

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอนปลายภาคการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2550

วันพุธที่ 27 กุมภาพันธ์ 2551

เวลา : 13.30-16.30 น.

วิชา : 235-321 : Mineral Processing II

ห้อง : R 200

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ ให้ทำทุกข้อ 40 %
3. ให้เขียนคำตอบในข้อสอบชุดนี้ โดยใช้ปากกาเขียนให้ชัดเจน
3. ห้ามนำตำราหรือเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้

ชื่อ _____ รหัส _____

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	5	
3	10	
4	15	
5	15	
6	15	
7	20	
8	40	
รวม	130	

ขอให้โชคดี

รศ.ดร.เล็ก สิง

ชื่อ _____

รหัส _____

1. (10 คะแนน) ลีซอร์ได้รับมารกดจากคุณย่าเป็นที่ดินเก่าเนื้อที่ 1,500 ไร่ ใกล้ชายหาดชะอำ เขา และวิศวกรเมืองแรร์คันหนึ่ง ซึ่งเป็นเพื่อนเจิงได้ไปสำรวจพื้นที่ดังกล่าว โดยเพื่อนเขาได้แนะนำให้ลองขุดดินดู ปรากฏว่าเป็นแหล่งแร่โนบราวน์ จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า มีแร่ดีบุก 3 % แร่เชอร์โคต 20 % แร่โมนาไซต์ 5 % แร่อลเมไนต์ 40 % แร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ 15 % แร่กรรนต์ 10 % และอื่นๆ (เช่น ทรัม) ในฐานะที่ท่านเป็นเพื่อนลีซอร์ ท่านจะแนะนำกระบวนการแต่งแร่เหล่านี้อย่างไร เพื่อให้ได้เกรดที่สามารถขายได้ โดยให้เขียน flow sheet การแต่งแร่เหล่านี้ ตลอดจนการเลือกใช้เครื่องแยกแร่ต่างๆ โดยให้บอกรายละเอียดและจัวแปร ควรคำนึงถึงของแต่ละเครื่อง

ชื่อ _____ รหัส _____

2. (5 คะแนน) แหล่งแร่พิโตรลูไชต์ (MnO_2) ชนิดسايقรับประทานด้วยเพื่อนแร่ คือ แร่แคลไชต์ จะออกแบบการแต่งสินแร่นี้ โดยเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมและเขียน flowsheet ของการแต่งแร่ ร้อย

ชื่อ _____ รหัส _____

3. (10 คะแนน) ถ้าทำนซื้อเครื่องแยกแร่แม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อแยกแร่เหล็กออกจากดินขาว เพื่อเพิ่มค่าความขาว จึงได้เข้าไปใน website ของบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งมีข้อมูลและรายละเอียดทั้งหมดขอให้ท่านสรุปข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องแม่เหล็กไฟฟ้านิด HGMS มีหลักการและการทำงานอย่างไร

3.2 ตัวแปรที่มีผลต่อเครื่องแยกแร่แม่เหล็กในข้อ 3.1 มีอะไรบ้าง และมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานอย่างไร

ชื่อ _____ รหัส _____

3.3 จงอธิบายเทคนิคในการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็ก การเพิ่ม gradient ของ flux แม่เหล็ก (∇B)

4. (15 คะแนน) จงให้ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องแยกแร่แบบ electrostatic separation

4.1 หลักการ ion or electron bombardment และ conductive induction ต่างกันอย่างไร
จงอธิบาย

ชื่อ _____ รหัส _____

4.2 ถ้าต้องการแยกแร่ด้วยวิธี contact and frictional electrification แรงที่เข้ามาเกี่ยวข้อ ได้แก่ F_e และ F_g ในรูปสมการ ดังนี้

