

## Modulabschlussklausur B06 (BSc Chemie)

Termin: Montag, 19.02.2018, 08:00 – 11:00 Uhr  
Ort: Halle BI und BI 84.1 der TU Braunschweig

Institut für Physikalische  
und Theoretische Chemie

apl. Prof. Dr. Uwe Hohm  
Gaußstr. 17  
D-38106 Braunschweig

phone + 49 (0) 531-391-5350  
u.hohm@tu-braunschweig.de

1. Zu den Aufgaben 31) bis 36) ist der Lösungsweg kurz, aber verständlich anzugeben. Fertigen Sie Grafiken groß und deutlich erkennbar an. Unleserliches wird nicht bewertet.
2. Als Hilfsmittel ist ein Taschenrechner sowie zwei handschriftlich auf Vorder- und Rückseite beschriebene DIN A4 Notizblätter zur Bearbeitung der Klausur erlaubt.
3. Machen Sie unbedingt die folgenden Angaben (Blockschrift):

(a) Name ..... (b) Vorname .....

(c) Matrikelnummer .....

(d) Zur Mitteilung/Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse dieser Klausur werden zwei Möglichkeiten (**A** und **B**) angeboten. Bitte kreuzen Sie die von Ihnen gewählte Variante an.

**A** ☐ Ich bin mit der Veröffentlichung meines Klausurergebnisses unter Nennung meiner Matrikelnummer, der Note und der Anzahl der erreichten Punkte im Internet einverstanden. Mir ist bewusst, dass diese Art der Internetveröffentlichung auf <http://www.pci.tu-bs.de/aghohm/lehre/B0619022018.html> von jedermann gelesen werden kann.

**B** ☐ Ich möchte mein Klausurergebnis ausschließlich persönlich während der Klausureinsicht bzw. im online Prüfungsportal QIS erfahren.

(e) Mir ist die Regelung bezüglich der Wiederholbarkeit von Prüfungen an der TU Braunschweig bekannt (siehe: Allgemeine Prüfungsordnung der TU Braunschweig in Verbindung mit der BPO des zutreffenden Studiengangs). Die An- und Abmeldefristen habe ich eingehalten. Die erforderlichen Voraussetzungen habe ich erfüllt. Mir ist bekannt, dass eine in der Prüfung erbrachte Leistung nicht gewertet wird, falls die Voraussetzungen zur Anmeldung nicht erfüllt sind. Ich versichere, dass ich keine der von mir oben genannten Prüfungen hier oder an einer anderen Universität endgültig nicht bestanden habe.

Unterschrift (Prüfling)

### Vom Prüfer auszufüllen:

| Aufgabe         | 1 - 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | $\Sigma$ |
|-----------------|--------|----|----|----|----|----|----|----------|
| Punkte maximal  | 30     | 8  | 8  | 14 | 6  | 16 | 8  | 90       |
| Punkte erreicht |        |    |    |    |    |    |    |          |

Note: ..... Datum: .....

Unterschrift: .....

Benutzen Sie, falls erforderlich, die folgenden Werte für die Naturkonstanten.

| Naturkonstante                   | Zahlenwert             | Einheit  |
|----------------------------------|------------------------|--|
| Allgemeine Gaskonstante $R$      | 8,3145                 | $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ |
| Elementarladung $e$              | $1,6022\cdot 10^{-19}$ | C  |
| Faradaykonstante $F$             | 96485                  | $\text{C}\cdot\text{mol}^{-1}$                   |
| Planck'sches Wirkungsquantum $h$ | $6,6261\cdot 10^{-34}$ | J·s  |
| Avogadro-Konstante $N_A$         | $6,0221\cdot 10^{23}$  | $\text{mol}^{-1}$                                |
| Boltzmann-Konstante $k$          | $1,3806\cdot 10^{-23}$ | $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$                     |
| Permittivität des Vakuums        | $8.8542\cdot 10^{-12}$ | $\text{C}^2\cdot\text{J}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ |
| Vakuumlichtgeschwindigkeit $c_0$ | $2,9979\cdot 10^8$     | $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$                     |

**Multiple-Choice Fragen 1) – 30):** a) Aufgaben, bei denen Ihre Lösungen nicht eindeutig zu erkennen sind, werden mit null Punkten bewertet. b) Es können gleichzeitig mehrere der jeweils ersten vier Antworten richtig sein. Ist keine dieser vier ersten Aussagen zutreffend, ist "Nichts von alledem ist richtig" anzukreuzen. Eine Aufgabe ist korrekt gelöst, wenn alle entsprechenden der insgesamt fünf möglichen Kästchen richtig angekreuzt wurden. Für jede korrekt gelöste Aufgabe gibt es einen Punkt. Die Abbildungen finden Sie auf den Seiten 6-8.

