
**Klausur zum Modul Biosensorik
(Medizintechnik)**

29.07.2021



Familienname:
Vorname:
Matrikelnummer:
Ilias-Gruppe: S.....

Hinweise:

- Die Bearbeitungszeit beträgt 90 min – beginnen Sie spätestens danach unmittelbar mit dem Upload Ihrer Ergebnisse. Hierfür stehen Ihnen 15 min zur Verfügung.
- Achten Sie bei Berechnungen, auch bei Zwischenschritten, stets darauf, Einheiten zu verwenden, da ansonsten bei der Punktevergabe u.U. keine Punkte für den Rechenweg/Zwischenschritte vergeben werden können.
- Zulässige Formate für die hochgeladenen Lösungen sind pdf, jpg, jpeg und png.
- Kennzeichnen Sie deutlich, wenn Sie mehr als eine Seite für eine Aufgabe verwendet haben.
- In jedem hochgeladenen Dokument muss Nachname, Vorname, Matrikelnummer und Ilias-Gruppe vermerkt sein. Am besten Sie nutzen das Klausurenblatt.
- Melden Sie sich umgehend per Telefon (07071 29-78682), wenn der Upload wegen Netzstabilität nicht möglich war.
- Die Klausur kann nur bei Vorliegen der Einwilligung zur Teilnahme an der elektronischen Prüfung gewertet werden

Viel Erfolg!

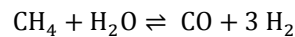
1) Bildungsenthalpie**(4 Punkte)**

Bei der Verbrennung von 3 g Essigsäure (CH_3COOH) wird eine Wärme von 44 kJ freigesetzt.

- a) Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf.
- b) Berechnen Sie die molare Standardbildungsenthalpie von Essigsäure aus den gegebenen Werten. ($\Delta H_B^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$; $\Delta H_B^\circ(\text{CO}_2) = -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

2) Chemisches Gleichgewicht**(6 Punkte)**

Eine Reaktion, die bei der Gewinnung von Wasserstoff aus Methan abläuft, beruht auf folgendem Gleichgewicht:



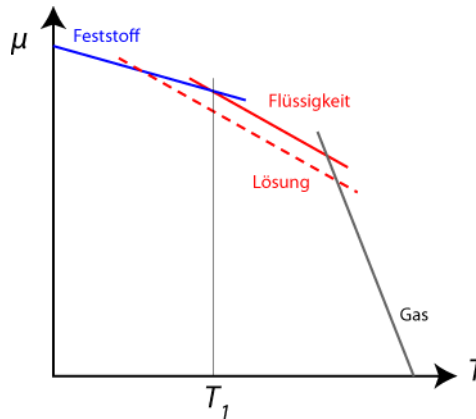
Die Reaktionsenthalpie $\Delta_R H$ beträgt +207 kJ/mol. Die Temperatur bei der Reaktion ist so hoch, dass alle beteiligten Stoffe in der Gasphase vorliegen.

- a) Welche beiden Effekte (thermodynamisch und kinetisch) erwarten Sie, wenn die Temperatur im Reaktor erhöht wird?
- b) Warum kann durch Erhöhung des Drucks die Ausbeute an Wasserstoff nicht signifikant erhöht werden?
- c) Nennen Sie eine weitere Möglichkeit, um das Gleichgewicht in Richtung des Produktes zu verschieben. Nennen Sie das Prinzip dahinter.
- d) Erläutern Sie, welchen Einfluss Katalysatoren auf die Gleichgewichtslage einer Reaktion haben.

3) Chemisches Potential

(3 Punkte)

Folgendes Diagramm zeigt das chemische Potenzial einer reinen Substanz in Abhängigkeit der Temperatur gezeigt. Das chemische Potenzial ist für alle drei Aggregatzustände eingetragen, zusätzlich ist gezeigt, wie sich das chemische Potenzial der Flüssigkeit verändert, wenn ein anderer Stoff darin gelöst wird.



- a) Welche Temperatur bezeichnet T_1 ?
- b) Welchen Aggregatzustand nimmt die Substanz bei $T < T_1$ ein und warum?
- c) Welchen Einfluss hat das Lösen eines Stoffes auf den Phasenübergang bei T_1 ?
- d) Nennen Sie ein Beispiel für diesen Effekt aus dem Alltag?

4) Ideale und reale Gase

(4 Punkte)

Eine Gasflasche mit einem geometrischen Volumen von 50 L enthält 250 mol Wasserstoff und befindet sich in einem Lagerraum mit einer Temperatur von 15 °C. Unter welchem Druck steht die Gasflasche

- a) nach dem Idealen Gasgesetz?
- b) nach der Van-der-Waals-Gleichung?
Für Wasserstoff ist $a = 0,0242 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$ und $b = 2,65 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Geben Sie das Ergebnis in bar an.

- c) Für welches Gas sind folgende Aussagen richtig?

Das Gas eignet sich prinzipiell als Medium für Carnot-Kreisprozesse .

☐ ideales Gas ☐ reales Gas ☐ beide

Zwischen den Teilchen existieren keine anziehenden Kräfte.

