

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**  
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

การสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2

วันพฤหัสบดีที่ 21 ธันวาคม 2549

วิชา : 235-321 : Mineral Processing II

ปีการศึกษา 2549

เวลา: 13.30-16.30 น.

ห้อง : R 200

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ คิดคะแนนเป็น 30 %
2. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

ชื่อ.....รหัส.....

**ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**

รศ.ดร.เล็ก สีคง

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ.....รหัส.....

**Part A แบบตัวเลือก (ทำในกระดาษคำตอบ) (40 คะแนน)**

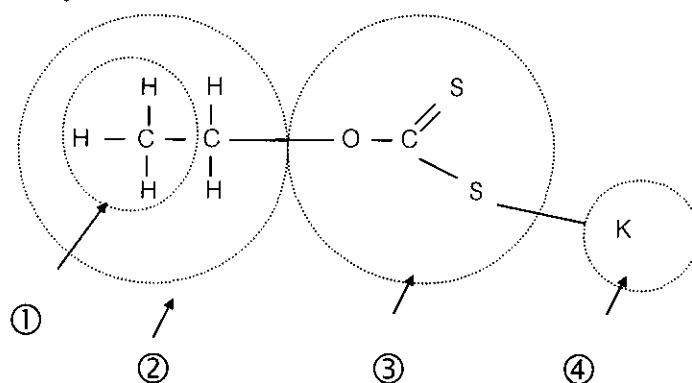
- สารเคมีที่เติมลงไปในการลอยแร่ เพื่อช่วยให้แร่ซึ่งต้องการจะลอยมีสมบัติเหมาะที่จะลอยมากขึ้น เรียกว่า
 

ก. Activator	ข. Collector
ค. pH regulator	ง. Frother
- ถ้าต้องการกวดแร่ให้จมไม่ให้ลอย ควรใช้สารเคมีชนิดใด
 

ก. Dispersant	ข. Collector
ค. Depressant	ง. Activator
- แร่ชนิดใดที่มี Polarity สูงสุด
 

ก. แร่ซัลไฟด์	ข. แร่ซิงค์
ค. แร่คาร์บอเนต	ง. แร่ออกไซด์
- การลอยแร่มลทินขึ้นมา และให้หัวแร่จมอยู่ในเซลล์ลอยแร่ เรียกว่า การลอยแร่แบบใด
 

ก. Direct flotation	ข. Reverse flotation
ค. Bulk flotation	ง. Differential flotation
- จากสูตรโครงสร้างของ Potassium ethyl xanthate ส่วนใดที่เป็นส่วนที่เรียกว่า ส่วน Non-polar



- |      |      |
|------|------|
| ก. ① | ข. ② |
| ค. ③ | ง. ④ |
- ในการลอยแร่กาสนา หรือ สฟาเลอไรต์ ควรใช้สารเคลือบผิวแร่ชนิดใด
 

ก. ซัลเฟต	ข. แซนเทต
ค. กรดไขมัน	ง. แอมีน
  - ในการลอยแร่แบไรต์ หรือ ฟลูออไรต์ ควรใช้สารเคลือบผิวแร่ชนิดใด
 

ก. กรดโอลิอิก	ข. แซนเทต
ค. โซเดียม โอลิเอต	ง. ข้อ ก. และ ค. ถูก



ชื่อ.....รหัส.....

