



ข้อสอบคัดเลือกเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี
ประจำปีการศึกษา 2553
โครงการพิเศษคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ข้อสอบบูรณาการวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 1

วันที่ 9 พฤษภาคม 2552 เวลา 8.30 - 11.00 น.

ชื่อ นามสกุล

เลขที่ ห้องสอบ

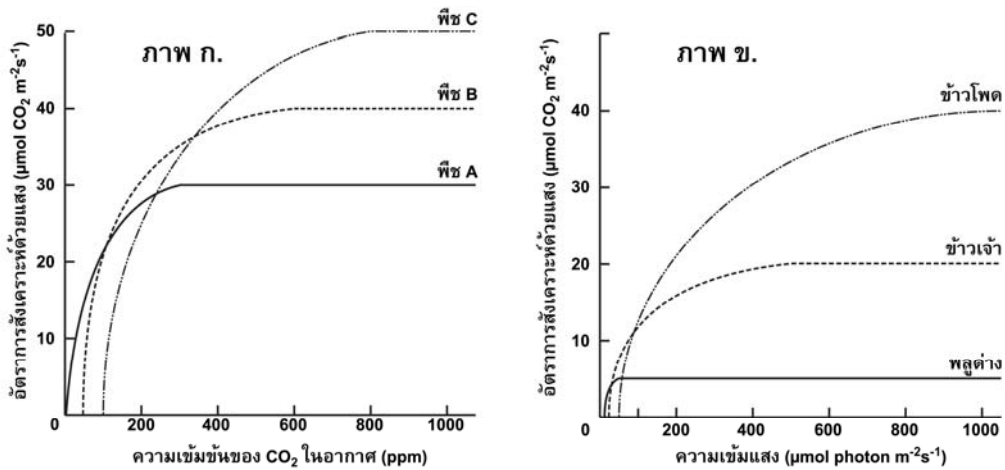
โครงการที่สมัคร.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ รวม 9 หน้า
2. ให้ตอบลงในพื้นที่ที่เว้นว่างไว้ให้สำหรับคำถามในแต่ละข้อเท่านั้น โดยข้อที่มีการคำนวณ ให้แสดงวิธีการคำนวณด้วย
3. ให้ใช้ปากกาทำข้อสอบ ห้ามใช้ดินสอ

ชื่อ เลขที่ ห้องสอบ

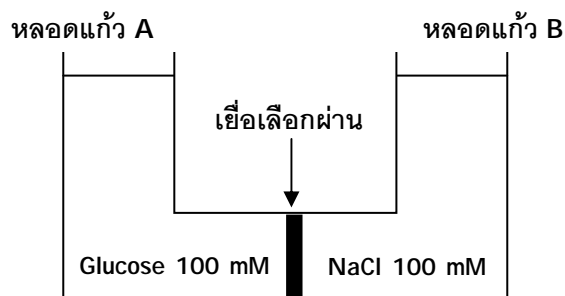
ข้อ 1 (6 คะแนน) เมื่อทำการศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชสามชนิด คือ ข้าวเจ้า ข้าวโพด และพุด่าง ในสภาพควบคุมที่มีความเข้มข้นของ CO₂ ต่างๆกัน (ภาพ ก) และสภาพควบคุมที่มีความเข้มของแสงต่างๆกัน (ภาพ ข) ทั้งนี้กำหนดให้พืช A, B และ C คือ ข้าวเจ้า หรือข้าวโพด หรือพุด่าง



