**P Station 1: Darstellung der Carbonsäuren**

**Ergebnis**:

*Das schwarze Kupferblech wird nach dem Eintauchen wieder blank.*

*Kupferoxid wurde zu metallischem Kupfer reduziert.*

Ergänzen Sie in folgender Tabelle die Lücken in der homologen Reihe der Carbonsäuren

(= Alkansäuren) und geben Sie die allgemeine Summenformel in folgender Form an: CxHyCOOH

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Anzahl der C-Atome** | IUPAC-Name | **Trivialname** | **Name der Salze** | |
| 1 | Methansäure | Ameisensäure | Formiat | Methanoat |
| 2 | *Ethansäure* | Essigsäure | Acetat | Ethanoat |
| 3 | *Propansäure* | Propionsäure | Propionat | *Propanoat* |
| 4 | *Butansäure* | Buttersäure | Butyrat | *Butanoat* |
| 5 | *Pentansäure* | Valeriansäure | Valerat | *Pentanoat* |
| 6 | *Hexansäure* | Capronsäure | Capronat | *Hexanoat* |
| 10 | *Decansäure* | - | - | *Decanoat* |
| 16 | *Hexadecansäure* | Palmitinsäure | Palmitat | *Hexadecanoat* |
| 18 | *Octadecansäure* | Stearinsäure | Stearat | *Octadecanoat* |

**Hausaufgabe**:

* Erstellen Sie für die durchgeführte Reaktion die passende Reaktionsgleichung.
* Geben Sie zusätzlich für alle C-Atome die zugehörigen Oxidationszahlen (OZ) an.
* Zeigen Sie mit Hilfe der OZ, dass am ursprünglichen Carbonyl-C-Atom eine Oxidation stattgefunden hat.
* Kennzeichnen Sie die neu entstandene **Carboxylgruppe.**



Oxidation: Oxidationszahl hat sich von + I auf + III erhöht!!

P Station 2: Das Verhalten von Essigsäure in Wasser

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Messung Nr.** | **Lösung** | **Leitfähigkeit** |
| 1 | 15 ml Essigsäure (Eisessig) | *0 S* |
| 2 | 15 ml Essigsäure + 1,5 ml H2O dest. | *15 S* |
| 3 | *15 ml Essigsäure + 3,0 ml H2O dest.* | *74 S* |
| 4 | *15 ml Essigsäure + 4,5 ml H2O dest.* | *171 S* |
| 5 | *15 ml Essigsäure + 6,0 ml H2O dest.* | *265 S* |
| 6 | *15 ml Essigsäure + 7,5 ml H2O dest.* | *381 S* |

**Protolysegleichung:**



**Beobachtung**:

*Mit zunehmender Verdünnung der Essigsäure nimmt die Leitfähigkeit zu.*

**Erklärung**:

*Da nach dem Ostwaldschen Verdünnungsgesetz der Protolysegrad  mit zunehmender Verdünnung zunimmt, steigt die Konzentration der Ionen und damit auch die Leitfähigkeit.*

# P Station 3: Die Löslichkeit verschiedener Carbonsäuren

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Säure** | Löslichkeit in Wasser | **Löslichkeit in Benzin** |
| Essigsäure | *gut löslich* | *gut löslich* |
| Propansäure | *löslich* | *gut löslich* |
| Hexansäure | *sehr wenig löslich* | *löst sich vollständig* |
| Octadecansäure | *unlöslich* | *löst sich vollständig* |

**Erklärung**:

in Wasser:

* *Kurzkettige Carbonsäuren (bis 4 C-Atome) gut löslich, da Einfluss der polaren Carboxylgruppe überwiegt (Ausbildung von H-Brücken!!); Einfluss des unpolaren Restes bleibt noch klein, da kurz!*

in Benzin:

* *Alle Carbonsäuren löslich, da:****lange Carbonsäuren*** *mit ihrem langen, unpolaren Rest über Van-der Waals-Kräfte mit den unpolaren Benzinmolekülen in Wechselwirkung treten können; polare Carboxylgruppe im Verhältnis unbedeutend****kurze Carbonsäuren*** *sog. Dimere bilden, die nach außen unpolar sind.*



