

Übungsaufgaben zu Aminosäuren, Peptiden und Proteinen BGym_Bio_Eingangsklasse



Hilfsmittel: Blatt mit den Strukturformeln aller proteinogenen AS (außer bei den Aufgaben, bei denen die Strukturformel einer AS anhand des Trivialnamens selber (auswendig) notiert werden soll).

Aminosäuren

Die wichtigsten Fachbegriffe und Kompetenzen:

- **Allgemeine Strukturformel von α -Aminosäuren.** \Rightarrow Tipp: bio simpleclub (05:54 min): <https://youtu.be/rrZtRi7LGCs?si=y-d2eyJ6wNJqU1uR>
- **Einteilung der AS nach chemischen Gesichtspunkten in den Resten (R).** \Rightarrow Tipp: bio simpleclub (05:54 min): <https://youtu.be/rrZtRi7LGCs?si=y-d2eyJ6wNJqU1uR>
- **Beurteilen, ob ein AS-Rest polar, unpolar, sauer oder basisch ist.** \Rightarrow Tipp: bio simpleclub (05:54 min): <https://youtu.be/rrZtRi7LGCs?si=y-d2eyJ6wNJqU1uR>
- **„Essentielle Aminosäuren“.** \Rightarrow Tipp: bio simpleclub (05:54 min): <https://youtu.be/rrZtRi7LGCs?si=y-d2eyJ6wNJqU1uR>
- **Eine Skelettformel in eine ausführliche Strukturformel übersetzen können und zurück.**
- **Wissen, dass je nach pH-Wert die -COOH-Gruppen der AS auch negativ geladen, und die NH_2 -Gruppen der AS auch positiv geladen auftreten können.**
- **Was Sie nicht können müssen und evtl. im Unterricht auch nicht behandelt wurde: Reaktionsgleichungen zur Bildung der geladenenen Gruppen in AS (Protonierung und Deprotonierung der Amino- und Carboxylgruppen). Räumlicher Bau der Aminosäuren (D- und L-Konfiguration), isoelektrischer Punkt**

Hilfsmittel: Blatt mit den Strukturformeln aller proteinogenen AS

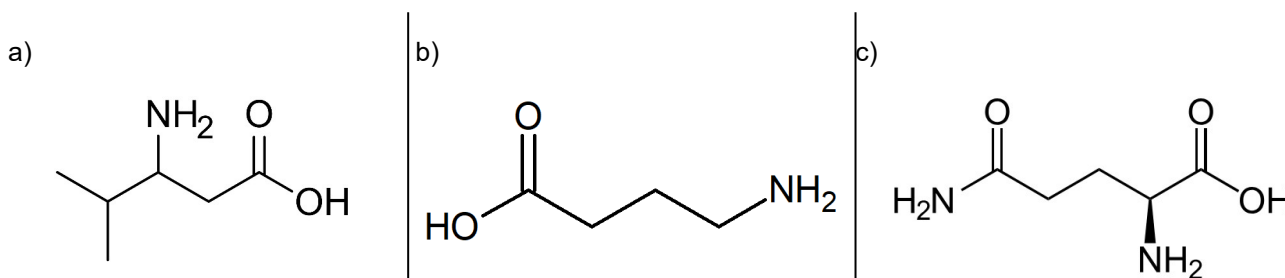
1.1 Notieren Sie die ausführliche Strukturformel von Valin (Val).

1.2 Wie viel H-Atome besitzt ein neutrales Tyrosinmolekül? Zählen Sie nach!

1.3 **Tyrosin** ($\text{HOOC-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5\text{-OH}$) löst sich immerhin mäßig gut in Wasser (ca. 17 g/L). Erklären Sie diese mäßige Löslichkeit.

