

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**  
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 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. ห้ามนำตำราหรือเอกสารใดๆ 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.เด็ก ดีกง

ชื่อ \_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_

1. (10 คะแนน) ลีซอร์ได้รับมรดกจากคุณย่าเป็นที่ดินเก่าเนื้อที่ 1,500 ไร่ ใกล้ชายหาดชะอำ เขาและวิศวกรเหมืองแร่คนหนึ่ง ซึ่งเป็นเพื่อนจึงได้ไปสำรวจพื้นที่ดังกล่าว โดยเพื่อนเขาได้แนะนำให้ลองขุดดินดู ปรากฏว่าเป็นแหล่งขี้น้ำมันดิบ จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า มีแรดิบ 3 % แร่เซอร์คอน 20 % แร่โมนาไซต์ 5 % แร่อิลเมไนต์ 40 % แร่โคลัมไบต์-แทนทาลัม 15 % แร่การ์เนต 10 % และอื่นๆ (เช่น ทราาย) ในฐานะที่ท่านเป็นเพื่อนลีซอร์ ท่านจะแนะนำกระบวนการแต่งแร่เหล่านี้อย่างไร เพื่อให้ได้เกรดที่สามารถขายได้ โดยให้เขียน flow sheet การแต่งแร่เหล่านี้ ตลอดจนการเลือกใช้เครื่องแยกแร่ต่างๆ โดยให้บอกรายละเอียดและตัวแปร ควรคำนึงถึงของแต่ละเครื่อง

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

2. (5 คะแนน) แหล่งแร่ไพโรลูไซต์ ( $\text{MnO}_2$ ) ชนิดสายแร่ประกอบด้วยเพื่อนแร่ คือ แร่แคลไซต์ จงออกแบบการแต่งสินแร่นี้ โดยเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมและเขียน flowsheet ของการแต่งแร่ ้วย

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

3. (10 คะแนน) ถ้าท่านซื้อเครื่องแยกแรมเหล็กไฟฟ้า เพื่อแยกแรมเหล็กออกจากดินขาว เพื่อเพิ่มค่าความขาว จึงได้เข้าไปใน website ของบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งมีข้อมูลและรายละเอียดทั้งหมด ขอให้ท่านสรุปข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องแม่เหล็กไฟฟ้าชนิด HGMS มีหลักการและการทำงานอย่างไร

3.2 ตัวแปรที่มีผลต่อเครื่องแยกแรมเหล็กในข้อ 3.1 มีอะไรบ้าง และมีผลต่อประสิทธิภาพการแยกอย่างไร

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

3.3 จงอธิบายเทคนิคในการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็ก การเพิ่ม gradient ของ flux แม่เหล็ก ( $\nabla B$ )

4. (15 คะแนน) จงให้ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องแยกแร่แบบ electrostatic separation

4.1 หลักการ ion or electron bombardment และ conductive induction ต่างกันอย่างไร  
จงอธิบาย

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

- 4.2 ถ้าต้องการแยกแรงแด้วยวิธี contact and frictional electrification แรงที่เข้ามาเกี่ยวข้อง 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)
	$\sigma$	คือ	ประจุที่ผิวของอนุภาคแรงแ (C/m <sup>2</sup> )
	$E$	คือ	ความเข้มสนามไฟฟ้า (V/m)
	$r$	คือ	รัศมีของอนุภาคแรงแ (m)
	$\rho$	คือ	ความหนาแน่นของอนุภาคแรงแ (kg/m <sup>3</sup> )
	$g$	คือ	9.8 m/s <sup>2</sup>

จงอธิบายประโยชน์และการประยุกต์ใช้อัตราส่วนนี้ ในการแยกแรงแ

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

4.3 จากเครื่องแยก high tension จงอธิบายถึงอิทธิพลของ  $F_i$ ,  $F_e$ ,  $F_g$  และ  $F_c$  และขนาดอนุภาคแร่ต่อประสิทธิภาพของการแยกแร่

5. (15 คะแนน) จากข้อมูลการตกตัวของอนุภาคแบร์ไรต์ที่มีความหนาแน่น  $4.2 \text{ g/cm}^3$  โดยการให้กระบอกตวง 1,000 ml (ความสูง 40 cm) ทดสอบโดยใช้น้ำหนักฟลูออไรต์ 250 g และความเข้มข้นเริ่มต้นเป็น

