**42. Österreichische Chemieolympiade**

**Bundeswettbewerb**



**LÖSUNGSHEFT FÜR DEN**

**THEORETISCHEN WETTBEWERB**

# Aufgabe 1 41,5 bp ≙ 11 rp;

**Manche Antibiotika**

**A. Prontosil**

|  |  |
| --- | --- |
| *1.1. Zeichnen Sie Konstitutionsformeln der Verbindungen* ***B, C****,* ***D, E*** , ***F und Benzen-1,3-diamin.*** | |
| ***B***    **2bp** | ***C***    **1,5bp** |
| ***D***    **1,5bp** | ***E***    **2bp** |
| ***F***  **2bp** | ***Benzen-1,3-diamin***    **0,5bp** |

|  |
| --- |
| *1.2. Warum funktioniert Schritt* ***E→F*** *nicht, wenn anstelle von Benzen-1,3-diamin Benzen verwendet wird?* |
| ***verbale Begründung:***  Diazoniumion – schwaches Elektrophil, Benzendiamin reaktiver als Benzen, da die Aminogruppen durch einen +M-Effekt die Elektronendichte erhöhen. **1,5bp** |

|  |
| --- |
| *1.3. Welche Art der Stereoisomerie kann bei* ***F*** *auftreten?* |
| Diastereomerie **1bp** |

**B. Chloramphenicol**

|  |  |
| --- | --- |
| *1.4. Zeichnen Sie Konstitutionsformeln der Verbindungen* ***A*** *und* ***B*** *und die**Konfigurationsformeln der Verbindungen* ***C*** *und* ***E.*** | |
| ***A***    **0,5bp** | ***B***  **2bp** |
| ***C***    **2bp** | ***E***    **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| *1.5. Zeichnen Sie die Strukturformeln der reaktiven Teilchen in den Reaktionen von* ***A→B*** *und* ***D→E*** *und benennen Sie jeweils den zugehörigen Reaktionsmechanismus.* | |
| ***A→B***    **1,5bp**  ***Reaktionsmechanismus: AN***  **1bp** | ***D→E***    **1,5bp**  ***Reaktionsmechanismus: SE***  **1bp** |

|  |
| --- |
| *1.6. Benennen Sie Substanz C nach IUPAC.* |
| ***(2R, 3R) 2-Amino-3-phenylpropan-1,3-diol* 1,5bp** |

**C. Trimethoprim**

|  |  |
| --- | --- |
| *1.7. Zeichnen Sie Konstitutionsformeln der Verbindungen* ***B, C****,* ***D und E*** *und schreiben Sie die Summenformel von* ***X*** *auf.* | |
| ***A***  **1,5bp** | ***B***  **1bp** |
| ***C***  **2bp** | ***D***  **1,5bp** |
| ***E***  **2 bp** | ***X***  ***CH3OH***  **0,5 bp** |

|  |
| --- |
| *1.8. Welcher Effekt ist dafür im protonierten Guanidin verantwortlich? Zeichnen Sie mindestens zwei Strukturen, um das zu zeigen.* |
| ***Effekt: Mesomerer Effekt***  **0,5 bp**  ***mit Strukturformeln:* 1,5bp** |

**D. Penicillin V**

|  |  |
| --- | --- |
| *1.9. Zeichnen Sie die Konfigurationsformeln der Verbindungen* ***A*** *und* ***B****.* | |
| ***A***  **1 bp** | ***B***  **2bp** |

|  |
| --- |
| *1.10. Schreiben Sie den Mechanismus der Reaktion von* ***A*** *nach* ***B*** *mit Strukturformeln und „Pfeilen“ für angreifende Teilchen auf. Zeichnen Sie nur jene Molekülteile auf, die an diesem Schritt beteiligt sind. Schreiben Sie für alles andere in üblicher Form „R“ für Rest.* |
| **2,5bp** |

|  |
| --- |
| *1.11. Schreiben Sie den Namen der in dieser Reaktion (****A****→****B****)**gebildeten speziellen funktionellen Gruppe auf.* |
| Lactam **0,5bp** |