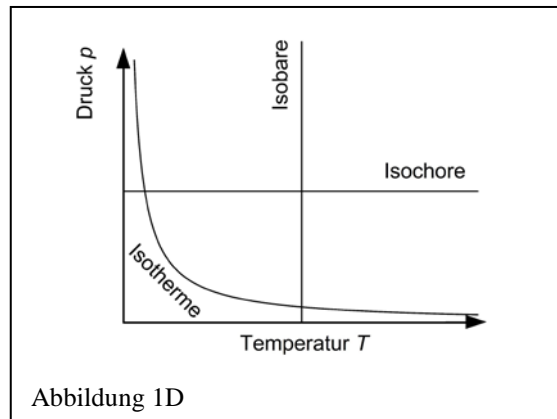
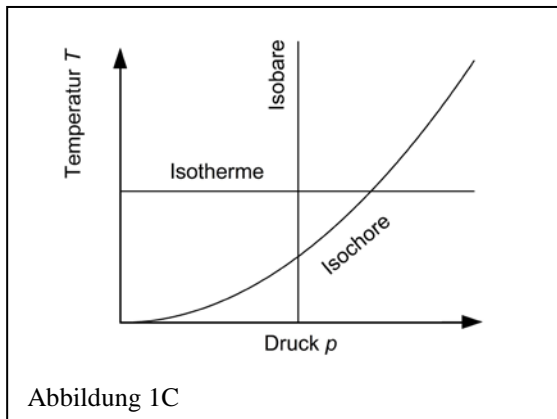
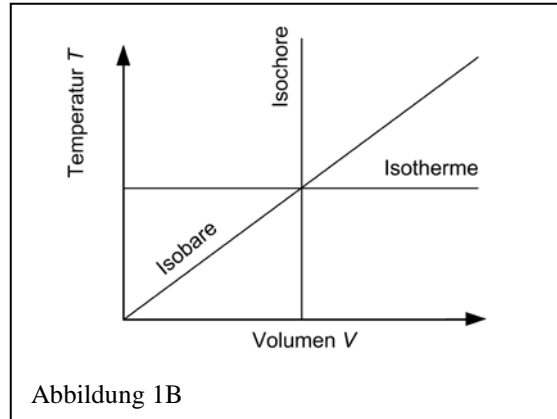
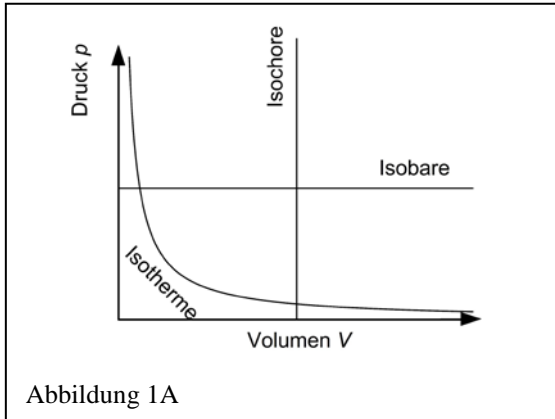
- In Abbildung 1 sind die Isolinien eines idealen Gases skizziert. Die korrekte Darstellung findet sich in
  - ☐ Abbildung 1A.
  - ☐ Abbildung 1B.
  - ☐ Abbildung 1C.
  - ☐ Abbildung 1D.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- Bei einer Temperatur von 500 K besitzt das ideale Gas einen Volumenausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  von
  - ☐  $0,002\text{ K}^{-1}$ .
  - ☐  $0,002\text{ bar}^{-1}$ .
  - ☐  $1/500\text{ Pa}^{-1}$ .
  - ☐  $(500)^{-1}\text{ K}^{-1}$ .
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- In Abbildung 2 ist die Maxwell-Boltzmann'sche Geschwindigkeitsverteilungsfunktion  $f(v)$  für das Gas Argon bei den zwei Temperaturen 300 K (=1) und 500 K (=2) unter sonst gleichen Bedingungen aufgetragen. Die korrekte Darstellung findet sich in
  - ☐ Abbildung 2A.
  - ☐ Abbildung 2B.
  - ☐ Abbildung 2C.
  - ☐ Abbildung 2D.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig
- Die innere Energie  $U$  eines idealen Gases
  - ☐ ist immer proportional zu seinem Volumen.
  - ☐ ist eine intensive Größe.
  - ☐ kann bei Zustandsänderungen nur zunehmen und niemals abnehmen.
  - ☐ ist eine partielle molare Größe.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- Die Enthalpie  $H$  eines idealen Gases
  - ☐ hat die Dimension einer Energie.
  - ☐ ist eine extensive Größe.
  - ☐ ist beim Standarddruck  $p^\ominus$  definitionsgemäß gleich null.
  - ☐ hängt von der Temperatur ab.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- 6) Erhitzt man ein aus Atomen bestehendes ideales Gas in einem im thermodynamischen Sinn geschlossenem System von 200 K auf 300 K,
- ☐ so muss zwingend auch sein Druck zunehmen.
  - ☐ so muss zwingend auch sein Volumen zunehmen.
  - ☐ so muss zwingend auch seine Stoffmenge zunehmen.
  - ☐ so muss zwingend auch seine innere Energie zunehmen.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 7) Der Verlauf der Enthalpie  $H$  als Funktion der Temperatur  $T$  für eine reine Substanz wird dargestellt in
- ☐ Abbildung 3A.
  - ☐ Abbildung 3B.
  - ☐ Abbildung 3C.
  - ☐ Abbildung 3D.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 8) Die Wärmekapazität  $C_V$  einer Substanz
- ☐ ist als partielle Ableitung der inneren Energie nach dem Volumen bei konstanter Temperatur definiert.
