

Øving 9

1

a) Forklar kort forskjellen mellom oksidasjon og reduksjon i elektrokjemiske reaksjoner.

- Reduksjon er at forbindelsen mottar ett eller flere elektroner, oksidasjonstallet reduseres for minst ett atom. Oksidasjon er at forbindelsen avgir ett eller flere elektroner, oksidasjonstallet øker for minst et atom.

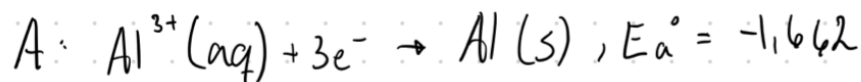
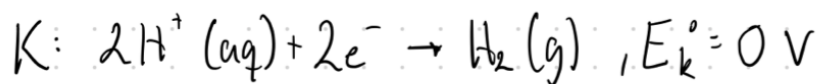
b) Hvilken reaksjon skjer på anoden og hvilken skjer på katoden?

- Oksidasjonen skjer på anoden, og reduksjonen skjer på katoden.

2

Avgjør om det er termodynamisk mulig at aluminium korroderer i en elektrolyttløsning hvor $[Al^{3+}] = 10^{-3}$ mol/L, pH = 2,5 og temperaturen er 25°C. Anta at oppløst oksygen ikke er tilstede i elektrolyttløsningen. Vis med beregninger.

$$[Al^{3+}] = 10^{-3} \text{ M} , \text{ pH} = 2,5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2,5} = 3,16 \cdot 10^{-3}$$



Nernst likning:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q = 1,662 - \frac{8,314 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \ln \frac{(10^{-3})^2}{(3,16 \cdot 10^{-3})^6}$$

$$\underline{\underline{E = 1,645 \text{ V}}}$$

$E > 0$, det er termodynamisk mulig at aluminium korroderer.

3

Følgende par med legeringer er koblet i sjøvann. Forutsi sannsynligheten for korrosjon, og hvis korrosjon er sannsynlig, angi hvilket metall/legering som vil korrodere. Bruk den galvaniske serien i Tabell 17.2/18.2

Table 18.2

The Galvanic Series

	Platinum
	Gold
	Graphite
	Titanium
	Silver
	[316 Stainless steel (passive)
	[304 Stainless steel (passive)
	[Inconel (80Ni–13Cr–7Fe) (passive)
	[Nickel (passive)
	[Monel (70Ni–30Cu)
	[Copper–nickel alloys
	[Bronzes (Cu–Sn alloys)
	[Copper
	[Brasses (Cu–Zn alloys)
	[Inconel (active)
	[Nickel (active)
	Tin
	Lead
	[316 Stainless steel (active)
	[304 Stainless steel (active)
	[Cast iron
	[Iron and steel
	[Aluminum alloys
	[Cadmium
	[Commercially pure aluminum
	[Zinc
	[Magnesium and magnesium alloys

↑
Increasingly inert (cathodic)

↓
Increasingly active (anodic)

Source: M. G. Fontana, *Corrosion Engineering*, 3rd edition. Copyright 1986 by McGraw-Hill Book Company. Reprinted with permission.

a) Aluminium og magnesium

- Begge er lave i Tabell 18.2, så korrosjon vil skje. Magnesium er lavest i spenningsrekka, og vil derfor korrodere før aluminium.

b) Sink og lavkarbonstål

- Begge er lave i Tabell 17.2, så korrosjon vil skje. Zn er lavere, så den vil korrodere.

c) Messing (60 wt% Cu – 40 wt% Zn) og Monel (70 wt% Ni – 30 wt% Cu)

- Begge er innenfor samme markerte område, korrosjon vil sannsynligvis ikke skje.

d) Titan og 304 rustfritt stål

- Titan er høyere i tabellen enn både aktivt og passivt 304. Er det passivt 304, vil lite korrosjon forekomme, er det aktivt 304 vil stålet sannsynligvis korrodere mye.

e) Støpejern og 316 rustfritt stål

- Støpejern er mer anodisk enn både aktivt og passivt 316 stål. Det vil derfor korrodere. Aktivt 316, har det tilnærmet samme grad av anoditet som støpejern, dermed vil det skje mindre korrosjon for aktivt 316, enn for passiv

4

a) Angi tre metaller eller legeringer som kan brukes til å galvanisk beskytte 304 rustfritt stål i aktiv tilstand. Bruk den galvaniske serien i Tabell 17.2/18.2.

- Støpejern, sink og aluminium er mer anodiske enn 304 rustfritt stål, og kan derfor brukes til å beskytte det.

b) Galvanisk korrosjon kan forhindres noen ganger ved å lage en elektrisk kontakt mellom de to metallene det gjelder og koble et tredje metall anodisk til de andre to. Ved å bruke den galvaniske serien, oppgi et metall som kan brukes til å beskytte et kobber – aluminium galvanisk element. Bruk galvanisk serie i Tabell 17.2/18.2.