**P Station 4: Warum sind Carbonsäuren sauer?**

1. *CH3COOH + H2O CH3COO- + H3O+  
   Essigsäure Wasser Acetat Hydroniumion*
2. ***der – I-Effekt der Carbonylgruppe****:  
   - I-Effekt = induktiver Effekt = Elektronenzug; d. h. Atome eines Moleküls bewirken aufgrund ihrer Elektronegativität einen Elektronenzug zu sich hin.  
   Der induktive Effekt der Carbonylgruppe der Essigsäure bewirkt, dass die Bindungselektronen zwischen Sauerstoff und Wasserstoff in der OH-Gruppe der Säure verstärkt zum Sauerstoff hin verschoben werden.*

*Hierdurch wird die Polarisierung stärker und der Wasserstoff lässt sich als Proton (H+)*

*leichter abspalten. Dieser induktive Effekt fehlt bei Ethanol, also lässt sich das Proton*

*an der OH-Gruppe nicht so leicht abspalten und d. h. Ethanol ist eine derart schwache*

*Säure, dass es gegenüber Wasser sein H+ nicht abgibt!*

**P Station 5: Die Stärke verschiedener Säuren**

Versuchsergebnisse:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Säure** | **Strukturformel** | **pH-Wert** |
| Ameisensäure | HCOOH | ***1,9*** |
| Essigsäure | CH3COOH | ***2,3*** |
| Propansäure | CH3-CH2-COOH | ***2,5*** |
| Chlorethansäure |  | ***1,5*** |

Schlussfolgerung:

*Chlorethansäure ist die stärkste Säure im Vergleich zu den anderen drei.*

*Sie ist stärker als Ethansäure, weil Chlor einen - I-Effekt ausübt, der zu einer noch stärkeren Polarisierung der OH-Gruppe führt, so dass noch leichter ein Proton abgespalten wird.*

*Die Säurestärke nimmt von Ameisensäure zu Propansäure ab.   
Verantwortlich hierfür ist der + I-Effekt der Alkylgruppe. Je länger die Alkylgruppe,  
desto stärker der Elektronenschub. Dadurch wird dann die Polarisierung der OH-Gruppe schwächer, sodass das Proton weniger leicht abgespalten wird.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Säureart** | **stärkste Säure davon** | **Grund** | Beispiel mit pKS-Werten |
| **Mono**-  alkansäuren | je kürzer der Alkylrest, desto stärker die Säure | + I-Effekt der Alkylreste | *Methansäure 3,77* |
| *Ethansäure 4,76* |
| *Propansäure 4,88* |
| *2,2 Dimethylpropansäure 5,05* |
| **Halogen**-alkansäuren | *je mehr Halogen-*  *substituenten*  *desto stärker die*  *Säure* | *- I-Effekt*  *der Halogene* | *Monojodethansäure 3,13* |
| *Monochlorethansäure 2,81* |
| *Monofluorethansäure 2,66* |
| *je höher die EN der*  *Substituenten, desto*  *stärker die Säure* | *Monobromethansäure 2,87* |
| *Dichlorethansäure 1,29* |
| *Trichlorethansäure 0,08* |
| *je näher die*  *Substituenten an der*  *Säuregruppe, desto*  *stärker die Säure* | *3 – Chlorbutansäure 4,06* |
| *4 – Chlorbutansäure 4,52* |
| *2 – Chlorbutansäure 2,84* |
| **Keto**-  alkansäuren | *je näher die Ketogruppe an der Säuregruppe, ..* | *DB leicht polarisierbar*  *- I-Effekt* | *2 – Ketopropansäure 2,50*  *(= Brenztraubensäure)* |
| **Hydroxy**-alkansäuren | *je näher die Hydroxygruppe an der Säuregruppe, ..* | *- I-Effekt* | *2-Hydroxypropansäure 3,90*  *(= Milchsäure)* |
| **Di**-  alkansäuren | *je näher beide Säuregruppen zueinander stehen, ..* | *+ I-Effekt*  *der Alkylgruppe und*  *Carboxylat-gruppe* | *Ethandisäure 1,46 4,40* |
| *Propandisäuren 2,83 5,85* |
| *Butandisäure 4,17 5,64* |
| *Hexandisäure 4,42 5,41* |

