

## **Maturitätsprüfungen 2015 – Chemie schriftlich**

**Klassen:** 4Ba (CrC), 4 Bb (HoJ)

Prüfungsdauer: 4 h

### **Erlaubte Hilfsmittel:**

Taschenrechner im Testmodus

gelbe Formelsammlung

Periodensystem

### **Hinweise:**

Verwenden Sie für jede Aufgabe (1-11) ein neues Lösungsblatt.

Schreiben Sie die Lösungen nicht auf die Aufgabenblätter.

Schreiben Sie auf jedes Lösungsblatt Ihren Namen.

Lesen Sie die Fragen sorgfältig durch und überlegen Sie, was gefragt ist.

Begründen Sie Ihre Antworten und machen Sie bei Rechnungen den Rechenweg klar.

Sie dürfen einen Taschenrechner im Testmodus, die gelbe Formelsammlung und ein PSE benutzen.

Geben Sie bei Rechnungen die Einheiten an.

Geben Sie alle Blätter ab: auch Makulatur und unbeschriebene Blätter.

Es können 79 Punkte erreicht werden. Für die Note 6, sind nicht alle Punkte nötig.

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg. Sie können hier zeigen, dass Sie die Chemie wirklich im Griff haben.**

**Ihre Chemielehrer**

**Christine Croisé und Johannes Hoffner**

## Atombau (5 P)

### 1. Ionisierungsenergien (5 P)

Atome des Hauptgruppenelementes "X" lassen sich unter Aufwendung von Energie stufenweise ionisieren. Nach 8-facher Ionisierung sind die Teilchen noch nicht vollständig ionisiert. Die Ionisierungsenergien sind wie folgt.

Elektron	1	2	3	4	5	6	7	8
Ionisierungsenergie in MJ/mol	1,0	1,9	2,9	5,0	6,3	21,6	25,4	29,8

- Um welche(s) Element(e) könnte es sich bei "X" handeln? Begründen Sie kurz. (1 P)
- Wieviel Energie braucht es, um aus 2 mol X-Atomen 2 mol  $X^{3+}$ -Ionen zu erzeugen? (1 P)
- Zeichnen Sie je ein Atom einer der unter a. ausgewählten Atomsorten im Modell nach Dalton, Rutherford, Bohr (=Schalenmodell), Kimball (=Kugelwolkenmodell) und in der Lewisschreibweise. (1 P)
- Erklären Sie an einem Beispiel in 2-4 Sätzen, warum wir in der Chemie mit mehreren Atommodellen arbeiten. (2 P)

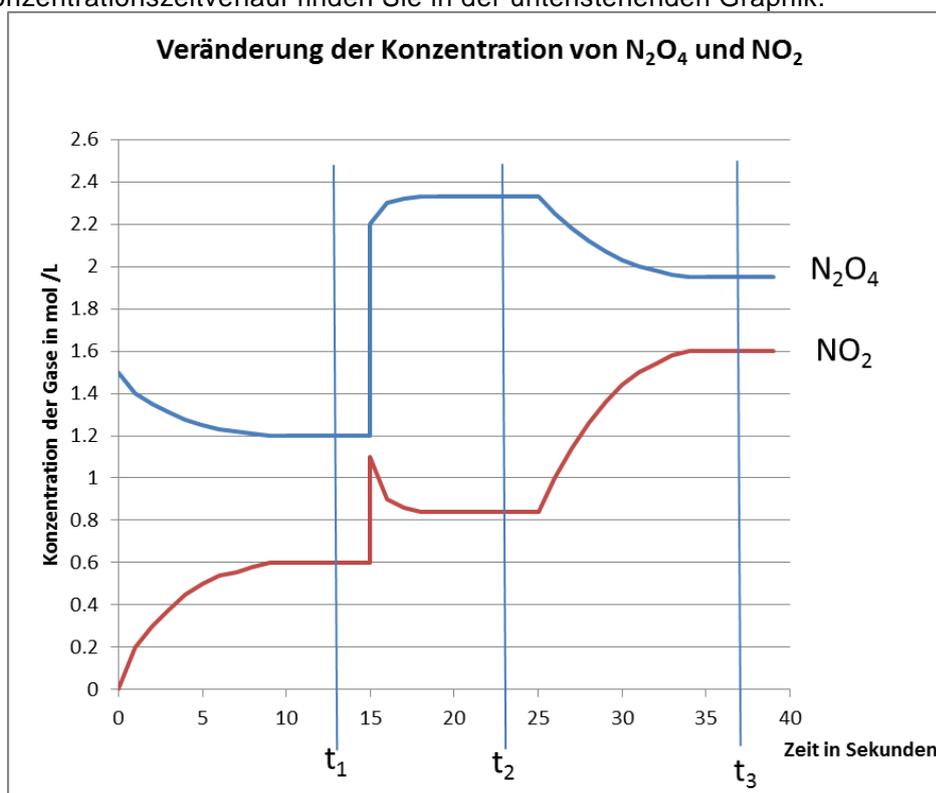
## Gleichgewicht (14.5 P)