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	

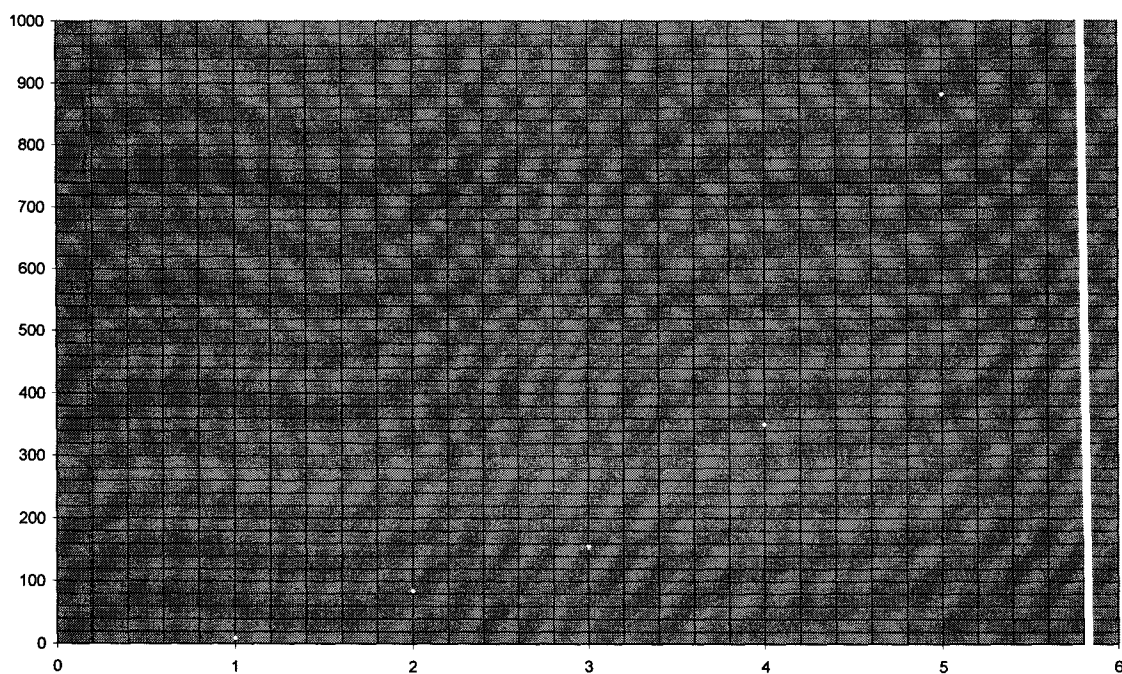
ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

จงออกแบบถังเกรอะเพื่อให้ได้ % solids = 70 % ดังต่อไปนี้

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

5.2 หา % solids ของความเข้มข้นเริ่มต้น

5.3 หา  $t_d$





ชื่อ \_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_

6. (15 คะแนน) จากข้อมูลการทดสอบการกรองโดยใช้ความดัน 3 ค่า แล้ววัดปริมาณน้ำใสเทียบกับเวลา ดังตาราง