**P Station 6: Siedepunkte der Carbonsäuren im Vergleich**

**Tabelle 1**

*Die Länge der Kohlenstoffkette nimmt von Ethansäure zu Pentansäure zu, damit nimmt auch die Elektronenzahl zu. Hierdurch werden die vdW-Kräfte im hydrophoben Teil der Kette größer und damit steigt die Siedetemperatur. Die Steilheit des Anstieges nimmt ab, da der Einfluss der polaren Carboxylgruppe mit der Kettenlänge abnimmt.*

**Tabelle 2**

Butan besitzt den niedrigsten Siedepunkt:

* *ist ein vollkommen unpolares Molekül*

*Zwischen den Butanmolekülen wirken ausschließlich die relativ schwachen Van-der-Waals-Kräfte.*

Propanal siedet höher als Butan:

* *Die Carbonylgruppe ist polarisiert; der Sauerstoff trägt eine negative Teilladung, der Kohlenstoff eine positive.*

*Die Ausbildung von Dipol-Dipol-Kräften ist möglich, sind stärker als die Van-der-Waals-Kräfte*

*Die Moleküle werden stärker zusammengehalten 🡪 höhere Siedetemperatur*

1-Propanol siedet höher als Propanal:

* *Auch bei Propanol liegt eine Polarisierung vor; wieder ist der Sauerstoff negativ polarisiert; positiv ist hier aber der Wasserstoff polarisiert.*

*Die Polarisierung zwischen O und H ist stärker als zwischen O und C.*

*Zwischen Propanol-Molekülen können die starken H-Brücken ausgebildet werden.*

*Alkohole sieden höher als Alkanale vergleichbarer Molekülmasse.*

Essigsäure siedet höher als 1-Propanol:

* *Sowohl die C=O-Gruppe als auch die OH-Gruppe ist polarisiert.*

*Jedes Säuremolekül kann zwei H-Brücken ausbilden, Alkoholmoleküle aber nur jeweils*

*eine.*

**P Station 7: Nomenklatur wichtiger Carbonsäuren**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **C-Atome - Zahl** | IUPAC – Name | Trivialname | **Formel** |
| **gesättigte Carbonsäuren** | | | |
| 1 | *Methansäure* | Ameisensäure | *HCOOH* |
| 2 | *Ethansäure* | Essigsäure | *CH3-COOH* |
| 3 | *Propansäure* | Propionsäure | *CH3-CH2-COOH* |
| 4 | *Butansäure* | Buttersäure | *CH3-CH2-CH2-COOH* |
| 12 | *Dodecansäure* | Laurinsäure | *CH3-(CH2)10-COOH* |
| 14 | *Tetradecansäure* | Myristinsäure | *CH3-(CH2)12-COOH* |
| 16 | *Hexadecansäure* | Palmitinsäure | *CH3-(CH2)14-COOH* |
| 18 | *Octadecansäure* | Stearinsäure | *CH3-(CH2)16-COOH* |
| 7 | Benzoesäure | - |  |
| **einfach ungesättigte Carbonsäuren** | | | |
| 18 | cis – 9-Octadec**en**säure | Ölsäure |  |
| 18 | *trans – 9 Octadecensäure* | Elaidinsäure |  |
| **mehrfach ungesättigte Carbonsäuren** | | | |
| 6 | *2,4-Hexadiendisäure* | Sorbinsäure |  |
| 18 | 9,12-Octadeca**dien**säure | Linolsäure |  |
| 18 | *9,12,15-Octedecatriensäure* | Linolensäure |  |
| 20 | 5,8,11,14-Eicosatetraensre | Arachidonsäure |  |
| Dicarbonsäuren | | | |
| 2 | Ethandisäure | Oxalsäure | HOOC – COOH |
| 3 | *Propandisäure* | Malonsäure | HOOC – CH2 – COOH |
| 4 | *Butandisäure* | Bernsteinsäure | HOOC – CH2 – CH2 – COOH |
| 4 | trans – Butendisäure | Fumarsäure |  |
| 4 | cis – Butendisäure | Maleinsäure |  |
| 4 | *2,3-Dihydroxybutandisäure* | Weinsäure |  |
| 5 | *Pentandisäure* | Glutarsäure | HOOC – (CH2)3 – COOH |
| 6 | Hexandisäure | Adipinsäure | HOOC – (CH2)4 – COOH |

