

Nationale Natuurkunde Olympiade

Eerste ronde 2022

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE
NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2022

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, Koert van der Lingen en Sander Velthuis.

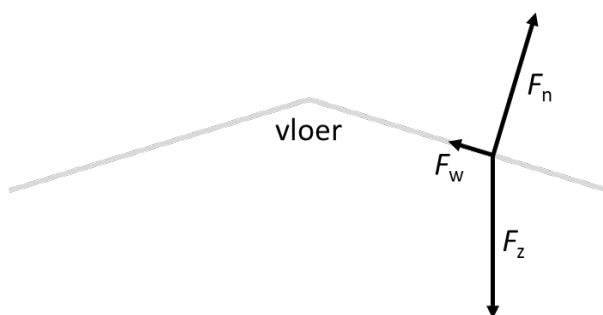
1 Breakdance

Bij een breakdance (kermisattractie met kegelvormige vloer die in een horizontaal vlak ronddraait) is het gebruikelijk dat het vloerpersoneel aan het begin van de rit nog op de draaiende vloer blijft staan. Zie foto hiernaast.



Zowel bij stilstaan als bij draaien werken op het personeelslid dat op de molenvloer staat drie krachten: zwaartekracht (F_z), wrijvingskracht (F_w) en normaalkracht (F_n).

Hieronder staan deze drie krachten op zo'n personeelslid op schaal getekend voor de situatie waarbij de breakdance stil staat.

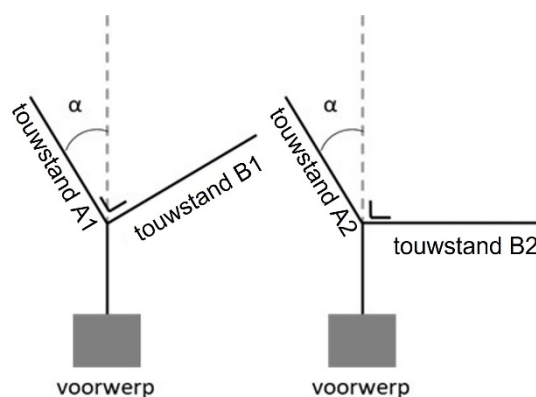


- > Geef in de tabel met twee kruisjes aan hoe deze krachten veranderen als de breakdance draait.

	wordt groter	blijft gelijk	wordt kleiner
F_n			
F_w			

2 Twee touwtjes

Een aan een touwtje hangend voorwerp wordt aan twee touwtjes A en B opgehangen. Eerst spant men A en B zoals aangegeven in de linker figuur: A maakt een bepaalde hoek α met de verticale en B staat loodrecht op A. Daarna wijzigt men de stand van B zó dat B loodrecht op de verticaal staat (rechterfiguur). Touwtje A maakt daarbij nog steeds dezelfde hoek α met de verticaal. De spankrachten van de twee touwtjes in de eerste situatie noemen we F_{spanA1} en F_{spanB1} , in de tweede situatie noemen we deze krachten F_{spanA2} en F_{spanB2} .



- > Wat kan je zeggen van deze krachten?

- A $F_{spanA1} > F_{spanA2}$ en $F_{spanB1} > F_{spanB2}$
 B $F_{spanA1} > F_{spanA2}$ en $F_{spanB1} < F_{spanB2}$
 C $F_{spanA1} < F_{spanA2}$ en $F_{spanB1} > F_{spanB2}$
 D $F_{spanA1} < F_{spanA2}$ en $F_{spanB1} < F_{spanB2}$

3 Enno en fietsen

Enno heeft twee fietsen: een gewone waarmee hij 19 km/h rijdt, en een elektrische waarmee hij 24 km/h rijdt. Zijn gewone fiets staat altijd rijklaar, terwijl hij 2 minuten nodig heeft om zijn elektrische fiets rijklaar te maken (staat in een afgesloten schuurtje aan een stevig kettingslot). Plotseling krijgt Enno een telefoontje van Klaas en wil daarna zo snel mogelijk bij Klaas aankomen.

- > Bereken tot welke afstand tussen Enno en Klaas Enno maar het beste voor zijn gewone fiets kan kiezen.

4 Massa aan veer

Een voorwerp met massa m_1 wordt aan een veer met veerconstante C_1 gehangen. Deze veer krijgt hierdoor een uitrekking u_1 . Daarna trekt men het voorwerp een klein stukje (minder dan u_1) naar beneden en laat het weer los. Hierdoor gaat het harmonisch bewegen met een trillingstijd T_1 . Een tweede voorwerp met massa m_2 wordt aan een veer met veerconstante C_2 gehangen. Deze veer krijgt hierdoor een uitwijking u_2 . Er geldt: $u_2 > u_1$.

