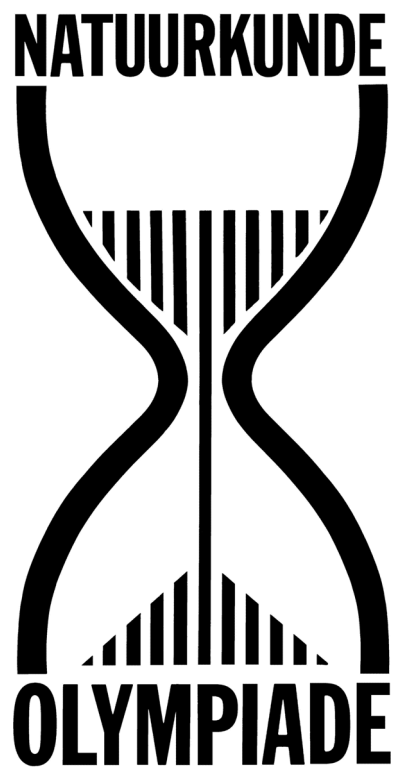




Nationale Natuurkunde Olympiade

Eerste ronde 2020

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2020

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!

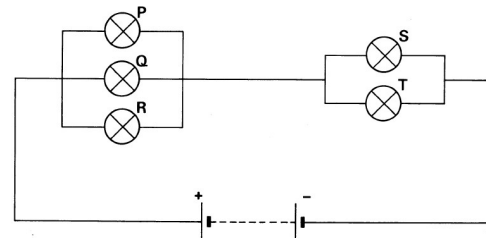
Deze opgaven zijn samengesteld door: Jan Hoekstra, Hans Jordens, Bernadette Kruijver,
Enno van der Laan, Ad Mooldijk, Freek Pols, Pieter Smeets en Sander Velthuis.

- 1 In de schakeling zijn 5 gelijke lampjes aangesloten op een spanningsbron.

Hieronder staan drie beweringen.

- > Noteer de bewering(en) die waar is (zijn).

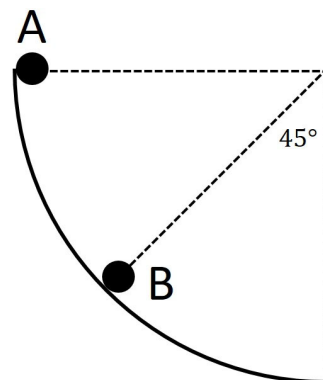
- A Als Q en R losgedraaid zijn, geeft P meer licht dan S.
 B Als R en S losgedraaid zijn, geeft P meer licht dan Q.
 C Als alle lampjes licht geven, verhouden de stroomsterktes in P en S zich als 3 : 2.



- 2 Een voorwerp wordt losgelaten bij het begin A van een kwart-cirkelvormige goot en beweegt vervolgens wrijvingsloos door deze goot. Halverwege de goot (bij het punt B) is de snelheid van het voorwerp v_B .

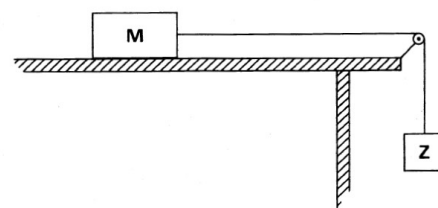
- > Hoe groot is de snelheid v_{eind} van het voorwerp bij het verlaten van de goot?

- A $v_{\text{eind}} = v_B$
 B $v_{\text{eind}} = 1,2 v_B$
 C $v_{\text{eind}} = 1,4 v_B$
 D $v_{\text{eind}} = 2 v_B$



- 3 Het blokje M heeft een massa van 0,60 kg. Als blokje Z een massa van 60 g heeft, glijdt M met een constante snelheid over de tafel nadat je M een zetje hebt gegeven. De enige wrijvingskracht is die tussen M en de tafel.

- > Bereken deze wrijvingskracht.



