คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบกลางภาค ประจำการศึกษาที่ 1 **ปีการศึกษา 2559**

วันอาทิตย์ที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2559 **เวลา : 09.00-12.00 น.**

วิชา : 237- 480 : Degradation Of Materials **ห้อง : S817**

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ
2. ห้ามเขียนคำตอบด้วยดินสอ หรือปากกาสีจาง (ผู้ตรวจข้อสอบมองไม่เห็น)
3. อนุญาตให้นำเอกสารตำราเรียนและเครื่องคิดเลข เข้าห้องสอบได้

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ_____รหัส_____

ข้อ	คะแนน	คะแนนที่ได้
1	12	
2	6	
3	8	
4	8	
5	10	
6	10	
7	12	
8	6	
9	10	
10	8	
รวม	**90**	

คำเตือน : การลอกเฉลยข้อสอบเก่าที่ทำกันมาผิดๆ ทำให้เขียนคำตอบเหมือนกันหลายคน แล้วจะถูกตัดคะแนนออกไปมากกว่าครึ่ง ดังนั้น ให้เขียนคำตอบด้วยตัวเองตามความเข้าใจ

รศ.ดร.พิษณุ บุญนวล

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ_____รหัส_____

1. โรงงานแห่งหนึ่งนำถังเหล็กเก่าที่เป็น Mild Steel มาซ่อมและดัดแปลงเพื่อใช้งาน กับสารละลายที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนปานกลาง (Medium Corrosive Solution)

<u>การซ่อมและดัดแปลง</u>

นำเหล็ก Stainless Steel มาปิดทับ (Clad) ด้านในข่องถังช่วงตอนล่างโดยที่ครึ่งบนใช้ Mild Steel เหมือนเดิมนำมาเชื่อม (Weld) ติดกับส่วนล่างตามรูป และทาสีอินาเมลปิดทับส่วนที่เป็น Mild Steel ทั้งหมด โดยทาคลุมเลยรอยเชื่อมลงไปข้างล่างอีกนิดหน่อย

<u>ผลหลังการใช้งาน</u>

เกิดการผุกร่อนเป็นรูเรียงเป็นแนวเหนือรอยเชื่อมประมาณ 2 นิ้ว หลังจากใช้งานไปไม่นาน

<u>โจทย์</u> ให้วิเคราะห์ว่า 1)เกิดปัญหา Corrosion แบบใด 2)เกิดได้อย่างไร และ 3)ควรแก้ไขอย่างไร ทั้งนี้การอธิบายจะต้องให้เหตุผลสนับสนุนประกอบที่ชัดเจน และเข้าใจ **(12 คะแนน)**

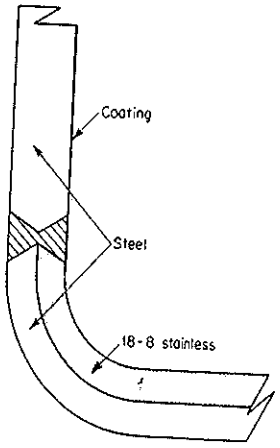


Figure 3-4 Detail of welded steel and stainless clad tank construction.

ชื่อ_____รหัส_____

2.ในการวัดค่า EMF ของโลหะหนึ่งๆ หากใช้ Cu-$CuSO_4$ electrode เป็นตัววัด จะอ่านค่า EMF ได้เท่าใด

(6 คะแนน)

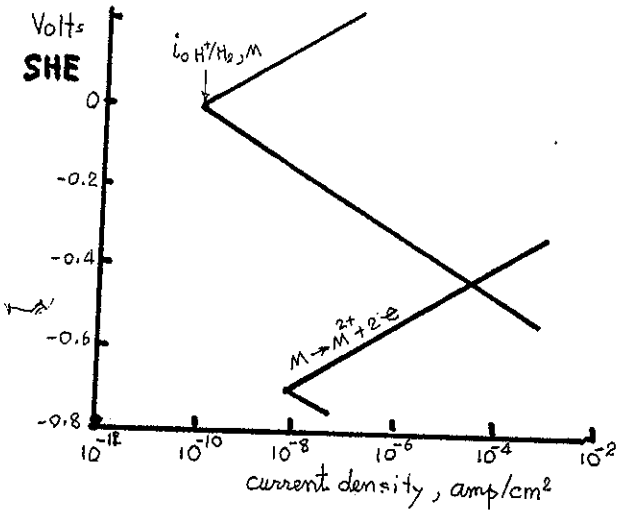
ก.ทองแดง(Cu)_____

ข.เหล็ก(Fe)_____

ค.อะลูมิเนียม_____

3.จาก Polarization curve สำหรับโลหะ M ในบรรยากาศแบบหนึ่ง (ไม่มีdissolved oxygen)

(8 คะแนน)



จากPolarization diagram สำหรับกรณีนี้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ตาม Mixed potential theory