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{3\sigma E}{r\rho g}$$

เมื่อ	F_e	คือ	แรงทานไฟฟ้า (N)
	F_g	คือ	แรงเฉือนจากแรงโน้มถ่วงของอนุภาค (N)
	σ	คือ	ประจุที่ผิวของอนุภาคแร่ (C/m^2)
	E	คือ	ความเข้มสนามไฟฟ้า (V/m)
	r	คือ	รัศมีของอนุภาคแร่ (m)
	ρ	คือ	ความหนาแน่นของอนุภาคแร่ (kg/m^3)
	g	คือ	$9.8 m/s^2$

จงอธิบายประโยชน์และการประยุกต์ใช้อัตราส่วนนี้ ในการแยกแร่

ชื่อ _____ รหัส _____

- 4.3 จากเครื่องแยก high tension จงอธิบายถึงอิทธิพลของ F_i , F_e , F_g และ F_c และงาน
อนุภาคแร่ต่อประสิทธิภาพของการแยกแร่

5. (15 คะแนน) จากข้อมูลการทดลองของอนุภาคแบปรีตที่มีความหนาแน่น 4.2 g/cm^3 โดยการให้
กระบอกตวง 1,000 ml (ความสูง 40 cm) ทดสอบโดยใช้น้ำหนักฟลูออิร์ต 250 g และความ
เข้มข้นเริ่มต้นเป็น

250 g/l

เวลา (ชั่วโมง)	ความสูงของ mudline (cm)	
0.0	40	
0.1	30	
0.25	20	
0.5	15	
1.0	12	
2.0	8	
2.75	6.7	
5.0	5	
6.0	4.5	

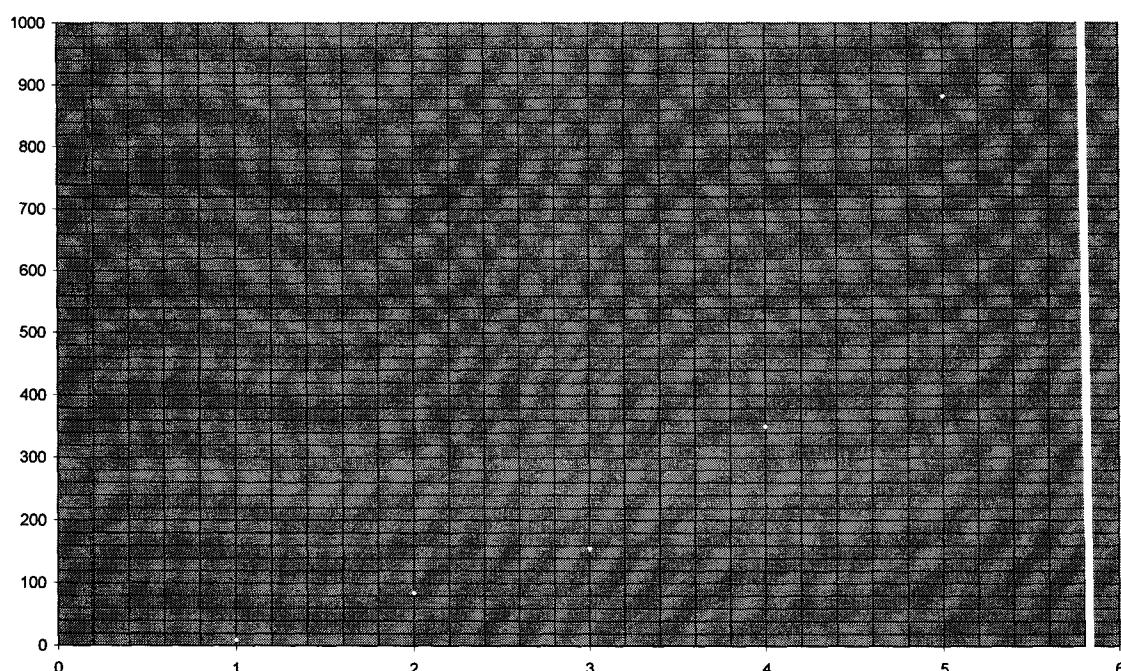
ชื่อ _____ รหัส _____

จงออกแบบถังกรองเพื่อให้ได้ % solids = 70 % ดังต่อไปนี้

5.1 หาพื้นที่ของถังกรองโดยวิธีของ Kynch ในหน่วย ตร.ม./ตัน/วัน

5.2 หา % solids ของความเข้มข้นเริ่มต้น

5.3 หา t_u



ชื่อ _____ รหัส _____

6. (15 คะแนน) จากข้อมูลการทดสอบการกรองโดยใช้ความดัน 3 ค่า แล้วดัชนีปริมาณน้ำใสเที่ยงกับเวลา ดังตาราง