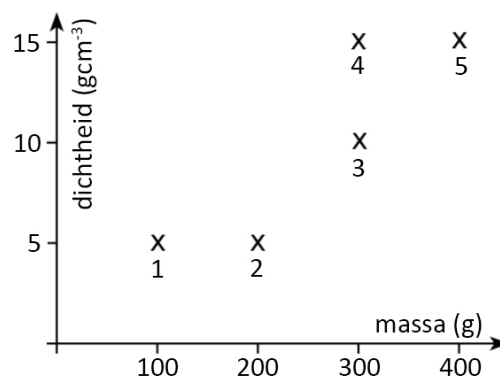
- 4 In de natuur komen elementen vaak voor als mengsels van verschillende isotopen. Zo bestaat natuurlijk kalium voor een heel klein deel uit kalium-40, een radioactieve isotoop met een zeer grote halfwaardetijd. Eén van de gevolgen van deze lange halfwaardetijd is dat de verhouding tussen het aantal kalium-40 atomen en het totaal aantal kaliumatomen in een kaliumverbinding vrijwel constant is. Deze verhouding noemen we hier V . Als je het aantal kalium-40 atomen in één gram kaliumchloride (KCl) wilt weten, dan kan je dat aantal vinden door, naast de zojuist genoemde V , gebruik te maken van twee andere grootheden, te weten de molmassa M van KCl en het getal van Avogadro A .

- > Geef aan hoe je deze drie grootheden moet combineren om het gevraagde aantal atomen kalium-40 in één gram KCl te bepalen.

- 5 Iemand heeft 5 voorwerpen van verschillende materialen voor zich staan. Ze zijn genummerd van 1 tot en met 5. Van al deze voorwerpen wordt de massa en de dichtheid bepaald, en deze waarden worden uitgezet in het hiernaast staande diagram.

- > Welke twee voorwerpen hebben hetzelfde volume?

- A 1 en 2
 B 1 en 4
 C 3 en 4
 D 4 en 5



- 6 Twee identieke blokken koper met een temperatuur van $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ worden in een hoeveelheid water van $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ gedompeld. Na het bereiken van temperatuurevenwicht heeft het geheel een temperatuur t_1 gekregen.

Bij een tweede experiment gaat men weer uit van dezelfde hoeveelheid water, weer met een temperatuur van $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. En ook de blokken koper hebben weer een temperatuur van $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maar nu dompelt men één blok koper in het water, wacht op temperatuurevenwicht, verwijdert dit blok koper uit het water en dompelt dan het tweede blok koper in het water. Weer wacht men op temperatuurevenwicht. De temperatuur van het water met daarin het tweede blok koper is dan t_2 geworden.

Warmte-uitwisseling met de omgeving wordt volledig buiten beschouwing gehouden.

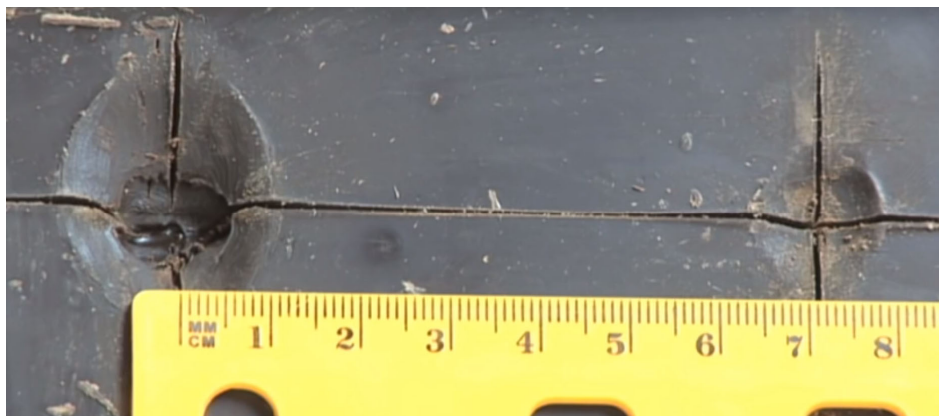
- > Wat kan er over de temperaturen t_1 en t_2 worden gezegd?

- A $t_1 = t_2$
- B $t_1 > t_2$
- C $t_1 < t_2$
- D $t_1 \leq t_2$

- 7 Een magnetron verwarmt voedsel met behulp van elektromagnetische straling. Omdat de straling aan de wanden wordt weerkaatst, ontstaan er staande golven. Het typeplaatje van de hier gebruikte magnetron staat in de figuur hiernaast.

MODEL NO.: MW8168B
120V AC 1600W 60Hz
OUTPUT 1100W 2450MHz

In de magnetron wordt een reep chocolade opgewarmd. De draaischijf van de magnetron is uitgeschakeld, waardoor de reep stil ligt. Op een aantal plekken begint de reep te smelten. Zie de figuur hieronder.

