

**Für fehlende oder falsche Einheiten bei Endresultaten sind jeweils 0,5 bp abzuziehen.**

**Problem A**

**21 bp  $\cong$  8 rp  $\Rightarrow f = \frac{8}{21}$**

**Multiple Choice**

- |    |   |             |     |                                  |             |
|----|---|-------------|-----|----------------------------------|-------------|
| 1. | 8   | <b>1 bp</b> | 7.  | NH <sub>3</sub>                  | <b>2 bp</b> |
| 2. | 15  | <b>2 bp</b> | 8.  | NaHPO <sub>4</sub>               | <b>1 bp</b> |
| 3. | Pb mit HNO <sub>3</sub>                   | <b>2 bp</b> | 9.  | 3, 2, 1, 6                       | <b>2 bp</b> |
| 4. | Ba(OH) <sub>2</sub> mit CuSO <sub>4</sub> | <b>2 bp</b> | 10. | I, IV und V                      | <b>2 bp</b> |
| 5. | CO <sub>2</sub>                           | <b>1 bp</b> | 11. | NaOH                             | <b>2 bp</b> |
| 6. | I und II                                  | <b>2 bp</b> | 12. | H <sub>2</sub> + Br <sub>2</sub> | <b>2 bp</b> |

**Problem B**

**18 bp  $\cong$  7 rp  $\Rightarrow f = \frac{7}{18}$**

**Vier „kleine“ Rechenbeispiele**

**B.1. Konzentrationen**

a) Berechnen Sie die Konzentration der Na<sup>+</sup>-Ionen in einer wässrigen Lösung, die durch Auflösen von 8,40 g NaHCO<sub>3</sub> und 21,2 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in wenig Wasser und nachfolgendem Auffüllen auf 500 mL entstanden ist.

$$M(\text{NaHCO}_3) = 84,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow n(\text{Na}^+) = \frac{8,40(\text{g})}{84,01(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0,100 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ bp})$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow n(\text{Na}^+) = 2 \cdot \frac{21,2(\text{g})}{105,99(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0,400 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ bp})$$

$$c = \frac{0,500(\text{mol})}{0,500(\text{L})} = 1,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (1 \text{ bp}) \quad \text{gesamt 2 bp}$$

**B.2. Zwei Summenformeln**

b) Berechnen Sie die Summenformel von HNS.

$$\frac{37,35(\text{g})}{12,01(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} : \frac{1,34(\text{g})}{1,01(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} : \frac{18,67(\text{g})}{14,01(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} : \frac{42,64(\text{g})}{16,00(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} =$$

$$3,110(\text{mol}) : 1,327(\text{mol}) : 1,333(\text{mol}) : 2,665(\text{mol}) = 2,344(\text{mol}) : 1(\text{mol}) : 1(\text{mol}) : 2(\text{mol}) \quad (1 \text{ bp})$$

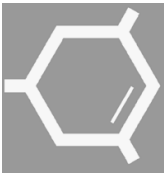
C<sub>7</sub>H<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>6</sub> unmöglich, da zu wenige H (1 bp)

C<sub>14</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>12</sub>  $M \approx 450 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1})$  (1 bp)

C<sub>21</sub>H<sub>9</sub>N<sub>9</sub>O<sub>18</sub>  $M \gg 450 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1})$  **gesamt 3 bp**

c) Ermitteln Sie die Summenformel von Batrachotoxin.