# Aufgabe 2 16 bp ≙ 4 rp;

**Der Birkenzucker**

|  |  |
| --- | --- |
| *2.1. Zeichnen Sie die Strukturformeln von* ***A*** *–* ***F*** *in der Fischerprojektion.* | |
| ***A***  **1bp** | ***B***  **1,5bp** |
| ***C***  **1bp** | ***D***  **1bp** |
| ***E***  **1bp** | ***F***  **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| *2.2. Zeichnen Sie die beiden von F gebildeten Pyranosen* ***F1*** *und* ***F2****, in Haworthprojektion und benennen Sie die beiden Monosaccharide.* | |
| ***F1***    α-D-Idopyranose **1,5bp** | ***F2***  β-D-Idopyranose**1,5bp** |

|  |
| --- |
| *2.3. Geben Sie an in welcher speziellen isomeren Beziehung* ***F1*** *und* ***F2*** *zueinander stehen.* |
| Epimere / Anomere **1bp** |

|  |
| --- |
| *2.4. Zeichnen Sie die Strukturformel des Disaccharids in der Haworthprojektion, das durch Verknüpfung von* ***G1*** *und* ***G2*** *gebildet wird und keine positive Reaktion mit Fehling´scher Lösung zeigt.* |
| **2,5bp** |

|  |
| --- |
| *2.5. Wie viele Stereoisomere existieren von* ***B****?* |
| 4 (od. Ersatzbeispiel: 32)  **2bp** |

# Aufgabe 3 33 bp ≙ 9 rp;

**Eine Reise durch die Welt der Metalle**

|  |
| --- |
| *3.1. Zeigen Sie durch eine Rechnung, von welchem Metall* ***Y*** *die Rede ist.* |
| Annahme 100g:  69,75g O *n* = *m*/*M* =4,359 mol  30,25g Y 1:1 ⇒ *n* = 4,359 mol  *M*(Y) = 30,25/4,359 = 6,94 g∙mol-1 ⇒ Li **2bp** |

|  |
| --- |
| *3.2. Geben Sie die tatsächliche Summenformel von Substanz* ***Z*** *an.* |
| Li2O2 **1bp** |

|  |
| --- |
| *3.3. Geben Sie nachvollziehbar an, in welchem kubischen Gitter dieses Metall kristallisiert.* |
| ⇒ kubisch innenzentriert **3bp** |

|  |
| --- |
| *3.4. Schreiben Sie für die vier besprochenen Vorgänge abgestimmte Reaktionsgleichungen an.* **Je 1 bp** |
| BaSO4 + 2C → BaS + 2CO2 |
| BaS + H2O + CO2 → BaCO3 + H2S |
| BaCO3 → BaO + CO2 |
| 3 BaO + 2Al → 3 Ba + Al2O3 |

|  |
| --- |
| *3.5. Geben Sie die Koordinationszahlen der Metall- und Oxid-Ionen in der Kristallstruktur an.* |
| KZ = 6 für beide **1bp** |

|  |
| --- |
| *3.6. Formulieren Sie abgestimmte Reaktionsgleichungen, die zur Bildung der drei Metalloxide aus den Elementen führen.* **Je 0,5 bp** |
| Ba + O2 → BaO2 |
| 2 Ba + O2 → 2 BaO |
| Ba + 2 O2 → Ba(O2)2 |
| *3.7. Formulieren Sie die abgestimmte Reaktionsgleichung der Reaktion des Ozonid-Ions mit Wasser. Ordnen Sie allen Atomen Oxidationszahlen zu.* |
| 4 + 2 H2 🡪 5 2 + 4 H- **1,5bp** für OZ  **4bp** für RG |

|  |
| --- |
| *3.8. Berechnen Sie den Wasserstoffgehalt von Mg2NiH4 in Massenprozent.* |
| *Massengehalt = (4∙ 1,01)/(2∙24,31+58,69+4∙ 1,01)=0,03628=3,628 %* **1bp** |

|  |
| --- |
| *3.9. Zeichnen Sie in die vorgegebene Elementarzelle alle Nickelatome (ohne H-Atome) als ausgemalte Kugeln ein sowie ein Magnesium-Ion Ihrer Wahl als Dreieck. Zeichnen Sie bei diesem Magnesium-Ion den zugehörigen Tetraeder mit strichlierten Linien ein.* |
| **4bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| *3.10. Wie viele Tetraederlücken und wie viele Oktaederlücken gibt es pro Elementarzelle?* | |
| *Tetraederlücken:* 8**1bp** | *Oktaederlücken:* 4 **1bp** |

