Platznummer:

**Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer am Landeswettbewerb 2016!**

* Sie dürfen als Hilfsmittel für den theoretischen Wettbewerb einen nicht programmierbaren Taschenrechner und das mitgelieferte Periodensystem, auf dessen Rückseite Formeln und Konstanten angegeben sind, verwenden. Rechnen Sie mit allen Stellen der Formeln und der Molmassen in diesem PSE.
* Schreiben Sie Ihre Nummer in das Feld oben! Geben Sie dieses Aufgabenheft (18 Seiten Aufgaben mit diesem Titelblatt) ab. Nehmen Sie das Heft nicht auseinander! Sie haben auch Konzeptpapier zur Verfügung, dieses wird nicht abgesammelt und nicht bewertet!
* Sollten Sie allerdings in ein Antwortkästchen etwas Falsches geschrieben haben, dann schreiben Sie die richtige Antwort auf Konzeptpapier. Markieren Sie dabei genau, zu welchem Antwortkästchen dies gehört und geben Sie dieses Papier mit Ihrer Platznummer zusätzlich ab.
* Unterstreichen Sie im Fall eines Rechenbeispiels das gefragte Endresultat.
* Bedenken Sie, dass physikalische Größen Einheiten besitzen (können). Sollten bei Endresultaten Einheiten fehlen oder falsch sein, wird es trotz „richtiger“ Zahl zu Punkteabzügen kommen.
* Bedenken Sie, dass jedes Beispiel leichte und schwierige Abschnitte hat, wobei die leichteren Teile ohne weiteres nach einem schwierigen Abschnitt kommen können. Dies gilt in besonderer Weise für die Aufgabe aus anorganischer Chemie.
* Es ist daher anzuraten, sich jede Aufgabe bis zum Ende durchzulesen, umso mehr, als Beispielteile auch voneinander weitgehend unabhängig sein können.
* Sie haben für den gesamten theoretischen Wettbewerbsteil 180 Minuten Zeit. Die späteste Abgabezeit wird auf die Tafel geschrieben.

**Problem A – 10 Punkte**

**1. Teil: Multiple Choice ohne Rechnungen**

Kreisen Sie den jeweiligen Buchstaben der richtigen Antwort ein.

1. Welches der folgenden Moleküle hat kein Dipolmoment?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | HCN | b | CH2Cl2 | c | SO2 | d | CO2 | e | H2O |

2. Wir betrachten ein Arsen-Atom im Grundzustand. Wie viele Elektronen sind in allen p-Orbitalen?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | 3 | b | 6 | c | 12 | d | 15 | e | 18 |

3. Ein Metall löst sich unter Gasentwicklung in 3,0 M NaOH. Es entsteht eine farblose Lösung. Bei Neutralisation der Lösung entsteht ein gallertiger Niederschlag. Um welches Metall handelt es sich?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | Al | b | Ag | c | Cu | d | Mg | e | Ni |

4. Die folgenden Moleküle haben die allgemeine Formel XYn. Welches davon hat den größten Y – X – Y- Bindungswinkel?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | NH3 | b | CH4 | c | BF3 | d | SCl2 | e | SF6 |

5. Welcher der folgenden Feststoffe ist am besten in Wasser von 25℃ löslich?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | AgNO3 | b | CaCO3 | c | PbO | d | ZnS | e | Fe(OH)3  |

**2. Teil: Multiple Choice mit kurzen Rechnungen**

Kreisen Sie den jeweiligen Buchstaben der richtigen Antwort ein.

6. Konzentrierte Flusssäure besteht zu 48 Massenprozent aus HF und hat eine Dichte von *ρ* = 1,17 g/mL. Die Stoffmengenkonzentration von konzentrierter Flusssäure ist:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | 24 mol/L | b | 11,7 mol/L | c | 4,8 mol/L | d | 28,1 mol/L | e | 14,0 mol/L |

7. Man mischt 25,0 mL einer 6,0 M HCl mit 45,0 mL einer 3,0 M HNO3. Wie groß ist die molare Konzentration an H3O+ in der entstandenen Lösung?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | 1,9 M | b | 2,1 M | c | 4,1 M | d | 4,5 M | e | 0,8 M |

8. In einem geschlossenem Behälter befinden sich 4,0 mol Sauerstoff und 2,0 mol Stickstoff bei einer Temperatur *TA*. Es werden 2,0 mol Sauerstoff entfernt, der Druck bleibt konstant. Welcher Ausdruck gibt die Endtemperatur *TE*, ausgedrückt als Funktion der Anfangstemperatur *TA* korrekt wieder?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | $T\_{E}=\frac{3}{2}∙T\_{A}$  | b | $T\_{E}=2∙T\_{A}$  | c | $T\_{E}=\frac{2}{3}∙T\_{A}$  | d | $T\_{E}=3∙T\_{A}$  | e | $$T\_{E}=T\_{A}$$ |