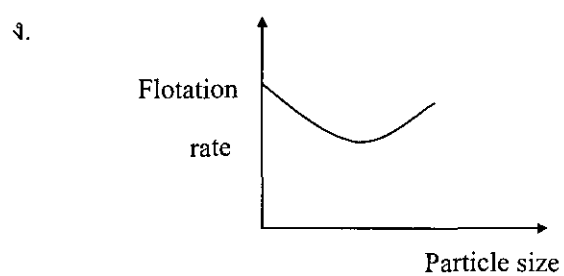
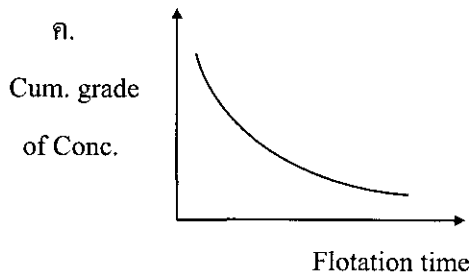
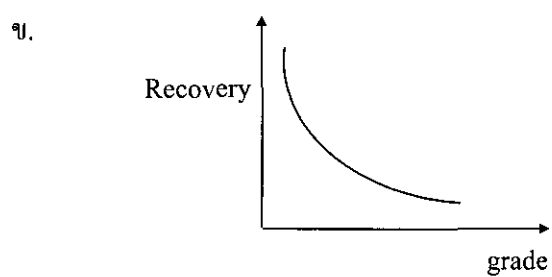
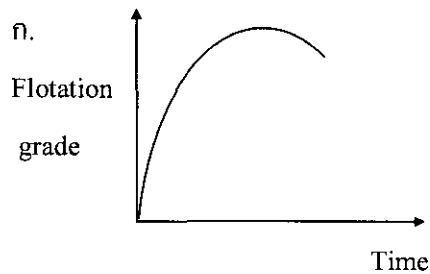
14. เทคนิคในการลอยแร่เซอร์ไรต์ (PbCO<sub>3</sub>) คือ ข้อใด
- ใช้สารเคลือบผิวชนิดโซเดียมโอเลตใช้ pH 8
  - ต้องปรับสภาพผิวเป็นซัลไฟด์ด้วยวิธีซัลไฟด์เซชัน
  - ต้องใช้แอมีนเป็นสารเคลือบผิวโดยใช้ pH 3-4
  - ต้องใช้คอบเปอร์ซัลเฟตปรับสภาพผิวแร่ก่อนลอย
15. สิ่งใดที่ไม่ทำให้สภาพศักย์ไฟฟ้าที่ผิวแร่เปลี่ยน เมื่ออยู่ในระบบสารละลาย
- pH
  - ไอออนจากเกลือของโลหะ
  - ชนิดของสารเคลือบผิว
  - สารเคลือบฟองอากาศ
16. ข้อใดถูกต้อง
- มุมสัมผัส (contact angle) ระหว่างฟองอากาศ และผิวแร่ที่อยู่ในเซลล์ลอยแร่ ที่มีค่าต่ำ จะทำให้การลอยแร่ได้ง่าย
  - แร่ที่มีสมบัติเป็น Non-polar (ไม่ชอบน้ำ) จะมีมุมสัมผัสระหว่างฟองอากาศ และผิวแร่มากกว่า 180 องศา
  - โอกาสในการลอยแร่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อแร่สัมผัสฟองอากาศ และฟองไม่แตกลอยขึ้นสู่เบื้องบนของเซลล์ลอยแร่
  - เมื่อผิวแร่ซัลไฟด์เกิดการออกซิเดชัน ทำให้ประสิทธิภาพการลอยแร่เพิ่มขึ้น
17. เซลล์ลอยแร่แบบ Jameson มีตัวแปรที่สำคัญในการลอยแร่ คืออะไร
- ความสูงของเซลล์
  - ขนาดของ Downcomer
  - อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของ Downcomer และเซลล์
  - เวลาในการลอยแร่
18. ข้อใดไม่ใช่ตัวแปรของการทดลองลอยแร่
- ชนิดและปริมาณสารเคมี
  - pH
  - ความเข้มข้นของของแข็งในเซลล์ลอยแร่
  - อุณหภูมิ
19. เซลล์ลอยแร่ชนิดที่ไม่มีใบพัดกวน คือ ข้อใด
- เครื่องลอยแร่แบบคอล์มน์
  - เครื่องลอยแร่แบบ Wemco
  - เครื่องลอยแร่แบบเดินเวอร์
  - เครื่องลอยแร่แบบ Sub aeration
20. วัตถุประสงค์ของการลอยแร่เป็นขั้นตอน ได้แก่ Rougher, Scavenger และ Cleaner คือข้อใด
- ต้องการเพิ่มเกรดของหัวแร่
  - ต้องการเก็บแร่มีค่าเพิ่มขึ้น
  - ต้องการเพิ่มผลิต
  - ข้อ ก และ ข ถูก

ชื่อ.....รหัส.....

