

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**  
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2550

วันจันทร์ที่ 1 ตุลาคม 2550

เวลา : 09.00-12.00 น.

วิชา : 235-320 : Mineral Processing I

ห้อง : A 400

**คำชี้แจง**

1. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ข้อให้ทำทุกข้อ (120 คะแนน (30%))

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	20	
3	25	
4	25	
5	10	
6	30	
รวม	120	

โชคดี

รศ.ดร.เร็ก สีคง

รหัส \_\_\_\_\_

1. (...../10 คะแนน) ให้เลือกอธิบายหลักการของการวิเคราะห์ขนาด พร้อมทั้งวาดรูป ประกอบ มาสัก 1 วิธี จากข้อต่อไปนี้
  - 1.1 light scattering method
  - 1.2 electrical sensing zone method
  - 1.3 microscopy
  - 1.4 sedimentation

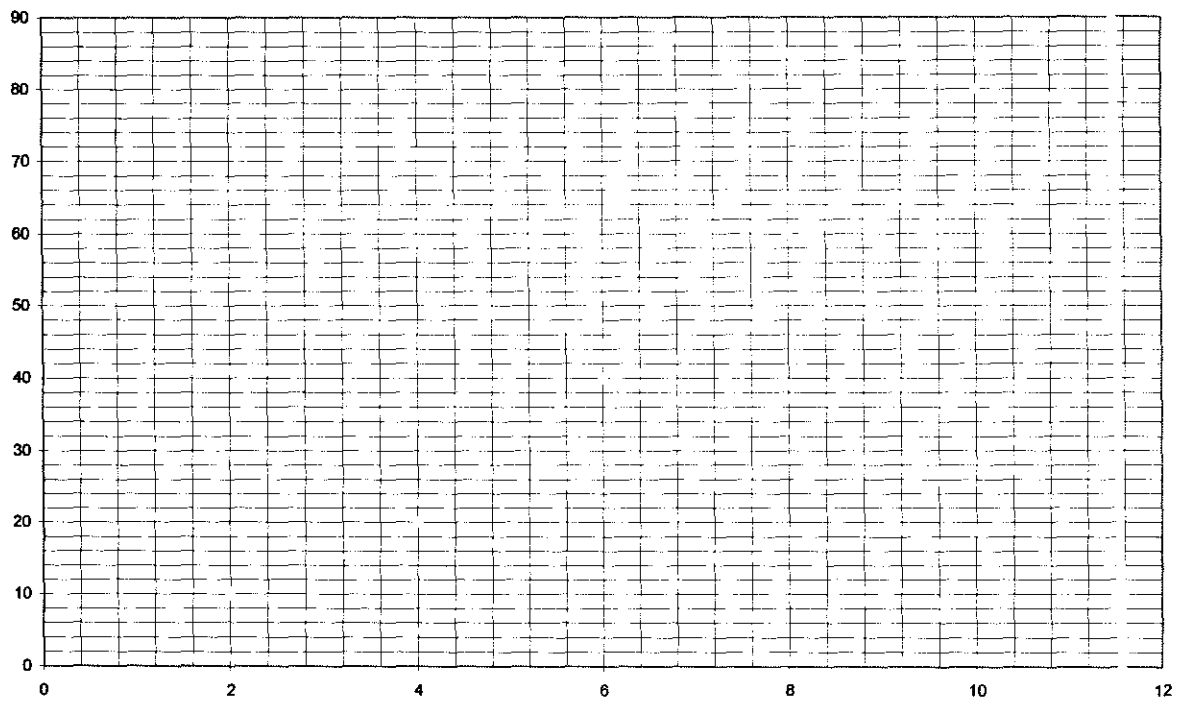
รหัส \_\_\_\_\_

2. (...../20 คะแนน) hydrocyclone :

