

ชื่อ _____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์การสอบกลางภาค ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1
วันที่ 28 กรกฎาคม 2551
วิชา 230-322 Particle Engineeringประจำปีการศึกษา 2551
เวลา 13.30 – 16.30 น.
ห้อง R300

คำสั่ง

1. ให้ทำลงในข้อสอบในบริเวณที่กำหนด หากไม่พอ สามารถใช้ได้ด้านหลังได้ และต้องระบุหมายเลขข้อด้วย
2. อนุญาตให้ใช้ดินสอทำได้
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
4. อนุญาตให้นำเอกสารที่เป็นเฉพาะกระดาษขนาด **A4 จำนวน 2 แผ่น** เข้าห้องสอบได้เท่านั้น
5. ห้ามหยิบยืมเอกสาร เครื่องคิดเลขและอื่นๆ ระหว่างกัน
6. นักศึกษาสามารถสร้างสมมุติฐานในการคำนวณได้ และต้องมีเหตุผลสนับสนุนสมมุติฐานนั้นๆ

อ.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ
20 กรกฎาคม 2551

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	45	
2	15	
3	15	
4	10	
5	20	
6	15	
รวม	120	

****ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ 10 หน้า และมีข้อมูลประกอบการคำนวณ อีก 2 แผ่น ****

**** โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ ****

<p>ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาค</p>

1. (คะแนนรวม 45 คะแนน) มี 30 ข้อย่อย จง O หรือ X ที่อักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1. อนุภาคในข้อใดที่มีค่า Sphericity เท่ากัน

- ก. Sphere, Cube, Sand ข. Sphere, Cube, Cylinder ค. Sphere, Coal dust, Sand
 ง. Sphere, Cube, Coal dust จ. Sphere, Crushed glass, Glass bead

2. วัสดุชิ้นใดมีขนาดใหญ่ที่สุด

- ก. ตะลิสต์ที่ค้ำบนตะแกรง mesh no. 4 ข. เม็ดพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม.
 ค. เบคที่เรีย ง. เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ จ. ทราโยก่อสร้าง

3. ข้อใดไม่ใช่มาตรฐานของตะแกรงร่อนมาตรฐานที่นิยมใช้กัน

- ก. ASTM ข. ISO ค. TYLER ง. IMM

4. ในการหาขนาดเฉลี่ยของวัสดุขนาดเล็กด้วยอุปกรณ์ Sieve analysis ข้อใดช่วยให้การหาขนาดเฉลี่ยแม่นยำถูกต้องมากขึ้น

- ก. การลดความถี่ในการเขย่า ข. การเพิ่มปริมาณตัวอย่าง ค. การเพิ่มจำนวนตะแกรง
 ง. การลดเวลาในการเขย่า จ. การเปลี่ยนจังหวะการเขย่าอย่างต่อเนื่อง

5. เครื่องบดที่เหมาะสมอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กประมาณ 6-10 นิ้ว

- ก. Hammer mill ข. Rolling compression mill ค. Attention mill
 ง. Ball mill จ. ไม่มีข้อใดถูก

6. อุปกรณ์ในข้อใดที่ใช้วิธีการกระทบ (impact) และ การขัดสี (attrition) เพื่อลดขนาดของอนุภาคของแข็ง

- ก. Ball mill ข. Jaw crusher ค. Gyratory crusher ง. ถูกหมดทุกข้อ

7. อุปกรณ์ลดขนาดแบบ Ball mill มีแรงชนิดใดมาเกี่ยวข้องในระบบเพื่อลดขนาด

- ก. แรงเหวี่ยง – แรงเสียดทาน ข. แรงหนีศูนย์กลาง – แรงค้ำเนิน ค. แรงเหวี่ยง – แรงโน้มถ่วง
 ง. แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง – แรงเสียดทาน จ. แรงเหวี่ยง – แรงค้ำเนิน

8. ลักษณะวัสดุแบบใดที่มีความเหมาะสมในการถูกใช้ลดขนาดด้วยอุปกรณ์ Ball mill

- ก. วัสดุที่แข็งแกร่ง ข. วัสดุที่แข็งแต่เหนียว ค. วัสดุที่แข็งแต่เปราะ
 ง. วัสดุที่อ่อนแต่เปราะ จ. วัสดุที่นุ่มและเหนียว

