

**Praktikumabschlussklausur PC WS 2005/2006(Labahn)**

*Eine Bitte vorab: Herr Labahn gibt keine Altklausuren heraus, weil er sich seine Aufgabentypen nicht immer neu überlegen will. Daher sollten Herr Labahn diese Altklausuren nicht unter die Augen gerieben werden! – Sonst kommen bereits gefragte Aufgaben(-Typen) nicht wieder vor – Ihr macht es euch schwerer!*

**Wenn ihr mit diesen Klausuren gelernt habt und sie euch weitergeholfen haben, nehmt euch die Zeit und schreibt bei der Einsicht die Klausur ab oder macht schnell Fotos mit der Digitalkamera, und leitet diese an die Fachschaft weiter!! Wenn ihr privat Lösungen für diese oder andere Klausuren erstellt habt leitet diese bitte auch weiter – nur so kann ALLEN geholfen werden.**

**Aufgabe 1:**

- a) Was für "Linsen" werden in einem Elektronenmikroskop verwendet? (1 Pkt)
- b) Skizzieren sie die wichtigsten Bauteile eines Lasers und beschriften sie alle Komponenten. (4Pkt)
- c) Zeichnen sie ein Schema der wesentlichen Komponenten eines Massenspektrometers. (3Pkt)
- d) Skizzieren sie für einen Fluorophor die Energieniveaus für den elektronischen Grundzustand, sowie den angeregten Zustand. Zeichnen sie auch jeweils einige Schwingungsniveaus und die optischen Übergänge (Absorption und Fluoreszenz) ein. (6Pkt)
- e) In etwa welcher Auflösung lässt sich bei Mikroskopen mit Licht der Wellenlänge 500nm erzielen? (1 Pkt)

0,2  $\mu$ m**Aufgabe 2:**

- a) Worauf basiert die hohe Leitfähigkeit in Säuren und alkalischen Lösungen? (Skizze des zugrundeliegenden Mechanismus, zeichnen sie die Wassermoleküle inklusive der freien Elektronenpaare) (2Pkt)
- b) Wie groß ist die Konzentration der Wassermoleküle in einer (verdünnten) wässrigen Lösung? (2 Pkt.)
- c) Was ist die Ursache der Diffusion von Teilchen? (2 Pkt)
- d) Sie mischen 61ml einer 120mM KOH-Lösung mit 61ml einer 120mM HBr-Lösung. Wie hoch ist die Konzentration an  $K^+$ ,  $H^+$ ,  $OH^-$  bzw.  $Br^-$  (4Pkt)
- e) Wie verhält sich beim Mischen die Temperatur (Begründung)? (1 Pkt)
- f) Zeichnen sie für einen Stoff die Entropie als Funktion der Temperatur, ausgehend von idealen Kristall bei 0 Kelvin bis zur Gasphase. (5Pkt)
- g) Bei der Proteinfaltung nimmt die Entropie des Proteins ab (von  $10^{30}$ - $10^{60}$  Konformationen auf  $10^2$ - $10^4$ ), welche beiden Beiträge (Entropie und Enthalpie) führen aber am Ende doch zu einem  $dG < 0$ ? (2Pkt)

sinkt  $\rightarrow$  Sattelformung**Aufgabe 3:**

Ethanol (Spiritus) ist beliebt um Kaminfeuer oder Grills anzufeuern.

- a) Wie lautet die vollständige Reaktionsgleichung für die Verbrennung? (2Pkt)
- b) Berechnen sie außerdem die freie Reaktionsenthalpie ( $dRG^\circ_{(298)}$ ) dieser Reaktion aus den Werten im Anhang. (4Pkt)
- c) Ein mittelalterlicher Mönch nahm in der Fastenzeit nur Bier zu sich. Wie viel Energie nahm ein Mönch auf, der an einem Tag 5l Bier (Annahme 5% der Masse sind Ethanol, Dichte  $\sim 1 \text{ g/cm}^3$ ) trank (was erlaubt war)? (4Pkt)
- d) Deckt das Bier den Grundumsatz eines Mannes? (1Pkt)

$d_r G^\circ_{(\text{Ethanol})} = -174 \text{ kJ/mol}$ ;  $d_r G^\circ_{(\text{CO}_2)} = -394 \text{ kJ/mol}$ ;  $d_r G^\circ_{(\text{H}_2\text{O})} = -237 \text{ kJ/mol}$  Grundumsatz = 7100 kJ  
(Mann mit 70 kg) = täglicher Energiebedarf ohne körperlicher Arbeit.