  - ☐ ist als partielle Ableitung der inneren Energie nach der Temperatur bei konstantem Volumen definiert.
  - ☐ ist als partielle Ableitung der Enthalpie nach der Temperatur bei konstantem Volumen definiert.
  - ☐ ist als partielle Ableitung der Enthalpie nach dem Volumen bei konstanter Temperatur definiert.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 9) Aus dem in Abbildung 4 dargestellten Verlauf der Enthalpie  $H$  in Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  unter isobaren Bedingungen folgt,
- ☐ dass  $C_p(T_0)$  größer als  $C_p(T_1)$  ist.
  - ☐ dass  $C_p(T_0)$  kleiner als  $C_p(T_1)$  ist.
  - ☐ dass  $C_p(T)$  konstant im dargestellten Temperaturbereich ist.
  - ☐ dass kein Phasenübergang erster Ordnung im dargestellten Temperaturbereich vorliegt.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 10) Der Satz von Hess
- ☐ ist strenggenommen nur eine Näherung.
  - ☐ beruht auf dem Energieerhaltungssatz.
  - ☐ ist eine thermodynamische Anwendung des aus der Mathematik bekannten Satzes von Schwarz.
  - ☐ beruht auf der Tatsache, dass eine chemische Reaktion formal in Teilreaktionen zerlegbar ist.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 11) Die Entropie  $S$
- ☐ ist eine extensive Größe.
  - ☐ ist ausschließlich bei reversiblen Zustandsänderungen eine Zustandsfunktion.
  - ☐ wird im ersten Hauptsatz der Thermodynamik eingeführt.
  - ☐ hat die gleiche Einheit wie die Boltzmann-Konstante  $k$ .
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 12) Die Umsatzvariable (Reaktionslaufzahl)  $\xi$
- ☐ kann jeden beliebigen Zahlenwert annehmen.
  - ☐ ist immer positiv.
  - ☐ hat die Dimension einer Stoffmenge.
  - ☐ nimmt im Gleichgewichtszustand einer Reaktion den Zahlenwert null an.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 13) Bei der Reaktion  $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- ☐ sind die Standardreaktionsenergie und Standardreaktionsenthalpie nicht gleich.
  - ☐ ist nach vollständigem Umsatz die Umsatzvariable (Reaktionslaufzahl)  $\xi=1$ .
  - ☐ handelt es sich um eine exotherme Reaktion.
  - ☐ ist die Reaktionsentropie positiv.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 14) Die Siedekurve in einem  $p, T$ -Diagramm einer reinen Substanz
- ☐ hat immer eine positive Steigung.
  - ☐ endet bei der kritischen Temperatur.
  - ☐ zeigt ein für jede Substanz charakteristisches Verhalten.
  - ☐ kann angenähert mit der Clausius-Clapeyron'schen Gleichung beschrieben werden.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