|  |
| --- |
| *3.11. Geben Sie die Anzahl der Formeleinheiten von Mg2NiH4 an, die eine Elementarzelle enthält.* |
| 8∙ + 6∙ = 4 **1bp** |
| *3.12. Berechnen Sie den Gitterparameter a0 der Elementarzelle.* |
| Mit n = 1, λ = 1,542 Å,    d ist der Ebenenabstand, 3d die Länge der Raumdiogonale in der Zelle    **4bp** |

|  |
| --- |
| *3.13. Berechnen Sie die Dichte des Mg2NiH4-Pulvers in g/cm3.* |
| **3 bp** |

# Aufgabe 4 24 bp ≙ 6 rp;

**Was „Gschmackig’s“ aus Tirol**

# A. Der Tiroler Zelten

|  |
| --- |
| *4.1. Berechnen Sie die Summenformel von Substanz* ***W****.* |
| *m*(C) = 70,56g ⟶ *n*(C) = 5,875 mol  *m*(H) = 5,93g ⟶ *n*(H) = 5,871 mol  *m*(O) = 23,51g ⟶ *n*(O) = 1,469 mol  ⟶ Empirische Formel: C4H4O MS ⟶ Summenformel: C8H8O2  **2bp** |

|  |
| --- |
| *4.2. Geben Sie die tatsächliche Strukturformel von Substanz* ***W*** *an.* |
| **2bp** |

|  |
| --- |
| *4.3. Berechnen Sie die Summenformel von Substanz* ***X.*** |
| *m*(C) = 2,4020g ⟶81,03% C⟶ *n*(C) = 6,7468 mol  *m*(H) = 0,2424g ⟶ 8,17% H⟶ *n*(H) = 8,0891 mol  *m*(O) = 0,3200g ⟶10,80% O⟶ *n*(O) = 0,6750 mol  ⟶ Summenformel: C10H12O **3bp** |

|  |
| --- |
| *4.4. Zeichnen Sie die Konstitutionsformel von Substanz* ***X*** *und kennzeichnen Sie das H-Atom, welches das Signal bei 6,06 ppm liefert, durch einen Pfeil in der Struktur.* |
| **2,5bp** |

|  |
| --- |
| *4.5. Schreiben Sie den IUPAC-Namen für Substanz* ***X*** *ohne Stereodeskriptoren auf.* |
| 1-Methoxy-4-(prop-1-enyl)-benzen **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| *4.6. Zeichnen Sie die beiden Konfigurationsformeln von* ***X*** *in die Felder und geben Sie etwaige Stereodeskriptoren an.* | |
| *E-Form:***0,5bp** | *Z-Form:***0,5bp** |

|  |
| --- |
| *4.7. Zeichnen Sie die Konstitutionsformel von Estragol und kennzeichnen Sie welche(s) H-Atom(e) das Signal bei 3,21 ppm liefert/liefern.* |
| **2,5bp** |

# B. Eine „Schale“ Glühwein dazu

|  |
| --- |
| *4.8. Kennzeichnen Sie alle chiralen Zentren im abgebildeten Corilagin mit einem Stern und geben Sie deren absolute Konfiguration eindeutig an, indem Sie die Stereodeskriptoren zu den Atomen schreiben.* |
| http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/structure1/160/mfcd00238565.eps/_jcr_content/renditions/mfcd00238565-medium.png  R  R  S  R  S  Kennzeichnung **1bp**  Konfiguration: **5bp**  Abbildung: Corilagin |

|  |
| --- |
| *4.9. Zeichnen Sie den Heterocyclus des Corilagin in der Haworth-Projektion. Vereinfachen Sie dazu die Struktur wie dargestellt.* |
| *D:\Chemieolympiade\ÖCHO2016\Bewerb\Corilagin_Reste.png* **3bp** |