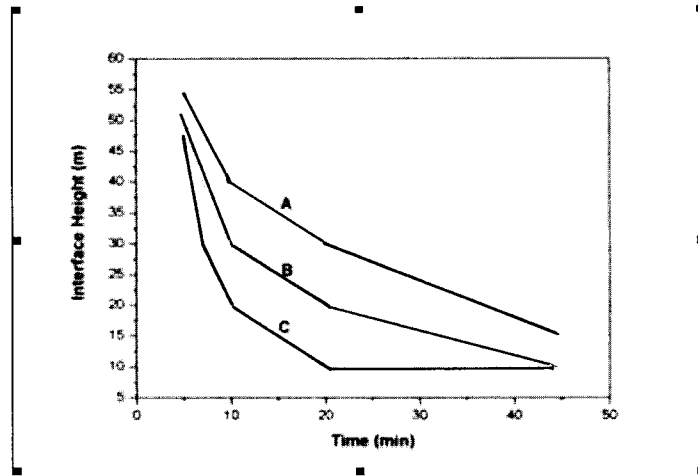
9. ในการคำนวณความเร็วในการตกจม พบว่าค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีค่าน้อยกว่าค่าตามทฤษฎี สันนิษฐานได้ตามข้อใด

- ก. ในระบบมีอนุภาคของแข็งมากเกินไป ข. ในระบบมีอนุภาคของแข็งน้อยเกินไป
 ค. ในระบบมีอนุภาคของแข็งเท่าๆ กับของเหลว ง. ในระบบมีของเหลวมากเกินไป
 จ. ถังตกตะกอนมีขนาดเล็กเกินไป

10. การตกตะกอนขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไร

- ก. ขนาดของอนุภาค ข. ความหนาแน่นของอนุภาค ค. ความหนืดของของเหลว
 ง. ความเข้มข้นของอนุภาคในของเหลว จ. ถูกทุกข้อ

11. จากรูปกราฟข้างล่างสารใดที่ควรใช้ถึงตกตะกอนขนาดเล็กที่สุด



ก. สาร A

ข. สาร B

ค. สาร C

ง. สาร A และ B

จ. สาร B และ C

12. ลักษณะการตกตะกอนของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้นต่ำและไม่มีแรงเกาะกันระหว่างอนุภาคควรเป็นอย่างไร

ก. อนุภาคของแข็งรวมตัวกันกลายเป็นฟล็อกแล้วจมลงพร้อมกัน

ข. อนุภาคของแข็งจมตัวลงตามลำพังได้อย่างอิสระด้วยความเร็วปลาย

ค. อนุภาคของแข็งจมตัวลงพร้อมกันมีการชนกันระหว่างอนุภาค

ง. อนุภาคของแข็งจมตัวลงด้วยความเร็วที่น้อยกว่าความเร็วสุดท้าย

จ. ถูกทุกข้อ

13. ปรากฏการณ์ใดที่ไม่เกิดขึ้นในถังตกตะกอน

ก. การจมตัวของอนุภาคอย่างอิสระ

ข. การจมตัวของฟล็อกหรือการรวมตะกอน

ค. การจมตัวแบบมีอุปสรรค

ง. การอัดตัว

จ. ไม่มีข้อใดถูก

14. วัตถุประสงค์ของการกวาดหรือการกววนในถังตกตะกอนคืออะไร

ก. กระจายอนุภาคตะกอนอย่างทั่วถึง

ข. เปลี่ยนขนาดอนุภาคตะกอน

ค. ระบายของเหลวออกจากชั้นตะกอน

ง. เพิ่มความสามารถในการรับปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังตกตะกอน