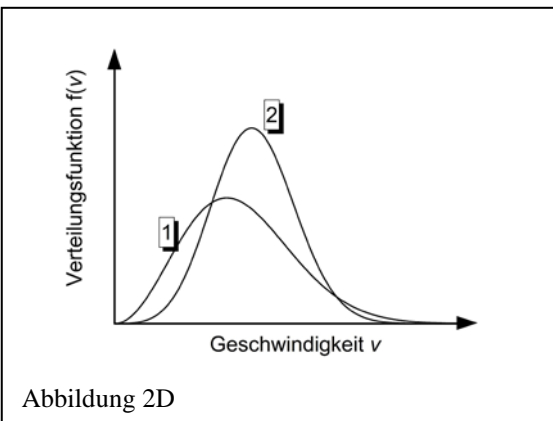
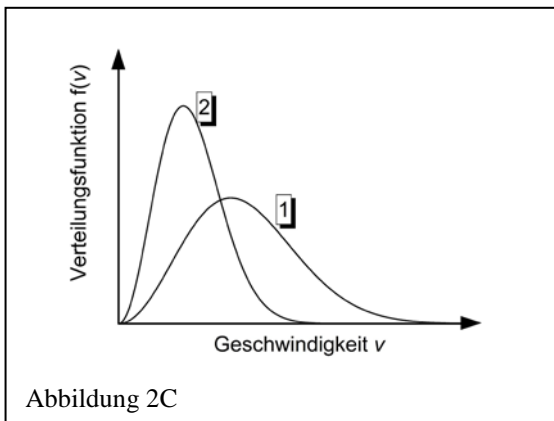
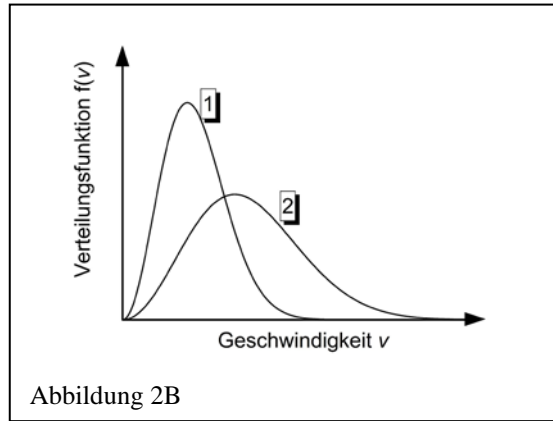
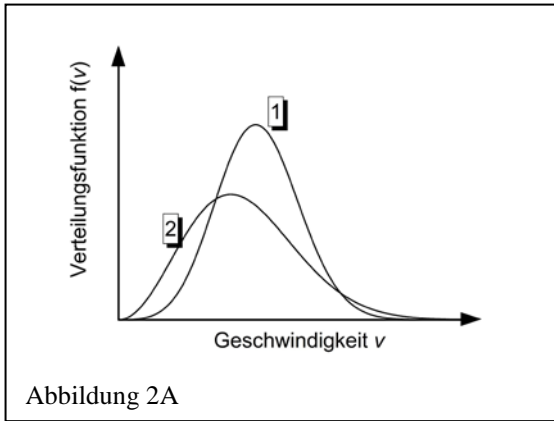
- 15) Löst man eine nicht-flüchtige Substanz unter isothermen Bedingungen in einem reinen Lösungsmittel,
- ☐ so muss bei dem Lösungsprozess immer eine Elektrolytlösung entstehen.
  - ☐ so kann bei dem Lösungsprozess eine Elektrolytlösung entstehen.
  - ☐ so hat die Lösung einen geringeren Dampfdruck als das reine Lösungsmittel.
  - ☐ so hat die Lösung einen geringeren Siedepunkt als das reine Lösungsmittel.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 16) Für die Reaktion  $A + B \rightleftharpoons C$  findet man im Gleichgewichtsfall die folgenden Aktivitäten:  $a(A)=0,9$ ,  $a(B)=a(C)=0,8$ .
- ☐ Die Gleichgewichtskonstante  $K$  ist somit kleiner als eins.
  - ☐ Die Reaktion kann somit nicht vollständig in der Gasphase ablaufen.
  - ☐ Die freie Standardreaktionsenthalpie der Hinreaktion  $\Delta_r G^\ominus$  ist dann auf jeden Fall negativ.
  - ☐ Somit ist ausgeschlossen, dass die Substanzen A und B identisch sind.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 17) Der Betrag der zwischen zwei einfach geladenen Ionen im Abstand von 0,9 nm wirkenden Kraft im Vakuum
- ☐ beträgt ca.  $1,78 \cdot 10^{-10}$  N.
  - ☐ beträgt ca.  $1,14 \cdot 10^{-9}$  N.
  - ☐ beträgt ca.  $8,95 \cdot 10^{-10}$  N.
  - ☐ beträgt ca.  $2,85 \cdot 10^{-10}$  N.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 18) Ein Akkumulator
- ☐ kann z.B. verdünnte Schwefelsäure als Elektrolyt benutzen.
  - ☐ ist z.B. die „Starterbatterie“ im Auto.
  - ☐ besitzt eine Energiedichte von bis zu 100 MJ/kg.
  - ☐ ist lediglich ein Synonym für „Brennstoffzelle“.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 19) In einer Konzentrationszelle
- ☐ hat das Standardpotential den Wert null.
  - ☐ befinden sich in den zwei Halbzellen die gleichen Substanzen, jedoch in unterschiedlichen Konzentrationen.
  - ☐ befinden sich in den zwei Halbzellen unterschiedliche Substanzen, jedoch in gleicher Konzentration.
  - ☐ kann prinzipiell nur eine positive Spannung zwischen den Elektroden der zwei Halbzellen resultieren.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 20) Das Standardzellpotential  $E^\ominus$
- ☐ hat die Dimension Energie pro Ladung.
  - ☐ hat die Dimension einer Spannung.
  - ☐ wird bei einem Druck von einem bar bestimmt.
  - ☐ ist direkt proportional zur Standardreaktionsenthalpie der zugrunde liegenden chemischen Reaktion.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 21) Die Quasistationaritätsbedingung besagt,
- ☐ dass die Konzentration eines auftretenden Intermediats null ist.
  - ☐ dass die Konzentration eines auftretenden Intermediats über einem definierten Zahlenwert liegen muss.
  - ☐ dass die Geschwindigkeit, mit der das Intermediat gebildet wird, genauso groß ist, wie die Geschwindigkeit, mit der das Intermediat weiterreagiert.
  - ☐ dass die Konzentrationsänderung des Intermediates null ist.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 22) Bei einer radikalischen Kettenreaktion
- ☐ ist die Anzahl der Radikale auf der Eduktseite und der Produktseite beim Schritt des Kettenabbruchs gleich.
  - ☐ wird durch den Schritt der Initiierung die Kettenreaktion gestartet.
