

Maturitätsprüfungen 2024 – Chemie

(FrJ, HaH, HoJ)

Prüfungsdauer: 4 Stunden

Erlaubte Hilfsmittel:

- Formeln und Tafeln
- Perioden System der Elemente
- Redox-Tabelle
- Säure-Basen Tabelle

Hinweise:

- Verwenden Sie in Ihren Antworten Fachbegriffe
- Beginnen Sie bei jeder Hauptaufgabe mit einem neuen Lösungsblatt und ordnen Sie bei der Abgabe die Blätter entsprechend
- Schreiben Sie alle Blätter mit Ihrem Namen an

Notenskala:

Für die Note 6 müssen nicht alle möglichen Punkte erreicht werden.

Maximalpunkte: 87

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Name

Aufgabe 1: Atombau (6 P)

a) Ergänzen Sie die untenstehende Tabelle zum Aufbau der Atome (4) je 0.5P

	Protonen	Neutronen	Elektronen
Na			
	83		
Al³⁺	13		

b) Damit Feuerwerksraketen in der Luft unterschiedliche Farbeffekte hervorrufen, sind sie mit einer Effektmischung gefüllt, die verschiedene Metallsalze enthält. Bei der Explosion der Rakete verdampfen diese und es entstehen freie Metallatome in der Gasphase. Natriumsalze sind dabei für die gelben Leuchteffekte erforderlich.

Erklären Sie das Phänomen der Farbemission in Feuerwerk am Beispiel des Natriums. Benutzen Sie dazu das Bohr'sche Atommodell und ergänzen Sie Ihre Antwort mit einer geeigneten Skizze. (2)

Aufgabe 2: Konzentrationsanalyse (6 P)

Pharmakokinetik, manchmal auch beschrieben als „was der Körper mit dem Arzneimittel macht“, bezeichnet den Weg eines Arzneimittels in den, durch den und aus dem Körper heraus.

Um die Verteilung eines Arzneimittels im Körper zu bestimmen, wird nach Einnahme einer definierten Menge der Gehalt des Wirkstoffs unter anderem im Blut und im Urin untersucht.

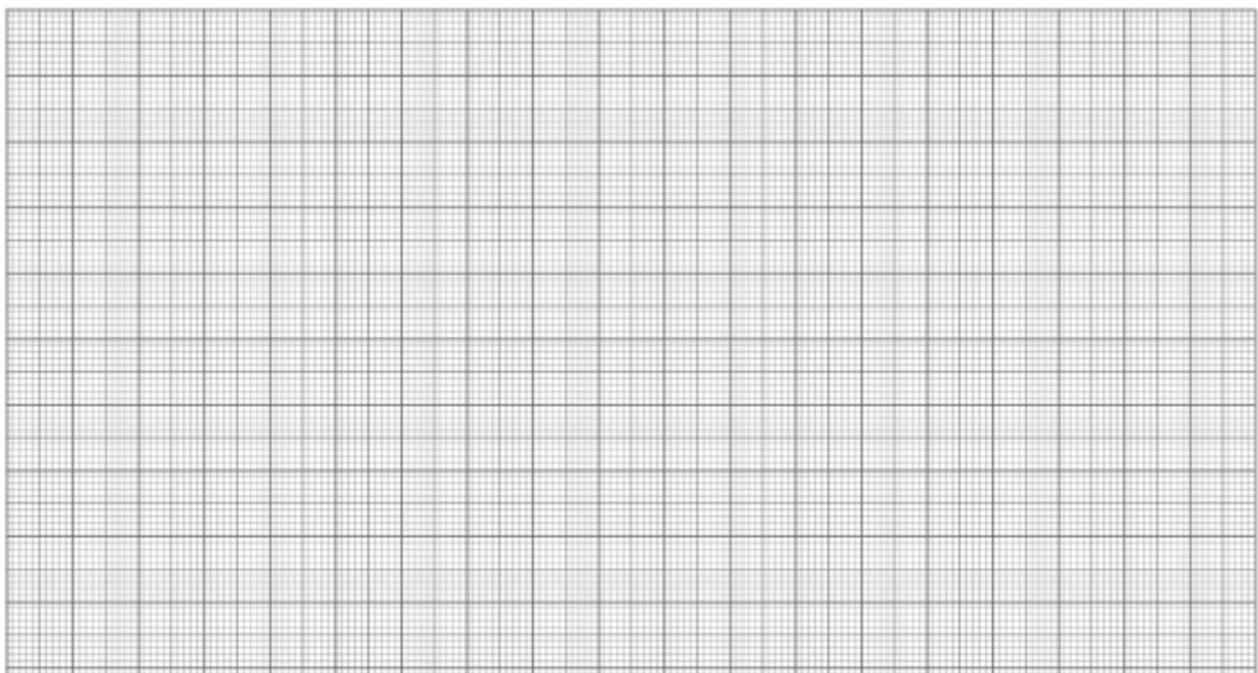
In einer Studie zur Pharmakokinetik des Schmerzmittels Paracetamol wird in einem Tierversuch Mäusen je 20 mg Paracetamol verabreicht. Um den Gehalt von Paracetamol im Blutplasma der Mäuse zu ermitteln, wird eine Blutprobe entnommen und diese aufgearbeitet und photospektrometrisch untersucht.