จ. ถูกทุกข้อ

15. ความสูงของถังตกตะกอนขึ้นกับปัจจัยใดมากที่สุด

ก. อัตราการถ่ายตะกอนออก

ข. อัตราการป้อนสารเข้าถัง

ค. อัตราการตกของอนุภาค

ง. เวลาที่อนุภาคอยู่ในถังตกตะกอน

จ. ถูกทุกข้อ

16. เครื่องตกตะกอนทำขึ้นโดยแรงโน้มถ่วงมีหลักการอย่างไร

ก. สารละลายถูกกวาดจนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน

ข. สารจะตกตะกอนทั้งหมดที่ก้นถัง

ค. ส่วนที่ใสถูกแยกออกทางด้านล่างถึง

ง. สารชั้นจะได้ที่ก้นถัง ส่วนที่ใสจะล้นออกมาที่ขอบถัง

17. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. กระบวนการรวมตะกอน (flocculation) ต้องใช้สารรวมตะกอน ได้แก่ พอลิเมอร์ชนิดบวกหรือลบ ในถังตกตะกอน
- ข. กระบวนการ flocculation อาจใช้สารรวมตะกอนที่มีราคาถูก เช่น ปูนขาว สารส้ม ในถังตกตะกอน
- ค. กระบวนการ sedimentation เป็นการให้อนุภาคของแข็งแยกออกจากของเหลวโดยอาศัยการกวน
- ง. การออกแบบถัง clarifier และ thickener คือหาพื้นที่หน้าตัดและความสูงของถังโดยอาศัยข้อมูลการตกตะกอนจากการทดลอง
- จ. ปริมาตรของของเหลวใสที่เกิดจากการตกตะกอนต่อเวลาในถัง thickener ขึ้นกับพื้นที่หน้าตัดของการตกตะกอน ไม่ขึ้นกับความลึกของของเหลว

18. ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับเครื่องตกตะกอนทำชั้นซึ่งเป็นถังขนาดใหญ่ เมื่อใส่ของเหลวแขวนลอยไว้ในถังนี้แล้ว กลุ่มอนุภาคของแข็งจะตกตะกอนแยกออกจากของเหลวโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง

- ก. ของเหลวที่ใสสะอาดไหลล้นออกจากด้านล่างของถังและให้สเลอรี่ที่เข้มข้นเพียงพอออกจากทางด้านบนของถัง
- ข. ของเหลวที่ใสสะอาดไหลล้นออกจากด้านบนของถังและให้สเลอรี่ที่เข้มข้นเพียงพอออกจากทางด้านล่างของถัง
- ค. ของเหลวที่ใสสะอาดไหลไปยังรอบขอบถังและไหลล้นออกจากด้านบนของถัง และสเลอรี่ที่เข้มข้นเพียงพอออกจากกันถังโดยอาศัยปั๊ม
- ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง จ. ข้อ ก และ ค ถูกต้อง ฉ. ข้อ ข และ ค ถูกต้อง

19. ข้อใดที่ไม่น่าจะเป็นปัจจัยหลักต่อความเร็วในการตกจมอิสระของสาร

- ก. แรงโน้มถ่วง ข. ความเข้มข้น ค. ขนาดอนุภาค ง. ความหนาแน่น จ. ความหนืดของสาร

20. วัตถุทรงกลมเกลี้ยงชนิดหนึ่งกำลังตกลงไปในของเหลวอย่างรวดเร็ว ถ้าต้องการให้วัตถุนี้ตกลงอย่างช้าๆ ควรแก้ไขในจุดใด

- ก. ลด Drag force ข. เพิ่ม Drag force ค. เพิ่ม Driving force ง. ลดความเข้มข้นของของเหลว

21. ปรากฏการณ์ใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับ Stokes' Law

- ก. การตกตะกอน ข. การแยกด้วยตะแกรงร้อน ค. การเหวี่ยง ง. การตกจมของอนุภาคทรงกลม

22. ความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการใช้ค่า ชิพมา ในการขยายขนาดของเครื่องเหวี่ยงเกิดจาก

- ก. สารที่ใช้เกิดการรวมตัวกัน ข. รูปทรงเรขาคณิตเหมือนกัน
- ค. คุณลักษณะทางไฮโดรไดนามิกเหมือนกัน ง. ความเข้มข้นของสารเท่าเดิม จ. ถูกทุกข้อ

23. การแยกของเหลวสองชนิดที่ไม่ละลายกันและกัน (immiscible liquids) ด้วยเครื่องแยกต่อเนื่องด้วยแรงโน้มถ่วง (continuous gravity decanter) อาศัยหลักการของ

- ก. ความหนาแน่นของของเหลวเปลี่ยนแปลงเมื่อความดันและอุณหภูมิเปลี่ยนไป
- ข. แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกัน
- ค. ของเหลวที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันจะแยกชั้นกัน
- ง. ของไหลสถิตย์ที่ของเหลวแยกชั้นกันตามความสูง จ. ความหนืดของสารที่แตกต่างกัน

24. จำนวน g ของเครื่องเหวี่ยงที่มีรัศมีของเครื่อง 50 cm หมุนด้วยความเร็วรอบ 1000 rpm กับ 4000 rpm แตกต่างกันอย่างใด

- ก. 2 เท่า ข. 4 เท่า ค. 6 เท่า ง. 8 เท่า จ. 16 เท่า

25. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เครื่องเหวี่ยง สามารถใช้แยกของเหลว 2 ชนิดที่มีความแตกต่างของความหนาแน่นน้อยๆ ได้ดี
- ข. เครื่องเหวี่ยง สามารถใช้แยกคอลลอยด์โรเบนซิน ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำออกจากสารละลายน้ำได้ดี
- ค. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