$$\frac{dt}{dv} = \frac{\mu\alpha C}{A^2 g(\Delta P)} V + \frac{\mu R m}{A g(\Delta P)}$$

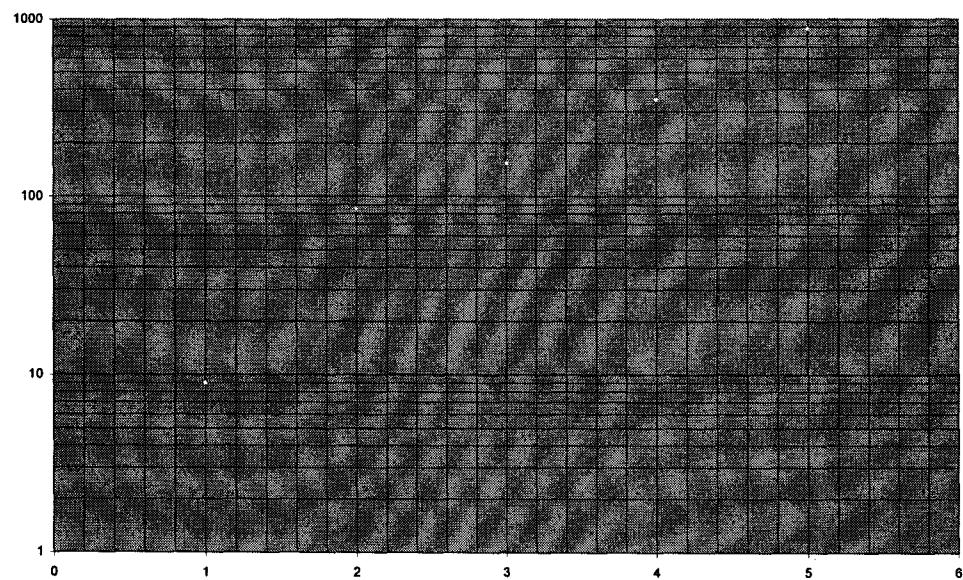
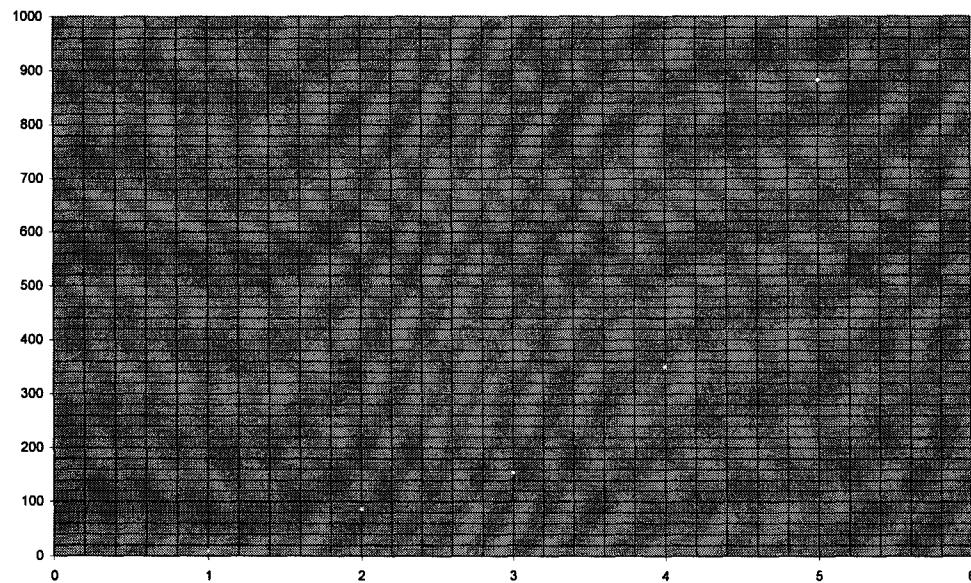
$$\alpha = \alpha_0 (\Delta P)^s$$

