

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.**

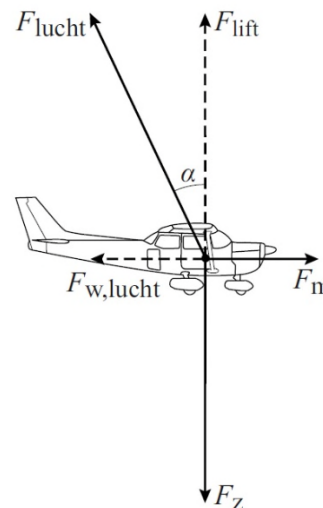
**Opgave 1**

In onderstaande afbeelding staat een foto van een Cessna, een eenmotorig vliegtuig.



In onderstaande tabel staan gegevens van deze Cessna.

Cessna	
lengte	7,3 m
spanwijdte	10,7 m
hoogte	3,0 m
tankinhoud	75 L
kruissnelheid (constant)	198 km h <sup>-1</sup> = 55,0 m s <sup>-1</sup>
max. vliegbereik	678 km
max. motorvermogen	100 pk (hp)



**Vliegen**

Op een horizontaal rechtdoor vliegend vliegtuig werken drie krachten:

- de zwaartekracht  $F_z$ ,
- de motorkracht  $F_m$
- en de kracht die de lucht op het vliegtuig uitoefent:  $F_{lucht}$ .

Deze  $F_{lucht}$  hangt af van de stand van de vleugels.  $F_{lucht}$  kan ontbonden worden in twee componenten. De component tegengesteld aan de vliegrichting is gelijk aan  $F_{w,lucht}$ .

De component loodrecht op de vliegrichting wordt liftkracht  $F_{lift}$  genoemd.  $F_{lucht}$  maakt een

hoek  $\alpha$  met  $F_{\text{lift}}$ . Zie bovenstaande schematische weergave. Deze afbeelding is niet op schaal.

Deze Cessna vliegt met zijn kruissnelheid op een constante hoogte.

Het motorvermogen is dan 70% van het maximale motorvermogen. De beladen Cessna heeft op dat moment een massa van 710 kg.

a) **Bereken** de grootte van hoek  $\alpha$  in deze situatie.

De formule voor de liftkracht  $F_{\text{lift}}$  is:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_{\text{vleugel}} \cdot C_{\text{lift}} \cdot v^2$$

Hierin is:

- $\rho$  de dichtheid van lucht;
- $A_{\text{vleugel}}$  de vleugeloppervlakte: de onderoppervlakte van beide voorvleugels samen;
- $C_{\text{lift}}$  de liftcoëfficiënt;
- $v$  de snelheid ten opzichte van de lucht.

b) **Leid** met behulp van deze formule de eenheid van  $C_{\text{lift}}$  af.

Op de uitwerkbijlage staan op schaal een zij-, boven- en vooraanzicht getekend van de Cessna.

c) **Bepaal** met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage en bovenstaande tabel de grootte van  $C_{\text{lift}}$  voor de Cessna op kruissnelheid.

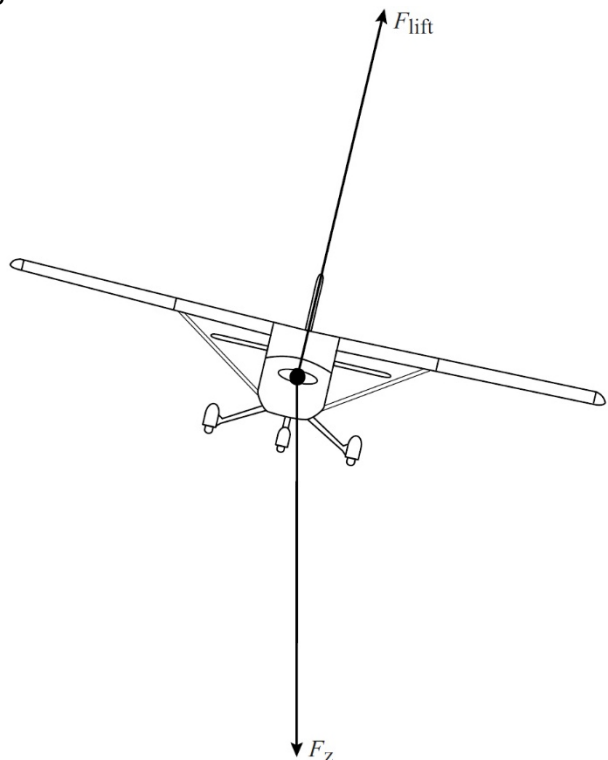
Om een bocht te maken, laat de piloot het vliegtuig een beetje overhellen naar één kant. Hierbij verandert de grootte van de liftkracht niet.