### 2. Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Distickstofftetroxid ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) (6.5 P)

Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Distickstofftetroxid ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) sind Luftschadstoffe, die unter anderem durch Blitze in Gewittern und durch Verbrennungsmotoren entstehen können. Diese beiden Stoffe stehen in einem Gleichgewicht zu einander. Da  $\text{NO}_2$  ein dunkelbraunes Gas ist und  $\text{N}_2\text{O}_4$  ein farbloses Gas ist, lässt sich diese Reaktion gut untersuchen.

Bei einem Versuch wird ein geschlossenes Glasgefäß mit  $\text{N}_2\text{O}_4$  gefüllt und die Gleichgewichtseinstellung verfolgt. Nach 15 Sekunden wird der Druck verändert und nach 25 Sekunden wird das Gemisch erwärmt.

Den Konzentrationszeitverlauf finden Sie in der untenstehenden Graphik.

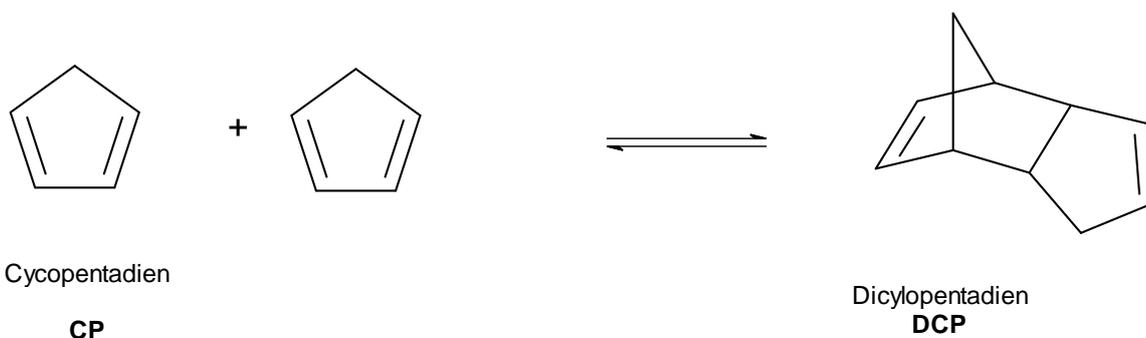


Fragen:

- Geben Sie die Reaktionsgleichung an. (0.5 P)
- Geben Sie den Term für Gleichgewichtskonstante und ihren Wert zum Zeitpunkt  $t_1$  an. (1 P)
- Geben Sie mit Ihrem Wissen über das chemische Gleichgewicht an, ob der Druck nach 15 sec erhöht oder erniedrigt wurde und erläutern Sie den Verlauf der Kurve in den nächsten Sekunden. (2 P)
- Geben Sie den Wert der Gleichgewichtskonstante zum Zeitpunkt  $t_2$  an ohne Rechnung, dafür mit einer stichhaltigen Begründung. (1 P)
- Begründen Sie, aus dem Kurvenverlauf nach der Erwärmung, welche der beiden Teilreaktionen exotherm ist. Geben Sie die Gleichgewichtskonstante zum Zeitpunkt  $t_3$  an. (2 P)

**3. Cyclopentadien (8 P)**

Cyclopentadien (**CP**) reagiert in einer Gleichgewichtsreaktion zu Dicyclopentadien (**DCP**). Dabei reagieren 2 Moleküle **CP** zu einem Molekül **DCP**.



Die Teilaufgaben a, c, d und e sind unabhängig voneinander lösbar.

