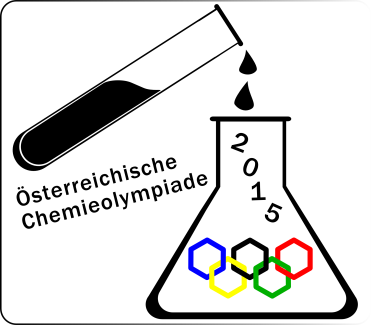
**41. Österreichische Chemieolympiade**

**Bundeswettbewerb**



**LÖSUNGEN**

**Aufgabe 1 28/ 7,5 Punkte**

**Chemisches rund um eine Kläranlage**

|  |
| --- |
| *1.1. Schreiben Sie für die beiden Teilschritte und die Gesamtreaktion abgestimmte Reaktionsgleichungen in Ionenform auf.* |
| NH4+ + 1,5 O2 → HNO2 + H2O + H+ ***1bp*** |
| HNO2 + 0,5 O2 → NO3- + H+ ***1bp*** |
| NH4+ + 2 O2 ⇄NO3- + 2 H+ + H2O ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *1.2. Berechnen Sie die Masse an Ca(OH)2, die zum Konstanthalten des pH in der Nitrifikationszone stündlich zugegeben werden muss.* |
| *g*  *≙*  g/d ⇒ ***2bp*** |
| *1.3. Berechnen Sie das Standardpotential der Halbzelle NO3-/NH4+.* |
| **V** ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *1.4. Welches Potential hätte die Halbzelle von 1.3., wenn man den pH auf 7,0 bringt und die anderen Konzentrationen nicht ändert? Zeigen Sie Ihre Berechnung.* |
| *Berechnung:*  Für: NO3- + 8e- + 10 H+ → NH4+ + 3 H2O  V***2bp*** |

|  |
| --- |
| *1.5. Schreiben Sie für die Reaktion Nitrat-Methanol eine abgestimmte Reaktionsgleichung in Ionenform auf.* |
| 6 NO3- + 6 H+ + 5 CH3OH → 5 CO2 + 13 H2O + 3 N2 ***2bp*** |

|  |
| --- |
| *1.6. Zeigen Sie durch eine Berechnung, dass NO in N2 und NO3- disproportionieren kann.* |
| V ***3bp***  V  NO → N2: 1,68 V und NO → NO3-: -0,956 V ergeben für NO→N2 + NO3-: 0,724 V  ⇒ Gleichgewicht rechts, NO disproportioniert |

|  |
| --- |
| *1.7. Ab welchem pH-Wert beginnt Eisen(III)hydroxid auszufallen, wenn eine Lösung 10 g/m3 Fe3+ enthält? Zeigen Sie Ihre Berechnungen. pKL(Fe(OH)3) = 38,7* |
| Berechnung: ***3bp***  10 g/m3 = 10 mg/L ⇒ 0,179 mmol/L Fe3+  ⇒ mol/L  ⇒ |

|  |
| --- |
| *1.8. Berechnen Sie das Stoffmengenverhältnis Fe:P im vorliegenden Fall.* |
| Berechnung: ***1,5bp***  P: g ⇒ 3,552·103 mol  Fe: 250 kg ⇒ 4,476·103 mol  Fe:P = 1,26:1 |

|  |
| --- |
| *1.9. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von AlPO4.* |
| Berechnung: ***1,5bp***  μg/m3 = 9,64·10-8 g/L *M*(AlPO4) = 122 g/mol  mol/L |

|  |
| --- |
| *1.10.Berechnen Sie die Löslichkeit s von AlPO4 bei dem genannten pH-Wert.*  *Tipp: Sie können exakt rechnen oder vernünftige Vereinfachungen annehmen. Im zweiten Fall beweisen sie, dass die Annahmen sinnvoll waren.*  *H3PO4: pKA1 = 2,15; pKA2 = 7,20; pKA3 = 12,4;* |
| ***9bp***  mit ergibt sich    ⇒  ⇒  ⇒  mol/L  mol/L  mol/L  mol/L ⇒ q.e.d.  mol/L |

