

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination: Semester II

Academic Year: 2009

Date: February 18, 2010

Time: 13.30-16.30

Subject: 230-462 Corrosion

Room: R300

ทฤษฎีในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน
1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุด ให้ออก

ทำหมดทุกข้อ ข้อสอบมีทั้งหมด 7 ข้อ จำนวน 13 หน้า (รวมกราฟ)
อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบได้

รหัส _____

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	45	
3	15	
4	15	
5	25	
6	30	
7	30	
รวม	180	

ชาคริต ทองอุไร

1. ข้อสอบในบทความทดสอบการกัดกร่อน

(20 คะแนน)

จงขีด หรือ หน้าข้อความต่อไปนี้

- 1.1__ แพคเกจ 2 ประการในการทดสอบการกัดกร่อนคือ 1. การเตรียมพื้นผิว และ 2. การกำหนดเวลาในการทดสอบ
- 1.2__ Actual Service Tests เป็นการทดสอบที่ใช้งานกันมากที่สุด
- 1.3__ Laboratory Tests มีวัตถุประสงค์เพื่อกลั่นกรองวัสดุในการทดสอบเชิงลึกต่อไป
- 1.4__ พื้นผิวแบบ Cut edge จะเกิดการกัดกร่อนได้เร็วเป็น 2 เท่าของพื้นผิวแบบ Rolled surface
- 1.5__ เมื่ออัตราการกัดกร่อนต่ำควรใช้ชิ้นงานทดสอบขนาดใหญ่
- 1.6__ พื้นผิวการทดสอบที่เรียบและสะอาดมาก เป็นที่ต้องการในการทดสอบ
- 1.7__ เราสามารถใส่ชิ้นงาน 2 ชิ้น ลงไปใน flask ทดสอบใบเดียวกันได้
- 1.8__ หากประมาณการว่าอัตราการกัดกร่อนของโลหะจะมีค่าประมาณ 10 mpy เราควรใช้เวลาในการทดสอบแบบ laboratory tests 2,000 ชั่วโมง
- 1.9__ โลหะผสมที่ประกอบด้วยนิกเกิล 2/3 และ โมลิบดีนัม 1/3 จะสามารถใช้งานกับกรดเกลือได้ดี
- 1.10__ การตรวจผลการทดสอบด้วยสายตา (visual observation) ไม่จัดว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1.11__ เราสามารถทำความสะอาดชิ้นงานหลังการทดสอบด้วยกรรมวิธี electroplating
- 1.12__ Huey test เป็นการทดสอบ stainless steels ด้วยการนำชิ้นงานไปทดสอบที่จุดเดือดของกรดไนตริก 65% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 5 ครั้ง
- 1.13__ การทดสอบ stress corrosion cracking จะต้องใส่ stress ในระดับ 80% ของ yield strength
- 1.14__ Isocorrosion charts แสดงข้อมูลการกัดกร่อนที่อุณหภูมิคงที่
- 1.15__ โลหะที่มีค่าการกัดกร่อนสูงถึง 100 mpy สามารถใช้สร้างเป็นอุปกรณ์ของเราได้

จงเติมข้อความในโจทย์ข้อต่อไปนี้

- 1.16 ระบุเหตุผล 3 ประการ ในการเปลี่ยนวัสดุที่เคยใช้งานในโรงงานเก่ามาเป็นวัสดุใหม่ในโรงงานที่จะสร้างขึ้นใหม่ (3 คะแนน)

1. _____
2. _____
3. _____

- 1.17 ในการทดสอบแบบ Planned-interval Test หาก $B < A_2 < A_1$ จะหมายความว่า Liquid corrosiveness _____ Metal corrodibility _____ (2 คะแนน)

2. จงให้รายละเอียดในการป้องกันการกัดกร่อนด้วยกรรมวิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้ (45คะแนน)

- Materials Selection
- Alteration of Environment
- Design
- Cathodic and Anodic Protection
- Coatings

3. ข้อสอบในบทกรดแร่ (15 คะแนน)