1.4 gestrichen

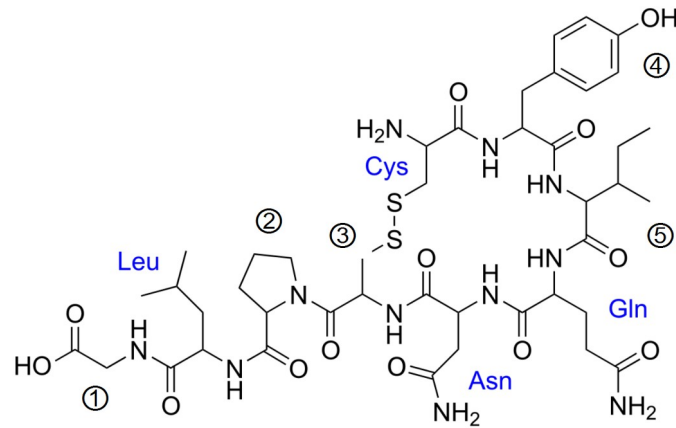
1.5 Beurteilen Sie, ob es sich bei den folgenden AS jeweils um, α -, β - oder γ -Aminosäuren handelt. Geben Sie für die α -AS zusätzlich die ausführliche Strukturformel und den Trivialnamen laut AS-Tabelle an:



1.6 Geben Sie die Bezeichnungen für jeweils zwei proteinogene Aminosäuren an, deren Reste untereinander.....

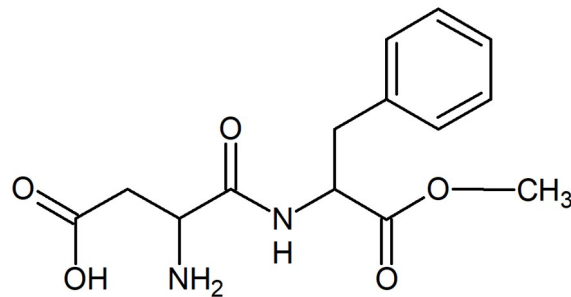
- H-Brücken ausbilden können
- stärkere van-der-Waals-Wechselwirkungen ausbilden können.
- ionische Wechselwirkungen ausbilden können.
- Disulfid-Brücken ausbilden können.

2.7 Oxytozin ist ein cyclisches Peptid aus 9 Aminosäuren.



Markieren Sie mit Strichen die Grenzen zwischen den einzelnen Aminosäuren. Um welche Aminosäuren handelt es sich bei ① – ⑤? Ermitteln Sie mit der Aminosäure-Tabelle!

2.8 Aspartam ist ein synthetischer Süßstoff der häufig in Lebensmitteln benutzt wird.



Aspartam

Unter dem Einfluss der Magensäure wird Aspartam bei oraler Einnahme hydrolytisch in drei Verbindungen gespalten, eine davon ist Methanol (HO-CH₃). Geben Sie die Reaktionsgleichung der vollständigen Hydrolyse an und benennen Sie die neben Methanol entstehenden Produkte.

Antworten unter www.laborberufe.de

Lösungen – ohne Gewähr

Wenn Ihnen Fehler in den Musterlösungen auffallen, machen Sie mich bitte darauf aufmerksam (info@laborberufe.de). Letztendlich profitieren auch andere Schüler davon.

Aus didaktischen Gründen variiert die Ausführlichkeit der Aufgabenlösungen. So sind manche Lösungen ausführlicher als laut Aufgabenstellung erwartet, bei anderen Aufgaben sind jedoch nur Lösungshinweise gegeben, um den Leser zum eigenständigen Denken anzuregen.

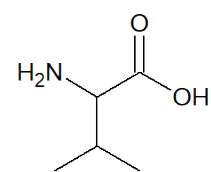
Statt ausführlichen Strukturformeln mit freien e⁻-Paaren sind häufig nur Halbstrukturformeln wiedergegeben.

Lernvideos für den erleichterten Einstieg

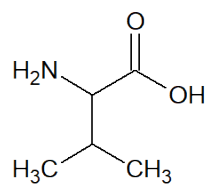
- <https://youtu.be/rrZtRi7LGCs> (das mit dem räumlichen Anordnung und „L-Aminosäure“ und „D-Aminosäure“ ist aber für uns nicht wichtig). [ca. 5 min](#)
- <https://youtu.be/ywN1QY-t99A> (Aufbau der Proteine, die angesprochene räumliche Anordnung („COOH-Gruppen oben....“) ist für uns nicht wichtig). [ca. 5 min](#)

1.1.