- Schätzen Sie mithilfe der Bindungsenergien ab, ob diese Reaktion exotherm oder endotherm ist. Geben Sie den Zahlenwert an. (3 P)
- Zeichnen Sie mit Ihren Werten von Teilaufgabe a. ein Reaktionsverlaufdiagramm und beschriften Sie es korrekt. (1 P)
- Der Wert der Gleichgewichtskonstante für diese Reaktion beträgt bei 25 °C ca. 1 000 000 (L/mol) und bei 38 °C ca. 450 000 (L/mol). Geben Sie an, welche Teilreaktion exotherm und welche endotherm ist. (1 P)
- Wenn Sie reines DCP kaufen und auf 165 °C erhitzen, beträgt die Gleichgewichtskonstante für diese Reaktion 56. Die Dichte des Reaktionsgemisches beträgt 800 g/L. Geben Sie die Konzentrationen von **CP** und **DCP** an. Gehen Sie für die Berechnung davon aus, dass **CP** in **DCP** gelöst vorliegt. (3 P)

Angaben:

Substanz	Schmelztemperatur	Siedetemperatur	Dichte
CP	- 97 °C	40 °C	800 g/L
DCP	32 °C	170°C	800 g/L

## Organische Chemie

### 4. Kohlenwasserstoffe (9 P)

Sie arbeiten im Labor und haben 9 Substanzen gekauft. Leider sind die Etiketten arabisch angeschrieben, also bleibt Ihnen nur ein Weg: Sie müssen mit Experimenten herausfinden, welcher Stoff in welcher Flasche ist. (9 P)

Es handelt sich um folgende Substanzen:

Nr	Name	Struktur	Identifikation
1	1-Methyl-cyclopent-1-en		
2	Octan		
3	1,2,3-Propantriol		
4	Hexan		
5	Cyclohexen		
6	Polyethen		
7	2,2,3,3-Tetramethylbutan		
8	Z-Hex-3-en		
9	Hex-1-en		

a. Geben sie die Strukturen an und tragen Sie sie in die obere Tabelle ein. (3 P)

Auf der nächsten Seite finden Sie die Experimente, die der Chemiker durchführt, um die Stoffe identifizieren zu können.

Der Chemiker nun unternimmt die ersten Versuche.

Ordnen Sie die Substanzen A-H den Namen zu. Geben Sie bei jeder Teilaufgabe eine kurze Begründung an. (je 1 P)

- b. **Wasserlöslichkeit:** Nur Stoff J ist wasserlöslich.
- c. **Verdampfen:** Stoff F schmilzt, lässt sich aber nicht verdampfen. Alle anderen Stoffe beginnen irgendwann zu siedern. J hat den höchsten Siedepunkt.
- d. **Reaktion mit Bromwasser:** Die Stoffe A, D, E, H entfärben Bromwasser.
- e. Nur an die Stoffe A, D, E, H wird **HBr addiert**. Interessanterweise gibt es bei den Stoffen D und H je zwei Produkte. Bei den Stoffen A und E entsteht ein Reinstoff.
- f. E und H haben dieselbe **Molekülmasse**. A und D haben ebenfalls dieselbe Molekülmasse, sind aber 2 u leichter als E und H.
- g. Die Stoffe C, B und G werden nun untersucht: B und G sind Isomere, G hat einen um 20 K höheren Siedepunkt als B.

## Bindungslehre und Zwischenmolekulare Kräfte (14 P)

### 5. ZMK / chemische Bindung (7 P)

Geben Sie jeweils eine kurze Begründung.

- a. Zeichnen Sie 4 Isomere von  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ . Begründen Sie, welcher dieser Stoffe den höchsten und welcher den tiefsten Siedepunkt aufweist. (3 P)
- b. Ordnen Sie nach steigenden Schmelztemperaturen:  $\text{NaF}$  /  $\text{MgF}_2$  /  $\text{CF}_4$  (1 P)
- c. Ordnen Sie nach steigender Stärke der C/C-Bindung in:  $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_6/\text{C}_2\text{H}_4$  (1 P)
- d. Sie führen zwei Experimente durch. Beides Mal erhalten Sie Gase.
  - Sie elektrolysieren Wasser.
  - Sie verdampfen Wasser.

Erklären Sie ob es sich um chemische Reaktionen oder physikalische Vorgänge handelt. Erklären Sie, wie Sie diese Vorgänge umkehren können. (2 P)

### 6. Erdöl (7 P)

Erdöl ist ein Gemisch aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen, aus dem in einer Raffinerie verschiedene Produkte gewonnen werden, z.B. Benzin und Diesel.

Benzin ist die Fraktion, die bei ca.  $100^\circ\text{C}$  siedet, wir nehmen an es entspricht der Summenformel  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ .

Diesel ist die Fraktion, die bei ca.  $250^\circ\text{C}$  siedet, wir nehmen an es entspricht der Summenformel  $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ .

