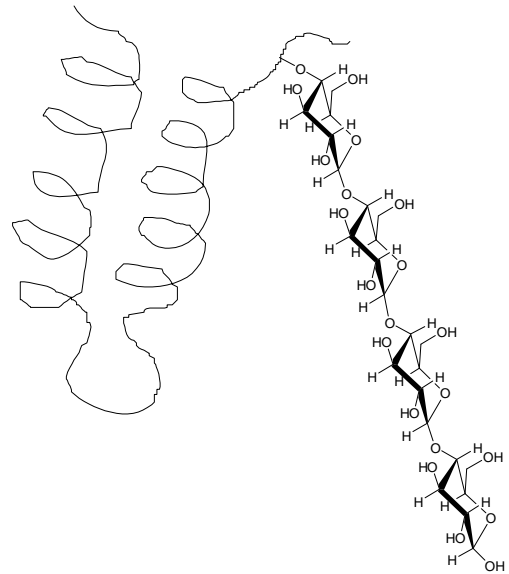


## Chemie:

### **Aufgabe 7. Biochemie, Proteine**

Punktzahl 2

Nebenstehend ist das Modell eines kleinen Glykoproteins dargestellt, d.h. eines Proteins, welches kovalent mit einem Polysaccharid verbunden ist. Das Protein besteht ausschließlich aus den Aminosäuren Cystein (8), Asparaginsäure (30), Leucin (30), Serin (6). (In Klammern steht die jeweilige Anzahl.) An welchen Orten im Protein müsste welcher Typ der oben aufgeführten vier Aminosäuren platziert werden, damit folgende Strukturmerkmale/Eigenschaften des Proteins resultieren:



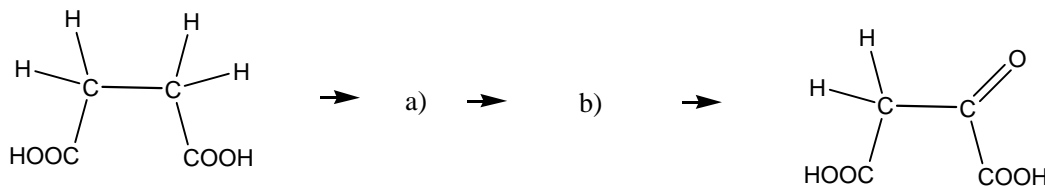
- Gute Wasserlöslichkeit des Glykoproteins
- Stabile gegenseitige Position der beiden Helices auch bei erhöhter Temperatur
- Verminderte Löslichkeit in sauren Lösungen
- Kovalente Verbindung zum Polysaccharid

Schreiben Sie zu jedem der vier Punkte a)-d) wie der jeweilige Typ von Aminosäuren seine Aufgabe wahrnimmt.

### **Aufgabe 8. Organische Chemie, Stoffwechsel**

Punktzahl 2

Bernsteinsäure (Butandisäure) und Oxalessigsäure (2-Oxobutandisäure) sind zwei Stoffwechselprodukte aus dem Zitronensäurezyklus, welche drei Reaktionsschritte auseinander liegen.



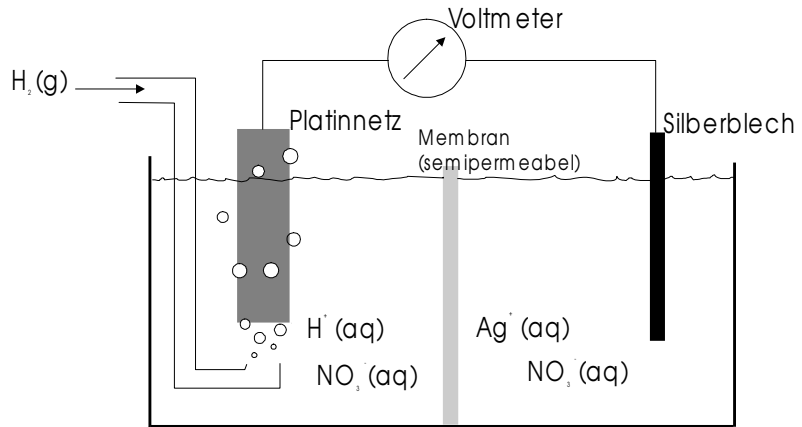
- Formulieren Sie einen möglichen Reaktionsweg von Bernsteinsäure zu Oxalessigsäure unter folgenden Bedingungen:
  - Je eine Partikelgleichung für jeden der drei Reaktionsschritte.
  - Die Moleküle a) und b) sind wie oben mit Valenzstrichformeln, d.h. mit allen H-Atomen zu zeichnen. Weitere beteiligte Teilchen dürfen mit anderen eindeutigen Formeln beschrieben werden.
  - Keine Phantasiereaktionen. Die Reaktionstypen müssen aus dem besprochenen Repertoire stammen.
  - In einem Stoffwechsel sind keine gasförmigen Stoffe erlaubt, ebensowenig einzelne Atome.
- Belegen Sie mit Hilfe von Oxidationszahlen der relevanten C-Atome in Bernsteinsäure und Oxalessigsäure, dass die Oxalessigsäure im Vergleich mit Bernsteinsäure oxidiert ist.