C<sub>31</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (richtige C: 1 bp; richtige H: 1 bp; richtige N: 0,5 bp; richtige O: 0,5 bp) **gesamt 3 bp**

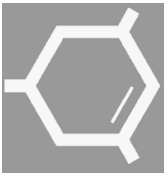


### B.3. Ein Azeotrop

<i>d) Berechnen Sie die Konzentration der HCl im Azeotrop in mol/L.</i>		
$m(\text{HCl}_{\text{aq}}) = \rho(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 1,102(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}) \cdot 1000(\text{cm}^3) = 1102 \text{ g}$	(0,5 bp)	
$m(\text{HCl}) = 1102(\text{g}) \cdot 0,2024 = 223,04 \text{ g}$	(0,5 bp)	
$c = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}_{\text{aq}})} = \frac{223,04(\text{g})}{36,46(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot 1(\text{L})} = 6,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	(1 bp)	<b>gesamt 2 bp</b>
<i>e) Welches Volumen dieses Azeotropes ist zum vollständigen Auflösen von 25,0 g einer Mischung aus Zn und Al (1:1 (m/m)) mindestens notwendig? Sollten Sie bei d) keinen Wert erhalten haben, dann rechnen Sie mit <math>c(\text{Azeotrop}) = 5,80 \text{ mol/L}</math>.</i>		
$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{12,5(\text{g})}{65,41(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0,1911 \text{ mol} \Rightarrow 0,1911 \text{ mol H}_2 \Rightarrow 0,3822 \text{ mol HCl}$	(1,5 bp)	
$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{12,5(\text{g})}{26,98(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0,4633 \text{ mol} \Rightarrow 0,6950 \text{ mol H}_2 \Rightarrow 1,3899 \text{ mol HCl}$	(1,5 bp)	
$V(\text{HCl}_{\text{aq}}) = \frac{n(\text{HCl})}{c(\text{HCl}_{\text{aq}})} = \frac{1,7721(\text{mol})}{6,1174(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} = 0,2897 \text{ L} \text{ (0,3055 L)}$	(1 bp)	<b>gesamt 4 bp</b>

### B.4. Eine(?) Redoxreaktion

<i>f) Von den obigen Gleichungen beschreibt/beschreiben die Reaktion von Kaliumpermanganat mit Wasserstoffperoxid richtig (kreuzen Sie an):</i>		
<input type="checkbox"/> alle Gleichungen	<input type="checkbox"/> ②	<input checked="" type="checkbox"/> ③ <b>1bp</b>
<input type="checkbox"/> ③ und ④	<input type="checkbox"/> ② und ④	<input type="checkbox"/> keine
<i>g) Berechnen Sie die Masse <math>\text{KMnO}_4</math>, die mindestens notwendig ist, um bei <math>25,0^\circ\text{C}</math> und <math>1,01 \text{ bar}</math> <math>112 \text{ cm}^3</math> Sauerstoff zu erzeugen.</i>		
$n(\text{O}_2) = \frac{p \cdot V(\text{O}_2)}{R \cdot T} = \frac{101000(\text{Pa}) \cdot 112 \cdot 10^{-6}(\text{m}^3)}{8,314(\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot 298,15(\text{K})} = 4,563 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	(1,5 bp)	
$m(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{5} \cdot n(\text{O}_2) \cdot M(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{5} \cdot 4,563 \cdot 10^{-3}(\text{mol}) \cdot 158,04(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0,288 \text{ g}$	(1,5 bp)	<b>gesamt 3 bp</b>
Eine mögliche falsche Lösung muss, wenn sie mit einer falschen Antwort in f) richtig gerechnet wurde, als richtig gewertet werden!		



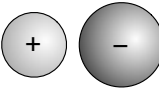
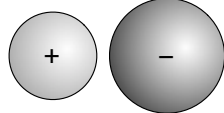
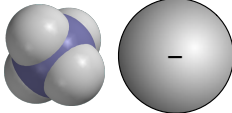
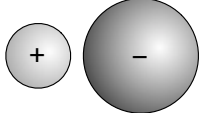
**Problem C**

29 bp  $\triangleq$  12 rp  $\Rightarrow f = \frac{12}{29}$

**Anorganisches zum Kuchenbacken**

**C.1. Halogenide – Salz und Salmiak**

a) Die Abbildungen A bis D repräsentieren jeweils eines der folgenden Salze: Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid und Natriumfluorid. Alle Ionen sind im selben Maßstab dargestellt. Schreiben Sie jeweils die richtige Ionenformel unter die Abbildungen (also z.B.  $\text{Na}^+$  oder  $\text{Cl}^-$ )