จากภาพข้างบน ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 พืชที่มี CO₂ compensation point ต่ำสุด คือ (ให้ตอบ ข้าวเจ้า ข้าวโพด หรือพุด่าง)
- 1.2 พืชที่มี CO₂ saturation point สูงสุด คือ (ให้ตอบ ข้าวเจ้า ข้าวโพด หรือพุด่าง)
- 1.3 เมื่อปลูกพืช C ในสภาพที่มีความเข้มข้นของ CO₂ 100 ppm พบว่าพืช C มีการตรึง CO₂ 10 µmol m⁻² s⁻¹ ในสภาพเช่นนี้พืช C จะมีการคาย CO₂ จากการหายใจออกมา เท่ากับ µmol m⁻² s⁻¹
- 1.4 เมื่อปลูกข้าวโพดในสภาพที่มีความเข้มแสง 50 µmol photon m⁻² s⁻¹ พบว่าข้าวโพดมีการคาย CO₂ จากการหายใจ 5 µmol m⁻² s⁻¹ ในสภาพเช่นนี้ ข้าวโพดจะมีการตรึง CO₂ เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับ µmol m⁻² s⁻¹
- 1.5 พืช A มีอัตราการเกิด photorespiration เท่ากับ µmol CO₂ m⁻² s⁻¹
- 1.6 ในสภาพที่มีความเข้มข้นของ CO₂ 320 ppm พืช C มีอัตราการเกิด photorespiration เท่ากับ 30 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹ ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของ CO₂ ในอากาศเป็น 640 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹ พืช C นี้ จะมีการเกิด photorespiration เท่ากับ µmol CO₂ m⁻² s⁻¹

ข้อ 2. (4 คะแนน) หลอดแก้ว A และ B ถูกคั่นด้วยเยื่อเลือกผ่าน โดยในหลอด A และหลอด B มีสารละลายดังภาพ และเริ่มการทดลองโดยให้ระดับสารละลายในหลอด A และหลอด B เท่ากัน แล้ววางตั้งไว้



2.1 หนึ่งนาทีต่อมา จะเกิดการเคลื่อนที่ของสารอะไรบ้าง ทิศทางการเคลื่อนที่ จากหลอด A ไป B ผ่านเยื่อเลือกผ่าน หรือ หลอด B ไป A ผ่านเยื่อเลือกผ่าน หรือ จากทั้งหลอด A ไป B และหลอด B ไป A ผ่านเยื่อเลือกผ่าน หรือ ไม่เกิดการเคลื่อนที่ผ่านเยื่อเลือกผ่านเลย (2 คะแนน)

คำตอบ ชื่อสารที่เคลื่อนที่ ทิศทางการเคลื่อนที่

2.2 ให้อธิบายเหตุผล ทำไมจึงเกิดการเคลื่อนที่ดังที่นักเรียนตอบในข้อ 2.1 (2 คะแนน)

คำตอบ เพราะว่า

3. (10 คะแนน) การถ่ายทอดลักษณะน้ำหนักในหนูตัวอย่างเมื่อลักษณะน้ำหนักถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ จากการผสมหมู่ที่มีจีโนไทป์ $AaBb \times AaBb$ จะให้ลูกที่มีจีโนไทป์ 9 แบบ ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ 5 กลุ่มตามจำนวนของอัลลีลเด่น โดยจีโนไทป์ $aabb$ มีน้ำหนักพื้นฐานเท่ากับ 2 กก. ถ้าการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวกสะสม หมายถึง อัลลีลเด่น 1 อัลลีลจะให้ น้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2 กก. ดังนั้นจีโนไทป์ $AABB$ ซึ่งมีอัลลีลเด่น 4 อัลลีล จะมีฟีโนไทป์หรือน้ำหนักเท่ากับ $(4 \times 2) + 2 = 10$ กก. ซึ่งมีโอกาสหรือความถี่เท่ากับ $1/16$

การถ่ายทอดลักษณะน้ำหนักในหนู

กรณีลักษณะน้ำหนักถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่

จีโนไทป์ของคู่ผสม	$Aa \times Aa$		
จีโนไทป์ของลูกและโอกาส	1/4 AA	2/4 Aa	1/4 aa
จำนวนอัลลีลเด่น	2	1	0
ฟีโนไทป์ของลูก (น้ำหนัก กก.)	6	4	2
โอกาสหรือความถี่ของฟีโนไทป์	1/4	2/4	1/4