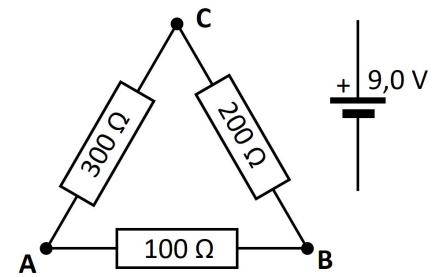


Uit deze meting is experimenteel een waarde voor de lichtsnelheid te bepalen.

- > De waarde die uit dit experiment volgt is:

- A $0,9 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
- B $1,7 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
- C $3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
- D $3,5 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

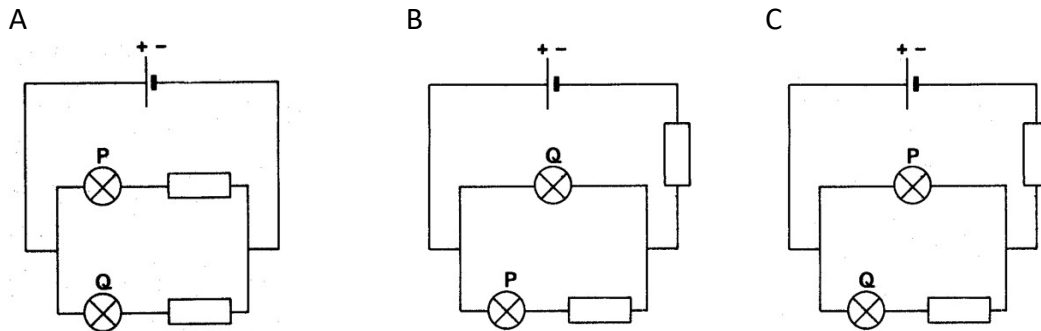
- 8 Bas krijgt van zijn natuurkundedocent een 9,0 V batterij en drie aan elkaar gesoldeerde weerstanden (zie afbeelding hiernaast). Bas krijgt de opdracht de drie weerstanden zó aan te sluiten dat de door de batterij te leveren stroom zo groot mogelijk is.



- > Deze stroom is het grootst als Bas de batterij aansluit op:
- A A en B
 - B B en C
 - C A en C
 - D Dat maakt voor de drie mogelijkheden niet uit.

- 9 We hebben de beschikking over een spanningsbron (12 V), een lampje P (6V, 2A), een lampje Q (3V, 3A), een aantal snoeren met verwaarloosbare weerstand en een onbeperkt aantal weerstanden van verschillende waarden. De opdracht luidt om schakelingen te ontwerpen waarin beide lampjes normaal licht geven.

- > Geef aan in welke schakeling(en) beide lampjes normaal licht kunnen geven.



- 10 De harddisk van een computer komt in 10 rotaties op snelheid. Als hij wordt uitgezet, duurt het 50 omwentelingen voor hij stilstaat. We gaan er van uit dat de versnelling zowel bij het versnellen (a_1) als bij het vertragen (a_2) constant blijft.

- > Wat is de verhouding $\frac{a_1}{a_2}$ van de versnellingen bij versnellen en vertragen?

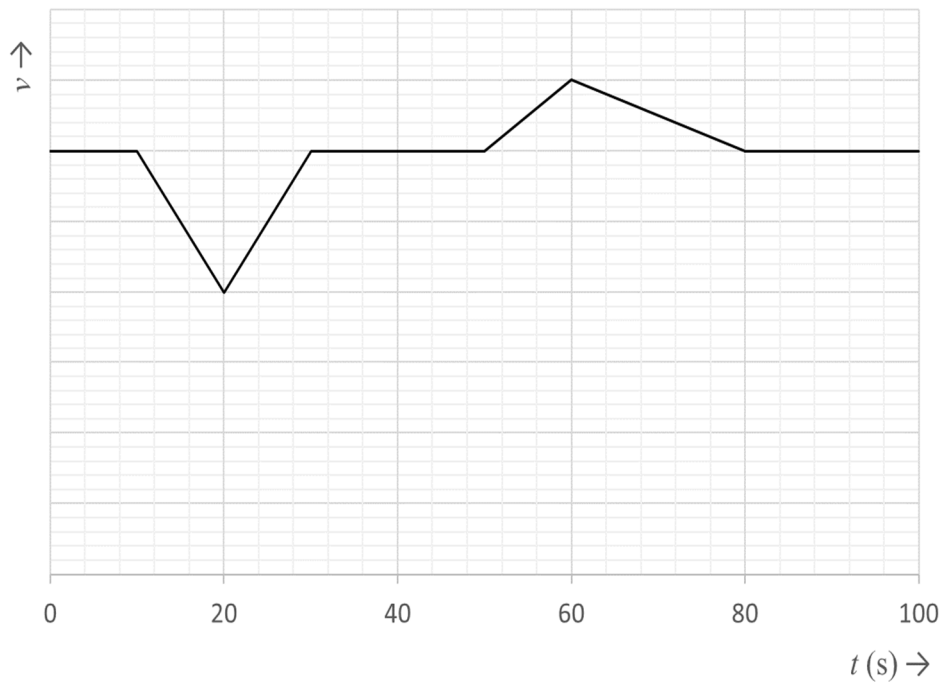
- A 0,20
- B 0,45
- C 2,2
- D 5,0
- E 25