  - ☐ haben die Initiierung und die Kettenabbruchreaktion immer die gleiche Geschwindigkeitskonstante.
  - ☐ kann zur Ermittlung des Geschwindigkeitsgesetzes die Quasistationaritätsbedingung angewendet werden.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 23) Der harmonische Oszillator
- ☐ kann nach der klassischen Physik jede beliebige Energie annehmen.
  - ☐ kann gemäß der Quantenphysik jede beliebige Energie annehmen.
  - ☐ beschreibt modellhaft den Rotationsprozess einer chemischen Bindung.
  - ☐ beschreibt modellhaft den Schwingungsprozess einer chemischen Bindung.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- 24) Die Michaelis-Menten Gleichung
- ☐ beschreibt die Enzymkinetik.
  - ☐ beinhaltet nicht die Konzentration des verwendeten Substrats.
  - ☐ kann durch das Lineweaver-Burk Diagramm als exponentieller Zusammenhang dargestellt werden.
  - ☐ beinhaltet die sogenannte Michaelis-Konstante  $K_M$ .
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 25) Die Aktivierungsenergie  $E_A$
- ☐ ist eine dimensionslose Größe.
  - ☐ liegt bei schnellen Reaktionen im Bereich von 100 MJ/mol.
  - ☐ ist unabhängig von katalytischen Einflüssen.
  - ☐ kommt nicht in der Arrhenius-Gleichung vor.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 26) Der radioaktive Zerfall des Kohlenstoffisotops  $^{14}\text{C}$
- ☐ folgt einem Geschwindigkeitsgesetz erster Ordnung.
  - ☐ kann zur Altersbestimmung organischer Materialien genutzt werden.
  - ☐ wird bei der Radiokarbonmethode ausgenutzt.
  - ☐ erfolgt mit einer Halbwertszeit von 5700 Jahren.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 27) Das Lambert-Beer'sche Gesetz
- ☐ zeigt, dass die Intensität des transmittierten Lichts immer größer ist, als die des eingestrahnten Lichts.
  - ☐ beschreibt die Intensitätsabnahme durch Absorption.
  - ☐ ist die Grundlage zur Ermittlung der Extinktion (=optische Dichte) einer Substanz aus den Absorptionsspektren.
  - ☐ wird bei der Bestimmung der Konzentration einer Substanz aus den Absorptionsspektren verwendet.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 28) Die Diffusion
- ☐ sorgt dafür, dass Masse von Orten geringer Konzentration zu Orten hoher Konzentration fließt.
  - ☐ kann durch die Fick'schen Gesetze beschrieben werden.
  - ☐ beschreibt den Stofftransport.
  - ☐ sorgt dafür, dass Masse von Orten hoher Konzentration zu Orten geringerer Konzentration fließt.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 29) Die mittlere Geschwindigkeit  $\langle v \rangle$  in einem Gas
- ☐ ist immer kleiner als die quadratisch gemittelte Geschwindigkeit  $v_{\text{rms}}$ .
  - ☐ ist immer kleiner als die wahrscheinlichste Geschwindigkeit  $v_m$ .
  - ☐ liegt bei Raumtemperatur im Bereich von einigen hundert Metern pro Sekunde.
  - ☐ liegt bei Raumtemperatur im Bereich der Schallgeschwindigkeit.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 30) Die Geschwindigkeitskonstante  $k$  einer chemischen Reaktion
- ☐ ist grundsätzlich temperaturunabhängig.
  - ☐ ist immer dimensionslos.
  - ☐ weist für jede Reaktionsordnung die selbe Einheit auf.
  - ☐ ist direkt proportional zur Aktivierungsenergie  $E_A$  der Reaktion.
  - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