$\Delta P_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$		$\Delta P_2 = 2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$		$\Delta P_3 = 4.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	
$dv (x10^{-6}) \text{ m}^3$	dt (s)	$dv (x10^{-6}) \text{ m}^3$	dt (s)	$dv (x10^{-6}) \text{ m}^3$	dt (s)
200	20	200	17.5	200	15
200	30	200	25	200	20
200	40	200	32.5	200	25
200	50	200	40	200	30
200	60	200	47.5	200	35
200	70	200	55	200	40
$C_1 = 1800 \text{ kg/m}^3$		$C_2 = 2400 \text{ kg/m}^3$		$C_3 = 3600 \text{ kg/m}^3$	

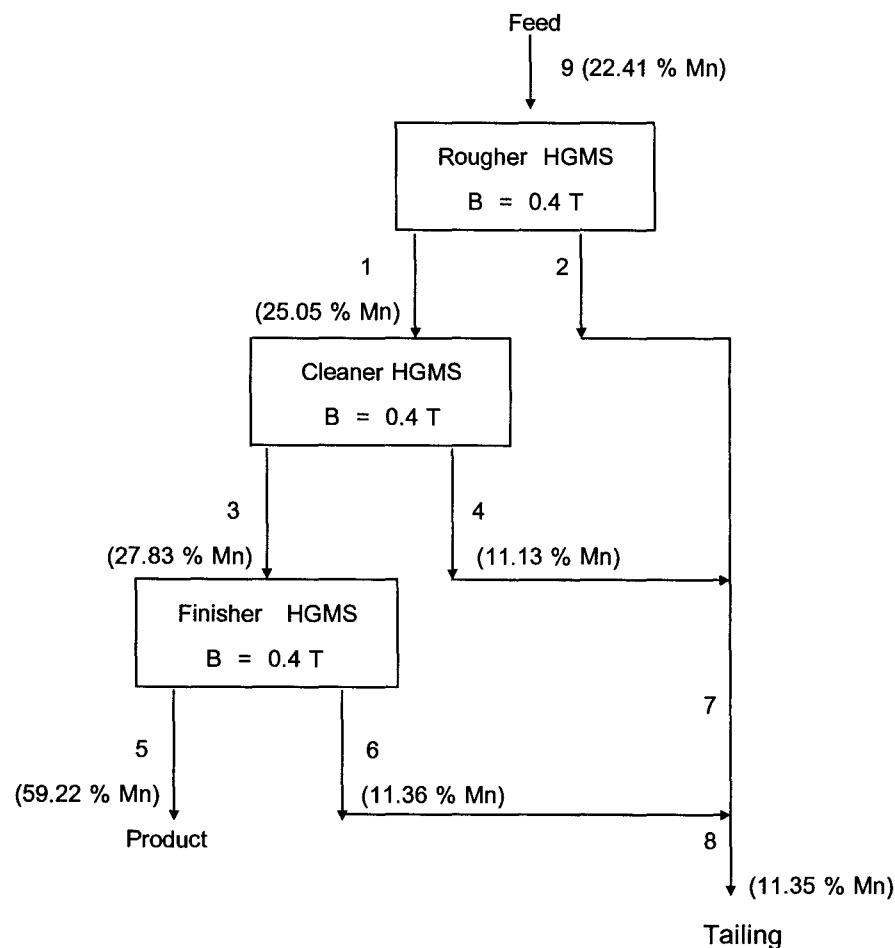
ชื่อ _____

รหัส _____

- 6.1 สมมติว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของกระดาษกรอง 40 cm และ $\mu = 0.1 \text{ Pa.s.m}^{-1}$
จงหา R_m และ α ที่ความดันต่างๆ
- 6.2 จงหาสัมประสิทธิ์ความอัดแน่น, S