จงขีด หรือ หน้าข้อความต่อไปนี้

- 3.1 ___ ถังบรรจุกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 100% ที่อุณหภูมิ 75 °F จะมีอัตราการกัดกร่อน 5-20 mils เท่านั้น
- 3.2 ___ กรดซัลฟิวริก 70% ที่เดือดจะกัดกร่อน lead ในอัตราการกัดกร่อน 20-50 mils เท่านั้น
- 3.3 ___ Duriron เป็น high silicon cast iron ที่ใช้สร้าง pump และใช้งานกับกรดซัลฟิวริกที่อุณหภูมิสูง 500 °F ได้ดี
- 3.4 ___ Durcon เป็น nonmetallics ที่ใช้งานได้ดีกับกรดซัลฟิวริก 70% ที่อุณหภูมิ 200 °F ได้
- 3.5 ___ High silicon iron สามารถใช้งานกับกรดไนตริกได้ดี
- 3.6 ___ Durichlor ซึ่งเติม 3% Mo จะใช้งานกับกรดไนตริกได้ดีกว่า Duriron
- 3.7 ___ Teflon เป็น common nonmetallics ที่ใช้งานกับกรดไนตริกได้ดีที่สุด
- 3.8 ___ กรดผสมที่มีน้ำ 30% กรดซัลฟิวริก 40% และกรดไนตริก 30% จะกัดกร่อน Silicon Iron น้อยกว่า 20 mpy
- 3.9 ___ เราควรเลือกใช้ Tantalum กับกรดเกลือในทุกความเข้มข้น เพราะอัตราการกัดกร่อนต่ำกว่า 20 mpy
- 3.10 ___ ธาตุ Ni จะช่วยเพิ่ม corrosion resistance ต่อโลหะผสมที่ใช้งานกับกรดเกลือได้ดี
- 3.11 ___ Titanium สามารถใช้งานกับ dry chlorine ได้ดี
- 3.12 ___ เราไม่สามารถใช้ cast iron กับกรดเกลือได้ในทุกความเข้มข้น
- 3.13 ___ High silicon cast iron ใช้งานกับกรด HF ได้ดี
- 3.14 ___ เหล็กสามารถใช้งานกับ dry fluorine ได้
- 3.15 ___ เรามักใช้ cast iron กับกรด phosphoric เพราะมีราคาถูก

4. ข้อสอบในบทความการกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อมทั่วไป (15 คะแนน)

จงขีด หรือ หน้าข้อความต่อไปนี้

4.1__ เราใช้โลหะผสม Al-based กับ Formic acid

4.2__ Cr เป็นธาตุที่ช่วยเพิ่ม corrosion resistance ในสารละลาย alkalines

4.3__ ความชื้นในอากาศเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนสูงในบรรยากาศ

4.4__ NaCl ในน้ำทะเลสึกกัดกร่อนได้รุนแรงมากกว่าในบรรยากาศ

4.5__ Titanium เป็นโลหะที่มักถูกเลือกใช้สร้างอุปกรณ์สำคัญ เช่น heat exchanger ในการใช้งานกับน้ำทะเล

4.6__ น้ำกระด้างจะมีสภาพการกัดกร่อนสูงกว่าน้ำอ่อน

4.8__ น้ำบริสุทธิ์ (high purity water) ไม่สร้างปัญหาในด้านการกัดกร่อน

4.9__ สิ่งแวดล้อมในดินมักจะทำให้เกิด pitting corrosion

4.10__ สารอินทรีย์ Petroleum จะมีสภาพการกัดกร่อนที่สูงมาก

4.11 จงระบุปัญหาของ biological corrosion มา 3 ประการ (3 คะแนน)

4.12 จงระบุวิธีป้องกันการกัดกร่อนของรถยนต์ที่ใช้ตามบริเวณชายทะเลมา 2 ประการ (3 คะแนน)