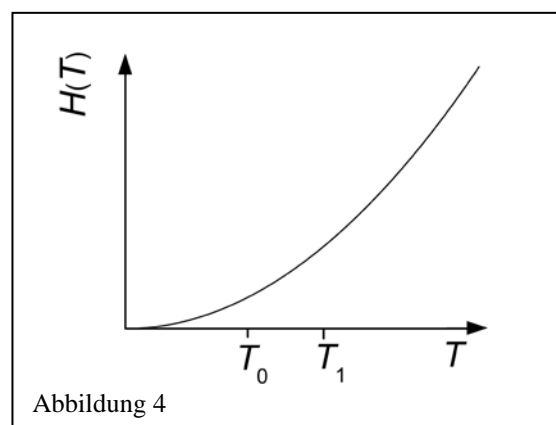
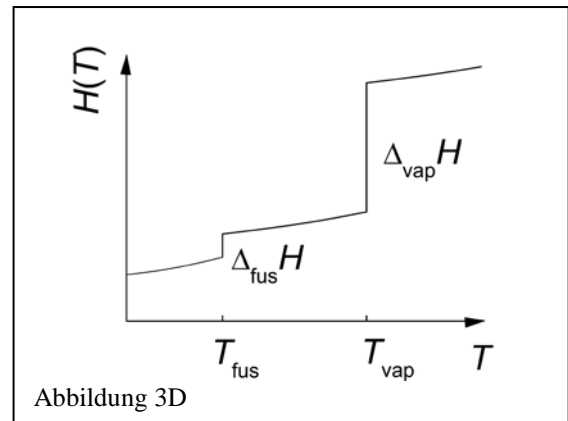
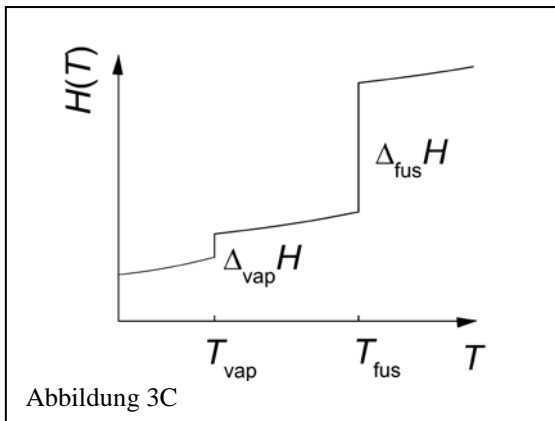
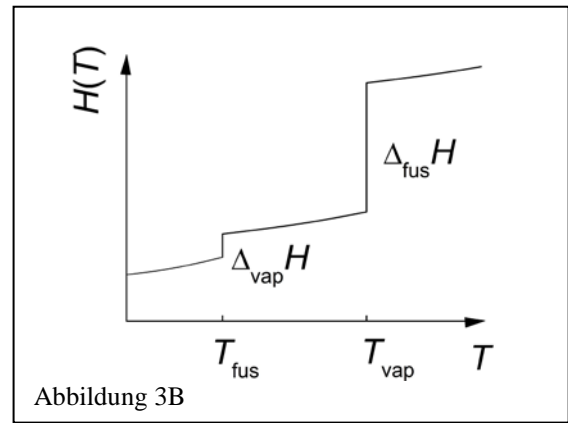
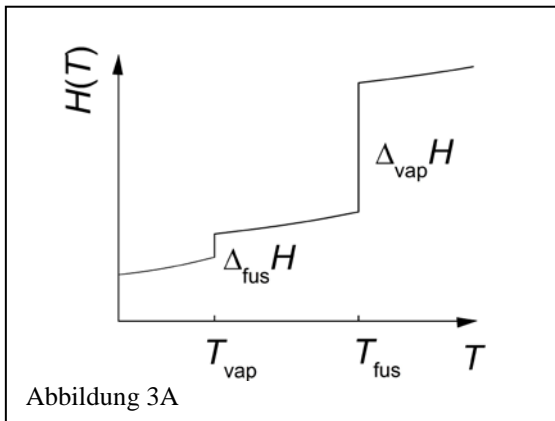
**Abbildungen 1 – 4 des Multiple-Choice Teils:**



