

**Nationale  
Natuurkunde Olympiade**

**Eerste ronde 2024**

**Beschikbare tijd: 2 klokuren**

# Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE  
NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2024

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.

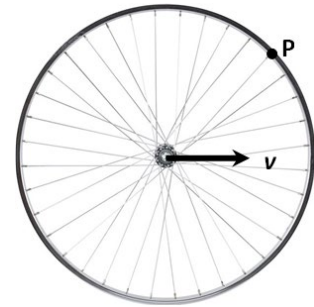
Je mag van het BiNaSboek, Sciencedata en een (grafische) rekenmachine gebruik maken.

Veel succes!

Deze opgaven zijn samengesteld door: Jan Hoekstra, Hans Jordens, Sander Velthuis, Koert van der Lingen, Enno van der Laan en Ad Mooldijk.

### 1 Fietswiel

Het fietswiel in de figuur hiernaast rolt naar rechts.  
De as van het wiel heeft dan een zekere snelheid  $v$ .

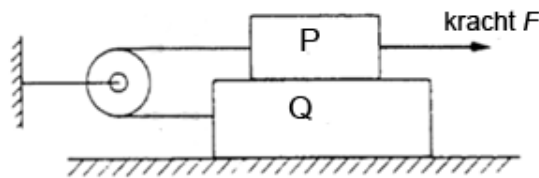


> Welke bewering over de grootte van de snelheid  $v_P$  van punt P ten opzichte van de grond is juist?

- A  $|v_P| = |v|$
- B  $|v_P| = 2|v|$
- C  $|v| < |v_P| < 2|v|$
- D  $|v_P| < |v|$
- E Dat hangt van de straal van het wiel af.

### 2 Blokken schuiven

Een blok P ligt boven op een blok Q. Beide blokken zijn met een touwtje via een wrijvingsloze katrol aan elkaar verbonden. Er wordt met een geleidelijk toenemende kracht  $F$  aan blok P getrokken, zie de figuur. De maximale wrijvingskracht tussen blok P en Q is 5 N, tussen blok Q en de grond 10 N.

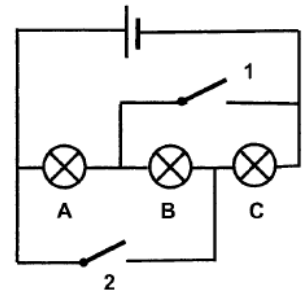


> Hoe groot is de spankracht in het via de katrol lopende touwtje op het moment dat de blokken op het punt staan in beweging te komen?

### 3 Lampjes

In de hiernaast staande schakeling zijn drie gelijke lampjes opgenomen. Als schakelaar 1 gesloten wordt, brandt lamp A normaal. Schakelaar 2 wordt nu ook gesloten.

> Geef met kruisjes in de tabel aan welk(e) lampje(s) normaal zullen branden.



A	B	C

### 4 Planeet

Een planeet beschrijft een cirkelbaan om een zon.

> Wat is de relatie tussen de snelheid  $v$  van de planeet en de straal  $r$  van de baan die de planeet beschrijft?

- A  $v \sim r$
- B  $v \sim r^2$
- C  $v^2 \sim r$
- D  $v^2 \sim 1/r$
- E  $1/v \sim r^2$

## 5 Slingeren

Een aan een dun koord hangend voorwerp voert een slingerbeweging uit.

- > Hoe groot is de spankracht in het koord op het moment dat het voorwerp zich in één van de keerpunten bevindt?
  - A  $F_{span} > F_z$
  - B  $F_{span} = F_z$
  - C  $F_{span} < F_z$
  - D Valt niets over te zeggen, omdat deze kracht onder andere afhangt van amplitude en frequentie.

## 6 Kacheltje

Bij een elektrisch kacheltje, dat twee identieke gloeispiralen bevat, kan men drie verschillende standen kiezen, te weten: de twee gloeispiralen in serie geschakeld, één enkele gloeispiraal en de twee gloeispiralen parallel geschakeld.

Ga ervan uit dat de weerstand van de gloeispiralen verwaarloosbaar beïnvloed wordt door hun temperatuur.

- > Vul de verhouding tussen de elektrisch opgenomen vermogens van de verschillende opties in.