# Aufgabe 5 35 bp ≙ 10 rp;

**Kleines A bis G der Nickelkomplexe**

|  |
| --- |
| *5.1. Hier finden Sie einige Namen von Komplexen. Sollte einer der oben gegebenen darunter sein, ordnen Sie die richtigen Buchstaben zu. (Falsche Zuordnung bringt Punkteabzug; gesamt aber keine Minuspunkte für diesen Teil)* |
| *Hexaamminnickel(III) \_\_\_\_\_ Hexaaquanickel(II)* C  *Hexaethylendiaminonickel(II) \_\_\_\_\_ Hexanitratonickel(II) \_\_\_\_\_*  *Diammintetraaquanickel(II)* D *Tetraaquaethylendiaminonickel(II)* E  *Tetracarbonylnickel(II) \_\_\_\_\_\_\_ Tetracarbonylnickel(0) G*  **je richtige Zuordnung +0,5bp, je falsche Zuordnung – 0,5 bp, Min 0 bp** |

|  |
| --- |
| *5.2. Geben Sie die vollständige Elektronenkonfiguration des Zentralatoms in diesen Komplexen an.* |
| Ni2+: 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 3d8**1bp** |
| *5.3 Skizzieren Sie ein Energietermschema für die Aufspaltung der d-Orbitale von Ni im oktaedrischen Komplex und entscheiden Sie, welches Magnetverhalten vorliegen sollte.* |
| **2bp**  *X paramagnetisch O diamagnetisch* **0,5bp** |

|  |
| --- |
| *5.4. Ergänzen Sie die fehlenden Angaben und fügen Sie in die oberste Zeile die richtigen Buchstaben des Komplexes (***A***,* **B***,* **C***) ein.* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Komplex | C | A | B | | ΔO/cm-1 | 8500 | 10800 | *13000* | | ΔO/eV | *1,05* | 1,34 | 1,61 | | ΔO/kJ mol-1 | 101,68 | *129,20* | 155,51 |   **Komplexzuordnung erste Zeile 1,5 bp, Energiewerte je 1bp** |

|  |
| --- |
| *5.5. Berechnen Sie die Ligandenfeldstabilisierungsenergie für den Komplex mit* ΔO=10800cm-1 *in der Einheit eV.* |
| *LFSE =* **2bp** |
| *5.6 Sie mussten bei dieser Berechnung die Spinpaarungsenergie P nicht berücksichtigen, weil....(richtige ankreuzen)* |
| O *....es sich um eine Näherung handelt und P vernachlässigbar ist.*  O *...P nur bei den energetisch höher liegenden Orbitalen einer Aufspaltung zu berücksichtigen ist.*  X *...das Ni-Zentralatom im sphärischen Ligandenfeld die gleiche Anzahl gepaarter Spins aufweist.*  O *Stimmt ja gar nicht. Man muss P berücksichtigen und ich habe das auch gemacht.*  **0,5bp** |

|  |
| --- |
| *5.7. Kreuzen Sie richtig an a) den thermodynamisch stabileren Produktkomplex.*  *b) den Namen des Effekts der diese Stabilität bezeichnet* |
| *a)* O *Komplex* **D**[Ni(NH3)2(OH2)4]2+X *Komplex* **E**[Ni(en)(OH2)4]2+ **0,5bp** |
| *b)* O *Inert-pair-effect* X *Chelateffekt*  O *Resonanz* O *Transeffekt* **0,5bp** |

|  |
| --- |
| *5.8. Berechnen Sie die Reaktionsentropien* ΔR*S° für (1) und (2).* |
| *für Reaktion (1)*  **0,5bp**  **1,5bp**  *für Reaktion (2)*  **0,5bp**  **1,5bp** |

|  |
| --- |
| *5.9. Berechnen Sie für Reaktion (3)* ΔR*H°,* ΔR*S° und* ΔR*G°.* |
| Reaktionen: (3) = (2) – (1) **1,5bp**  **1bp**  **1bp**  **1bp** |

|  |
| --- |
| *5.10. Von Komplex* **D**[Ni(NH3)2(OH2)4]2+ *gibt es zwei Stereoisomere. Zeichnen Sie diese mit Hilfe der gegebenen Oktaedergerüste und geben Sie die richtigen Stereodeskriptoren an.* |
| **je 1,5bp**  *trans cis* **je 0,5bp** |

|  |
| --- |
| *5.11. Zeichnen Sie das Λ-Isomere von Komplex* **F**[Ni(en)3]2+ *mit Hilfe des gegebenen Oktaedergerüsts. Stellen Sie zur Vereinfachung das en wie angegeben dar.* |
| *en =*  *Λ* [Ni(en)3]2+ **3bp** |