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

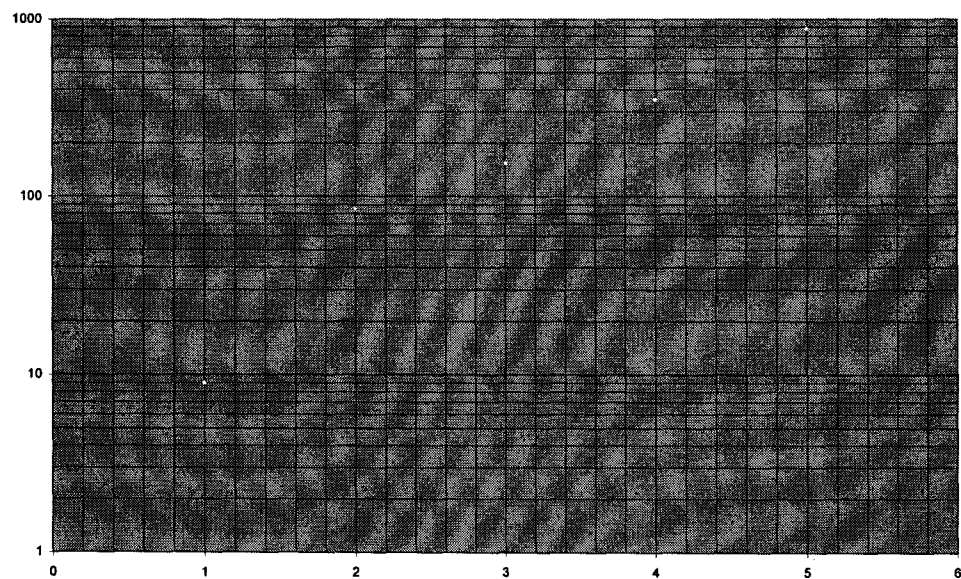
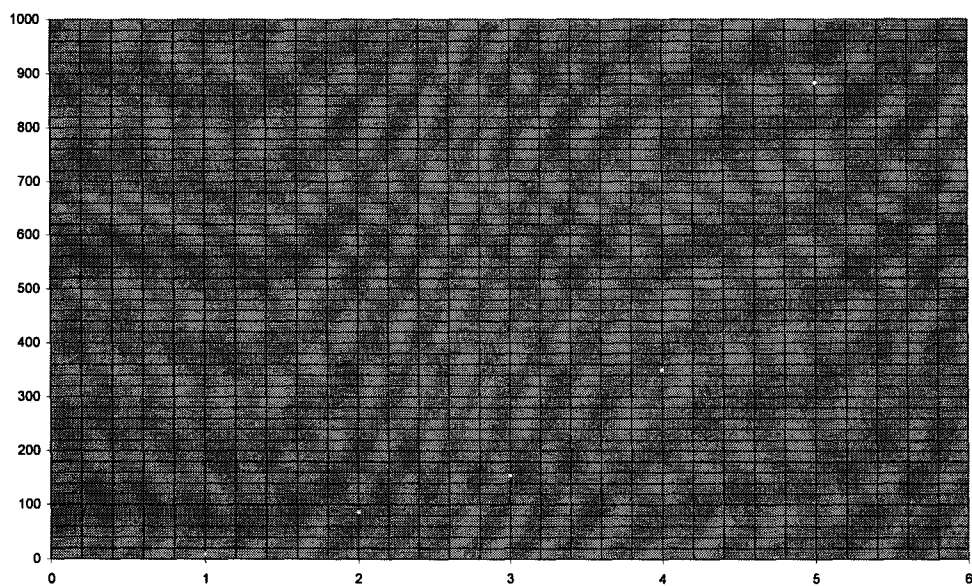
$$\alpha = \alpha_0 (\Delta P)^s$$

$\Delta P_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$		$\Delta P_2 = 2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$		$\Delta P_3 = 4.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	
$dv (\times 10^{-6}), \text{ m}^3$	$dt (\text{s})$	$dv (\times 10^{-6}), \text{ m}^3$	$dt (\text{s})$	$dv (\times 10^{-6}), \text{ m}^3$	$dt (\text{s})$
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 \_\_\_\_\_