2.1 ในอุตสาหกรรมการผลิตดินขาว ทำการแต่งแร่โดยการแยกควอร์ตซ์ออกจากดินขาว โดยใช้ไฮโดรไซโคลน จงอธิบายหลักการการแยก และอธิบายแฟคเตอร์ที่มีผลต่อการแยก มาให้เข้าใจ

2.2 จากการศึกษาประสิทธิภาพของไฮโดรไซโคลนด้วย partition curve ในเทอมของ  $E_p$  และ S.I. (sharpness index) และจงหา  $d_{50}$ ,  $d_{500}$  เมื่อวัดความหนาแน่นของ U/F ได้ 1.90 กก./ลิตร และ ความหนาแน่นของ O/F เท่ากับ 1.40 กก./ลิตร ข้อมูลของผลวิเคราะห์การกระจายตัวขนาดอนุภาคของส่วน U/F และ O/F แสดงดังตารางต่อไปนี้ (ถ.พ.ของดินขาวประมาณ 2.0 และ  $\% \text{ Solids} = 100S(D-1)/D(S-1)$ )

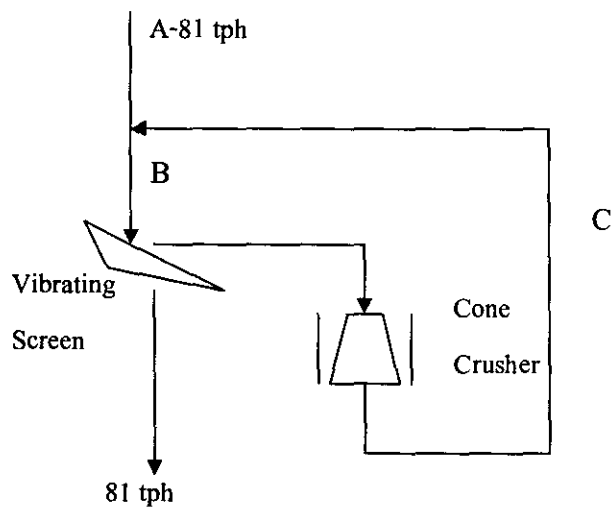
Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Wt %		
	U/F	O/F	
+ 589	13.0	-	
295 - 589	20.6	-	
208 - 295	18.4	-	
147 - 208	24.3	3.0	
104 - 147	12.7	4.4	
74 - 104	5.5	5.3	
53 - 74	2.5	1.6	
37 - 53	2.1	20.7	
- 37	0.9	65.0	



รหัส \_\_\_\_\_

## 3. (...../25 คะแนน) การคำนวณ

วงจรถ่วงแร่วงจรหนึ่ง ประกอบด้วยการคัดขนาดด้วยตะแกรงสั่น ซึ่งมีรูเปิดเป็นรูป □ จัตุรัส ขนาดรูเปิด 16 มม. ถูกป้อนด้วยหินปูนขนาด -65 มม. ในอัตรา 81 ตันต่อชั่วโมง มีขนาดโตกว่ารูเปิด (oversize) = 20 % oversize จากตะแกรงนำกลับไปบดใหม่ด้วยเครื่องบดแบบ cone crusher เมื่อบดแล้วยังมี oversize อยู่ประมาณ 30 % ดังรูป



3.1 ถ้าประสิทธิภาพของตะแกรง 90 % จงหา feed เข้าสู่ตะแกรง (B) และ circulation load (C)

3.2 จงคำนวณขนาดของตะแกรงสั่นที่ใช้จากข้อมูลการเลือกตะแกรง (ถ้ามีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง (L) ของตะแกรง เป็นดังนี้  $W = 0.65 L$ ) จากข้อมูลในข้อ 3.1 และในทึ ฎน บคมีขนาดเล็กรว่ารูตะแกรง 8 มม. อยู่ 30 %