A	B	C	D
			
$\text{Na}^+$ $\text{F}^-$	$\text{K}^+$ $\text{Cl}^-$	$\text{NH}_4^+$ $\text{Cl}^-$	$\text{Na}^+$ $\text{Cl}^-$

je 0,25 bp, **gesamt 2 bp**

b) Berechnen Sie die Masse an Natriumiodat, welche in einem Päckchen (250 g) Speisesalz mit der oben gegebenen Iodmasse enthalten ist.

20 mg I entsprechen 0,1576 mmol I	(0,5 bp)
$M(\text{NaIO}_3) = 197,89 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	(0,5 bp)
daher 31,19 mg entsprechen 20 mg I	(0,5 bp)
für 250 g Speisesalz also 7,8 mg $\text{NaIO}_3$	(0,5 bp) <b>gesamt 2 bp</b>

c) Berechnen Sie die Masse an Speisesalz mit dem oben angegebenen Iodgehalt von 20 mg/kg die eine Iodzufuhr von 180  $\mu\text{g}$  ermöglicht. (1) wenn man von 100%iger Iodaufnahme ausgeht (2) wenn man von nur 85%iger Aufnahme des Iods ausgeht.

(1) $m = \frac{0,180(\text{mg})}{20(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})} = 0,0090 \text{ kg} = 9,0 \text{ g}$	(1 bp)
(2) $m = \frac{9(\text{g})}{0,85} = 10,6 \text{ g}$	(0,5 bp) <b>gesamt 1,5 bp</b>

d) Berechnen Sie für den genannten Probanden die einzelnen Massenkonzentrationen von  $T_3$  und  $T_4$  in  $\mu\text{g/L}$ .

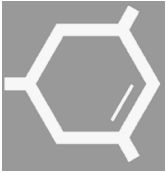
$\frac{61,5(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})}{40+1} = 1,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1} T_3 \Rightarrow 60 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1} T_4$	<b>1 bp</b>
---	-------------

e) Geben Sie die Oxidationszahlen von Iod in Iodat und Iodid an.

in Iodat: +V oder +5	in Iodid: -I oder -1	<b>je 0,5 bp</b>
----------------------	----------------------	------------------

f) Geben Sie eine abgestimmte Gesamtgleichung für die Reduktion von Iodat zu Iodid mit Hilfe von Glutathion an. Verwenden Sie GSH bzw. GSSG als Abkürzungen.

$\text{IO}_3^- + 6 \text{ GSH} \rightarrow \text{I}^- + 3 \text{ GSSG} + 3 \text{ H}_2\text{O}$	<b>1,5 bp</b>
---	---------------



## C.2. Carbonate – Hirschhornsalz und Natron

g) Berechnen Sie das Gasvolumen, das gemäß dieser Gleichung aus 11 g Ammoniumhydrogencarbonat bei 180°C und 1,013 bar entsteht.

$$n(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{11(\text{g})}{79,07(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})} = 0,139 \text{ mol} \quad (1 \text{ bp})$$

$$n(\text{Gas}) = 3 \cdot n(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 0,417 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ bp})$$

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,417(\text{mol}) \cdot 8,314(\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}) \cdot 453,15(\text{K})}{1,013 \cdot 10^5(\text{Pa})} = \mathbf{0,0155 \text{ m}^3} = \mathbf{15,5 \text{ L}} (1,5 \text{ bp}) \quad \mathbf{g. 3 \text{ bp}}$$

h) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für die Zersetzung von  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  unter den genannten Bedingungen an.



i) Berechnen Sie die Zusammensetzung des Hirschhornsalzes in Massenprozent.

