**Problem A - 8 rp ≙ 21 bp;** $f=\frac{8}{21}$

**Multiple Choice**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | **d** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***1bp*** |
| **2.** | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |
| 3. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |
| 4. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |
| 5. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |
| 6. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |
| 7. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***3bp*** |
| 8. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |
| 9. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***3bp*** |
| 10. | **a** |  | **b** |  | **c** |  | **d** |  | **e** |  | ***2bp*** |

**Problem B – 7 rp ≙ 20 bp;** $f=\frac{7}{20}$

**Einfache Rechnungen**

|  |
| --- |
| *1. Wie lautet die Formel des Anions dieses Salzes?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$M\left(K\_{2}S\_{2}\right)=142,34 g∙mol^{-1}$***1bp***$x=\frac{142,34∙36}{64∙16}=5,00$***S2O52- 1bp*** |

|  |
| --- |
| *2.a) Wie viele C-Atome sind in 1,50 g Benzocain enthalten?* |
|  *Berechnung mit Resultat:* *C9H11NO2: M = 165,21 g·mol-1* ***1bp***$n\left(BZ\right)=\frac{1,5}{165,21}=9,08∙10^{-3} mol$***1bp***$N=N\_{A}∙n∙N\left(C\right)=6,023∙10^{23}∙9,08∙10^{-3}∙9=4,92∙10^{22}$***1bp*** |

|  |
| --- |
| *2.b) Welche Masse an p-Aminobenzencarbonsäure muss man einsetzen, um 1,50 g Benzocain zu erhalten, wenn man Ethanol im Überschuss einsetzt?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$n\left(pAB\right)=\frac{n(BZ)}{0,88}=\frac{9,08∙10^{-3}}{0,88}=1,03∙10^{-2} mol$***1bp*** *M(pAB) = 137,15 g·mol-1* $m=n∙M=137,15 ∙1,03∙10^{-2}=1,42 g$ ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *2.c) Welche Stoffmenge Ethanol bleibt bei dieser Reaktion übrig?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$n\left(pAB\right)=\frac{1}{137,15}=7,29∙10^{-3} mol$***1bp***$n\left(EtOH\right)=\frac{2∙0,789}{46,08}=3,42∙10^{-2} mol$***1bp***$n\left(Rest\right)=3,42∙10^{-2}-7,29∙10^{-3}=2,70∙10^{-2} mol$ ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *3.a) Schreiben Sie die Gleichungen für die Reaktionen an der Anode und der Kathode auf.* |
|  *Anode: 2 I- → I2 + 2e-* ***1bp*** |
|  *Kathode: 2 H2O+ 2e- → H2 + 2 OH-* ***1,5bp*** |

|  |
| --- |
| *3.b) Welche Beobachtungen machen Sie bezüglich der Farbe der Lösung an der Anode und der Kathode?* |
|  *Anode: braun* ***1bp*** |
|  *Kathode: rot (pink)* ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *3.c) Berechnen Sie Menge an Elektronen in mol, die durch die Lösung transportiert werden.* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$n\left(el\right)=\frac{90∙60∙0,2}{96485}=1,12∙10^{-2} mol$ ***2,5bp*** |

|  |
| --- |
| *3.d) Berechnen Sie die Stoffmengen an Produkten an Anode und Kathode.* |
|  *Anode:*$n\left(I\_{2}\right)=\frac{n\left(el\right)}{2}=5,60∙10^{-3} mol$ ***1bp*** |
|  *Kathode:*$n\left(H\_{2}\right)=\frac{n\left(el\right)}{2}=5,60∙10^{-3} mol$ ***1bp***$n\left(OH^{-}\right)=n(el)=1,12∙10^{-2} mol$ ***1bp*** |

