

Martin Suhm

DIE ETWAS ANDEREN KLAUSURAUFGABEN

In unsere Diskussion über gute, schlechte, neue und alte PC-Lehrbücher, die wir auf der Bunsentagung führen wollen, passen auch die etwas anderen Klausuraufgaben von Martin Suhm, die helfen sollen, dass auch Erstsemester lernen, Lehrbücher kritisch unter die Lupe zu nehmen. Hier ein Ausriß davon:

Lehrbücher sind wie wir alle nicht frei von Fehlern, Lücken und Ungenauigkeiten. Anhand einiger Beispiele und darauf aufbauend dürfen Sie Ihr eigenes Wissen und Ihre Rechenfähigkeiten unter Beweis stellen. Die meisten Aufgaben beziehen sich auf die im Hinblick auf Fehler besonders ergiebige erste deutsche Auflage des im Pearson-Verlag 2006 erschienenen Lehrbuchs von Thomas Engel und Philip Reid: Physikalische Chemie, ISBN 978-3-8273-7200-0, 'Printed in the [sic!] Slovakia'. Der Satz aus dem Impressum: 'Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen.' scheint ebenfalls einen groben Fehler zu enthalten. Bei einigen Zitaten betont die nachgestellte Anmerkung '[sic]' (*lat.* 'so'), dass dies tatsächlich so im Lehrbuch steht.

1. Im Engel/Reid, Physikalische Chemie (2006) wird folgende Beziehung zwischen der Celsiusskala und der absoluten Temperaturskala festgelegt:

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$$

- a) Formulieren Sie diese Beziehung unter Vermeidung gleicher Symbole für unterschiedliche Größen und als dimensionslose Zahlengleichung. ...
2. Im deutschsprachigen Engel/Reid ist zu lesen: 'Die Kraftkonstante k für das Morsepotential ist durch $k = (d^2V/dx^2)_{x=x_e}$ und $\nu = \sqrt{k/\mu}$ definiert.' (Anm: ν ist dabei die Schwingungs- oder Anregungsfrequenz und μ die reduzierte Masse, k wird häufig auch mit f bezeichnet)
 - a) Stellen Sie die Formel für die Schwingungsfrequenz richtig. ...
 3. Im Engel/Reid wird die Größe n im idealen Gasgesetz (Seite 8, auch wenn der dürftige Index des Lehrbuchs auf Seite 11 verweist) wie folgt erklärt: '... n ist die Anzahl der Mole des Gases...'
 - a) Da man auch nicht von der Anzahl der Bare p , der Anzahl der Kubikmeter V und der Anzahl der Kelvine T spricht, sollten Sie diese Formulierung kurz richtigstellen. ...
 4. Zum Thema Boyle-Temperatur T_B haben den Übersetzer im Engel/Reid alle guten Geister verlassen:

'Bei Anwendung der van der Waals-Parameter für N_2 , $T_B=425\text{ K}$, wobei der experimentell bestimmte Wert 327 K ist. Die Übereinstimmung ist eher qualitativ als quantitativ. Bei der Boyle-Temperatur sowohl $z \rightarrow 1$ und $(\partial z/\partial p)_T \rightarrow 0$ denn $p \rightarrow 0$, was dem Verhalten entspricht, das von einem idealen Gas gezeigt wird. Es gilt nur bei $T = T_B$, dass ein reales Gas ideales Verhalten zeigt, da $p \rightarrow 0$ in Relation zu $\lim_{p \rightarrow 0} (\partial z/\partial p)_T$. Oberhalb der Boyle-Temperatur gilt $(\partial z/\partial p)_T > 0$ da $p \rightarrow 0$ und unterhalb der Boyle-Temperatur gilt $(\partial z/\partial p)_T < 0$ da $p \rightarrow 0$.'

 - a) Versuchen Sie, in eigenen Worten etwas klarer auszudrücken, worum es hier geht. ...
 5. Im Engel/Reid ist zum Thema Osmose zu lesen: 'Meerwasser ist typischerweise 1:1 in NaCl. Bei Trennung solch einer Lösung von reinem Wasser mittels einer semipermeablen Membran, die den Durchgang von Wasser, nicht jedoch der gelösten Na^+ und Cl^- -Ionen erlaubt, geht aus der van't Hoff Gleichung hervor, dass sich ein osmotischer Druck von 27 bar aufbaut.'
 - a) Leider lässt sich das Lehrbuch nicht darüber aus, welche Konzentration an NaCl in diesem idealisierten Meerwasser vorliegt. 1:1 wird es ja wohl kaum sein (egal ob als Gewichts- oder als Stoffmengenanteil), sonst könnte man Salzheringe direkt angeln. Berechnen Sie bei einer angenommenen Temperatur von 288 K die Molarität und den Stoffmengenanteil des NaCl im (Meer-)Wasser aus dem osmotischen Druck (unter der Annahme idealen Verhaltens). ...