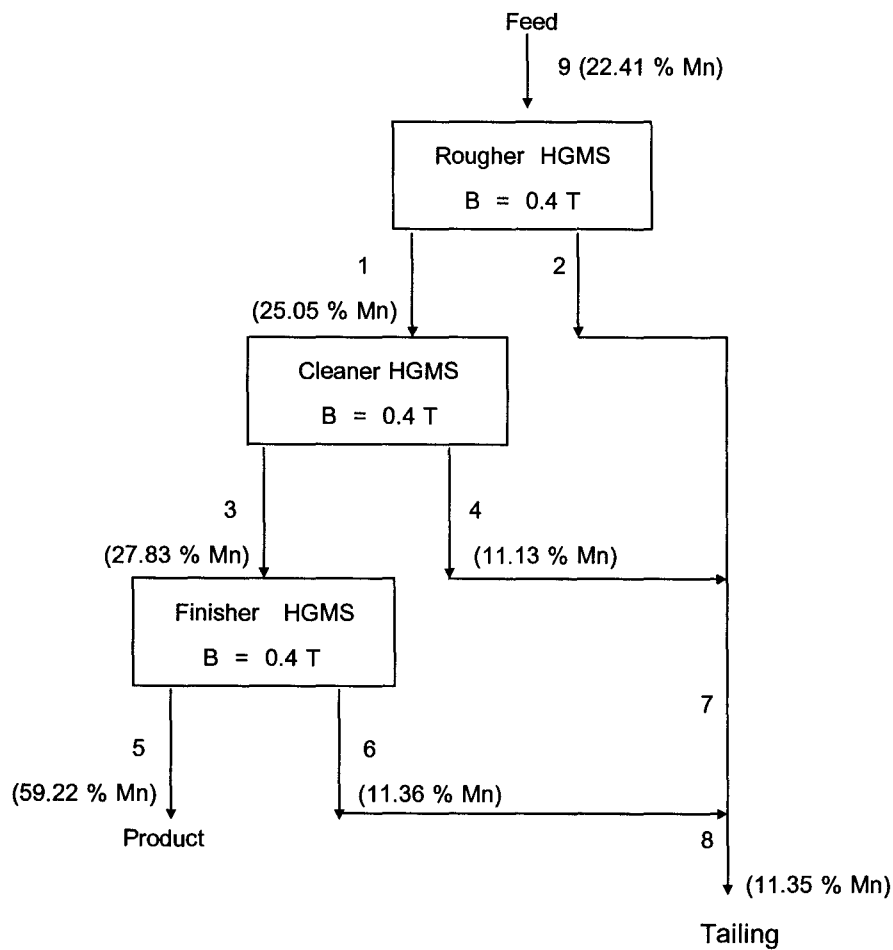
รหัส \_\_\_\_\_

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



ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

7. (20 คะแนน) จาก Flowsheet การแต่งแร่แมงกานีสด้วยเครื่องแยกแร่แม่เหล็ก เพื่อแต่งแร่ให้ได้หัวแร่แมงกานีส 59.22 % Mn เมื่ออัตราป้อนแร่เข้าสู่โรงแร่เท่ากับ 1,000 t/h ดัชนีเกรด 22.41 % Mn



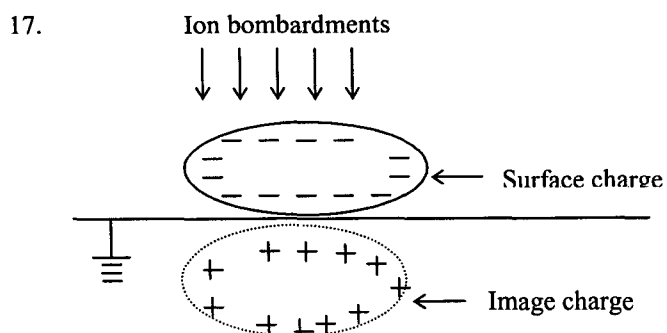
- 7.1 จงเขียนเป็น simple node form และกำหนดให้ stream ต่างๆ ให้ดังรูป
- 7.2 จงเขียน connection matrix และคำนวณจำนวน stream ที่น้อยที่สุดที่จะต้องเก็บตัวอย่าง
- 7.3 จงเขียน material matrix และ component matrix ทั้งหมดที่เป็นไปได้
- 7.4 จงเขียน matrix ทั้งหมด
- 7.5 จงหาค่าอัตราการไหล (t/h) ของทุก stream



1. ข้อใดไม่ใช่ข้อของหลักการ Electronic sorting
  - ก. อาศัยความแตกต่างของสมบัติกายภาพของแร่ เช่น สี การเรืองแสง และความวาว เป็นต้น
  - ข. มีกลไกในการกำจัดแร่ที่ไม่ต้องการออกจากสายพานลำเลียง
  - ค. ขนาดของอนุภาคจะต้องไม่มีขนาดเล็กเกินไป
  - ง. ต้องเป็นแร่ที่นำไฟฟ้า
2. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับ Pinning effect ที่เกิดขึ้นในเครื่องแยกแร่แบบ High tension
  - ก. เกิดขึ้นบนอนุภาคแร่ที่เป็นฉนวน
  - ข. ในระหว่างการ Bombard ทำให้เกิด Image charge ที่ผิว Rotor
  - ค. ไวต่ออุณหภูมิ
  - ง. ไวต่อความชื้นสัมพัทธ์
3. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับการแยกแบบ Electrostatic-High tension separation
  - ก. Lifting effect อนุภาคถูกดูดติดกันเนื่องจากประจุต่างกัน
  - ข. Pinning effect อนุภาคดูดติดไปกันกับ Rotor ในขณะที่แยก
  - ค. Conductor มีการรับ-ถ่ายประจุเร็ว
  - ง. Non-conductor รับประจุเร็วคายเร็ว
4. แร่ใดในกลุ่มต่อไปนี้ที่ติดแม่เหล็ก
  - ก. Monazite, Magnetite
  - ข. Pyrite, Rutile
  - ค. Fluorite, Quartz
  - ง. Cassiterite, Calcite
5. แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ในการแยกแร่ด้วยเครื่องแยกแบบไฟฟ้าแรงสูงอยู่ในช่วงใดต่อไปนี้
  - ก. 500 – 1000 V
  - ข. 1000 – 5000 V
  - ค. 5000 – 15000 V
  - ง. 15000 – 40000 V
6. จงเรียงลำดับสมบัติติดแม่เหล็กจากมากไปหาน้อยของแร่ต่อไปนี้
  - ก. Magnetic, Pyrrhotite, Ilmenite, Garnet
  - ข. Magnetic, Ilmenite, Pyrrhotite, Garnet