TABLE 4.3.4 a-f

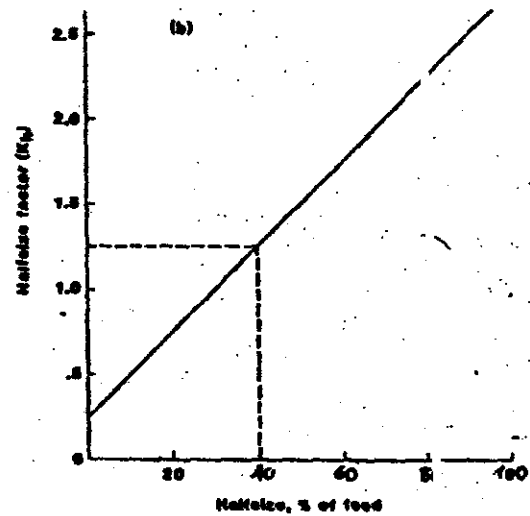
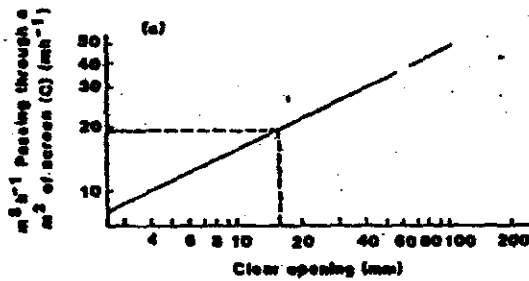


TABLE 4.3.4 c Deck location factors ( $S_1$ )

LOCATION	$S_1$
Top deck .....	1.0
Second deck .....	0.9
Third deck .....	0.8

TABLE 4.3.4 d . Material shape factor ( $S_2$ )

SHAPE	$S_2$
Smooth and rounded (natural sand and gravel) ..	1.20
Rough and angular (crushed stones, clinders, coal, slag, etc.)	1.00
Flaky and acicular .....	See screenability char characteristics

TABLE 4.3.4 e Material weight factor,  $S_3$  ( $S_3$  for other materials may be obtained by using the loose, struck bulk density in  $t m^{-3}$ )

MATERIAL DESCRIPTION	$S_3$
Natural gravel with sand .....	1.76
Gravel, crushed rock .....	1.60
Clay and shale .....	1.04
Coal .....	0.83
Coke .....	0.45
Limestone, Gypsum .....	1.60
Alumina, tabular, crushed .....	1.92

TABLE 4.3.4 f Aperture shape factor,  $S_4$

SHAPE	$S_4$
Square .....	1.00
Round .....	.83
Slotted (below wide) .....	1.30

รหัส \_\_\_\_\_

- 3.3 จงเลือกขนาดของเครื่องบด cone crusher เมื่อความหนาแน่นของหินบด 2.7 ตัน/ลบ.ม. จากข้อมูลที่ให้มา

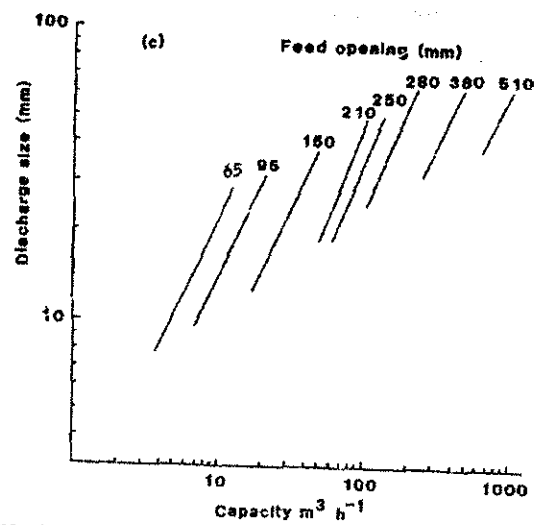


FIG. 4.2.7 c) standard cone (Metz) (Copyright SME-AIME)

รหัส\_\_\_\_\_

4. (...../25 คะแนน) การบดแร่

4.1 จงอธิบายศัพท์ต่อไปนี้มาพอเข้าใจ

1) free crushing

2) semi-autogeneous mill

3) Blake jaw crusher (วาดรูปประกอบ)

