

Klausur FM WS25/26

Aufgabe 2.1

Flugplatz in 5000 ft

Temperatur am Flugplatz beträgt -5°

| | | |
|----------------|------------|---------|
| T_ISA(5000 ft) | 278.24 K = | 5.09 °C |
| Delta_T | -10.09 K | |
| h_p | 4831 ft | |

$$\frac{h_p}{H} = \frac{T_0}{T_0 + \Delta T}$$

b) Höhenmesser auf 4831 ft einstellen.

c)

1.) Wenn dabei die Druckanzeige im kleinen Fenster unter 1013 hPa anzeigt => niedriger Druck in Meereshöhe => schlechtes Wetter

2.) Wenn dabei die Druckanzeige im kleinen Fenster über 1013 hPa anzeigt => hoher Druck in Meereshöhe => gutes Wetter

Aufgabe 2.2

a) 4 Parameter

| | | | |
|----|-----|------------------------------------|----------------------------------|
| b) | q | Spezifischer Wassergehalt der Luft | specific humidity |
| | w | Wasserdampf-Mischungsverhältnis | mixing ratio oder humidity ratio |
| | phi | relative Feuchte | relative humidity |
| | e | Dampfdruck | vapor pressure |

Aufgabe 2.3

Lufttemperatur beträgt -40 °C.

| | | |
|----|-----|----------|
| a) | E_w | 19.02 Pa |
| | E_i | 12.85 Pa |

$$E_w(t) = 6,112 \text{ hPa} \cdot \exp\left(\frac{17,62 \cdot t}{243,12 \text{ °C} + t}\right)$$

$$E_i(t) = 6,112 \text{ hPa} \cdot \exp\left(\frac{22,46 \cdot t}{272,62 \text{ °C} + t}\right)$$

| | | |
|----|-----------|-------|
| b) | phi_min = | 67.6% |
|----|-----------|-------|

| | |
|----|------|
| c) | 118% |
|----|------|

Aufgabe 2.4

Mit Angabe von

| | | |
|--------|--------|---------------|
| a) | a_0 | 340.29 m/s |
| | M_CR | 0.76 |
| | V | 258.6 m/s |
| | Q | 4.30E+07 J/kg |
| | eta | 37.6% |
| FL 400 | p | 18754 Pa |
| | EI_H2O | 1.25 |
| | c_p | 1004 J/(kg K) |
| | eps | 0.622 |
| | G | 1.410 |
| | t_SAC | -43.4 °C |

Nach Aufgabenstellung ohne Angabe von V:

| | | |
|-------|------------------------|---------------------------|
| c | 1.40E-05 | |
| c_a | 3.38E-08 kg/(Ns)/(m/s) | Vorlesung |
| c_b_0 | 1.04E-05 kg/(Ns) | Vorlesung |
| T | 216.65 K | |
| c_b | 9.02E-06 kg/(Ns) | = c_b_0*WURZEL(T_390/T_0) |
| V | 147.4 m/s | |
| eta | 24.5% | |
| M_CR | 0.433 | |
| G | 1.165 | |
| t_SAC | -45.4 °C | |

$$t_{SAC} = 0.52349 \ln(G)^2 + 10.1007 \ln(G) - 46.9663$$

- d) i) kein Kondensstreifen
ii) kein Kondensstreifen (die t_SAC ist für 100 % definiert!)

Aufgabe 2.5

=> Nach SAD kein Kondensstreifen

=> Für -44 °C: minimum 65 % relative Luftfeuchtigkeit

- a) Es ist eine Ice Super Saturated Region (ISSR), weil 80 % > 65 %
b) Trotz ISSR gibt es wegen SAD keinen Kondensstreifen. Daher ist es keine Persistent Contrail Region (PCR).

Klausur FM WS25/26

Aufgabe 2.6

| | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| T_0 | 288.15 K | ISA |
| FL 390 | | Stratosphäre |
| rho_390 | 0.3164 kg/m ³ | ISA |
| a_390 | 295.07 m/s | ISA |
| M_390 | 0.76 | gegeben |
| V_390 | 224.3 m/s | =a_390*M_390 |
| T_390 | 216.7 K | ISA |
| c_390 | 1.60E-05 kg/(Ns) | |
| FL 370 | | Stratosphäre |
| rho_370 | 0.3483 kg/m ³ | ISA |
| V_370 | 224.3 m/s | =V_390 wegen gleicher Zeit |
| a_370 | 295.07 m/s | ISA |
| M_370 | 0.76 | =V_370/a_370 |
| c_370 | 1.60E-05 kg/(Ns) | =c_390 |
| Delta_c | 0.0% | |
| Delta_V | 0.0% | |
| C_L,370/C_L,390 = C_L/C_L,md = C_L_bar | | |
| C_L_bar | 0.908 | |
| E/E_max | 0.995 | |
| Verbrauch % | 0.995 | =E/E_max |
| Delta Verbrauch | -0.4601% | |

$$c_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho v^2 \cdot S}$$

Flug bei gleichem Auftriebsbeiwert in jeder Höhe!

$$R = \frac{VE}{c_g} \ln \frac{m_1}{m_2} \quad \text{Zeit}$$

aus Breguet'scher Reichweitengleichung

Anstieg des Verbrauchs.
 Dabei nicht berücksichtigt, die verbesserte Aerodynamik (induzierter Widerstand) durch geringere Machzahl.
 Die Abnahme der Reichweite (bzw. Zunahme des Kraftstoffverbrauchs) wäre also noch geringer!