26. ท่านคิดว่าความเร็วในการตกของหยดน้ำฝนผ่านอากาศมีพฤติกรรมสอดคล้องกับกฎของสโตก โดยหยดน้ำฝนมีขนาด 0.1 mm กับ 1 mm ที่ตกผ่านอากาศมีความเร็วแตกต่างกันเพียงใด

- ก. 50 เท่า
- ข. 100 เท่า
- ค. 200 เท่า
- ง. 250 เท่า
- จ. 300 เท่า

27. แรงที่มีผลต่อการแยกอนุภาคในไซโคลนมากที่สุดคือแรงอะไร

- ก. แรงโน้มถ่วง
- ข. แรง Drag
- ค. แรงหนีศูนย์กลาง
- ง. แรงเฉื่อย
- จ. ถูกทุกข้อ

28. เครื่องแยกฝุ่นเครื่องหนึ่ง สามารถแยกฝุ่นขนาดใหญ่ (50 ไมครอน) ออกจากฝุ่นขนาดเล็กที่สุด (5 ไมครอน) จากข้อความนี้ ทำให้เราทราบว่า

- ก. ขนาดของการแยกฝุ่นนี้เท่ากับ 5 ไมครอน
- ข. ขนาดของการแยกฝุ่นนี้เท่ากับ 25 ไมครอน
- ค. ขนาดของการแยกฝุ่นนี้เท่ากับ 50 ไมครอน
- ง. ขนาดของการแยกฝุ่นนี้เท่ากับ 45 ไมครอน
- จ. ขนาดของการแยกฝุ่นนี้เท่ากับ 55 ไมครอน

29. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้องต่อประสิทธิภาพของไซโคลน

- ก. การเพิ่มขนาดของอนุภาคทำให้ประสิทธิภาพในการแยกเพิ่มขึ้น
- ข. ความเข้มข้นของอนุภาคเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการแยกเพิ่มขึ้น
- ค. ความหนาแน่นของอนุภาคเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการแยกเพิ่มขึ้น
- ง. น้ำหนักโมเลกุลของแก๊สเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการแยกเพิ่มขึ้น
- จ. ค่าความดันลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการแยกลดลง

30. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. ไซโคลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่จะมีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางน้อยทำให้มีประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นได้ไม่ดีเท่ากับ ไซโคลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กกว่า
- ข. ไซโคลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่จะมีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพิ่มขึ้นทำให้มีประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นได้ดีกว่า ไซโคลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กกว่า
- ค. ประสิทธิภาพของไซโคลนขึ้นกับขนาดของอนุภาค ถ้าอนุภาคมีขนาดเล็กมากๆ ประสิทธิภาพจะมีค่าน้อยเพราะอนุภาคจะ หลุดออกไปพร้อมกับก๊าซ
- ง. ความดันลดในไซโคลนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นของก๊าซและความเร็วตรงทางเข้า
- จ. ความดันลดในไซโคลนไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของอนุภาคของแข็ง

ข้อ 2 (15 คะแนน) อนุภาคของแข็งปริมาณ 200 กรัม ถูกนำมาวิเคราะห์ขนาดด้วยชุดตะแกรงมาตรฐานระบบ Tyler ซึ่งมีการกระจายขนาดดังนี้

เมช (Tyler)	น้ำหนักของแข็งบนตะแกรง (กรัม)
10	0
14	80
20	90
28	20
35	10

ถ้าของแข็งมีความหนาแน่น $\rho_p = 0.0015 \frac{g}{mm^3}$, และ $\phi_s = 0.83$

- จงคำนวณหา
1. พื้นที่ผิวจำเพาะของกลุ่มอนุภาค (mm^2/g)
 2. ขนาดเฉลี่ย \bar{D}_s และ \bar{D}_w ของอนุภาคกลุ่มนี้

ข้อ 3 (15 คะแนน) จากข้อมูลในข้อ 2 หากนำกลุ่มอนุภาคดังกล่าวไปผ่านการแยกด้วยตะแกรงขนาดเมช 20 ทำให้แยกได้เป็นสองกระแส คือกระแสส่วนบนตะแกรง (overflow) และกระแสของส่วนลอดผ่านตะแกรง (underflow) ซึ่งมีข้อมูลการทดลองดังนี้