|  |
| --- |
| *5.12. Zeichnen Sie in das Valenzstrukturschema für Komplex* **G** *ein...* |
| a) *mit ↑ bzw. ↑↓ die Elektronen(paare) des Ni-Zentralatoms* **1,5bp**  *b) mit einem X die von den Ligandenelektronenpaaren besetzten Orbitale.* **0,5bp**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 3d | | | | | 4s | 4p | | | 4d | | | | | |  |  |  |  |  | X | X | X | X |  |  |  |  |  | |
| *5.13. Geben Sie für Komplex* **G** *die Hybridisierung des Ni-Zentralatoms und die sich daraus ergebende Gestalt an.* |
| *Hybrid: \_\_\_\_ sp3 \_\_\_\_\_\_ Gestalt:* O *oktaedrisch* X *tetraedrisch*  O *quadratisch planar* O *trigonal prismatisch*  **1bp** |

|  |
| --- |
| *5.14. Eines der unten angegebenen Molekülorbital-Energietermschemata gibt die richtige Abfolge der Orbitalenergien für CO an. Wählen Sie das richtige Schema, indem Sie dort durch Pfeile die richtige Elektronenbesetzung für CO eintragen. Kennzeichnen Sie außerdem das LUMO deutlich erkennbar.* |
| **richtiges Schema: 2,5 bp richtige Besetzung 1 bp LUMO: 0,5bp** |

# Aufgabe 6 18 bp ≙ 5 rp;

**Bombige Kalorimetrie**

|  |
| --- |
| *6.1. Stellen Sie eine abgestimmte Verbrennungsgleichung einschließlich der Symbole für die Aggregatzustände auf.* |
| C8H8(l) + 10 O2(g) 8 CO2(g) + 4 H2O(l) **1bp** |
| *6.2. Berechnen Sie die molaren Standardverbrennungsenthalpien* Δc*H° von A und B.* |
| *für Verbindung A M*(C8H8) = 104,16  0,7834g 0,007521 mol  **0,5bp**  **1bp**  **2bp** |
| *für Verbindung B* 0,6548g 0,006286 mol  **0,5bp**  **1bp**  **2bp** |
| *6.3. Berechnen Sie die molaren Standardbildungsenthalpien* Δf*H° von A und B. Wenn Sie bei 6.2 kein Ergebnis erhalten haben, verwenden Sie ΔcH°A = -4581 kJ mol-1 und ΔcH°B= -4431 kJ mol-1.* |
| *für Verbindung A*      (289,8 kJ mol-1) **1,5bp** |
| *für Verbindung B*    (139,8 kJ mol-1) **1,5bp** |
| *6.4. Gemäß den Bildungsenthalpien ist eine der beiden Substanzen stabiler gegenüber dem Zerfall in die Elemente als die andere. Dies ist ... (richtig ankreuzen!).* |
| O *Verbindung A* X *Verbindung B* **1bp** |
| *6.5. Gemäß der Hückelregel ist eine der Verbindungen aromatisch. Schreiben Sie in die Klammern die jeweilige Anzahl der π-Elektronen in den Ringsystemen und kreuzen Sie die aromatische Verbindung an.* |
| O *Cyclooctatetraen ( 8 )* X *Styren (6)* **1,5bp** |
| *6.6. Ordnen Sie zu, welche Verbindung welche Probe war, indem Sie A bzw. B richtig einsetzen.* |
| A war Cyclooctatetraen B war Styren **0,5bp** |

|  |
| --- |
| *6.7. Berechnen Sie die Standardverbrennungsenthalpien nach dem Inkrementsystem für Styren.* |
| Δc*H°* = 8·Δc*H*I*°*(C-H) + 4·Δc*H*I*°*(C-C) + 3·Δc*H*I*°*(C=C2C) + Δc*H*I*°*(C=C3C) + Δc*H*I*°*(Ring) + Δvap*H°* =  = 8·(-226,1) - 4·(206,4) - 3·(491,5) – 484,4 – 4,2 + 43,5 =  = -4554 kJ  **3bp** |

|  |
| --- |
| *6.8. Berechnen Sie für beide Kohlenwasserstoffe durch Vergleich der theoretisch erhaltenen und der gemessenen Verbrennungsenthalpien die Stabilisierungsenergie.* |
| *für Cyclooctatetraen*  (19,5 kJ) **0,5bp**  *(auch umgekehrtes Vorzeichen wird akzeptiert)* |
| *für Styren*  *(-123kJ)* **0,5bp**  *(auch umgekehrtes Vorzeichen wird akzeptiert)* |

