

Aufgabe 1.) (1 Punkte)

Nennen Sie mindestens 3 Typen von Radikalkettenreaktionen, die bei der Theorie der Kettenexplosion (Aufbau eines Radikalpools) auftreten.

Aufgabe 2.) (1,5 Punkte)

Zeichnen Sie in einem Diagramm den Verlauf des Zylinderdruckes in einem Ottomotor über den Kurbelwinkel für den Fall mit Verbrennung und für den Fall ohne Verbrennung auf. Warum ist der Druck mit Verbrennung größer?

Aufgabe 3.) (1,5 Punkte)

Zeichnen Sie qualitativ die Wiebe-Brennverläufe für einen Otto- und einen Dieselmotor in ein Diagramm ein. Wie erklärt sich der unterschiedliche Verlauf?

Aufgabe 4.) (1 Punkte)

Nennen Sie die Vorteile (min. 2) des Common-Rail-Einspritzsystems gegenüber einer herkömmlichen Einspritzung ohne Druckspeicher.

Aufgabe 5.) (1,5 Punkte)

Thermisches NO entsteht in Bereichen hoher Verbrennungstemperatur. Nennen Sie 3 Maßnahmen, die zur Senkung der Verbrennungstemperatur eingesetzt werden.

Aufgabe 6.) (1 Punkte)

Wozu wird in Kraftfahrzeugmotoren die so genannte Lamda-Sonde benutzt.

Aufgabe 7.) (1 Punkte)

Was gibt die Cetan- bzw. Oktanzahl an?

Aufgabe 8.) (2,5 Punkte)

Über welchen Zusammenhang können Molenbrüche in Massenbrüche umgerechnet werden? Berechnen Sie den Massenbruch des Stickstoffes in einem Gemisch aus 10 Mol% N₂, 25 Mol% O₂ und 65 Mol% CO₂.

Aufgabe 9.) (1 Punkte)

Unter welcher Bedingung sind die Gleichgewichtskonstanten K_p , K_n und K_x gleich groß? Geben Sie eine Beispielreaktion dafür an.

Aufgabe 10.)(1 Punkte)

Welchen Einfluss hat eine Erhöhung der Lufteintrittstemperatur bzw. des Brennkammerdruckes in einem Brennraum auf die adiabate Flammentemperatur?

Aufgabe 11.)(4 Punkte)

2kmol Benzol werden mit 400kmol Luft (20,5 Vol% O₂, 79,5 Vol% N₂) vollständig gemäß $C_6H_6 + 7,5 O_2 = 6 CO_2 + 3 H_2O$ verbrannt. Die Stoffmengen (mol) aller Komponenten im entstehenden Verbrennungsgas sind zu bestimmen.

$$n_{O_2} = 67 \text{ kmol}; n_{N_2} = 318 \text{ kmol}; n_{CO_2} = 12 \text{ kmol}; n_{H_2O} = 6 \text{ kmol};$$

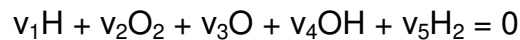
Aufgabe 12.)(4 Punkte)

Berechnen Sie die Standard-Bildungsenthalpie für die vollständige Verbrennung von 2 mol C₂H₆ mit Luft.

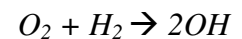
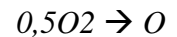
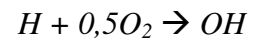
$$\Delta H_R = -2853,5 \text{ kJ}$$

Aufgabe 13.) (5 Punkte)

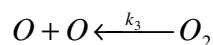
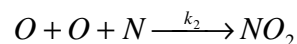
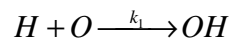
Bestimmen Sie die Schlüsselreaktionen für die N=5 Komponenten: H, O₂, O, OH, H₂



(Wähle Sie v_1 , v_3 und v_5 als frei wählbare Unbekannte)

**Aufgabe 14.)** (3 Punkte)

Geben Sie für folgende Elementarreaktionen die Entsprechenden Bildungsraten der einzelnen Spezies an.

**Aufgabe 15.)**(7 Punkte)

In einem mit 23,24 m³ Luft gefülltem Brennraum wird flüssiger Brennstoff ($Y_C=83\%$, $Y_H=16\%$, $Y_S=0,7\%$ und $Y_O=0,3\%$) eingedüst.