**Aufgabe 2 27/ 7 Punkte**

**Thermodynamik und Gleichgewichte**

**A. Ein Kreisprozess**

|  |
| --- |
| *2.1. Berechnen Sie den Wirkungsgrad der Maschine.* |
| Berechnung: ***1bp*** |
| *2.3. Berechnen Sie die p- und V-Werte der Punkte A, B, C und D und skizzieren Sie den Kreisprozess in das vorliegende p-V-Diagramm (die Kurvenform der Hyperbeln schätzen Sie schematisch ab).*  *Markieren Sie durch Schraffierung den geometrischen Teil, der der Nettoarbeit des Systems entspricht.* |
| Berechnung: ***4bp***  A: L ⇒ bar  B: bar ⇒ L  C: L ⇒ bar  D: L ⇒ bar    Skizze:        Schraffierte Fläche = ***3bp*** |
| *2.4. Berechnen Sie die Arbeit der reversiblen isothermen Expansion bei 800°C und die Wärme, die an die Umgebung der Maschine abgegeben wird.* |
| Berechnung: ***2bp***  kJ  kJ |

|  |
| --- |
| *2.5. Berechnen Sie die Endtemperatur und den Enddruck der adiabatischen Expansion.* |
| Berechnung: ***3bp***  und  bar  K |

**B. Bouardsches Gleichgewicht**

|  |
| --- |
| *2.6.Wie viel Molprozent CO enthält das Gleichgewichtsgemisch bei 727°C?* |
| 70% ***0,5bp*** |
| *2.7. Berechnen Sie KP der Reaktion bei 727°C und einem Gesamtdruck von 0,8 bar.* |
| Berechnung:  beim Druck des Diagramms: ***1bp*** |
| *2.8. Berechnen Sie den prozentuellen Anteil von CO bei 727°C und einem Gesamtdruck von 2,0 bar.* |
| Berechnung: ***4,5bp***   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | CO2 | CO | | *n0* | 1 | 0 | | *Δn* | -a | +2a | | *neq* | 1-a | 2a | | *xeq* |  |  |     ⇒  ⇒ mol  ⇒ 58,3% CO |

**C. Eine Isomerisierung**

|  |
| --- |
| *2.8. Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante der Reaktion und die Gleichgewichts-zusammensetzung bei 25°C.* |
| Berechnung: ***2,5bp***    ⇒ ⇒  0,33 mol F6P und 0,67 mol G6P |
| *2.9. Berechnen Sie die Freie Reaktionsenthalpie in Abhängigkeit vom Anteil an Fructose-6-Phosphat in beliebigen Reaktionsmischungen (mindestens 6 Werte) und skizzieren Sie diese Abhängigkeit im gegebenen Diagramm.* |
| kJ   |  |  | | --- | --- | | *x* | (kJ) | | 0 | -∞ | | 0,1 | -3,75 | | 0,2 | -1,74 | | 0,33 | 0 | | 0,4 | 0,69 | | 0,6 | 2,71 | | 0,8 | 5,14 | | 0,9 | 7,15 | | 1,0 | +∞ |   ***5,5bp*** |

**Aufgabe 3 54/ 15 Punkte**

**Drei Metalle aus dem Kupferbergwerk**

**A. Das Kupfer selbst**

|  |
| --- |
| *3.1. Berechnen Sie die Gitterkonstante a in Angström (*1Å = 100 pm*)* |
| *Gitterkonstante a =* ***2bp*** |
| *Berechnung:* |

|  |
| --- |
| *3.2. Berechnen Sie den Atomradius des durchschnittlichen Atoms.* |
| *errechneter Atomradius r =* |
| *Berechnung:*  ***1bp***  ***1bp***  ***1bp*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *3.3. Geben Sie die empirischen Formeln der in den beiden Elementarzellen dargestellten Verbindungen an.* | |
| **A: CuAu *1bp*** | **B: Cu3Au *1bp*** |