**P Station 8: Reaktionen der Carbonsäuren mit Alkoholen**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Säure** | Alkohol | **Ester** | **Geruch** |
| Essigsäure | Octan-1-ol | ***Essigsäureoctylester*** | ***Spülmittel*** |
| Essigsäure | Butan-1-ol | ***Essigsäurebutylester*** | ***Apfel*** |
| Essigsäure | Pentan-1-ol | ***Essigsäurepentylester*** | ***Birne*** |
| Propansäure | Ethanol | ***Propansäureethylester*** | ***Gletscher-Eis-***  ***Bonbon*** |
| Benzoesäure | Ethanol | ***Benzoesäureethylester*** | ***künstlich,***  ***fruchtig*** |
| Salicylsäure | Methanol | ***Salicylsäuremethylester*** | ***Pfeffermintz,***  ***muffig*** |
| Propansäure | Butan-1-ol | ***Propansäurebutylester*** | ***Rum*** |
| Ethansäure | 3-Methyl-1-butanol | ***Ethansäure- (3-Methyl-1-butyl)-ester*** | ***Birne*** |
| Ethansäure | 1-Pentanol | ***Etansäure-1-pentylester*** | ***Banane*** |
| 2-Methylbuttersäure | Hexan-1-ol | ***2-Methyl-buttersäurehexylester*** | ***Apfel/Birne*** |
| Zimtsäure | Ethanol | ***Zimtsäureethylester*** | ***Pfirsich*** |

**W Station 9: Triangolon**



**Vorzubereiten:**

**Station 1:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Geräte** | **Chemikalien/Lösungen** |
| Abzug!! | Acetaldehyd |
| 50 ml Becherglas | Indikatorpapier ??  (funktioniert nur in wässriger Lösung) |
| Bunsenbrenner | Kupferblech |
| Schmirgelpapier |  |
| Papiertücher |  |

**Station 2:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Geräte** | **Chemikalien/Lösungen** |
| Leitfähigkeitsmessgerät | Essigsäure |
| 6 große Reagenzgläser + Gestell | destilliertes Wasser |
| Messzylinder 25 ml |  |
| 2 ml Pipette |  |
| Glasstab groß |  |

**Station 3:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Geräte** | **Chemikalien/Lösungen** |
| 8 Reagenzgläser | destilliertes Wasser |
| zwei 2-ml-Pipetten | Benzin |
| Stopfen für Reagenzgläser | Essigsäure |
| Spatel | Propansäure |
| 3 Tropfpipetten | Capronsäure (C6) |
|  | Stearinsäure |

**Station 5:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Geräte** | **Chemikalien/Lösungen** |
| pH-Meter | Die Lösungen in Reagenzgläsern bereitstellen: |
| destilliertes Wasser zum Reinigen | 0,1 M Ameisensäure  (0,38 ml Ameisensäure/100 ml Lösung) (ätzend, C) |
| Becherglas zum Abspülen | 0,1 M Essigsäure  (0,57 ml Essigsäure/100 ml Lösung) (ätzend, C) |
| Papiertücher | 0,1 M Propansäure  (0,75 ml Propansäure/100 ml Lösung) (ätzend, C) |
|  | 0,1 M Chlorethansäure  (0,94 g Chlorethansäure/100 ml Lösung)  (giftig, T, umweltgefährlich, N) |

**Station 8:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Geräte** | **Chemikalien/Lösungen** | |
| 6 Reagenzgläser | Ethansäure | Methanol |
| Tropfpipette | Propansäure | Ethanol |
| zwölf 2-ml-Pipetten  für Alkohole und Säuren | 2-Methylbuttersäure | Butan-1-ol |
| Zimtsäure | 3-Methyl-1-butanol |
| Benzoesäure | Pentan-1-ol |
| Salicylsäure | Hexan-1-ol |
|  | konz. Schwefelsäure | Octan-1-ol |