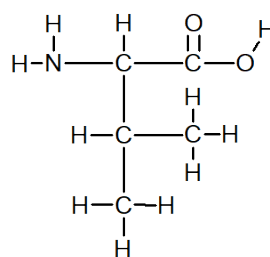
Merke: In der Skelettformel steht jede Ecke für ein C-Atom, an dem so viele H-Atome gebunden sind, dass am das C-Atom insgesamt 4 Atombindungen (bindende Elektronenpaare) abgehen.



Skelettformel von Val

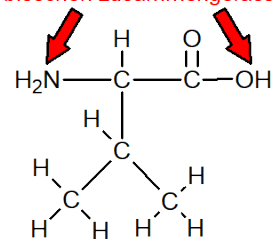


alternative Darstellung der Skelettformel von Val
(oft schreibt man endständige CH₃-Gruppen ausführlicher als Atomgruppe auch auf.)



ausführliche Strukturformel von Val

hier einige Atomgruppen ein bisschen zusammengefasst



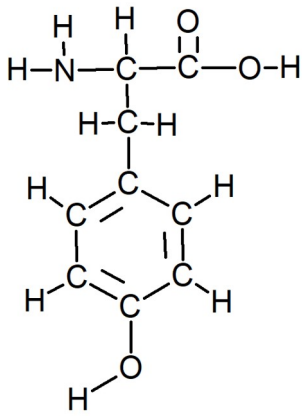
alternative Darstellung der Strukturformel von Val

(Winkel und räumliche Anordnung der Bindungspartner spielen für uns keine Rolle, solange gewährleistet ist, dass exakt dieselben Atome miteinander verknüpft sind)

1.2.

Tyrosin besitzt 11 H-Atome. Daran denken: Jede Ecke in einer Skelettformel steht für ein C-Atom an dem so viele H-Atomen hängen, dass es 4-bindig ist: *Überzeugen Sie sich an unten stehender ausführlicher Strukturformel, dass an jedem C-Atom 4 Atombindungen ansetzen. Vergleichen Sie mit der Skelettformel.*

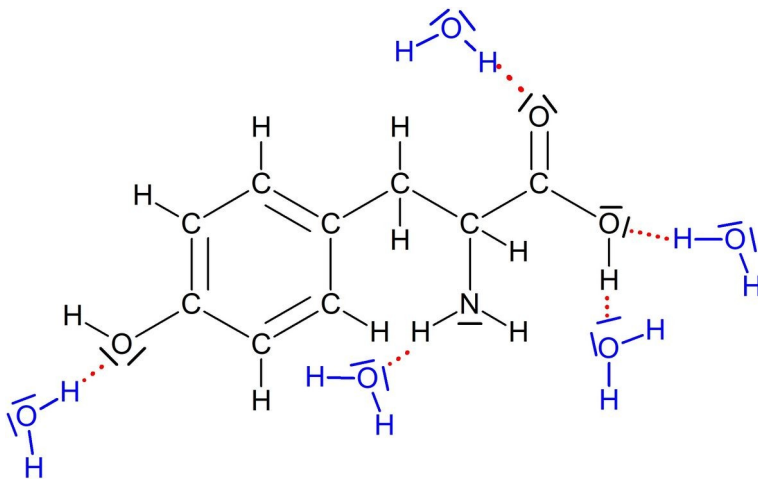
Die ausführliche Strukturformel wäre:



Hinweis: Wichtig ist, dass die Atomabfolge gleich ist! Ob eine Gruppe oben oder unten am C-Atom steht, spielt keine Rolle.

1.3.

Im Molekül sind einige polar gebundene H-Atome vorhanden. Sie können zu den H₂O-Molekülen H-Brücken ausbilden. Einige der möglichen H-Brücken sind hier dargestellt.