**B. Kupfermineralien und Kupfergewinnung**

|  |  |
| --- | --- |
| *3.4. Ermitteln Sie die Formeln der Verbindungen* **X** *und* **Y***.* | |
| **X: SiO2 *1bp*** | **Y: Fe2SiO4 *1bp*** |
| *Zeigen Sie Ihre Berechnung*:  N scheidet aus (NO2 nicht schwer schmelzbar)  Si passt → **X** ist SiO2  **Y**: O ... 1,9631 mol ... 4  13,78 % Si ... 0,4906 mol ... 1  54,81% Fe ... 0,9814 mol ... 2 | |
| *3.5. Schreiben Sie abgestimmte Reaktionsgleichungen für die Schritte a. bis d. an:* | |
| a. 6 Cu5FeS4 + 13 O2  → 15 Cu2S + 2 Fe3O4 + 9 SO2 ***2bp*** | |
| b. 2 Fe3O4 + 2 CO + 3 SiO2 → 3 Fe2SiO4 + 2 CO2 ***1bp*** | |
| c. 2 Cu2S + 3 O2 → 2 Cu2O + 2 SO2 ***1bp*** | |
| d. 1 Cu2S + 2 Cu2O → 6 Cu + SO2 ***1bp*** | |

|  |
| --- |
| *3.6. Zeichnen Sie im leeren Diagramm die Zusammensetzungen von* ***Pyrit*** *(FeS2) (46,5 % Fe) und* ***Cubanit*** *(CuFe2S3)(23,4% Cu, 41,1% Fe) ein.*  *GS MBP SSD:Users:schoeb:Desktop:ternary plot3.pdf*  FeS2 ***3bp***  CuFe2S3 ***3bp***  grauer Bereich: schmelzmetallurgisch brauchbare Cu-Fe-S- Zusammensetzungen |
| *3.7. Geben Sie für die schmelzmetallurgisch brauchbaren Cu-Fe-S-Zusammensetzungen an:* |
| *a) den maximalen Fe-Anteil, den diese Mischung haben kann 56,5 %* ***2bp***  *b) den minimale S-Anteil, den diese Mischung haben muss 16,5 %* ***1bp*** |

**C. Seltsame Kupferverbindungen**

|  |  |
| --- | --- |
| *3.8. Geben Sie eine abgestimmte Reaktionsgleichung für die Bildung von*  *Kaliumhexafluoridocuprat(III) an.* | |
| 6 KCl + 2 CuCl2 + 6 F2 → 2 K3[CuF6] + 5 Cl2 ***2bp*** | |
| *3.9. Geben Sie die gesamte Elektronenkonfiguration für Cu(III) im Grundzustand an.* | |
| ***1bp*** | |
| *3.10. Skizzieren Sie die Aufspaltung der d-Orbitale für den Komplex und kreuzen Sie richtig an:* | |
| *d-Orbitalschema mit Elektronenbesetzung:*  eg —— ——  t2g —— —— ——  ***2bp*** | 🞏 diamagnetisch  **X** paramagnetisch  ***1bp*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *3.11. Zeichnen Sie eine Valenzstrichformel und kreuzen Sie richtig an* | |
| *Struktur von H5IO6:*  ***2bp*** | Geometrie nach VSEPR  🞏 linear  🞏 trigonal planar  🞏 tetraedrisch  🞏 quadratisch bipyramidal  **X** oktaedrisch  ***1bp*** |
| *3.12. Geben Sie die Summenformel des Cu-haltigen Komplexanions an:* | |
| *Summenformel:* [Cu(O6IH)2]5- ***2bp*** | |
| *Begründen Sie durch Rechnung*  *M* (HIO64-) = 224 M(Komlex mit 12,4%Cu) = 63,55/0,124 = 513  → zwei HIO64- nötig | |
| *3.13. Schlagen Sie eine Struktur für dieses Anion vor:* | |
| ***3bp*** | |

