

Fachprüfung: Naturwissenschaftliche Grundlagen 2
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Prochotta

Name..... Mat.Nr.....

Vorname.....

Verwenden Sie ausschließlich dokumentenechtes Schreibzeug.

Der Lösungsweg ist bei allen Aufgaben mit anzugeben.

Schreiben Sie Ihren Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt.

Zugelassene Hilfsmittel:

Dokumentenechtes Schreibzeug, Zeichengerät, Taschenrechner, Physikalische Formelsammlung, Mathematische Formelsammlung, maximal zwei einseitig handgeschriebene DIN A4 Blätter

Mit meiner eigenhändigen Unterschrift bestätige ich meine Prüfungsfähigkeit.

Unterschrift:

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Klausurergebnisse unter meinem „Alias“ veröffentlicht werden. (max. 8 Buchstaben oder Zahlen)

--	--	--	--	--	--	--	--

ja

nein

Punktzahl :

Prüfer:

Note :

Datum:

Name.....Mat.Nr.....

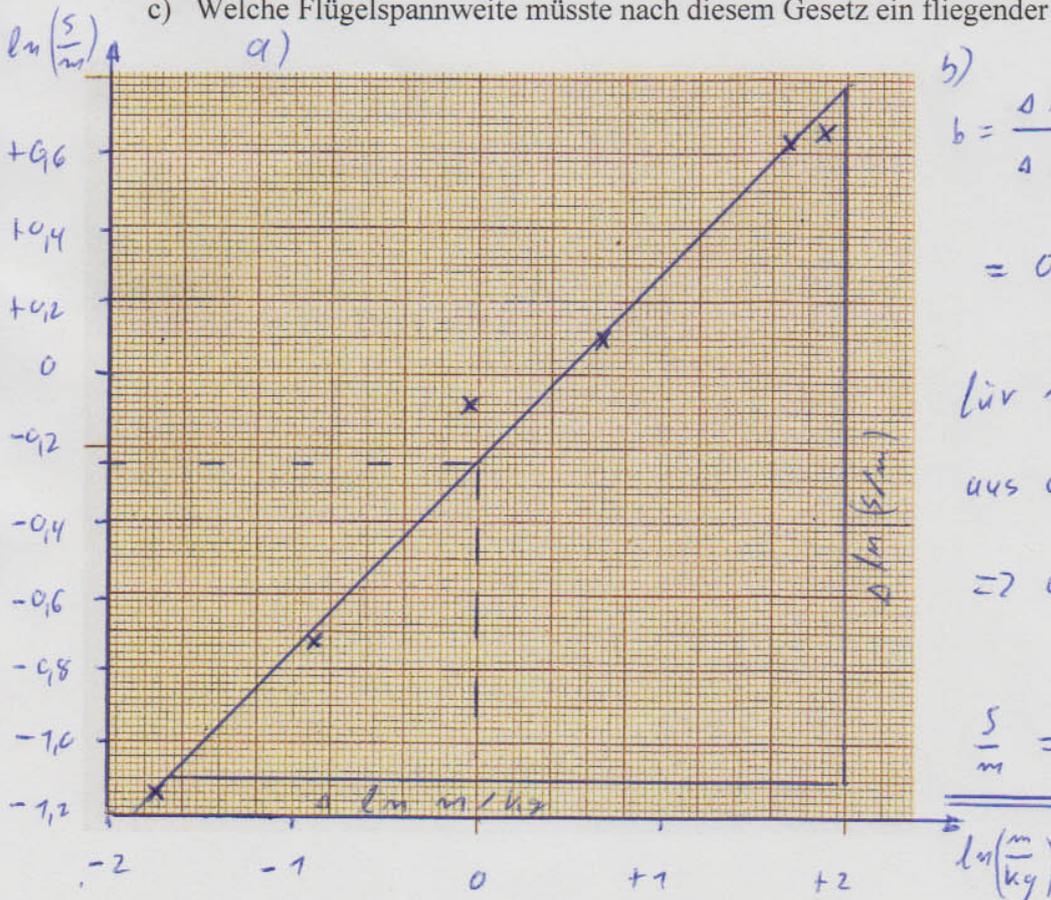
Aufgabe 1)

Leonardo da Vinci stellte folgende Daten über Körpermassen m und Flügelspanweiten s von Vögeln zusammen.

	m / kg	s / m	$\ln\left(\frac{m}{\text{kg}}\right)$	$\ln\left(\frac{s}{\text{m}}\right)$
Amsel	0.17	0.32	-1,77	-1,14
Eichelhäher	0.42	0.48	-0,87	-0,73
Bleßhuhn	0.92	0.95	-0,08	-0,05
Stockente	1.95	1.10	+0,67	+0,10
Graugans	4.80	1.85	+1,67	+0,62
Storch	6.60	1.95	+1,89	+0,67

Es wird eine Potenzabhängigkeit zwischen der Spannweite s und der Masse m der Form $s = a \cdot m^b$ vermutet.

