieronder) wordt in het hoogste en laagste punt de benodigde centripetale kracht op een inzittende geleverd door een combinatie van de zwaartekracht F_z en de (naar het centrum van de draaimolen gerichte) normaalkracht F_N die de inzittende van zijn bankje ervaart. Hieronder zie je een diagram (correct qua schaal!) waarin de op een inzittende werkende normaalkracht als functie van de tijd is weergegeven, en wel voor één volledige omloop.



- Bij de verticale as zijn géén waarden vermeld.
- > Welke waarde heeft deze normaalkracht F_N bij het passeren van het laagste punt uitgedrukt in de zwaartekracht F_z van de inzittende?
- A $2,00 F_z$
 - B $2,25 F_z$
 - C $2,50 F_z$
 - D $3,00 F_z$
- 25 Iemand heeft een gloeilamp en een elektrische straalkachel die beide hetzelfde vermogen blijken te hebben. De gloeilamp en de elektrische straalkachel verschillen echter sterk van elkaar in constructie, onder meer in de constructie van de gloeidraad. Dit is bewust gedaan en geeft beiden een andere werking. Hieronder staan een paar mogelijke verschillen in constructie aangegeven.
- > Geef aan welke verschillen bijdragen aan de verschillende werking van gloeilamp en straalkachel.
- A Het oppervlak van de gloeidraad van de gloeilamp is kleiner
 - B De gloeidraad van de lamp produceert meer warmte
 - C De gloeidraad in de gloeilamp zit in een glazen omhulling
 - D De weerstand van de gloeidraad in de gloeilamp is groter