Reduction reaction ของกรณีนี้ คือ

Oxidation reaction คือ

3.2 Corrosion potential =_____

3.3 Corrosion rate =_____

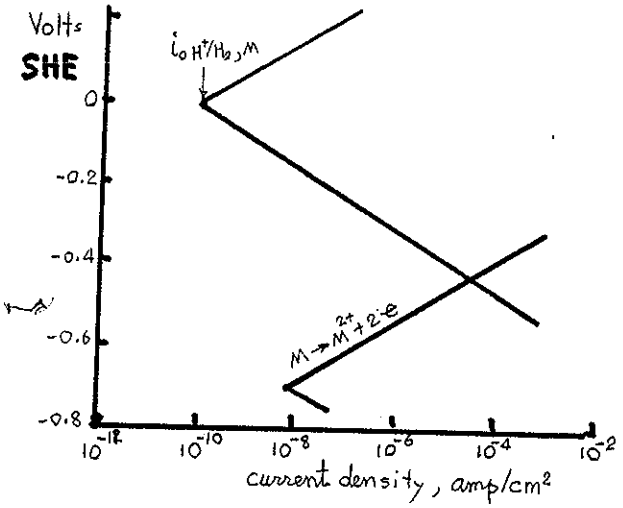
3.4 EMF ของโลหะ M =_____

3.5 Exchange current density ของ H^+/H_2 บนโลหะ M =_____

3.6Exchange current density ของโลหะM =_____

ชื่อ_____รหัส_____

4.Polarization diagram ของโลหะM เช่นเดียวกันกับข้อ 3 แต่มีFerric iron (Fe^{+3}) อยู่ในน้ำ (Corrosive media) ด้วย จงเขียน Diagram เพิ่มให้สมบูรณ์ และตอบคำถามข้างล่าง **(8 คะแนน)**



4.1Corrosion rate ของโลหะM = _____

4.2 E_{corr} = _____

4.3ผลการเกิดฟองแก๊สบนแผ่นโลหะ M เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรจากที่เป็นตามข้อ3 แสดงค่า (ตัวเลข)ยืนยันด้วย

4.4อธิบายปรากฏการณ์ที่ต่างไปจากข้อ3 เมื่อมี Ferric iron น้ำ(Corrosion media) ด้วย

<u>ข้อแนะนำ</u>

i)Exchange current density ของ $F_e^{+3} / F_e^{+2} = 10^{-9}$ amp/cm^2

ii)หาค่า E^o ของปฏิกิริยา F_e^{+3} / F_e^{+2} เองในตาราง EMF Series ที่ให้ไว้ท้ายข้อสอบ

ชื่อ_____รหัส_____

5.อธิบายสั้นๆ พอได้ความ **(10 คะแนน)**

5.1Crevice corrosion (เขียนรูปประกอบด้วย)

5.2Two – metal corrosion

5.3Uniform corrosion

5.4Weld decay

5.5Sensitization

5.6ทำไมการตรวจวัดHalf – cell potential จึงต้องใช้เครื่องวัดที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง

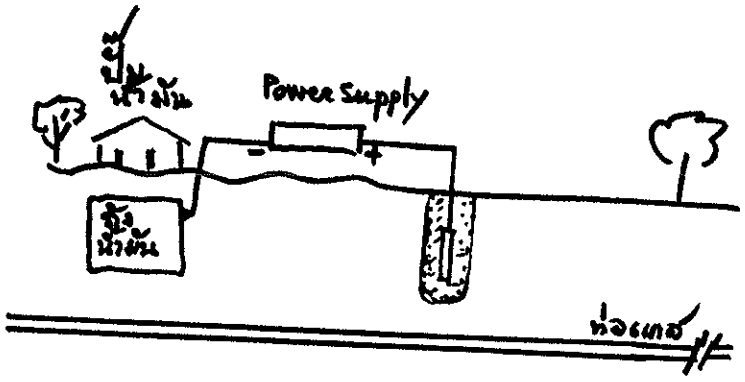
5.7Mixed potential theory

5.8Passivation

ชื่อ_____รหัส_____

6.เจ้าของปั๊มน้ำมันได้ให้วิศวกร ออกแบบระบบป้องกันการผุกร่อนของถังน้ำมันใต้ดิน (ข้างใต้ของปั๊ม) โดยใช้ระบบ Impressed-current cathodic protection ตามรูปข่างล่างนี้

อนึ่งข้างๆ ปั๊มน้ำมันมีแนวท่อแก๊สของเทศบาลผ่านซึ่งอาจก่อปัญหา Stray current ได้ จงอธิบายปัญหา Stray current ที่อาจเกิดขึ้น และสาเหตุของการเกิด แล้วช่วยแนะนำวิธีป้องกันให้เจ้าของปั๊มด้วย อธิบายหลักการใช้เข้าใจชัดเจน **(10คะแนน)**



ชื่อ_____รหัส_____

7.วิธีการป้องกัน Corrosion (Corrosion Prevention) มีอะไรบ้างจงอธิบายและวาดรูปประกอบ

