

Vorabiturklausur 2025	Chemie	Material für Prüflinge
Aufgabe II	gA	Prüfungszeit*: 220 min.

*Die Prüfungszeit setzt sich zusammen aus 200 min Bearbeitungszeit und 20 min Auswahlzeit

Aufgabenstellung

1. Eigenschaften und Reaktionen des Isobutans

- 1.1 Isobutan (M1) besitzt einen wesentlich geringen Siedepunkt als Wasser (100°C), Brom Br₂ (58,5°C) oder n-Butan (-0,5°C). Erklären Sie dieses Phänomen mit den jeweiligen Moleküleigenschaften. (14 BE)
- 1.2 Formulieren Sie den vollständigen Mechanismus der Reaktion in M2 für ein mögliches Reaktionsprodukt. (18 BE)
- 1.3 Erläutern Sie, warum bei der Reaktion M2 ein Stoffgemisch entsteht und geben Sie vier unterschiedliche Reaktionsprodukte mit Strukturformel und systematischen Namen an. (12 BE)

2. Oxidierbarkeit als Grundlage für Nachweisreaktionen

- 2.1 Formulieren Sie aus den Teilgleichungen bei der Fehlingprobe (M3) die Gesamtgleichung.
Hinweis: Das Zwischenprodukt Cu(OH)₂ bei der ersten Gleichung müssen Sie nicht berücksichtigen. (08 BE)
- 2.2 Ersetzen Sie R bei R-CHO und R-COOH (M3) durch eine Propylgruppe. Notieren Sie jeweils die vollständige Strukturformel. Bestimmen und notieren Sie darin die Oxidationszahlen aller Atome. Erklären Sie, warum die Aldehydgruppe bei der Fehlingprobe oxidiert wird. (15 BE)
- 2.3 Erläutern Sie die Ergebnisse des Versuches (M4) mit Hilfe von Strukturformeln. (13 BE)

3. Buttersäure und ihre Eigenschaften

- 3.1 Misst man den pH-Wert einer sauren Lösung von Butansäure (M5) mit der Konzentration c=0,1mol/L, erhält man einen Wert von 3,42. Eine Lösung von Chlorwasserstoff in Wasser mit gleicher Konzentration hat einen pH-Wert von 1. Erklären Sie diese Beobachtung. (12 BE)
- 3.2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Buttersäure mit Ethanol (M5). (08 BE)

M1: Eigenschaften von Isobutan

Isobutan (IUPAC: 2-Methylpropan) ist ein farbloses, fast geruchloses, brennbares [Gas](#) mit einem Siedepunkt von -11,7°C. Es ist schwerer als Luft und wirkt in hohen Konzentrationen narkotisierend und erstickend.

Isobutan kommt in [Erdgasen](#) und [Erdölen](#) vor und wird hauptsächlich in [Erdölraffinerien](#) gewonnen. Isobutan kommt in der Natur wesentlich seltener vor als *n*-Butan.

M2: Reaktionen des Isobutans

Isobutan wird mit gasförmigen Brom in einen Glaskolben gebracht. Durch Belichtung kann eine explosionsartige Reaktion ausgelöst werden, die auf die homolytische Spaltung des Bindungselektronenpaares des Brommoleküls (Br_2) zurückgeführt werden kann. Bei der Reaktion entsteht eine klare Flüssigkeit, die ein Stoffgemisch enthält.

M3: Die Fehlingprobe

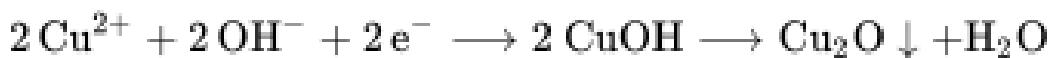
Die Fehlingprobe dient zum Nachweis von Reduktionsmitteln, z.B. Aldehyden. Zur Durchführung verwendet man zwei Lösungen als Nachweisreagenzien, die nach Hermann Fehling als „Fehling I“ und „Fehling II“ bezeichnet werden.

- Die hellblaue Fehlingsche Lösung I ist eine verdünnte Kupfer(II)-sulfat-Lösung (CuSO_4 in Wasser gelöst)
- Die farblose Fehlingsche Lösung II ist eine alkalische Kalium-Natrium-Tartrat-Tetrahydratlösung.

Die Fehlingprobe läuft nur in Anwesenheit von Hydroxidionen (OH^-), die mit den Kupfer(II)-Ionen der Fehlingschen Lösung I sofort einen schwerlöslichen Niederschlag von Kupfer(II)-hydroxid $\text{Cu}(\text{OH})_2$ bilden würden. Das Kalium-Natrium-Tartrat-Tetrahydrat sorgt lediglich dafür, dass die Kupfer(II)-Ionen in Lösung bleiben. Es spielt bei der eigentlichen Reaktion keine Rolle.

Man vereinigt nun gleiche Volumina von Fehling I und Fehling II und gibt die zu analysierende Substanz hinzu. Danach wird die Mischung erwärmt.

Liegt ein oxidierbares Reduktionsmittel vor, werden die Kupfer(II)-Ionen Cu^{2+} zu Kupfer(I)-Ionen Cu^+ reduziert. Zusammen mit den Hydroxidionen aus der Lösung fällt **rotes Kupfer(I)-Oxid Cu_2O** aus.



Die Elektronen stammen aus dem zu untersuchenden Reduktionsmittel. Das ist bei der Fehlingprobe sehr oft ein Aldehyd (die Aldehydgruppe ist hier in Halbstrukturschreibweise als -CHO dargestellt):



Eine Aldehydgruppe wird im basischen Milieu zur Carbonsäure (R-COOH) oxidiert.

M4: Oxidierbarkeit verschiedener Stoffe

2-Hydroxy-2-methylpropan, 1-Hydroxy-2-methylpropan und 2-Hydroxypropan werden jeweils mit einem starken Oxidationsmittel versetzt und erwärmt. Die Reaktionsprodukte werden hinterher untersucht. Dabei ergeben sich folgende Beobachtungen:

- Das Produkt der Reaktion von 2-Hydroxy-2-methylpropan zeigt weder eine positive Fehlingprobe noch eine saure Reaktion.
- Das Produkt der Reaktion von 1-Hydroxy-2-methylpropan zeigt eine negative Fehlingprobe und eine saure Reaktion.
- Das Produkt der Reaktion von 2-Hydroxypropan zeigt weder eine positive Fehlingprobe noch eine saure Reaktion.

M5: Eigenschaften und Reaktionen der Buttersäure

Buttersäure ist der Trivialname der Butansäure, der einfachsten Fettsäure. Buttersäure macht im Wesentlichen den unangenehmen Geruch von Erbrochenem oder von ranziger Butter aus. Buttersäure trägt auch zum Schweißgeruch und in manchen Fällen zum Mundgeruch bei. Die Dämpfe reizen in höheren Konzentrationen die Augen und die Atemwege. Buttersäure entsteht beim Ranzigwerden von Butter. Sie ist in jedem Verhältnis mit Wasser, Ethanol, Diethylether und Glycerin mischbar.

Sie besitzt einen pK_s -Wert von 4,82, bewegt sich also in einem ähnlichen Bereich wie Essigsäure.

Gibt man zu Buttersäure reines Ethanol und säuert mit Schwefelsäure an, entsteht eine fruchtig riechende Substanz. Bei der Reaktion wird Wasser frei.