6. In der dritten Auflage des ‘Kurzlehrbuch(s) Physikalische Chemie’ von Peter W. Atkins findet sich folgende Übung: ‘Berechnen Sie den pH-Wert einer 0,01 M $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}(\text{aq})$ -Lösung (Milchsäure) mit Hilfe der Angaben in Tabelle 8.1 (Anm: dort steht in unserer Nomenklatur $\text{p}K_a=3,08$). Bevor Sie mit der Berechnung beginnen: Erwarten Sie einen pH-Wert über oder unter dem pH-Wert einer Essigsäurelösung gleicher Konzentration? [Antwort: 2,6]’

In der vierten Auflage von ‘Elements of Physical Chemistry’ von Peter Atkins und Julio de Paula findet sich folgende Übung: ‘Estimate the pH of 0.010 M $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}(\text{aq})$ (lactic acid) from the data in Table 8.1 (Anm: dort steht $\text{p}K_a=3.08$). Before carrying out the numerical calculation, decide whether you expect the pH to be higher or lower than that calculated for the same concentration of acetic acid. [Answer: 2.5]’

Dieser Übersetzer hat offenbar ganz ordentlich gearbeitet. Aber die deutsche Fassung weicht in der Antwort von der englischen ab. Da dies kaum an Unterschieden zwischen der deutschen und der britischen Kuhmilch liegen dürfte, sollten Sie sich des Problems annehmen.

a) Berechnen Sie aus den gemachten Angaben selbst den pH-Wert der Lösung unter der Annahme, dass es sich bei Milchsäure um eine schwache Säure handelt, und vergleichen Sie Ihr Ergebnis nach Rundung auf eine Nachkommastelle mit den beiden Literaturwerten. Prüfen Sie dann, wie es sich gehört, ob die Annahme mit dem Ergebnis verträglich ist.

b) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung erneut, aber diesmal ohne die vereinfachende Annahme, dass es sich bei Milchsäure um eine schwache Säure handelt. Vergleichen Sie wieder nach Rundung mit den beiden Literaturwerten. Wem gebührt nun ein Lob? Dem Originalautor? Dem Übersetzer? Oder gar Ihnen?

7. Gemäß Tabelle 3.2 im Engel/Reid hat Kohlenstoff in Form von Graphit mit $0.156 \cdot 10^{-6} \text{ bar}^{-1}$ die kleinste Kompressibilität aller (aufgelisteten) Stoffe, drei mal kleiner als die von Eisen.

a) Erscheint Ihnen dies unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Graphit als Schmiermittel eingesetzt wird, wahrscheinlich? Ist Ihnen eine andere Kohlenstoffmodifikation bekannt, der Sie diese Eigenschaft eher zuschreiben würden? . . .

8. Im Zusammenhang mit den Spektrallinien des Wasserstoff-Atoms ist im Engel/Reid auf S. 531 zu lesen:

‘In der Spektroskopie spricht man meist in Einheiten der Wellenzahl von den Spektrallinien und verwendet anstatt der Frequenz n [sic!] die Einheit $\tilde{\nu} = \nu/c = 1/\lambda$.’

9. Im Engel/Reid findet sich in Tabelle 19.1 eine Gegenüberstellung verschiedener Charakteristika der Mikrowellenstrahlung. Nebeneinander steht λ (nm) ~ 100.000 , $\nu/10^{14}$ (Hz) $\sim 10^{-2}$, $\tilde{\nu}$ (cm) $^{-1}$ ~ 100 , Energie (kJ/mol) $\sim 10^{-2}$. Sehen Sie über die bunte Mischung von Größen- und Einheitennotationen hinweg und konzentrieren Sie sich auf die Zahlenwerte.

a) Gehen Sie davon aus, dass eine Photonenenergie von $\sim 10^{-2} \text{ kJ mol}^{-1}$ wie angegeben tatsächlich charakteristisch für Mikrowellenstrahlung ist. Berechnen Sie auf etwa eine signifikante Stelle genau die sich daraus ergebenden Werte für λ , ν , und $\tilde{\nu}$ und äußern Sie sich zu den Tabellenwerten im Lehrbuch.

b) Es kommt noch viel schlimmer. In derselben Tabelle sind für verschiedene Spektralbereiche Wellenzahlen und zugehörige Energien E wie unten angegeben aufgelistet. Sie wissen, dass diese beiden Größen strikt proportional zueinander sind. Berechnen Sie den Umrechnungsfaktor von cm^{-1} nach kJ mol^{-1} aus den Ihnen bekannten Naturkonstanten. Tragen Sie nun die Wertepaare aus dem Lehrbuch graphisch gegeneinander auf. Nutzen Sie dazu eine doppelt-logarithmische Skala ($\log(E/\text{kJ mol}^{-1})$ gegen $\log(\tilde{\nu}/\text{cm}^{-1})$), um die vielen Größenordnungen zu erfassen. Welche Steigung sollte die Ausgleichsgerade haben? Diskutieren Sie die erwartete und die aus der Tabelle bestimmte Gerade.

$\tilde{\nu}$ (cm) $^{-1}$	Energie (kJ/mol)
$\sim 0,01$	$\sim 10^{-8}$
~ 100	$\sim 10^{-2}$
~ 10.000	$\sim 10^3$
~ 14.000	$\sim 10^5$
~ 22.000	$\sim 3 \times 10^5$
> 30.000	$> 5 \times 10^5$

Hinweis: Die vollständigen Klausuren finden Sie unter http://www-suhm.uni-pc.gwdg.de/pc-1-p.2006w_klausur.pdf und http://www-suhm.uni-pc.gwdg.de/pc-1-p.2007s_klausur.pdf .