88,17 %  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  11,83 %  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$

Indices:

1 = Ammoniumhydrogencarbonat  $M_1 = 79,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

2 = Ammoniumcarbonat  $M_2 = 96,11 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{100000(\text{Pa}) \cdot 0,003598(\text{m}^3)}{8,314(\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}) \cdot 473(\text{K})} = \mathbf{0,09149 \text{ mol}} \quad (1 \text{ bp})$$

$$\mathbf{3n_1 + 4n_2 = 0,09149 \text{ mol}} \quad (1 \text{ bp})$$

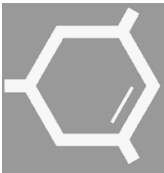
$$\mathbf{M_1n_1 + M_2n_2 = 2,384 \text{ g}} \quad (1 \text{ bp})$$

liefert  $n_1 = 0,02658 \text{ mol}$ ,  $n_2 = 0,002938 \text{ mol}$  (1 bp)

damit  $m_1 = 2,102 \text{ g}$  und  $m_2 = 0,282 \text{ g}$  (0,5 bp)

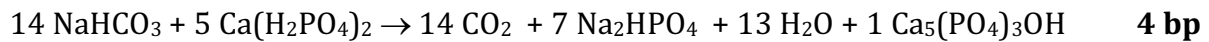
damit 88,17 %  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  11,83 %  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  (0,5 bp)

**gesamt 5 bp**



### C.3. Phosphat - im Backpulver

j) Stimmen Sie die Gleichung ab. Schreiben Sie ggf. auch 1 als Koeffizient explizit an.



k) Berechnen Sie die Stoffmenge an  $\text{CO}_2$ , die aus der genannten Masse an Natron maximal entstehen kann.

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{4,00(\text{g})}{84,01(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})} = 0,0476 \text{ mol} = n(\text{CO}_2) \quad \mathbf{1 \text{ bp}}$$

l) Berechnen Sie die Stoffmenge an  $\text{CO}_2$ , die in dem selbstgemachten Backpulver entstehen kann, wenn man von vollständigem Umsatz ausgeht.

$$n(\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{4,50(\text{g})}{221,94(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})} = 0,02028 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ bp})$$

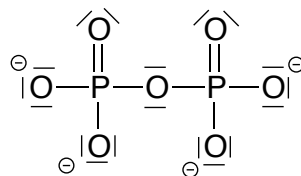
dafür 0,04056 mol  $\text{NaHCO}_3$  nötig,  $\text{NaHCO}_3$  im Überschuss  $\Rightarrow$  (1 bp)

$$n(\text{CO}_2) = 0,04056 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ bp}) \quad \mathbf{\text{gesamt } 2 \text{ bp}}$$

m) Geben Sie die Summenformel der Diphosphorsäure an.



n) Zeichnen Sie die Valenzstrichformel des Diphosphatanions. Vergessen Sie nicht auf die formalen Ladungen und die nicht bindenden Elektronenpaare.

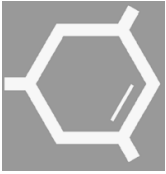


richtige Konstitution (1 bp)

richtige Formale Ladungen je Formel (1 bp)

richtige Elektronenpaare (1 bp)

**gesamt 3 bp**



**Problem D**

**31 bp  $\triangleq$  13 rp  $\Rightarrow f = \frac{13}{31}$**

**Physikalische Chemie**

**D.1. Einige Reaktionen im Hochofen**

a) Berechnen Sie  $x$  in der Formel des Zementits.

$$M(\text{Zementit}) = \frac{12,01(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})}{6,69} \cdot 100 = 179,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad (1 \text{ bp})$$

$$N(\text{Fe}) = \frac{179,5(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}) - 12,01(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})}{55,85(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})} = 3,0 \Rightarrow \text{Fe}_3\text{C} \quad (1 \text{ bp}) \quad \text{gesamt 2 bp}$$

b) Berechnen Sie die  $\Delta_r H_{298}^\ominus$  und  $\Delta_r G_{298}^\ominus$  der Reduktion des  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mit C.