**Problem C – 15 Punkte ≙ 41 bp;** $f=\frac{15}{41}$

**Anorganische Chemie – Wolfram**

|  |
| --- |
| *a) Welche Masse hat ein Wolfram-Würfel mit der Seitenlänge 10 cm?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$m=ρ∙V=19,3∙10^{3} g=19,3 kg$ ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *b) Welche Seitenlänge hätte ein Würfel, der das gesamte Weltvorkommen an Wolfram umfasst?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$ρ=\frac{m}{V} ⇒V=a^{3}=\frac{m}{ρ} ⇒a=\sqrt[3]{\frac{m}{ρ}}$***1,5bp***$a=\sqrt[3]{2,9∙\frac{10^{9}}{19,3∙10^{3}}}=53,2 m$ ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *c) Welchen Durchmesser hat der verwendete Draht?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$ρ=\frac{m}{V} und V=π∙r^{2}∙l ⇒ π∙r^{2}∙l=\frac{m}{ρ} ⇒ r=\sqrt{\frac{m}{ρ∙π∙l}} $***1,5bp***$r=\sqrt{\frac{9,77∙10^{-4}}{2,21∙π∙19,3}}=2,70∙10^{-3} cm=27,0 μm$***1bp***$d=2r=54,0 μm$ ***0,5bp*** |

|  |
| --- |
| *d) Wie viele W-Atome sind in diesem Draht enthalten?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$N=n∙N\_{A}=\frac{m}{M}∙N\_{A}=\frac{9,77∙10^{-4}∙6,023∙10^{23}}{183,84}=3,20∙10^{18}$ ***1,5bp*** |

|  |
| --- |
| *e) Berechnen Sie die Gesamtleistung, die durch den oben genannten Draht bei einer Temperatur von 3400 K emittiert wird. Betrachten Sie dazu den Draht als Zylinder und rechnen Sie nur mit der Mantelfläche.* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$A\left(Draht\right)=2∙π∙r∙l$$P=σ∙A∙T^{4}=5,6704∙10^{-8}∙2∙π∙27∙10^{-6}∙2,21∙10^{-2}∙3400^{4}$$P=28,4 W$***2bp*** |

|  |
| --- |
| *f) Auf welchen Bruchteil fällt dieser Wert, wenn die Temperatur des Glühfadens nur halb so hoch ist?*  |
|  *Kreuzen sie richtig an.* O $\frac{1}{10}$ O $\frac{1}{2}$ O $\frac{1}{1550}$ O $\frac{1}{8}$ O $\frac{1}{6200}$ **X** $\frac{1}{16}$ ***1,5bp*** |

|  |
| --- |
| *g) Welche Masse metallischen Wolframs lassen sich aus einer Tonne Erz mit durchschnittlichem Wolframerzgehalt maximal gewinnen? (Gehen Sie von 100%iger Ausbeute aller Umsetzungen aus.)* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$m=1∙10^{6}∙5∙10^{-3}∙0,793=3965 g$ ***1,5bp*** |

(1) + → +

**4**

CaCO3

**3**

Na2WO4

**2**

Na2CO3

**1**

CaWO4

(2) $⇌$ 2 + 1

**6**

WO42-

**5**

Na+

**3**

Na2WO4

(3) 12 + 14 $⇌$H2W12O4210− + 6

**8**

H2O

**7**

H+

**6**

WO42-

(4) H2W12O4210−+ 10 + 10 → + 10

**10**

(NH4)10H2W12O42

**11**

OH-

**8**

H2O

**9**

NH3

(5) $→$ 12 + 10 + 6

**8**

H2O

**9**

NH3

**10**

(NH4)10H2W12O42

**12**

WO3

(6) + 3 → W + 3

**13**

H2

**12**

WO3

**8**

H2O

**16**

CO2

**15**

WC

**14**

C

**12**

WO3

(7) 2 + 5 → 2 + 3

**15**

WC

**14**

C

(8) W + →

**8**

H2O

**3**

Na2WO4

**11**

OH-

**5**

Na+

**12**

WO3

(9) + 2 + 2 → +

**12**

WO3

(10) 2 W + 3 O2 → 2

Alle richtigen Faktoren: je ***0,5bp ⇒ 19·0,5 = 9,5 bp***

Für die Stoffe 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16 je ***1bp*** ***⇒ 8 bp***

