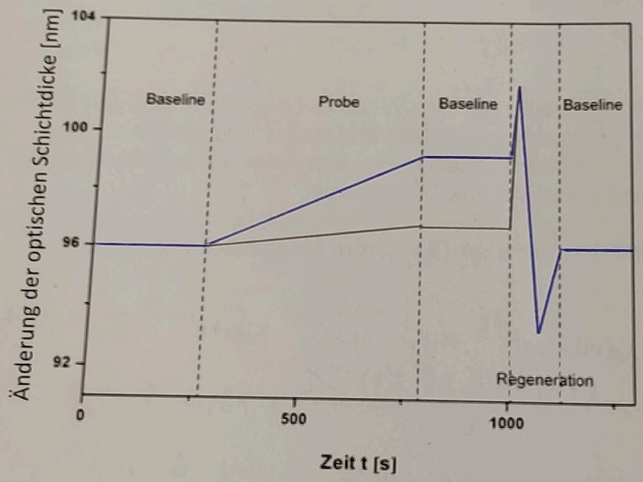
13)Immunreaktion **(6 Punkte)**

a) Es liegt eine Antigenstammlösung mit einer Konzentration von 10 ng/mL vor. Das Volumen des Reaktionsansatzes für die Inkubation von Antigen mit Antikörper soll 1 mL betragen. Es liegen jedoch im Reaktionsansatz schon 100 µL einer Antikörperlösung vor. Wieviel µL Antikörperlösung bzw. Puffer müssen zugegeben werden, um eine Endkonzentration von 0,5 ng/mL Antigenkonzentration zu erhalten?

b) Bevor Sie mit dem Bindungshemmtest beginnen, wird eine Blank Messung (ohne Analyt reine Antikörperlösung) durchgeführt. Welchen Signalverlauf erwarten Sie unter Verwendung der Reflektometrischen Interferenzspektroskopie (RIfS) und warum? Tragen Sie den Signalverlauf in die untenstehende Grafik ein und beschreiben sie ihn. Wenn Sie nun die Probe mit vollständiger Inhibition des Antikörpers durch die Probe (a) messen, welchen Signalverlauf erwarten Sie dann? Zeichnen Sie diesen ebenfalls in die Grafik ein.



ohne Analyt
- steiler Anstieg, da keine Inhibition ✓

mit Analyt
- schwacher bis kein Anstieg, da vollständige Inhibition (Steigung = 0 praktisch nicht umzusetzen)
- ansonsten gleicher Verlauf ✓

2

c) Um die Kinetik biomolekularer Wechselwirkungen zu bestimmen, werden typischer Weise Messungen im Durchfluss durchgeführt. Beschreiben Sie kurz den Vorteil dieser Vorgehensweise bzw. was wären unerwünschte Effekte, wenn man nicht im Durchfluss arbeiten würde?

(5 Punkte)

11)Kolligative Eigenschaften

a) Warum platzen Würstchen eigentlich beim Erhitzen in Leitungswasser? Anders gefragt, warum dringt Wasser in das Würstchen ein und bringt es zum Platzen?

b) Könnte das verhindert werden, wenn man Salz ins Wasser gibt (die Würstchenwand ist nur für Wasser durchlässig)?

Nutzen sie die Fachbegriffe der physikalischen Chemie, um das Phänomen zu beschreiben.

a) Die semipermeable Haut der Wurst lässt nur Wasser hindurch. Da die Elektrolytkonzentration in der Wurst höher ist als außerhalb, folgt das Wasser dem osmotischen Gradienten und geht in die Wurst. Dort baut sich ein höherer Druck auf, als die Haut halten kann, und die Wurst platzt. → GG, chem. Pot. Tal

2P

b) Ja, es könnte verhindert werden. Dadurch baut sich kein osmotischer Gradient auf, ~~und~~ das Wasser bleibt außerhalb und die Wurst intakt.