## Aufgabe 9. Elektrochemie

Punktzahl 2

a) Formulieren Sie die beiden Teilpartikelgleichungen, welche die Vorgänge an den beiden Elektroden bei Stromentnahme beschreiben.

b) Welche Spannung kann unter Standardbedingungen abgegriffen werden?



c) Zwei der an der Reaktion beteiligten Stoffe können ohne nennenswerten Spannungsverlust durch andere Stoffe ersetzt werden. Nennen Sie für zwei der ursprünglich enthaltenen Stoffe je einen Ersatzstoff und begründen Sie, warum jene beiden Stoffe ersetzt werden können.

d) In welcher der beiden Halbzellen müsste man die vorgegebene Elektrolytlösung verdünnen, damit die Spannung zwischen den beiden Halbzellen noch etwas erhöht werden könnte? Begründen Sie ihre Wahl.

## Aufgabe 10. Säuren/Basen

Punktzahl 2.25

1 L einer Cyanwasserstofflösung (Blausäure) mit  $c(\text{HCN}) = 1 \text{ mol/L}$  wird mit Natriumhydroxidlösung  $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/L}$  titriert.

a) Formulieren Sie die Partikelgleichung für die Reaktion von Blausäure mit Natriumhydroxid.

b) Skizzieren Sie die Titrationskurve (pH-Werte in Abhängigkeit des Volumens der zugetropften Natriumhydroxidlösung), indem Sie die pH-Werte für die folgenden 5 Punkte berechnen und dann die bestmögliche Kurve durch diese 5 Punkte zeichnen. Folgende Punkte sind dazu zu berechnen:

	1. Punkt	2. Punkt	3. Punkt	4. Punkt	5. Punkt
Volumen NaOH(aq) in mL	0 (Vor der Titration)	100 mL	500 mL	900 mL	1000 mL

## Aufgabe 11. Reaktion und Energie

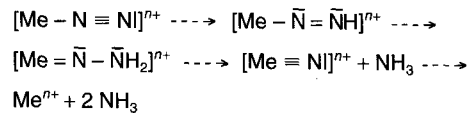
Punktzahl 1.75

EXKURS

### Ammoniak-Synthese ohne Energieaufwand?

Drei Prozent des Weltenergieverbrauchs entfallen auf die Produktion von Ammoniak nach dem HABER-BOSCH-Verfahren, bei dem 30 MPa und 450 °C erforderlich sind. Einigen Bakterien gelingt es dagegen schon unter normalen Bedingungen, Ammoniak zu produzieren. Sie besitzen einen viel wirksameren Katalysator.

Die biologische Stickstoff-Fixierung wird durch das Enzym *Nitrogenase* möglich. Im aktiven Zentrum dieses Enzyms liegen mehrere Eisen-Ionen und Molybdän-Ionen komplex an Schwefel-Gruppen gebunden vor. Die Aktivierung des reaktionsträgen Stickstoffs verläuft im aktiven Zentrum des Enzyms über die Bildung eines Distickstoff-Metall-Komplexes, der dann schrittweise reduziert wird.



In der Forschung werden heute zwei Wege eingeschlagen: Einerseits versucht man die Natur zu imitieren und metallorganische Komplexe zu synthetisieren, die sich als Katalysatoren eignen. Andererseits ist man dabei, die für die Stickstoff-Fixierung verantwortlichen Gene der Bakterien zu lokalisieren. Eine denkbare zukünftige Entwicklung wäre die direkte Übertragung dieser Gene in Pflanzen, sodass diese den von ihnen benötigten Stickstoff selbst fixieren können.

Aus diesem Artikel geht nicht klar hervor, ob die Entstehung von Ammoniak aus den elementaren Stoffen Stickstoff und Wasserstoff endergon oder exergon ist. Die technische Produktion benötigt offenbar viel Energie, im Gegensatz zum Vorgang in Stickstoff fixierenden Bakterien.

- Wie lautet die Reaktionsgleichung für die Bildung von Ammoniak aus den elementaren Stoffen Stickstoff und Wasserstoff?
- Klären Sie den in der Einleitung vorgestellten Sachverhalt: Läuft die Reaktion bei Standardbedingungen (25°C) grundsätzlich freiwillig ab oder nicht? Die lückenlose Berechnung der freien Enthalpie muss ersichtlich sein.