- > Wat valt nu te zeggen over de trillingstijd T_2 waarmee dit tweede voorwerp zal gaan trillen als het een klein stukje (minder dan u_2) naar beneden wordt getrokken en losgelaten?

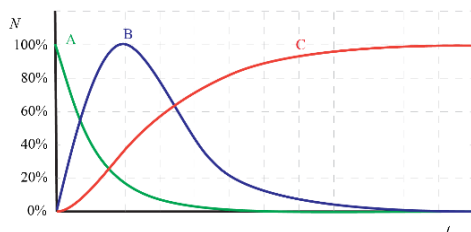
- A $T_2 < T_1$
- B $T_2 = T_1$
- C $T_2 > T_1$
- D Niets, omdat de verhoudingen m_1/C_1 en m_2/C_2 onbekend zijn.

5 Isotopen

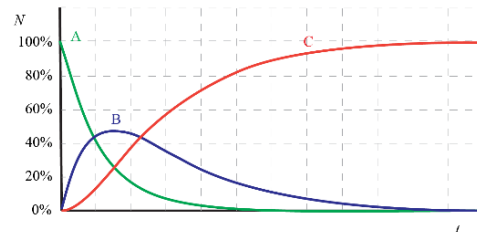
Iemand bestudeert vanaf het tijdstip $t = 0$ een radioactieve isotoop A. Op dit tijdstip bevindt een bepaalde hoeveelheid van A zich in een afgesloten ruimte die verder leeg is. Isotoop A vervalt tot isotoop B, die op zijn beurt weer vervalt tot de stabiele isotoop C. Hieronder staan vier diagrammen waarin de aantallen isotopen van A, B en C vanaf $t = 0$ als functie van de tijd zijn weergegeven.

- > Welk van deze diagrammen beschrijft deze situatie het best?

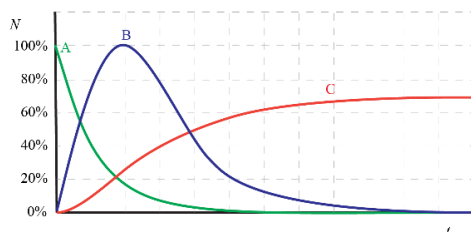
A



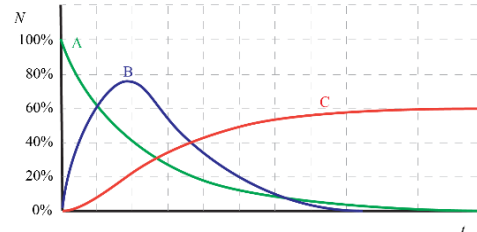
B



C



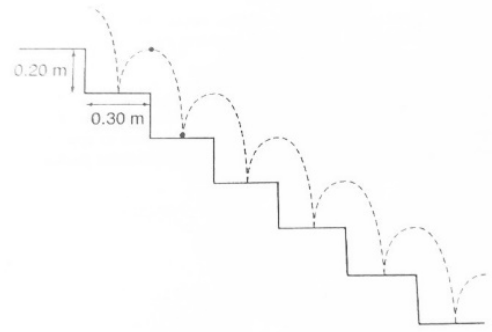
D



6 Stuiterbal

Een balletje stuitert op een trap met vlakke horizontale treden. De treden zijn 0,2 m hoog en 0,3 m breed. De horizontale snelheid voor en na een stuit is hetzelfde, de verticale snelheid na de stuit is echter kleiner dan de verticale snelheid voor de stuit. Het balletje komt daardoor na een stuit steeds precies zo hoog als een trede.

- > Bereken de horizontale snelheid van het balletje.



7 TL-buis

Een TL-buis van 12 W heeft een nuttig vermogen van 4 W.

- > Maak een schatting van het aantal fotonen dat deze TL-buis per seconde uitzendt.

- A $1 \cdot 10^{19}$
- B $10 \cdot 10^6$
- C $7,5 \cdot 10^{14}$
- D $6,1 \cdot 10^{26}$

8 Gewicht meten in een vliegtuig

Een vliegtuig vliegt langs de evenaar naar het westen op een hoogte die verwaarloosbaar is t.o.v. de straal van de aarde. De snelheid t.o.v. de grond is 230 m/s. Bas, die met het vliegtuig onderweg is, hangt een voorwerp aan een veerunster en meet het gewicht van het voorwerp. Op de terugweg, nu naar het oosten met een snelheid van 230 m/s, herhaalt hij zijn meting.