4) open - circuit crushing (วาดรูปประกอบ)



รหัส \_\_\_\_\_

4.2 จงกล่าวถึงพฤติกรรมและการแตกของอนุภาคละเอียด และผลของ grinding additives ที่มีต่อประสิทธิภาพของการบดแร่

4.3 กลไกของการบดแร่ ในเครื่องบดแบบ ball mill สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีใดบ้าง

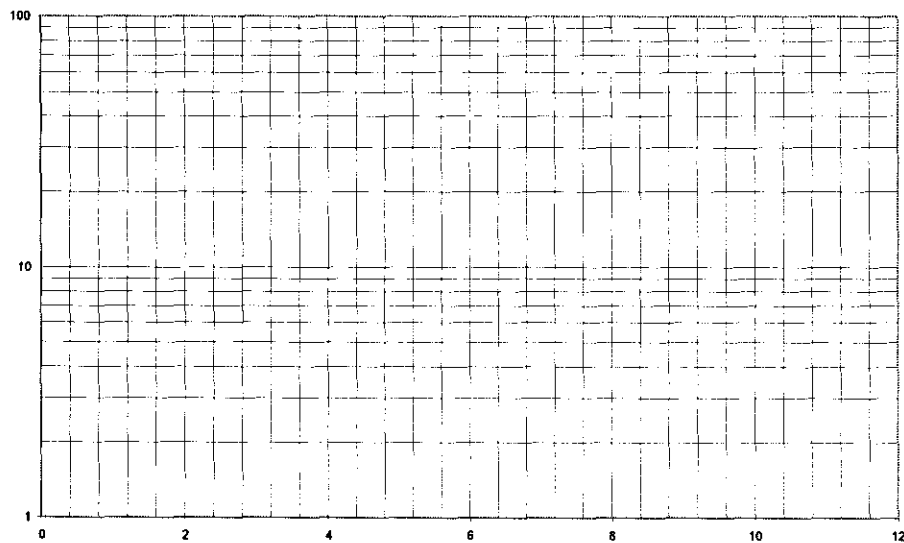
รหัส \_\_\_\_\_

- 4.4 เครื่องบด ball mill ขนาด 1000 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 เมตร ถูกป้อนด้วยลูกบอลขนาด 10 ซม. เป็นปริมาณ 45 % โดยปริมาตร มี voids 40 %
- จงคำนวณปริมาณของแร่ควอร์ตซ์ (ถ.พ. = 2.7) เมื่อมี powder filling fraction = 0.25 และเป็นระบบบดแห้ง
  - จงคำนวณความเร็วรอบของเครื่องบดเมื่อกำหนดให้เท่ากับ 75 %  $N_c$

รหัส \_\_\_\_\_

- 4.5 จากการทดลองเกี่ยวกับการหาอัตราการบด โดยทำการบดแร่ขนาด - 10 + 14 เมช โดยใช้เวลาต่างๆ ผลการบดแสดงตารางข้างล่างนี้ จงเขียนกราฟ first-order grinding plot และหาค่า specific rate of breakage (S)

เวลา (วินาที)	น้ำหนักที่ค้างตะแกรง 14 เมช ที่เวลาใดๆ (g)
0	100
12	85
60	48
120	22
180	10
360	1



รหัส \_\_\_\_\_

5. (...../10 คะแนน) จงอธิบายหลักการแยก หลักการทำงาน องค์ประกอบของเครื่องมือ  
ตลอดจนแพ็คเกจที่มีผลต่อการด้วยเครื่องแยกแร่ ต่อไปนี้
- 5.1 จิ๊ก (jig)