12. ต้องการแยกเอาเศษเหล็กและแร่ดีบุกแม่เหล็กอย่างแรงขนาดโตๆ ควรเลือกใช้เครื่องแยกแร่ประเภทใด  
จึงจะเหมาะสม
- Dry magnetic separator
  - Wet low intensity magnetic separator
  - Wet magnetic separator
  - 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 จงหาว่าแรงในข้อใดไม่ได้เกิดขึ้นใน  
การแยกด้วยแม่เหล็ก
- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| ก. Tension force       | ข. Magnetic force    |
| ค. Gravitational force | ง. Centrifugal force |
15. แร่ในข้อใด ปกติจะมีสมบัติเป็นแม่เหล็กอย่างอ่อน แต่เมื่อนำไปย่าง จะทำให้แร่มีสมบัติเป็นแม่เหล็ก  
อย่างแรง
- |               |             |
|---------------|-------------|
| ก. Wolframite | ข. Chromite |
| ค. Siderite   | ง. Monazite |
16. ข้อใดเป็นผลของ Lifting effect ในเครื่องแยกแบบ Electrostatic separation
1. อนุภาคผลักรออกจากกันเนื่องจากประจุต่างกัน
  2. อนุภาคลอยขึ้นมาโดยมักจะถูกกับพวก Non-Conductor
  3. อนุภาคดูดติดกันเนื่องจากประจุต่างกัน
  4. อนุภาคลอยขึ้นมาโดยมักจะถูกกับพวก Conductor
- |         |         |
|---------|---------|
| ก. 1, 2 | ข. 2, 3 |
| ค. 1, 4 | ง. 3, 4 |



จากรูปเรียกว่าปรากฏการณ์ใด

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



22. ในกรณีที่จะทำให้น้ำขุ่น เช่น น้ำคลอง ตกตะกอน ทำไมต้องแกว่งสารส้ม
- สารส้มมีโครงสร้างโมเลกุลยาวจึงช่วยตกตะกอน
  - สารส้มเมื่อละลายน้ำทำให้น้ำมี pH ต่ำลง จึงตกตะกอน ได้ดี
  - สารส้มเมื่อละลายน้ำ จะแตกตัวเป็น  $Al^{3+} + OH^-$  ไปเกาะผิวแร่ทำให้หนัก และตกตะกอนได้ง่าย
  - สารส้มเมื่อละลายน้ำทำให้น้ำมีสภาพเป็นกลาง
23. แร่ออกไซด์ส่วนใหญ่ เมื่ออยู่ในน้ำ ผิวแร่จะอยู่ในสภาพใด
- สารประกอบไฮดรอกไซด์
  - สารประกอบไฮไดรด์
  - สารประกอบซัลเฟต
  - โลหะ
24. ในกรณีที่แร่ควอร์ตซ์อยู่ในน้ำ จะเกิดปรากฏการณ์ใด
- ผิวมีสภาพเป็นบวก เพราะรับ  $H^+$  จากน้ำมาที่ผิว
  - ผิวมีสภาพเป็นลบ เพราะสูญเสีย  $H^+$  จากผิวสู่น้ำ
  - ผิวจะเป็นกลาง
  - ผิวจะหลุดออกเป็นแผ่นๆ
25. แฟกเตอร์ใดไม่มีผลต่อกระบวนการ Flocculation
- ความแข็งแรงของการดูดซับพอลิเมอร์ที่ผิวแร่
  - อัตราการกวนและการกระจายตัวของอนุภาค
  - ปริมาณของสารก่อก้อน
  - แสงแดด
26. สารเคมีข้อใดที่ ไม่มี สมบัติในการก่อก้อน (flocculant)
- น้ำแป้ง (starch)
  - เจลาติน
  - โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต
  - พอลิอคริลาไมด์
27. การทำงานของถังกรองใช้หลักการใด
- การตกตะกอนของอนุภาค
  - หลักแรงโน้มถ่วงของโลก
  - ความเร็วของน้ำที่ไหลสวนทางการจมตัวของอนุภาค จะต้องไม่เกินอัตราการตกตะกอนของอนุภาค
  - หลักการกระจายตัวของอนุภาค