Dazu wird 0.1 ml Mäuseblut zentrifugiert, um die festen Bestandteile des Bluts abzutrennen. Man erhält 0.05 ml flüssigen Blutbestandteil, das Blutplasma. Das Blutplasma wird in einen Messkolben transferiert und mit Pufferlösung auf 2 ml aufgefüllt.

Die Absorption der verdünnten Plasmaprobe und die Vergleichslösungen bekannter Konzentrationen werden bei 243 nm gemessen. Die Resultate der Messungen können der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

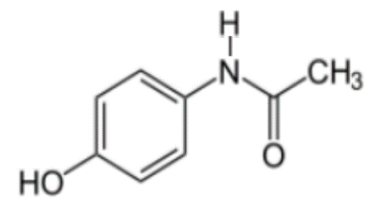
Probe	Konzentration Paracetamol (mg/L)	Absorption bei 243 nm
1	0.01	0.024
2	0.02	0.050
3	0.04	0.094
4	0.06	0.146
5	0.08	0.190
Blutplasmaprobe verdünnt		0.126

- a) Erstellen Sie aus den Angaben eine vollständig beschriftete Eichgerade. Nützen Sie den Platz sinnvoll aus. (2)



- b) Ermitteln Sie graphisch die Konzentration von Paracetamol in der verdünnten Plasmaprobe. Ihre Auswertung muss nachvollziehbar dargestellt sein! (1)
Welche Konzentration hat das Paracetamol im Mäuseblut? (1.5)

- c) Berechnen Sie aus der Konzentration in Aufgabe b) auch die Stoffmengenkonzentration c von Paracetamol im Mäuseblut. (1.5)
(Wenn Sie Aufgabe c) nicht lösen konnten, verwenden Sie eine Konzentration von 0,08 mg/l)



Strukturformel Paracetamol

Aufgabe 3: Stöchiometrie (5 Punkte)

In der Umwelt- und medizinischen Analytik werden Ionenselektive Elektroden verwendet, um die Konzentration einzelner Ionen in Lösungen zu bestimmen. Die Messtechnik entspricht weitgehend der von pH-Elektroden.

In einer Abwasseruntersuchung soll der Gehalt an Blei-Ionen (Pb^{2+}) mithilfe einer ionenselektiven Elektrode bestimmt werden. Dazu muss die Elektrode zuerst in verschiedenen Kalibrierlösungen geeicht werden. Diese werden durch Verdünnen einer Stammlösung hergestellt.

Zur Herstellung der Pb^{2+} -haltigen Stammlösung wird 41.4 g vom gut wasserlöslichen Bleisalz Bleinitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ in einem 250 ml Messkolben gelöst und mit entmineralisiertem Wasser bis zur Eichmarke aufgefüllt.

Die Aufgabe c ist unabhängig von a und b lösbar. Geben Sie jeweils die Rechenwege an.