☐ ideales Gas ☐ reales Gas ☐ beide

5) Kreisprozesse**(4 Punkte)**

- Zeichnen Sie ein p - V -Diagramm und tragen Sie dort eine Isotherme und ein Adiabate ein.
- Geben Sie an, welche Größe dabei jeweils konstant bleibt.
- Das Ventil einer Gasflasche wird geöffnet, sodass das Gas sehr schnell ausströmt. Was beobachten Sie, wenn Sie an das Ventil fassen? Erklären Sie die Beobachtung.

6) Der analytische Prozess**(4 Punkte)**

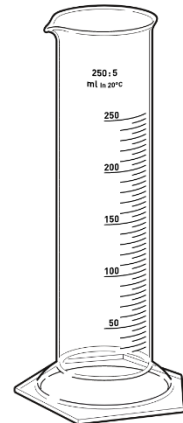
Sie möchten untersuchen, wie viel es an einem bestimmten Tag im Sommer 2021 auf dem Campus Auf der Morgenstelle der Uni Tübingen regnet. Als Messinstrument stehen Ihnen fünf Messzylinder mit bekanntem Durchmesser zur Verfügung.

Vervollständigen die Schritte des analytischen Prozesses zur o.g. Fragestellung und nennen Sie bei jedem Schritt mindestens eine mögliche systematische Fehlerquelle

Untersuchungsobjekt: Regenmenge am 29.07.2021

- Probennahme: Strategisches Platzieren des Messzylinders im Freien
- Probenvorbereitung: Zylinder einsammeln
- Messung: Ablesen des Füllstands
- Auswertung: Umrechnen in L/m^2

Analytische Information: „Am 29.07.2021 betrug die Niederschlagsmenge $4,23 L/m^2$ “

**7) Statistik****(3 Punkte)**

Ein Möbelhaus möchte ein neues Bett auf den Markt bringen und misst bei mit 20 Probandinnen und Probanden die Zeit, die benötigt wird, um das Bett gemäß Anleitung aufzubauen. Das Ergebnis der Untersuchung ist ein Mittelwert von $\bar{t} = 29,33 \text{ min}$ mit einer Standardabweichung von $sdv(t) 5,31 \text{ min}$.

- Bestimmen Sie die Grenzen für das 95 %-ige Vertrauensintervall. Sie können annehmen, dass sdv eine gute Näherung für σ ist.
- Wie ändert sich (bei ansonsten unveränderten Bedingungen) obiges Konfidenzintervall, falls
 - bei halb so vielen Probanden die Zeit für den Aufbau gemessen wird?
 - die Standardabweichung kleiner wird?

(jeweils Veränderung und Begründung, keine Rechnung)

8) Statistik**(6 Punkte)**

Der Leiter einer Forschungsgruppe möchte für seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einen neuen Kaffeevollautomaten anschaffen. Zur Einrichtung des neuen Geräts bestimmt er mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie den Koffeingehalt (in mg/100 mL) von mehreren Tassen aus der alten und neuen Maschine:

Tasse	altes Gerät	neues Gerät
1	78,5	77,02
2	84,19	75,61
3	72,47	72,8
4	76,7	79,66
5	79,09	70,51
6	82,77	76,22

Dabei wurde die gleiche Sorte von Kaffeebohnen verwendet. Beurteilen Sie (mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%), ob es dem Forschungsgruppenleiter gelungen ist, den von den Mitarbeitern gewohnten Koffeingehalt der alten Maschine mit der neuen zu reproduzieren.

9) Reaktionskinetik**(3 Punkte)**

Skizzieren Sie die Konzentrations-Zeit-Diagramme der Reaktion $A \rightleftharpoons B$ mit k_1 als der Reaktionsgeschwindigkeit der Hinreaktion und k_{-1} als der Reaktionsgeschwindigkeit der Rückreaktion (1. Ordnung für beide Teilreaktionen) für folgende Fälle:

- a) $k_1 > k_{-1}$
- b) $K = 1$
- c) $k_1 < k_{-1}$

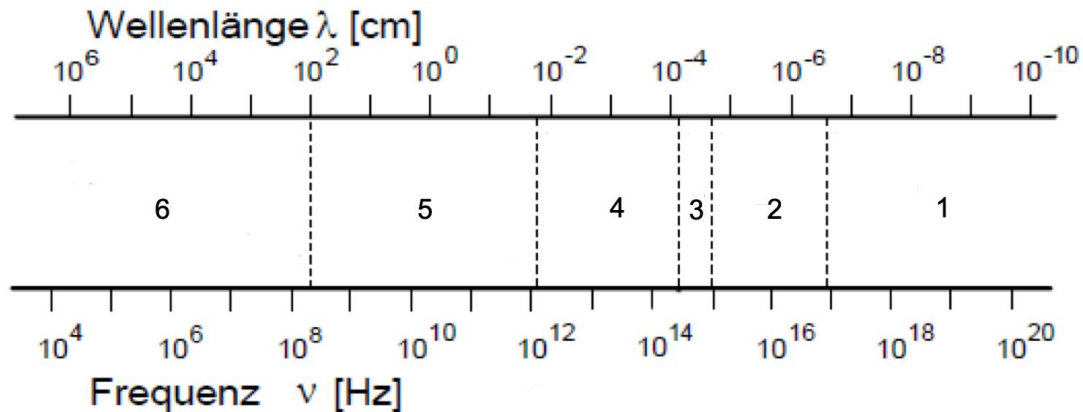
Hinweis: Achten Sie auf eine saubere Darstellung und korrekte Beschriftungen.