Die Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

- a. Erklären Sie mit Ihrem Wissen über den molekularen Aufbau von Benzin und Diesel, welcher der beiden Treibstoffe die höhere Viskosität besitzt. (1 P)
- b. Geben Sie die Verbrennungsgleichung von Benzin und Diesel an. (2 P)
- c. Sie fahren mit dem Auto von Liestal nach Bordeaux (1000 km). Ihr Auto verbraucht 5.5 L Treibstoff /100 km. Die Dichte der Treibstoffe beträgt 0.75 kg/L. Wieviel kg  $\text{CO}_2$  entsteht, wenn Sie mit einem Dieselfahrzeug fahren und wieviel, wenn Sie mit einem Benzinfahrzeug fahren. Machen Sie den Rechenweg klar. (4 P)

## Milchsäure

### 7. Säure / Base (9 P)

Milch und Milcherzeugnisse zählen zu wichtigen Nahrungsmitteln unserer Gesellschaft.

Bei zu warmer Lagerung kann es jedoch leicht passieren, dass durch Milchsäuregärung von Lactose die Milch sauer wird. Milchsäure wird jedoch auch industriell erzeugt.

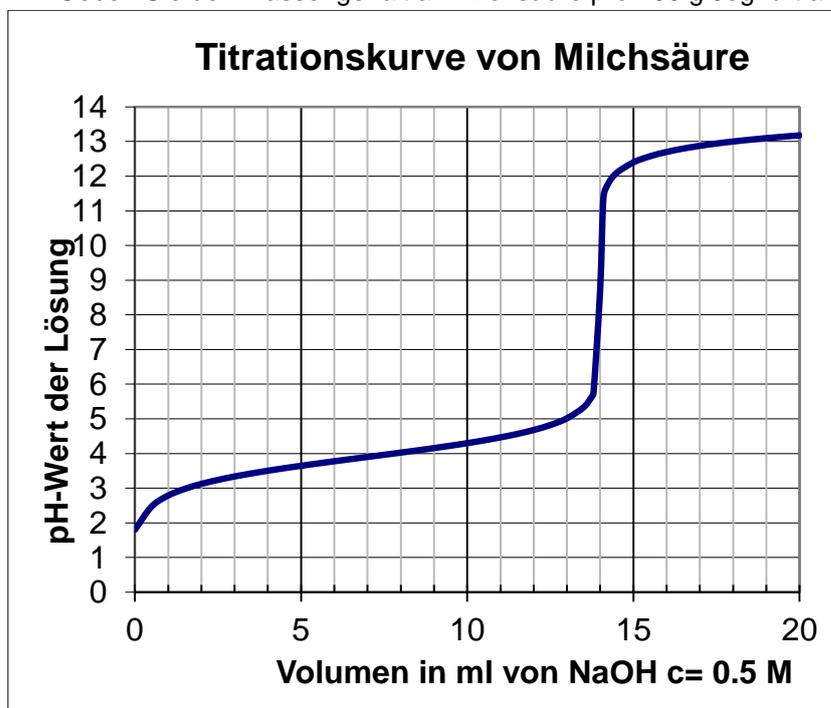
Etwa 250 000 Tonnen Milchsäure werden jährlich hergestellt und als Säuerungs- oder Konservierungsmittel für Lebensmittel unter der Bezeichnung E 270 verwendet. Ausserdem dient Milchsäure als Ausgangsstoff von Polymilchsäureprodukten.

Milchsäure spielt eine wichtige Rolle als Zwischenprodukt im menschlichen Stoffwechsel. So steigt beispielsweise der Milchsäuregehalt des Blutes bei Muskelarbeit. Die Salze der Milchsäure bezeichnet man als **Laktate**.

Milchsäure besitzt die Summenformel  $C_3H_6O_3$  und ist die 2-Hydroxypropansäure.

Die Teilaufgaben d. bis f. sind unabhängig von den Teilaufgaben a.-c. lösbar.

- Geben Sie die Strukturformel der Milchsäure an. (1 P)
- Für eine Qualitätssicherung wird der Milchsäure-Gehalt eines Joghurts durch Titration mit Natronlauge bestimmt. Geben Sie für diese Titration eine Reaktionsgleichung an! (1 P)
- 20 g Joghurt wurden mit einer Natronlauge-Lösung der Konzentration  $c = 0.5 \text{ mol/L}$  titriert. Dabei wurde folgende Titrationskurve aufgenommen.  
Geben Sie den Massengehalt an Milchsäure pro 100 g Joghurt an. (3 P)



- Berechnen Sie den pH-Wert des Äquivalenzpunktes bei der Titration der Milchsäure. (2 P)
- Bestimmen Sie den  $pK_s$ -Wert der Milchsäure direkt aus der Graphik und machen Sie Ihr Vorgehen kurz klar. (1 P)
- Welchen pH-Wert erwarten Sie in einer Sauermolke der Milchsäure-Konzentration  $c = 8 \text{ g/L}$ ? (1 P)

### 8. Puffer (6 P)

Für viele Enzymreaktionen ist es notwendig in einer gepufferten Lösung zu arbeiten. Dafür eignet sich beispielsweise eine Pufferlösung welche Milchsäure enthält. Nehmen Sie für Milchsäure den pKs-Wert 3.9 an.

