

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

### Opgave 1

In de pauze schopt iemand tegen een leeg colablikje aan. Het blikje blijkt na 2,5 m tot stilstand te komen; daarbij raakt het tijdens het glijden niet van de grond. Het blikje heeft een massa van 75 g en ondervindt van de grond een constante wrijving van 1,5 N.

**Bereken** met welke beginsnelheid het blikje is weggeschoten.

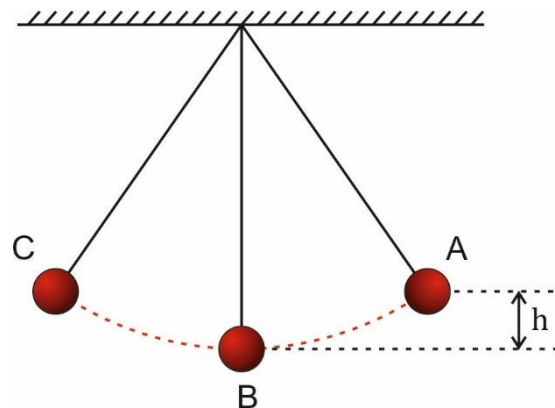
### Opgave 2

Een bol met een massa van 150 g slingert aan een touw zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding.

De bol wordt losgelaten op een hoogte van  $h$  van 25 cm.

Na 20 perioden bereikt de kogel nog maar een maximale hoogte  $h$  van 21 cm.

- Leg uit** welke energie-omzettingen er plaatsvinden van A naar B en van B naar C.
- Bereken** hoeveel arbeid door de wrijvingskracht wordt verricht gedurende de eerste 20 perioden.
- Bereken** de snelheid waarmee de bol de evenwichtstand passeert als hij deze voor de eerste keer passeert. Verwaarloos het energieverlies door de wrijvingskracht.



### Opgave 3

Rinke doet aan wedstrijdzwemmen. Zijn persoonlijke record op de 200 m vrije slag is 2 minuten en 7,2 seconden. De gemiddelde kracht die hij tijdens zijn recordrace ontwikkelde wordt geschat op  $1,5 \cdot 10^2$  N.

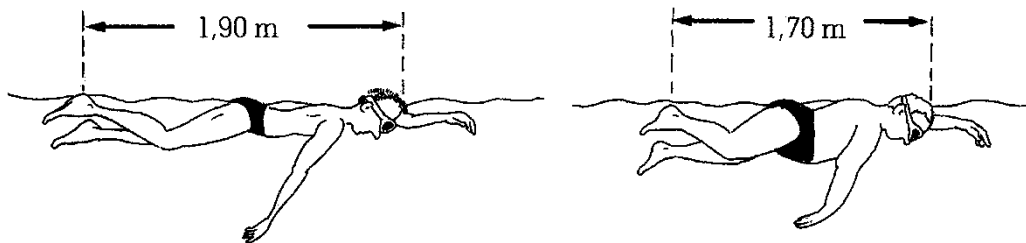
a) **Bereken** het gemiddelde vermogen dat hij tijdens zijn recordrace leverde.

Rinke en Hedwig willen onderzoeken hoe de snelheid van een zwemmer afhangt van zijn lichaamsbouw. De lichaamsbouw beïnvloedt de wrijvingskracht in het water. Voor die wrijvingskracht  $F_w$  geldt:

$$F_w = k \cdot A \cdot v^2$$

Hierin is:

- k een constante die voor alle zwemmers gelijk is;
- A de oppervlakte van een dwarsdoorsnede van een zwemmer, loodrecht op de bewegingsrichting van het lichaam;
- v de snelheid.



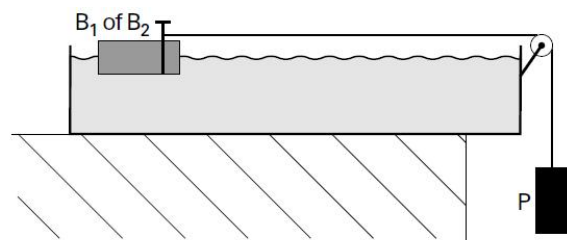
Om het probleem te vereenvoedigen, gaan ze uit van twee zwemmers die dezelfde massa hebben. Ze nemen aan dat bij zulke zwemmers de oppervlakte van de dwarsdoorsnede A omgekeerd evenredig is met hun lengte l (zie onderstaande afbeelding).