**D. Arsen**

|  |
| --- |
| *3.14. Geben Sie abgestimmte, vollständige Zerfallsgleichungen für beide Vorgänge an. Notieren Sie die Nuklide mit Massenzahlen.* |
| β+: ***1bp*** |
| β–: ***1bp*** |
| *3.15. Berechnen Sie die Zerfallskonstante für den* β+ *Zerfall in .* |
| β+: *λ1* = ***2bp*** |
| *Berechnung:*  β+: |

|  |
| --- |
| *3.16. Geben Sie die Massenzahl des Ge-Isotops an, das nach obiger Gleichung umgewandelt wird.* |
| Massenzahl A = 72 ***1bp*** |
| *3.17. Berechnen Sie die Aktivität der Probe unmittelbar nach der Bestrahlung.* |
| Aktivität *A* = 1,80 MBq ***3bp*** |
| *Berechnung:*  0,743 g GeO2 → 7,101 mmol Ge → 1,946mmol 72Ge = Atome 72Ge  Atome wurden umgewandelt |

**E. Reaktionen von quadratisch planaren Platin(II)-Komplexen**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *3.18. Geben Sie an, welcher Buchstabe für welchen Liganden steht.* | | |
| A: Cl- B: NO2- C: NH3 D: py je*1bp* ***= 4 bp*** | | |
| *3.19. Zeichnen Sie Konfigurationsformeln für die Komplexe IV - VI.* | | |
| **IV**  ***1bp*** | **V**  ***2bp*** | **VI**  ***1bp*** |
| *3.20. Wie viele Isomere kann es von Komplex VI geben?* | | |
| Es gibt \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_\_\_\_ mögliche Isomere. ***1bp*** | | |

**Aufgabe 4 50/ 15 Punkte**

**Synthese von verschiedenen Arzneimitteln**

**A. Verapamil**

|  |
| --- |
| *4.1. Geben Sie die absolute Konfiguration an diesem Zentrum an.* |
| *S* ***1bp*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *4.2. Zeichnen Sie Konstitutionsformeln von* ***B*** *und* ***C*** *und geben Sie eine mögliche Formel für das Reagenz* ***a*** *an.* | |
| *Reagenz a:* LiAlH4 oder H2/Katalysator***0,5 bp*** | |
| ***B 1bp*** | ***C 1bp*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *4.3. Zeichnen Sie die Strukturformel der Verbindung* ***D****. Schreiben Sie das Reagenz* ***b*** *und zwei Reaktionsbedingungen auf.* | |
| ***D 2 bp*** | ***b:*** CH3OH ***0,5 bp***  *2 Bedingungen:*  H+, erhitzen***0,5 bp*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *4.4. Schreiben Sie mögliche Reagenzien für* ***c, d, e, f*** *,* ***g*** *und* ***h*** *an.* | |
| ***c:*** starke Base, NaOEt, LDA etc. ***0,5 bp*** | ***f:*** CH2=CH-CH2Br ***0,5 bp*** |
| ***d:*** (CH3)2CH-Br (I) ***0,5 bp*** | ***g:*** OH-, H2O ***0,5 bp*** |
| ***e:***  siehe c ***0,5 bp*** | ***h:*** H3O+ ***0,5 bp*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *4.5. Zeichnen Sie Strukturformeln der Verbindungen* ***I, J, K****,* ***L*** und ***M*.** | |
| ***I 1 bp*** | ***J 2 bp*** |
| ***K 2 bp*** | ***L 2 bp*** |
| ***M 3 bp*** |  |

|  |
| --- |
| *4.6. Nach welchem Mechanismus verläuft die Reaktion von* ***M*** *und* ***C*** *zum Verapamil?*  *Wozu dient das Et3N?* |
| Nucleophile Substitution, SN2***0,5 bp*** |
| Zum Abfangen des HCl, Verschiebung des Gleichgewichts nach rechts ***0,5 bp*** |

|  |
| --- |
| *4.7. Schreiben Sie die Absolutkonfiguration zu den Asymmetriezentren in der Strukturformel.* |