- 11 Twee karretjes A en B rijden naar elkaar toe over een wrijvingsloze horizontale baan. Na de botsing blijven de karretjes aan elkaar vastzitten en bewegen ze in de richting die karretje A eerst had. De snelheden en massa's van de karretjes zijn niet bekend.

- > Geef aan welke bewering(en) op grond van de waarneming zeker waar zijn.

- A De massa van karretje A is groter dan die van karretje B.
- B Karretje A ging voor de botsing sneller dan karretje B.
- C De kracht op karretje B was tijdens de botsing groter dan de kracht op karretje A.
- D Geen van bovenstaande beweringen is zeker waar.

- 12 Twee fietsers A en B fietsen langs een lange rechte weg. Aanvankelijk (tot $t = 10$ s) fietsen ze naast elkaar. A blijft de hele rit met dezelfde snelheid doorrijden, van B is het (v, t) -diagram weergegeven.



- > Wat valt er over de fietsers op het tijdstip $t = 100$ s te zeggen?

A A rijdt dan achter B.
B A rijdt opnieuw naast B.
C A rijdt dan voor B.
D Daar valt vanuit deze gegevens niets over te zeggen.

- 13 Iemand heeft een nachtfoto gemaakt van de sterrenhemel. De camera stond op een statief en er viel gedurende een geruime tijdsduur licht op de lichtsensor.

- > Maak een schatting van deze tijdsduur.

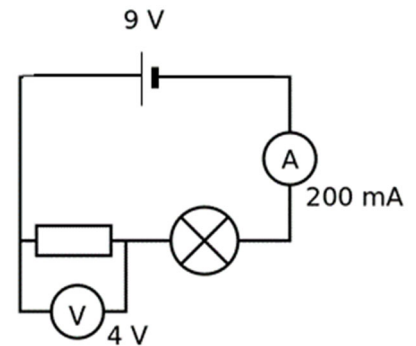
A Ongeveer een seconde.
B Ongeveer een minuut.
C Ongeveer een uur.
D Ongeveer een nacht.



- 14 De schakeling hiernaast bestaat uit een vaste weerstand, een batterij en een lamp. Spanning en stroomsterkte worden gemeten.

> Bereken de weerstand van deze lamp in deze situatie.