(12 คะแนน)

ชื่อ_____รหัส_____

8.จงเลือกใช้ Stainless steel ที่เหมาะสม สำหรับงานต่อไปนี้ (เลือกได้มากกว่า 1 เกรด)

(6 คะแนน)

8.1ทนPitting (อธิบายเหตุผลด้วย)

8.2ทนต่อการเกิดSensitization (อธิบายเหตุผลด้วย)

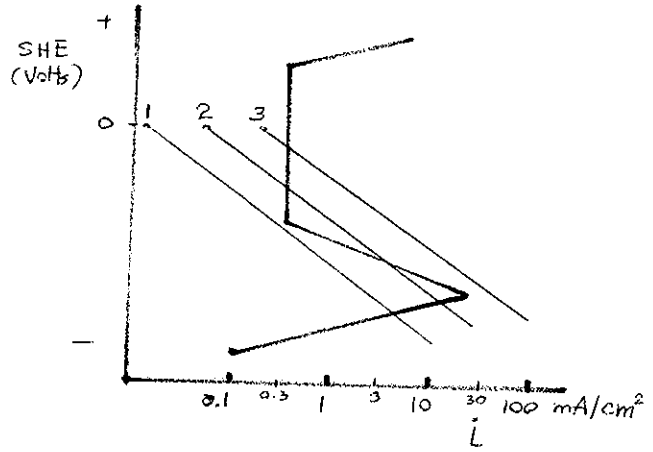
8.3ทนต่อPitting และทนต่อSensitization ด้วย (อธิบายเหตุผลด้วย)

9.ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ชิ้นเล็กๆ ชนิดหนึ่งโดยใช้โลหะเป็นAustenitic Stainless Steel เกรด 304 ซึ่งต้องมีการเชื่อมยึด (Welding)ด้วย จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลสำหรับกระบวนการที่ต้องทำต่อเพื่อป้องกันปัญหา Grain boundary corrosion ของอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้น **(10 คะแนน)**

ชื่อ_____รหัส_____

10.เหล็กกล้าชนิดหนึ่งมีพฤติกรรมการผุกร่อนตามPolarization diagram ข่างล่างนี้ จงตอบคำถามข้อต่างๆ ข้างล่างนี้

(8 คะแนน)



10.1 Critical anodic current density สำหรับPassivation =_____

10.2 ในกรณีที่เหล็กกล้าใหม่ๆ แช่ใน Corrosion medium ที่มีระดับ Oxidation ตามเส้นที่1 จะมีระดับ Corrosion rate เท่าใด_____

10.3 ถ้าเพิ่มระดับoxidation เป็นระดับ 3แล้ว Corrosion rate =_____

_____

10.4 หลังจากนั้นหากนำเหล็กกล้าชิ้นเดิมไปลงไว้ในน้ำที่มี oxidation rate ระดับ 1 อีก แล้วค่า Corrosion rate = _____

_____

_____

ELECTROMOTIVE, EMF, SERIES - Ranking of Standard Potentials+

	Metal Ion - Metal Equilibrium (unit activity)	E° vs. Standard Hydrogen Electrode @ 25°C Volts
NOBLE	$(Co^{3+} + e^- = Co^{2+})$*	1.82
	$(Ce^{4+} + e^- = Ce^{3+})$*	1.55
	$Au^{3+} + 3e^- = Au$	1.498
	$(O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O)$*	1.229
	$Pt^{2+} + 2e^- = Pt$	1.2
	$Ag^+ + e^- = Ag$	0.799
	$Hg^{2+} + 2e^- = Hg$	0.788
	$(Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+})$*	0.771
	$(O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-)$*	0.401
	$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$	0.337
	$(Sn^{4+} + 2e^- = Sn^{2+})$*	0.15
→	$(H^+ + e^- = 1/2\ H_2)$*	0
	$Pb^{2+} + 2e^- = Pb$	-0.126
	$Sn^{2+} + 2e^- = Sn$	-0.136
	$Ni^{2+} + 2e^- = Ni$	-0.250
	$Co^{2+} + 2e^- = Co$	-0.277
	$Cd^{2+} + 2e^- = Cd$	-0.402
	$Fe^{2+} + 2e^- = Fe$	-0.440
	$Cr^{3+} + 3e^- = Cr$	-0.744
	$Zn^{2+} + 2e^- = Zn$	-0.763
	$(H_2O + e^- = OH^- + 1/2H_2)$*	-0.826
	$Ti^{2+} + 2e^- = Ti$	-1.63
	$Al^{3+} + 3e^- = Al$	-1.662
	$Mg^{2+} + 2e^- = Mg$	-2.363
BASE	$Na^+ + e^- = Na$	-2.714

+All reactants and products are at unit activity, e.g., $a_{Mn+} = a_M = 1$ for the reaction $M = M^{n+} + ne^-$.

*Reactions in parantheses function as cathodic reactions in corrosion processes; as such they proceed to the right.