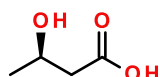
- a) Geben Sie die Stoffmengen- und die Massenkonzentration der Stammlösung an. (2)
- b) Aus der Stammlösung sollen 50 ml einer Kalibrierlösung der Konzentration 0.22 mol/l hergestellt werden. Beschreiben Sie Ihr Vorgehen und fügen Sie eine nachvollziehbare Berechnung an. (2)
- c) Wie viele Blei-Ionen befinden sich in der Kalibrierlösung aus Teil b)? Geben Sie sowohl die Teilchenzahl wie auch die Stoffmenge in mol an. (1)

Aufgabe 4: 3-Hydroxybutansäure (10.5 P)

3-Hydroxybutansäure ist ein wichtiger Ausgangsstoff für biologisch abbaubare Polymere. Sowohl das Edukt als auch das polymere Produkt haben einige interessante Eigenschaften.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

- a) In der Natur kommt nur das abgebildete Enantiomer der 3-Hydroxybutansäure vor. Bestimmen Sie seinen Chiralitätssinn und geben Sie die absolute Konfiguration mit R oder S an. (0,5)
Zeichnen Sie das Enantiomere dazu, ein achirales Konstitutionsisomer und ein chirales Konstitutionsisomeres. (3)



natürliche
3-Hydroxybutansäure

ihr Enantiomeres

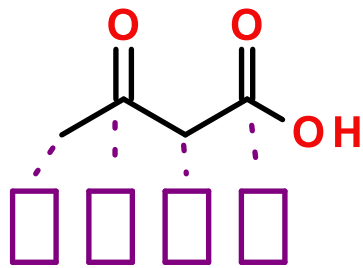
ein achirales
Konstitutions-Isomer

ein chirales
Konstitutions-Isomer

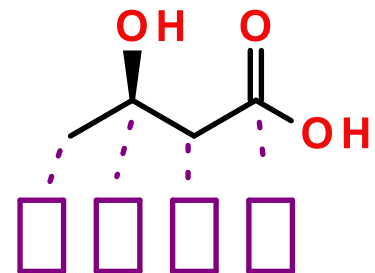
- b) Zeichnen Sie die natürliche 3-Hydroxybutansäure in der Fischerprojektion. Geben Sie an, ob es sich um die D oder L Konfiguration handelt. (1)

- c) 3-Hydroxybutansäure kann die polymere Struktur PHB (=Polyhydroxybutansäure) bilden. Es handelt sich um einen biologisch abbaubaren Kunststoff.
Zeichnen Sie einen Ausschnitt aus diesem Kunststoff, der mindestens zwei monomere Einheiten umfasst. (2)

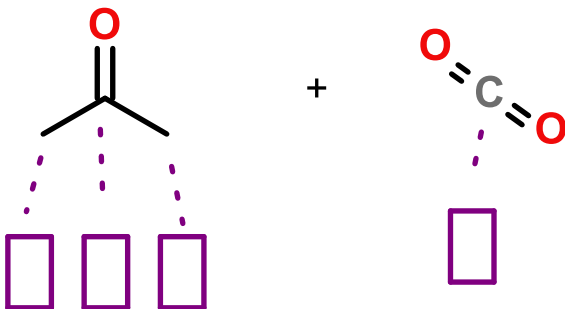
- d) 3-Oxo-butansäure kann im menschlichen Körper zu 3-Hydroxybutansäure oder zu Propanon und Kohlenstoffdioxid reagieren.
Geben Sie die Oxidationszahlen der Kohlenstoffatome an. Schreiben Sie sie in die entsprechenden Kästchen. (3)



3-Oxo-butansäure



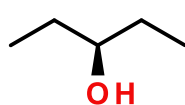
3-Hydroxybutansäure



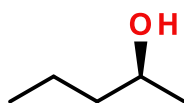
Propanon

- e) Erklären Sie, ob es sich bei der Reaktion von 3-Oxo-Butansäure zu Propanon und Kohlenstoffdioxid um eine Redoxreaktion, eine Säure-Basereaktion oder um einen anderen Typ Reaktion handelt. Begründen Sie Ihre Meinung. (1)

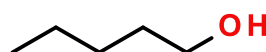
Aufgabe 5: Organische Stoffe (6.5 P)



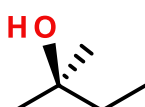
1



2



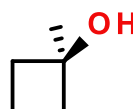
3



4



5



6

Ein Chemiker hat einen Stoff **A** hergestellt und er ist sich nicht sicher, um welchen der Stoffe 1-6 es sich handelt. Er fragt seine Kollegin in einem benachbarten Labor, ob sie ihm bei der Interpretation der Ergebnisse helfen kann.