2P

12)Medianstatisitk (3 Punkte) /1,5

Im Rahmen einer Abschlussarbeit an der FH Münster wurde der Fuselalkoholgehalt verschiedener Pilsner Biere untersucht:

Probe	Gehalt in mg/L	Probe	Gehalt in mg/L
1	58,94	12	75,21
2	61,58	13	78,91
3	62,83	14	81,8
4	64,82	15	81,9
5	68,24	16	83,42
6	68,41	17	88,67
7	70,62	18	90,22
8	72,47	19	91,25
9	73,78	20	92,93
10	74,03	21	94,06
11	74,94	22	121,48

a) Zeichnen Sie für die Messreihe ein Box-Whisker-Diagramm. Wählen Sie für die Zeichnung einen geeigneten Maßstab und tragen Sie die für ein Box-Whisker-Diagramm relevanten Angaben ein. Ermitteln Sie rechnerisch die Werte für die relevanten Punkte des Diagramms.

b) Interpretieren Sie das Box-Whisker-Diagramm hinsichtlich möglicher Ausreißer.

a) Median: Mittelwert zw. zwei Werte bei 50%

$\rightarrow \frac{(74{,}94 + 75{,}21)\,mg/L}{2} = 75{,}075\,\frac{mg}{L}$ ✓

Grenzen: Mittelwert zw. Werte 5 und 6

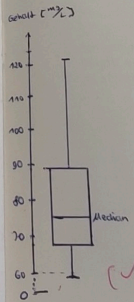
$\frac{(68{,}24 + 68{,}41)\,mg/L}{2} = 68{,}325\,\frac{mg}{L}$ f

Mittelwert zw. Werte 17 und 18

$\frac{(88{,}67 + 90{,}22)\,mg/L}{2} = 89{,}445\,\frac{mg}{L}$ f

Maßstab: $1\,cm \mathrel{\hat{=}} 10\,\frac{mg}{L}$

Whisker?



(✓)

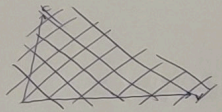
b) Der letzte Wert mit 121,48 $\frac{mg}{L}$ ist wahrscheinlich ein Ausreißer, da er sehr weit vom Median und den anderen Werten weg ist. Der Strich unter der Box sollte in etwa so groß sein wie der darüber. Würde der letzte Wert fehlen, wäre das auch ungefähr der Fall. f

9) Kinetik (3 Punkte)

2

Zeigen Sie, wie am Beispiel der Reaktion erster Ordnung graphisch die Geschwindigkeitskonstante ermittelt werden kann. Zeichnen Sie die Auswertung für ein großes bzw. ein kleines k ein.

Rkt. erster Ordnung:





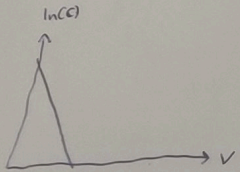
Durch Logarithmieren von c:

ln(c)

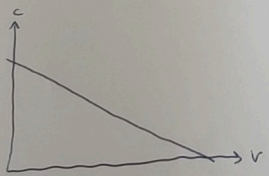


→ Steigung ist k

großes k:



kleines k:



10) Transportphänomene (3 Punkte)

Nennen Sie zwei Transportphänomene. Was wird jeweils dabei transportiert? Durch welchen Gradienten wird transportiert? Welcher Transportkoeffizient beschreibt das jeweilige Phänomen?

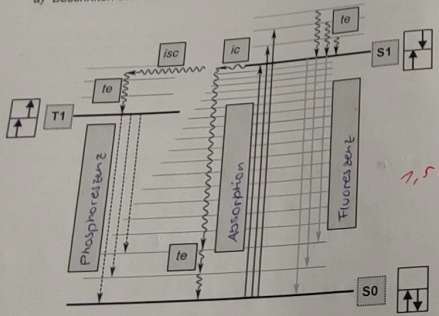
Transportphänomen	Transportgröße	Transportkoeffizient
Diffusion	Moleküle	f
Stromfluss	Elektronen	f

1P

(4 Punkte)

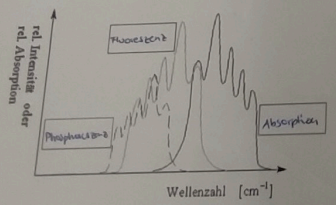
7) Jablonski Termschema

a) Beschriften Sie das untenstehende Termschema.



1,5 P

b) Zu welchen Prozessen gehören die unten abgebildeten Spektren? Erklären Sie die Verschiebungen der Spektren relativ zueinander.