5. ข้อสอบในบทการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงของโลหะ-แก๊ส (25 คะแนน)
 จงขีด หรือ หน้าข้อความต่อไปนี้
- 5.1 ___ **Pilling-Bedworth Ratio** คือสัดส่วนเชิงปริมาตรของโลหะต่อออกไซด์
- 5.2 ___ ออกไซด์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดที่ผิวหน้าของออกไซด์กับแก๊ส
- 5.3 ___ อัตราการแพร่ของอิเล็กตรอนผ่านชั้นออกไซด์ไม่มีบทบาทที่สำคัญต่อการเกิดการกัดกร่อน
- 5.4 ___ ออกไซด์ชนิด n-type คือออกไซด์ชนิดที่โลหะมีปริมาณต่ำกว่าค่า stoichiometric ratio
- 5.5 ___ ออกซิเดชันแบบ linear ดีกว่าแบบ logarithmic
- 5.6 ___ การเติมธาตุที่มี valency สูงกว่าลงในโลหะที่เกิดออกไซด์แบบ n-type จะช่วยลดอัตราการกัดกร่อน
- 5.7 ___ เมื่อเติม Chromium เพิ่มผสมเข้ากับ Nickel จะลดอัตราการเกิดการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงได้
- 5.8 จงระบุว่า scale ที่ปกคลุมพื้นโลหะมี function ใดบ้างต่อกลไกการกัดกร่อน (3 คะแนน)
- 5.9 ออกไซด์ชนิดต่างๆของโลหะที่เกิดเป็น scale จะมีลำดับของออกไซด์ตาม _____ (1 คะแนน)
- 5.10 จงระบุคุณสมบัติของออกไซด์ที่เป็นแบบไม่ป้องกัน (3 คะแนน)
- ไฮโดรเจนมาให้พอเข้าใจ (4 คะแนน)

5.11 จงอธิบายกลไกการเกิด Catastrophic Oxidation (4 คะแนน)

5.12 อธิบายลักษณะการเกิด Internal Oxidation (3 คะแนน)

5.13 จงอธิบายการกัดกร่อนของ high temperature metal-gas reactions ในกรณีที่มีน้ำและไฮโดรเจนมาให้พอเข้าใจ (4 คะแนน)

6. โลหะชนิดหนึ่งเมื่ออยู่ในสารละลายกรดที่มีความเข้มข้น 1 unit activity ที่ 25°C มี anodic polarization และ cathodic polarization curve ดังแสดงไว้ในกราฟที่แนบมานี้

หมายเหตุ cathodic polarization curve เป็นค่าโดยประมาณ ต้องใช้วิจารณญาณในการคิดค่าในส่วนใดไม่จริง

6.1 จงแสดงการหา exchange current density (i_0) ของปฏิกิริยา Hydrogen evolution

6.2 cathodic polarization มีค่า β เท่าใด?