- Der Stoff **A** reagiert mit einer glühenden, oxidierten Kupfermünze. Die Kupfermünze ist danach rosig glänzend.
- Beim Erhitzen des Stoffes **A** mit einem geeigneten Katalysator wird Wasser eliminiert. Dabei entsteht ein organisches Reaktionsprodukt **X**. **X** entfärbt Bromwasser. **X** hat einen niedrigeren Siedepunkt als **A**.
- Bei der Untersuchung des organischen Produkts **X**, stellt der Chemiker fest, es ist ein Gemisch aus mehreren Isomeren.
- Der Stoff **A** verbrennt zu CO_2 und Wasser.
- Der Stoff **A** ist chiral.

Fragen:

- Um welchen der sechs Stoffe 1-6 handelt es sich bei **A**?
Benennen Sie ihn. Begründen Sie, wie Sie auf diese Aussage kommen. (2 P)

- ii. Geben Sie die Reaktionsgleichung des Experiments a an. Benennen Sie das organische Reaktionsprodukt. (1.5 P)
- iii. Geben Sie zwei mögliche Strukturen an, die in **X** enthalten sind. Benennen Sie sie. (2 P)
- iv. Geben Sie die Reaktionsgleichung des Experiments d an. (1 P)

Aufgabe 6: Organische Stoffe II (9 P)

Geben Sie Strukturen und Namen von Stoffen an, die die angegebenen Bedingungen erfüllen.

Die gesuchten Strukturen bestehen aus 5 Kohlenstoffatomen. Von allen anderen Atomsorten dürfen Sie benutzen, wie Sie es brauchen. Benutzen Sie keine Struktur mehrmals.

Eigenschaft	Struktur	Name	Zusatzangabe
Stoff ist brennbar.			Geben sie die Reaktionsprodukte an.
Stoff ist wasserlöslich.			
Stoff ist chiral.			Bestimmen Sie den Chiralitätssinn/absolute Konfiguration mit R oder S.
Kann mit Ethansäure zu einem Ester reagieren			Zeichnen Sie den Ester auf.
Molmasse ist über 100 u			
Stoff reagiert mit Brom spontan.			Zeichnen Sie ein mögliches Reaktionsprodukt
Stoff hat in Wasser gelöst einen pH-Wert < 7.			

Aufgabe 7: Unterschiedliche Stoffe (4.5 P)

Kreuzen Sie bei folgenden Stoffen an, unter welchen Bedingungen Sie den elektrischen Strom leiten

	Leitet im festen Zustand den elektrischen Strom	Leitet im flüssigen Zustand den elektrischen Strom	Leitet im gasförmigen Zustand den elektrischen Strom	Leitet in Wasser gelöst den elektrischen Strom	Leitet in Ethanol gelöst den elektrischen Strom
Ammoniak	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []
1,2-Cyclohexandiol	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []
Ethansäure	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []
Magnesium	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []		
Magnesiumacetat	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []
Methanol	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []
Natriumchlorid	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []
Quecksilber	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []		
Wasserstoff	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []	ja [] nein []

Aufgabe 8: Die Fischer-Tropsch Synthese (7)

Mithilfe der Fischer-Tropsch Synthese wird gemäss folgender Reaktion Methanol aus Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid gewonnen.