**Aufgabe 4:**

Ein Radfahrer hat bei einem Berganstieg 1 l Wasser ausgeschwitzt. Bei der anschließenden Fahrt bergab trocknen die Kleider wieder. Wie groß ist der Wärmeverlust durch die Verdunstung? Wie viel Glucose muss der Körper verbrennen, um die Körpertemperatur konstant zu halten? (10 Pkt)

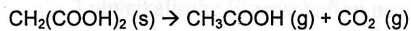
$d_v H^\circ_{(\text{H}_2\text{O})} = 44 \text{ kJ/mol}$  : Verdampfungsenthalpie von Wasser

$d_r H^\circ_{(\text{Glucose})} = -2808 \text{ kJ/mol}$

$M_{(\text{Glucose})} = 180 \text{ g/mol}$

**Aufgabe 5: (15,5 Pkt)**

Malonsäure zerfällt nach folgender Gleichung:



Folgende Geschwindigkeitskonstanten wurden bei drei verschiedenen Temperaturen bestimmt:

k/s	v/°C
$1,083 \times 10^{-3}$	153,6
$2,08 \times 10^{-4}$	136,4
$7,63 \times 10^{-5}$	125,9

Bestimmen sie durch graphische Auswertung die Aktivierungsenergie.

**Aufgabe 6: (5,5 Pkt)**

Eine enzymkatalysierte Reaktion folgt einer Michaelis-Menten Kinetik, und man findet  $k_M = 0,035 \text{ M}$ . Bei einer Substratkonzentration von  $0,11 \text{ M}$  findet man eine Reaktionsgeschwindigkeit von  $1,15 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$ . Wie groß ist die Maximalrate der Enzymreaktion.

**Aufgabe 7: (7 Pkt)**

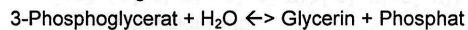
Eine Kultur von Cyanobakterien bildet bei der Photosynthese Glukose. Bei einer Temperatur von  $40^\circ\text{C}$  und einem Druck von  $1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$  sind dabei  $51 \text{ O}_2$  entstanden. Wie viel Glucose ist hierbei synthetisiert worden? (Molmasse Glucose  $180 \text{ g/mol}$ )

**Aufgabe 8: (6 Pkt)**

Nach der Reinigung eines Proteins aus Hefezellen erhält man eine Proteinlösung mit unbekannter Konzentration. Der dekadische Absorptionskoeffizient  $\epsilon = 383000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Bei der Messung der Absorption von Licht bei  $280 \text{ nm}$  in einer Küvette mit  $1 \text{ cm}$  Länge erhält man eine Absorbanz von  $A = 0,84$ . Wie groß ist die Proteinkonzentration.

**Aufgabe 9:**

Für die Gleichgewichtskonstante der Reaktion

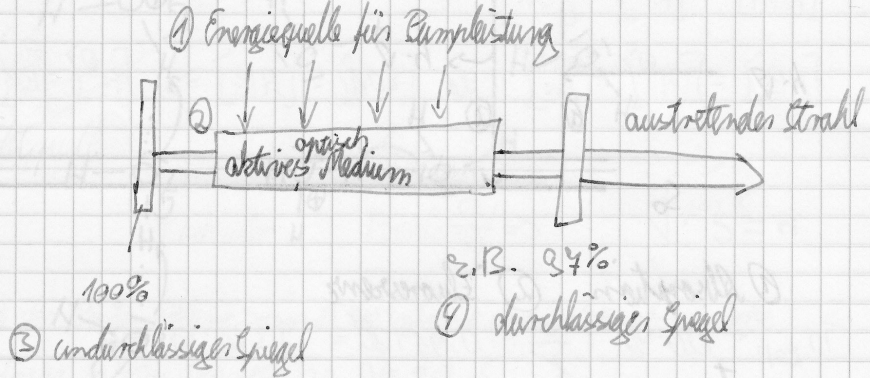


findet man  $G_{298} = -10 \text{ kJ/mol}$  und  $H_{298} = 34,3 \text{ kJ/mol}$ . Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante bei  $37^\circ\text{C}$ ?