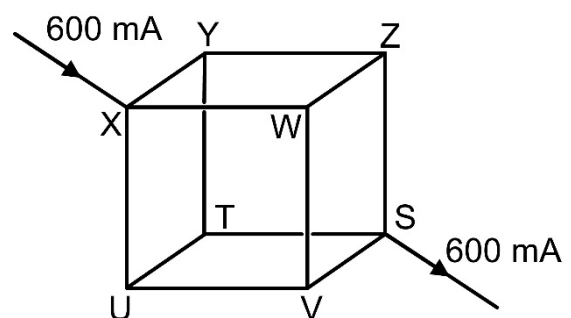
Het verschil tussen beide metingen blijkt 0,07 N te zijn.

- > Bereken de massa van het voorwerp.

9 Weerstandskubus

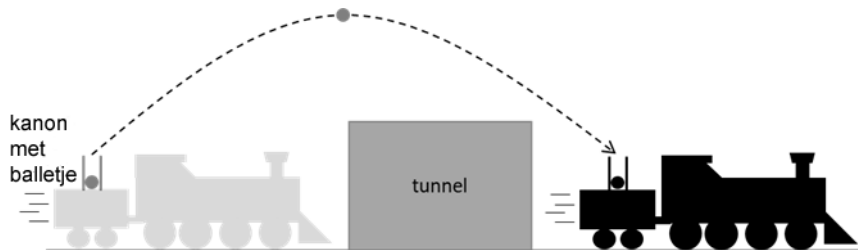
De kubus hiernaast bestaat uit 12 identieke weerstandsdraden. Nadat de punten X en S van de kubus op een spanningsbron zijn aangesloten blijkt er een stroom van 600 mA te gaan lopen zoals te zien is in de figuur.

- > Zet de stromen I_{XW} , I_{WV} en I_{UV} in een volgorde met de juiste operator = of > ertussen.



10 Balletje schieten

In de serie *Young Sheldon* schiet Sheldon vlak voordat zijn speelgoedtrein een tunnel inrijdt met een op deze trein verticaal opgesteld minikanon een balletje verticaal omhoog. Na de tunnel valt het balletje weer in het kanon. Zie de figuur ter illustratie.



- > Welk natuurkundig principe wordt hier gedemonstreerd?
 - A de eerste wet van Newton
 - B de tweede wet van Newton
 - C de derde wet van Newton
 - D geen van bovenstaande, dit kan alleen door filmtrucage

11 Elektrische waterverwarming

In sommige Aziatische landen wordt douchewater verwarmd met een elektrisch verwarmingsapparaat dat in de douchecel hangt. Met de twee knoppen op dit apparaat kan je het afgegeven vermogen en de stroomsnelheid van het water regelen.

Het maximale warmtevermogen van het apparaat is 2,88 kW. De binnendiameter van de slang is 1,2 cm.

- > Bereken de stroomsnelheid van het water als het verwarmd wordt van 22°C naar 35°C.
 - A 1,9 m/s
 - B 0,47 m/s
 - C 0,23 m/s
 - D 0,12 m/s



12 Bungeejump

Een bungeejumper is vastgebonden aan een lang elastiek waarvan het andere uiteinde aan een hooggelegen brugleuning is vastgemaakt. Vervolgens laat hij zich vanaf de brugleuning achterover vallen. Hij valt versneld naar beneden en na enkele ogenblikken begint het elastiek uit te rekken, waardoor de bungeejumper even later weer begint af te remmen. Uiteindelijk bereikt hij zijn keerpunt om daarna weer naar boven te bewegen.

Over het moment waarop de bungeejumper zich op het laagste punt bevindt, worden drie uitspraken gedaan.

- > Welke uitspraak is waar?
 - A De spankracht is even groot als de zwaartekracht op de bungeejumper.
 - B De spankracht is kleiner dan de zwaartekracht op de bungeejumper.
 - C De spankracht is groter dan de zwaartekracht op bungeejumper.

13 Halve bol

Een dunwandige halve bol zonder “bodem” wordt tegen een wand aangedrukt door de ruimte tussen de bol en de wand volledig vacuüm te zuigen. Het oppervlak van de halve bol is $1,0 \text{ dm}^2$. De druk van de buitenlucht is $1,0 \text{ bar}$.