- A 0,025 Ω
- B 20 Ω
- C 25 Ω
- D 45 Ω

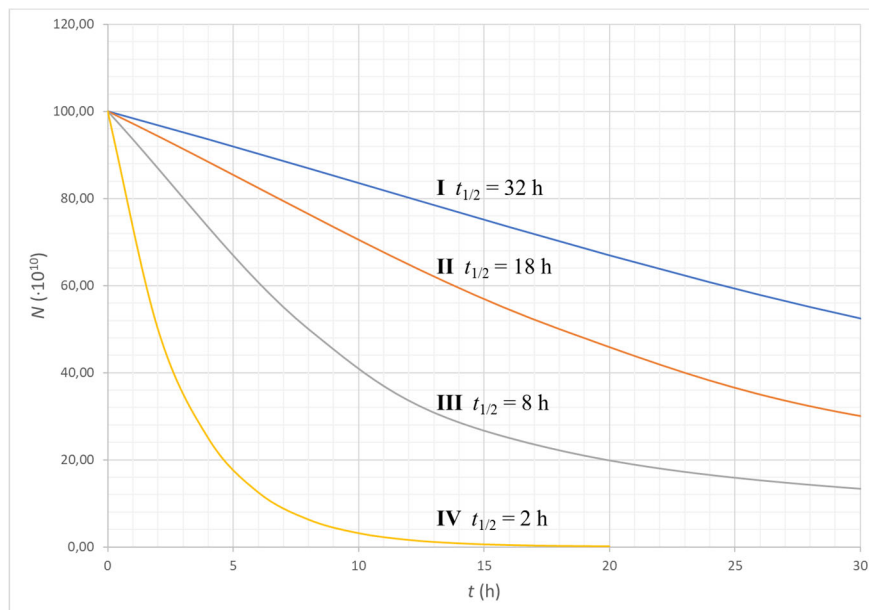


- 15 Drie cilindervormige stukjes metaal hebben alle drie dezelfde doorsnede, maar verschillen in hoogte. Massa en materiaalsoort van deze cilinders zijn respectievelijk: 4,0 g ijzer, 5,0 g aluminium en 6,0 g koper. De drie stukjes metaal worden voldoende lang in kokend water geplaatst en vervolgens rechtop op een blok ijs geplaatst.

De soortelijke warmte is een grootheid die aangeeft hoeveel warmte er nodig is om 1 kg van een stof 1 K in temperatuur te laten stijgen. Voor de drie gebruikte metalen zijn die: ijzer (Fe) $4,5 \cdot 10^2 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$, aluminium (Al) $8,8 \cdot 10^2 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ en koper (Cu) $3,8 \cdot 10^2 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

> Geef de volgorde aan hoe diep de drie stukjes Fe, Al en Cu in het ijs zakken. De diepste eerst.

- 16 Voor een medische behandeling kan gekozen worden uit vier radioactieve elementen met verschillende halveringstijden. Zie de figuur hieronder.



Voor de behandeling worden op $t = 0 \text{ h}$ gelijke hoeveelheden van ieder radioactief element genomen. Het radioactieve element wordt vanaf 10 h gebruikt bij de behandeling. De activiteit moet op dat moment zo groot mogelijk zijn. Neem aan dat de vervalproducten stabiel zijn.

> Welk radioactief element is het meest geschikt?

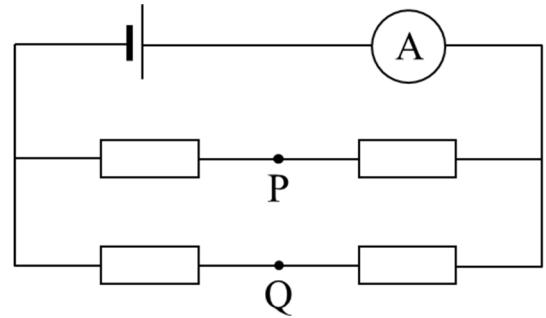
- A Element I
- B Element II
- C Element III
- D Element IV

- 17 In de hiernaast getekende schakeling gaat er door de ampèremeter een stroom I_1 . De waarden van de vier getekende weerstanden zijn onbekend.

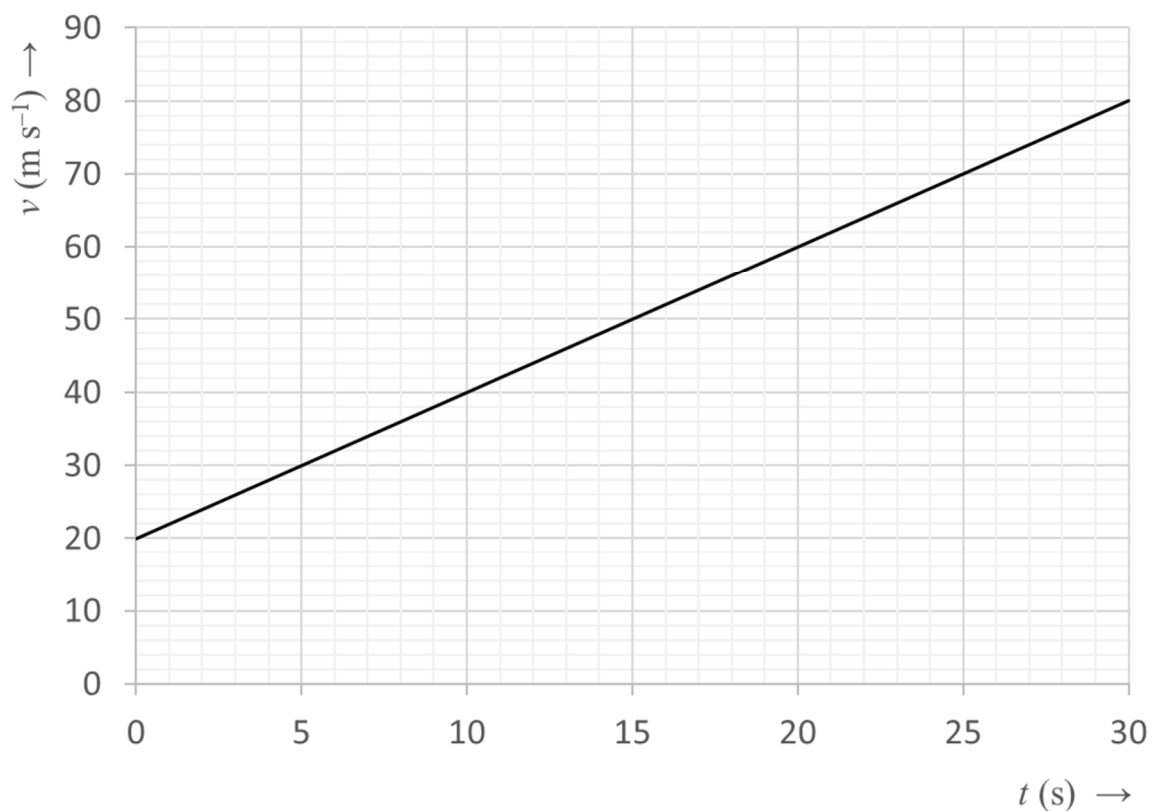
Nu wordt er een vijfde (ook onbekende) weerstand aangesloten op de punten P en Q. De stroom door de ampèremeter is nu I_2 .