กรณีลักษณะน้ำหนักถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่

จีโนไทป์ของคู่ผสม	$AaBb \times AaBb$				
จีโนไทป์ของลูกและโอกาส	1/16 AABB	2/16 AABb	1/16 AAbb	2/16 Aabb	1/16 aabb
		2/16 AaBB	1/16 aaBB	2/16 aaBb	
			4/16 AaBb		
จำนวนอัลลีลเด่น	4	3	2	1	0
ฟีโนไทป์ของลูก (น้ำหนัก กก.)	10	8	6	4	2
โอกาสหรือความถี่ของฟีโนไทป์	1/16	4/16	6/16	4/16	1/16

ถ้าลักษณะน้ำหนักของหนูถูกควบคุมด้วยยีน 3 คู่ และการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวกสะสม จากการผสมหมู่ที่มีจีโนไทป์ $AaBbCc \times AaBbCc$ **จงตอบคำถามข้อ 3.1-3.3**

- 3.1 ลูกที่ได้จากการผสมของ $AaBbCc \times AaBbCc$ จะมีฟีโนไทป์เท่ากับ..... แบบ ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากับ
อะไรบ้าง ตอบให้ครบ..... (3 คะแนน)
- 3.2 ลูกที่เกิดจากการผสมดังกล่าวจะมีน้ำหนัก 3 กก. ด้วยโอกาสเท่ากับ.....(1 คะแนน)
- 3.3 ลูกหนูที่มีน้ำหนัก 10 กก.และเป็นพันธุ์แท้ (จีโนไทป์โฮโมไซกัส) มีโอกาสเท่ากับ..... (2 คะแนน)

ถ้าลักษณะน้ำหนักของหนูถูกควบคุมด้วยยีน n คู่ และการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวกสะสม จากการผสมหมู่ที่มีจีโนไทป์เฮเทอโรไซกัส n คู่ทั้ง 2 ตัว **จงตอบคำถามข้อ 3.4-3.5**

- 3.4 จากการผสมดังกล่าว จะให้ลูกที่มีฟีโนไทป์หรือน้ำหนักกี่แบบ.....(2 คะแนน)
- 3.5 การผสมดังกล่าวจะให้ลูกที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ.....กก. ด้วยโอกาสเท่ากับ.....
(2 คะแนน)

ชื่อ เลขที่ ห้องสอบ

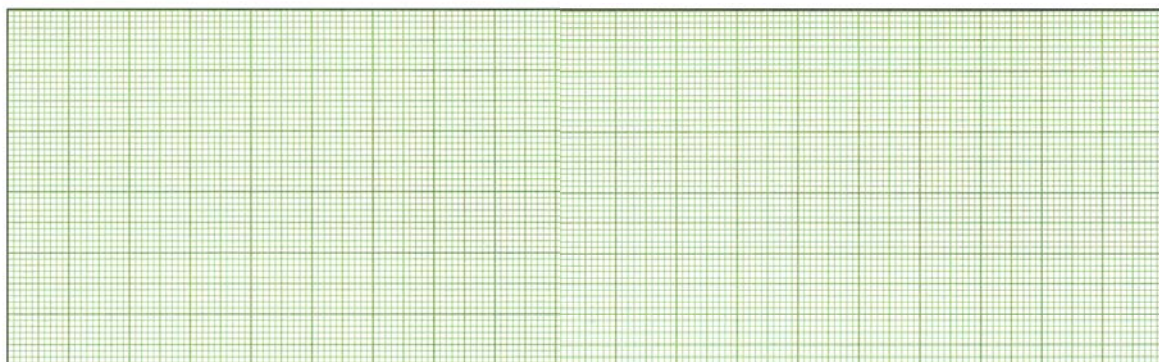
ข้อ 4. (10 คะแนน) ในระบบนิเวศป่าเขตร้อน พืชสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้มาอยู่ในรูปของพลังงานเคมีได้ประมาณ 16000 kcal/ตารางเมตร/ปี โดยผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ (NPP) ของระบบนิเวศมีค่า 60% ของพลังงานดังกล่าว