***3bp***

|  |  |
| --- | --- |
| *4.8. Wie heißt die Reaktion von* ***N*** *mit Oxalsäurediethylester?* | |
| Claisen-Esterkondensation ***0,5 bp*** | |
| *4.9. Zeichnen Sie den 1. Schritt des Angriffs auf den Oxalsäurediethylesters.* | |
| ***2 bp*** | |
| *4.10. Schreiben Sie Strukturformeln der Verbindungen* ***N, O****,****P*** *und* ***Q.*** | |
| ***N 2 bp*** | ***O 3bp*** |
| ***P 2 bp*** | ***Q 2 bp*** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *4.11. Schreiben Sie Stereoformeln der Verbindungen* ***R, S*** *und* ***T*** *und schlagen Sie für* ***i*** *ein mögliches Reagenz vor.* | | |
| ***R 2 bp*** | ***S 3 bp*** | |
| ***T 2 bp*** | ***Reagenz i: 0,5 bp***  LiAlH4 | |
| *4.12. Zeichnen Sie die Spezies, die aus* ***R*** *mit der Base NaH entsteht. Zeigen Sie mit einem Pfeil, wie der Angriff zum Bicyclus erfolgt.* | | |
| ***2 bp*** | | |
| *4.13. Zeichnen Sie Strukturformeln der Verbindungen* ***W, X, Y*** *und* ***Z.*** | | |
| ***W 1 bp*** | | ***X 1 bp*** |
| ***Y 1 bp*** | | ***Z: 1 bp*** |
| *4.14. Nach welchem Mechanismus läuft die Reaktion von* ***V*** *nach* ***W****?* | | |
| Elektrophile Substitution, SE ***0,5 bp*** | | |

|  |
| --- |
| *4.15. Schreiben Sie für diese Umsetzung eine abgestimmte Reaktionsgleichung an.* |
| ***1 bp*** |

**Aufgabe 5 25,5/ 7,5 Punkte**

**Ein synthetisches Nucleosid als HI-Virustatikum**

|  |
| --- |
| *5.1. Nennen Sie die drei Strukturelemente eines Nukleotids.* |
| organische, heterocyclische Base; Zucker (meist eine Pentose), Phosphorsäure ***1,5bp*** |
| *5.2. Zeichnen Sie die Struktur eines 3-Desoxy-„Purinnukleotids“.* |
| ***4bp***  *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.2.png*  alternativ: Guanin als Base und / oder 2´ verestert; auch Di-oder Triphosphat sind richtig |
| *5.3. Schreiben Sie die Reaktionsgleichung, welche von der offenkettigen Form, (2S, 3R, 4 R)-2,3,4,5-Tetrahydroxypentanal, zur α-D-Arabinofuranose führt, auf. Stellen Sie das Edukt in Fischerprojektion und das Produkt in Haworthprojektion dar.* |
| *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.3.png* ***3bp*** |
| *5.4. Wie heißt der Reaktionstyp, der von der offenkettigen Form zur Ringform führt?* |
| nucleophile Addition (AN) ***1bp*** |

|  |
| --- |
| *5.5. Berechnen Sie die Summenformel von A.* |
| C3,67H4,90O1,63N1,22F0,41  🡪 C9H12O4N3F ***2bp*** |
| *5.6. Zeichnen Sie die Strukturformel von A.* |
| ***4bp***  *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.6.png* |