รหัส \_\_\_\_\_

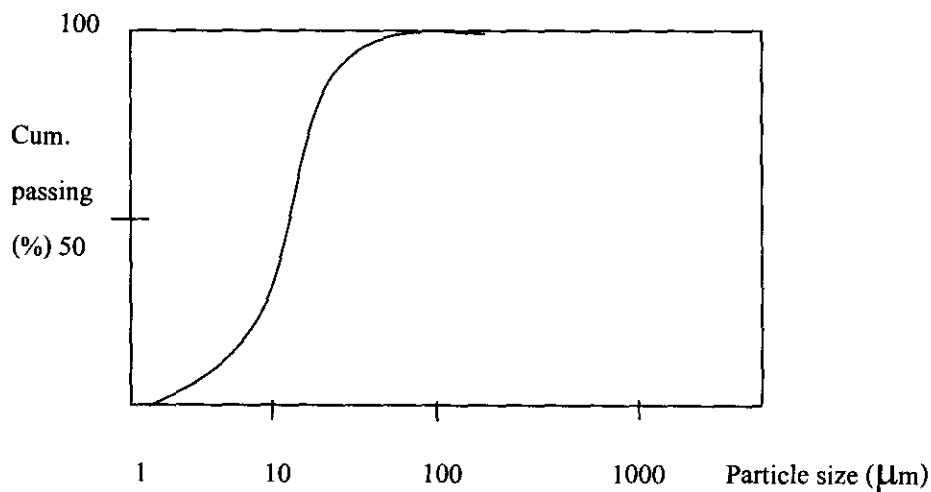
## 5.2 โต๊ะสั่น (shaking table)

รหัส \_\_\_\_\_

6. (...../30 คะแนน) จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด โดยทำเครื่องหมาย X ในช่องที่กำหนด ต่อไปนี้

	6.1	6.22	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	6.10	6.11	6.12	6.13	6.14	6.15
ก															
ข															
ค															
ง															
	6.16	6.17	6.18	6.19	6.20	6.21	6.22	6.23	6.24	6.25	6.26	6.27	6.28	6.29	6.30
ก															
ข															
ค															
ง															

6.1 จากกราฟของการวิเคราะห์หึขนาดอนุภาคของแร่ทองหนึ่ง จงหา  $d_{80}$  (80 % passing size)



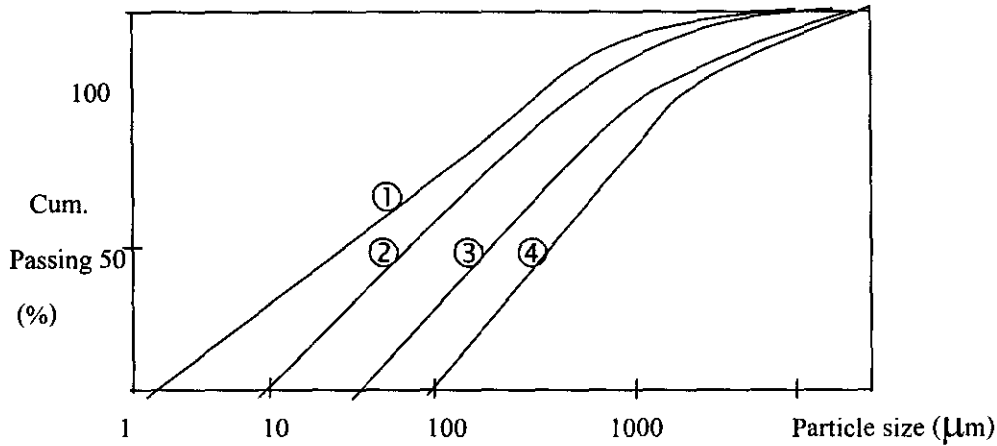
ก. 25 ไมครอน

ข. 35 ไมครอน

ค. 45 ไมครอน

ง. 50 ไมครอน

6.2 จากรูปกราฟของการวิเคราะห์หึขนาดอนุภาคของแร่ 4 กอง การกระจายตัวของแร่ทองใดที่มีอนุภาคนขนาดใกล้เคียงที่สุด