- Berechnen Sie die maximale Brennstoffmengen (kg), die im Brennraum verbrannt werden kann.
- Bestimmen Sie die Zusammensetzung des feuchten Abgases (Y_i) für den Fall, dass die gesamte Brennstoffmenge aus a) verbrannt wird.
- Wie setzt sich das trockene Abgas zusammen (Y_i), wenn nur die Hälfte der unter a) berechneten Brennstoffmenge verbrannt wird?
- Warum würde sich für die feuchte Abgasmenge aus Teil c) nicht die gleiche Masse wie für die feuchte Abgasmenge aus Teil b) ergeben?

a) 2 kg

b) $Y_{CO_2} = 0,1883$; $Y_{H_2O} = 0,0885$; $Y_{SO_2} = 0,0009$; $Y_{N_2} = 0,7223$

c) $Y_{CO_2} = 0,1018$; $Y_{H_2O} = 0$; $Y_{SO_2} = 0,0005$; $Y_{N_2} = 0,7811$; $Y_{O_2} = 0,1166$

Aufgabe 16.) (6 Punkte)

Erdgas wird in einer Diffusionsflamme verbrannt. Der Durchmesser des Rohrbrenners beträgt 5mm und die maximale Geschwindigkeit auf der Strahlachse beträgt 6m/s. Berechnen Sie mit den gegebenen Daten die Länge der Freistrahlfamme.

Erdgaszusammensetzung:

CH₄ : 86 Vol% C₂H₆ : 8,28 Vol% C₃H₈ : 3 Vol% N₂ : 0,89 Vol%

CO₂ : 1,8 Vol%

Stoffdaten:

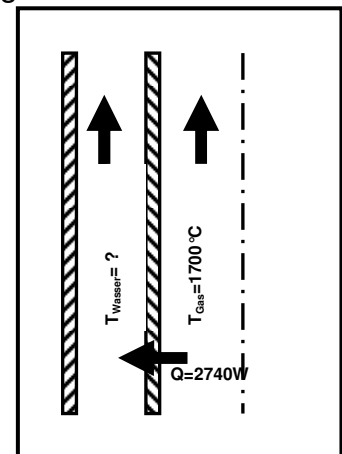
Dichte des Erdgases: $\rho=0,7918 \text{ kg/m}^3$

Viskosität des Erdgases $\eta=11,09 \cdot 10^{-6} \text{ kg/ms}$

$$L = 0,909 \text{ m}$$

Aufgabe 17.) (8 Punkte)

Der Zylinder eines Motors wird wassergekühlt. Die Strömung ($u=20\text{m/s}$; $T=1700^\circ\text{C}$) im Zylinder kann als vollentwickelte Rohrströmung angenommen werden. Der Zylinder ($\lambda=14,7\text{W/mK}$) hat einen Durchmesser von 10cm und eine Wandstärke von 2cm. Um den Zylinder ist ein zylindrischer Kühlmantel (Skizze) angebracht. Durch den Kühler strömt Wasser mit einer Geschwindigkeit von 0,5m/s. Der Innendurchmesser des Kühlmantels beträgt 20cm. Die Länge des zu berücksichtigenden Teils des Zylinders bzw. der Wasserkühlung beträgt 20cm. Die Wände können als hydraulisch glatt betrachtet werden. Die Annahme konstanter Stoffwerte (Temperaturen in den Kanälen) kann getroffen werden. Berechnen Sie die Temperatur des Kühlwassers, wenn eine Wärmemenge von 2740W durch Wärmeleitung und Konvektion übertragen wird. Die Wärmeübertragung durch den Boden und den Deckel des Zylinders kann vernachlässigt werden.



$$\lambda_{\text{Gas}}(1700^\circ\text{C})=0,137\text{W/mK}$$

$$\lambda_{\text{Wasser}}=0,598\text{W/mK}$$

$$v_{\text{Gas}}(1700^\circ\text{C})=398 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$$

$$v_{\text{Wasser}}=1,004 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$$

$$a_{\text{Gas}}(1700^\circ\text{C})=589 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$$

$$a_{\text{Wasser}}=0,1434 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$$

$$\alpha_i = 33,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}; \alpha_a = 2845,94 \text{ W/(m}^2\text{K)}; T_{\text{Wasser}} = 327^\circ\text{C}$$

(Näherungslösung; exakt siehe VDI-Wärmeatlas/nicht prüfungsrelevant)