- a) Fertigen Sie auf dem beigefügten Millimeterpapier ein möglichst großes, geeignetes Diagramm an, an dem zu erkennen ist, dass es sich um eine Potenzfunktion handelt. (4P)
- b) Bestimmen Sie aus der Zeichnung die Konstanten des Potenzgesetzes. (4P)
- c) Welche Flügelspannweite müsste nach diesem Gesetz ein fliegender Mensch haben? (2P)



b)

$$b = \frac{\Delta \ln\left(\frac{s}{m}\right)}{\Delta \ln \frac{m}{\text{kg}}} = \frac{+0,8 - (-1,1)}{+2,0 - (-1,75)}$$

$$= 0,5066 \approx \underline{\underline{0,51}}$$

für $m = 1 \text{ kg} \Rightarrow \ln\left(\frac{m}{\text{kg}}\right) = 0$
 aus der Zeichnung $\ln\left(\frac{s}{m}\right) = -0,24$
 $\Rightarrow a = e^{-0,24} = \underline{\underline{0,78}}$

$$\underline{\underline{\frac{s}{m} = 0,78 \cdot \left(\frac{m}{\text{kg}}\right)^{0,51}}}$$

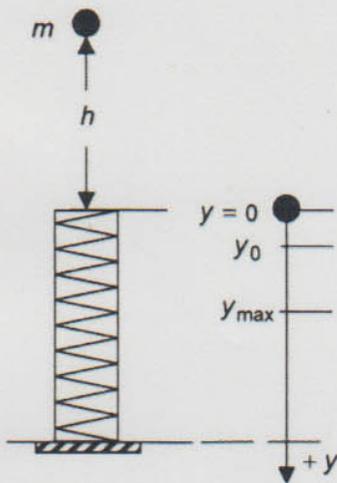
c) $m(\text{Mensch}) = 75 \text{ kg}$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\frac{s(\text{Mensch})}{m} = 0,78 \cdot (75)^{0,51} = 7,1}}$$

Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 2)

Eine Kugel der Masse $m = 100g$ fällt aus einer Höhe $h = 20cm$ auf eine masselose Feder mit einer Federkonstanten $D = 20 N m^{-1}$. Die Kugel bleibt nach dem Aufprall zum Zeitpunkt $t = 0$ auf der Feder haften und führt eine ungedämpfte harmonische Schwingung aus.



- a) Um welche Gleichgewichtslage y_0 schwingt das System? (1P)
- b) Mit welcher Frequenz f_0 schwingt das Masse Feder System? (2P)
- c) Wie groß ist die Geschwindigkeit $v(t = 0)$ für den Zeitpunkt des Aufpralls? (1P)
- d) Wie groß ist die Amplitude der Schwingung? (3P)
- e) Geben Sie formelmäßig die Schwingungsfunktion $y(t)$ an. (3P)

f) Skizzieren Sie den Verlauf der Schwingung $y(t)$. (2P)

Rechnen Sie vereinfacht mit $g = 10 ms^{-2}$

a) $F_g = D \cdot y_0 \Rightarrow y_0 = \frac{F_g}{D} = \frac{m \cdot g}{D} = \frac{0,1 kg \cdot 10 m s^{-2}}{20 N m^{-1}} = 0,05 m = \underline{\underline{5 cm}}$

b) $f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{20 N m^{-1}}{0,1 kg}} = \underline{\underline{2,25 Hz}}$

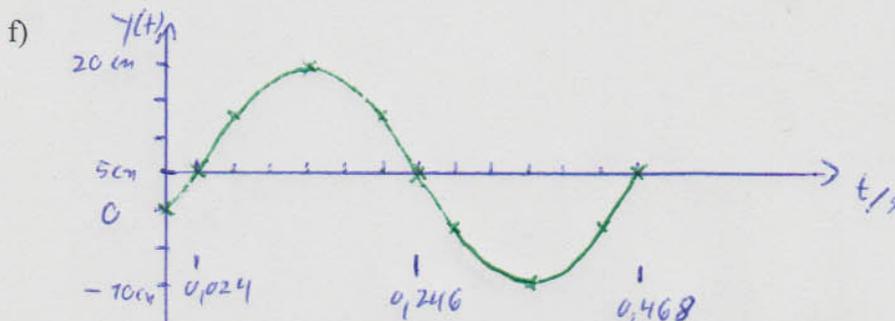
c) $v(t=0) = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 10 m s^{-2} \cdot 0,2 m} = \underline{\underline{2,0 m s^{-1}}}$

d) $E_{ges} = E_{pot} + E_{kin} = \frac{1}{2} D y_0^2 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} 20 N m^{-1} (0,05 m)^2 + \frac{1}{2} \cdot 0,1 kg \cdot (2 m s^{-1})^2 = 0,025 J + 0,2 J = 0,225 J$

