คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันจันทร์ที่ 3 ตุลาคม 2554 เวลา : 09.00-12.00 น.

วิชา : 235-320 : Mineral Processing I ห้อง : A 401

<u>คำชี้แจง</u>

1. ห้ามนำตำราหรือเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
2. นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
3. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อและข้อ 5 เป็นตัวเลือกให้ทำในกระดาษคำตอบคิดเป็น 30 %

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ_____รหัส_____

<u>สูตรที่มีประโยชน์</u>

$$X = 100\,S\,(D - 1000) / D\,(S - 1000)$$

$$\log[W, (t) / W, (0)] = -S_1 t / 2.3$$

$$R = \frac{100}{(e / r) - 1}$$

$$\frac{d_a}{d_b} = \left(\frac{D_b - D_f}{D_a - D_f}\right)^n$$

$$d_{50} = \frac{81\,(D_i D_o)^{68}}{Q^{53}}, \quad [1.73 / (G - L]^{0.5}$$

$$R = \frac{water\ \ in\ underflow}{water\ \ in\ feed}$$

$$y' = (y - R) / (1 - R)$$

รหัส_____

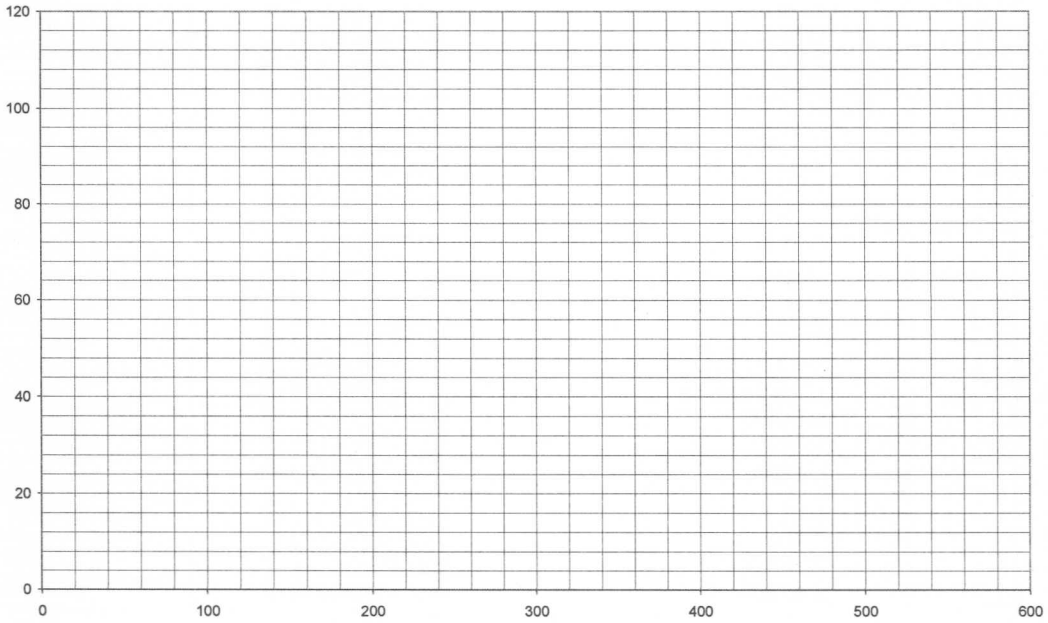
1. (20 คะแนน.....) ในการแต่งแร่ทองในเหมืองแห่งหนึ่ง ได้ทำการออกแบบไฮโดรไซโคลนเพื่อทำการคัดขนาดสินแร่ โดยพบว่าขนาด +100 เมช (149 ไมครอน) ความหนาแน่นของ pulp 1.9 กก./ลิตร ออกทาง U/F ด้วยอัตรา 100 ตัน/ชั่วโมง

1.1 จงอธิบายหลักการทำงานและแฟคเตอร์ที่มีผลต่อการทำงานของไฮโดรไซโคลน (5 คะแนน)