2 spiralen in serie :	Een enkele spiraal :	2 spiralen parallel
1		

## 7 Constantaan

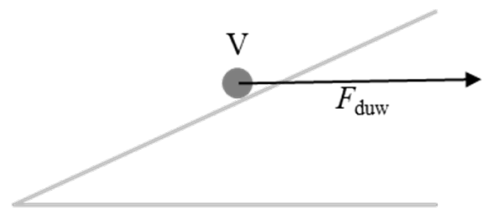
Een electronica-hobbyist moet in een schakeling een draadje constantaan als weerstand opnemen. De handleiding van de schakeling noemt een lengte van 26 cm en een diameter van 0,20 mm. Hij heeft echter alleen maar een klosje constantaandraad met een diameter van 0,35 mm op voorraad.

- > Welke lengte in cm van deze draad levert de benodigde weerstandswaarde?

## 8 Hellingproef

Een voorwerp V met verwaarloosbare afmetingen ligt op een hellend vlak. Er is géén wrijving.

Iemand oefent een horizontale duwkracht op het voorwerp V uit. Zie de hiernaast staande schets. Onder deze omstandigheden blijft het voorwerp V precies in rust.

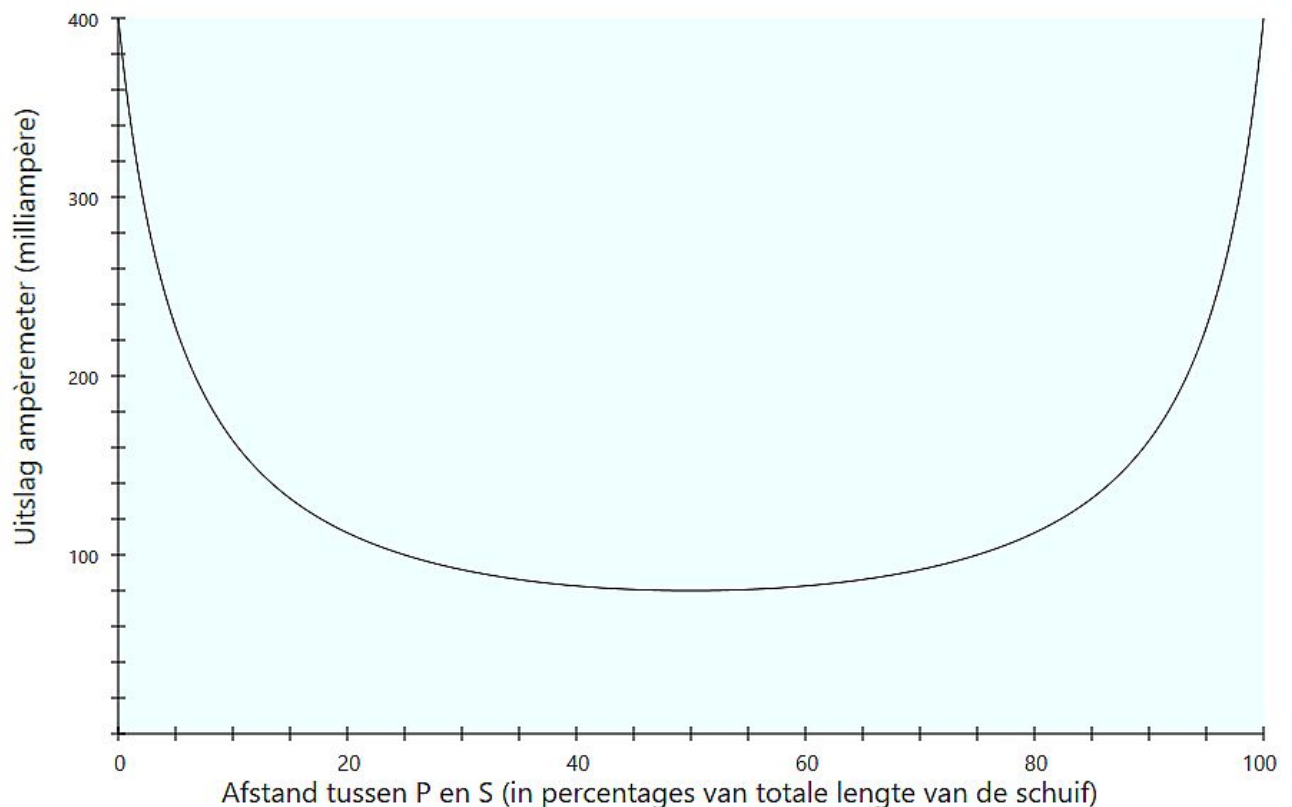
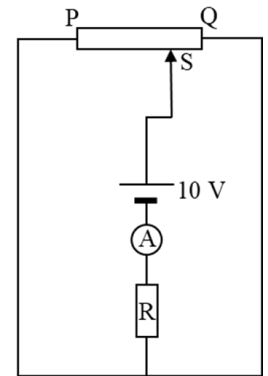