$$\Delta_r H_{298}^\ominus = -3 \cdot 394(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) - (-2 \cdot 824(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})) = 466 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S_{298}^\ominus = (3 \cdot 214 + 4 \cdot 27,3 - 2 \cdot 87,4 - 3 \cdot 5,7)(\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) = 559,3 \cong 559 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\Delta_r G_{298}^\ominus = 466(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) - 298,15(\text{K}) \cdot 0,5593(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) = 299,2 \cong 299 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

(je 1 bp) **gesamt 3 bp**

c) Berechnen Sie aus den gegebenen Daten die Gleichgewichtskonstante  $K_p$ . Schreiben Sie dafür eine Bilanztafel auf.

	$\text{CO}_2$	$\text{CO}$		
$n_0(\text{mol})$	1	0		0,5 bp
$(\Delta n(\text{mol}))$	-0,500	+1,00		1 bp
$n_{\text{eq}}(\text{mol})$	0,500	1,00	$n_g = 1,50$ (0,5 bp)	0,5 bp
$p_{\text{eq}}(\text{bar})$	$\frac{0,500}{1,500} \cdot 1,00$	$\frac{1,00}{1,500} \cdot 1,00$		1 bp

$$K_p = \frac{1^2 \cdot 1,50}{1,50^2 \cdot 0,5} = 1,333 \quad (1 \text{ bp}) \quad \text{gesamt 4 bp}$$

d) Berechnen Sie die Temperatur, bei der obige Gleichgewichtskonstante gilt. Sollten Sie bei c) keinen Wert erhalten haben, verwenden Sie  $K_p = 1,50$ .

$$\Delta_r G_T^\ominus = \Delta_r H_T^\ominus - T \cdot \Delta_r S_T^\ominus = -R \cdot T \cdot \ln K_p^{\text{th}} \Rightarrow \Delta_r H_T^\ominus = T \cdot (\Delta_r S_T^\ominus - R \cdot \ln K_p^{\text{th}}) \Rightarrow$$

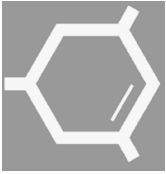
$$T = \frac{\Delta_r H_T^\ominus}{\Delta_r S_T^\ominus - R \cdot \ln K_p^{\text{th}}} \quad \text{2 bp}$$

$$\Delta_r H_T^\ominus = (-2 \cdot 111 + 394)(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) = 172 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad (1 \text{ bp})$$

$$\Delta_r S_T^\ominus = (2 \cdot 198 - 214 - 5,70)(\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) = 176,3 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \quad (1 \text{ bp})$$

**gesamt 2 bp**

$$T = \frac{1,72 \cdot 10^5 (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1})}{176,3 (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) - 8,314 (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) \cdot \ln 1,333} = 989 \text{ K} = 716^\circ\text{C} \quad (\text{mit } K_p = 1,50: T = 995 \text{ K} = 722^\circ\text{C}) \quad \text{1 bp}$$



## D.2. Gold und wie man es gewinnt

e) *Wie heißt der Goldkomplex auf der rechten Seite der Gleichung?*

Dicyanidoaurat(I)

1,5 bp

f) *Berechnen Sie die maximale Goldmasse, die mit Hilfe der genannten Natriumcyanidmasse jährlich hergestellt werden kann.*

$$n(\text{NaCN}) = \frac{6,6000 \cdot 10^7 (\text{kg})}{49,01 (\text{kg} \cdot \text{kmol}^{-1})} = 1,3467 \cdot 10^6 \text{ kmol} \Rightarrow n(\text{Au}) = 6,733 \cdot 10^5 \text{ kmol} \quad (1 \text{ bp})$$

$$m(\text{Au}) = 6,733 \cdot 10^5 (\text{kmol}) \cdot 196,97 (\text{kg} \cdot \text{kmol}^{-1}) = 1,326 \cdot 10^8 \text{ kg} \quad (0,5 \text{ bp})$$