- a) Welche Reaktionsbedingungen wählen Sie, um eine möglichst hohe Ausbeute an Methanol zu erhalten? Nennen Sie drei konkrete Massnahmen und begründen Sie Ihre Wahl mit dem Prinzip von Le Châtelier. (3)

- b) In der Praxis wird obige Reaktion bei 500 K und unter Zugabe eines Katalysators durchgeführt. Erklären Sie die Bedeutung des Katalysators bei dieser Reaktion. (1)

- c) Bei 500 K beträgt die Gleichgewichtskonstante $K = 9.5 \text{ (}\ell^2/\text{mol}^2\text{)}$. In einem Reaktionsgefäss mit dem Volumen 1ℓ werden folgende Stoffmengen gemessen:

$$n(\text{H}_2) = 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}) = 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.5 \text{ mol}$$

Ist diese Reaktion bereits im Gleichgewicht? Wenn nicht: wird die Konzentration von Methanol bis zum Erreichen des Gleichgewichts zu- oder abnehmen? Begründen Sie Ihre Antwort mit dem Massenwirkungsgesetz. (3)

Aufgabe 9: Reindarstellung von Natrium (8 P)

Der elementare Reinstoff Natrium wird durch Schmelzflusselektrolyse von Natriumchlorid gewonnen.

- a) Skizzieren Sie den Aufbau der Elektrolyse. Bezeichnen Sie Kathode und Anode, den Ort der Oxidation respektive Reduktion, sowie Plus- und Minuspol. Machen Sie deutlich welche Produkte an welcher Elektrode entstehen. (3)

- b) Geben Sie die Teilreaktionen an der Anode und an der Kathode an. Identifizieren Sie die Oxidations- und die Reduktionsreaktion (2)

c) Geben Sie die Mindestspannung an, die unter Standardbedingungen benötigt wird, um Natriumchlorid zu zersetzen. (2)

d) Um die Energie zum Aufschmelzen des Natriumchlorids zu sparen, wird vorgeschlagen, das Natriumchlorid in Wasser zu lösen und die Elektrolyse in der wässrigen Lösung durchzuführen. Erklären Sie, ob dieser Prozess funktionieren würde. (1)

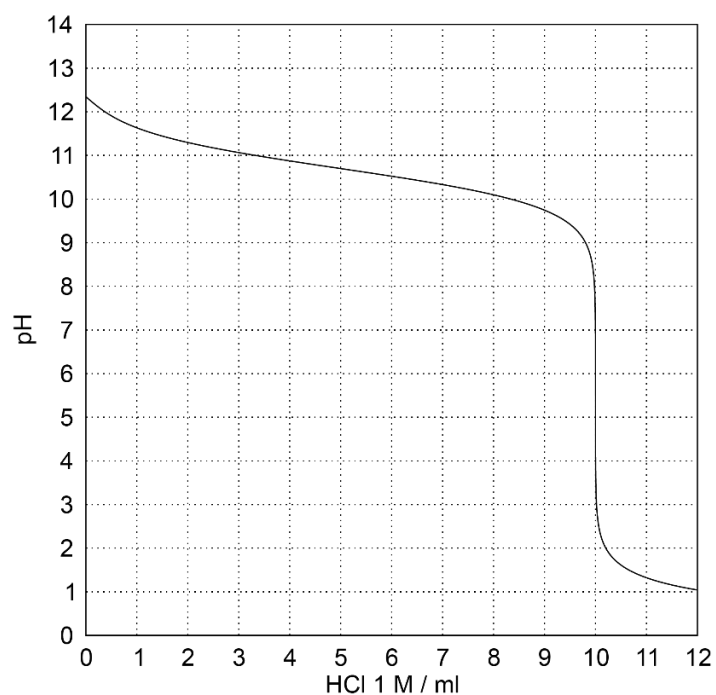
Aufgabe 10: Säure-Basen Reaktionen (8 P)

Die Aufgaben a.) bis f.) sind unabhängig voneinander lösbar

- a) Essigsäure (CH_3COOH) wird Wasser gelöst. Geben Sie die Reaktionsgleichung zwischen Essigsäure und Wasser an. Identifizieren Sie die Säure und die Base. (2)

- b) Butylamin ($\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$) wird Wasser gelöst. Geben Sie die Reaktionsgleichung zwischen Butylamin und Wasser an. Identifizieren Sie die Säure und die Base. (2)

50 ml eines unbekanntes Stoffes werden mit einer Salzsäurelösung der Konzentration 1 mol/l titriert. Nachfolgende Aufgaben beziehen sich auf die Titrationskurve.