Dadurch können die Moleküle von H₂O-Molekülen umgeben werden, und können so in Lösung gehalten werden.

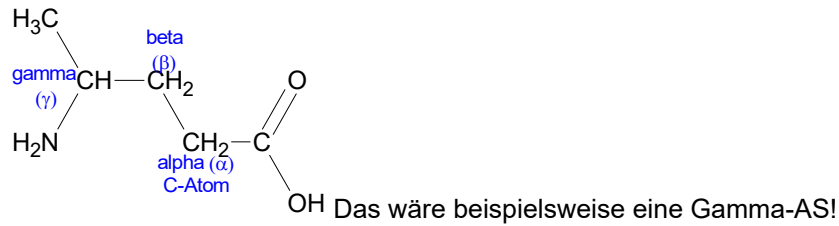
MERKE: H-Brücken bilden sich aus zwischen einem stark polar gebundenen H-Atom (einzige mögliche Gruppen: F-H, ...-O-H und ...-N-H) und einem freien Elektronenpaar eines anderen Atoms.

1.4.

gestrichen

1.5.

MERKE: Das alpha-C-Atom ist das C-Atom, das die Carboxylgruppe (-COOH) trägt. Es geht darum, welches dieser C-Atome die Aminogruppe (-NH₂) trägt.



Merke: Proteionogene Aminosäuren sind in aller Regel α -AS! Überzeugen Sie sich davon auf dem Tabellenblatt.

- Es handelt sich um eine beta-Aminosäure, weil die Aminogruppe (-NH_2), von der Carboxylgruppe (-COOH) aus, am übernächsten (also am 2.) C-Atom gebunden ist.
- Es handelt sich um eine γ -Aminosäure, weil die Aminogruppe von der Carboxylgruppe (-COOH) aus gezählt, am 3. C-Atom hängt.
- Es handelt sich um eine α -Aminosäure, weil die Aminogruppe von der Carboxylgruppe (-COOH) aus gezählt, am 1. C-Atom hängt. Alle proteinogenen Aminosäuren sind in der Regel alpha-AS. Überzeugen Sie sich davon, mithilfe des AS-Tabellenblatts aus dem Unterricht.

1.6

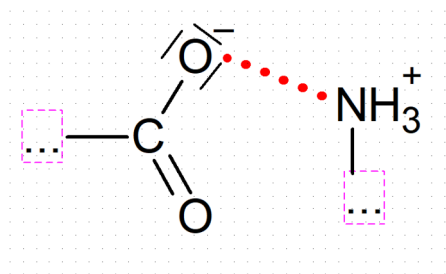
- Sie müssen nach Aminosäuren suchen, die im Rest OH-Gruppen besitzen. Grund: OH-Gruppen können untereinander H-Brücken ausbilden: $\dots\text{O-H}\cdots\text{O}\cdots$

Beispiel: Threonin und Serin

- Sie müssen nach Aminosäuren suchen, die im Rest ein Kohlenwasserstoffrest ($\text{-C}_x\text{H}_y$) besitzen. Grund: Solche unpolare Reste können untereinander über van-der-Waals-Wechselwirkungen zusammenhalten.

Beispiel: Phenylalanin und Valin

- AS-Reste mit -COOH -Gruppen und AS-Reste mit NH_2 -Gruppen können untereinander ionische Wechselwirkungen ausbilden. Grund: Die -COOH -Gruppe (Säuregruppe oder Carboxylgruppe) kann nach Abspaltung eines H^+ negativ geladen und die Aminogruppe (-NH_2) andererseits nach H^+ -Aufnahme positiv geladen vorliegen:



Beispiel: Glutaminsäure mit Asparagin.

- Nur die AS Cystein kann Disulfidbrücken untereinander ausbilden. Hier sind die beiden S-Atome mit einer starken Atombindung miteinander verbunden: $\dots\text{-S-S}\cdots$. Also einzige Möglichkeit: $\text{Cys}\cdots\text{Cys}$

2.1.