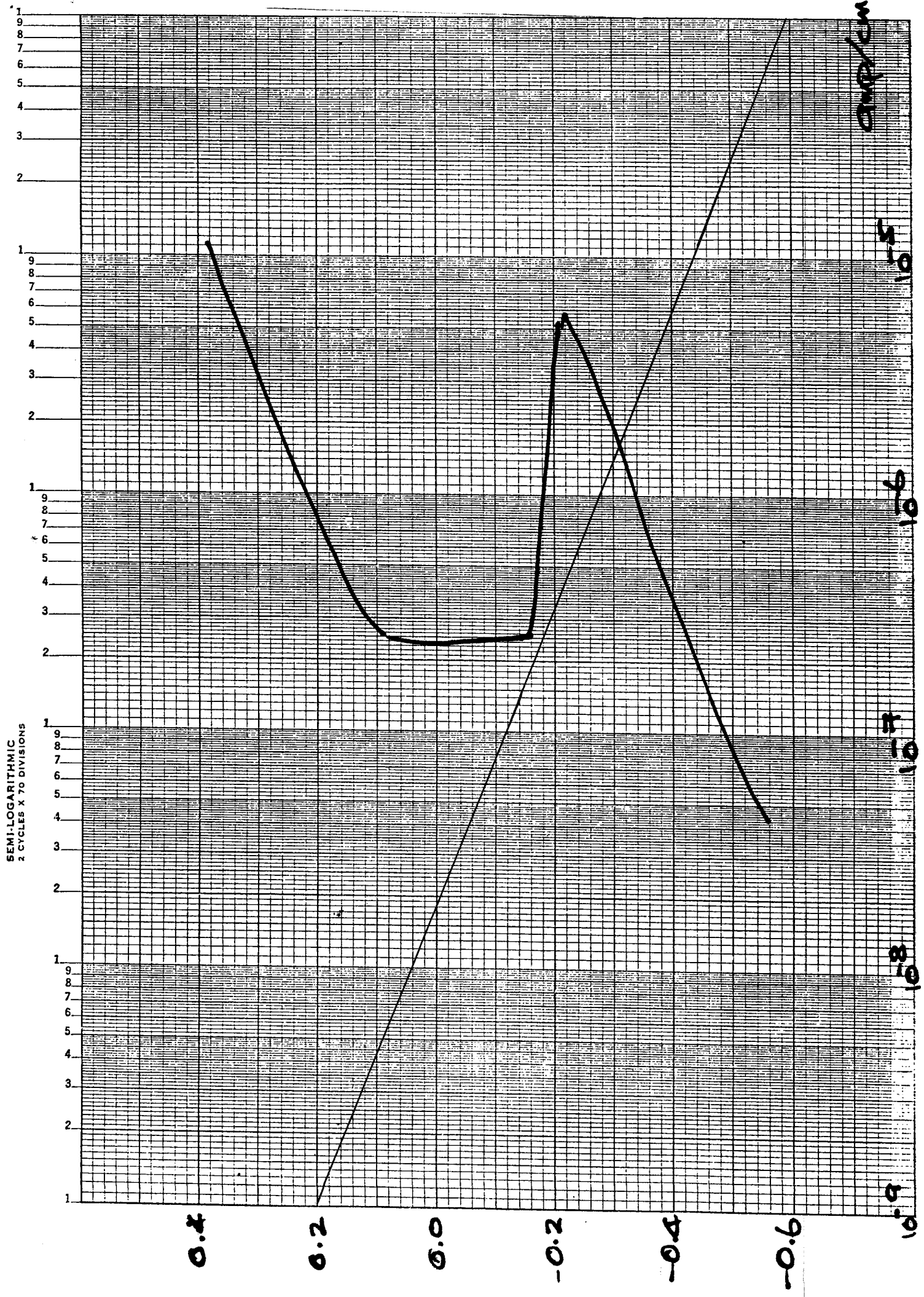
6.3 จงหา i_{corr} ของโลหะนี้

6.4 ต้องการป้องกันการเกิด corrosion ให้ต่ำกว่าค่า $5 \times 10^{-7} \text{ amp/cm}^2$ โดยวิธี cathodic protection จะต้องใช้ i_{app} (c) จำนวนเท่าใด (แสดงวิธีทำ)

6.5 เมื่อป้องกันแบบ anodic protection โดยให้ระบบมี E_{corr} เท่ากับ -0.08 volt จงแสดงวิธีการหาปริมาณค่า i_{app} (a) ว่ามีค่าเท่าใด?

(30 คะแนน)

amp/cm²



10⁻⁵

10⁻⁶

10⁻⁷

10⁻⁸

10⁻⁹

7. จงแสดงกราฟ polarization ของเหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) ที่มีพื้นที่ผิวเท่ากันต่อเป็น galvanic couple ในสารละลายกรดความเข้มข้น 1 unit activity โดยมีข้อมูลดังตารางข้างล่างนี้

ปฏิกิริยา	E (volts)	i_0 (amp/cm ²)	β (volts)
$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{++} + 2e$	-0.440	10^{-6}	0.12
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{++} + 2e$	-0.763	8×10^{-8}	0.12
$2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$ (Fe)	0.0	10^{-6}	-0.12
$2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$ (Zn)	0.0	10^{-8}	-0.12