|  |  |
| --- | --- |
| *5.7. Schreiben Sie die Strukturformeln der Stoffe* ***B*** *bis* ***G*** *in die dafür vorgesehenen Kästchen.*  *Phenyl wird wie üblich mit Ph abgekürzt. Ist die Base nicht an einer Reaktion beteiligt wird sie mit Base abgekürzt.*  *Sollten Sie keine Strukturformel für* ***A*** *finden, verwenden Sie ein Nukleosid mit Guanin oder Adenin als Base und einen Zucker mit einer primären Hydroxylgruppe.* | |
| *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.7.B.png****B: 1bp*** | *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.7.C.png****C: 1bp*** |
| ***C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.7.D.pngD: 1bp*** | ***C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.7.E.pcxE: 1bp*** |
| ***F: 1bp***  ***C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.7.F.png*** | ***G: 1bp***  ***C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\5.7.G.png*** |

|  |
| --- |
| *5.8. Schreiben Sie in die Kästchen ein* ***w*** *für eine wahre Aussage und ein* ***f*** *für eine falsche Aussage.*  *Für sinnloses Ankreuzen gibt es Abzüge. Allerdings gibt es keine „Minuspunkte“ auf die gesamte Teilaufgabe.* |
| ***3,5bp***  f *Die Abwesenheit der 2´-Hydroxygruppe ist die Ursache für die molekulare  Wirkungsweise.*  w *Das Nukleosidanalagon* ***G*** *konkurriert kompetitiv mit dCTP.*  f  *Das Nukleosidanalagon* ***G*** *konkurriert kompetitiv mit CTP.*  f  *Das Nukleosidanalagon* ***G*** *konkurriert kompetitiv mit TTP.*  w *Der Kettenabbruch bei der DNA-Elongation ist der entscheidende Faktor der   inhibitorischen Wirkung.*  f *Die reverse Transkriptase, eine DNA-abhängige DNA-Polymerase, des HI-Virus baut das   falsche Nukleotid ein.*  w *Die reverse Transkriptase, eine RNA-abhängige DNA-Polymerase, des HI-Virus baut das  falsche Nukleotid ein.* |

**Aufgabe 6 xx Punkte**

**Das Meerrettich-Enzym**

|  |
| --- |
| *6.1. Leiten Sie mit den zugrunde liegenden Teilgleichungen ein Geschwindigkeitsgesetz ab.* |
| ***4bp*** |

**Enzymkinetik**

|  |
| --- |
| *6.2. Schreiben Sie die Einheit von KM an.* |
| ***1,5bp*** |
| *6.3. Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit dieser Reaktion.* |
| ***2bp*** |
| *6.4. Skizzieren Sie den Graph von Glg.1, indem Sie v gegen [S] auftragen. Es ist nicht erforderlich die Achse zu skalieren.* |
| ***3bp***  *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\6.4.jpg* |
| *6.6. Zeigen Sie rechnerisch unter welcher Bedingung vmax erreicht wird.* |
| ***3bp*** |

|  |
| --- |
| *6.7. Eine Lineartransformation von Glg. 1 führt zur Gleichung nach Lineweaver und Burk (Glg. 2). Führen Sie mit Glg. 1 eine Lineartransformation (=Linearisierung) durch und zeigen Sie Ihre Berechnung, indem Sie den Kehrwert bilden.*  *Skizzieren Sie den Funktionsgraph, wobei wiederum keine Skalierung der Achsen erforderlich ist.*  *Beschriften Sie die Achsen und tragen Sie den Ordinatenabschnitt (x=0) ein.*  *Finden Sie einen Ausdruck für den Anstieg der Funktion.* |
| ***5bp***  *C:\Users\mathias\Desktop\neuesordningsystemschule\Schule\Chemie\Bundeskoordinatorenteam_Olympiade\ÖCHO2015\Wettbewerb\6.7.jpg* |

|  |
| --- |
| *6.8. Leiten Sie das Geschwindigkeitsgesetz (Michaelis-Menten Gleichung) her und zeigen Sie schrittweise Ihre Berechnungen (Anwendung: Quasistationäritätsmodell).* |
| ***7bp*** |