$E_{ges} = \frac{1}{2} D \cdot A^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{ges}}{D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,225 J}{20 N m^{-1}}} = \underline{\underline{0,15 m}}$

e) $y(t) = A \cdot \sin(\omega t + \delta) + y_0$ für $t=0: \frac{y(0)}{A} = \frac{-5 cm}{15 cm} = -\frac{1}{3} = \sin \delta$

$y(t) = \underline{\underline{15 cm \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 2,25 Hz \cdot t - 0,3398)} + 5 cm}$ $\Rightarrow \delta = -0,3398 \text{ rad} = -19,47^\circ$



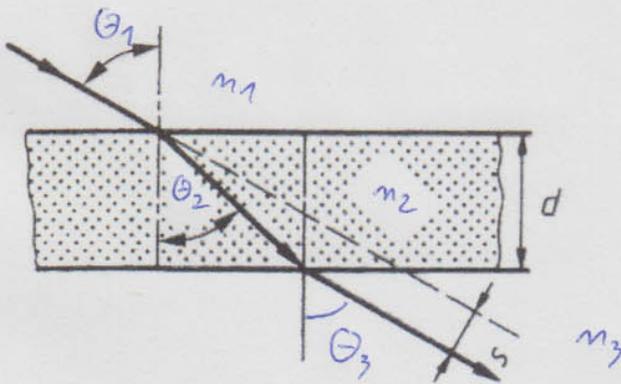
Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 3)

Ein Lichtstrahl trifft aus der Luft unter einem Einfallswinkel von 30° zur Flächennormalen auf eine $1,0 \text{ cm}$ Dicke Glasplatte mit parallelen Oberflächen.

- Berechnen Sie den Brechungswinkel des Lichtstrahls im Glas. (2P)
- Wie groß ist die Parallelverschiebung des Lichtstrahles, nachdem er die Glasplatte durchquert hat und auf der gegenüberliegenden Seite wieder in Luft austritt? (3P)
- Wenn die Glasplatte auf einer Wasseroberfläche liegt, wie groß ist dann der Austrittswinkel zur Flächennormalen? (3P)
- Unter welchem Winkel müsste der Lichtstrahl aus der Luft auf die Glasplatte treffen, damit der Strahl an der Grenzfläche zum Wasser Totalreflektiert wird? (2P)

$$n(\text{Luft}) = 1,00 \quad n(\text{Glas}) = 1,50 \quad n(\text{Wasser}) = 1,33$$



$$a) \quad n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

$$\begin{aligned} \sin \theta_2 &= \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \theta_1 \\ &= \frac{1,00}{1,50} \cdot \sin 30^\circ \\ &= 0,333 \end{aligned}$$

$$\theta_2 = \arcsin \frac{1}{3} = \underline{\underline{19,47^\circ}}$$

b) BKL S 103

$$s = d \cdot \frac{\sin(\theta_1 - \theta_2)}{\cos(\theta_2)} = 1,0 \text{ cm} \cdot \frac{\sin(30^\circ - 19,47^\circ)}{\cos(19,47^\circ)} = 0,1938 \text{ cm} \approx \underline{\underline{0,19 \text{ cm}}}$$

$$\begin{aligned} c) \quad n_2 \cdot \sin \theta_2 &= n_3 \cdot \sin \theta_3 \Rightarrow \sin \theta_3 = \frac{n_2}{n_3} \cdot \sin \theta_2 = \frac{1,50}{1,33} \cdot 0,333 \\ &= 0,376 \Rightarrow \underline{\underline{\theta_3 = 22,1^\circ}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d) \quad \text{Bedingung für Totalreflexion} \quad n_3 \cdot \sin 90^\circ &= n_2 \cdot \sin \theta_2 \\ \Rightarrow \sin \theta_2 &= 0,8860 \Rightarrow \theta_2 = 62,46^\circ \end{aligned}$$

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \cdot \sin \theta_2 = \frac{1,50}{1,00} \cdot 0,8860 = 1,33$$

\Rightarrow Es ist nicht möglich, dass der Strahl an der Wasseroberfläche total reflektiert wird.