Zie nevenstaande afbeelding voor een tekening in vooraanzicht.

Als de piloot daarbij verder niets aanpast, gebeuren er twee dingen met het vliegtuig:

- het maakt een bocht,
- het verliest hoogte.

d) **Leg** met behulp van nevenstaande afbeelding voor beide **uit** wat de natuurkundige oorzaak is.



## Starten

Om inzicht te krijgen in de beweging van de Cessna op de startbaan wordt een vereenvoudigd model gemaakt. Bij dat model gelden de volgende aannamen:

- gedurende de hele start is het motorvermogen constant,
  - gedurende de hele start is de rolwrijving constant.
- Het model is weergegeven in onderstaande afbeelding.

MODEL	STARTWAARDEN in SI-eenheden
$F_z = m \cdot g$	$F_{rol} = 910$
$F_{lift} = k_{lift} \cdot (v - v_{wind})^2$	$k_{lift} = 5,68$
$F_{w,lucht} = k_w \cdot (v - v_{wind})^2$	$k_w = 0,913$
$F_w = F_{w,lucht} + F_{rol}$	$v_{wind} = +5$
Als $F_{lift} > F_z$ dan stop Eindals	$m = 710$
$P_{netto} = P_m - F_w \cdot v$	$g = 9,81$
$E_k = \dots\dots\dots$	$P_m = 74000$
$v = \sqrt{2 \cdot E_k / m}$	$E_k = 0$
$ds = v \cdot dt$	$v = 0$
$s = s + ds$	$s = 0$
$t = t + dt$	$t = 0$
	$dt = 0,001$

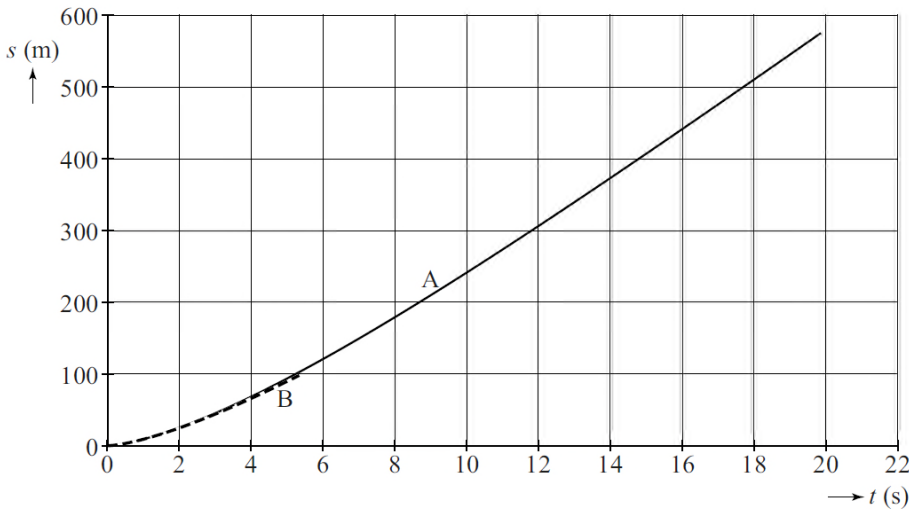
Het model is niet compleet. De modelregel voor  $E_k$  is niet ingevuld.

e) Schrijf de hele modelregel voor  $E_k$  op.