9. Die Energie, die man benötigt, um ein Mol H-H-Bindungen zu spalten, beträgt 436 kJ. Welche Wellenlänge muss Licht haben, das eine einzelne H-H-Bindung spalten kann?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | 122 nm | b | 132 nm | c | 274 nm | d | 656 nm | e | 722 nm |

10. Eine Mischung aus 0,50 mol H2-Gas und 1,3 mol Ar-Gas befindet sich in einem Behälter mit dem Volumen 4,82 L. Die Gasmischung im geschlossenen Behälter wird auf 50,0 °C erhitzt. Wie groß ist der Partialdruck von H2 im Behälter?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | 1,5 bar | b | 9,9 bar | c | 7,2 bar | d | 2,8 bar | e | 15 bar |

**Problem B –5 Punkte**

**Einfache Rechnungen**

**1. Stöchiometrie aus Luftfahrt und Raumfahrt**

Natriumchlorat ist in chemischen Sauerstoffgeneratoren enthalten, wie sie sich in Passagiermaschinen über jedem Sitz befinden. Sie sind über einen Schlauch mit einer Sauerstoffmaske verbunden. Bei Druckverlust fallen diese Masken aus einer kleinen Kammer über dem Sitz. Der Sauerstoffgenerator wird durch Heranziehen der Maske aktiviert, dabei zerfällt NaClO3 in O2  und NaCl.

Ein Mensch unter Stress benötigt in 15 Minuten für die Atmung 38,0 L Sauerstoff

|  |
| --- |
| *a) Stellen Sie eine abgestimmte Reaktionsgleichung für den Zerfall von NaClO3 auf.* |
|  |
| *b) Berechnen Sie die Mindestmasse an Natriumchlorat, die zur Erzeugung von 38,0 L O2 benötigt werden (p = 100 kPa, T = 293 K).* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

**2. Elektrochemie: Messung der Avogadrokonstante**

Zur Bestimmung der Avogadro-(Loschmidt)-Konstante wird die Elektrolyse einer 0,5 M H2SO4 mit Kupferelektroden durchgeführt. Dabei geht Kupfer an der Anode in Form von Cu2+-Ionen in Lösung, während an der Kathode H2-Gas freigesetzt wird. Es wurde 1802 Sekunden mit einem Strom von 0,601 A bei 100%-iger Stromausbeute elektrolysiert.

Die Massenabnahme an der Anode betrug 0,3554 g.

|  |
| --- |
| *a) Schreiben Sie abgestimmte Gleichungen für die Elektrodenreaktionen auf.* |
|  *Kathode:* |
|  *Anode:* |
| *b) Berechnen Sie aus den gegebenen Daten die Avogadrokonstante.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

**3. Etwas Thermodynamik**

Die Schmelzwärme von Eis beträgt 6,012 kJ∙mol-1.

Die spezifische Wärmekapazität von H2O beträgt 4,184 J∙g-1∙K-1.

|  |
| --- |
| *Berechnen Sie die Masse an Eis mit 0,0°C, die man zu 100 g H2O zugeben muss, damit dieses von 25°C auf 0,0° C abgekühlt wird.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

**Problem C – 11 Punkte**

**Physikalische Chemie**

1. **Thermochemie und Gleichgewicht**

Ammoniumhydrogensulfid NH4HS (s) ist eine instabile Verbindung, die leicht in NH3(g) und H2S(g) zerfällt:

 NH4HS(s) ⇌ NH3(g) + H2S(g)

Folgende thermodynamischen Daten (bei 25°C) sind gegeben:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Verbindung | *ΔBHO* in kJ∙mol-1 | *SO* in J∙mol-1∙K-1 |
| NH4HS(s) | -156,9 | 113,4 |
| NH3(g) | -45,9 | 192,6 |
| H2S(g) | -20,4 | 205,6 |

|  |
| --- |
| *a) Berechnen Sie für obige Reaktion* $Δ\_{R}H^{O}$*,* $Δ\_{R}S^{O}$ *und* $Δ\_{R}G^{O}$ *bei 25°C.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |
| *b) Berechnen Sie für obige Reaktion Kp bei 25°C.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |
| *c) Berechnen Sie für obige Reaktion Kp bei 35°C unter der Annahme, dass* $Δ\_{R}H^{O}$ *und* $Δ\_{R}S^{O}$ *in diesem Temperaturbereich von der Temperatur unabhängig sind.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