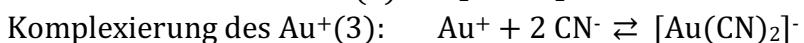
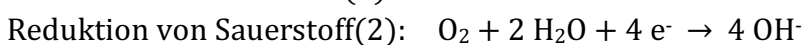
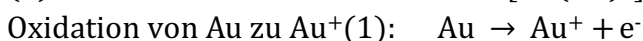
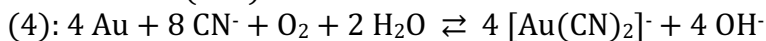
gesamt 1,5 bp

g) *Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante der obigen Reaktion bei pH = 13,0, wenn Sie folgende Daten kennen:*

$$E^\ominus(\text{Au}^+/\text{Au}) = +1,69 \text{ V}; E^\ominus(\text{O}_2/\text{OH}^-, \text{pH} = 13) = +0,461 \text{ V};$$

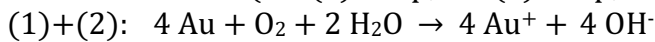
$$\beta([\text{Au}(\text{CN})_2]^-) = 1,00 \cdot 10^{37};$$

Es müssen 3 (Teil)Reaktionen kombiniert werden zu:



(für (1): 1 bp; für (2): 1 bp; für (3): 1 bp)

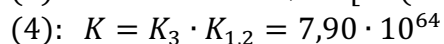
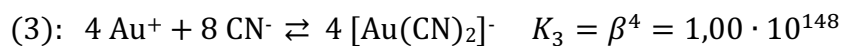
gesamt 3 bp



$$\Delta E^\ominus = E_{\text{red}}^\ominus - E_{\text{ox}}^\ominus = -1,229 \text{ V} \Rightarrow \Delta_r G^\ominus = -z \cdot F \cdot \Delta E^\ominus = -R \cdot T \cdot \ln K_{1,2} \quad (1,5 \text{ bp})$$

$$\ln K_{2,3} = \frac{-4 \cdot 1,229 (\text{V}) \cdot 96485 (\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1})}{8,314 (\text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot 298,15 (\text{K})} = -191,35 \Rightarrow K_{1,2} = 7,90 \cdot 10^{-84} \quad (1,5 \text{ b})$$

gesamt 3 bp



h) *Welche Oxidationszahl hat Gold im Komplex  $[\text{Au}(\text{CN})_4]^-$ ?*

+3

0,5 bp

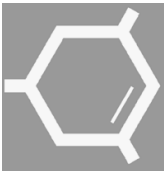
i) *Berechnen Sie die Dauer der angesprochenen Elektrolyse.*

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V \quad \text{mit} \quad V_{\text{Gold}} = \frac{4\pi}{3} \cdot (r_{\text{au\ss en}}^3 - r_{\text{innen}}^3) \quad \text{ergibt sich:} \quad (1,5 \text{ bp})$$

$$m_{\text{Gold}} = 19,3 (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}) \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot (2,51^3 (\text{cm}^3) - 2,50^3 (\text{cm}^3)) = 15,219 \text{ g} \quad (1 \text{ bp})$$

gesamt 2,5bp

$$m = \frac{I \cdot t \cdot M \cdot \eta}{z \cdot F} \Rightarrow t = \frac{m \cdot z \cdot F}{I \cdot M \cdot \eta} = \frac{15,219 (\text{g}) \cdot 3 \cdot 96485 (\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1})}{10,0 (\text{A}) \cdot 196,97 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot 0,95} = 2354 \text{ s} \quad 2 \text{ bp}$$