- ชื่อ _____ รหัส _____
7. (20 คะแนน) จาก Flowsheet การแต่งแร่แมงกานีสด้วยเครื่องแยกแร่เหล็ก เพื่อแบ่งแร่ให้ได้หัวแร่แมงกานีส 59.22 % Mn เมื่ออัตราป้อนแร่เข้าสู่ว่างเท่ากับ 1,000 t/h ด้วยเกรด 22.41 % Mn



- 7.1 จงเขียนเป็น simple node form และกำหนดให้ stream ต่างๆ ให้ดังรูป
- 7.2 จงเขียน connection matrix และคำนวณจำนวน stream ที่น้อยที่สุดที่จะต้องเก็บตัวอย่าง
- 7.3 จงเขียน material matrix และ component matrix ทั้งหมดที่เป็นไปได้
- 7.4 จงเขียน matrix ทั้งหมด
- 7.5 จงหาค่าอัตราการไหล (t/h) ของทุก stream

ชื่อ _____ รหัส _____

8. (40 คะแนน) **ข้อสอนแบบตัวเลือก** ให้ทำในกระดาษคำตอบด้านล่างนี้

กระดาษคำตอบ ให้ทำเครื่องหมายกาหนา X ข้อที่ต้องการ

1. ข้อใดไม่ใช่ของหลักการ Electronic sorting
 - ก. อาศัยความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพของแร่ เช่น สี การเรืองแสง และความวาวเป็นต้น
 - ข. มีกลไกในการกำจัดแร่ที่ไม่ต้องการออกจากสายพานลำเลียง
 - ค. ขนาดของอนุภาคจะต้องไม่มีขนาดเดียวกันไป
 - ง. ต้องเป็นแร่ที่นำไฟฟ้า
2. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับ Pinning effect ที่เกิดขึ้นในเครื่องแยกแร่แบบ High tension
 - ก. เกิดขึ้นบนอนุภาคแร่ที่เป็นอนุวน
 - ข. ในระหว่างการ Bombard ทำให้เกิด Image charge ที่ผิว Rotor
 - ค. ไวด์อุณหภูมิ
 - ง. ไวด์ต่อความชื้นสัมพัทธ์
3. ข้อใดกล่าวพิเศษเกี่ยวกับการแยกแบบ Electrostatic-High tension separation
 - ก. Lifting effect อนุภาคถูกดูดติดกันเนื่องจากประจุต่างกัน
 - ข. Pinning effect อนุภาคถูกดูดติดไปกับ Rotor ในขณะแยก
 - ค. Conductor มีการรับ-ถ่ายประจุเร็ว
 - ง. Non-conductor รับประจุเร็วภายในราก
4. แร่ใดในกลุ่มต่อไปนี้ที่ติดแม่เหล็ก
 - ก. Monazite, Magnetite
 - ข. Pyrite, Rutile
 - ค. Fluorite, Quartz
 - ง. Cassiterite, Calcite
5. แรงดึงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการแยกแร่ตัวยึดเครื่องแยกแบบไฟฟ้าแรงสูงอยู่ในช่วงใดต่อไปนี้
 - ก. 500 – 1000 V
 - ข. 1000 – 5000 V
 - ค. 5000 – 15000 V
 - ง. 15000 – 40000 V
6. จงเรียงลำดับสมบัติคิดแม่เหล็กจากมากไปหาน้อยของแร่ต่อไปนี้
 - ก. Magnetic, Pyrrhotite, Ilmenite, Garnet
 - ข. Magnetic, Ilmenite, Pyrrhotite, Garnet