4.1 ถ้าการถ่ายทอดพลังงานของระบบนิเวศนี้เป็นไปตามกฎ 10% ในระบบนิเวศดังกล่าวพื้นที่ขนาด 1 ตารางกิโลเมตร จะสามารถรองรับสิ่งมีชีวิต X ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 3 ได้มากที่สุดเท่าใด แสดงวิธีคำนวณ (5 คะแนน)

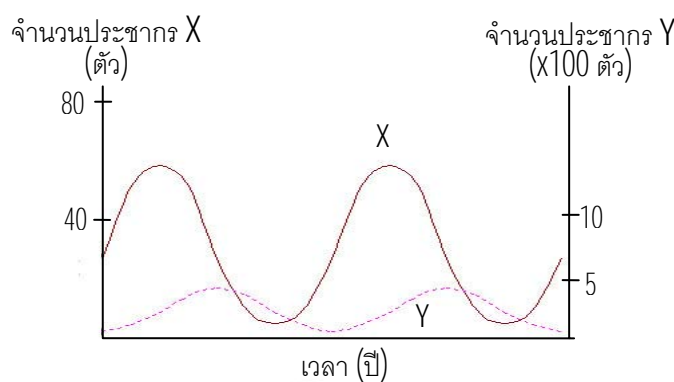
กำหนด สิ่งมีชีวิต X แต่ละตัวต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิต 128,000 kcal/ปี

4.2 จงเขียนพีระมิดการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศนี้ ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร (3 คะแนน)

กำหนด  = 1000 kcal



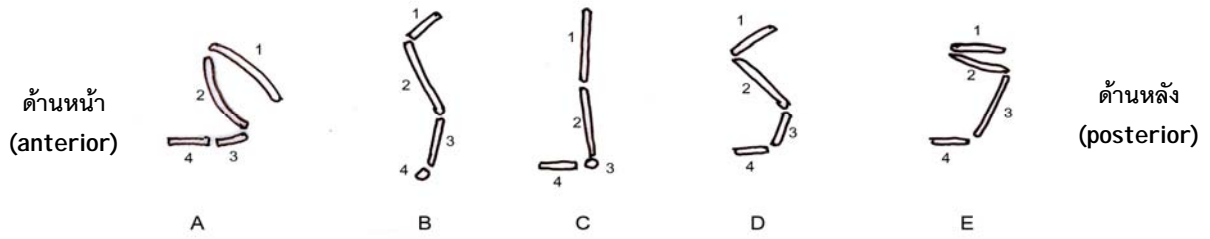
4.3 เมื่อสำรวจประชากรของสิ่งมีชีวิต X และ Y ในพื้นที่ดังกล่าวพบว่าประชากรมีการเปลี่ยนแปลงดังภาพข้างล่าง



ก) สิ่งมีชีวิต Y ควรอยู่ในลำดับขั้นอาหารที่ (ระบุเป็นตัวเลข)

ข) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ควรเป็นรูปแบบ (3 คะแนน)

ข้อ 5. (5 คะแนน) จากรูป เป็นรูปจำลองกระดูกเรียงกันหลังของสัตว์มีกระดูกสันหลัง 5 ชนิด (A - E) วางในท่ายืนปกติ



5.1. สัตว์ที่กระโดดได้ไกลที่สุดจากท่ายืนปกติ เมื่อเทียบสัดส่วนกับความยาวของลำตัว คือ

5.2. สัตว์ที่วิ่งได้เร็วที่สุด คือ

ข้อ 5.3 ถึง ข้อ 5.5 ให้เลือกจากคำตอบที่ให้ โดยเขียนเฉพาะอักษรหน้าข้อลงในกรอบคำตอบด้านล่าง