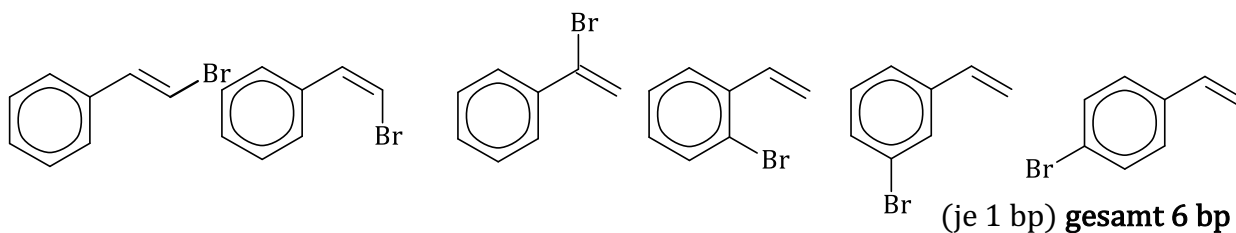
**Problem E**

47 bp  $\triangleq$  20 rp  $\Rightarrow f = \frac{20}{47}$

**Ein Student der organischen Chemie**

**E.1. Eine Synthese aus Großvaters Buch**

a) Zeichnen Sie alle möglichen Konfigurationsformeln von 1-Brom-2-phenylethen und zusätzlich alle isomeren Strukturen der Verbindungen, die einen Benzenring enthalten.



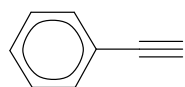
b) Berechnen Sie die Summenformel von X.

$$\frac{94,08}{12,01} : \frac{5,92}{1,01} = 7,83 : 5,86 = 1,34 : 1 = 4 : 3 \Rightarrow C_4H_3$$

Es muss aber mindestens ein Benzenring im Molekül sein  $\Rightarrow C_8H_6$

**1 bp**

c) Zeichnen Sie die Strukturformel von X und benennen Sie die Verbindung nach IUPAC.



(1 bp)

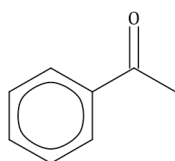
Phenylethin oder Ethinylbenzen (1 bp)

**gesamt 2 bp**

**E.2. Alternative Synthesewege**

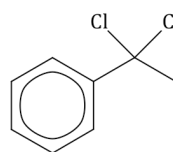
d) Zeichnen Sie Strukturformeln für die Verbindungen A und B.

**A**



**1 bp**

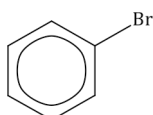
**B**



**2 bp**

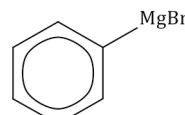
e) Zeichnen Sie Strukturformeln für die Verbindungen D, E, F und G.

**D**



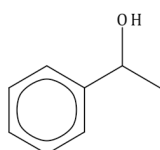
**1 bp**

**E**



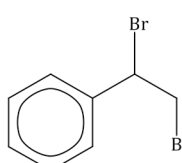
**1 bp**

**F**



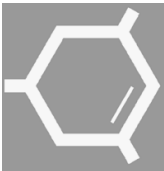
**2 bp**

**G**



**2 bp**





45. Österreichische Chemieolympiade  
Landeswettbewerb, Mai 2019  
**Theoretischer Teil**  
**Lösungen mit Punktwertung**



f) Nach welchen Mechanismen verlaufen die folgenden Reaktionen? (Abkürzung schreiben!)

Benzen  $\rightarrow$  **D**:  $S_E$  0,5 bp

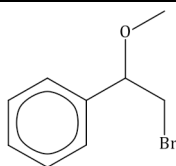
Styren  $\rightarrow$  **G**:  $A_E$  0,5 bp

g) Berechnen Sie die Summenformel von **H**.

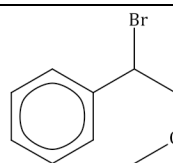
$$\frac{50,20}{12,01} : \frac{5,10}{1,01} : \frac{37,15}{79,9} : \frac{7,55}{16,00} = 4,18 : 5,05 : 0,46 : 0,47 = 9 : 11 : 1 : 1 \Rightarrow C_9H_{11}BrO$$

1 bp

h) Zeichnen Sie die Strukturformeln von **H<sub>1</sub>** und **H<sub>2</sub>**.