ก. กองที่ ①

ข. กองที่ ②

ค. กองที่ ③

ง. กองที่ ④

6.3 ถ้าการกระจายตัวของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงแคบๆ จะต้องเลือกตะแกรงอนุกรมใด จึงจะเหมาะสม (เม

ก.  $2^2$

ข. 2

ค.  $\sqrt{2}$

ง.  $\sqrt[4]{2}$

6.4 ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค โดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน (standard sieves) โดยเลือกเป็นอนุกรม  $\sqrt{2}$  จงหาขนาดของตะแกรง (รูเปิด) ที่ยังขาดอยู่ ดังนี้

mesh	14	20	28	35	48	65
microns	1190	841	595	420	297	.....

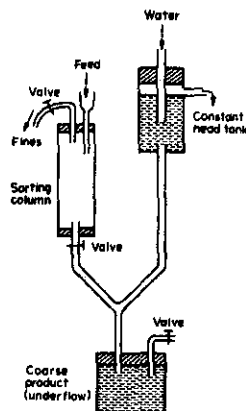
ก. 250

ข. 210

ค. 177

ง. 149

6.5 จากรูป เป็นเครื่องมือชนิดใด



ก. Andreasen pipette

ข. beaker decantation

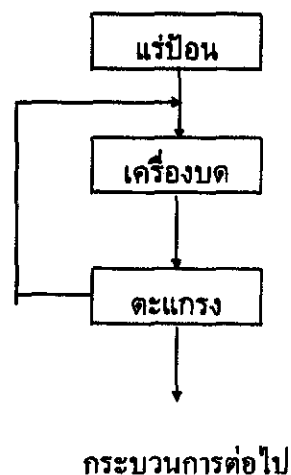
ค. elutriator

ง. flotation column

6.6 ตะแกรงชนิดใดที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในกระบวนการแต่งแร่

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ก. vibrating screen | ข. revolving screen |
| ค. shaking screen   | ง. ข้อ ก. และ ข.    |

6.7 จากรูปแร่ป้อน 10 ตัน/ชั่วโมง มีขนาดโตกว่าตะแกรง 20 ตัน/ชั่วโมง และแร่ออกจากเครื่องบด 30 ตัน/ชั่วโมง จงหาไหลคหมุนเวียน (circulating load)



- |          |          |
|----------|----------|
| ก. 200 % | ข. 100 % |
| ค. 300 % | ง. 50 %  |

6.8 การคัดขนาดโดยใช้กระแสน้ำ และทำให้อนุภาคตกตัวสวนทางทิศทางของกระแสน้ำ คือ การคัดขนาดแบบใด

- |              |                    |
|--------------|--------------------|
| ก. cyclone   | ข. water swing     |
| ค. water jet | ง. cone classifier |

6.9 คำกล่าวข้อใด ผิด

- ถ้าอนุภาค 2 อนุภาค มีความหนาแน่นเท่ากัน อนุภาคที่มีขนาดโตกว่า จะมีความเร็วตกตัวมากกว่า
- ถ้าอนุภาค 2 อนุภาค มีขนาดเท่ากัน อนุภาคที่หนักกว่าจะมีความเร็วในการตกตัวเท่ากับอนุภาคเบากว่า
- การตกตัว หรือจมตัวของอนุภาคในน้ำแบบอิสระเป็นไปตามสมการของ Stoke
- การตกตัวหรือจมตัวของอนุภาคในน้ำที่มีกระแสน้ำไหลทวนสวนขึ้นมาเป็นไปตามสมการของ Newton



6.10 จากสมการของ Stoke ว่าด้วยการตกตัวของอนุภาคในของไหล อัตราการตกตัว ไม่ขึ้น อยู่กับ  
สิ่งใด

- |               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| ก. ขนาดอนุภาค | ข. ความหนาแน่นของของไหลและอนุภาค |
| ค. ความหนืด   | ง. คอลัมน์ในการตกตัว             |