21. วงจรการบดแร่ที่เหมาะสมสำหรับการลอยแร่ ควรประกอบด้วย

- ก. บดแร่ให้ละเอียดมากที่สุด
- ข. สามารถได้แร่จากการบดมีขนาดสม่ำเสมอในช่วงแคบๆ (Closed size)
- ค. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยสุด
- ง. บดแร่ให้มีขนาดกระจายตัวในช่วงกว้าง

22. กราฟข้อใดที่ถูกต้อง



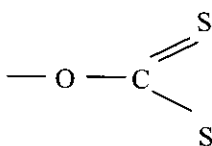
23. ในการลอยแร่ถ่านหิน ควรเลือกใช้สารเคลือบผิวแร่ชนิดใด

- ก. Kerosene
- ข. Alcohol
- ค. Xanthate
- ง. Oleic acid

24. สารเคลือบผิวฟองอากาศที่นิยมกัน คือ ข้อใด

- ก. Methyl iso butyl carbinol
- ข. Pine oil
- ค. Oleic acid
- ง. Cresol

25. จากสูตร โครงสร้างต่อไปนี้ เป็นสารเคลือบผิวแร่ (Collector) ประเภทใด



- ก. Fatty acid
- ข. Carbonyl
- ค. Xanthate
- ง. Sulphate

ชื่อ.....รหัส.....

26. สารเคลือบผิวแร่ ในกระบวนการลอยแร่ที่มีลักษณะเป็น Heteropolar คืออะไร
- โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก
  - โมเลกุลประกอบด้วยกลุ่มโพลาร์ที่ตรงข้ามกัน
  - โมเลกุลประกอบด้วยกลุ่มโพลาร์และนอนโพลาร์ไฮโดรคาร์บอน
  - โมเลกุลมีลักษณะใหญ่ผิดปกติ
27. สารเคลือบผิวแร่ชนิด Xanthate ข้อใดที่ละลายน้ำได้ดีที่สุด
- Potassium ethyl xanthate
  - Potassium butyl xanthate
  - Potassium propyl xanthate
  - Potassium hexyl xanthate
28. PZC หรือ Point of Zero Charge สัมพันธ์กับข้อใด
- ถ้า  $H^+$  ในน้ำน้อยกว่าค่าที่ PZC ทำให้ผิวอนุภาคนั้นมีประจุลัพท์เป็นบวก
  - ถ้า  $H^+$  ในน้ำสูงเกินกว่าค่าที่ PZC ทำให้ผิวอนุภาคนั้นมีประจุลัพท์เป็นศูนย์
  - ถ้าค่า pH ต่ำกว่า pH ของ PZC เมื่อเติมอนุภาคออกไซด์ลงไปทำให้ pH สูงขึ้น
  - ถ้าค่า pH สูงกว่า pH ของ PZC เมื่อเติมอนุภาคออกไซด์ลงไปทำให้ pH สูงขึ้น
29. ในการลอยแร่ด้วย Flotation column สิ่งใดที่สามารถทำให้เกรดของหัวแร่สูงขึ้นได้
- ฟองอากาศมีขนาดเล็กลง
  - ใช้สารเคลือบฟองอากาศมากขึ้น
  - เพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคอลัมน์
  - สเปรย์น้ำล้างหัวแร่ที่ลอยขึ้นมา
30. จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องบดแร่ให้แตกตัวเป็นอิสระ (Liberated) ทั้งหมดก่อนก่อนการลอยแร่
- ไม่จำเป็น เพราะเสียค่าใช้จ่ายสูง
  - จำเป็น เพราะจะได้ลอยแร่ได้หัวแร่เกรดสูง
  - ไม่จำเป็น เพราะจะทำให้หัวแร่ที่ได้มีเกรดสูง
  - จำเป็น เพราะการลอยแร่ต้องใช้ขนาดของแร่ละเอียดอยู่แล้ว
31. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับส่วนที่เป็นนอนโพลาร์ของ Collector ในการลอยแร่
- ถ้าใช้มากอาจฟอร์มในรูปของ double layer บนอนุภาคแร่
  - ยิ่งใช้มากยิ่ง selectivity สูงขึ้น
  - Selectivity ต่ำลงหากโซ่ยาวขึ้น
  - โซ่ยาวละลายน้ำยาก

ชื่อ.....รหัส.....