**Hinweis:** Der Schnittpunkt der Koordinatenachsen definiert hier den Ursprung des Koordinatensystems.



**Hinweis:** Der Schnittpunkt der Koordinatenachsen definiert hier den Ursprung des Koordinatensystems.





**Bei den Aufgaben 31) – 36) sind Ihre Lösungen auf dem Aufgabenzettel zu formulieren! Wenn nicht anders angegeben, verhalten sich die Systeme ideal.**

- 31) In einem Kolben mit einem Volumen von  $V=800 \text{ cm}^3$  befinden sich bei einer Temperatur von  $T=295 \text{ K}$   $12,0 \text{ g}$  reiner Schwefelwasserstoff. Berechnen Sie den resultierenden Druck
- (a) indem Sie Schwefelwasserstoff als ideales Gas betrachten,
  - (b) nach der Virialgleichung,
  - (c) nach der van der Waals Gleichung.
- Benutzen Sie für die drei Aufgabenteile (a) – (c) die Konstanten  $M(\text{H}_2\text{S})=34,08 \text{ g/mol}$ ,  $B(T=295\text{K})= - 200 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ,  $a=0,449 \text{ m}^6\text{Pa}/\text{mol}^2$  und  $b=42,87 \text{ cm}^3/\text{mol}$ .
- (d) Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse aus (a) – (c), und kommentieren Sie etwaige Unterschiede, wobei Sie insbesondere auf die zwischen den Teilchen wirkenden Kräfte eingehen sollen.





- 32) Gasförmiges Ozon wird beim Durchleiten durch eine Mischung aus Wasser und 178,2 g Eis nach der Reaktionsgleichung  $2 \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3 \text{O}_2(\text{g})$  zersetzt. Nach Umwandlung von 9,46 Liter gasförmigem Ozon bei 1 bar und 273,15 K ist alles Eis geschmolzen. Nützliche Zahlenwerte sind  $M(\text{H}_2\text{O})=18,02 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{O}_2)=32,00 \text{ g/mol}$ ,  $\Delta_{\text{fus}}H(\text{H}_2\text{O})=6,01 \text{ kJ/mol}$  und  $C_p(\text{O}_2)/n=29,39 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ .
- (a) Ist die Zersetzungsreaktion exotherm oder endotherm?
  - (b) Wie groß ist die Standardbildungsenthalpie des Ozons ( $\text{O}_3$ ) bei dieser Temperatur?
  - (c) Wie groß ist die Standardbildungsenthalpie des Sauerstoffs ( $\text{O}_2$ ) bei einer Temperatur von 323,15 K?
  - (d) Berechnen Sie die Schmelzentropie des Wassers bei 1 bar und 273,15 K.



- 33) (a) Skizzieren Sie ein  $(T,p)$ -Phasendiagramm von Wasser mit der in der Vorlesung benutzten Vereinfachung, dass nur eine einzige feste Phase vorliegt. Benennen Sie die Phasengrenzlinien und markieren Sie den Tripelpunkt sowie den kritischen Punkt.
- (b) Erläutern Sie die Symbole in der Clapeyron'schen Gleichung  $(V_m'' - V_m')dp = (S_m'' - S_m')dT$ , und zeigen Sie, wie man daraus die Clausius-Clapeyron'sche Gleichung für die Steigung  $dp/dT$  erhalten kann. Für welche Phasengrenzlinien gilt die Clausius-Clapeyron'sche Gleichung? Wie lautet die integrierte Form der Clausius-Clapeyron'schen Gleichung?
- (c) Was besagt die Trouton'sche Regel? Gilt sie für Wasser?