- Kan bruke Zn ettersom det er mer anodisk enn både aluminium og kobber.

5

Forklar kort hvorfor kaldbearbeidede metaller er mer mottakelige for korrosjon enn ikke – kaldbearbeidede metaller.

- Ett kaldbearbeidet metall har høy grad av strekkspenning i strukturen. Derfor er det flere dislokasjoner i metallet, som anodisk aktive, dermed er metallet mer utstatt for korrosjon.

6

a) Hva er inhibitorer?

- En inhibitor senker korrosjonshastigheten i et metall/legering. Det kan skje på flere måter; enten ved å fjerne reaktanter som forårsaker korrosjonen eller ved å legge seg som et beskyttende lag utenpå metallet/legeringen.

b) Hvilke mulige mekanismer er viktige for deres effektivitet?

- For inhibitorer som reagerer med reaktanter, så er det viktig at denne reaksjonen skjer «lettere» enn korrosjonen. For inhibitorer som danner ett beskyttende lag

utenpå, er det viktig at de lett binder seg til overflaten til metallet/legeringen for at de skal være effektive.

Mulige mekanismer er:

- Eliminering av aktive kjemiske stoffer i løsningen.
- Inhibitormolekylene fester seg på overflaten av stoffet, og påvirker redoksreaksjonene.
- Dannelse av ett tynt og beskyttende belegg på overflaten.

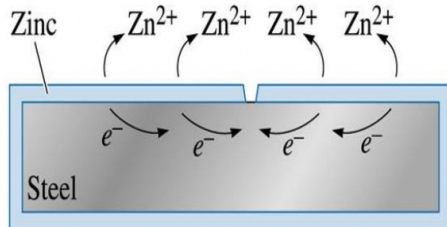
7

Beskriv de to teknikkene som brukes i galvanisk beskyttelse.

- De to teknikkene er offeranoder, og påført strøm. Offeranoder er mer anodiske enn metallet de skal beskytte, og vil derfor korrodere istedet for metallet det skal beskytte. Påført strøm er at en strømkilde med likestrøm kobles til metallet, i tillegg til en inert katode. Dette gjør at det tilføres elektroner til metallet kontinuerlig, slik at det ikke korroderer.

8

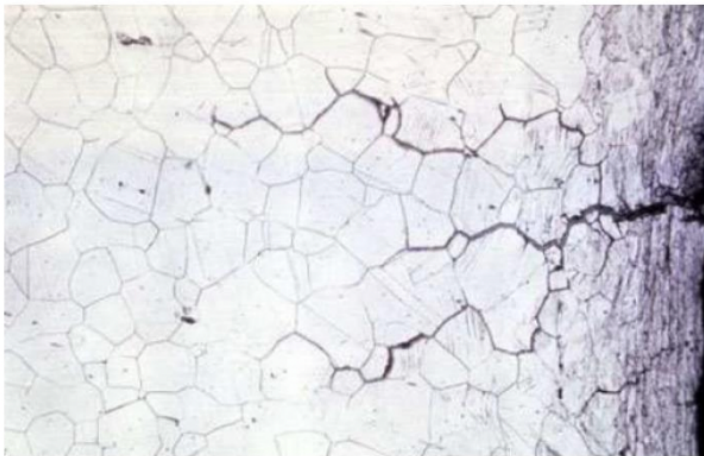
En skisse av et sinkbelegg på stål er vist i figuren under. Beskriv hvordan dette kan beskytte mot korrosjon.



- Sinkbelegget fungerer som en offeranode for stålet. Dersom det oppstår en skade i materialet slik at stålet blir utsatt for et «korrosivt miljø», vil sink korrodere først, ved å overføre elektroner til stålet. Ettersom den utsatte overflaten av sink er mye større enn den utsatte overflaten av stål, vil korrosjonen til sink skje veldig sakte ettersom det blir et overskudd av elektroner i stålet dersom det går for fort (hvilket skaper motstand).

9

Et rustfritt stål er vist i figuren under. Hvilken korrosjonsprosess kan ha skjedd og hvorfor? Foreslå tiltak for å begrense eller beskytte mot korrosjon.



- Det ser ut som en intragranulær korrosjon, det er korrosjon langs korngrensene i metallet. Dette skjer fordi metallet har vært varmet opp over for lang tid. Da felles krom ut langs korngrensene, slik at metallet nær korngrensene har lite krom, og de er mer utsatt for korrosjon. For å forhindre dette bør stoffet varmebehandles riktig (smeltes igjen og nedkjøles for krommet rekke å skilles ut.)