32. ข้อใดเปรียบเทียบ Polarity ของแร่ได้ถูกต้อง
- Galena > Barite > Zircon
  - Quartz > Stibnite > Anglesite
  - Malachite > Gypsum > Feldspar
  - Ilmenite > Cerrusite > Pyrite
33. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวผิด เกี่ยวกับมุมสัมผัสในการลอยแร่
- $\theta = 0^\circ$  แสดงว่า แร่เปียกน้ำ
  - $\theta = 180^\circ$  แสดงว่า เม็ดแร่เกาะกับน้ำโดยไม่เกาะกับฟองอากาศ
  - $\theta < 90^\circ$  แสดงว่า เปียกน้ำ
  - $\theta > 90^\circ$  แสดงว่า เปียกน้ำ
34. มัชฌิม หรือตัวกลางที่ใช้ในกระบวนการแยกแร่ด้วยวิธี Heavy media separation คือข้อใด
- ของเหลวหนัก
  - สารละลายซิงค์คลอไรด์
  - สารแขวนลอย
  - ถูกทุกข้อ
35. ข้อใดถูกต้องสำหรับการแต่งแร่ด้วยกระบวนการ Heavy media separation
- ความหนืด ระบบต้องมีความหนืดสูง
  - ตัวกลางจะมีความหนาแน่นต่ำ
  - ควรมีการกำจัดหรือล้างแร่ฝุ่นออกก่อนแยก
  - ตัวกลางมีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับแร่ที่จะแยก
36. การหาประสิทธิภาพของการแต่งแร่ด้วยวิธี Heavy media separator จะใช้วิธีใด
- เขียนกราฟ Recovery กับเวลา
  - เขียนกราฟ Grade กับเวลา
  - เขียนกราฟ Grade กับความหนาแน่นของตัวกลาง
  - เขียนกราฟ Partition curve
37. สารมัชฌิมที่ใช้ในการแต่งแร่ด้วยวิธี Heavy media separation คือข้อใด
- แมกนีไตต์
  - แบไรต์
  - เฟอร์โรซิลิกอน
  - ถูกทุกข้อ

ชื่อ.....รหัส.....

38. ในการแต่งแร่ด้วยวิธี Heavy media separation ถ้าเลือกใช้เฟอร์โรซิคอน (ถ.พ. 6.8) เป็นตัวกลาง เพื่อใช้แยกถ่านหิน (ถ.พ. 1.7) ออกจากหินทรายแป้ง (ถ.พ. 2.6) โดยจะต้องเตรียม Slurry ให้ได้ ถ.พ. 2.0 จงหาปริมาณของเฟอร์โรซิกลิกอน (เป็นกรัม) เมื่อผสมน้ำ 100 กรัม
- |        |        |
|--------|--------|
| ก. 256 | ข. 157 |
| ค. 197 | ง. 146 |
39. เกณฑ์ในการเลือกมัชฌิมหรือตัวกลางที่ใช้ในการแยกแร่ด้วยวิธีการ Heavy media separation
- |                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| ก. จะต้องสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้     | ข. จะต้องไม่แตกเป็นเศษผงได้ง่าย |
| ค. จะต้องมียุขขนาดเล็กกว่าแร่ที่จะแยก | ง. ถูกทุกข้อ                    |
40. กรณีที่ตัวกลางแขวนลอยในระบบการแยกด้วยวิธี Heavy media separation มีความหนืดสูง มีวิธีแก้ไขอย่างไร
- |                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| ก. เติมน้ำเพิ่ม     | ข. เติมสารช่วยกระจายตัวอนุภาค |
| ค. ปรับ pH ให้ต่ำลง | ง. เพิ่มเบนโทไนด์             |

\*\*\*\*\*



ชื่อ.....รหัส.....

**Part C (65 คะแนน)**

1. จงออกแบบ flow chart ในการแต่งแร่ในแหล่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยแร่ chalcopyrite, pyrite, gold (3 g/t), cerrusite พร้อมทั้งอธิบายถึงรายละเอียด และเหตุผล ของวิธีการแต่งแร่ที่เลือกแต่ละขั้นตอน (15 คะแนน)

ชื่อ.....รหัส.....