Nehmen Sie an, dass 1,00 mol NH4HS(s) in einen Behälter mit *V* = 25,00 L, der zuvor evakuiert worden war, eingebracht wurden.

|  |
| --- |
| *d) Berechnen Sie den Gesamtdruck im Behälter, wenn die Zersetzungsreaktion bei 25°C das Gleichgewicht erreicht (das Volumen des Feststoffs ist vernachlässigbar).* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |
| *e) Berechnen Sie die Stoffmengen aller 3 Reaktanten im Gleichgewicht. Sollten Sie bei d) keinen Wert erhalten haben, rechnen Sie mit pG = 0,6 bar weiter.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

1. **Protolysegleichgewichte**

10 mL einer HCl-Lösung (*c0* = 0,10 mol/L, *pKa* = -6,00) werden mit Natronlauge
(*c* = 0,050 mol/L) gemischt.

|  |
| --- |
| *f) Berechnen Sie die pH-Werte der ursprünglich eingesetzten Lösungen.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |
| *g) Berechnen Sie die pH-Werte der Mischungen, die nach Zugabe von 10 mL, 20 mL bzw. 30 mL NaOH zu 10 mL HCl entstanden sind.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

Anschließend wird das Experiment statt mit HCl mit Propansäure (*c0* = 0,10 mol/L,
*pKa* = 4,88) durchgeführt.

|  |
| --- |
| *h) Berechnen Sie den pH-Wert der ursprünglich eingesetzten Propansäure.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

|  |
| --- |
| *i) Berechnen Sie die pH-Werte der Mischungen, die nach Zugabe von 10 mL, 20 mL bzw. 30 mL NaOH zu 10 mL Propansäure entstanden sind.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

**Problem D – 12 Punkte**

**Anorganische Chemie - Mangan mag man ...**

Zu den Nebengruppenelementen, die auch schon Einsteiger/innen und gut bekannt sind, zählt sicher das Mangan. Seine Weltjahresproduktion beträgt einige zehn Megatonnen, der Großteil davon wird für Legierungen insbesondere mit Eisen verwendet.

Wichtige Manganerze sind der **Manganspat**, der **Hausmannit** und der **Rhodonit**. Manganspat ist Mangan(II)-carbonat. Hausmannit hat einen Mangangehalt von 72,03% (*w*/*w*). Rhodonit enthält neben 41,93 % Mn und 36,63% O noch das Element **X** im Stoffmengenverhältnis 1:1 zu Mn.

|  |
| --- |
| *a) Geben Sie die Formel für Manganspat an.*  |
|  |
| *b) Zeigen Sie durch eine Rechnung, dass Hausmannit die Formel Mn3O4 besitzt.*  |
|  |
| *c) Berechnen Sie die Formel von Rhodonit.*  |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

Wird das Mangan direkt in eine Legierung überführt, so zum Beispiel in sogenanntes Ferromangan, so kann es durch eine gemeinsame Verhüttung von Eisen- und Manganerzen gewonnen werden.

|  |
| --- |
| *d) Berechnen Sie die Masse an Hausmannit, die zur Produktion von 1 Tonne Ferromangan mit 45%-Mangangehalt erforderlich ist.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

Im Folgenden sind zehn Umwandlungen von Mangan und seinen Verbindungen in Form unfertiger und nicht abgestimmter chemischer Gleichungen gegeben.

|  |
| --- |
| *e)* *Ihre Aufgabe:*1. *Vervollständigen Sie die Gleichungen, indem Sie aus der Tabelle die richtigen Formeln auf die* ***langen*** *Linien schreiben. Beachten Sie dabei, dass jede Formel nur einmal in eine Gleichung geschrieben werden darf und dass in den Gleichungen nur dort Formeln fehlen, wo Linien dies andeuten.*
2. *Stimmen Sie die fertigen Gleichungen ab, indem Sie die richtigen Koeffizienten (auch 1) auf die* ***kurzen*** *Linien schreiben.*
 |

|  |  |
| --- | --- |
| Ausgangsstoffe | Endstoffe |
| H2SO4 | Al | NaOH | AgCl | NaCl | H2SO4 |
| H3PO4 | K2C2O4 | H2O | KCl | K2SO4 | Al2O3 |
| Cl2 | AgNO3 | H2O | H2 | KOH | H2O |
| HCl |  | H2O | O2 |  | Cl2 |

(1) \_\_\_ MnO2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ Mn + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(2) \_\_\_ Mn + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ MnCl2