1.2 จากผลการทดลองซึ่งได้ผลการทดลองคิดว่าดีที่สุด เพื่อคำนวณประสิทธิภาพในเทอมของ partition curve จงหา d_{50}, E_p และ S.I. เมื่อแก้ค่าแล้ว โดยวัดความหนาแน่นของ ป้อนได้ 1.60 กก./ลิตร และความหนาแน่นของส่วน O/F = 1.20 กก./ลิตร ข้อมูลของผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของส่วน U/F และ O/F แสดงดังตารางข้างล่าง (15 คะแนน)

Mean size	wt. %	
(μm)	U/F	O/F
505.0	68.32	0
357.1	13.55	2.04
273.9	6.21	6.80
193.6	4.57	15.99
126.1	2.37	15.65
89.2	1.24	10.88
- 44	3.67	48.64
Total	100.00	100.00

รหัส_____



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

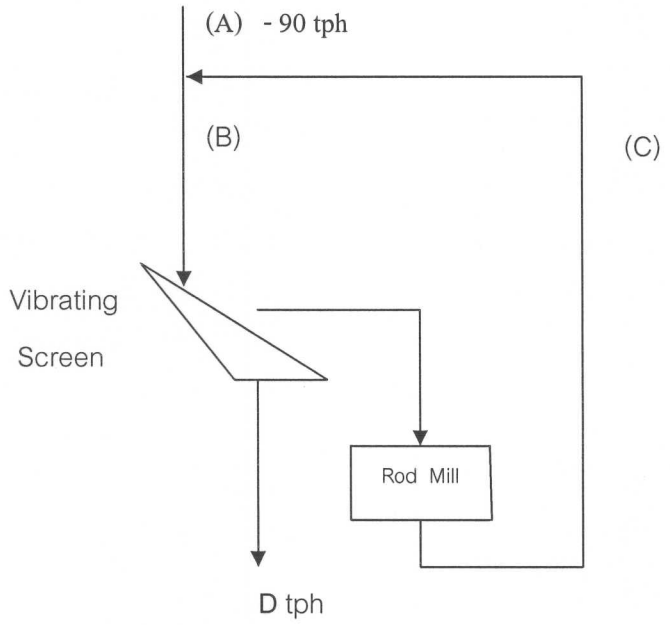
.....

.....

.....

รหัส_____

2. (20 คะแนน.....) วงจรแต่งแร่วงจรหนึ่งประกอบด้วยการคัดขนาดด้วยตะแกรงสั่น ซึ่งมีรูปเปิดเป็นรูปจัตุรัส □ขนาดรูเปิด 16 mm. ถูกป้อนด้วยหินปูนบดขนาด - 65 mm. ในอัตรา 90 ตันต่อชั่วโมง มีขนาดโตกว่ารูตะแกรง (oversize) = 15 % oversize จากตะแกรงนำกลับไปบดใหม่ด้วยเครื่องบดแบบ rod mill เมื่อบดแล้วยังมี oversize อยู่ประมาณ 25 %