Ze voorspellen dat een zwemmer met een lengte van 1,90 m die een even grote kracht uitoefent als een zwemmer van 1,70 m een constante snelheid heeft die 6% groter is.

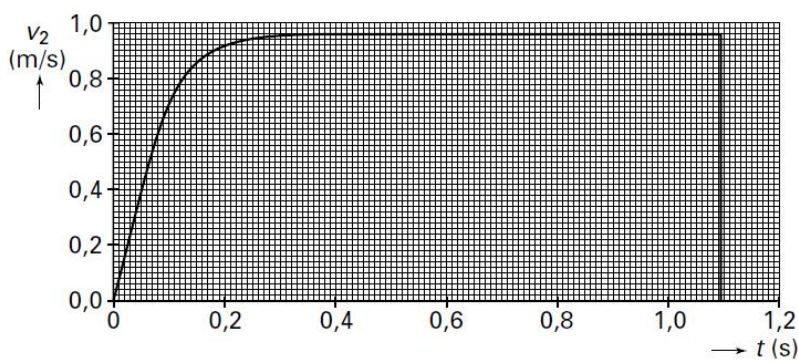
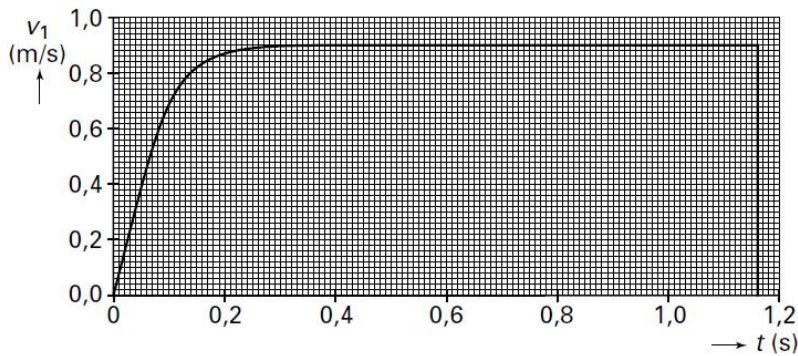
b) **Leg** met behulp van een berekening **uit** dat deze voorspelling juist is.

Zij besluiten de situatie in het natuurkundelokaal na te bootsen. Een langwerpige bak wordt als 'zwembad' gebruikt. De twee zwemmers worden vervangen door twee even zware blokken  $B_1$  en  $B_2$  van dezelfde houtsoort. Het ene blok is 170 mm lang, het andere 190 mm.

Aan blok  $B_1$  bevestigen ze een koord. Het koord is over een katrol gelegd. Aan het andere uiteinde hangt een gewicht P met een massa  $m_p$  (zie bovenstaande afbeelding). Als ze het blok loslaten, gaan blok en gewicht P bewegen. Na korte tijd bereikt het blok een constante snelheid. Ze herhalen de proef voor blok  $B_2$ .



De meetgegevens van ieder blok worden door een computer bewerkt tot een  $(v,t)$ -diagram. Deze diagrammen zijn in onderstaande afbeelding weergegeven.



Hedwig en Rinke veronderstellen dat de eindsnelheid van het lange blok 6% groter is dan die van het korte blok.

c) **Leg uit** of hun metingen daarmee in overeenstemming zijn.

Voor de massa van de blokken  $B_1$  en  $B_2$  geldt:  $m_B = 1,0$  kg. Het aandrijvende gewicht  $P$  heeft een massa  $m_P = 4,0$  kg. Het korte blok wordt tijdens de proef verplaatst over een afstand van 99 cm. De zwaarte-energie  $E_z$  van gewicht  $P$  wordt tijdens die beweging voor een deel omgezet in kinetische energie  $E_k$  en voor het andere deel in energie die door wrijving verloren gaat.

d) **Bereken** met behulp van een energiebeschouwing de gemiddelde wrijvingskracht die het korte blok tijdens de beweging ondervindt.