- อัตราการป้อนของกระแสป้อนเข้าสู่ตะแกรงเป็น 1000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
- สำหรับกระแส underflow: มีค่าแฟรคชันเชิงมวลสะสมของอนุภาคบนตะแกรงเมช 20 เป็น 0.21 และค่าประสิทธิภาพตะแกรงบนฐานของส่วนอันเดอร์โฟลว์เป็น 0.75

จงคำนวณหา

1. อัตราการไหลของกระแส underflow
2. ประสิทธิภาพรวมของตะแกรง

ข้อ 4. (10 คะแนน) เครื่องลดขนาดเครื่องหนึ่ง สามารถลดขนาดวัสดุได้ 50% เมื่อเทียบกับขนาดของวัสดุป้อนเข้า หากวิศวกรโรงงานต้องการเปลี่ยนแปลงเครื่องลดขนาดนี้ โดยเพิ่มกำลังของมอเตอร์ให้สูงจากเดิมอีก 50% ท่านคิดว่าเครื่องลดขนาดนี้สามารถลดขนาดวัสดุของสารป้อนได้เป็นกี่เท่า (เมื่อเทียบกับขนาดเฉลี่ยของสารป้อนเข้า)

ข้อ 5 (20 คะแนน) ของผสมระหว่างแร่เหล็กและทรายมีขนาดอยู่ในช่วง 0.005-0.020 มิลลิเมตร โดยใช้หน้าเป็นตัวกลางแยก และใช้การคัดขนาดแบบจมน้ำภายใต้แรงโน้มถ่วง สมมติให้แร่เหล็กและทรายมีรูปร่างเป็นทรงกลม

1. ถ้าตัวกลางที่ใช้แยกเป็นน้ำนิ่ง จงหาการคัดขนาดของของผสมจะเกิดแบบใด และมีช่วงขนาดเท่าใด
2. ถ้าหน้าเป็นตัวกลางแยก และไหลเข้าสู่คอลัมน์แยกด้วยความเร็วคงที่ 2.0×10^{-4} m/s แล้ว จงหาการคัดขนาดของผสมนี้จะเกิดแบบใด ในช่วงขนาดเท่าใด

กำหนดให้ ความหนาแน่นของแร่เหล็กและทราย = 3600 และ 2150 kg/m³ ตามลำดับ

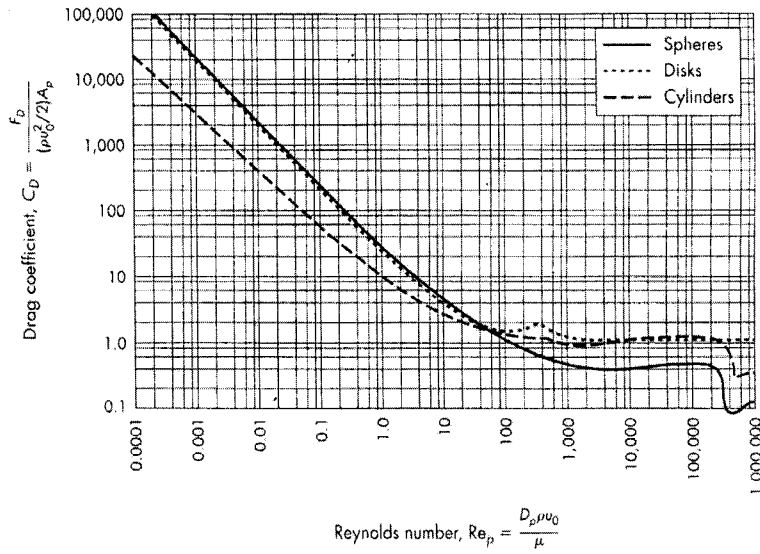
ความหนาแน่นของน้ำ = 1000 kg/m³ และความหนืดน้ำ = 1.005×10^{-3} kg·m/s มีค่าคงที่

ข้อ 6 (15 คะแนน) สารผสมน้ำมันและน้ำ ที่มีอัตราส่วนผสมของน้ำมันเป็น 60% โดยปริมาตร และเข้าสู่เครื่องเหวี่ยงแยกในอัตรา $0.1 \text{ m}^3/\text{hr}$ ถ้าเครื่องเหวี่ยงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 10 เซนติเมตร และความสูง 25 เซนติเมตร รัศมีตัวกั้นที่ปล่อยให้ไขมันแยกตัวออกเป็น 3.3 เซนติเมตร และรัศมีที่ปล่อยให้ น้ำแยกตัวเป็น 3.5 เซนติเมตร แล้ว จงคำนวณหา