(3) \_\_\_ Mn + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ MnSO4 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(4) \_\_\_ MnO2 → \_\_\_ Mn2O3 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(5) \_\_\_ MnCl2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ Mn(OH)2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(6) \_\_\_ MnCl2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ Mn(NO3)2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(7) \_\_\_ MnSO4 + \_\_\_ K2S2O8 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_→\_\_\_ KMnO4 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(8) \_\_\_ KMnO4 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ MnCl2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_ + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_ + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_

(9) \_\_\_ KMnO4 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_ →\_\_\_ MnO2 + \_\_\_ CO2 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(10) \_\_\_ Mn2O3 + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ + \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_ → \_\_\_ [Mn(OH2)6]PO4

|  |
| --- |
| *f) Kreuzen Sie richtig an:* *Die Koordinationsverbindung in Gleichung (10) heißt*🞏 *Pentaaquamangan(III)-phosphat*🞏 *Hexahydroxidomangan(III)-phosphat*🞏 *Hexaaquamangan(II)-phosphat*🞏 *Hexaaquaphosphatomanganat(III)*🞏 *Hexaaquamangan(III)-phosphat* *Die Reaktion in Gleichung (3) ist eine* 🞏 *Säure-Base-Reaktion* 🞏 *Redoxreaktion* 🞏 *Komplexbildung* 🞏 *Fällungsreaktion* *Die Reaktion in Gleichung (5) ist eine* 🞏 *Säure-Base-Reaktion* 🞏 *Redoxreaktion* 🞏 *Komplexbildung* 🞏 *Fällungsreaktion* |

Für die Praxis im Labor sind besonders die verschiedenen Oxidationsstufen von Mangan in seinen Verbindungen interessant. So kennt man vier Tetraoxomanganat-Ionen (MnO4*n*−) die je nach Oxidationsstufe des Mn-Zentralatoms verschiedene Fraben haben: +IV – braun; +V – blau; + VI – grün; + VII – violett.

|  |
| --- |
| *g) Kreuzen Sie für jede gegebene Verbindung die richtige Farbe an*K2MnO4🞏 braun 🞏 blau 🞏 grün 🞏 violett CaMnO4🞏 braun 🞏 blau 🞏 grün 🞏 violett Na3MnO4🞏 braun 🞏 blau 🞏 grün 🞏 violett NaMnO4🞏 braun 🞏 blau 🞏 grün 🞏 violett |

In saurer Lösung ist das Permanganat-Ion ein ziemlich starkes Oxidationsmittel. Diese Eigenschaft und seine prominente Eigenfarbe eröffnen die Möglichkeit, es in einer manganatometrischen Titration als Titrationsmittel einzusetzen.

Für eine Reihe solcher Titrationen wurde zunächst eine KMnO4-Lösung mit c = 0,0200 mol/L bereitet.

Mit Hilfe dieser Permanganat-Lösung konnte nun eine Bleibestimmung durchgeführt werden. 1,631 g einer Bleiacetatprobe unbekannten Kristallwassergehalts wurden in Wasser gelöst und die Lösung wurde auf ca. 200 mL aufgefüllt. Die Lösung wurde dann in der Siedehitze mit gesättigter Oxalsäurelösung im Überschuss versetzt, wodurch Blei(II)-oxalat PbC2O4 ausfiel. Dieser Niederschlag wurde nach dem Abkühlen abfiltriert und gewaschen.

Der Trichter samt Filter und Niederschlag wurde auf einen Messkolben gesetzt und der Oxalat-Niederschlag mehrmals mit heißer 1M H2SO4 übergossen. Das klar ablaufende Filtrat wurde gesammelt und in einem Maßkolben auf 250,0 mL aufgefüllt. Im Filter verblieb ein weißer Niederschlag, der jedoch kein Oxalat mehr enthielt.

Aus dem Maßkolben wurden nun Aliquote von je 50,00 mL entnommen und deren Oxalatgehalt durch Titration mit der Kaliumpermanganatlösung bestimmt. Der durchschnittliche Titrationsverbrauch betrug 17,2 mL.