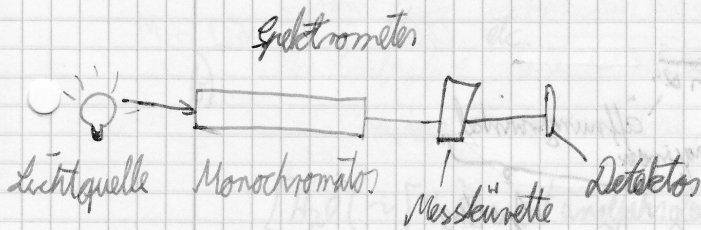
Nr. 1

a) Was für "Linsen" werden in einem Elektronenmikroskop verwendet?  
Elektromagneten

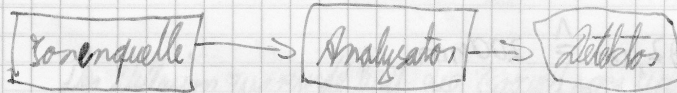
b) Skizzieren sie die wichtigsten Bauteile eines Lasers:



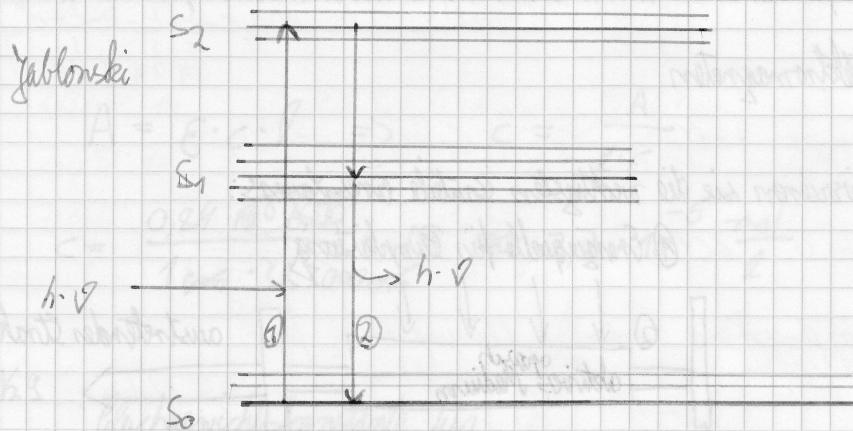
c) Skizzieren sie die wesentlichen Komponenten eines Massenspektrometers:



Massenspektrometer



- d) Skizzieren Sie für einen Fluorophor die Energieniveaus für den elektronischen Grundzustand und den angeregten Zustand. Zeichnen Sie einige Schwingungsniveaus und optische Übergänge ein.



① Absorption ② Fluoreszenz

- e) <sup>etwa</sup> In welche Auflösung lässt sich bei Mikroskopen mit  $\lambda = 500 \text{ nm}$  erreichen?

minimal getrennte Punkte  $\rightarrow d = \frac{\lambda}{2 \cdot n \cdot \sin \alpha}$