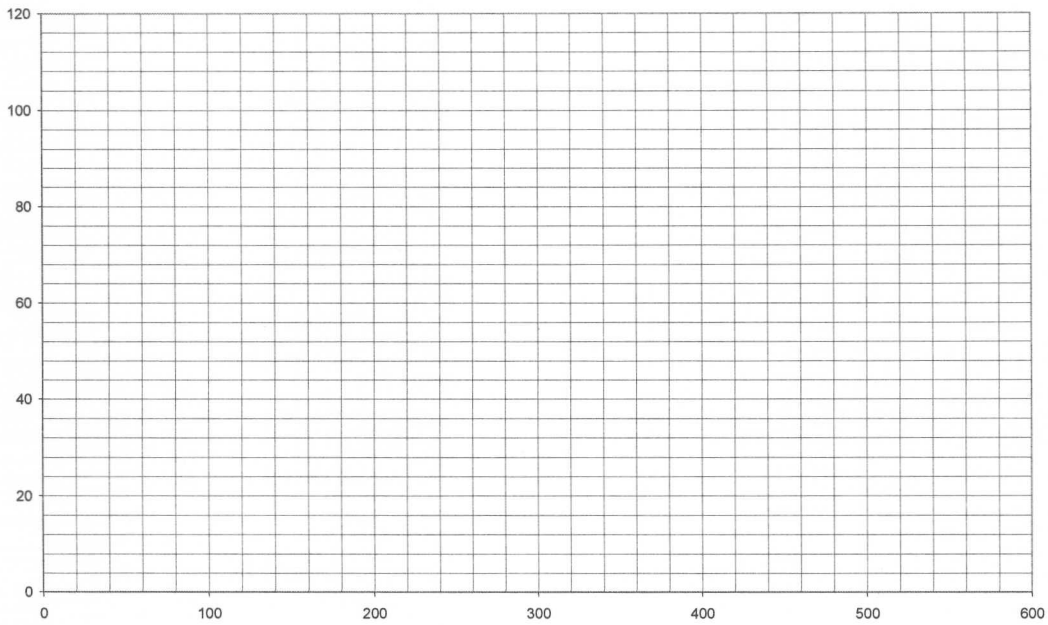
2.1 ถ้าประสิทธิภาพของตะแกรง 80 % จงหา Feed เข้าสู่ตะแกรง (B) และ circulating load (C) (8 คะแนน)

2.2 จงหาค่า **D** ในรูป (2 คะแนน)

2.3 พิจารณาผลที่ได้จากการใช้ตะแกรงสั่นดังกล่าวด้วยอัตราการป้อนปริมาณ oversize และ undersize ที่คำนวณได้ในข้อ 2.1 โดยมีผลวิเคราะห์ของส่วน oversize และ undersize ตามตารางข้างล่างนี้ จงคำนวณ % fractional recovery ของทุก size fraction และจงเขียน efficiency curve เพื่อหาค่า d_{50} , Ep และ S.I. (10 คะแนน)

รหัส_____

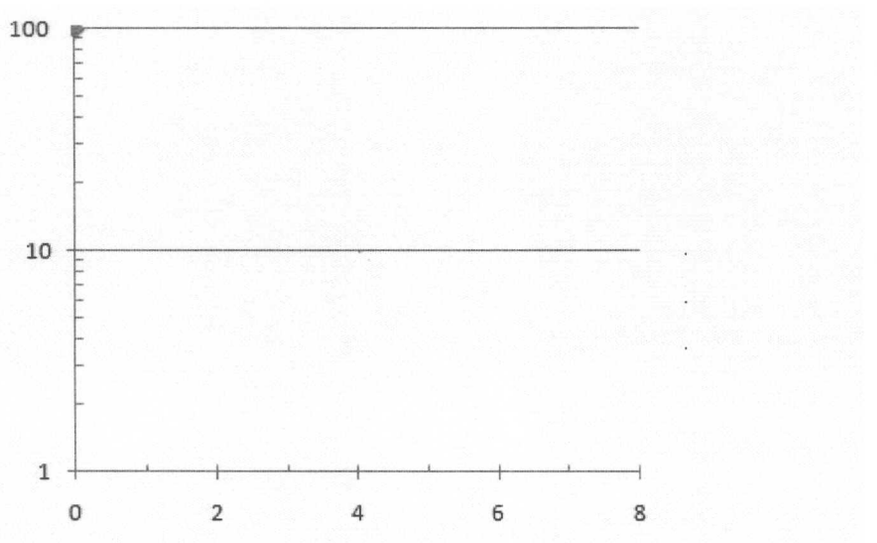
size (mn)	Cumulative % passing	
	oversize	undersize
65	100.0	100.0
50	93.7	100.0
40	81.8	100.0
30	61.3	100.0
25	46.0	100.0
20	23.0	100.0
16	2.6	93.1
8	2.5	63.4
4	2.0	46.3
2	0.8	35.1