- ก. Magnetic, Pyrrhotite, Garnet, Ilmenite
- ข. Pyrrhotite, Magnetic, Ilmenite, Garnet
7. ปัจจัยที่สำคัญในการแยกแร่ด้วยวิธี Electrostatic separation
- ก. สมบัติแร่ ความเร็วของ Rotor
- ข. สมบัติแร่ ความเร็วของ Rotor ความชื้น
- ค. สมบัติแร่ ความเร็วของ Rotor ความชื้น อุณหภูมิที่ใช้
- ง. สมบัติแร่ ความเร็วของ Rotor ความชื้น อุณหภูมิที่ใช้ ผุน
8. แร่ชนิดใดมีสมบัติเป็นทึ้ง non-conductor และ non-magnetic minerals
- | | |
|-----------|---------------|
| ก. Pyrite | ข. Zircon |
| ค. Rutile | ง. Wolframite |
9. เครื่องแยกแร่แม่เหล็กแบบเร็ว (Rapid magnetic separator) และแบบแม่กลีน (Mclean magnet c separation) มักนิยมใช้แยกแร่ไดออกจากแร่ได
- ก. แยก Garnet ออกจาก Monazite
- ข. แยก Feldspar ออกจาก Quartz
- ค. แยก Pyrite ออกจาก Galena
- ง. แยก Zircon ออกจาก Calcite
10. ในปัจจุบันการแยกลิโนอกจากดินขาว เพื่อที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ จะใช้เครื่องแยก แร่แม่เหล็กชนิดใด
- ก. Low intensity magnetic separator
- ข. Medium intensity magnetic separator
- ค. Superconducting magnetic separator
- ง. High gradient magnetic separator
11. ในอุตสาหกรรมแร่ที่ใหญ่มาก จะมีการนำเครื่องแยกแร่แม่เหล็กชนิดใดมาแยกแร่ Hematite
- ก. Jones separator
- ข. Canister - type separator
- ค. Super conducting separator
- ง. Induced roll magnetic separator

12. ต้องการแยกเอาเศษเหล็กและแร่ติดแม่เหล็กอย่างแรงขนาดโตๆ ควรเลือกใช้เครื่องแยกแร่ประเภทใด จึงจะเหมาะสม

- ก. Dry magnetic separator
- ข. Wet low intensity magnetic separator
- ค. Wet magnetic separator
- ง. Dry low intensity magnetic separator : DLIMS

13. แร่ต่อไปนี้แร่ใดมีสมบัติเป็น Diamagnetic mineral

- 1. Wolframite, Hematite
 - 2. Siderite, Pyrrhotite
 - 3. Cassiterite, Pyrite
 - 4. Tourmaline, Rutite
 - 5. Calcite, Quartz
- | | |
|------------|------------|
| ก. 1, 2, 3 | ข. 1, 2, 5 |
| ค. 3, 4, 5 | ง. 1, 4, 5 |

14. ในการแยกแร่ด้วยแม่เหล็ก จะมีแรงที่เกิดขึ้นบนอนุภาคมากมาย จนหาว่าแรงในข้อใดไม่ได้เกิดขึ้นใน การแยกด้วยแม่เหล็ก

- | | |
|------------------------|----------------------|
| ก. Tension force | ข. Magnetic force |
| ค. Gravitational force | ง. Centrifugal force |

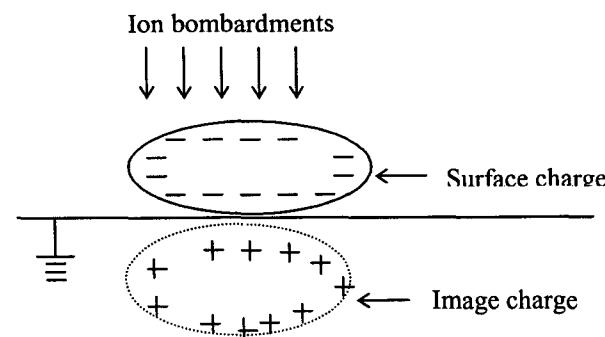
15. แร่ในข้อใด ปกติจะมีสมบัติเป็นแม่เหล็กอย่างอ่อน แต่เมื่อนำไปปั่น จะทำให้แร่มีสมบัติเป็นแม่เหล็ก อย่างแรง