Für die Stoffe 2, 3, 4, 6, 9, 10, 15 je ***1,5bp*** ***⇒ 10,5 bp***

**Problem D – 11 Punkte ≙ 29 bp;** $f=\frac{11}{29}$

**Physikalische Chemie**

**Monocarbonsäure**

|  |
| --- |
| *a) Berechnen Sie die Molmasse der Säure HA.* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$n\left(NaOH\right)=n\left(HA\right)=60∙0,1250=7,5 mmol$$n=\frac{m}{M} ⇒ M=\frac{m}{n}=\frac{660}{7,5}=88 g∙mol^{-1} $***2bp*** |

|  |
| --- |
| *b) Zeichnen Sie die Struktur von HA.*  |
|  *-COOH: M = 45 g·mol-1 ⇒ M(Rest) = 88-45 = 43 g·mol-1 ⇒ R = C3H7* ***2bp*** |

|  |
| --- |
| *c) Berechnen Sie die Säurekonstante der Säure HA.* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$pH=pK\_{A}+log\frac{\left[A^{-}\right]}{\left[HA\right]} ⇒ pK\_{A}=pH+ log\frac{\left[HA\right]}{\left[A^{-}\right]} $***1,5bp***$pK\_{A}=4,68+log\frac{7,5-25∙0,125}{25∙0,125}=4,826$***1,5bp***$K\_{A}=10^{-pK\_{A}}=10^{-4,826}=1,49∙10^{-5}$ ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *d) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung X zu Beginn der Titration (wenn Sie bei b) keinen Wert errechnen konnten, setzen Sie den Wert KA = 1,80 ·10-5  ein).*  |
|  *Berechnung mit Resultat:*$pH=\frac{1}{2}∙(pK\_{A}-logc\_{0})$ ***1bp***$pK\_{A}=4,826$$c\_{0}=\frac{7,5}{50}=0,15 mol∙L^{-1}$***1bp***$pH=\frac{1}{2}∙\left(4,826-log0,15\right)=2,83$ ***1bp*** *(für den anderen Wert KA = 1,80 ·10-5  : pH = 2,79)* |

|  |
| --- |
| *e) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung am Äquivalenzpunkt.*  |
|  *Berechnung mit Resultat:*$pOH=\frac{1}{2}∙(pK\_{B}-logc\_{0})$ ***1bp***$pK\_{B}\left(A^{-}\right)=14-4,826=9,174$$c\_{0}=\frac{7,5}{110}=6,818∙10^{-2} mol∙L^{-1}$***2bp***$pOH=\frac{1}{2}∙\left(9,174-log⁡(6,818∙10^{-2}\right))=5,17 ⇒ pH= 8,83$ ***1bp*** *(für den anderen Wert KA = 1,80 ·10-5  : pH = 8,79* |

**HOBr**

|  |
| --- |
| *f) Wie lautet die abgestimmte Reaktionsgleichung für die Bildung von Br - und HOBr?* |
|  *Br2+ H2O ⇄ HOBr + Br- + H+* ***1,5bp*** |

|  |
| --- |
| *g) Welchen Wert hat die Gleichgewichtskonstante K1 dieser Reaktion?* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$\left[HOBr\right]\_{eq}=\left[Br^{-}\right]\_{eq}=\left[H^{+}\right]\_{eq}=0,00151 mol∙L^{-1}$***1bp***$\left[Br\_{2}\right]\_{eq}=0,2141-0,00151 mol∙L^{-1}$***1bp***$K\_{1}=\frac{\left[HOBr\right]∙\left[Br^{-}\right]∙\left[H^{+}\right]}{\left[Br\_{2}\right]}=\frac{\left(0,00151\right)^{3}}{0,2141-0,00115}=7,14∙10^{-9}$***1bp*** |

|  |
| --- |
| *h) Berechnen Sie die freie Standard-Reaktionsenthalpie* $∆G\_{1}^{O}$ *für diese Gleichgewichts-Reaktion.* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$∆G\_{1}^{O}=-R∙T∙lnK=-8,314∙298,15∙ln7,142∙10^{-9}=46,5 kJ$ ***2bp*** |

