

Musterlösung zu den Aufgaben (S. 6) und zu den Versuchen 3–5 (S. 7/8)

Aufgabe 1, S. 6 (Oxidationszahl)

Oxidationszahl des C-Atoms, das die funktionelle Gruppe trägt:

Ethan: -III	Methanol: -II	Ethanol: -I	Ameisensäure: +II
Formaldehyd: ± 0	Isopropanol: ± 0	tert. Butanol: +I	Acetaldehyd: +I

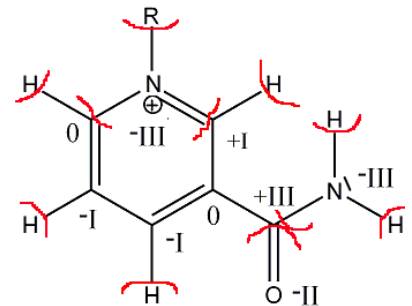
Aufgabe 2, S. 6 (Oxidationszahl)

(i) Oxidationszahl von jedem Kohlenstoffatom im Glucosemolekül:

$C_1 = +I$	$C_2 = \pm 0$	$C_3 = \pm 0$	$C_4 = \pm 0$	$C_5 = \pm 0$	$C_6 = -I$
------------	---------------	---------------	---------------	---------------	------------

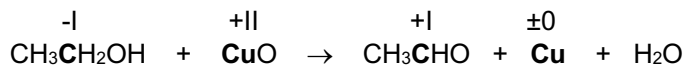
(ii) Oxidationszahl von allen Atomen im NAD⁺-Molekül (H ist immer +I; R wäre ein C-Atom):

Bemerkung zum positiv geladenen N-Atom: Die Elektronen der vier Bindungen, die vom N-Atom ausgehen, werden formal alle dem N-Atom zugeteilt. So gesehen würde die Oxidationszahl -IV betragen. Allerdings muss man nun berücksichtigen, dass das N-Atom hier nicht 5 Valenz-e⁻, sondern nur deren 4, also eines zu wenig hat (deshalb ja die positive Ladung am Stickstoffatom). Diese fehlende negative Ladung (1 e⁻) muss man berücksichtigen: Die Oxidationszahl ändert sich um eine Stufe: (-4) + (+1) = -3, wobei das (+1) für die Ladung steht.



Versuch 3 (Oxidation von Ethanol zu Acetaldehyd)

Das Kupferblech wird in der Flamme schwarz und nach Eintauchen in Ethanol wieder kupferfarben glänzend. Es riecht nach Desinfektionsmittel.



⇒ Eine Bestimmung der Oxidationszahlen zeigt, dass nur C und Cu eine Veränderung der Oxidationsstufe erfahren: Ethanol wird oxidiert und Kupferoxid wird reduziert (= Redoxvorgang). Der Geruch stammt vom entstandenen leicht flüchtigen Aldehyd Ethanal (Acetaldehyd). Aldehyde sind formal dehydrierte Alkohole (d.h. -2 H-Atome, und zwar durch Bindung des O²⁻-Ions von CuO ans positiv polarisierte C-Atom mit der OH-Gruppe unter Abspaltung von H₂O (OH-Gruppe + 1 H-Atom).

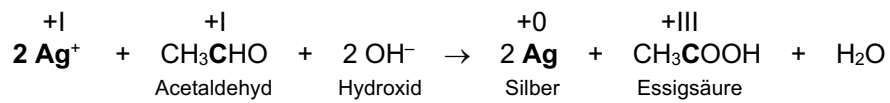
Versuch 4 (Abhängigkeit der Oxidation von der Struktur der Alkohole)

Zu prüfender Alkohol	Formel	Ergebnis
primärer Alkohol 1-Butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	Verfärbung → grünlich
sekundärer Alkohol 2-Butanol	CH ₃ CH(OH)CH ₂ CH ₃	Verfärbung → grün
tertiärer Alkohol 2-Methyl-2-propanol (tert. Butanol)	CH ₃ C(OH)(CH ₃)CH ₃	keine Veränderung: bleibt gelb

Primäre Alkohole lassen sich zum Aldehyd, sekundäre Alkohole zum Keton oxidieren, tertiäre Alkohole jedoch nicht. Die Position der OH-Gruppe ist also entscheidend. Bei einem tertiären Alkohol wirken im Vergleich zu einem primären Alkohol durch die 2 zusätzlichen Kohlenwasserstoffseitenketten zwei zusätzliche positive induktive Effekte (+I-Effekt), welche die Ladungsdichte am positiv polarisierten C-Atom mit der Hydroxylgruppe erhöhen. Dieses C-Atom ist also bei einem tertiären Alkohol weniger positiv polarisiert, was eine Oxidation (z. B. Angriff durch ein neg. polarisiertes oder geladenes O-Atom (vgl. Versuch 3) verhindert.

Versuch 5 (Tollens-Reaktion: Bildung eines Silberspiegels)

Es entsteht eine silbrig glänzende Schicht auf der Glasinnenfläche.



Die Silberionen werden zu elementarem Silber reduziert. Die Elektronen kommen vom Aldehyd, welches zur Carbonsäure (hier Essigsäure) oxidiert wird.