

INFORMATIONEN zum Praktikum Physikalische Chemie I

1. Vor jedem Praktikumstag ist eine schriftliche Fassung der jeweiligen Problemstellung und der dem Versuch zugrundeliegenden Theorie (**maximal 2 DIN A4-Seiten**) anzufertigen. Der Student muß in der Lage sein, dem Assistenten den Sinn des Versuchs zu erläutern.
2. Praktikumssteilnehmer mit mangelnder Vorbereitung werden von der Durchführung des betreffenden Versuchs ausgeschlossen; die Bewertung beträgt in diesem Fall 0 Punkte.
3. Zu jedem Versuch ist ein Meßprotokoll zu führen, das am Ende des Versuchs vom Praktikumsassistenten testiert werden muß.
4. Gegen Ende eines Praktikumstages sollten sich die Praktikumssteilnehmer gegenseitig über die Grundlagen des jeweils nächsten Versuchs (insbesondere über die Bedienung von Geräten) informieren.
5. Beim jeweils folgenden Praktikumstag ist die fertige Ausarbeitung vorzuweisen, die neben der schon erwähnten Problemstellung und Theorie sowie dem Originalmessprotokoll die folgenden Gesichtspunkte beinhalten soll:
 - eventuelle Abweichungen von der Versuchsvorschrift
 - Auswertung
 - Beurteilung und Interpretation der Ergebnisse
 - Angabe möglicher FehlerquellenUnleserliche Ausarbeitungen werden als falsch bewertet.
6. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt pro Versuch 20 Punkte (Protokoll 10 Punkte, mündliche Erläuterungen 10 Punkte).
7. Die erfolgreiche Durchführung von mindestens 11 Versuchen ist erforderlich. Für die abschließende Bewertung des gesamten Praktikums werden die 11 am besten bewerteten herangezogen, sowie der persönliche Eindruck der Assistenten.
8. Fehlende oder beschädigte Ausrüstungsgegenstände müssen von den Teilnehmern ersetzt werden, die den Versuch als letztes durchgeführt haben. Die Praktikanten sind daher verpflichtet, den Zustand und die Vollständigkeit der zum Versuch gehörenden Geräte vor Versuchsbeginn zu überprüfen. Spätere Reklamationen können nicht berücksichtigt werden. Während des Versuchs beschädigte Ausrüstung muß beim Assistenten angezeigt werden.

Bei der Erstellung der Versuchsprotokolle ist folgendes zu beachten:

Allgemeines:

1. Das Endergebnis der Versuchsauswertung sollte in der Fehlerdiskussion mit Literaturdaten verglichen werden, um die Qualität der Messwerte zu überprüfen (gibt es genauere Methoden?). Danach können verschiedene Fehlerquellen angesprochen werden.
2. Bei der Angabe einfacher (direkt ablesbarer) Messwerte wird angenommen, dass die letzte Ziffer geschätzt ist: mit einer Bürette mit 0,1 ml Einteilung kann ein Volumen von z.B. 15,13 ml angegeben werden (die letzte Ziffer ist geschätzt).

Bei einem zusammengesetzten Ergebnis $E = f(x,y,z)$ muß nach

$$d E = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial x} d x\right)^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial y} d y\right)^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial z} d z\right)^2}$$

der Einfluß der einzelnen Parameter abgeschätzt und angegeben werden. Im Endergebnis sind dann entsprechend viele Stellen zu streichen.

Mit den Längen: $l_1 = 3,141567 \pm 10^{-6} \text{m}$; $l_2 = 2,5 \pm 10^{-1} \text{ m}$; $l_3 = 3,456 \pm 10^{-3} \text{ m}$ kann ein Volumen nur auf zwei "**geltende Ziffern**" angegeben werden: also $V = 27 \pm 1 \text{ m}^3$!

3. *Zur Erinnerung:* eine physikalische Größe ist das Produkt einer Maßzahl und ihrer Einheit. Bei Berechnungen sind die Einheiten zu berücksichtigen.
4. Die Beschriftung von Achsen bei graphischen Darstellungen erfolgt nach der entsprechenden Rechenvorschrift. Beispiel für eine Länge: $l = 5,5 \text{ m} \Leftrightarrow 5,5 = l / \text{m}$, d.h. die Achsbeschriftung erfolgt nach dem Muster: Symbol der physikalischen Größe (*kursiv*) dividiert durch die Einheit der Größe.