# Aufgabe 7 26 bp ≙ 7 rp;

**Eine kinetische Mixtur**

# A. Stickoxide

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *7.1. Kreuzen Sie für jede Zeile den richtigen Faktor der Geschwindigkeitsänderung an.* | | | | | | | | | |
| Änderung der Konzentration | Geschwindigkeit ändert sich um den Faktor | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 |  |  |  |  |
| [O2] vervierfacht, [NO] unverändert |  |  | × |  |  |  |  |  |  |
| [O2] unverändert, [NO] vervierfacht |  |  |  |  | × |  |  |  |  |
| [O2] unverändert, [NO] halbiert |  |  |  |  |  |  | × |  |  |
| [O2] halbiert, [NO] vervierfacht |  |  |  | × |  |  |  |  |  |
| [O2] vervierfacht, [NO] halbiert | × |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Zeilen 1 -3: je 0,5 bp; Zeilen 4 und 5: je 1 bp

|  |
| --- |
| *7.2. Berechnen Sie die Aktivierungsenergie der Reaktion.* |
| Alle Ausgangskonzentrationen sind halbiert ⇒ der vorigen Geschwindigkeit **1,5bp**  ⇒ *k* (T2):*k* (T1) = 8:1  ⇒ ⇒ kJ **1bp** |

# B. Die Iodierung von Aceton

|  |
| --- |
| *7.3. Berechnen Sie die Stoffmenge von Aceton in 1,00 L (= „Konzentration von Ac“).* |
| g·mol-1; 1 L hat 790 g ⇒ **mol·L-1 1,5bp** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *7.4. Füllen Sie die folgende Tabelle vollständig aus, indem Sie die Anfangskonzentrationen der Reaktanten und die Reaktionsgeschwindigkeiten in den vier Versuchen berechnen.* | | | | |
| **Versuch** | ***c* (H3O+) mol·L-1** | ***c* (I2) mol·L-1** | ***c* (Aceton) mol·L-1** | ***v* in mol·L-1.s-1** |
| **1** | **0,784** | **1,515·10-3** | **1,36** | **3,86·10-5** |
| **2** | **0,392** | **1,515·10-3** | **1,36** | **1,89·10-5** |
| **3** | **0,784** | **1,010·10-3** | **1,36** | **3,89·10-5** |
| **4** | **0,784** | **1,515·10-3** | **1,02** | **2,86·10-5** |

**Für jede (unterschiedliche Konzentration): 0,25bp; für jedes *v* : 0,5bp**

|  |
| --- |
| *7.5. Schreiben Sie die Gleichung des differentiellen Geschwindigkeitsgesetzes für die Iodierung von Aceton mit den richtigen ganzzahligen Reaktionsordnungen auf.* |
| **2bp** |

|  |
| --- |
| *7.6. Berechnen Sie einen Mittelwert der Geschwindigkeitskonstanten mit der richtigen Einheit.* |
| L·mol-1·s-1  L·mol-1·s-1  L·mol-1·s-1  ⇒ **L·mol-1·s-1 2bp**  L·mol-1·s-1 |

|  |  |
| --- | --- |
| *7.7. Kreuzen Sie alle Reaktionen an, die aufgrund des Geschwindigkeitsgesetzes der GBS sein könnten.* **2bp** | |
| X |  |
|  |  |
| X |  |
|  |  |

**C. Der Rice-Herzfeld-Mechanismus**

|  |
| --- |
| *7.8. Schreiben Sie eine abgestimmte Pyrolysegleichung auf.* |
| CH3CHO → CH4+ CO **0,5bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| *7.9. Schreiben Sie die Formeln der instabilen Teilchen in den Kettenfortsetzungsreaktionen in die beiden Kästchen.* | |
| ⦁CH3 **1bp** | CH3CO⦁ **1bp** |

|  |
| --- |
| *7.10. Beweisen Sie unter der Annahme eines quasi-stationären Zustands für die instabilen Teilchen in den Kettenfortsetzungsreaktionen das oben angegebene differentielle Geschwindigkeitsgesetz* |
| **1bp**  **1bp**  **1bp**  Addieren der beiden letzten Gleichungen: **1,5bp**  einsetzen in die erste Gleichung ergibt:  q.e.d. **1bp** |

|  |
| --- |
| *7.11. Schreiben Sie einen Zusammenhang zwischen kEXP und den Geschwindigkeits-konstanten der Teilschritte auf.* |
| **1bp** |