Insgesamt gibt es 6 verschiedene Verknüpfungsmöglichkeiten:

- [N-Terminus] Gly-Ala-Val [C-Terminus]
- [N-Terminus] Gly-Val-Ala [C-Terminus]
- [N-Terminus] Ala-Val-Gly [C-Terminus]
- [N-Terminus] Ala-Gly-Val [C-Terminus]
- [N-Terminus] Val-Gly-Ala [C-Terminus]
- [N-Terminus] Val-Ala-Gly [C-Terminus]

Dabei ist zu beachten, dass beispielsweise Gly-Ala-Val nicht das Gleiche wie Val-Ala-Gly ist! Man kann also nicht das Molekül einfach drehen. $\text{H}_2\text{N-R}_1\text{-C(O)-NH-R}_2\text{-C(O)-NH-R}_3\text{-COOH}$ und $\text{H}_2\text{N-R}_3\text{-C(O)-NH-R}_2\text{-C(O)-NH-R}_1\text{-COOH}$ sind nicht das Gleiche. Genauso wenig wie das Wort „*biologie*“ das gleiche ist wie „*eigoloib*“. Das hängt damit zusammen, dass es ein N-Terminus und ein C-Terminus gibt.

2.2.

Die Strukturformeln entnimmt man der Aminosäure-Tabelle. Anschließend kann man die Strukturformeln durch Kondensationsreaktionen (Verknüpfung unter Abspaltung von H_2O) zum gewünschten Tetrapeptid verknüpfen.

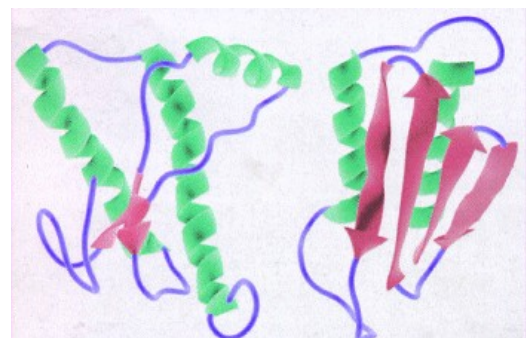
Man beachte folgende Strukturmerkmale: Es treten 3 Peptidbindungen, (-CO-NH-) auf. Es existiert ein carboxyterminales (C-terminales) und ein aminoterminal (N-terminales) Ende. Normalerweise wird die Strukturformel so dargestellt, dass der N-Terminus links und der C-Terminus rechts steht!

2.3.

Zuerst mal das Gemeinsame: Sekundärstrukturen sind räumliche Strukturen, genau wie Tertiärstrukturen.

Der Unterschied liegt darin, dass der räumliche Bau der Sekundärstruktur ausschließlich durch H-Brückenbindung zwischen den Peptidbindungen zustande kommt. Tertiärstrukturen basieren andererseits auf bindende Wechselwirkungen zwischen den Aminosäureresten. Sekundärstrukturen sind zumindest über kleinere Molekülteile hinweg regelmäßige räumliche Anordnungen, Tertiärstrukturen häufig stark unregelmäßig/knäuelartig. **Die Tertiärstruktur ist die über die Sekundärstruktur hinausgehende räumliche Struktur.**

In der **Abb. rechts** sehen Sie ein Beispiel der **Tertiärstrukturen**. Die grüne gebänderte Struktur stellen Molekülbereiche mit α -Helix als Sekundärstruktur dar, die Pfeile Molekülbereiche die gegenläufige Faltblattstruktur repräsentieren.



2.4.

Die wichtigsten Faktoren sind:

- Temperatur: Durch starker Erhitzen werden die Wechselwirkungen der AS-Reste untereinander aufgebrochen, so dass die Tertiärstruktur zerstört wird. Es bilden sich andere, neue Bindungen und damit eine neue Tertiärstruktur heraus. Welche das Genau ist, hängt auf vom Zufall ab, jede Molekül des Proteins besitzt eine andere neue Struktur, so dass bezüglich der Tertiärstruktur in der Probe „Chaos“ herrscht.