Test auf eine lineare Abhängigkeit zwischen zwei Messgrößen x_i und y_i :

Die Annahme einer linearen Abhängigkeit zwischen zwei Meßgrößen nach $y_i = a + b x_i$ mit den beiden optimal angepaßten Koeffizienten a und b gilt nur mit der statistischen Sicherheit $P_c(r, n - 2)$, d.h. zu den Messwerten x_i und y_i sollten stets Vertrauensbereiche $x \pm \Delta x$ und $y \pm \Delta y$ angegeben werden (Wie groß muß die Anzahl N der Datenpunkte für eine sinnvolle Auswertung nach dem folgenden Schema mindestens sein?).

Die Koeffizienten a und b lassen sich einfach nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate bestimmen:

$$b = \frac{N * \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N * \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

und

(1)

$$a = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{N * \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Der Regressions- bzw. Korrelationskoeffizient r beschreibt die Qualität der Anpassung; r^2 wird als Bestimmtheitsmaß bezeichnet:

$$r^2 = \frac{\left(\sum x_i y_i - \frac{1}{N} \sum x_i \sum y_i \right)^2}{\left(\sum x_i^2 - \frac{1}{N} (\sum x_i)^2 \right) \left(\sum y_i^2 - \frac{1}{N} (\sum y_i)^2 \right)}$$
(2)

$|r|$ hat Werte zwischen 0 und 1, wobei 0 keine Korrelation und 1 vollständige Korrelation bedeutet.

Die Wahrscheinlichkeit für die Korrelation lässt sich aus r und N berechnen, (siehe P.R. Bevington, *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*, McGraw Hill, New York, S123 ff.). Meistens lässt sich aber von Auge auf einer graphischen Darstellung schon sehr gut beurteilen, ob ein linearer Zusammenhang besteht oder nicht.

Die Vertrauensbereiche von a und b lassen sich wie folgt berechnen:

$$(\Delta b)^2 = \frac{N s^2}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

und

(4)

$$(\Delta a)^2 = \frac{s^2 \sum x_i^2}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

wobei die Streuung s um die Ausgleichsgerade definiert ist durch:

$$s^2 = \frac{1}{N-2} \sum (y_i - a - bx_i)^2$$
(5)

Die Herleitung der oben angegebenen Formeln, sowie die Erweiterung für Daten, die mit stark unterschiedlichen Fehlern behaftet sind, so dass die genau gemessenen Werte in der Berechnung der Parameter a und b mehr Gewicht haben sollen, ist im **Anhang** abgedruckt. Dort sind ebenfalls einige **Beispiele zur Anwendung** dieser Formeln zu finden.

Versuche im Physikalisch-Chemischen Praktikum

| | Seite |
|---|-------|
| 1. Schmelzdiagramm eines binären Gemisches; Lage des eutektischen Punktes | 6 |
| 2. Spektralphotometrische Verfolgung der Reaktion von Malachitgrün mit OH ⁻ -Ionen | 11 |
| 3. Doppelbrechung des Lichtes durch nematische Flüssigkristalle | 18 |
| 4. Temperaturabhängigkeit der Viskosität von Methanol-Wasser-Mischungen | 24 |
| 5. Bestimmung von Verdampfungswärmen mit einem Isoteniskop | 28 |
| 6. Verfolgung der Rohrzuckerinversion mit Hilfe der optischen Rotation | 32 |
| 7. Temperaturabhängigkeit der Viskosität von Gasen | 37 |
| 8. Dilatometrische Bestimmung der Zersetzungsgeschwindigkeit von Diazetonalkohol | 44 |
| 9. Ermittlung der Dissoziationskonstanten aus Leitfähigkeitsmessungen | 47 |
| 10. Puffereigenschaften von Essigsäure-Natriumacetat-Gemischen | 54 |
| 11. Nernstscher Verteilungssatz: Verteilung von Benzoesäure auf Toluol / Wasser | 59 |
| 12. Entmischungsdigramm des Systems Phenol/Wasser | 65 |
| A Lineare Regression | 70 |