

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

Bij boxen wordt gebruik gemaakt van handschoenen. De boxhandschoenen zijn voorzien van een krachtabsorberend materiaal.

Stel een boxer slaat zijn tegenstander tegen zijn gezicht (zie nevenstaande afbeelding).

De arm met handschoen heeft een snelheid van 10 m/s en komt tot stilstand tegen het gezicht van de tegenstander. Het gezicht + de handschoen worden 7,5 cm ingedrukt.

De arm met handschoen heeft een massa van 7,0 kg.

Ga er vanuit dat het hoofd zich gedurende de botsing niet verplaatst.

a) **Bereken** hoe groot de kracht is die de handschoen op het gezicht van de tegenstander uitoefent maximaal kan zijn.

Bij bovenstaande berekening zijn we ervan uit gegaan dat het hoofd stil blijft staan.

Stel alle bovenstaande gegevens gelden nog steeds maar het hoofd krijgt een zekere snelheid naar achteren.

b) **Leg uit** of de bij a berekende kracht in deze situatie groter, kleiner of gelijk zou zijn.



### Opgave 2

Een auto met een massa van 800 kg rijdt een helling op met een constante hellingshoek van  $6,0^\circ$ . Op een gegeven moment remt de auto zo hard dat zijn wielen blokkeren (oude auto, geen ABS!). De auto komt volledig tot stilstand.

Het remspoor is 40 cm lang. De dynamische wrijvingscoëfficiënt bedraagt 0,50.

**Bereken** de snelheid die de auto had op het moment dat deze begon te remmen.

### 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.

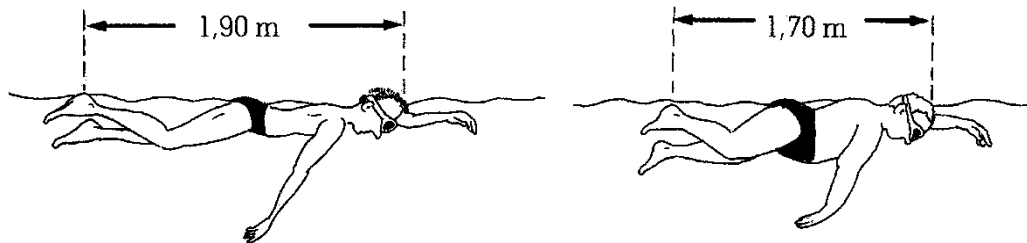
a) **Bereken** het gemiddelde vermogen dat hij tijdens zijn recordrace leverde.

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.



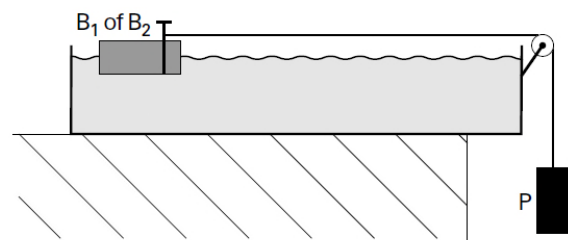
Om het probleem te vereenvoedigen, gaan ze uit van twee zwemmers die dezelfde massa hebben. Ze nemen aan dat bij zulke zwemmers de oppervlakte van de dwarsdoorsnede A omgekeerd evenredig is met hun lengte l (zie onderstaande afbeelding).

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.

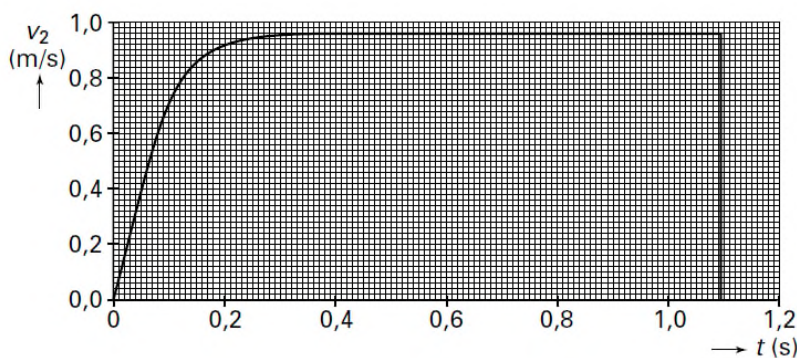
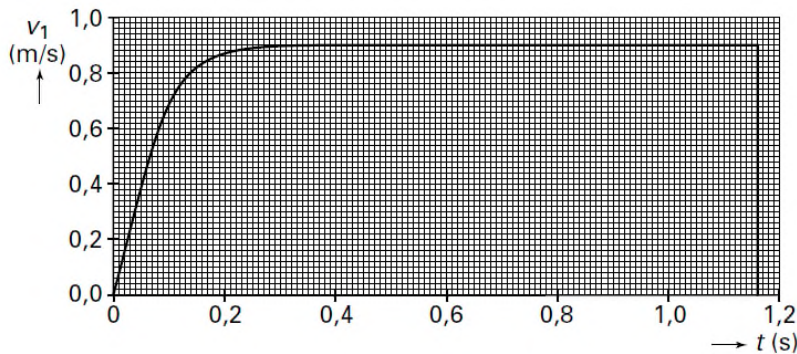
b) **Leg** met behulp van een berekening **uit** dat deze voorspelling juist is.

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.