- | | |
|---------------|-------------|
| ก. Wolframite | ข. Chromite |
| ค. Siderite | ง. Monazite |

16. ข้อใดเป็นผลของ Lifting effect ในเครื่องแยกแบบ Electrostatic separation

- 1. อนุภาคพลักออกจากกันเนื่องจากประจุต่างกัน
 - 2. อนุภาคลอยขึ้นมาโดยมักจะเกิดกับพวาก Non-Conductor
 - 3. อนุภาคดูดติดกันเนื่องจากประจุต่างกัน
 - 4. อนุภาคลอยขึ้นมาโดยมักจะเกิดกับพวาก Conductor
- | | |
|---------|---------|
| ก. 1, 2 | ข. 2, 3 |
| ค. 1, 4 | ง. 3, 4 |

17. Ion bombardments



จากนั้นเรียกว่าปราการณ์ได

- | | |
|------------------|----------------------------|
| ก. Induction | ข. High tension separation |
| ค. Pining effect | ง. Lifting effect |

18. แร่ในกลุ่มต่อไปนี้ ข้อใดจำแนกสมบัติทางแม่เหล็กได้ถูกต้อง

1. Galena, Topaz, Quartz
 2. Barite, Corundum, Halite
 3. Ilmenite, Zircon, Fluorite
 4. Rutite, Argentite, Mica
 5. Pyrrhotite, Magnetite
- | |
|--|
| ก. 1 และ 3 เป็นกลุ่ม Diamagnetic และ Paramagnetic ตามลำดับ |
| ข. 4 และ 5 เป็นกลุ่ม Paramagnetic และ Ferromagnetic ตามลำดับ |
| ค. 1 และ 5 เป็นกลุ่ม Diamagnetic ทั้งคู่ |
| ง. 1 และ 2 เป็นกลุ่ม Ferromagnetic ทั้งคู่ |

19. การแยกแร่คู่ไดที่เป็นไปไดเมื่อใช้เครื่องแยก Electrostatic separator

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| ก. Ilmenite-monazite | ข. Zircon-garnet |
| ค. Feldspar-kaolinite | ง. Columbite-wolframite |

20. หลักการข้อใดไม่ใช่หลักการสำหรับกระบวนการตกตะกอน (sedimentation)

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| ก. Stokes' law | ข. Newton's law |
| ค. Electrical double layer | ง. Dispersion |

21. ศักยภาพพื้นที่ไกล์ๆ บริเวณผิวแร่มีอยู่ในสารละลาย เรียกว่าอะไร

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| ก. Point of zero charge | ข. Zeta potential |
| ค. Potential energy | ง. Beta potential |