5.3. จากข้อ 5.2 โครงสร้างที่เอื้อต่อการวิ่งได้เร็ว คือข้อใด

- ก. ความสั้น-ยาวของกระดูกหมายเลข 1
- ข. พื้นที่การสัมผัสพื้น ของกระดูกหมายเลข 4
- ค. การทำมุมระหว่างกระดูกหมายเลข 2 และ 3
- ง. การทำมุมระหว่างกระดูกหมายเลข 3 กับพื้นดิน
- จ. ลักษณะการติดระหว่างกระดูกหมายเลข 1 กับกระดูกสะโพก

5.4. กล้ามเนื้อมัดที่ใหญ่ที่สุดของกระดูกเรียงกันหลัง เมื่อหดตัวทำให้สัตว์กระโดดได้ ติดอยู่บริเวณใด

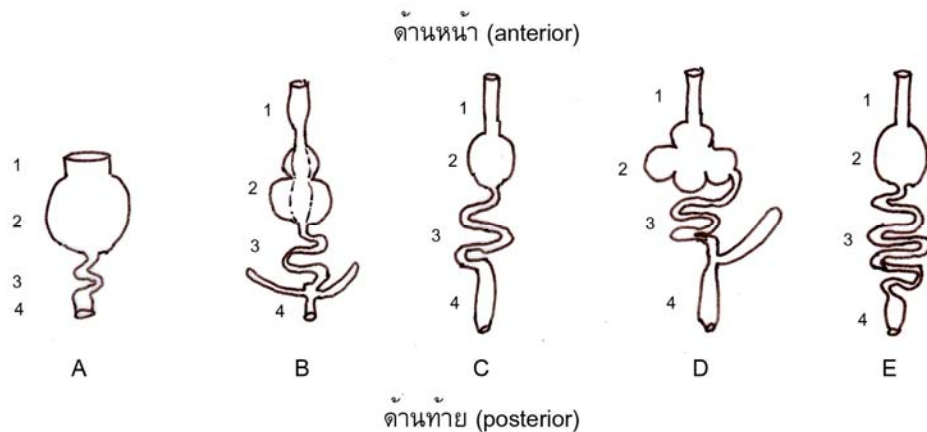
- ก. ติดที่หัวกระดูกหมายเลข 1 ไปยึดหัวกระดูกหมายเลข 2 และ 3
- ข. ติดที่หัวกระดูกหมายเลข 2 ไปยึดกระดูกหมายเลข 3 และ 4
- ค. ติดที่หัวกระดูกหมายเลข 3 ไปยึดปลายกระดูกหมายเลข 4
- ง. ติดที่ปลายกระดูกหมายเลข 1 ไปยึดหัวกระดูกหมายเลข 3 และ 4
- จ. ติดที่ปลายกระดูกหมายเลข 2 ไปยึดกระดูกหมายเลข 4

5.5. กล้ามเนื้อที่ทำงานเป็นแอนตาโกนิสต์ กับกล้ามเนื้อในข้อ 4 ติดอยู่บริเวณใด

- ก. ด้านหลังของกระดูกหมายเลข 1
- ข. ด้านหน้าของกระดูกหมายเลข 1
- ค. ด้านหน้าของกระดูกหมายเลข 2
- ง. ด้านหน้าของกระดูกหมายเลข 3
- จ. ด้านหลังของกระดูกหมายเลข 4

คำตอบ	5.3	5.4	5.5
-------	-----------	-----------	-----------

ข้อ 6. (5 คะแนน) จากรูป เป็นรูปจำลองของทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง 5 ชนิด (A - E)