- > Wat geldt er voor de stromen I_1 en I_2 ?

- A $I_2 = I_1$
- B $I_2 > I_1$
- C $I_2 \geq I_1$
- D $I_2 < I_1$



- 18 In de grafiek hieronder zie je de snelheid van een versnellende Thalys- trein uitgezet tegen de tijd.

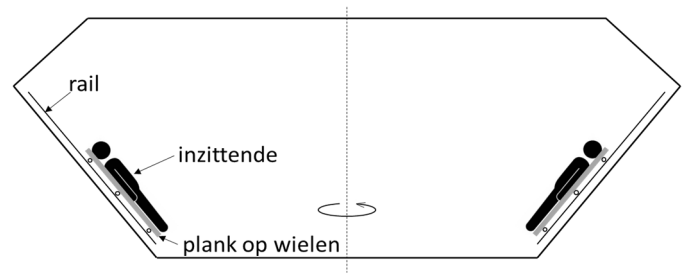


- > Geef de formule van de snelheid van de Thalys-trein als functie van de tijd voor het hier weergegeven tijdvak. Vul ook de waarden van alle grootheden in voor zover ze bekend zijn.

- 19 Een gravitron is een kermisattractie waarin je in een gesloten ruimte in een horizontaal vlak ronddraait. Op het bord ernaast staat vermeld dat je tijdens de rit gewichtsloos wordt. Zie een foto en een schets van een doorsnede van de attractie.

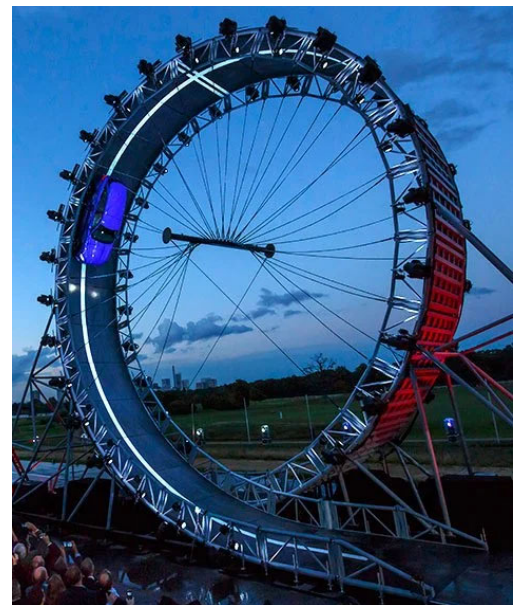


In het gravitron nemen de inzittenden plaats op planken op wieltjes die langs rails schuin naar boven kunnen bewegen. Als het gravitron voldoende hard draait, begint de plank naar boven te rijden wat een gevoel van gewichtsloosheid geeft. In rust hebben de inzittenden een gewicht G .