|  |
| --- |
| *i) Das Standardpotenzial* $E\_{2}^{O}$*der Halbreaktion in welcher Br2 in Br - überführt wird, beträgt +1,087 V. Berechnen Sie das Standardpotenzial* $E\_{3}^{O}$*der Halbreaktion*  *Br2 + 2 H2O → 2 HOBr + 2 H+ + 2 e -* |
|  *Berechnung mit Resultat:*$∆G^{O}=-z∙F∙∆E^{O}$ *Br2 + 2e- → 2 Br -* $E\_{2}^{O}=1,087 V ⇒ ∆G\_{2}^{O}=-209762 J$ *Br2 + 2 H2O → 2 HOBr + 2 H+ + 2e -* $E\_{3}^{O}, ∆G\_{3}^{O} sind zu berechnen$ *2 Br2+ 2 H2O ⇄ 2 HOBr + 2 Br- + 2 H+* $∆G\_{1}^{O}=92922 J$***3bp***$∆G\_{3}^{O}+∆G\_{2}^{O}=∆G\_{1}^{O} ⇒ ∆G\_{3}^{O}=302760 J$***1bp***$E\_{3}^{O}=-\frac{∆G\_{3}^{O}}{2∙F}=-\frac{302760}{2∙96485}=-1,57 V$ ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *j) Welche Masse an Harnstoff muss mindestens zu einem Liter der Lösung gegeben werden, damit die Reaktion* ***vollständig*** *ablaufen kann?* |
|  *Berechnung mit Resultat:* *0,2141 mol Br2 ⇒ 0,2141 mol HOBr ⇒* $\frac{0,2141}{3}$ *mol Harnstoff* ***2bp***$m\left(Harnstoff\right)=\frac{0,2141}{3}∙60,07=4,29 g$ ***0,5bp*** |

**Problem E – 12 ≙ 28 bp;** $f=\frac{12}{28}$

**Organische Synthese**

|  |
| --- |
| a) Ermitteln Sie die Summenformel von **A**. Zeigen Sie die Berechnungen. |
|  Summenformel und Berechnung: $n\left(A\right)=\frac{250}{60}=4,17 mmol$ $n\left(CO\_{2}\right)=\frac{178}{44}=4,06 mmol ⟹ \frac{4,06}{4,17}≅1 ⟹1 C$ $n\left(H\_{2}O\right)=\frac{146}{18}=8,06 mmol ⟹ \frac{8,06}{4,17}≅2 ⟹4 H$ $n\left(N\_{2}\right)=\frac{117}{28}=4,18 mmol ⟹ \frac{4,06}{4,17}=1 ⟹2 N$ $N\left(O\right)= \frac{60-44}{16}=1 ⟹1 O$ **CH4N2O *3bp*** |

|  |
| --- |
| *b) Zeichnen Sie Konstitutionsformeln für* ***A****,* ***B****,* ***C****,* ***D****,* ***E****,* ***F*** *und* ***G****.* |
| *A* ***1bp*** | *B* ***2bp***  | *C* ***2bp*** |
| *D* ***2bp*** | *E* ***2bp*** | *F* ***3bp*** |
| *G* ***3bp*** |  |  |

Bei der Reaktion von **F** nach **G** bildet sich mit NaOEt ein Zwischenprodukt **F‘**, das anschließend mit EtBr zu **G** reagiert.

|  |  |
| --- | --- |
| *c) Konstitutionsformel von* ***F‘****:* | *Nach welchem Mechanismus reagiert* ***F‘*** *mit EtBr?* |
| ***2bp*** | *Nucleophile Substitution SN* ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *d) Was ist* ***X*** *in der Synthese von Phenobarbital?* |
| *Ethanol CH3CH2OH* ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *e) Zeichnen Sie das chirale Zentrum im Pentobarbital mit einem \* ein. Wie viele Stereoisomere gibt es von Pentobarbital? In welchem stereochemischen Verhältnis stehen sie zueinander? Zeichnen Sie im leeren Feld die Struktur, die den Steredescriptor (S) besitzt.* |
| http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/89/Pentobarbital.svg/248px-Pentobarbital.svg.png***1bp***\* |  ***3bp***  |
|  *Anzahl der Stereoisomeren: 2* ***1bp*** |
|  *Art der Stereoisomerie: Enantiomere* ***1bp*** |

**Problem F – 7 Punkte ≙ 18 bp;** $f=\frac{7}{18}$

**Strukturermittlung**

|  |
| --- |
| *a) Welche der 6 Verbindungen sind Ester, welche sind Oxoverbindungen? Kreuzen Sie an:* |
|  | *A* | *B* | *C* | *D* | *E* | *F* |
| *Ester* | *⨯* | *⨯* |  | *⨯* |  |  |
| *Oxoverbindungen* |  |  | *⨯* |  | *⨯* | *⨯* |

***Je richtiger Zuordnung 1bp ⇒ 6bp***

*b) Strukturzuordnung*

**

*Verbindung A: Verbindung D:*

**

*Verbindung B: Verbindung E:*

**

*Verbindung C: Verbindung F:*

***Je richtiger Struktur 2bp ⇒ 12bp***