

Als je gevraagd wordt resultaten op te slaan, doe je dat in de examenmap. In het openingsscherm is de naam van deze map gegeven.

Sla het resultaat op in de examenmap als **vraagnummer\_examnummer**.

Bijvoorbeeld **vr99\_010** als 99 het vraagnummer is en 010 je examnummer is.

## Opgave 5 Kanaalspringer

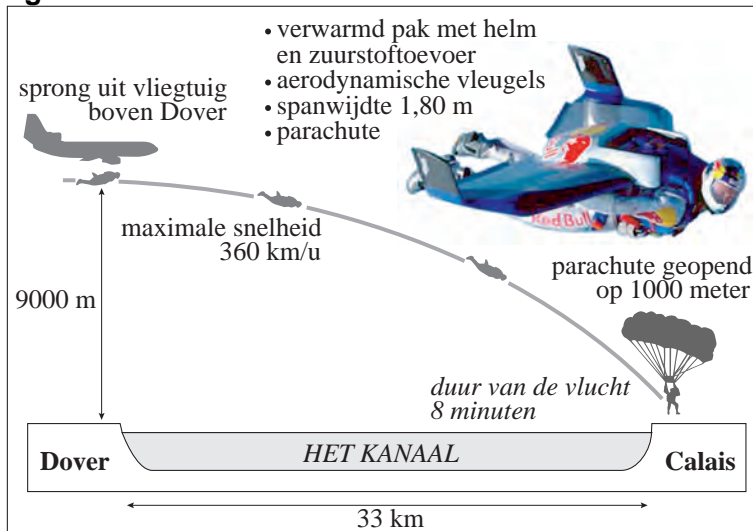
Lees onderstaand artikel en bekijk figuur 5.

### Sprong over Het Kanaal

Stuntman Felix Baumgartner is er als eerste mens in geslaagd om over Het Kanaal te 'springen'. Hij heeft zich boven Dover uit een vliegtuig laten vallen. Vervolgens heeft hij in glijvlucht Het Kanaal overbrugd. Baumgartner begon

zijn vlucht op 9000 meter hoogte. Hij vloog dankzij een brede vleugel op zijn rug. Hij bereikte een snelheid van maximaal 360 km per uur. Hij gebruikte zijn parachute pas kort voor de landing.

figuur 5



Men kan zich afvragen of de stuntman de overkant kan bereiken als de lucht geen rol zou spelen. Zijn sprong is dan te beschouwen als een horizontale worp.

- 3p 16 Bereken welke horizontale beginsnelheid nodig is om van 9000 m hoogte 33 km ver te komen.

Het vliegtuig vliegt horizontaal op het ogenblik dat de stuntman het vliegtuig verlaat. In figuur 5 staan een aantal gegevens van de baan van de stuntman. In werkelijkheid is er wel invloed van de lucht.

De luchtweerstand hangt onder andere af van de dichtheid  $\rho$  van de lucht. In een computermodel wordt de dichtheid berekend met de formule:

$$\rho = \frac{pM_{\text{lucht}}}{RT}.$$

Hierin is  $M_{\text{lucht}}$  de massa van een mol lucht.



Klik in het hoofdmenu op **Dichtheid**. Bekijk het model.

Dit model berekent het verloop van de luchtdruk  $p$  en de dichtheid  $\rho$  (rho) als functie van de hoogte boven het aardoppervlak. In het model verloopt de temperatuur lineair als functie van de hoogte. Twee startwaarden moeten daartoe nog worden ingevoerd:

- de temperatuur op de grond is 20 °C;
- de daling van de temperatuur per meter hoogtestijging  $c$ .

Op 9000 m hoogte is de temperatuur –52 °C.

Men wil op basis van de temperatuurgegevens een formule opstellen voor het verloop van de dichtheid als functie van de hoogte.

5p 17 Bepaal deze formule. Voer daartoe de volgende stappen uit:

- bereken de waarde voor  $c$ ;
- vul de startwaarden van  $c$  en  $T$  in in het modelvenster;
- run het model;
- pas nu functiefit toe op de getoonde grafiek van de dichtheid;
- schrijf de formule met de gevonden coëfficiënten op papier.



Sla je resultaat in Coach op als vr17\_examenummer. Sluit Coach.



Klik in het hoofdmenu op **Glijvlucht**. Bekijk het model.

De glijvlucht is het deel van de vlucht waarbij de parachute nog gesloten is. Op de stuntman werken drie krachten: de zwaartekracht  $F_z$ , de luchtweerstand  $F_w$  en de liftkracht  $F_{\text{lift}}$  ten gevolge van de vleugels.

Daarbij wordt verondersteld:

- de zwaartekracht is onafhankelijk van de hoogte;
- de richting van de luchtweerstand is tegengesteld aan de richting van de snelheid;
- de liftkracht staat loodrecht op de richting van de snelheid.

Na het runnen van het model blijkt uit het  $(h, x)$ -diagram dat de vorm van de baan heel anders is dan in figuur 5. Uiteindelijk zweeft de springer in een rechte lijn schuin naar beneden.

3p **18** Bepaal met één van de Coach-gereedschappen de hoek van deze baan met de horizontaal in graden. Beschrijf je methode.

2p **19** Bepaal met één van de Coach-gereedschappen de afgelegde weg van de springer tijdens de glijvlucht. Beschrijf je methode.

De arbeid die de wrijvingskracht tijdens de glijvlucht verricht op de stuntman kan met de computer bepaald worden. De liftkracht verricht geen arbeid omdat deze loodrecht op de baan staat.

7p **20** Voer de volgende opdrachten uit:

- bepaal de arbeid die de wrijvingskracht verricht;
- bereken de totaal verrichte arbeid;
- laat met een berekening op papier zien dat de totale arbeid verricht op de stuntman tijdens de glijvlucht gelijk is aan de verandering van zijn kinetische energie.

Bij de startwaarden staat 'glide = 4'. De waarde van deze grootte hangt af van de vorm van de vleugel op de rug van de stuntman. De waarde van deze grootte is van invloed op de hoek van de baan die de stuntman volgt en dus op de hoogte waarop hij boven Dover het vliegtuig moet verlaten.

2p **21** Voer de volgende opdrachten uit:

- maak de startwaarde van glide gelijk aan 5 (glide = 5);
- bepaal met behulp van de optie *simulatie* op 100 m nauwkeurig op welke hoogte de stuntman uit het vliegtuig moet springen om weer op dezelfde plaats de parachute open te kunnen maken.



*Sla je resultaat in Coach op als vr18-21\_examnummer.*



*Sluit Coach.*

*Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer wordt gebruikt.*



*Klik op **Controleren of Inleveren** en controleer of de resultaten zijn opgeslagen. Klik daarna op **Inleveren en afsluiten** of op **Terug**.*