- Geben Sie alle Komponenten dieses Puffersystems an. Erklären Sie anhand einer Reaktionsgleichung, warum der pH-Wert dieser Lösung bei Zugabe geringer Mengen von Salzsäure nahezu unverändert bleibt. (2 P)
- Welche Mengen der Komponenten aus a) benötigen Sie um 0.5 L eines Milchsäure / Laktat Puffers mit dem pH-Wert von 4 und einer Gesamtkonzentration von 0.1 mol/ L herzustellen. Geben Sie die Rechenwege an. (4 P)

### 9. Polymere aus Milchsäure (7 P)

Die Teilaufgabe c. ist unabhängig von den Teilaufgaben a. und b. lösbar

- Milchsäure (2-Hydroxypropansäure) ist eine chirale Verbindung. Geben Sie die Skelett-Formeln beider Enantiomere an und benennen Sie diese. (2 P)
- Aus Milchsäure wird industriell durch Polykondensation der biokompatible Thermoplast Polymilchsäure hergestellt. Zeichnen Sie den Ausschnitt der Strukturformel einer Kette mit drei Bausteineinheiten. (1 P)
- Beurteilen Sie den Ersatz von erdölbasierten durch den Einsatz von biobasierten Kunststoffen auf einer halben Seite in einem fortlaufenden Test. Gehen Sie auf drei Aspekte: ökologische, soziale und wirtschaftliche. (4 P)

### 10. Elektrochemie (5 P)

In den letzten Jahren wurden zunehmend modernere Antriebssysteme in Kraftfahrzeugen eingesetzt, um den Kraftstoffverbrauch zu senken und damit die Umweltverträglichkeit zu verbessern. Im Hybridauto beispielsweise wird ein herkömmlicher Benzinmotor mit einem Elektromotor kombiniert. Als Energiespeicher für den Elektromotor werden Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren (NiMH-Akku) verwendet. Während des Benzinbetriebs des Fahrzeugs wird der Akku vom Generator wieder aufgeladen.

Beim Ladevorgang werden aus  $\text{Ni}^{2+}$ -Ionen an einer Nickelelektrode  $\text{Ni}^{3+}$ -Ionen. an der Metallhydrid-Elektrode wird bei pH 14 aus Wasser Wasserstoff gebildet, vom Elektrodenmaterial aufgenommen und gespeichert.

- Formulieren Sie für den Ladevorgang die Teilgleichungen der Oxidation und Reduktion sowie die Gesamtreaktionsgleichung. Ordnen sie Kathode und Anode zu. (3 P)
- Berechnen Sie die Zellspannung unter Standardbedingungen. (Potential der Nickelelektrode:  $E(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{3+}) = + 0.49 \text{ V}$ ) (1 P)
- Vergleichen Sie die Vorgänge unter a) mit den Vorgängen beim Entladen. (1 P)

### 11. Aminosäuren Peptide (9.5 P)

Die Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

- a. Geben Sie alle möglichen Tripeptide in Kurzschreibweise an, die aus einem Gemisch der Aminosäuren Glycin (Gly) und Alanin (Ala) gebildet werden können. Zeichnen die Strukturformel eines dieser Tripeptide. (2 P)
- b. Peptide können verschiedene Ladungszustände annehmen. Zeichnen Sie das Pentapeptid Ala-Leu-Lys-Glu-Ser und geben Sie seinen Ladungszustand bei  $\text{pH} = 2$ ,  $\text{pH} = 7$  und  $\text{pH} = 12$  an. (2.5 P)
- c. Nennen Sie zwei Möglichkeiten der Denaturierung von Proteinen und erläutern Sie, welche Veränderungen in der Molekülstruktur dabei ablaufen. (2 P)
- d. Beim Abbau von Proteinen können die einzelnen Aminosäuren freigesetzt werden. Nennen Sie ein Verfahren zur Identifizierung der einzelnen Aminosäuren und erklären Sie das Prinzip dieses Verfahrens. (3 P)