1,5 P

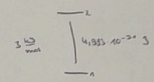
Wellenzahl korreliert mit Energie

→ je höher die Wellenzahl, desto höher die Intensität bei Phosphoreszenz und Fluoreszenz +

3P

8) Energieniveaus (3 Punkte)

Betrachtet wird ein System mit 2 Energieniveaus bei Raumtemperatur (25 °C). Die Energiedifferenz der 2 Energieniveaus beträgt $4{,}983 \cdot 10^{-21}$ Joule oder 3 kJ/mol. Wie groß ist das Besetzungsverhältnis zwischen den beiden Energieniveaus?



$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

$\lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \frac{6{,}62606896 \cdot 10^{-34}\,\text{Js} \cdot 293792458\,\frac{\text{kg}}{\text{s}}}{4{,}983 \cdot 10^{-21}\,\text{J}}$

$= 3{,}9864 \cdot 10^{-5}\,\text{m} = 39{,}864\,\mu\text{m}$

falsch

1,5 P

(8 Punkte)

5) Elektrochemie

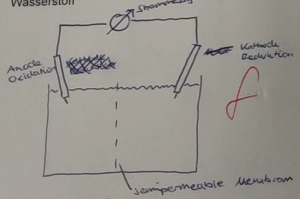
a) Zeichnen Sie den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Elektrode und beschriften Sie alle wichtigen Bestandteile.

b) Geben Sie an, durch welche Parameter (Größe, Zahlenwert und Einheit) die *Standard*-Wasserstoff-Elektrode als eine besondere Form einer Wasserstoffelektrode ausgezeichnet ist.

c) Wie wirken sich die folgenden Veränderungen auf das Gleichgewichts-Galvanipotenzial aus?

	Wird negativer	Bleibt konstant	Wird positiver
Erhöhung des Wasserstoffdrucks	☐	☒	☒ f
Erhöhung des pH-Werts	☐	☒	☐ f
Vergrößern der Elektrode	☐	☒	☐ ✓
Einleiten von Formiergas (Gemisch aus 10% Wasserstoff und 90% Stickstoff) anstelle von Wasserstoff	☒	☐	☐ f

a)



f

b) $E_0 = 0V$ ✓

(3 Punkte)

6) Atemgas

3P

Zur Quantifizierung von NO in der Atemluft werden elektrochemische Zellen als Sensoren eingesetzt.

a) Stellen Sie die Reaktionsgleichung der ablaufenden Zellreaktion auf. (Hinweis: Gesamtreaktion oder Einzelreaktionen an den Elektroden).

b) Bewerten Sie mithilfe dieser Gleichung den Einfluss variierender Sauerstoff-konzentration auf die Sensorantwort (bei konstanter NO-Konzentration).

c) Welche Verbindungen werden im Reaktionsprozess oxidiert bzw. reduziert?

a) $4NO + 3O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4HNO_3 \rightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$ ✓

b) weniger O_2 → Signalstärke ↓ (weniger HNO_3 wird gebildet, da O_2 sonst zum Ausgleichen da ist)

mehr O_2 → Signalstärke ↔ (Signal bleibt gleich, da die ~~das~~ maximale Stoffmenge von HNO_3 in dem Fall von NO und H_2O abhängt) ✓

c) Ox.: NO

Red.: O_2 ✓

(5 Punkte)

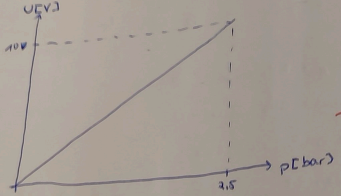
3) Kalibration

Ein Drucksensor dient zur Überwachung des Stickstoffdrucks in einer Beschichtungsanlage. Im Datenblatt finden sich unter Anderem folgende Angaben zum Verhalten des Sensors:

Eingangssignal: 0…2,5 bar
Ausgangssignal: 0-10 V linear ohne Offset

a) Zeichnen Sie ein Schaubild mit der Kalibrierfunktion des Sensors.
b) Bestimmen Sie die Kalibrierfunktion und die Analysenfunktion.
c) Welcher Druck liegt vor, wenn der Sensor ein Signal von 2,0 V ausgibt?

a)



2

b) $m = \frac{2{,}5\,\text{bar}}{10\,\text{V}} = 0{,}25\,\frac{\text{bar}}{\text{V}}$

→ $f(x) = 0{,}25 \cdot x$ (Analyse (~~Kalibrier~~fkt.))