2. จงอธิบายหลักการทำงานและสเก็ตภาพของเครื่องแยกแร่ดังต่อไปนี้ (15 คะแนน)

2.1 Dyna whirlpool separator

2.2 Jameson cell

2.3 Knelson concentrator

ชื่อ.....รหัส.....

- วัตถุประสงค์ในการทดสอบการลอยแร่ขนาดโรงประลอง (Pilot plant test work)  
คืออะไรบ้าง พร้อมยกตัวอย่างประกอบให้เห็นภาพพจน์ (10 คะแนน)

4. ในการทดลองศึกษาจลนศาสตร์ (Kinetics) ของการลอยแร่แบไรต์บริสุทธิ์ ให้สมมติข้อมูลผลการทดสอบ แล้วพิจารณาสมการ  $dC/dt = -KC^n$  ว่าข้อมูลที่สมมติ มีค่าคงที่ (K) เท่าไร และสมการทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นแบบใด โดยนำข้อมูลที่สมมติไปเขียนกราฟ (15 คะแนน)

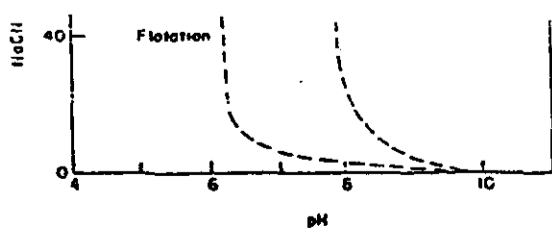


FIG. 47. Contact curves for oxidized and unoxidized pyrite as a function of cyanide addition and pH. Potassium ethyl xanthate = 25 mg/L. Temperature = 33°C.

ชื่อ.....รหัส.....

5. อธิบายการลอยแร่ ดังต่อไปนี้ (10 คะแนน)

5.1 การลอยแร่แคลไซต์

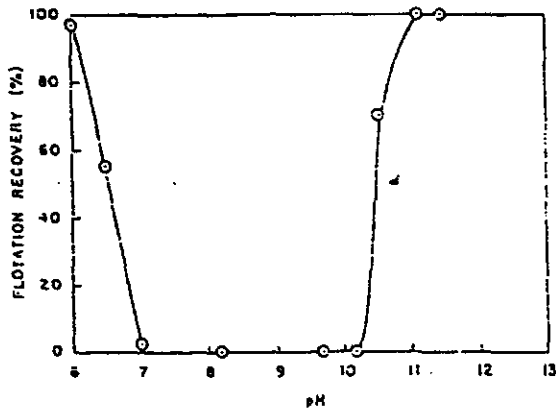


FIG. 49. Flotation recovery of calcite as a function of pH with  $5 \times 10^{-4}$  M oleate and  $5 \times 10^{-3}$  M sodium silicate (3 : 23 : 1.0,  $\text{SiO}_2$  :  $\text{Na}_2\text{O}$ ), Ref. 185.

5.2 การลอยแร่ไพไรต์

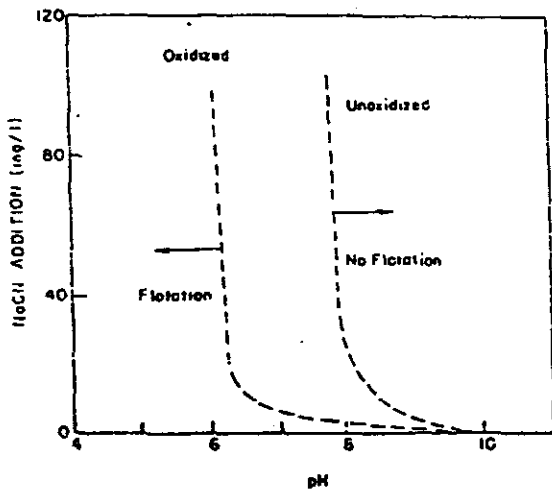


FIG. 47. Contact curves for oxidized and unoxidized pyrite as a function of cyanide addition and pH. Potassium ethyl xanthate = 25 mg/l. Temperature = 35°C.