- 34) Zwei zylinderförmige Glasgefäße (Annahme: unendlich groß) sind mit wässriger  $\text{MgCl}_2$ -Lösung befüllt. Die Gefäße sind durch ein zylinderförmiges Rohr, welches eine Länge von 16 cm und einen Innendurchmesser von 26 mm aufweist, miteinander verbunden. Die Konzentration an  $\text{MgCl}_2$  beträgt im ersten Gefäß 0,11 mol/L und im zweiten Gefäß 0,05 mol/L. Die Temperatur liegt bei 25 °C und der Konzentrationsgradient im Röhrchen sei konstant. Die molare Masse von  $\text{MgCl}_2$  beträgt 95,21 g/mol.
- (a) Skizzieren Sie die Versuchsanordnung und geben Sie dabei die Flussrichtung durch das Röhrchen an.
  - (b) Wie viel Gramm  $\text{MgCl}_2$  muss in den Behältern gelöst werden, um jeweils 3 Liter der gegebenen Konzentrationen herzustellen?
  - (c) Berechnen Sie die Masse an  $\text{MgCl}_2$ , die innerhalb von drei Tagen durch das Röhrchen transportiert wird, wenn Sie einen Diffusionskoeffizienten von  $D=1,05 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$  annehmen.
  - (d) Berechnen Sie die Zeit, in der eine Masse von 10 mg  $\text{MgCl}_2$  durch das Röhrchen transportiert wird.



- 35) Wir betrachten die isochore Reaktion  $\text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Cl}_2$  bei einer Temperatur von 593,15 K. Die Abnahme der Sulfurylchloridkonzentration verläuft nach einem differentiellen Geschwindigkeitsgesetz erster Ordnung mit einer Geschwindigkeitskonstanten von  $k=2,2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ . Zu Beginn der Reaktion liegen 10 Liter reines Sulfurylchlorid mit einem Druck von  $10^5 \text{ Pa}$  vor. Die Molmassen betragen  $M(\text{SO}_2)=64,06 \text{ g/mol}$  und  $M(\text{Cl}_2)=70,91 \text{ g/mol}$ .
- (a) Bestimmen Sie die Halbwertszeit  $t_{1/2}$  des Sulfurylchlorids.
  - (b) Wie viel Prozent des eingesetzten Sulfurylchlorids sind nach einer Minute umgesetzt, wieviel nach einer Stunde?
  - (c) Nach welcher Zeit  $t$  ist die Chlorkonzentration genau doppelt so groß wie die Sulfurylchloridkonzentration?
  - (d) Wie verändert sich die Gesamtmasse des Systems als Funktion der Zeit? Skizzieren Sie Ihr Ergebnis.
  - (e) Wie verändert sich die Masse jeder einzelnen Reaktionskomponente als Funktion der Zeit? Geben Sie den funktionalen Zusammenhang an und skizzieren Sie Ihr Ergebnis.
  - (f) Skizzieren Sie den Gesamtdruck des Reaktionssystems als Funktion der Zeit  $t$ .
  - (g) Die Aktivierungsenergie dieser Reaktion beträgt 210,0 kJ/mol. Bestimmen Sie den präexponentiellen Faktor  $A$  in der Arrheniusgleichung. Welchen Wert hat die Geschwindigkeitskonstante bei einer Temperatur von 520 K?

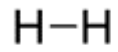






36)

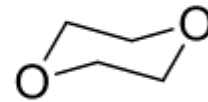
i)



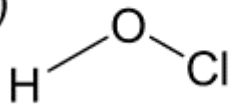
ii)



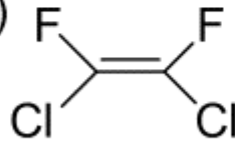
v)



iii)



iv)



- (a) Bestimmen Sie die Punktgruppen der Moleküle i) bis v) mit Hilfe des Fließschemas (s. Ende der Klausur) und dokumentieren Sie Ihren Lösungsweg.
- (b) Welche der Moleküle i) bis v) sind polar, haben also ein Dipolmoment  $|\vec{\mu}| \neq 0$ ?
- (c) Bestimmen Sie die Anzahl der Schwingungsfreiheitsgrade für die Strukturen i) und iv).