รหัส_____

3. (10 คะแนน.....)จากการทดลองเกี่ยวกับกลไกในการบดแร่ โดยทำการบดแร่ขนาด - 10 + 14 เมช โดยใช้เวลาต่างๆ ผลของการบดแสงดังตารางข้างล่างนี้ จงเขียนกราฟ first order grinding plot และหาค่า specific rate of breakage (S)

เวลา (วินาที)	น้ำหนักที่ค้างตะแกรง 14 เมช ที่เวลาใดๆ (g)
0	100.0
30	50.0
60	20.0
90	9
120	4
150	2



.....

.....

.....

.....

รหัส_____

4. (10 คะแนน.....) ในการแต่งแร่ชายหาดแห่งหนึ่ง พบว่าประกอบด้วยแร่ดีบุก อิลเมไนต์และทรายเป็นส่วนใหญ่ โดยมีทรายมากที่สุดและอิลเมไนต์ประมาณ 20% ที่เหลือเป็นดีบุก

4.1 จงออกแบบ flow chart การแต่งแร่เหล่านี้ให้ได้เกรดสูงที่ขายได้ โดยเลือกใช้เครื่องแต่งแร่ต่อไปนี้เป็นหลักประกอบอยู่ด้วย กล่าวคือ Jig หรือ Shaking table หรือ Humphrey spiral (5 คะแนน)

4.2 จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องแต่งแร่ที่เลือกใช้ (3 คะแนน)

4.3 ระบุแฟคเตอร์ที่มีผลต่อการแยกด้วยเครื่องแต่งแร่ที่เลือก (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. **แบบตัวเลือก** <u>ให้ทำในกระดาษคำตอบเท่านั้น</u> โดยใช้เครื่องหมาย<u>กากบาท (X)</u> เลือกข้อที่ต้องการ

1. 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

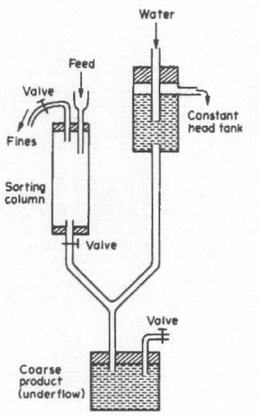
ค. 177 ง. 149

2. เทคนิคในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคที่ใช้ในการเจิงของแสง คือ ข้อใด

ก. Beaker decantation ข. Sedimentation

ค. Optical microscopy ง. Light scattering method

3. จากรูป เป็นเครื่องมือชนิดใด



ก. Andreasen pipette ข. Beaker decantator

ค. Elutriator ง. Flotation column

4. จากรูป ข้อ 3 เป็นเครื่องมือที่ใช้หลักการใด

ก. Hindered settling ข. Free settling

ค. Sedimentation ง. Thickening

5. เครื่องย่อยแร่แบบจอว์ (jaw crusher) ที่มีจุดหมุน (pivot) อยู่ที่ด้านบน ของสวิงจอว์ มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. Universal jaw ข. Standard jaw

ค. Blake jaw ง. Dodge jaw

6. ถ้าต้องการลดปริมาณของเศษหินละเอียดที่เกิดจากการย่อยหินด้วยเครื่องย่อยแบบจอว์ มีวิธีการอย่างไร

1. ออกแบบจุดหมุน (pivot) ของเครื่องย่อย อยู่ตรงด้านบนระหว่างสวิงจอว์และฟิกซ์จอว์

(fixed jaw)

2. ออกแบบ liner ของสวิงจอว์ให้มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง

3. ออกแบบให้จุดหมุน (pivot) ของเครื่องย่อยอยู่ตรงกลางของสวิงจอว์

4. ออกแบบจุดหมุนของเครื่องอยู่ด้านล่างของมิลล์

ก. 1,2 ข. 2,3

ค. 3,4 ง. 1,4

7. วัสดุชนิดใดที่นิยมนำมาทำ Liner ของเครื่องบดที่ทนต่อการสึกหรอ

ก. Chrome steel ข. Cast iron

ค. Manganese steel ง. Mild steel

8. เครื่องบดแบบหัวค้อน (Hammer mill) ไม่เหมาะที่จะใช้บดวัสดุใด

ก. หินปูน ข. หินทรายแป้ง (Shale)

ค. แร่ฟลูออไรต์ ง. แร่แบไรต์

9.ข้อใดไม่ใช่ตัวแปร ในการย่อยด้วยเครื่องย่อยแบบจอว์

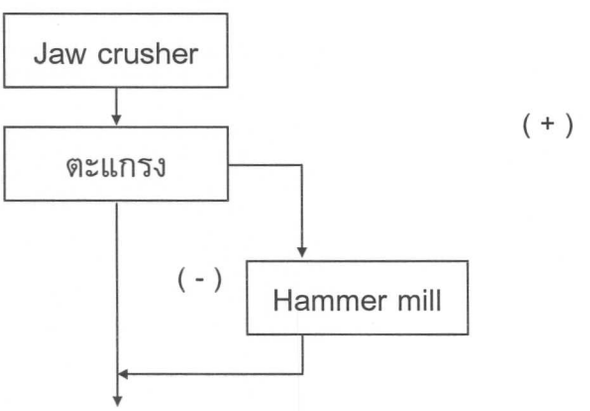
ก. ความเร็วรอบในการย่อย

ข. การตั้งขนาดปิด-เปิดของปาก (Setting)

ค. ระยะช่วงชัก (Throw) ของสวิงจอว์

ง. Liner

10. จากวงจรการย่อยแร่ เป็นวงจรย่อยหินแบบใด



ก. Open - circuit crushing ข. closed - circuit crushing

ค. Primary - circuit crushing ง. Secondary - circuit crushing

11. การย่อยหินแบบใดที่เราต้องการ

ก. Over crushing ข. Choke crushing

ค. Free crushing ง. ถูกทุกข้อ

12. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเครื่องย่อยหิน

ก. Gyratory Crusher มี Crushing head ยาวกว่า Cone crusher

ข. Cone crusher ย่อยหินได้ขนาดเล็กกว่า Gyratory crusher

ค. มุมของ Crushing head ของ Cone crusher จะชันกว่าของ Gyratory crusher

ง. Cone crusher แบบ Short head สามารถย่อยได้ขนาดเล็กกว่าแบบ Standard

13. ในการบดถ่านหินเพื่อให้ได้ขนาดก้อนตามต้องการ โดยบดได้ปริมาณมาก และรวดเร็ว และเกิดแร่ฝุ่นน้อย ควรใช้เครื่องบดชนิดใด

ก. Roller mill ข. Cone crusher

ค. Hammer mill ง. Rotary breaker

14. เครื่องคัดขนาดที่มักต่อเป็นวงจรกับเครื่องบดแบบ Rod mill หรือ Ball mill คือ เครื่องชนิดใด

ก. Spiral classifier ข. Grizzly bar

ค. Screen ง. Sieve

15. สิ่งใดที่ไม่ทำให้วิถีโคจรของลูกบดในบอลล์มิลล์หรือร็อคมิลล์เปลี่ยนไป

ก. ปรับความเร็วรอบการหมุนของเครื่องบด

ข. เปลี่ยนรูปแบบหรือลักษณะของ Liner

ค. เปลี่ยนขนาดของมิลล์

ง. เปลี่ยนชนิดของลูกบอล

16. การสึกหรอของ Liner ของเครื่องบดชนิดใดที่สูงสุด

ก. Dry ball mill ข. Wet ball mill

ค. Wet rod mill ง. Dry rod mill

17. เครื่องบดที่ใช้ลูกบดเป็นสินแร่ของตัวเองไม่ได้ใช้ลูกบดเหล็กกล้า คือ เครื่องบดชนิดใด