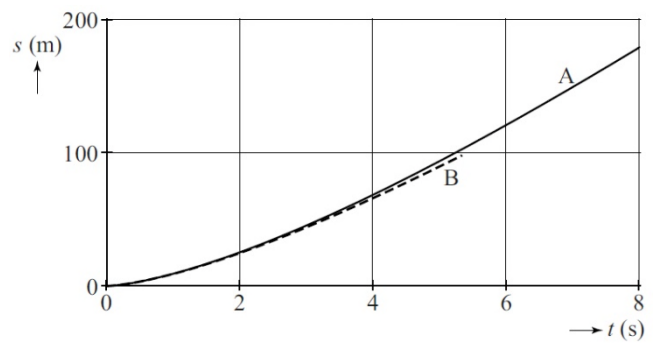
In het model staat de factor  $v - v_{wind}$ .

f) Voer de volgende opdrachten uit voor het bovenstaande model:

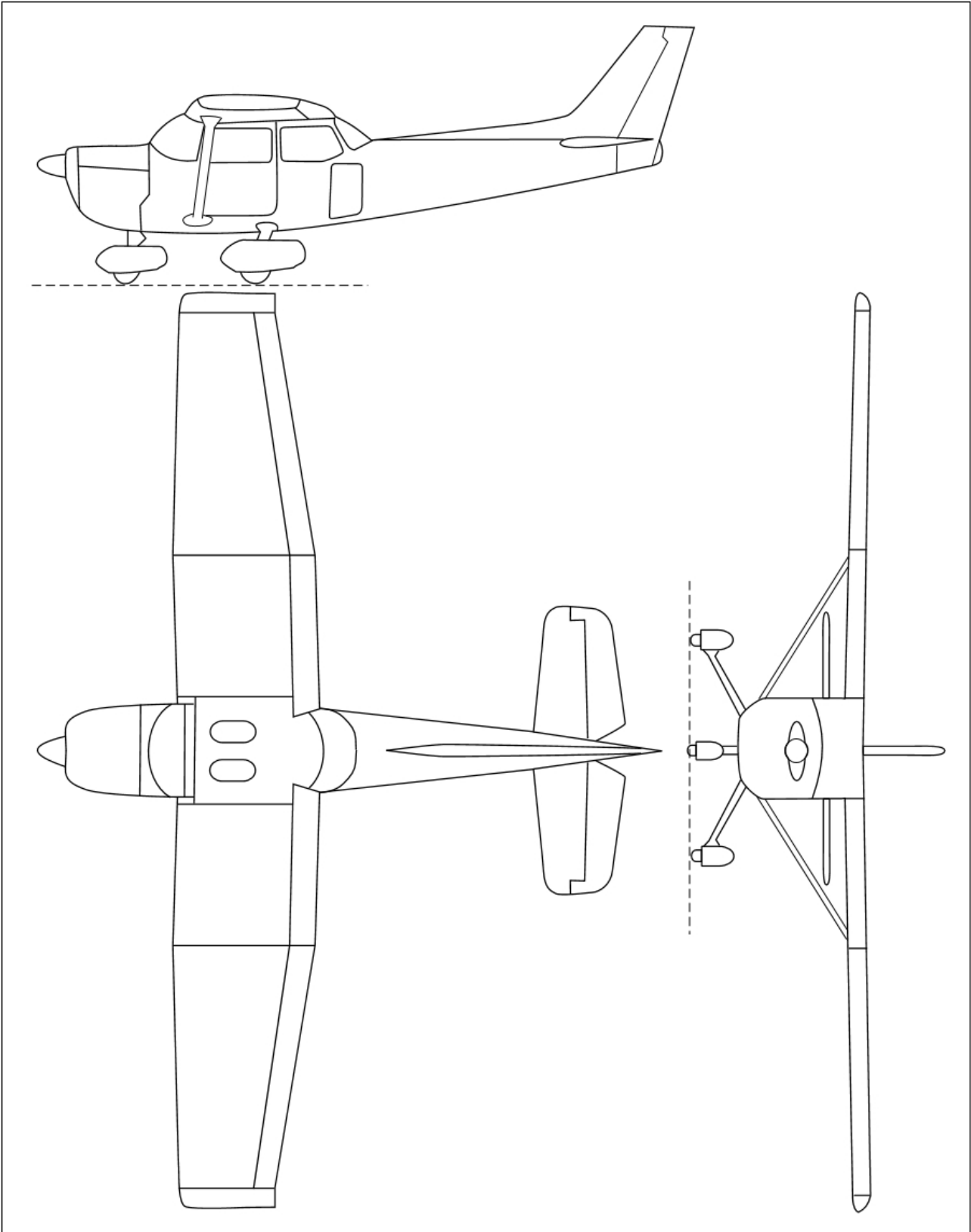
- Geef de reden dat gewerkt wordt met  $v - v_{wind}$  en niet met  $v$ .
- **Leg uit** of in het model sprake is van tegenwind of van meewind.