- > Wat valt er in deze situatie te zeggen over de op het voorwerp V werkende normaalkracht?
  - A  $F_n < F_z$
  - B  $F_n = F_z$
  - C  $F_n > F_z$
  - D Dit hangt af van de hellingshoek

## 9 Schuifweerstand

S is de schuif van een schuifweerstand met uiteinden P en Q. In de schakeling zie je verder een spanningsbron van 10 volt, een stroommeter A en een weerstand. Zie het hiernaast staande schema.

De door de ampèremeter aangegeven waarde is uitgezet als functie van de positie van de schuif van de schuifweerstand. Deze positie wordt beschreven als  $(PS/PQ) \times 100\%$ . De resultaten staan in onderstaand diagram.



- > Bereken de totale weerstand van de schuifweerstand tussen zijn uiterste punten P en Q.

## 10 Fietsenmaker

De fietsenmaker heeft Piet laten weten dat hij zijn inmiddels weer gerepareerde fiets kan ophalen. Daarom loopt Piet vanaf zijn werk met een snelheid van 5,0 km/h naar de fietsenwinkel. Vervolgens rijdt hij met een snelheid van 17 km/h naar huis. De totale afstand van deze twee trajecten bedraagt 6,0 kilometer. De totale tijdsduur van het lopen en fietsen bedroeg 40 minuten.

- > Bereken de afstand in km die Piet moest lopen om van zijn werk bij de fietsenwinkel te komen.

### 11 Wet van Poiseuille

Een vloeistof gaat door een buis stromen als er een drukverschil  $\Delta p$  is tussen het begin en einde van deze buis. De gemiddelde snelheid  $v$  waarmee de vloeistof in de buis gaat stromen is afhankelijk van de straal  $r$  en lengte  $l$  van de buis en de stroperigheid  $\eta$  van de vloeistof.

Hiervoor geldt de wet van Poiseuille:

$$\Delta p = \frac{8 \cdot \eta \cdot v \cdot l}{r^2}$$

> Bepaal de eenheid van  $\eta$ .

- A  $[\eta] = \text{s}$
- B  $[\eta] = \text{Pa s}$
- C  $[\eta] = \text{Pa m s}$
- D  $[\eta] = \frac{\text{Pa s}}{\text{m}}$

### 12 Luchtweerstand

Op een racefiets moet een wielrenner een vermogen van 375 W leveren om met een snelheid van 40 km/h te kunnen rijden.

In een gestroomlijnde ligfiets (human powered vehicle, HPV) moet dezelfde wielrenner een vermogen van 90 W leveren om met een snelheid van 40 km/h te kunnen rijden. Behalve de luchtweerstand worden alle andere weerstandskrachten verwaarloosd.



> Welke topsnelheid kan de wielrenner in een HPV halen bij een vermogen van 375 W?

- A  $v = 6,4 \cdot 10^1 \text{ km/h}$
- B  $v = 8,7 \cdot 10^1 \text{ km/h}$
- C  $v = 1,3 \cdot 10^2 \text{ km/h}$
- D  $v = 2,1 \cdot 10^2 \text{ km/h}$

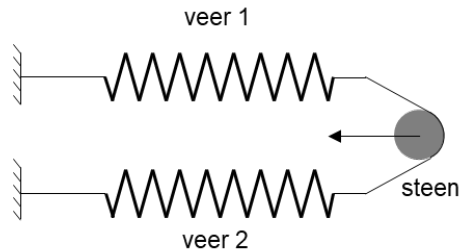
### 13 Katapult

Een katapult is een apparaat om steentjes mee weg te schieten. Zie figuur 1. Een katapult kan gemodelleerd worden met twee parallel aan elkaar staande veren die een steen lanceren. Zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2

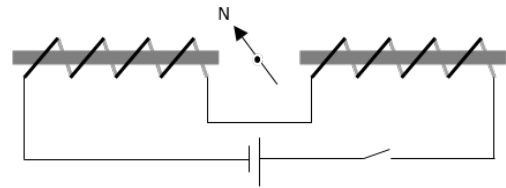


Een jongen schiet een steentje met een bepaalde beginsnelheid weg.

