



Name: \_\_\_\_\_

## Abiturprüfung 2020

### Chemie, Leistungskurs

---

#### Aufgabenstellung:

##### Rotrost und Weißrost: Korrosionsvorgänge an Eisen und Zink

1. Geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Sauerstoffkorrosion von Eisen und Zink an und erklären Sie an diesem Beispiel den Begriff Korrosion. Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung von Zinkcarbonat aus Zinkhydroxid. *(14 Punkte)*
2. Skizzieren Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur galvanischen Verzinkung eines Eisenwerkstücks. Erläutern Sie unter Angabe der Elektrodenreaktionen die elektrochemischen Prozesse während der Verzinkung. Berechnen Sie die Elektrolysedauer der Verzinkung des Eisenwürfels (Experiment 1) unter Vernachlässigung von Nebenreaktionen. *(16 Punkte)*
3. Berechnen Sie die Masse des Zinkabtrags bei Experiment 2. Skizzieren Sie mögliche Extinktionsspektren (Absorptionsspektren) des Erio-T-Farbstoffs vor und nach dem Erreichen des Äquivalenzpunkts. Begründen Sie die Wahl der Detektionswellenlänge  $\lambda = 605 \text{ nm}$  zur Verfolgung des Umschlagspunkts der Titration. *(16 Punkte)*
4. Erläutern Sie die im Verlauf des Experiments 3 beschriebenen Beobachtungen und geben Sie die Teilgleichungen der ablaufenden Reaktionen an. Beurteilen Sie den Einsatz von Zink und Eisen sowie von verzinkten Bauteilen aus Eisen im Hinblick auf nachhaltigen Korrosionsschutz. *(20 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (grafikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### Fachspezifische Vorgaben:

#### Rotrost und Weißrost: Korrosionsvorgänge an Eisen und Zink

Bauteile aus den unedlen Metallen Eisen und Zink unterliegen, wenn sie ungeschützt einer feuchten sauerstoffhaltigen Atmosphäre ausgesetzt sind, dem Vorgang der Korrosion. Für Konstruktionen aus Eisen ist dies von besonderer Bedeutung, da die Tragfähigkeit des Bauteils durch die Bildung von Eisenhydroxiden aufgrund von Sauerstoffkorrosion stark beeinträchtigt wird. Bei Sauerstoffkorrosion entstehen Eisen(II)-hydroxid ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ) und anschließend Eisen(III)-oxidhydroxid ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) (Rotrost/Eisenrost).

Bei Zink tritt unter den oben genannten Bedingungen ebenfalls Korrosion ein, d. h. es bildet sich Zinkhydroxid ( $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ) (Weißrost/Zinkrost). Ähnlich dem Rotrost bildet Weißrost lockere, schwerlösliche Überzüge, die nicht vor weiterer Korrosion schützen. Bei Anwesenheit von Kohlenstoffdioxid reagiert das gebildete Zinkhydroxid jedoch zu einer Mischung aus basisch reagierendem Zinkhydroxid und Zinkcarbonat ( $\text{ZnCO}_3$ ). Diese fest anhaftende Schicht schützt nachhaltig vor weiterer Korrosion. Zink wird daher trotz seines unedlen Charakters häufig sogar als Überzug zum Schutz vor Korrosion verwendet. Zinküberzüge schützen Bauteile aus Eisen auch dann, wenn die Schutzschicht verletzt wurde.

Um die Langzeitstabilität von Zinküberzügen zu überprüfen, werden sogenannte Bewitterungsexperimente durchgeführt. Dabei wird das verzinkte Bauteil einer künstlichen Umgebung (z. B. Beregnung mit einer Bewitterungslösung) ausgesetzt. Im Anschluss wird die Konzentration der abgetragenen Zink-Ionen in einer Lösung durch eine Titration mit einer speziellen Maßlösung bestimmt. Der Endpunkt der Titration wird mit einem Indikatorfarbstoff, z. B. Erio T, ermittelt. Erio T, das zu Beginn der Titration eine Farbe zwischen Purpur und Violett besitzt, ändert diese am Umschlagspunkt zu Grünblau. Der Umschlagspunkt kann mithilfe eines Fotometers bei einer Wellenlänge von  $\lambda = 605 \text{ nm}$  detektiert werden.

Zu den beschriebenen Vorgängen wurden in einem Labor folgende Experimente durchgeführt:

#### Experiment 1: Galvanische Verzinkung eines Eisenwürfels

Ein Eisenwürfel mit einer Masse von 981,03 g wurde galvanisch bei einer Stromstärke  $I = 5,0 \text{ A}$  verzinkt. Nach dem Erreichen einer gleichmäßigen Schichtdicke wurde die Verzinkung beendet. Die Masse des verzinkten Eisenwürfels betrug nun 983,23 g.

#### Experiment 2: Bestimmung des Zinkabtrages in einem Bewitterungsexperiment

Für ein Bewitterungsexperiment wurde der in Experiment 1 verzinkte Eisenwürfel drei Monate lang einer Bewitterungslösung ( $V_{\text{Lsg.}} = 1,00 \text{ L}$ ) ausgesetzt. 100 mL dieser Lösung wurden am Ende des Langzeitversuchs auf ihren Gehalt an Zink-Ionen untersucht. Es wurden 14,5 mL der Maßlösung bis zum Umschlagspunkt benötigt. Der Verbrauch von 1,0 mL Maßlösung entsprach  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$  Zink-Ionen.



Name: \_\_\_\_\_

### Experiment 3:

Ein frisch verzinkter Eisenwürfel wurde an einer Seite so stark beschädigt, dass der Eisenkern sichtbar wurde. Anschließend wurde dieser in Salzsäure-Lösung gelegt. Nach kurzer Zeit trat eine Gasentwicklung vorwiegend am Eisenkern auf. In der Lösung konnten Zink-Ionen nachgewiesen werden.

### Zusatzinformationen:

Tabelle 1: Standardpotenziale ( $E^\circ$ )

Stoff	Teilgleichung	Standardpotenzial ( $E^\circ$ )
Zink/Zink-Ion	$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,76 V
Eisen/Eisen(II)-Ion	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,41 V
Wasserstoff/Oxonium-Ion (pH = 0)	$\text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^-$	0,00 V
Sauerstoff/Hydroxid-Ion (pH = 14)	$4 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$	0,40 V

### Molare Masse

$$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

### Faraday-Konstante

$$F = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$$

### Faraday-Gesetz

$$I \cdot t = n \cdot z \cdot F$$

Tabelle 2: Zusammenhang von absorbiertem Strahlung, zugehöriger Spektralfarbe und beobachteter Komplementärfarbe

Wellenlänge $\lambda$ in nm	Spektralfarbe	Komplementärfarbe
400 – 435	violett	gelbgrün
435 – 480	blau	gelb
480 – 490	grünblau	orange
490 – 500	blaugrün	rot
500 – 560	grün	purpur
560 – 580	gelbgrün	violett
580 – 595	gelb	blau
595 – 605	orange	grünblau