- c) Markieren Sie in untenstehender Titrationskurve den Halb- und den Äquivalenzpunkt. (1)
- d) Geben Sie den pK_s -Wert des titrierten Stoffes an. Erklären Sie, wie Sie den Wert bestimmen. (1)
- e) Geben Sie die Konzentration des titrierten Stoffes an. (1)

f) Welcher der folgenden Stoffe wurde titriert? Begründen Sie Ihre Wahl. (1)

i.) NaOH

ii.) H₂SO₄

iii.) C₄H₉COOH

iv.) C₄H₉NH₂

Aufgabe 11: Durcheinander bei einer Bestellung (7 P)

Sie haben bei einem Onlinehändler folgende Chemikalien für Ihr Labor bestellt.

- A:** Kaliumacetatlösung, 0.4 mol/l
- B:** Calciumhydroxidlösung, 0.5 mol/l
- C:** Essigsäure, 0.2 mol/l
- D:** Salzsäurelösung, 0.4 mol/l
- E:** Kochsalzlösung, 0.2 mol/l

Leider haben sich auf dem Transport die Etiketten der Flaschen abgelöst. Nach einigem Überlegen kommen Sie darauf, die Lösungen mithilfe eines pH-Meters zu identifizieren.

Aufgaben a.) und b.) sind unabhängig voneinander lösbar.

- a) Berechnen Sie den pH-Wert für alle Lösungen. (5)

- b) Sie giessen je 0.5 l der Lösungen **A** und **C** zusammen. Erklären Sie, welche besonderen Eigenschaften die resultierende Lösung bezüglich der Zugabe starker Säuren respektive Basen besitzt. Berechnen Sie den pH-Wert dieser Lösung. (2)

Aufgabe 12: Peptide I (5 P)

Das Tripeptid Lys-Glu-Ala ist ein Baustein der bakteriellen Zellwand.

- a) Zeichnen Sie dieses Tripeptid in der Skelettformel auf. Achten sie auf die korrekte räumliche Lage der Seitenketten. (2.5 P)

Tipp: zeichnen Sie den N-Terminus links und den C-Terminus rechts.

- b) Geben Sie an, wie dieses Peptid bei pH= 2, pH= 7 und pH = 10 geladen ist. (1.5 P)

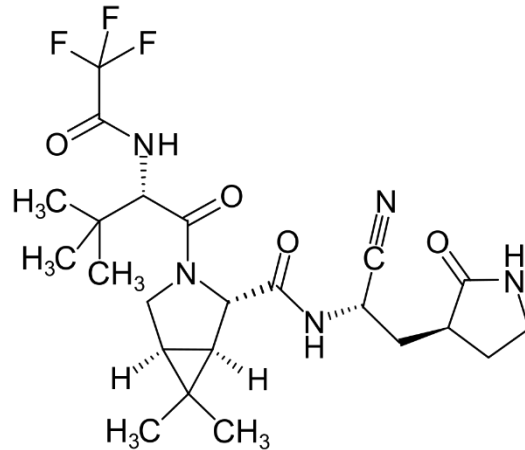
pH	Ladung
2	
7	
10	

- c) Erklären Sie, ob es sich bei dem isomeren Tripeptid Ala-Glu-Lys um ein enantiomeres, diastereomeres oder konstitutionsisomeres Peptid handelt. Begründen Sie Ihre Antwort in 2-3 Sätzen. (1 P)

Aufgabe 13: Peptide II (4,5 P)

Nirmatrelvir ist ein Medikament, das in den USA für die Behandlung von COVID-19 zugelassen ist.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.



Struktur von Nirmatrelvir

- a) In Nirmatrelvir befinden sich Chiralitätszentren. Kennzeichnen Sie in der oberen Struktur jedes Chiralitätszentrum mit einem Stern (*). Geben Sie die Anzahl der Chiralitätszentren an. (1.5)

Die Struktur von Nirmatrelvir enthält _____ Chiralitätszentren.

- b) Nirmatrelvir hat mehrere Amidgruppen, die hydrolysiert werden können. Wenn Sie alle Amidgruppen hydrolysieren, erhalten Sie vier organische Produkte. Zeichnen Sie zwei davon auf (2), benennen Sie eines nach den IUPAC Regeln. (1)

Struktur Produkt 1

Struktur Produkt 2

Der Name eines der beiden Produkte lautet: