**Problem A - 10 rp ≙ 26 bp;**

**Multiple Choice**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | **a** | NaCl | **b** | FeSO4 | **c** | CH3COOH | **d** | CH3CH2OH | **e** | K2CO3 | **1,5bp** |
| 2. | **a** | AgNO3 | **b** | CH4O | **c** | CNa2O3 | **d** | C2H3Cl | **e** | C2H6O | **1,5bp** |
| 3. | **a** | Chlor | **b** | Fluor | **c** | Natrium | **d** | Phosphor | **e** | Beryllium | **2bp** |
| 4. | **a** | NH3(aq) | **b** | HCl(aq) | **c** | NaOH(aq) | **d** | KCl(aq) | **e** | Na2SO4(aq) | **2bp** |
| 5. | **a** | Fe3+ | **b** | Ni2+ | **c** | Ti4+ | **d** | V2+ | **e** | Mn2+ | **2bp** |
| 6. | **a** | Cu | **b** | Cu und Sn | **c** | Mg | **d** | Mg und Zn | **e** | Zn und Sn | **2bp** |
| 7. | **a** | 6,02·1023 | **b** | 4,93·1022 | **c** | 9,43·1022 | **d** | 3,94·1022 | **e** | 3,49·1022 | **3bp** |
| 8. | **a** | 105,4 | **b** | 201,3 | **c** | 242,5 | **d** | 284,7 | **e** | 303,6 | **3bp** |
| 9. | **a** | CH4 | **b** | C2H4 | **c** | C2H6 | **d** | C3H8 | **e** | C3H6 | **3bp** |
| 10. | **a** | 7,4·10-5 | **b** | 5,9·10-5 | **c** | 4,7·10-5 | **d** | 3,7·10-5 | **e** | 1,85·10-5 | **3bp** |
| 11. | **a** | 8,88 | **b** | 4,45 | **c** | 0,296 | **d** | 0,0741 | **e** | 0,148 | **3bp** |

**Problem B – 14 rp ≙ 35 bp;**

**Arsen und Spitzenhäubchen**

|  |
| --- |
| a) Geben Sie die Oxidationszahl von Arsen in As2O3 an: +3 **1bp** |

|  |
| --- |
| b) Geben Sie die Namen oder Symbole der Elemente **X** und **Y** sowie die Formel von Misspickel an. Begründen Sie, indem Sie die Berechnung zeigen. |
| **X**: Fe **1bp** **Y**: S **1bp** Misspickel: FeAsS **1bp** |
| Berechnung:  *M*(Arsenkies) =  *M*(X) =  *M*(Y) = |

|  |
| --- |
| c) Geben Sie die Formeln von **A** , **B**, **C** und **D** an. |
| **A**: Fe2O3 **1bp** **B**: SO2 **1bp** **C**: SO3 **1bp** **D**: H2SO4 **1bp** |
| d) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für das Rösten von Arsenkies an:  2 FeAsS + 5 O2 → Fe2O3 + As2O3 + 2 SO2 **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| e) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für die Bildung der Säure H3AsO3 aus As2O3 an:  As2O3 + 3 H2O → 2 H3AsO3 **1,5bp** | |
| f) Zeichnen Sie eine Lewis-Struktur für die Säure:  **2bp** | g) Welche Geometrie erwarten Sie rund um das As-Atom: linear, trigonal pyramidal, quadratisch planar, tetraedrisch oder oktaedrisch?  trigonal pyramidal **1,5bp** |

|  |
| --- |
| h) Welche zwei der angegebenen Verbindungen können in dieser Weise eingesetzt werden? Kreisen Sie die beiden Strukturen ein.  **1bp 1bp** |

|  |
| --- |
| i) Für den Einsatz in der Medizin ist gute Wasserlöslichkeit wünschenswert. Welche der beiden Verbindungen von vorher bleibt unter diesen Voraussetzungen noch? Schreiben Sie einen Buchstaben aus a) bis e):  **c) 1,5bp** |

|  |
| --- |
| j) Geben Sie abgestimmte Gleichungen für folgende Vorgänge in dieser Apparatur an, |
| die Erzeugung von Wasserstoff: Zn + H2SO4 → ZnSO4 + H2 **1,5bp** |
| die Reduktion von Arsenik zur Arsen-Wasserstoffverbindung:  As2O3 + 6 H2 → 2 AsH3 + 3 H2O **2,5bp** |
| die Thermolyse dieser Verbindung: 2 AsH3 → 3 H2 + 2 As **1,5bp** |
| die Reaktion in der Wasserstoff-Flamme: 2 H2 + O2 → 2 H2O **1bp** |

|  |
| --- |
| k) Welche Masse Arsen waren in der Leiche? Zeigen Sie die Berechnung!  Um welchen Faktor war die nachgewiesene As-Masse höher als normal? |
| *m*(As) = 2,09 g **2bp** Faktor: 298 **1bp** |
| Berechnung:  Im Magen:  In der Leiche:  0,0001 Promille von 70 kg: |

|  |
| --- |
| l) Wenn 100 mL der fertigen Medizin einzunehmen sind, bis zu welcher Potenz ist die Urtinktur zu verdünnen, damit die verabreichte Dosis nur 1/100 der tödlichen Dosis beträgt? |
| Potenz = D4 **2bp** |
| Berechnung:  100 mL der Urtinktur enthalten 2,06 g As2O3; der tödlichen Dosis = 1 mg  liegt zwischen D3 und D4 |

|  |
| --- |
| m) Berechnen Sie die Masse (in g) von As2O3, die in 100 mL der D30-Potenz von Arsenicum Album vorhanden sind. |
| *m* = 2,06·10-30 g **2bp** |
| Berechnung: |

|  |
| --- |
| n) Wie viel Geld müsste man ausgeben, um im Mittel 1 Atom Arsen gekauft zu haben? |
| Preis: ≈ 2,51 Milliarden € **3bp** |
| Berechnung:  100 mL (5 Flaschen) enthalten 2,06·10-30 g, mit *M* (As2O3) = 197,84 g/mol sind das  2,0825·10-32  mol As  Atome As |

**Problem C – 13 Punkte ≙ 33 bp;**

**Gleichgewicht und Thermochemie**

**1. Rund um die Essigsäure**

|  |
| --- |
| a) Berechnen Sie die Stoffmenge Ethin, die in diesem Ansatz umgesetzt wurde. |
| *n* (Ethin) = 5,03·104 mol **2bp** |
| Berechnung:  mol |

|  |  |
| --- | --- |
| b) Berechnen Sie die molare Konzentration an Essigsäure in Lösung **B**. | |
| *c* (Essigsäure in **B**) = 2,34·10-2 mol/L (vereinfacht: 2,28 ·10-2 mol/L) **4bp bzw. 3bp** | |
| Berechnung: | Vereinfacht: |

|  |
| --- |
| c) Berechnen Sie die molare Konzentration an Essigsäure in Lösung **A**. |
| c(Essigsäure in **A**) = 9,35 mol/L (vereinfacht: 9,10 mol/L) **2bp** |
| Berechnung: |

|  |
| --- |
| d) Geben Sie die Konzentration der Lösung **A** in Massenprozent an. |
| % **A** = 53,0% (vereinfacht: 51,6%) **2bp** |
| Berechnung:  (546 g/L)  (0,5156) |

|  |
| --- |
| e) Berechnen Sie für obigen Ansatz die Ausbeute an Essigsäure bezogen auf die eingesetzte Menge Ethin. |
| Ausbeute: 26,3% (vereinfacht: 25,7%) **2bp** |
| Berechnung:  52,98% von 1500 kg = 794,7 kg HAc (51,56% von 1500 kg = 773,37 kg HAc),  das sind 13,23 kmol (12,89 kmol)  () |

|  |
| --- |
| f) Berechnen Sie den pH-Wert dieser Lösung **C**. |
| pH = 4,66 **3,5bp** |
| Berechnung:  HAc gemischt mit NaOH ergeben:  1,25 mmol HAc und 1 mmol NaAc, eine Pufferlösung: |

|  |
| --- |
| g) Berechnen Sie den pH-Wert dieser Lösung **D**. |
| pH = 11,8 **3,5bp** |
| Berechnung:  HAc gemischt mit NaOH ergeben:  2,25 mmol NaAc und 0,75 mmol OH- (OH- durch Ac- -Hydrolyse ist vernachlässigbar): |

**2. Zersetzung von Ethen**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| W | Die Bildungsenthalpie des Elementes Wasserstoff ist deshalb von Null verschieden, weil die Temperatur 1000 K und nicht 298 K beträgt. | **1bp** |
| F | Die Reaktion ist exotherm. | **1bp** |
| F | Das Gleichgewicht der Reaktion liegt rechts. | **1bp** |
| W | Durch weiteres Erhöhen der Temperatur könnte man die Ausbeute verbessern. | **1bp** |
| F | Druckerhöhung führt auch zur Ausbeuteverbesserung. | **1bp** |
| W | Die Reaktion verläuft unter Vergrößerung der Stoffmenge. | **1bp** |

|  |
| --- |
| b) Ethen wurde in einem Autoklaven bei 1000 K und einem Gesamtdruck von 10,0 bar gehalten, bis bei obiger Reaktion ein Gleichgewicht eingestellt hatte. Berechnen Sie die Partialdrucke der drei Gase im Gleichgewicht.  Bedenken Sie, dass der Standarddruck mit 1 bar gegeben ist. |
| *p*(C2H4) = 9,93 bar *p*(C2H2) = 3,32·10-2 bar *p*(H2) = 3,32·10-2 bar **8bp** |
| Berechnung:        mit und ergibt sich |

**Problem D – 7 Punkte ≙ 19 bp;**

**Reaktionen und Spektroskopie**

|  |  |
| --- | --- |
| Zeichnen Sie Konstitutionsformeln für die Verbindungen A bis F in die vorgegebenen Kästchen und schreiben Sie die Zeichen A1 bis F2 zu jenen H-Atomen, die die so bezeichneten Signale in den NMR erzeugen. | |
| **A** | **B** |
| **F** | **C** |
| **E** | **D** |

Je richtiger Struktur: **2bp**

Zuordnungen:

A1, B1, C1, D1, E1 und F1: je **0,25bp**

Alle anderen: je **0,5bp**

**Problem E – 16 ≙ 41 bp; Punkte**

**Synthese und Stereochemie**

|  |
| --- |
| a) Ermitteln Sie die Summenformel von **A**. Zeigen Sie die Berechnungen. |
| Summenformel und Berechnung:          **C12H16O2 3bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| b) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln von Phenylalanin und die Konfigurationsformel von natürlichem Phenylalanin. | |
| Konstitution  **1,5bp** | Konfiguration  **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| c) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln von **B**, **C**, **H**, **J**, **K** und **L**. | |
| **B**  **2bp** | **C**  **2bp** |
| **H**  **2bp** | **J**  **2bp** |
| **K**  **2bp** | **L**  **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| d) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln von **D**, **E**, **F**, **M**, **N** und **O**. | |
| ***D***  **2bp** | ***E***  **2bp** |
| ***F***  **2bp** | ***M***  **2bp** |
| ***N***  **2bp** | ***O***  **2bp** |

|  |  |
| --- | --- |
| e) Zeichnen Sie die Konstitutionsformen von **A** und Methacrylsäure. | |
| ***A***  **2bp** | *Methacrylsäure*  **2bp** |

|  |
| --- |
| f) Von Verbindung **K** gibt es 2 Stereoisomere. Wie heißt diese Art von Isomerie? |
| Geometrische, cis-trans, E/Z-Isomerie (Diastereomerie) **1,5bp** |

|  |
| --- |
| g) Zeichnen Sie die Konfigurationsformel von einem der vier Stereoisomeren von **L.**  Schreiben Sie zu den Asymmetriezentren die richtigen Stereodescriptoren R/S. |
| Eine der vier Strukturen: **4bp** |

|  |
| --- |
| h) Wie heißt der Reaktionsmechanismus für die Reaktion von **D** nach **E**? |
| Elektrophile Substitution **1bp** |