10

Beregn Pilling-Bedworth forholdet for hvert av metallene i Tabell 1. På bakgrunn av disse tallene, angi i tillegg om du vil forvente eller ikke forvente at oksidlaget som dannes på overflaten er et beskyttende oksidlag. Tetthetsdata for metallene og oksidene er gitt i tabellen.

Metall	Tetthet metall [g/cm ³]	Metalloksid	Tetthet oksid [g/cm ³]
Zr	6,51	ZrO ₂	5,89
Sn	7,30	SnO ₂	6,95
Bi	9,80	Bi ₂ O ₃	8,90

$$1) \text{ Zr: } P-B = \frac{M_{\text{O}} \rho_{\text{M}}}{1 \cdot M_{\text{M}} \rho_{\text{O}}} = \frac{123,224 \cdot 6,51}{1 \cdot 91,224 \cdot 5,89} = 1,49$$

$\Rightarrow 1 < P-B < 2 \Rightarrow$ Sannsynligvis beskyttende

$$2) \text{ Sn: } P-B = \frac{M_{\text{O}} \rho_{\text{M}}}{1 \cdot M_{\text{M}} \rho_{\text{O}}} = \frac{150,71 \cdot 7,30}{1 \cdot 118,71 \cdot 6,95} = 1,33$$

$\Rightarrow 1 < P-B < 2 \Rightarrow$ Sannsynligvis beskyttende

$$3) \text{ Bi: } P-B = \frac{M_{\text{O}} \rho_{\text{M}}}{2 \cdot M_{\text{M}} \rho_{\text{O}}} = \frac{465,96 \cdot 9,80}{2 \cdot 208,98 \cdot 8,90} = 1,23$$

$\Rightarrow 1 < P-B < 2 \Rightarrow$ Sannsynligvis beskyttende

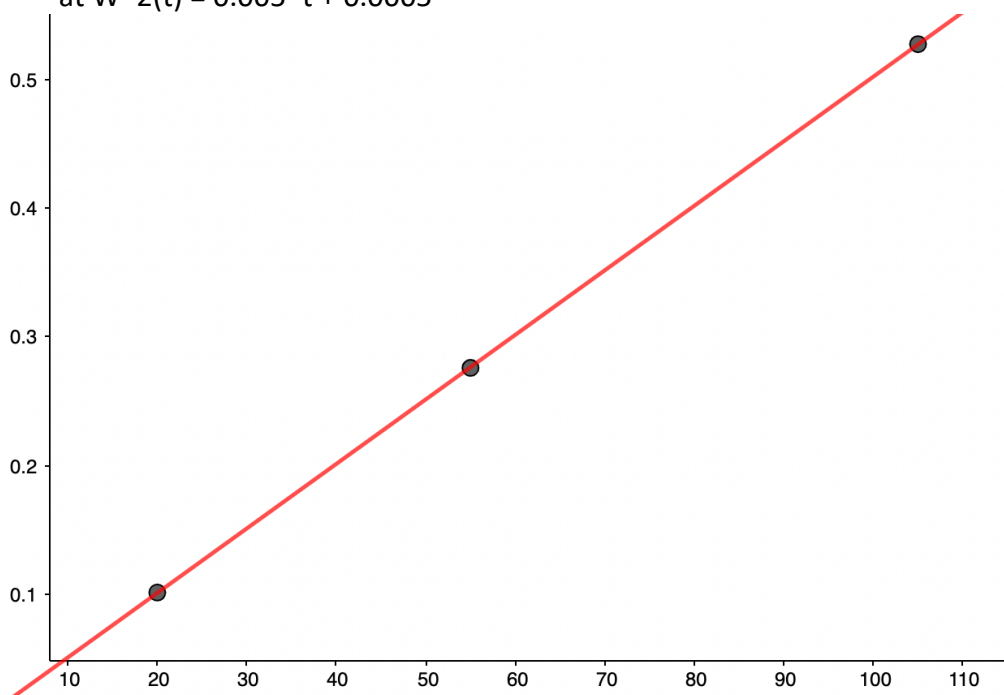
11

Informasjon om vektøkning ved oksidasjon av kobber ved en høy temperatur er gitt i tabellen under.

W [g/cm ²]	Tid [min]
0,318	20
0,525	55
0,726	105

a) Følger oksidasjonskinetikken en lineært, parabolisk eller logaritmisk funksjon?

- Den passer best til parabolisk, ved å ta W^2 , passer punktene best til ei rett linje. Får at $W^2(t) = 0.005 \cdot t + 0.0005$



b) Beregn W etter 450 minutt.

- $W(450) = \sqrt{0.005 \cdot 450 + 0.0005} = 1.50 \text{ g/cm}^2$