6.1 กระบวนการย่อยอาหารเชิงกล เกิดขึ้นที่ส่วนทางเดินอาหารหมายเลข

6.2 สัตว์ชนิดใดบ้าง เป็นผู้บริโภคอันดับที่ 2

6.3 สัตว์ชนิดใดที่มีกระบวนการลำเลียงและเคลื่อนที่ของอาหารต่างไปจากสัตว์อื่น

6.4 ทางเดินอาหารหมายเลข 3 และ 4 มีหน้าที่แตกต่างกัน คือ

ข้อ 7. (12 คะแนน) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณขั้วโลกเหนือสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่แข็งตัวทั้งๆ ที่ร่างกาย มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก โดยอาศัยกลไกหลายอย่างที่ช่วยป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ พบว่าแมลงบางชนิด มีการสร้างกลีเซอรอลเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนฤดูหนาวเพื่อใช้ป้องกันตนเองในสภาวะอากาศที่เย็นจัด ระดับของกลีเซอรอล ในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิอากาศและปริมาณกลีเซอรอลเฉลี่ยที่พบในแมลงในแต่ละเดือน

เดือน	ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ปริมาณกลีเซอรอล(μmol/g)
กันยายน	12 ถึง 23	120
พฤศจิกายน	0 ถึง 9	780
มกราคม	-15 ถึง -4	2800
มีนาคม	-2 ถึง 12	1600
เมษายน	4 ถึง 20	650

กำหนดให้ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ลดลงกับปริมาณสารในสารละลายแสดงดังสมการ

$$\Delta T = K_f m$$

ΔT = อุณหภูมิที่ลดลงจากจุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย (°C)

K_f = ค่าคงที่ของการแข็งตัวของตัวทำละลาย มีหน่วยเป็น °C.mol⁻¹kg⁻¹

m = ความเข้มข้นของสารในตัวทำละลายในหน่วย mol/kg

ก) หากแมลงชนิดนี้อาศัยกลไกการสร้างกลีเซอรอลเพียงกลไกเดียวในการป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ ที่ -20 °C มันจะต้องผลิตกลีเซอรอลขึ้นมาคิดเป็นร้อยละโดยมวลของร่างกายเท่าไร กำหนด น้ำหนักของน้ำในร่างกายแมลงเท่ากับ 50% ของน้ำหนักตัว ค่า K_f ของน้ำ = 1.86 °C.mol⁻¹kg⁻¹ และ $MW_{\text{กลีเซอรอล}} = 92$

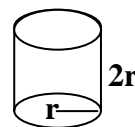
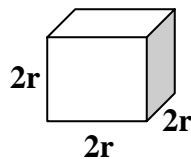
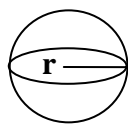
ข) ในเดือนใดบ้างที่ปริมาณของกลีเซอรอลที่พบในแมลง จะไม่เพียงพอที่จะป้องกันการแข็งตัวของแมลง ให้แสดงเหตุผลโดยการคำนวณ

ชื่อ เลขที่ ห้องสอบ

ค) ท่านคิดว่ากลูโคสจะช่วยป้องกันการแข็งตัวของน้ำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด ให้คำนวณเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลายระหว่างกลูโคสกับกลีเซอรอลเมื่อใช้ในปริมาณ (กรัม) ที่เท่ากัน (กำหนด $MW_{\text{กลูโคส}} = 180$)

ข้อ 8. (8 คะแนน) ในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นวัสดุราคาแพงมาก เช่น แพลทินัม (Pt) นักวิจัยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ได้ด้วยการทำให้อยู่ในรูปของอนุภาคนาโน ทั้งนี้เพื่อให้พื้นที่ผิว ของวัสดุต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีค่ามากที่สุด สมมติว่านักวิจัยกลุ่มหนึ่งสามารถเตรียม Pt โดยกำหนดรูปร่าง และขนาดของ Pt ได้อย่างแน่นอน จงพิจารณาว่าระหว่างรูปร่างอนุภาค 3 แบบที่มีขนาดตามที่กำหนด คือ