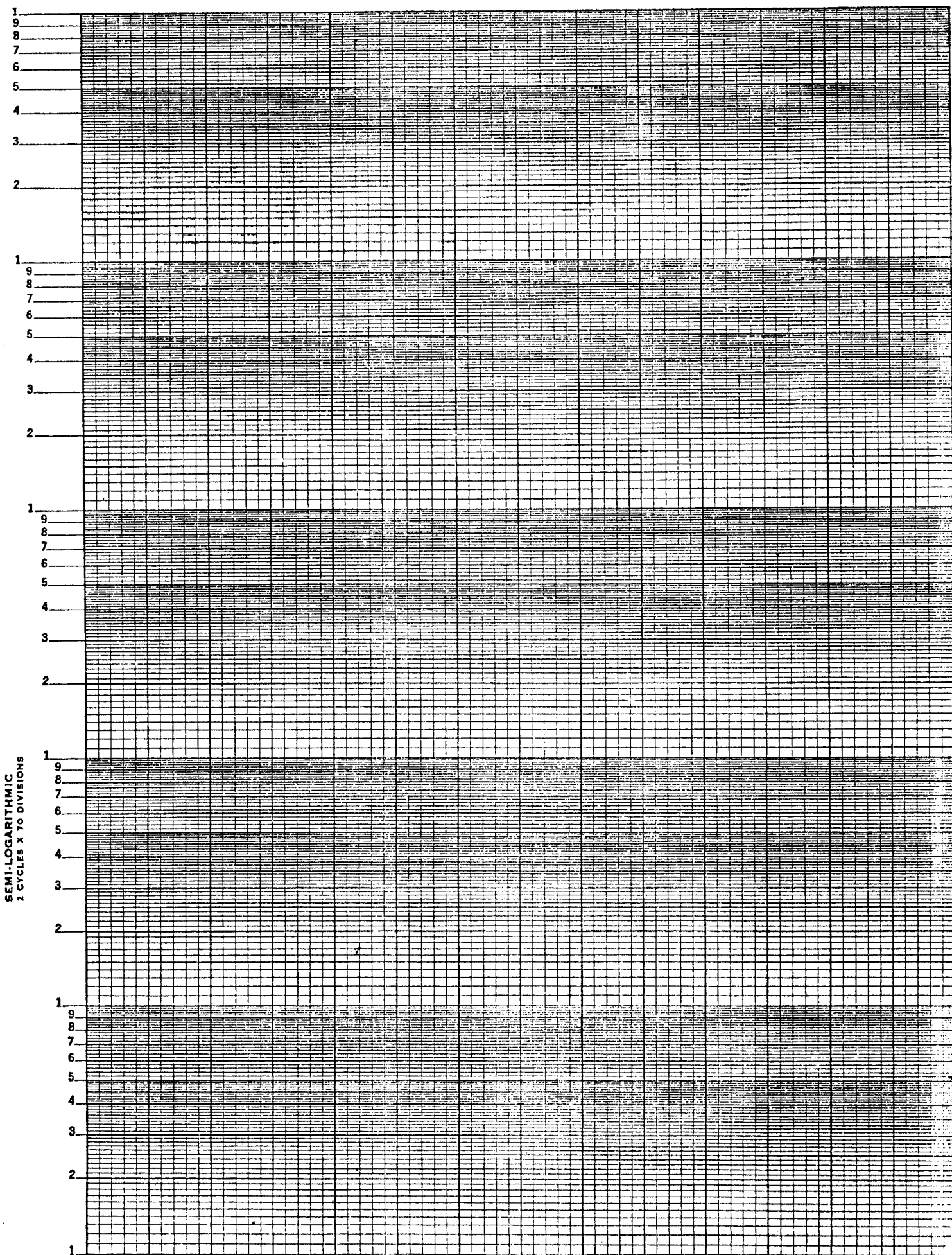
จงแสดงการหาค่ากระแส i_{corr} ของระบบนี้

หา i_{corr} ของเหล็กเมื่อต่อแบบ galvanic couple

หา i_{corr} ของเหล็กและสังกะสีเมื่อไม่ได้ต่อแบบ galvanic couple

และแสดงค่า i_{corr} ของเหล็กที่ลดลง

(30 คะแนน)



SEMI-LOGARITHMIC
2 CYCLES X 70 DIVISIONS