- > Hoe groot is de kracht waarmee de halve bol tegen de wand wordt aangedrukt?
- A 1000 N
 - B 500 N
 - C 250 N
 - D 125 N

14 Twee pijlen

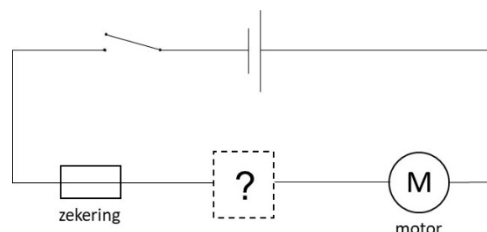
Twee pijlen worden met dezelfde beginsnelheid loodrecht omhoog geschoten. Pijl 1 heeft een massa m , pijl 2 heeft een massa $2m$. De luchtweerstand is te verwaarlozen.

- > Wat is waar?
- A pijl 1 komt 2 x zo hoog als pijl 2
 - B pijl 1 komt $\sqrt{2}$ x zo hoog als pijl 2
 - C pijl 1 en pijl 2 komen even hoog
 - D pijl 2 komt $\sqrt{2}$ x zo hoog als pijl 1
 - E pijl 2 komt 2 x zo hoog als pijl 1



15 Aanloopbeveiliging

Een zware elektromotor vraagt tijdens het starten een grote stroomsterkte. Deze stroomsterkte kan zo groot zijn, dat de zekering uit springt. Door een elektrische component in serie te schakelen met de elektromotor, kan deze stroomsterkte tijdens starten begrensd worden, terwijl de motor vlak na het inschakelen wel normaal kan functioneren. Zie de figuur.



- > Op het vraagteken moet komen een:
- A NTC
 - B LDR
 - C Ohmse weerstand
 - D PTC

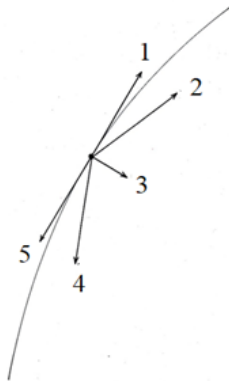
16 Curling

Bij curling brengt een sporter een steen in beweging die hij vervolgens zelfstandig over het ijs laat glijden. Bij het in beweging brengen kan de sporter de steen ook een draaiing om zijn eigen as meegeven waardoor deze na loslaten een enigszins gekromde baan (een “curl”, vandaar de naam van de sport) volgt. Door wrijving met het ijs neemt de snelheid af.

De steen verplaatst zich dus langs een kromme baan. De situatie op een bepaald moment in de



beweging van de steen is schematisch weergegeven in de figuur hieronder. De steen beweegt van (links)onder naar (rechts)boven. Er zijn vijf mogelijkheden getekend voor de richting van de resulterende kracht die op dat moment op de steen werkt.

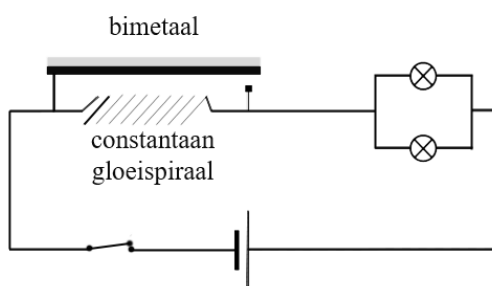


- > Welke pijl geeft het beste de richting van de resulterende kracht op de steen weer?
- A pijl 1
 - B pijl 2
 - C pijl 3
 - D pijl 4
 - E pijl 5

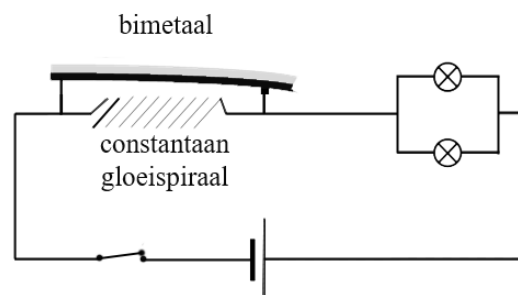
17 Mechanisch knipperlicht

Oude auto's gebruiken een bimetaalschakelaar om de richtingaanwijzer automatisch te laten knipperen. Een bimetaal is een strip van twee verschillende metalen die buigt bij opwarming. In dit vereenvoudigde model wordt de verwarming van het bimetaal gerealiseerd door een stroom te sturen door de in de figuur aangegeven gloeispiraal van constantaan, die overigens een hoge weerstand heeft.