# Aufgabe 8 31 bp ≙ 8 rp;

**Noch eine Reise: Elektrochemie mit Gleichgewicht**

**A. Noch ein Metall: Chrom**

-0,90

1.72

1,35

1,33

2.10

0.55



–0.42

0.95

–0.74



–1.33

–0,72

–0.72

Cr(V)

Cr(IV)

Cr3+

Cr2+

Cr

Cr

Cr(OH)3

Cr(OH)4–

–0.11

–1.33

|  |
| --- |
| *8.1. Berechnen Sie die drei fehlenden -Werte und schreiben Sie die Ergebnisse zu den entsprechenden Linien.* |
| V  V  V **3bp** |

|  |
| --- |
| *8.2. Sind Cr(V) und Cr(IV) stabil gegenüber Disproportionierung? Begründen Sie Ihre Antwort durch Angabe von Ungleichungen.* |
| Cr(V) instabil, weil >  Cr(IV) instabil, weil > **2bp** |

|  |
| --- |
| *8.3. Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante für die Disproportionierung von Cr(II) bei 25°C.* |
| 3 Cr2+ ⇄ 2 Cr3+ + Cr0 **1bp**  V **1bp**  ⇒  **2bp** |

|  |
| --- |
| *8.4. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von Cr(OH)3 bei 25°C.* |
| Cr(OH)3 ⇄ Cr3+ + 3 OH- **1bp**  bei *pH* = 14 ist ⇒ **1bp**    ⇒ -30 ⇒  **2bp** |

|  |
| --- |
| *8.5. Berechnen Sie die Löslichkeit von Cr(OH)3 bei 25°C. Sollten Sie bei 8.4. keinen Wert erhalten haben, so verwenden Sie 1,0·10-28 (das ist natürlich nicht der richtige Wert!).* |
| mit x mol·L-1 Cr3+ ergeben sich 3x mol·L-1 OH-  ⇒  **mol·L-1  2bp** |

**B. Das Voltameter**

|  |
| --- |
| *8.6. Welche Produkte scheiden sich an der Platin-Kathode bzw. Platin-Anode ab? Begründen Sie durch Vergleich aller möglichen Zersetzungsspannungen.* |
| Es scheiden sich H2 (an der Kathode) und O2 (an der Anode) ab, weil dieses Paar die kleinste Zersetzungsspannung benötigt.  H2/O2: V  H2/SO42-: V  K/O2: V  K/ SO42-: V **3bp** |

|  |
| --- |
| *8.7 Schreiben Sie eine abgestimmte Brutto-Elektrolysegleichung auf.* |
| 2 H2O → 2 H2 + O2 **0,5bp** |

|  |
| --- |
| *8.8. Berechnen Sie die Stoffmengen der beiden abgeschiedenen Produkte und daraus das Gesamtvolumen des Gases in der linken Röhre der Abbildung.* |
| **mol 1bp**  **mol 0,5bp**  m3 **1bp**  **mL** |

**C. Eine Säurekonstante und ihre Folgen**

|  |
| --- |
| *8.9. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der gesättigten Lösung von Benzencarbonsäure in der Einheit mol·cm-3.* |
| g·mol-1  mol·L-1  **= 2,38·10-5 mol·cm-3 1bp** |

|  |
| --- |
| *8.10. Berechnen Sie den Protolysegrad der Benzencarbonsäure in der gesättigten Lösung und die Protolysekonstante der Säure.* |
| = 382,4 S·cm2·mol-1 **1bp**  S·cm2·mol-1 **1bp**  **1bp**  **1bp** |

|  |
| --- |
| *8.11. Berechnen Sie das Volumen der NaOH, das der Student titrieren müsste, wenn das Ergebnis von 8.9. richtig ist.* |
| ⇒  **mL 1bp** |

|  |
| --- |
| *8.12. Berechnen Sie den pH-Wert, den die Lösung am Endpunkt der Titration haben muss.* |
| Es liegt nur Na-Benzoat vor: mol·L-1 **1bp**  **1bp**  ⇒  **2bp** |