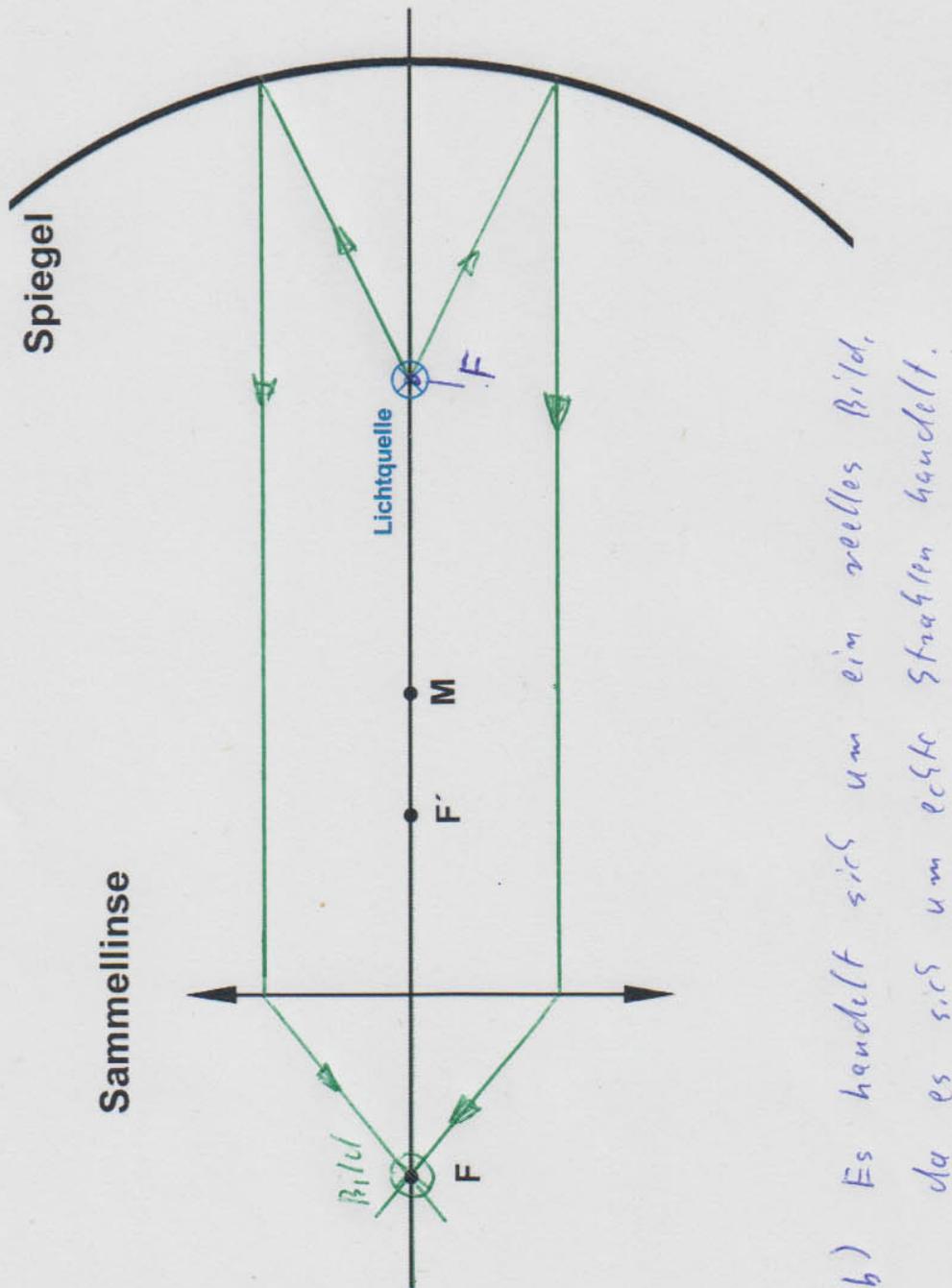
Name.....Mat.Nr.:.....

Aufgabe 4)

Genau zwischen dem Mittelpunkt und der Hauptebene eines Kugelspiegels befindet sich eine punktförmige Lichtquelle.

- a) Konstruieren Sie das Bild der Lichtquelle. (8P)
- b) Handelt es sich um ein reelles oder virtuelles Bild? Begründen Sie Ihre Aussage. (2P)

Zeichnen Sie tatsächliche Strahlen mit durchgezogenen Linien, Verlängerungen mit gestrichelten Linien.