- > Hoe ver moet hij de katapult uitrekken om een steentje met een twee maal zo grote massa dezelfde beginsnelheid te geven?
  - A Even ver uitrekken.
  - B  $\sqrt{2}$  keer zo ver uitrekken.
  - C 2 keer zo ver uitrekken.
  - D 4 keer zo ver uitrekken.

### 14 Elektromagneten

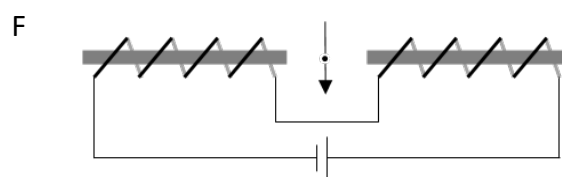
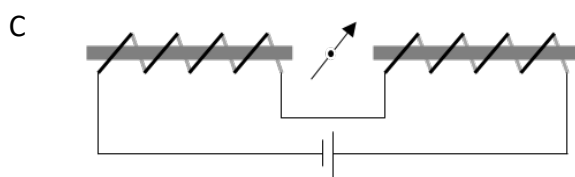
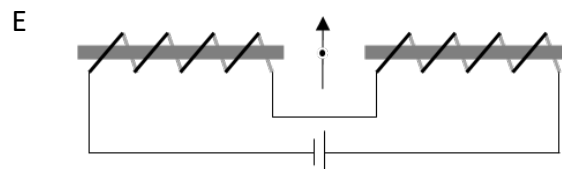
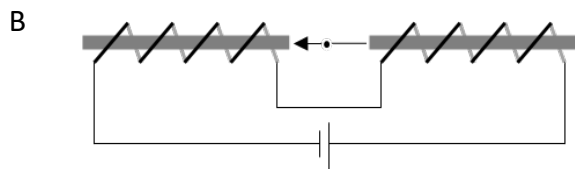
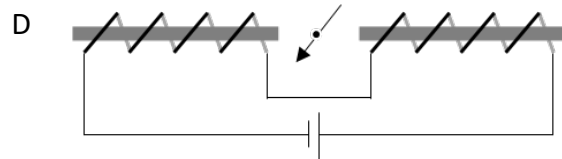
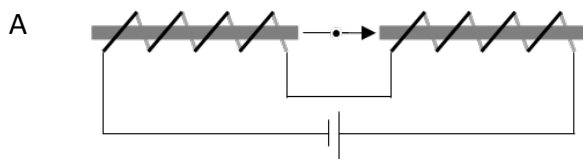
Tussen twee, niet ingeschakelde, elektromagneten staat een kompas. Zie het bovenaanzicht in de figuur hiernaast.



De schakelaar wordt gesloten. Na het inschakelen

ontstaat er tussen de magneten een magneetveld  $B_{\text{magneten}}$ . De sterkte van dit magneetveld is even groot als de horizontale component van het aardmagnetisch veld.

- > In welke figuur is de stand van de kompasnaald juist weergegeven?



### 15 Abseilen

De bergbeklimster heeft een massa van 58 kg. Ze hangt aan een touw en zet zich horizontaal af met haar benen. Zie het zijaanzicht in de figuur.

> Bepaal de spankracht  $F_s$  in het touw.

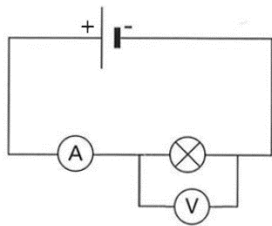
- A  $F_s = 3,4 \cdot 10^2 \text{ N}$
- B  $F_s = 5,7 \cdot 10^2 \text{ N}$
- C  $F_s = 7,0 \cdot 10^2 \text{ N}$
- D  $F_s = 9,7 \cdot 10^2 \text{ N}$
- E  $F_s = 13 \cdot 10^2 \text{ N}$



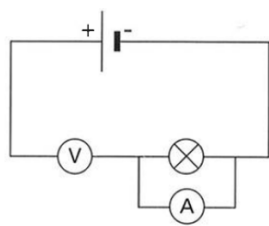
### 16 Schakelingen

Hieronder staan vier schakelschema's met een lamp, een ampèremeter en een voltmeter.