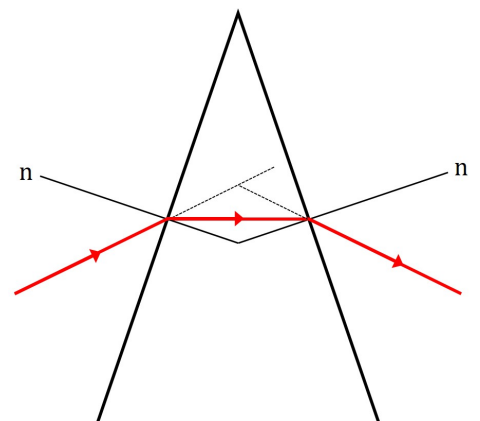
- > Wat is het gewicht van een inzittende als de plank omhoog begint te rijden?
- A 0
 - B Meer dan 0 maar minder dan G .
 - C G
 - D Meer dan G .

- 20 In 2016 werd met een auto een looping gereden. Het zwaartepunt van de auto beschrijft bovenin de looping een cirkelvormige baan met een straal van 9,5 m. In het hoogste punt ligt het zwaartepunt van de auto 19 m hoger dan in het laagste punt. Tijdens de looping leverde de motor van de auto geen kracht.



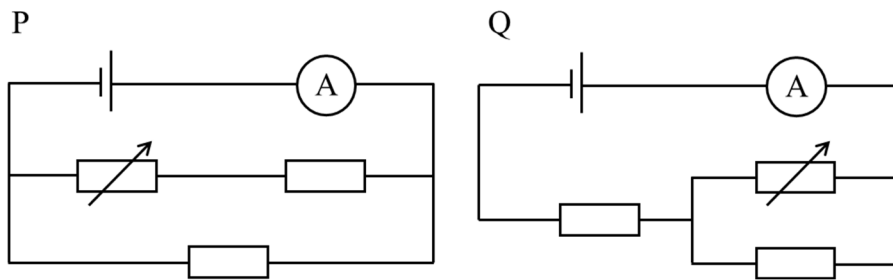
- > De minimale snelheid waarmee deze auto de looping in moest rijden om deze veilig helemaal rond te kunnen gaan was gelijk aan:
- A $9,7 \text{ ms}^{-1}$
 - B 14 ms^{-1}
 - C 19 ms^{-1}
 - D 22 ms^{-1}
 - E 24 ms^{-1}

- 21 In de figuur valt een lichtstraal op een gelijkbenig prisma. De deviatiehoek (dat is de hoek tussen de invallende- en de uitgaande lichtstraal) blijkt minimaal te zijn als de lichtstraal in het prisma evenwijdig aan het grondvlak van het prisma loopt. Hier is die minimale deviatiehoek gelijk aan 30° , en dat gebeurt als de invallende lichtstraal het prisma onder 45° treft.



- > Bereken de tophoek van het prisma.

- 22 Iemand bouwt met behulp van twee weerstanden van $330\ \Omega$ en een schuifweerstand een aantal verschillende schakelingen, waaronder de twee afgebeelde schakelingen P en Q.



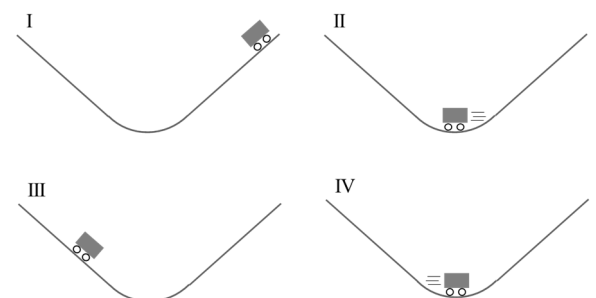
De weerstandswaarde van de gebruikte schuifweerstand gaat van 0 tot oneindig. In sommige schakelingen blijkt de door de spanningsbron geleverde stroom te verdubbelen als de waarde van de schuifweerstand wordt teruggebracht van oneindig naar 0.

- > Doet dit effect zich ook voor bij de twee hierboven afgebeelde schakelingen?
- A Nee, bij geen van beide.
 - B Ja, maar alleen bij schakeling P.
 - C Ja, maar alleen bij schakeling Q.
 - D Ja, bij beide schakelingen.