ก. Rod mill ข. Ball mill

ค. Semi autogeneous mill (SAG) ง. Autogeneous mill

18. การออกแบบ Autogeneous mill จะต้องออกแบบส่วนใดเป็นพิเศษที่แตกต่าง จาก Ball mill ทั่วๆ ไป อย่างไร

ก. ออกแบบเส้นผ่านศูนย์กลางให้ยาวขึ้น

ข. ออกแบบเพิ่มความยาวให้ยาวขึ้น

ค. ออกแบบความเร็วรอบให้สูงขึ้น

ง. ออกแบบลูกบดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

19. ข้อใดเป็นไปไม่ได้

ก. ปริมาณลูกบดในเครื่องบดแบบบอลล์มิลล์ ประมาณ 40-50 % โดยปริมาตรของมิลล์

ข. ความเร็วรอบในการหมุนมิลล์ ประมาณ 80 % ของความเร็ววิกฤต

ค. ถ้าต้องการบดแร่ให้ได้ขนาดของแร่บดใกล้เคียงกัน (closed size distribution) ควรใช้ลูกบดมีขนาดเดียวกัน

ง. ช่องว่างระหว่างลูกบดส่วนใหญ่ จะมีประมาณ 10-20 %

20. เครื่องบดชนิดใดที่ใช้อากาศอัดแร่ให้วิ่งเข้าชนกันเองหรือชนผนังจนแตก

ก. Vibratory mill ข. Jet mill

ค. Alltritor ง. Tower mill

21. ถ้าบอลล์มิลล์ขนาดจุ 20 ลิตร บรรจุลูกบอลปริมาตร 50 % ของมิลล์ โดยกำหนดให้ช่องว่างระหว่างลูกบอล 40 % โดยปริมาตร จะต้องป้อนแร่แบไรต์ ซึ่งมีความหนาแน่นประมาณ 4000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร จำนวนเท่าไร หน่วยเป็นกิโลกรัม เมื่อป้อนแร่เข้าไปคิดเป็น 50 % ของช่องว่างระหว่างบอล

ก. 8 ข. 16

ค. 4 ง. 2

22. จากสมการของ Bond จงหางานที่ต้องใช้ในการบดแร่แบไรต์ที่มี Wi (Work index) = 6.2 โดยบดแร่จากขนาด 40,000 ไมครอน ให้ได้ขนาด 2500 ไมครอน

ก. 0.45 KWh/ton ข. 0.93 KWh/ton

ค. 1.84 KWh/ton ง. 2.10 KWh/ton

23. ข้อใด <u>ไม่จริง</u> เกี่ยวกับการบดแร่

ก. การบดเปียกมีประสิทธิภาพสูงกว่าการบดแบบแห้ง

ข. การบดแห้งจะสึกหรอน้อยกว่าการบดเปียก

ค. หน้าที่ของสารเติมช่วยบด ได้แก่ ช่วยหล่อลื่นในการบดแห้ง

ง. แร่ที่มีขนาดใหญ่กว่าบดได้ยากกว่าแร่ที่มีขนาดเล็ก

24. เมื่ออนุภาคมีขนาดเล็กลงมากๆ (< 20 ไมครอน) จะต้องออกแบบเครื่องบดเพื่อใช้แรงชนิดใด หรือใช้กลไกลใดทำให้อนุภาคถูกลดขนาดลงอีก

ก. แรงกระจาย

ข. แรงกดอย่างช้าๆ

ค. แรงดึง

ง. แรงเฉือน

25. ในการบดปูนเม็ด (cement clinker) มักใช้สารเติมช่วยบดชนิดใด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบด

ก. แอลกอฮอล์ ข. ไตรแอทานอลามีน

ค. อะซิโตน ง. กรดไขมัน

26. ถ้าบอลมิลล์ถูกออกแบบให้หมุนด้วยความเร็วรอบปานกลาง ข้อใดน่าจะเป็นเหตุผลที่ถูกต้อง
    ก. เพื่อต้องบดแร่ขนาดใหญ่
    ข. เพื่อต้องการให้ได้อนุภาคที่มีขนาดใกล้เคียงกัน
    ค. เพื่อให้ได้อนุภาคที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม
    ง. เพื่อต้องการให้ได้ขนาดอนุภาคขนาดเล็กมาก
27. สิ่งที่ต้องคำนึงในการบดแร่แบบแห้งด้วยเครื่องบดแบบบอลมิลล์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบด
    ก. การสึกหรอ ข. การจัดตัวเป็นก้อนของอนุภาค
    ค. อุณหภูมิ ง. ความชื้น
28. เครื่องบดชนิดใดมีอัตราการบดต่ำสุด
    ก. Vibratory mill ข. Planetary mill
    ค. Attritor ง. Ball mill
29. ปกติโหลดหมุนเวียน (Circulation load) ของเครื่องบดแบบบอลมิลล์ มีค่าประมาณเท่าไร
    ก. 50-90 % ข. 100-350 %
    ค. 600 % ง. < 50 %
30. จงวิเคราะห์ความยากง่ายในการแต่งแร่แบไรต์ (ถ.พ. = 4.1) ซึ่งมีมลทินเป็นแคลไซต์ (ถ.พ. = 2.6) เมื่อใช้น้ำเป็นตัวกลาง
    ก. แยกแร่แบไรต์ออกจากแร่แคลไซต์ โดยอาศัย ถ.พ. ได้ง่ายมาก
    ข. แยกแร่แบไรต์ออกจากแร่แคลไซต์ โดยอาศัย ถ.พ. ได้พอใช้
    ค. แยกแร่แบไรต์ออกจากแร่แคลไซต์ โดยอาศัย ถ.พ. ได้ยาก
    ง. ไม่สามารถใช้วิธีอาศัย ถ.พ. ในการแยกแบไรต์ออกจากแคลไซต์
31. การแยกด้วยเครื่องแร่แบบจิ๊ก ไม่ได้ใช้หลักการใด
    ก. การจมตัวของแร่ด้วยแรงโน้มถ่วงโดยมีสิ่งกีดขวาง (hindered settling)
    ข. การจมตัวของแร่ด้วยแรงโน้มถ่วงโดยอิสระ (free settling)
    ค. อาศัยหลักการของนิวตัน
    ง. หลักการกระจายตัวของอนุภาค
32. จิ๊ก ชนิดใดที่นิยมใช้ในการแต่งถ่านหิน
    ก. Ruoss jig
    ข. Pan American Jig
    ค. Baum jig
    ง. Denver jig

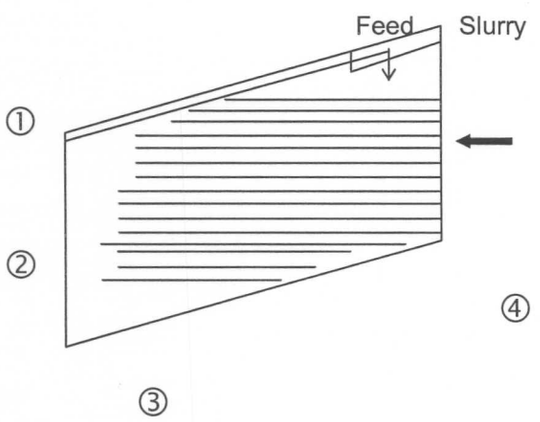
33. ปกติในการแต่งแร่โดยอาศัยความแตกต่างของ ถ.พ. โดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง จะใช้ความเข้มข้นของของแข็งประมาณเท่าใด

ก. 10-15 %
ข. 16-20
ค. 21-40
ง. 45-55

34. ข้อใดไม่ใช่การใช้ประโยชน์ของฮัมฟรีสไปรอล

ก. ใช้แต่งแร่ขั้นต้น
ข. ใช้แต่งแร่เพื่อให้ได้หัวแร่สะอาด
ค. เพื่อแต่งแร่ชายหาด
ง. เพื่อเก็บแร่ในหางแร่ให้ได้มากขึ้น