Brechungsindex

Öffnungswinkel

Apertur

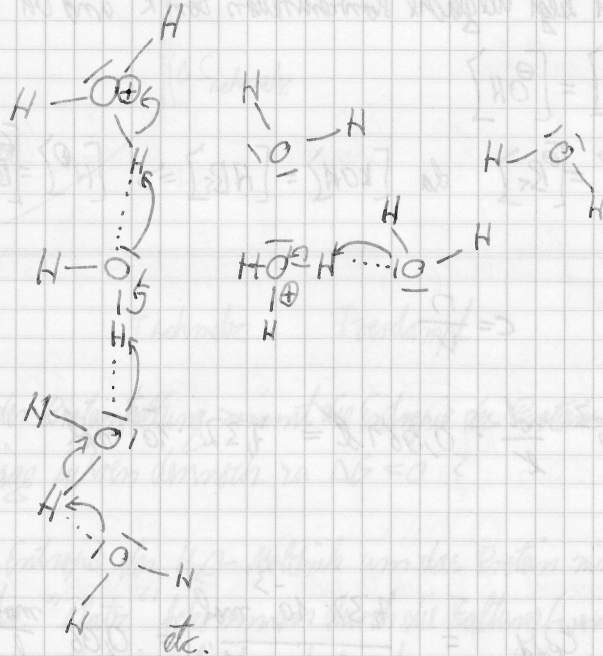
Maximal bei Blaulicht:  $d = 0,2 \mu\text{m}$   $\lambda = 200 \text{ nm}$

$$0,2 \mu\text{m} \hat{=} 200 \text{ nm}$$

$$x \hat{=} 500 \text{ nm} \quad x \hat{=} 0,5 \mu\text{m}$$

Nr. 2

- a) Worauf basiert die hohe Leitfähigkeit in Säuren und alkalischen Lösungen?  
Allgemein  $\rightarrow$  erhöhte Anzahl an Ionen.  
Ladungen können sehr schnell entlang einer Kette von Wassermolekülen transportiert werden.

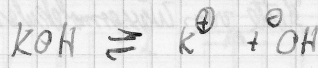


b)

$[H_3O^+] \sim [OH^-]$  ist ungefähr gleich, da die Eigendissoziation nicht verändert wird  $\approx 5,55 \frac{mol}{l}$

- c) Der Diffusion zugrunde liegt die Brownsche Eigenbewegung der Teilchen. Teilchen diffundieren entlang von Konzentrations- und elektrochemischen Gradienten.  
Diese entsteht durch die Anziehung und Abstoßung der einwohnen Atome und Elektronen zueinander.

d) Sie mischen 61 ml einer 120 mM KOH-Lsg mit 61 ml einer 120 mM HBr-Lsg.  
 Wie hoch ist die Konzentration an  $K^+$ ,  $H^+$ ,  $OH^-$  und  $Br^-$ -Ionen?



Wenn KOH dissoziiert liegt die gleiche Konzentration von  $K^+$  und  $OH^-$  vor:

$$[KOH] = [K^+] = [OH^-]$$

$$[HBr] = [H^+] = [Br^-] \quad \text{da} \quad [KOH] = [HBr] \Rightarrow [H^+] = [Br^-] = [K^+] = [OH^-]$$

$$n = c \cdot V \quad c = \frac{n}{V}$$

$$n_{KOH} = 120 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,061 \text{ l} = 7,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{KOH} = n_{HBr}$$

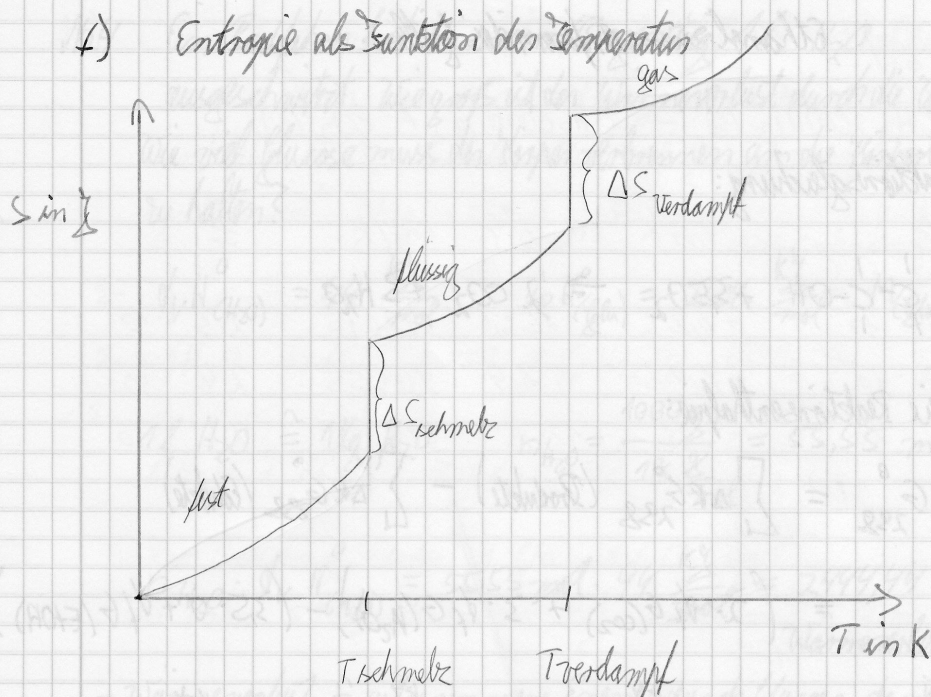
$$\frac{n_{KOH}}{V_1 + V_2} = c_{\text{end}} = \frac{7,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,122 \text{ l}} = 0,06 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 60 \text{ mM}$$