Die Titrationsreaktion erfolgt nach folgender Gleichung:

2 MnO4− + 5 C2O42− + 16 H+ → 2 Mn2+ + 10 CO2 + 8 H2O

|  |
| --- |
| *h) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für das Behandeln des Bleioxalat-niederschlags mit der Schwefelsäure an.* |
|  |
| *i) Berechnen Sie die Oxalatmenge im gesamten Maßkolben.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |
| *j) Berechnen Sie den Kristallwassergehalt der Bleiacetatprobe (Pb(CH3COO)2⋅xH2O).* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |

**Problem E – 6 Punkte**

**Strukturermittlung**

Die folgenden 5 Abbildungen zeigen die 1H-NMR von 5 organischen Verbindungen. Zur Beantwortung der danach gestellten Fragen steht eine Tabelle der chemischen Verschiebungen zur Verfügung. Die Zahlen bei den Peaks entsprechen den Peakflächen und damit dem Verhältnis der H-Kerne, die diesen Peak erzeugen.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Struktur | δ(ppm) | Struktur | δ(ppm) | Struktur | δ(ppm) |
| -CHn- | 1 - 2 | R-CHO | 9,5 – 10 | Aromaten-H | 6 – 8 |
| -CH2-X | 2 - 3 | R-CO-OCH3 | 3,5 – 4,0 | aromat. Amine | 2,5 - 5 |
| CH3O- | ≈3,5 | R-COOH | 10 - 12 | Phenol-H | 4 - 8 |

|  |
| --- |
| *Zeichnen Sie Konstitutionsformeln der jeweiligen Verbindungen in die Kästchen bei den Spektren A bis E.* |

Spektrum A: C3H5ClO2



3

1

1

Spektrum B: C4H7BrO2

1

3

3

Spektrum C: C4H7BrO2



3

2

2

Spektrum D: C4H7BrO2



6

1

Spektrum E: C4H8O3



2

1

2

3

**Problem F – 16 Punkte**

**Organische Synthese**

(-)-Phellandral ist ein Terpen des Eukalyptusöls. Es wird durch Tollens-Reagenz (ammonialkalische Silbernitratlösung) zur (-)-Phellandrensäure oxidiert, die unter Aufnahme von nur 1 mol Wasserstoff in Dihydrophellandrensäure übergeht.

Die Elementaranalyse von Phellandral liefert folgende Werte: 78,95 % C, 10,50 % H, der Rest ist Sauerstoff. Die Molmasse liegt unter 200 g/mol.

|  |
| --- |
| *a)* *Berechnen Sie die Summenformel von Phellandral.* |
|  *Berechnung mit Resultat:*  |
| *b) Berechnen Sie die Anzahl an Doppelbindungsäquivalenten.* |
|  *Berechnung mit Resultat:* |
| *c) Welche funktionelle Gruppe und welche Strukturelemente (Ringschluss, Mehrfach-bindungen) enthält Phellandral?* |
|  |

Um die Struktur von Phellandral zu bestimmen, wurde eine Totalsynthese durchgeführt. Einige Hinweise zum Schema auf der nächsten Seite:

* Alle Strukturen sind monocylisch.
* **B** ist das sterisch weniger gehinderte Produkt (das andere Konstitutionsisomere wird nicht weiter verwendet).
* **C** gibt mit Fe3+-Ionen eine Farbreaktion.
* **E** reagiert mit 2,4-Dinitrophenylhydrazin
* **I** heißt mit dem Trivialnamen Phellandrensäure.



1.

2. H+/H2O

|  |
| --- |
| *d) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln der Verbindungen* ***A – K*** *und* *markieren Sie in der Strukturformel von K (Phellandral) das chirale Zentrum mit \*.* |
| **A** | **B** | **C** |
| **D** | **E** | **F** |
| **G** | **H** | **I** |
| **J** | **K** |  |

|  |
| --- |
| *e) Geben Sie für die folgenden Reaktionsschritte an, ob es sich um eine nucleophile Substitution (SN), eine elektrophile Substitution (SE), eine nucleophile Addition (AN), eine Hydrolyse (Hy), eine Oxidation (Ox) oder eine Reduktion (Red) handelt.* |
|  *Benzen→A:* | *A→B:* |
|  *B→C:* | *C→D:* |
|  *D→E:* | *E→F:* |
|  *H→I:* | *J→K:* |
| *f) In welchem Syntheseschritt tritt die Chiralität zum 1. Mal auf?* |
|  *Schritt:* |
| *g) Zeichnen Sie für diesen Schritt die beiden möglichen Isomere, die entstehen können.* |
|  |  |
| *h) Natürliches (-)-Phellandral hat die S-Konfiguration. Zeichnen Sie die entsprechende Konfigurationsformel.* |
|  |

Die katalytische Hydrierung von (-)-Phellandrensäure liefert ein Gemisch aus 2 optisch inaktiven Isomeren.

|  |
| --- |
| *i) Zeichnen Sie Konfigurationsformeln dieser Isomeren. In welchem stereochemischen Verhältnis stehen die beiden Isomeren?* |
|  |  |
| *Isomeriebeziehung:* |