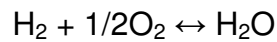
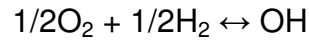


Aufgabe 1.) (2 Punkte)

Stellen Sie für die folgenden Reaktionen die Gleichgewichtskonstante K_p auf:



Wie wirkt sich eine Erhöhung des Druckes auf die Lage der Gleichgewichte aus? Beziehen Sie Ihre Antwort auf die angegebenen Reaktionen.

Aufgabe 2.) (1 Punkte)

Nennen Sie Voraussetzungen (min. 2), die zum Zurückschlagen von Flammen erfüllt sein müssen.

Aufgabe 3.) (1 Punkte)

Nennen Sie Bedingungen (min. 2), die für die Zündung des Methan/Luft-Gemisches erfüllt sein müssen.

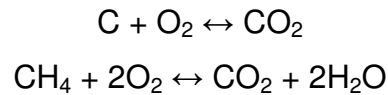
Aufgabe 4.) (2 Punkte)

Gegeben sei ein gerades kreisrundes Rohr. Durch dieses Rohr mit dem Durchmesser d fließt (turbulente vollentwickelte Strömung) Luft mit der Geschwindigkeit u und der kin. Viskosität ν . Begründen Sie mit Hilfe der Ihnen bekannten Formeln, ob sich der Wärmeübergang von der Luft auf das Rohr erhöht oder senkt, wenn:

- a.) Der Durchmesser des Rohres verdoppelt wird.
- b.) Die Geschwindigkeit im Rohr halbiert wird.

Aufgabe 5.) (1,5 Punkte)

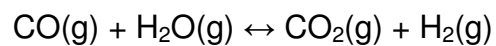
Gegeben sind folgende Reaktionsgleichungen:



- a.) Geben Sie jeweils die Gleichgewichtskonstante K_P an.
- b.) Geben Sie das Geschwindigkeitsgesetz für CO_2 an, wenn jeweils nur die Rückreaktionen (von rechts nach links) betrachtet werden soll (mit Geschwindigkeitskonstanten k_{b1} und k_{b2}).

Aufgabe 6.) (2 Punkte)

Gegeben ist folgende Reaktionsgleichung:



Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K_P , wenn für den Gleichgewichtszustand das Gemisch (ideale Gase) zu jeweils 16,95 Vol.-% aus H_2O und CO und zu jeweils 33,05 Vol.-% aus CO_2 und H_2 besteht.

Aufgabe 7.) (2 Punkte)

Nennen Sie jeweils vier Merkmale bzw. Unterschiede zwischen einer Verbrennung in einem Otto- und einem Dieselmotor!

Aufgabe 8.) (2 Punkte)

Nennen Sie den Bereich (Temperatur) in dem vorwiegend thermisches NO erzeugt wird und nennen Sie innermotorische Maßnahmen (min. 3), die zur Minderung von thermischem NO eingesetzt werden.

Aufgabe 9.) (1 Punkte)

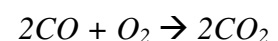
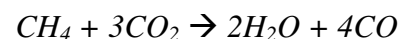
Welcher Effekt ist bei der Berechnung der adiabaten Flammentemperatur (bei $T > 1500^\circ\text{C}$) für eine Absenkung der Verbrennungstemperatur verantwortlich? Welchen Einfluss hat eine Druckerhöhung in diesem Zusammenhang?

Aufgabe 10.) (4 Punkte)

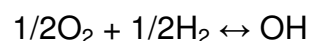
Bestimmen Sie die Schlüsselreaktionen für die N=5 Komponenten: CH_4 , H_2O , CO_2 , O_2 , CO



(Wähle Sie v_1 und v_4 als frei wählbare Unbekannte)

**Aufgabe 11.)** (5 Punkte)

Die folgende Reaktion ist gegeben:



Berechnen Sie die Gemischzusammensetzung im Gleichgewicht bei 1bar und $T=1500\text{K}$, wenn zu Beginn der Reaktion 1kmol O_2 und 1kmol H_2 vorhanden sind.

$$X_{\text{OH}} = 0,11625; X_{\text{O}_2} = X_{\text{H}_2} = 0,441875$$

Aufgabe 12.) (6,5 Punkte)

In einen Motorzylinder wird pro Sekunde 0,21 Liter Diesel ($y_c=0,86$; $y_H=0,135$; $y_S=0,005$) eingespritzt. Der Düsendurchmesser beträgt 0,75mm. Welcher Düsendruck ist erforderlich, um die angegebene Menge Diesel einzudüsen, wenn im Zylinder ein Gegendruck von 60bar herrscht? Berechnen Sie weiterhin den sich daraus ergebenden Tropfendurchmesser und die benötigte Verdampfungszeit für einen Tropfen, wenn er nur durch Konvektion aufgeheizt wird. (Beachten Sie, dass die Luft zum Zeitpunkt des EindüSENS im Zylinder 600 °C beträgt.)