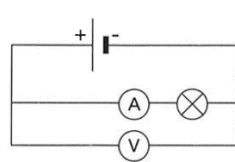
> Met welke schakeling(en) kan je de weerstand van de lamp bepalen?



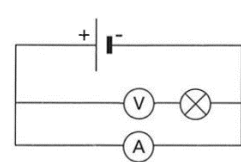
A



B



C

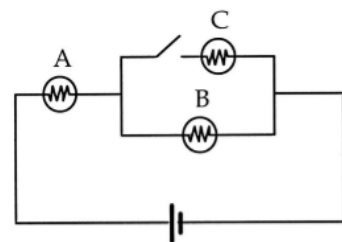


D

### 17 Felle lampjes

> Wat gebeurt er met de felheid van lampjes A en B als het contact wordt gesloten?

- A A blijft even fel, B wordt minder fel.
- B A wordt feller, B wordt minder fel.
- C A en B worden feller.
- D A en B worden minder fel.
- E A en B blijven even fel.





### 18 Lucht in een lokaal

Een natuurkundelokaal in een school is 9,2 m lang, 8,0 m breed en 3,1 m hoog.

De dichtheid van de lucht in het lokaal is  $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg/dm}^3$ .

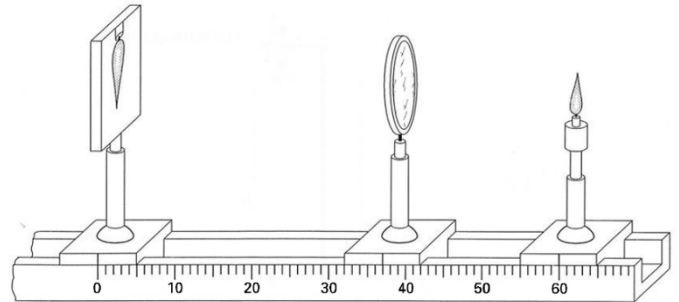
Rob zegt dat de meeste mensen een halter met een massa gelijk aan de massa van de lucht in het lokaal niet kunnen optillen. Je kunt dat controleren.

- > Bereken daartoe de massa van de lucht in het lokaal in kg.

### 19 Kaars

Hannie doet proeven met een optische bank. Ze zet een kaars op een bepaalde plek en schuift daarna met de lens tot een scherp beeld van de kaars op het scherm te zien is. Zie de tekening.

- > Bereken de brandpuntsafstand van de lens in cm.



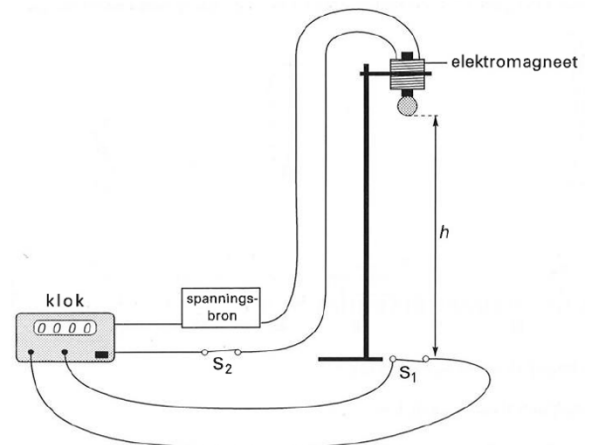
### 20 Vallende kogel

Met de opstelling hiernaast kunnen we de valversnelling  $g$  bepalen.

Een kogel hangt aan een elektromagneet boven schakelaar  $S_1$ . De elektromagneet is verbonden met een spanningsbron en een tijd klok. Op het tijdstip dat de elektromagneet met behulp van de schakelaar  $S_2$  wordt uitgeschakeld, gaat de klok lopen en verliest de elektromagneet zijn magnetisatie. Op het moment dat de kogel schakelaar  $S_1$  opent, stopt de klok.