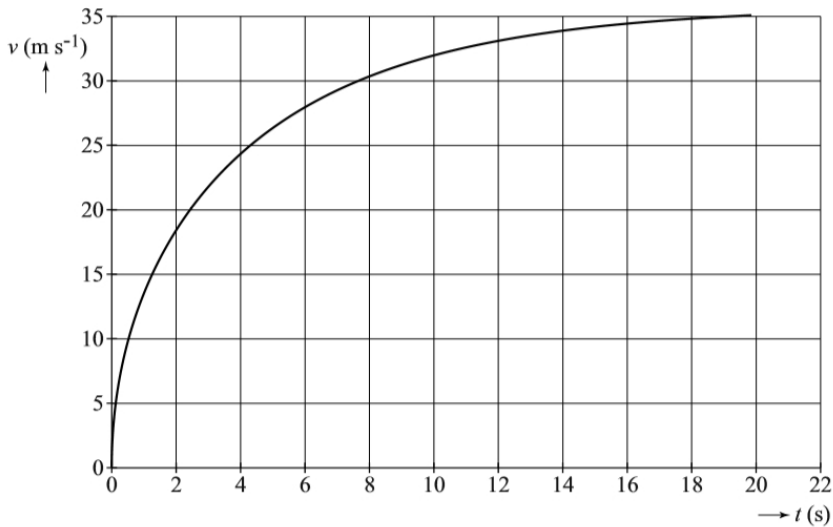


In bovenstaande afbeelding staat het  $(s,t)$ -diagram van de startende Cessna op de startbaan in twee situaties: met windstil weer (A) en met een tegenwind van 10 m/s (B). In nevenstaande afbeelding staat een gedeeltelijke vergroting van bovenstaande afbeelding. Op de uitwerkbijlage staat het  $(v,t)$ -diagram van de startende Cessna op de startbaan dat uit het model volgt, met daarin de grafiek voor situatie A.



g) **Teken** in het  $(v,t)$ -diagram op de uitwerkbijlage de grafiek voor situatie B.





### Opgave 2

Een inbreker heeft een vluchtroute over het dak genomen. Om snel naar beneden te komen wil hij zich aan een touw naar beneden laten. Daartoe knoopt hij een touw vast aan een zware blok beton van 100 kg. Kort nadat hij begint met zich naar beneden te laten zakken merkt hij tot zijn schrik dat de blok beton niet zo vast zat als hij dacht. Van schrik houdt de inbreker zich krampachtig vast en kijkt hij toe hoe hij langzaam maar zeker steeds sneller naar beneden gaat.

De schuifwrijvingscoëfficiënt bedraagt 0,40. De inbreker bevindt zich op een hoogte van 15 m.

Een ander probleem is dat het touw niet bijzonder dik is en een maximale treksterkte van 450 N heeft.

Ga met een **berekening** na of het touw breekt voordat hij de grond bereikt.