geg.: $\rho_L(20^\circ\text{C})=1,18\text{kg/m}^3$

$\rho_{Br}(20^\circ\text{C})=850\text{kg/m}^3$

$\nu_L(600^\circ\text{C})=99,63 \cdot 10^{-7}\text{m}^2/\text{s}$

$\sigma_{Br}=0,03\text{N/m}$

$\mu_{Br}=33 \cdot 10^{-4}\text{kg/ms}$

$H_u=43\text{MJ/kg}$

$r_v=2100\text{kJ/kg}$

$\lambda=1,1$

$\lambda_L=0,077\text{W/mK}$

$c_{p,Abg}=1,1\text{kJ/kgK}$

$p_D = 1019,35 \text{ bar}; d_{Sauter} = 17,925 \mu\text{m}; \tau_v = 0,405 \text{ ms}$

Aufgabe 13.) (7 Punkte)

In einer Brennkammer wird Gas mit folgender Zusammensetzung überstöchiometrisch ($\lambda=2$) verbrannt.

Methan (CH_4)	88,21 Vol.-%
Propan (C_3H_8)	8,83 Vol.-%
Butan (C_4H_{10})	0,6 Vol.-%
Kohlendioxid (CO_2)	2,36 Vol.-%

a.) Bestimmen Sie den minimalen Sauerstoff- und Luftbedarf! Wie hoch ist der tatsächliche Luftbedarf?

b.) Berechnen Sie die trockene und feuchte Abgasmenge!

a) $O_{2,min} = 2,2447 \text{ m}^3_{O_2}/\text{m}^3_{Brst}; L_{min} = 10,69 \text{ m}^3_{Luft}/\text{m}^3_{Brst}; L = 21,38 \text{ m}^3_{Luft}/\text{m}^3_{Brst};$

b) $V_{tr} = 20,3293 \text{ m}^3_{Abg}/\text{m}^3_{Brst}; V_f = 22,4767 \text{ m}^3_{Abg}/\text{m}^3_{Brst};$

Aufgabe 14.) (6 Punkte)

Mit einem einfachen Düsenbrenner wird ein Brennstoff/ Luft-Gemisch in einer Diffusionsflamme verbrannt. Das Gemisch besteht zu 60% aus CH_4 und zu 40% aus CO . Die adiabate Flammentemperatur beträgt $T_F=2100^\circ\text{C}$. Die Umgebungstemperatur beträgt $T_0=25^\circ\text{C}$.

Folgende Daten sind bekannt:

Düsendurchmesser	$d = 17\text{mm}$
Volumenstrom	$V = 25 \text{ m}^3/\text{h}$
kin. Viskosität	$\nu_{\text{Br}} = 0,744 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$
Impulstransportkoeffizient	$c_i = 0,051$

Berechnen Sie mit den gegebenen Daten die Flammenlänge.

$$L = 3,17 \text{ m}$$

Aufgabe 15.) (7 Punkte)

Zur Kühlung eines Zylinders wird er mit Wasser (20°C) umströmt. Das Abgas (1700°C) im Zylinder strömt (vollentwickelte Strömung) mit einer Geschwindigkeit von 20m/s durch den Zylinder und $2,24 \text{ Liter/s}$ Kühlwasser durch den zylindrischen Kühlmantel (Rohr in Rohr Konstruktion). Die Annahme konstanter Stoffwerte (Temperaturen in den Kanälen) kann getroffen werden. Der Zylinder ($\lambda=14,7\text{W/mK}$) hat einen Durchmesser von 10cm und eine Wandstärke von 1cm . Der Innendurchmesser des Kühlmantels beträgt 15cm . Die Länge des zu berücksichtigenden Teils des Zylinders bzw. der Wasserkühlung beträgt 15cm . Die Wände können als hydraulisch glatt betrachtet werden. Berechnen Sie die übertragene Wärmemenge vom Gas auf das Wasser unter Vernachlässigung der Übertragungsmenge durch den Boden und den Deckel des Zylinders.

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

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

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

$$\lambda_{\text{Wasser}}(20^\circ\text{C}) = 0,598\text{W/mK}$$

$$\eta_{\text{Wasser}}(20^\circ\text{C}) = 1002 \cdot 10^{-6} \text{ kg/ms}$$

$$a_{\text{Wasser}}(20^\circ\text{C}) = 0,1434 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Q = 2743,75 \text{ W}$$