Eine solche Denaturierung tritt beispielsweise beim Erhitzen von Hühnereiklar auf. Die Proteine des Eiklars denaturieren. Die „geronnenen“ Proteine sind nicht mehr wasserlöslich. Auch für das Auge verändert sich das Proteingemisch optisch und aus einer farblosen Flüssigkeit entsteht eine weiße Masse.

- starke Änderung des pH-Wertes: So können durch Protonierung von Carboxylat- und oder Amin-Gruppen in den Resten, Wechselwirkungen aufgehoben und andere neu gebildet werden. Meist wird die Wasserlöslichkeit des Proteins herabgesetzt und das Protein flockt aus einer Lösung als weiße Trübung aus.
- Schwermetalllösungen: Sie zerstören insbesondere die Disulfidbindungen und damit die Tertiärstruktur als ganzes.

2.5.

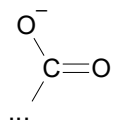
gestrichen

2.6.

a) $\text{H}_3\text{N}^+\text{-Val-Ala-Cys-COO}^-$. Es handelt sich um ein Tripeptid

b) $\text{H}_3\text{N}^+\text{-His-Thr-Pro-Lys-COO}^-$. Es handelt sich um ein Tetrapeptid.

Hinweis: Je nach Umgebungs-pH-Wert können NH_2 -Gruppen auch positiv geladen vorkommen ($\dots\text{-NH}_3^+$) und/oder COOH -Gruppen negativ geladen:



2.7

① Gly

② Pro

③ Cys

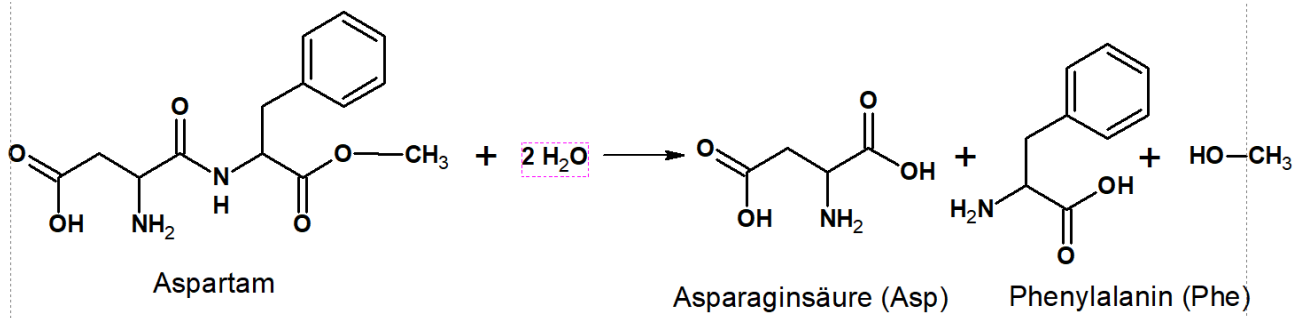
④ Tyr

⑤ Ile

2.8

Hydrolyse (=Spaltung unter dem Einfluss von Wasser) ist das Gegenteil von Kondensationsreaktion (= Verknüpfung unter Wasserabspaltung). Bei der Verknüpfung von AS über eine Peptidgruppe wurde jeweils H_2O abgespalten. => Bei der Spaltung der Peptide in Aminosäuren wird hier deshalb H_2O benötigt.

Aspartam-haltige Produkte (z.B. Cola zero) enthalten häufig einen Warnhinweis: "Enthält eine Phenylalanin-Quelle". Es wird nämlich bei der Spaltung frei.:



Es gibt eine Erbkrankheit, die *Phenylketonurie*, bei der die Patienten strikt die Einnahme von Phenylalanin meiden müssen, weil es sonst zu schwersten Nebenwirkungen kommt. Deshalb sieht der Gesetzgeber den entsprechenden Warnhinweis vor, damit das die Erkrankten wissen.