6.11 ข้อใด ไม่ใช่ เครื่องคัดขนาดอนุภาค

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| ก. hydrosizer   | ข. hydraulic classifier |
| ค. hydrocyclone | ง. humphrey spiral      |

6.12 คำกล่าวใด ไม่ถูกต้อง

- |  |
|--|
| ก. ความหนาแน่นของของผสม (slurry) ของส่วนที่เป็น over flow ของเครื่องไฮโดรไซโคลอนจะต้องมากกว่า ความหนาแน่นของของผสมของส่วนที่เป็น under flow เสมอ |
| ข. บริเวณแกนกลางของเครื่องไฮโดรไซโคลอน จะมีความดันลดต่ำกว่าปกติ  |
| ค. อนุภาคหยาบจะได้รับอิทธิพลของแรงเหวี่ยงสูงกว่าอนุภาคเล็กและเบา   |
| ง. ถ้าลักษณะของส่วน under flow ที่ไหลออกมาเป็นรูปกรวยบาน แสดงว่าของผสมเจือจางเกินไป หรือขนาดไซโคลอนใหญ่เกินไป                                    |

6.13 ข้อใด ไม่ใช่ ตัวแปรที่สำคัญในการปรับไฮโดรไซโคลอนให้มีประสิทธิภาพ

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| ก. ความดัน  | ข. การกระจายตัวของขนาดแร่ |
| ค. % Solids | ง. คุณภาพน้ำ              |

6.14 ข้อใด ไม่ใช่ ข้อดีของการใช้ไฮโดรไซโคลอนในวงจร คือ

- |  |
|--|
| ก. แยกได้ชัดเจน และใช้พลังงานน้อย                |
| ข. ประหยัดเนื้อที่และซ่อมบำรุงน้อย               |
| ค. สามารถหยุดเครื่องได้ทันทีถึงแม้กำลังทำงานอยู่ |
| ง. ใช้ได้ดีที่ความเข้มข้นสูง ๆ                   |

6.15 ปกติไฮโดรไซโคลอน จะทำงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ความเข้มข้นของของผสม (% Solids) ประมาณเท่าใด

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. 10-15 % | ข. 15-20 % |
| ค. 20-25 % | ง. 30-35 % |

6.16 การแยกพวกหรือขนาดแร่ โดยวิธีให้แร่ตกตัวทวนกระแส น้ำหรือลมที่ไหลขึ้นสู่เบื้องบน คือ ข้อใด

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| ก. hydrosizer  | ข. elutriation   |
| ค. decantation | ง. free settling |

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| ...             | ข. กบฏเว เบี่ยง (shale) |
| ค. แร่ฟลูออไรต์ | ง. แร่แบไรต์            |

6.24 ขนาดปากรับหินของเครื่องย่อยหรือ โม่หินเรียกว่า

- |         |            |
|---------|------------|
| ก. set  | ข. cap     |
| ค. gape | ง. opening |

6.25 การย่อยหินแบบใดที่เราต้องการ

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ก. over crushing | ข. choke crushing |
| ค. free crushing | ง. ถูกทุกข้อ      |

6.17 ข้อใดไม่ใช่เครื่องป้อนหิน (feeder) ลงสู่เครื่องย่อยแร่ (crusher)

- |          |          |
|----------|----------|
| ก. chain | ข. apron |
| ค. slide | ง. bin   |

6.18 เครื่องย่อยแร่แบบจอร์ (jaw crusher) ที่มีจุดหมุน (pivot) อยู่ที่ด้านบน ของสวิงจอร์ มีชื่อเรียกว่าอะไร

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| ก. universal jaw | ข. standard jaw |
| ค. Blake jaw     | ง. Dodge jaw    |

6.19 เครื่องย่อยแร่แบบจอร์ (jaw crusher) ส่วนใหญ่ อาศัยกลไกของแรงชนิดใดทำให้ก้อนหินแตก