$$[H^+] = [OH^-] = [Br^-] = [K^+] = 60 \text{ mM}$$

e) Wie verhält sich beim Mischen die Temperatur?

Die Temperatur bleibt gleich, da die Ionenzahl gleich bleibt.

$$\Delta T = 0 \cdot 1000 \text{ Anzahl Ionen}$$



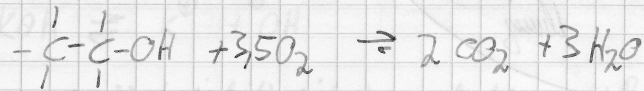
g) Bei der Proteinfaltung nimmt die Entropie des Proteins ab - welche Beiträge führen dennoch zu  $\Delta G < 0$ ?

Die Entropie der  $H_2O$ -Moleküle um das Protein nimmt zu, da sie mehr "Platz" bekommen durch die Faltung (weniger als Hydrathülle).  
 Die Enthalpie erhöht sich durch gebunden  $\rightarrow$  mehr frei bewegliche  
 H-Brücken, S-S-Brücken, Coulombkräfte, van-der-Waals-Kräfte.

11.3

Ethanol zum Anfeuern des Grills

a) Reaktionsgleichung:



b) freie Reaktionsenthalpie:

$$\begin{aligned} \Delta R G_{298}^{\circ} &= \sum \Delta R G_{298}^{\circ} (\text{Produkte}) - \sum \Delta R G_{298}^{\circ} (\text{Edukte}) \\ &= (2 \cdot \Delta_f G(\text{CO}_2) + 3 \cdot \Delta_f G(\text{H}_2\text{O})) - (35 \cdot 0 + \Delta_f G(\text{EtOH})) \\ &= 2 \cdot -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 3 \cdot -237 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 179 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \\ &= -1325 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

c) Manich nimmt 5l Bier zu sich (5% Ethanol) Wieviel Energie?

$$\begin{aligned} 5000 \text{ ml} &= 100\% & 5\% &= 250 \text{ ml} \\ 50 \text{ ml} &\hat{=} 1\% & & \\ 250 \text{ ml Ethanol} & & M &\hat{=} 2 \cdot C + 1 \cdot O + 6 \cdot H \\ & & &= 24 + 16 + 6 = 46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ 250 \text{ ml} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} &= 250 \text{ g} & n_{\text{EtOH}} &= \frac{250 \text{ g}}{46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 543 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$543 \text{ mol} \cdot \Delta R G_{298}^{\circ} = 543 \text{ mol} \cdot -1325 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -720,09 \text{ kJ}$$

Er nahm bei 5l Biergenuss  $\approx 7200 \text{ kJ}$  zu sich.

d) Das Bier deckt den Grundumsatz eines Mannes  $7200 \text{ kJ} - 7100 \text{ kJ} = 100 \text{ kJ}$   
 $\Rightarrow$  noch mehr  $\Rightarrow$  Bierbrauch



16.4 Ein Radfahrer hat bei einem Berganstieg 1 l  $H_2O$  ausgeschwitzt. Wie groß ist der Wärmeverlust durch die Verdunstung? Wie viel Glucose muss der Körper verbrennen um die Körpertemp. konst. zu halten?