35. ข้อใดระบุการกระจายตัวของแร่บนโต๊ะสั่นแยกแร่ <u>ผิด</u>



ก. ① คือ แร่เบา
ข. ② คือ แร่คละ
ค. ③ คือ แร่คละ
ง. ④ คือ แร่เบา

36. ข้อใด <u>เป็นจริง</u> เกี่ยวกับ การพัดพาของน้ำที่กระทำต่ออนุภาคแร่

ก. ถ้าขนาดแร่ใกล้เคียงกัน แร่หนักจะถูกพัดพาไปได้ไกลกว่า
ข. แร่หนักรูปร่างแบบ จะถูกพัดพาไปได้ไกลกว่า
ค. แร่เบารูปร่างกลมขนาดเล็ก จะถูกพัดพาไปได้ไกลกว่าขนาดใหญ่
ง. แร่หนักขนาดใหญ่ จะถูกพัดพาไปได้ไกลกว่า

37. สิ่งที่ควบคุมการทำงานของโต๊ะสั่น คือ ข้อใด

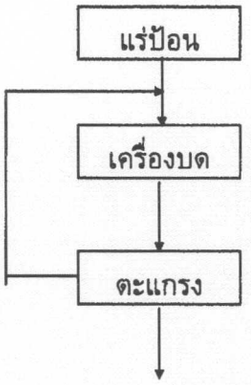
1. ความเอียงของโต๊ะ
2. ความหนาแน่นของ Slurry
3. น้ำล้าง (wash water)

4. ตำแหน่งของตัวกั้นแยกผลผลิต (splitter)
5. วัสดุที่ใช้ทำผิวโต๊ะ
6. ชนิดของน้ำที่ใช้

ก. 1, 2, 5 ข. 2, 3, 6

ค. 1, 2, 3, 4 ง. 1, 2, 5, 6

38. จากรูปแร่ป้อน 10 ตัน/ชั่วโมง มีขนาดโตกว่าตะแกรง 20 ตัน/ชั่วโมง และแร่ออกจากเครื่องบด 30 ตัน/ชั่วโมง จงหาโหลดหมุนเวียน (Circulating load)



กระบวนการต่อไป

ก. 200 % ข. 100 %

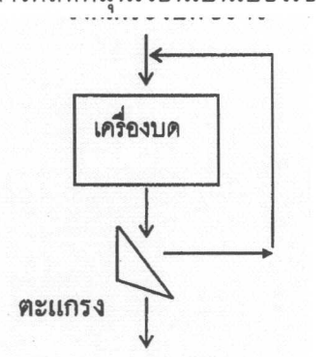
ค. 300 % ง. 50 %

39. ในกรณีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตะแกรง โดยการใช้ Partition curve หรือ Tromp curve ค่าซึ่งบอกถึงขนาดอนุภาคที่มีโอกาสอยู่ในส่วนที่ค้างรูตะแกรง (oversize) และลอดรูตะแกรง (undersize) เท่าๆ กัน คือ ค่าใด

ก. Probable error ข. Sharpness index

ค. d_{50} ง. Imperfection

40. สมมติว่าประสิทธิภาพของตะแกรง 100 % และมีขนาดที่โตกว่ารูตะแกรงในแร่บดออกมาจากเครื่องบด 30 % จงหาโหลดหมุนเวียนเป็นเปอร์เซ็นต์



ก. 42.9 ข. 58.6

ค. 69.1 ง. 71.2

<u>กระดาษคำตอบ แบบตัวเลือก วิชา Mineral Processing I</u> ชื่อ .....รหัส.....

จงกากบาท X ลงในข้อที่ต้องการ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ก																				
ข																				
ค																				
ง																				
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
ก																				
ข																				
ค																				
ง																				