Als het bimetaal voldoende in temperatuur is gestegen schakelt hij de twee parallel geschakelde lampjes **aan**. Na afkoelen schakelt hij ze weer **uit**. Zie het schema in figuur 1 en figuur 2. In één van de figuren geven de lampen licht, in de andere situatie zijn ze gedoofd.



figuur 1



figuur 2

- > Als één van de knipperlampen doorbrandt, wat gebeurt er dan met de knipperfrequentie van de overgebleven lamp?
- De overgebleven lamp staat { korter | langer | even_lang } **aan** in vergelijking met de situatie met twee lampen.
- De overgebleven lamp staat { korter | langer | even_lang } **uit** in vergelijking met de situatie met twee lampen.

18 Modelleren

Een vervalreactie is gemodelleerd met de volgende modelregels:

Model:

$$\Delta N := N - N \cdot 0,5^{\Delta t/T_{1/2}}$$

$$N := N - \Delta N$$

$$t := t + \Delta t$$

Beginwaarden:

$$N := 1 \cdot 10^{20}$$

$$T_{1/2} := 100$$

$$t := 0$$

$$\Delta t := 0,5$$

> Welke grafiek hoort bij het bovenstaande model?



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

19 Zandloper

Een zandloper (zie figuur) gevuld met zand heeft het voordeel boven eenzelfde glas gevuld met water, dat de stroom zand niet afhangt van de hoogte van het zand boven het smalle gat.

De massa die in de tijd door de opening stroomt doet dat volgens:

$$\frac{dm}{dt} = k \cdot \rho^\alpha \cdot A^\beta \cdot g^\gamma$$

Hierin is k een dimensieloze constante, ρ de dichtheid van het zand, A de oppervlakte van het nauwe gat en g de gravitatieversnelling. α , β en γ zijn getallen.

α heeft een waarde van 1.

> Wat moet de waarde van β zijn om bovenstaande relatie kloppend te doen zijn?



20 Ballen gooien

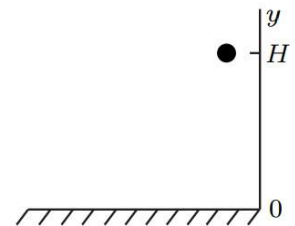
Jip staat op een balkon op de tweede etage van een flat. Zij gooit 3 identieke ballen met dezelfde snelheid weg: bal 1 recht omhoog, bal 2 horizontaal naar voren en bal 3 recht naar beneden.

- > Als de luchtweerstand verwaarloosd wordt, dan geldt:
 - A Bal 1 bereikt de grond met een grotere snelheid dan bal 2.
 - B Bal 2 bereikt de grond met een grotere snelheid dan bal 3.
 - C Bal 3 bereikt de grond met een grotere snelheid dan bal 2.
 - D De ballen raken de grond met dezelfde snelheid.

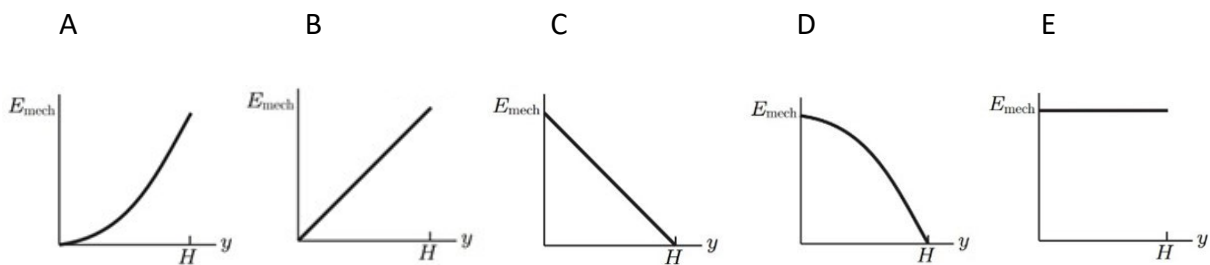
21 Vallende bal

In het plaatje hiernaast bevindt een bal zich op hoogte H . De bal bezit daar zwaarte-energie. De som van zwaarte-energie en kinetische energie noemen we mechanische energie (E_{mech}).

De bal valt nu naar beneden. Hieronder staan 5 diagrammen die elk de mechanische energie van deze bal als functie van y moeten voorstellen.



- > Als de bal zonder wrijving naar beneden valt, welk ($E_{\text{mech}} - y$)-diagram past dan bij de val?