Anmerkung: Es entsteht noch ein zweites Bild durch Strahlen direkt von der Lichtquelle auf die Linse.

Es befindet sich im gleichen Abstand von der Linse wie die Lichtquelle auf der gegenüberliegenden Seite.

Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 5)

Einem Taucher entweicht aus seiner Druckflasche in 40m Wassertiefe eine Luftblase mit normaler Luft, die in dieser Tiefe einen Durchmesser von 4cm, und eine Temperatur von 20°C hat. Während des Aufstieges bleibt durch Wärmeaustausch mit der Umgebung die Temperatur konstant.

- a) Wie groß ist der Druck in 40m Tiefe? (1P)
 b) Wie groß ist die Stoffmenge der Luftblase? (2P)
 c) Welche innere Energie hat die Luftblase? (2P)
 d) Welches Volumen hat die Luftblase unmittelbar bevor sie die Oberfläche erreicht? (2P)
 e) Bei dem Aufstieg dehnt sich die Luftblase aus und verdrängt dabei das Wasser der Umgebung. Wieviel mechanische Arbeit ist dafür erforderlich? (3P)
 f) Welches Volumen hätte die Luftblase unmittelbar bevor sie die Oberfläche erreicht, wenn sie mit der Umgebung keine Wärme ausgetauscht. (2P)
 g) Ist die Luftblase unter Wasser eine Sammel- oder Zerstreuungslinse? Begründen Sie Ihre Aussage (2P)

$$a) P = P_0 + P_{H_2O} = 1 \text{ bar} + 4 \text{ bar} = \underline{\underline{5 \text{ bar}}}$$

$$b) V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (0,02 \text{ m})^3 = 3,351 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 3,351 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}} = 0,00688 \text{ mol} \approx \underline{\underline{6,9 \text{ mmol}}}$$

$$c) U = \frac{f}{2} \cdot n \cdot R \cdot T \quad f(\text{Luft}) = 5 \quad (N_2 \text{ \& } O_2 \text{ sind zupidatorige Gase})$$

$$= \frac{5}{2} \cdot 0,00688 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K} = 41,756 \text{ J} \approx \underline{\underline{42 \text{ J}}}$$

$$d) p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{p_1}{p_2} = 3,351 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \frac{5 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 16,755 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\approx \underline{\underline{0,17 \text{ Liter}}}$$

$$e) \Delta W = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{p_2}{p_1} = 0,00688 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K} \cdot \ln \left(\frac{1 \text{ bar}}{5 \text{ bar}} \right)$$

$$= -26,97 \text{ J} \approx \underline{\underline{-27 \text{ J}}}$$

$$f) p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma \Rightarrow V_2 = V_1 \sqrt[\gamma]{\frac{p_1}{p_2}} = 3,351 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \sqrt[1,4]{\frac{5 \text{ bar}}{1 \text{ bar}}} = 1,0579 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\approx \underline{\underline{0,11 \text{ Liter}}}$$

- g) Es handelt sich um eine Zerstreuungslinse
 Blase ist konvex & $n(H_2O) > n(\text{Luft})$

Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 6)

In einem idealem Kalorimeter befinden sich 5.0 kg Wasser mit einer Temperatur von 20°C. In das Kalorimeter wird ein Aluminiumwürfel der Masse 3.0 kg mit einer Temperatur von 90°C, und ein Messingwürfel der Masse 5.0 kg mit einer Temperatur von 80°C hinzugegeben. Welche Mischungstemperatur stellt sich ein? (8P)

$$\text{BkL Tab. 25} \quad c(\text{H}_2\text{O}) = 4,18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$c(\text{Messing}) = 0,387 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$c(\text{Al}) = 0,91 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T_M = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot T_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{Messing}} \cdot c_{\text{Messing}} \cdot T_{\text{Messing}} + m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot T_{\text{Al}}}{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{Messing}} \cdot c_{\text{Messing}} + m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}}}$$

$$= \frac{(5,0 \cdot 4,18 \cdot 20 + 3,0 \cdot 0,91 \cdot 90 + 5,0 \cdot 0,387 \cdot 80) \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}}{(5,0 \cdot 4,18 + 3,0 \cdot 0,91 + 5,0 \cdot 0,387) \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}}$$

$$= \frac{418 + 245,7 + 152,4}{20,9 + 2,73 + 1,905} ^\circ\text{C} =$$

$$= \frac{816,1}{25,535} ^\circ\text{C}$$

$$= 31,96 ^\circ\text{C} \approx \underline{\underline{32 ^\circ\text{C}}}$$