- 23 In Sinsheim (Duitsland) staat een attractie waarin een karretje langs een hellingbaan naar boven wordt getrokken en vanaf het hoogste punt los gelaten. In het onderste deel van de baan maakt het karretje een bocht met straal R en het rijdt aan de andere kant weer naar boven. Door de constant veronderstelde wrijving komt het karretje steeds minder hoog in de baan. Zie de tweede figuur.

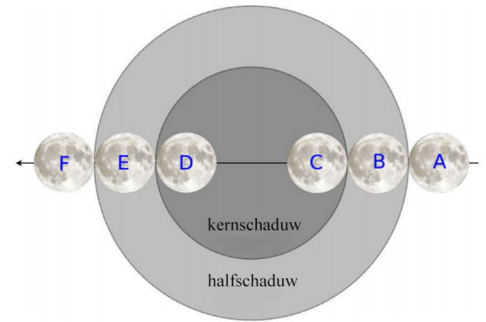


In I wordt het karretje los gelaten, in II passeert het karretje het diepste punt, in III keert het karretje om en in IV passeert het weer het diepste punt. Het hoogteverschil van het karretje tussen het omkeerpunt en het laagste punt van de baan is in situatie III half zo groot als in situatie I.



- > Hoeveel maal kleiner is de middelpuntzoekende kracht in situatie IV dan de middelpuntzoekende kracht in situatie II?
- A De middelpuntzoekende kracht blijft even groot.
 - B De middelpuntzoekende kracht wordt 2 keer zo klein.
 - C De middelpuntzoekende kracht wordt 4 keer zo klein.
 - D De middelpuntzoekende kracht wordt 8 keer zo klein.

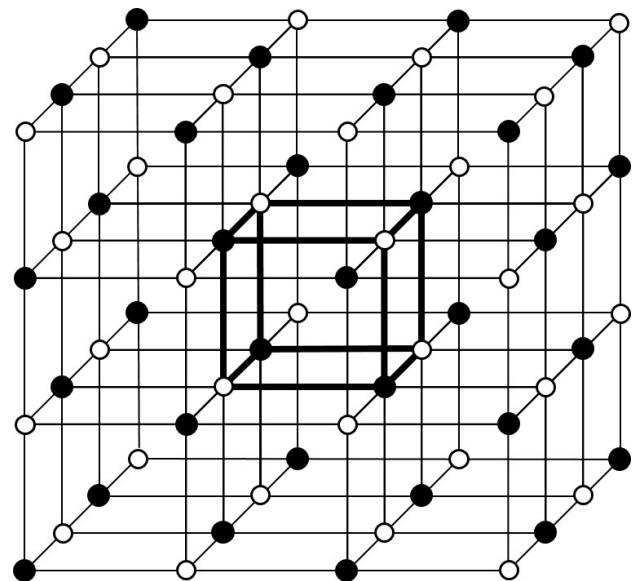
- 24 De zon is geen puntbron van licht. De schaduw van de aarde bestaat daarom uit een kern waar geen licht van de zon komt (kernschaduw) en een gedeelte waar slechts een deel van het zonlicht kan komen (de halfschaduw). Bij een maansverduistering schuift de maan eerst in de halfschaduw, komt daarna in de kernschaduw (als hij daar geheel in zit, is dat de totale verduistering) om daarna weer via de halfschaduw aan de andere kant in het volledige zonlicht te komen. De diameter van de kernschaduw ter plekke van de maan is 9200 km. De gegevens van deze totale maansverduistering staan in de tabel.



A	Maan komt bij halfschaduw	2:37 h
B	Gedeeltelijke verduistering begint	3:34 h
C	Totale verduistering begint	4:41 h
D	Totale verduistering eindigt	5:43 h
E	Gedeeltelijke verduistering eindigt	6:50 h
F	Maan verlaat de halfschaduw	7:48 h

- > Bereken de snelheid van de maan ten opzichte van het schaduwgebied in km/h.

- 25 In zoutkristallen zijn de natrium- en chloorionen gerangschikt volgens een kubische structuur. (Zwart geeft een chloorion aan, wit een natrium.) Zoals de figuur laat zien, kan je een kristal opgebouwd denken uit zogenaamde eenheidscellen.



- > Hoeveel natriumionen en hoeveel chloorionen bevat één eenheidscel?
- A $\frac{3}{4}$ natrium and $\frac{3}{4}$ chloorion
 B $\frac{1}{2}$ natrium and $\frac{1}{2}$ chloorion
 C 1 natrium and 1 chloorion
 D 2 natrium and 2 chloorionen
 E 4 natrium and 4 chloorionen