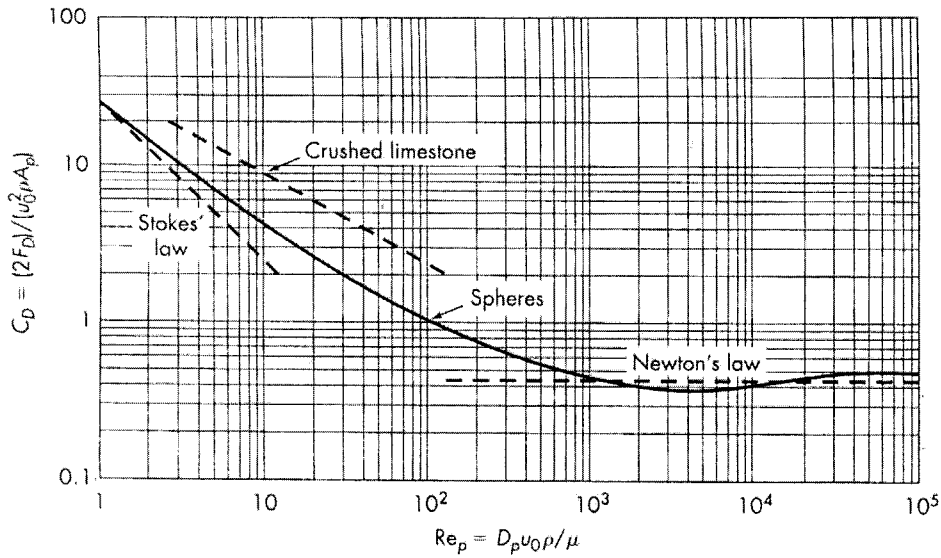
1. ตำแหน่งของรอยแบ่งแยกระหว่างน้ำและน้ำมัน
2. หากขนาดที่เป็นจุดตัด 50% ของน้ำมันในเฟสน้ำเป็น 10×10^{-6} เมตร จงคำนวณหาความเร็วรอบที่ต้องใช้

น้ำมัน: ความหนาแน่น 750 kg/m^3 ความหนืด $25 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$

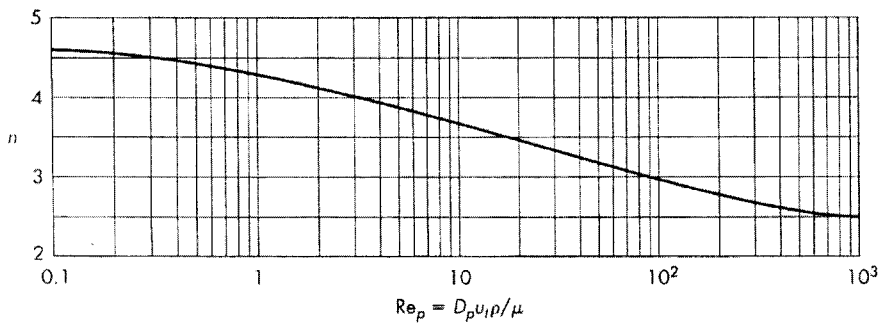
น้ำ: ความหนาแน่น 1050 kg/m^3 ความหนืด $1.25 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขเรย์โนลด์และสัมประสิทธิ์แรงกดของอนุภาคของแข็งที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม ดิสก์ และทรงกระบอก



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขเรย์โนลด์และสัมประสิทธิ์แรงกดของอนุภาคของแข็งที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม และหินปูนที่ได้จากการบด



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขยกกำลัง n และเลขเรย์โนลด์ตามสมการการตกจมแบบกีดกัน

ตารางที่ 1-6 แสดงเบอร์ตะแกรงของมาตรฐานไทเลอร์และขนาดรูเปิด

mesh	Clear opening, in	Clear opening, mm	Approximate opening, in	Wire diameter, in
3	0.263	6.680	¼	0.070
4	0.185	4.699	3/16	0.065
6	0.131	3.327	1/8	0.036
8	0.093	2.362	3/32	0.032
10	0.065	1.651	1/16	0.035
14	0.046	1.168	3/64	0.025
20	0.0328	0.833	1/32	0.0172
28	0.0232	0.589		0.0125
35	0.0164	0.417	1/64	0.0122
48	0.0116	0.295		0.0092
65	0.0082	0.208		0.0072
100	0.0058	0.147		0.0042
150	0.0041	0.104		0.0026
200	0.0029	0.074		0.0021