De gebruikte elektromagneet heeft een hinderlijke eigenschap: bij het uitschakelen verliest hij niet direct al zijn magnetisatie, maar deze neemt geleidelijk (maar wel snel) af. De kogel valt daardoor niet onmiddellijk.

- > Welke invloed heeft dit op de waarde die zo voor  $g$  wordt gevonden?  
A De zo gevonden waarde van  $g$  is te klein.  
B De zo gevonden waarde van  $g$  is correct.  
C De zo gevonden waarde van  $g$  is te groot.



### 21 Radioactiviteit

Tijd (minuten)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Activiteit ( $10^6 \text{ Bq}$ )	720	450	285	180	110	70	45

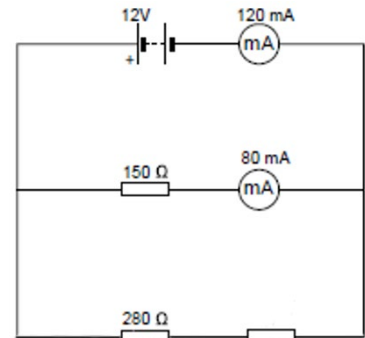
Je ziet hierboven metingen van de activiteit van een radioactief preparaat.

- > Geef de activiteit van het preparaat na 10 minuten in  $10^6 \text{ Bq}$  (ofwel MBq).

## 22 Onbekende weerstand

Freek heeft de hiernaast staande schakeling gebouwd. Naast de twee bekende weerstanden, de spanningsbron en de ampèremeters, is een onbekende weerstand in de schakeling opgenomen.

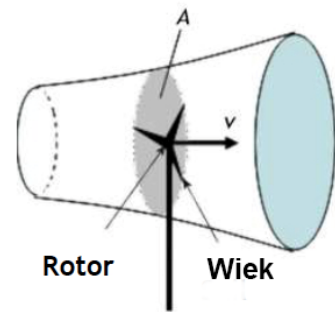
- > Bereken de grootte van de onbekende weerstand in deze schakeling.



## 23 Windmolen

Enkele leerlingen moeten een windmolen ontwerpen die bij een windsnelheid van 14 m/s, een mobieltje moet kunnen opladen met een vermogen van 20 W. Hun apparatuur blijkt 0,45% van de kinetische energie van alle lucht die het oppervlak  $A$  waarin de wieken bewegen passeert te kunnen omzetten in elektrische energie. Bij genoemde windsnelheid, passeert er iedere seconde langs iedere vierkante meter een hoeveelheid lucht die 1,8 kJ aan kinetische energie in zich heeft.

- > Bereken de lengte van de wieken in meter die de leerlingen moeten gebruiken in hun ontwerp.



Schematisch overzicht van een windmolen

## 24 Resonantie

Een glazen buis is via een slang verbonden met een wijde fles (figuur 3). De buis en de fles zijn gedeeltelijk gevuld met water. De fles kan omhoog en omlaag worden bewogen om de waterhoogte in de buis aan te passen.

Men vervangt de lucht in de buis volledig door verzadigde etherdamp.

Een stemvork van 440 Hz wordt boven de buis geplaatst (zie figuur).

Na het aanslaan van de stemvork laat men het water in de buis omhoog komen. Tijdens het omhoog komen van het water hoort men zo nu en dan - door resonantie - een sterke toon.

Dit is het geval als de hoogte van de verzadigde etherdampkolom 79,0 cm, 56,0 cm, 33,0 cm en 10,0 cm bedraagt.

- > Bereken de voortplantingsnelheid van geluidsgolven in etherdamp in m/s.

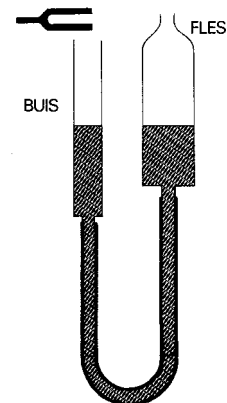


fig. 3

## 25 Hagelstenen

Hagelstenen bereiken tijdens hun val op een gegeven moment een constante snelheid omdat de op de hagelsteen werkende zwaartekracht dan in evenwicht is met de luchtwrijving. Neem aan dat de vorm van de hagelsteen een bol is met straal  $r$ .

Bij de constante snelheid geldt dan voor de kinetische energie  $E_{\text{kin}} \sim r^\alpha$

- > Hoe groot is  $\alpha$ ?