- |             |                      |
|-------------|----------------------|
| ก. แรงอัด   | ข. แรงดึง            |
| ค. แรงเฉือน | ง. แรงดึงและแรงเฉือน |

6.20 ถ้าต้องการลดปริมาณของเศษหินละเอียดที่เกิดจากการย่อยหินด้วยเครื่องย่อยแบบจอร์มีวิธีการอย่างไร

- |  |
|--|
| ก. ออกแบบจุดหมุน (pivot) ของเครื่องย่อย อยู่ตรงด้านบนระหว่างสวิงจอร์และฟิกซ์จอร์ (fixed jaw) |
| ข. ออกแบบ liner ของสวิงจอร์ให้มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง   |
| ค. ออกแบบให้จุดหมุน (pivot) ของเครื่องย่อยอยู่ตรงกลางของสวิงจอร์                             |
| ง. ออกแบบจุดหมุนของเครื่องอยู่ด้านล่างของมิลล์   |

6.21 วัสดุชนิดใดที่นิยมนำมาทำ liner ของเครื่องบดที่ทนต่อการสึกหรอ

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| ก. chrome steel    | ข. cast iron  |
| ค. manganese steel | ง. mild steel |

6.22 ในกรณีที่ต้องการเพิ่มผลผลิตการย่อยหินจำนวนมากๆ ควรเลือกใช้เครื่องย่อยหินชนิดใด

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| ก. gyratory crusher           | ข. single toggle jaw crusher |
| ค. double toggles jaw crusher | ง. Blake jaw crusher         |

6.23 เครื่องบดแบบหัวค้อน (Hammer mill) ไม่เหมาะที่จะใช้บดวัสดุใด

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| ก. หินปูน       | ข. หินทรายแข็ง (shale) |
| ค. แร่ฟลูออไรต์ | ง. แร่แบไรต์           |

6.24 ขนาดปากรับหินของเครื่องย่อยหรือ โม่หินเรียกว่า

- |         |            |
|---------|------------|
| ก. set  | ข. cap     |
| ค. gape | ง. opening |

6.25 การย่อยหินแบบใดที่เราต้องการ

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ก. over crushing | ข. choke crushing |
| ค. free crushing | ง. ถูกทุกข้อ      |

6.26 ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการย่อยหิน

- ก. gyratory crusher มี crushing head ยาวกว่า cone crusher
- ข. cone crusher ย่อยหิน ได้ขนาดเล็กกว่า gyratory crusher
- ค. มุมของ crushing head ของ cone crusher จะชันกว่าของ gyratory crusher
- ง. cone crusher แบบ short head สามารถย่อยได้ขนาดเล็กกว่าแบบ standard

6.27 ในการบดถ่านหินเพื่อให้ได้ขนาดก้อนตามต้องการ โดยบดได้ปริมาณมาก และรวดเร็ว และเกิดแรงฝุ่นน้อย ควรใช้เครื่องบดชนิดใด

- ก. roller mill
- ข. cone crusher
- ค. hammer mill
- ง. rotary breaker

6.28 เครื่องบดชนิดใดที่ใช้อากาศอัดแรงให้วิ่งเข้าชนกันเองหรือชนผนังจนแตก

- ก. vibratory mill
- ข. jet mill
- ค. attritor
- ง. tower mill

6.29 เครื่องคัดขนาดที่มักต่อเป็นวงจรกับเครื่องบดแบบ Rod mill หรือ Ball mill คือ เครื่องชนิดใด

- ก. spiral classifier
- ข. grizzly bar
- ค. screen
- ง. sieve

6.30 สิ่งใดไม่ใช่ตัวแปรที่ควบคุมการทำงานของจิกแยกแร่

- ก. ความเร็วของช่วงชัก
- ข. ชนิดของของไหล
- ค. ความยาวช่วงชัก
- ง. % Solids