22. ในกรณีที่จะทำให้น้ำขุ่น เช่น น้ำคลอง ตกร่อง ตกร่อง กอน ทำไม่ต้องแก่งสารสัม
- สารสัมมีโครงสร้างไม่เกุกยาวจึงช่วยตกร่อง กอน
 - สารสัมเมื่อละลายน้ำทำให้น้ำมี pH ต่ำลง จึงตกร่อง กอน ได้ดี
 - สารสัมเมื่อละลายน้ำ จะแตกตัวเป็น $\text{Al}^{3+} + \text{OH}^-$ ไปเกาะผิวเร่ทำให้หนัก และตก กอน ได้ง่าย
 - สารสัมเมื่อละลายน้ำทำให้น้ำมีสภาพเป็นกลาง
23. แร่ออกไซด์ส่วนใหญ่ เมื่อยู่ในน้ำ ผิวเร่จะอยู่ในสภาพใด
- สารประกอบไฮดรอกไซด์
 - สารประกอบไฮไครด์
 - สารประกอบซัลเฟต
 - โซเดียม
24. ในกรณีที่แร่ควารตซ์อยู่ในน้ำ จะเกิดปรากฏการณ์ใด
- ผิวมีสภาพเป็นบวก เพราะรับ H^+ จากน้ำมาที่ผิว
 - ผิวมีสภาพเป็นลบ เพราะสูญเสีย H^+ จากผิวสู่น้ำ
 - ผิวจะเป็นกลาง
 - ผิวจะหลุดออกเป็นแผ่นๆ
25. แฟฟเคนอร์ไดไม่มีผลต่อกระบวนการ Flocculation
- ความแข็งแรงของการดูดซับพอลิเมอร์ที่ผิวเร่
 - อัตราการกวนและการกระจายตัวของอนุภาค
 - ปริมาณของสารก่อกลุ่ม
 - แสงแดด
26. สารเคมีข้อใดที่ ไม่มี สมบัติในการก่อกลุ่ม (flocculant)
- น้ำแป้ง (starch)
 - เจลาติน
 - โซเดียมไฮโซเดฟต์
 - พอลิօคริลามิเด
27. การทำงานของถังกรองใช้หลักการใด
- การตกร่องของอนุภาค
 - หลักแรงโน้มถ่วงของโลก
 - ความเร็วของน้ำที่ไหลสวนทางการ流ตัวของอนุภาค จะต้องไม่เกินอัตราการตกร่องของ อนุภาค
 - หลักการกระจายตัวของอนุภาค

- | | |
|--------|----------|
| ก. 1,4 | ข. 2,3,4 |
| ค. 3,4 | ง. 1,2,3 |

28. คำกล่าวใด ถูกต้อง

- ก. ความดันลด (pressure drop) ทำให้อัตราการกรองลดลง
- ข. การก่อกลุ่มตกละกอน ทำให้กรองได้เร็วขึ้น
- ค. ของเหลวที่มีความหนืดมากกรองได้ดีขึ้น
- ง. การกระจายตัวของอนุภาคที่ทำให้กรองได้ดีขึ้น

29. กฎข้อใดที่ใช้ในสำหรับการกรอง

- | | |
|----------------|-----------------|
| ก. Stokes' law | ข. Newton's law |
| ค. Darcy's law | ง. Bond's law |

30. เครื่องกรองชนิดใดที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์

- | | |
|-----------------------|----------------|
| ก. Filter press | ข. Belt filter |
| ค. Vacuum drum filter | ง. Disc Filter |

31. เครื่องอบแห้งชนิดใด เป็นเครื่องอบแห้งโดยอ้อม (indirect dryer)

- | | |
|----------------------------|----------------|
| ก. Steam tube rotary dryer | ข. Spray dryer |
| ค. Rotary Kiln | ง. ถุงทุกช่อง |

32. คำกล่าวใด ไม่ถูกต้อง

1. การอบแห้งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เพราะลดความชื้นลงน้อยที่สุด
2. ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งขึ้นอยู่กับค่าขนส่ง
3. การอบแห้งทำให้ผิวของแร่ถูกออกซิเดช์
4. กระบวนการอบแห้งส่วนใหญ่จะใช้เตาอบ (oven)
5. เตาเจ็นที่ใช้อบแห้งแร่เป็นชนิด indirect dryer

- | | |
|------------|------------|
| ก. 1, 2, 3 | ข. 2, 3, 4 |
| ค. 3, 4, 5 | ง. 1, 3, 5 |

**33. โดยทั่วไปในกระบวนการกรอกลุ่มตกละกอน (Flocculation) จะใช้สารละลายน้ำมีลักษณะ
ไตรโลิต ในปริมาณเท่าใด**

- | | |
|----------|----------|
| ก. 5 % | ข. 1 % |
| ค. 0.1 % | ง. 0.01% |

ก. Rouhgers ข. Scavengers ค. Cleaners ง. Re – cleaners

40. จากการลอยแร่ดังรูปในข้อ 37 งระบุชุดเครื่องลอยแร่ หมายเลขอ ④

ก. Rouhgers ข. Scavengers ค. Cleaners ง. Re – cleaners