10) Reaktionskinetik**(5 Punkte)**

- a) Zeichnen Sie ein Konzentrations-Zeit-Diagramm für die Folgereaktion $A \rightarrow B \rightarrow C$ und kennzeichnen Sie die Induktionsperiode.
- b) Ein Spezialfall von Folgereaktionen ist der Michaelis-Menten-Mechanismus. Geben Sie die zugrundeliegende(n) Reaktionsgleichung(en) an.

11) Spektroskopie**(4 Punkte)**

- a) Benennen sie in folgendem Spektralbereich alle 6 Bereiche.



- b) Welche Energie besitzt elektromagnetische Strahlung mit der Wellenlänge $\lambda = 420\text{nm}$?

12) Atemgas**(3 Punkte)**

Beim Sporttauchen muss eine Sauerstoffvergiftung des Zentralen Nervensystems vermieden werden. Als kritische Grenze wird hierbei ein pO_2 von 1,4 bar angesehen. Unter der Annahme, dass an der Wasseroberfläche ein Umgebungsdruck von 1 bar herrscht und je 10 m Tauchtiefe der Druck um ein weiteres bar ansteigt, soll die jeweilige kritische Tauchtiefe errechnet werden:

- a) Für den Fall, dass bei dem Tauchgang Pressluft (21% Sauerstoff und 79% Stickstoff) unter dem in der entsprechenden Tauchtiefe vorherrschenden Umgebungsdruck geatmet wird
- b) Für den Fall, dass ein NITROX-Gemisch mit 30% Sauerstoffanteil (Stickstoffanteil 70%) unter dem in der entsprechenden Tauchtiefe vorherrschenden Umgebungsdruck geatmet wird.

13) Photometrie**(3 Punkte)**

In einer 1 cm langen Küvette wird zuerst eine $7,50\ \mu\text{-molare}$ Standardlösung eines Farbstoffs bei 640 nm vermessen. Die für die Standardlösung gemessene Extinktion beträgt 1,62. Anschließend wird eine Probe des Farbstoffs mit unbekannter Konzentration vermessen, bei dieser Messung wird der Lichtstrahl durch die Probe um 89 % abgeschwächt.

- a) Bestimmen Sie den dekadischen Extinktionskoeffizienten des Farbstoffs bei 640 nm.
- b) Wie hoch ist die Extinktion der Farbstofflösung mit unbekannter Konzentration?
- c) Welche Konzentration hat der Farbstoff in der Lösung aus Teilaufgabe b)?

14) Immunoreaktion**(6 Punkte)**

- a) Sie möchten einen Bindungshemmtest durchführen. In einem Gefäß liegen hierfür 100 µl einer Antikörperlösung mit $c = 12,5 \text{ µg/ml}$ vor. Welches Volumen müssen Sie aus der Antigen-Stammlösung mit $c = 1 \text{ µg/ml}$ entnehmen, um eine vollständige Inhibition aller Antikörper (unter Annahme, dass die Reaktion vollständig abläuft und die Dissoziationsratenkonstante zu vernachlässigen ist) zu erreichen?

$$M(\text{Antikörper}) = 150000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{Antigen}) = 7500 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

- b) Bevor Sie mit den Bindungshemmtest beginnen, wird eine Blank Messung (ohne Analyt reine Antikörperlösung) durchgeführt. Welchen Signalverlauf erwarten Sie unter Verwendung der 1-lambda-Reflektometrie und warum? Skizzieren Sie den Signalverlauf einem Diagramm (Ordinate: relative Signaländerung; Abszisse: Zeit) für die Phasen „Pufferbasislinie“ und „Probe“. Wenn Sie nun die Probe mit vollständig inhibiertem Antikörper messen, welchen Signalverlauf erwarten Sie dann? Zeichnen Sie diesen ebenfalls in die Grafik ein.
- c) Beschreiben Sie die Funktionsweise des Sandwichassays und skizzieren die dazugehörige Kalibrierkurve in halblogarithmischer Auftragung und Beschreiben Sie eine Methode zur Bestimmung der Nachweisgrenze aus der Kalibrierkurve.

15) EMK**(2 Punkte)**

Halbzelle gegenüber der Standard-Wasserstoffelektrode als Anode oder Kathode fungiert.

In einer Halbzelle eines galvanischen Elements taucht ein Kupfer -Blech bei 25°C in eine wässrige Lösung von Kupfer(II)-Sulfat mit der Aktivität $a=0,3$ ein. Berechnen Sie das Elektrodenpotenzial dieses Aufbaus und geben Sie an, ob in die Halbzelle gegenüber der Standard-Wasserstoffelektrode als Anode oder Kathode fungiert.