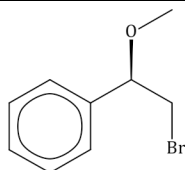


2 bp

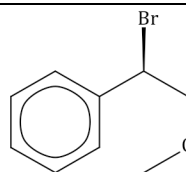


2 bp

i) Zeichnen Sie die Konfigurationsformel **eines** der beiden entstehenden Isomeren (**H<sub>1</sub>** oder **H<sub>2</sub>**) in der **R**-Konfiguration.



oder

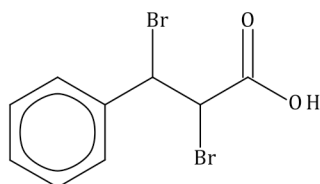


2 bp

### E.3. Als der Ausgangsstoff zur Neige geht

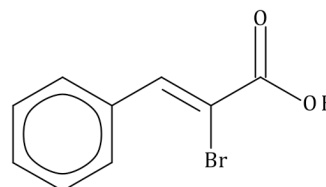
j) Zeichnen Sie Strukturformeln der Verbindungen **K** und **L**.

**K**

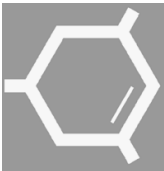


2 bp

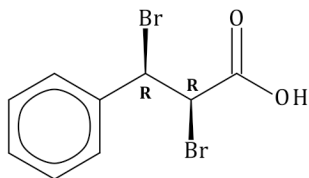
**L**



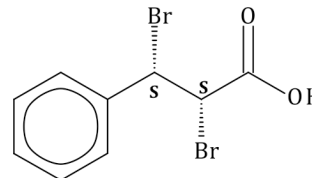
1 bp



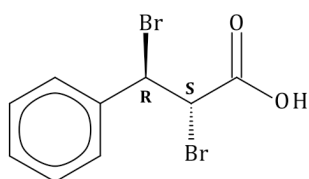
k) Zeichnen Sie Konfigurationsformeln der isomeren Additionsprodukte von **K** und schreiben Sie bei einer der Formeln zu den Asymmetriezentren die entsprechenden Konfigurationen mit Hilfe der Stereodescriptoren *R* und *S*.



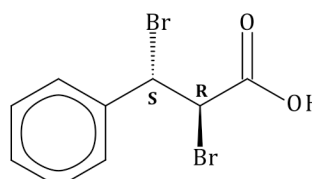
0,5 bp für Konfig.; 1 bp für richtige Descript.



0,5 bp für Konfig.;

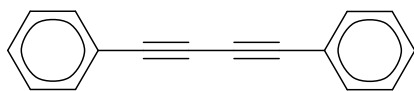


0,5 bp für Konfig.;



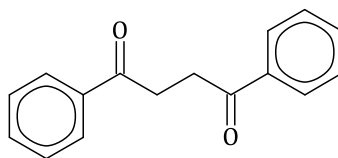
0,5 bp für Konfig.;

l) Zeichnen Sie Konstitutionsformeln der Verbindungen **M**, **N** und **O**.



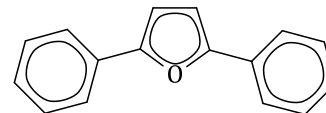
**M**

2 bp



**N**

2 bp



**O**

2 bp

#### E.4. Im organisch-analytischen Praktikum

m) Helfen Sie Justus, indem Sie auf die punktierten Linien die richtigen Buchstaben schreiben.

Spektrum **1** gehört zur Verbindung: **D**

Spektrum **4** gehört zur Verbindung: **C**

Spektrum **2** gehört zur Verbindung: **A**

Spektrum **5** gehört zur Verbindung: **B**

Spektrum **3** gehört zur Verbindung: **F**

Spektrum **6** gehört zur Verbindung: **E**

**Für jede richtige Zuordnung: 1,5 bp**