$$\Delta_v H_{(H_2O)}^0 = 44 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad \Delta_R H_{(glu)}^0 = -2808 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad M_{(glu)} = 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$1 \text{ l } H_2O \hat{=} 1 \text{ kg } H_2O \quad n_{H_2O} = \frac{1000 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 55,55 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} \cdot \Delta_v H_{(H_2O)}^0 = 55,55 \text{ mol} \cdot 44 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 2444,44 \text{ kJ}$$

Wärmeverlust

- Wärmeverlust  $\hat{=}$  aufgenommene Energie durch Glucose, damit die Temp. konst. bleibt:

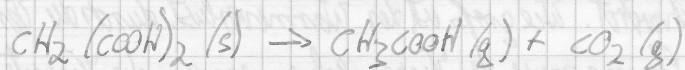
$$n_{(glu)} \cdot -2808 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -2444,44 \text{ kJ}$$

$$n_{(glu)} = \frac{2444,44 \text{ kJ}}{2808 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} = 0,87 \text{ mol}$$

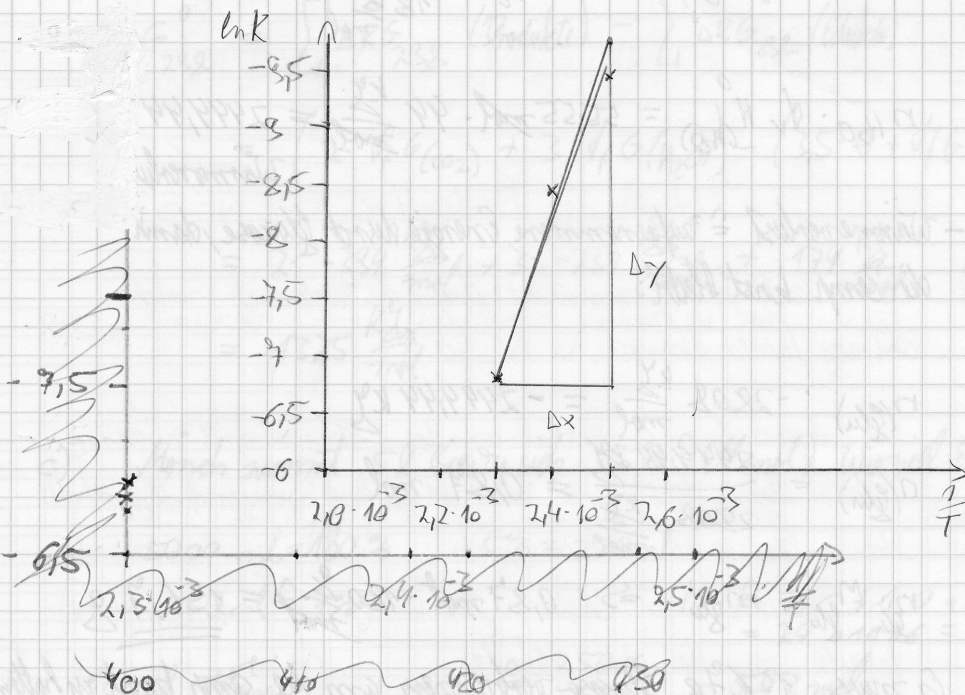
$$n_{glu} \cdot M_{glu} = m_{glu} \Rightarrow 0,87 \text{ mol} \cdot 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{156,7 \text{ g}}$$

Er muss 156,7 g Glucose verbrennen um die Temp. konst. zu halten.