$m_{Ana} = \frac{10\,\text{V}}{2{,}5\,\text{bar}} = 4\,\frac{\text{V}}{\text{bar}}$

→ $f_{Ana}(x) = 4x$ (f_{Kal} Kalibrier (~~Analyse~~fkt.))

2

c) ~~$f_{Ana}(2\,\text{V}) = \ldots = 4\,\frac{\text{V}}{\text{bar}} \cdot 2\,\text{V}$~~

$f_{Kal}(2\,\text{V}) = 0{,}25\,\frac{\text{bar}}{\text{V}} \cdot 2\,\text{V} = 0{,}5\,\text{bar}$

(5 Punkte)

4) Statistik

Im Rahmen der Qualitätssicherung überprüft ein Waagenhersteller acht Waagen aus der laufenden Produktion, indem er ein zertifiziertes Gewicht mit 50,00 g auflegt. Dabei werden folgende Werte gemessen:

51,14 g	51,37 g	51,22 g	52,10 g	50,58 g	49,99 g	50,59 g	51,76 g

Überprüfen Sie, ob ein Hinweis auf einen systematischen Fehler vorliegt (P = 0,05).

NH: Ist einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% liegt kein syst. Fehler vor.

$\bar{x} = \frac{(51{,}14 + 51{,}37 + 51{,}22 + 52{,}1 + 50{,}54 + 49{,}99 + 50{,}59 + 51{,}76)\,\text{g}}{8}$

$= 51{,}09375\,\text{g}$

$s_{dev}(x) = \sqrt{\frac{1}{7} \cdot \sum_{i=1}^{8} (x_i - 51{,}09375\,\text{g})^2}$

$= \sqrt{\frac{1}{7} \cdot 3{,}28678\,\text{g}^2} = 0{,}685\,\text{g}$

$\mu = 50\,\text{g}$

$t = \frac{(51{,}09375 - 50)\,\text{g}}{0{,}685\,\text{g} / \sqrt{8}} = 4{,}514$ $\quad f = 8 - 1 = 7$

$t_{krit} = 2{,}36$ (aus Tabelle)

$t > t_{krit}$

→ NH hat nicht Bestand, es liegt ein syst. Feh

1) Zustandsänderungen

(4 Punkte)

Eine konstante Portion eines idealen Gases wird isotherm auf die Hälfte des Ausgangsvolumens komprimiert. Geben Sie an, wie sich die folgenden Parameter und thermodynamischen Potenziale dabei verändern.



	Nimmt ab	Bleibt konstant	Nimmt zu
Volumen	☒	☐	☐ ✓
Temperatur	☐	☒	☐ ✓
Druck	☒	☐	☐ ✓
Stoffmenge	☐	☒	☐ ✓
Innere Energie	☐	☐	☒ ✓
Enthalpie	☒	☐	☒ ✓
Entropie	☐	☒	☐ ✓
Freie Enthalpie	☒	☐	☒ ✓

3,5 Punkte

2) Kalorimetrie

(8 Punkte)

Die Verbrennungsenthalpie eines Stückchens Kohlenstoff (m=1,2 g) bei 25°C soll bestimmt werden.

a) Geben Sie die entsprechende Reaktionsgleichung an.
b) Zeichnen Sie einen geeigneten Versuchsaufbau für die Bestimmung der Verbrennungsenthalpie und beschriften Sie die wesentlichen Komponenten und Stoffe.
c) Bei der Verbrennung wurde eine Wärmeenergie von 39,6 kJ frei. Berechnen Sie daraus:
   - die innere Standardbildungsenergie von CO_2
   - die Standardbildungsenthalpie von CO_2.

Nehmen Sie dabei Ideales Gasverhalten an.

a) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ✓

c) $\Delta H_R^\circ = \Delta H_{B,Produkt}^\circ - \Delta H_{B,Edukt}^\circ$

$-39{,}6\,kJ = \Delta H_{B,Produkt}^\circ - 0$ ✓

$\Rightarrow \Delta H_{B,CO_2}^\circ = -39{,}6\,kJ$

$pV = nRT$

$T = 298{,}15\,K$

$n = \frac{m}{M} = \frac{1{,}2\,g}{12{,}011\,\frac{g}{mol}} = 0{,}1\,mol$

0,5