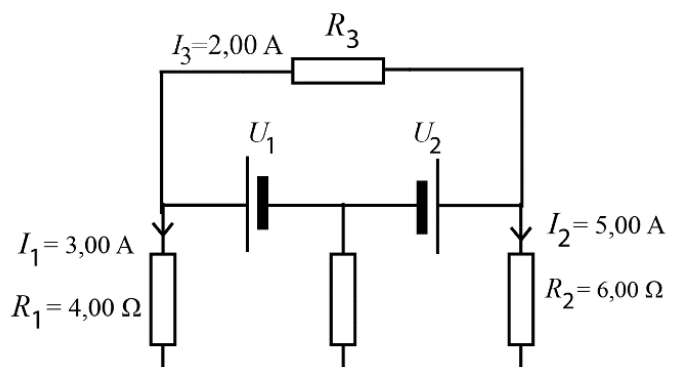
22 Ijsje eten

Ingrid wil een bak met lekker ijs meenemen op een lange autorit overdag door de woestijn. Ze wikkelt de bak in een wollen sjaal. .

- > Is dat een goed idee? Kies het beste antwoord.
 - A Nee, de sjaal zal het ijs verwarmen.
 - B Ja, de sjaal zorgt ervoor dat de kou moeilijker uit de bak kan verdwijnen.
 - C Nee, de sjaal beweegt de kou altijd naar buiten.
 - D Ja, de sjaal zorgt dat de warmte moeilijker naar het ijs gaat.
 - E Nee, de sjaal maakt niets uit voor verwarmen of koelen.

23 Schakeling

Bereken de waarde van de weerstand R_3 .



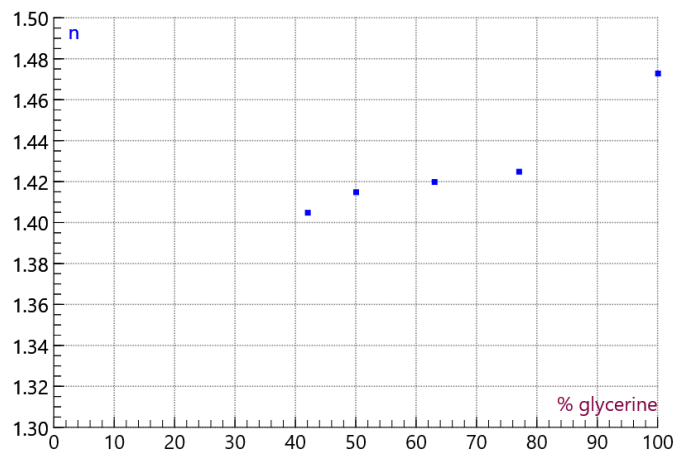
24 Kogeltjes

Iemand beschikt over twee soorten koperen kogeltjes, te weten: grote en kleine. Alle grote kogeltjes hebben, evenals alle kleine kogeltjes, dezelfde afmetingen. Van beide soorten wordt nu een zodanige hoeveelheid afgewogen, dat deze hoeveelheden dezelfde massa hebben. Beide porties worden tot dezelfde temperatuur verhit en daarna in twee identieke bekertjes met dezelfde hoeveelheid water van dezelfde temperatuur gegoten.

- > Welke bewering(en) is (zijn) zeker waar:
- A In de beker met de kleinere kogeltjes stijgt de temperatuur sneller dan in de andere beker.
 - B In de beker met de grotere kogeltjes stijgt de temperatuur sneller dan in de andere beker.
 - C In de beker met de kleinere kogeltjes is de eindtemperatuur lager dan in de andere beker.
 - D In de beker met de grotere kogeltjes is de eindtemperatuur lager dan in de andere beker.

25 Glycerine

Van glycerine wordt de brekingsindex gemeten. De eerste meting wordt gedaan met pure glycerine. Daarna wordt er in stappen water (brekingsindex = 1,330) aan toegevoegd en zodat de concentratie glycerine steeds lager wordt. Bij elke stap wordt de brekingsindex gemeten. In de grafiek wordt de brekingsindex uitgezet tegen de concentratie in procenten. Pure glycerine is hier 100%.



- > Bereken, uitgaande van de veronderstelling dat het verband lineair is, de verandering van de brekingsindex per procent glycerine.
- A 0,00108
 - B 0,00133
 - C 0,00143
 - D 0,00180
 - E 0,00200
 - F Is niet te berekenen omdat de punten niet op een rechte liggen.