H25 Graphische Bestimmung von  $E_A$ :



$k/s$	$\ln k$	$v/^\circ\text{C}$	$v/K$	$\frac{1}{T}$
$1,083 \cdot 10^{-3}$	-6,83	153,6	426,75	$2,3 \cdot 10^{-3}$
$2,08 \cdot 10^{-4}$	-8,48	136,4	409,55	$2,4 \cdot 10^{-3}$
$7,63 \cdot 10^{-5}$	-9,48	125,8	398,05	$2,5 \cdot 10^{-3}$

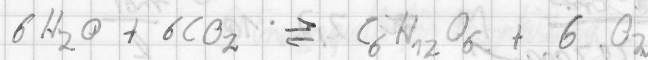
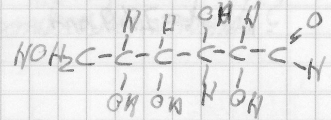


$$m \cdot R = -E_A \quad m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(-9,48 + 6,83)}{(2,5 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-3})} = -15 \cdot 10^3 \text{ K} \cdot \text{mol}^{-1}$$

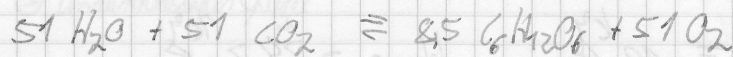
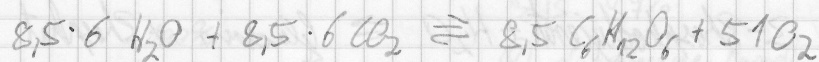
$$m \cdot R = -E_A \quad -15 \cdot 10^3 \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} = -E_A = 124710 \text{ KJ}$$

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}} \Rightarrow \ln k = \ln k_0 - \frac{E_A}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

16.7 Eine Kultur von Cyanobakterien bildet bei der PS 2 Glucose.  
 Bei einer Temp von 40°C und einem Druck von  $1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 sind dabei 5 l  $\text{O}_2$  entstanden. Wie viel Glucose wurde hier  
 synthetisiert ( $M_{\text{Glu}} = 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )?



Pro Umsetzung werden 1 Glu und 6  $\text{O}_2$  frei:  
 wir haben 5 l  $\text{O}_2$ , demnach  $\frac{5 \text{ l}}{6}$  Zyklen = 8,5 Glucose



$$n_{\text{O}_2} \Rightarrow p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1,01325 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot V = n \cdot R \cdot 313,15 \text{ K}$$

Wenn bei der Umsetzung 5 l  $\text{O}_2$  frei werden:

$$8,5 \text{ mol Glu} \cdot 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{1530 \text{ g}}}$$

Wenn bei der Umsetzung 5 l  $\text{O}_2$  frei werden sind 8,5

Glucose  
entstanden

$$\frac{8,5}{6022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,41 \cdot 10^{-23} \text{ mol Glu}$$

$$1,41 \cdot 10^{-23} \text{ mol} \cdot 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,54 \cdot 10^{-21} \text{ g}$$

16.8 Dekadischer Absorptionskoeffizient  $\epsilon = 283000 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

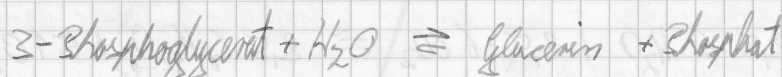
Lichtwellenlänge = 1 cm Absorbanz  $A = 0,84$

$\lambda = 280 \text{ nm}$

$$A = \epsilon \cdot c \cdot l \Rightarrow c = \frac{A}{l \cdot \epsilon}$$

$$c = \frac{0,84}{1 \text{ cm} \cdot 283000 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}} \text{ mol} \approx 2,2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

16.9 Gleichgewichtskonstante für



$$G_{298} = -10 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$H_{298} = 34,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante bei  $37^\circ\text{C}$ ?  $\Delta H = \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \cdot R \cdot \ln \frac{K_2}{K_1}$

$$-\Delta S = \frac{\Delta G - \Delta H}{T} = -148 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$G_{298} = H_{298} - T_{298} \cdot S_{298} \quad G_{298} = -R \cdot 298 \cdot \ln K_1 \Rightarrow K_1 = 5616$$

$$G_{310} = 34,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 310 \cdot 0,148 \frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$\Delta H$  und  $\Delta S$  sind temperaturunabhängig  $\square$   $= -11580 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

$$-10 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 34,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 298 \cdot \Delta S$$

$$G_{310} = -R \cdot T_{310} \cdot \ln K$$

$$\frac{-10 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 34,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{298} = \Delta S = -0,148 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\frac{11580 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 310} = \ln K \quad K = 89,4$$