Klausur FM WS25/26

Aufgabe 2.7

Airbus A220-300

| | | |
|---|------------|---------------------------|
| a | 1348.1 | kg·km/(100 km) |
| b | 3337.5 | kg·km/(100 km) |
| c | 8233.8 | km |
| d | 1.1375 | kg/(100 km) |
| e | -7.419E-05 | kg/(100 km ²) |

| | | | |
|----|---------------------------|-------|-------------|
| a) | x_1 | 500 | km |
| | y(x_1) | 4.23 | kg/(100 km) |
| b) | x_2 | 7500 | km |
| | y(x_2) | 5.31 | kg/(100 km) |
| c) | Mimimum Fuel | 1.963 | kg/(100 km) |
| | Mimimum Fuel Stage Length | 3782 | km |

$$y = \frac{a}{x} + \frac{b}{c-x} + d + ex$$

Klausur FM WS25/26

Aufgabe 2.8

| | | | | |
|------------|--------------------------------|--|------------------|-------------------|
| m | 60000 kg | | | |
| g | 9.81 m/s ² | | | |
| S_W | 120 m ² | | | |
| b_W | 36 m | | | |
| A_W | 10.8 | | | |
| C_D0 | 0.02 | | | |
| e | 0.85 | | | |
| E_max | 18.99 | =1/2*WURZEL(PI()*A_W*e/C_D0) | | |
| a | 0.6 | | | |
| n | 0.75 | | | |
| T/W_SL | 0.2 | | | |
| sigma_abs | 0.33354668 | =(1/(E_max*a*T_W))^(1/n) | absolute ceiling | sigma, tropopause |
| sigma | 0.3408 | 0.3142 at m=87 t | service ceiling | 0.29708 |
| exp | 4.25588 | | | |
| k_a | 2.2558E-05 1/m | | | |
| H_abs | 10081 m | =(1-sigma_abs^(1/exp))/k_a | | |
| H_abs | 33073 ft | | absolute ceiling | troposphere |
| H | 9907 m | | | |
| H | 32503 ft | | service ceiling | troposphere |
| rho_0 | 1.225 kg/m ³ | | | |
| rho | 0.41748 kg/m ³ | | | |
| AA | 0.500976 N/(m/s) ² | | | |
| BB | 239789985 N*(m/s) ² | | | |
| V_abs=V_md | 147.9 m/s ² | | | |
| V_abs=V_md | 287.5 kt | | absolute ceiling | |
| T_SL | 117720 N | | | |
| T | 31505 N | | | |
| V_star | 164.0 m/s | | | |
| V_star | 318.8 kt | | service ceiling | |
| L | 0.0065 K/m | | | |
| Temp | 223.75 K | | | |
| T_0 | 288.15 K | | | |
| a_0 | 340.29 m/s | | | |
| a_CR | 299.9 m/s | | | |
| M_CR | 0.547 | | | |
| D | 22389.5 N | | | |
| V_v | 500 ft/min | | | |
| V_v | 2.54 m/s | | | |
| T_req | 31506 N | | | |
| T-T_req | 1.0627 | Drive to zero by changing sigma (altitude) by hand. Using "Solver" did not work! | | |

Klausur FM WS25/26

Aufgabe 2.8

| | | | | |
|------------|--------------------------------|--|------------------|-------------------|
| m | 87000 kg | | | |
| g | 9.81 m/s ² | | | |
| S_W | 120 m ² | | | |
| b_W | 36 m | | | |
| A_W | 10.8 | | | |
| C_D0 | 0.02 | | | |
| e | 0.85 | | | |
| E_max | 18.99 | =1/2*WURZEL(PI()*A_W*e/C_D0) | | |
| a | 0.6 | | | |
| n | 0.75 | | | |
| T/W_SL | 0.2 | | | |
| sigma_abs | 0.33354668 | =(1/(E_max*a*T_W))^(1/n) | absolute ceiling | sigma, tropopause |
| sigma | 0.3142 | | service ceiling | 0.29708 |
| exp | 4.25588 | | | |
| k_a | 2.2558E-05 1/m | | | |
| H_abs | 10081 m | =(1-sigma_abs^(1/exp))/k_a | | |
| H_abs | 33073 ft | | absolute ceiling | troposphere |
| H | 10558 m | | | |
| H | 34639 ft | | service ceiling | troposphere |
| rho_0 | 1.225 kg/m ³ | | | |
| rho | 0.384895 kg/m ³ | | | |
| AA | 0.461874 N/(m/s) ² | | | |
| BB | 546840222 N*(m/s) ² | | | |
| V_abs=V_md | 185.5 m/s ² | | | |
| V_abs=V_md | 360.6 kt | | absolute ceiling | |
| T_SL | 170694 N | | | |
| T | 42981 N | | | |
| V_star | 201.8 m/s | | | |
| V_star | 392.2 kt | | service ceiling | |
| L | 0.0065 K/m | | | |
| Temp | 219.52 K | | | |
| T_0 | 288.15 K | | | |
| a_0 | 340.29 m/s | | | |
| a_CR | 297.0 m/s | | | |
| M_CR | 0.679 | | | |
| D | 32235.8 N | | | |
| V_v | 500 ft/min | | | |
| V_v | 2.54 m/s | | | |
| T_req | 42980 N | | | |
| T-T_req | 1.1630 | Drive to zero by changing sigma (altitude) by hand. Using "Solver" did not work! | | |