- (1) ทรงกลมตัน (sphere) รัศมี r
- (2) สี่เหลี่ยมลูกบาศก์ตัน (cubic) ขนาดแต่ละด้านเท่ากับ $2r$ และ
- (3) ทรงกระบอกตัน (cylinder) รัศมี r ความสูง $2r$ (ตามภาพที่กำหนดให้ด้านล่าง)



นักวิจัยกลุ่มนี้ควรจะเตรียม Pt ให้มีรูปร่างแบบใดจึงจะทำให้ประสิทธิภาพของ Pt มีค่าสูงสุด จงแสดงวิธีพิจารณาอย่างละเอียด

ชื่อ เลขที่ ห้องสอบ

ข้อ 9. (11 คะแนน) ภาชนะรูปทรงกระบอกปลายเปิดด้านเดียว เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm สูง 25 cm ภายในบรรจุสารละลาย HCl 6.0 M ปริมาตร 100 mL ลอยในน้ำที่อุณหภูมิ 45°C เมื่อเติม NaHCO_3 42 g ลงในภาชนะ มีผลให้ส่วนล่างของทรงกระบอกดังกล่าวจมลงในน้ำ โดยปลายล่างของทรงกระบอกอยู่ลึกจากผิวน้ำเป็นระยะทาง h_1 cm พบว่า เมื่อปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ ทรงกระบอกลอยสูงขึ้น โดยปลายล่างอยู่ลึกจากผิวน้ำเป็นระยะทาง h_2 cm

กำหนด มวลอะตอม H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5 มวลของวัตถุทั้งหมดที่ลอยน้ำ = มวลของน้ำที่ถูกแทนที่ และ ความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm^3

ก) จงเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

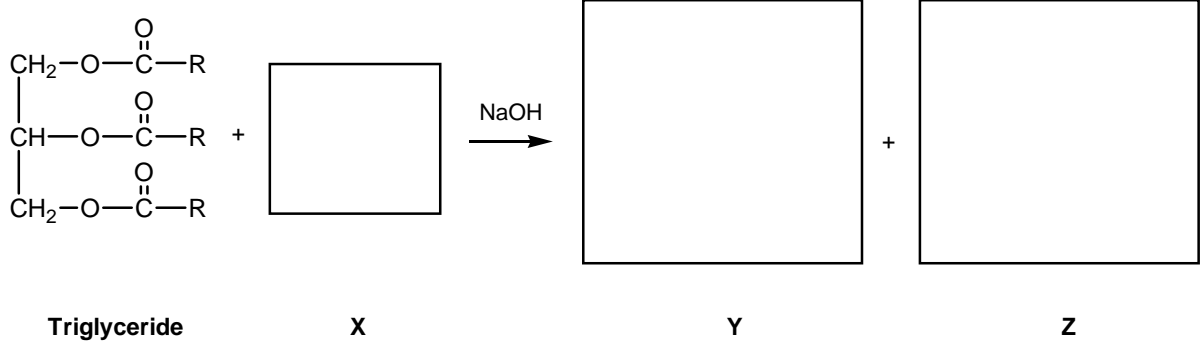
ข) ค่า pH ของสารละลายที่เหลืออยู่ในภาชนะหลังจากที่ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว มีค่าเป็นเท่าใด อธิบาย

ค) จงหาระยะที่วัตถุลอยสูงขึ้นดังกล่าว

ชื่อ เลขที่ ห้องสอบ

ข้อ 10. (9 คะแนน) ไบโอดีเซล เป็นสารกลุ่มเอสเตอร์ชนิดหนึ่ง ผลิตจากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันปาล์ม ที่มีไตรกลีเซอไรด์ เป็นองค์ประกอบ โดยน้ำมันพืชจะเกิดปฏิกิริยา transesterification กับ เมทานอล (X) โดยมีโซดาไฟ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้ผลิตภัณฑ์เป็นไบโอดีเซล (เอสเตอร์ Y) และผลิตภัณฑ์ข้างเคียง (Z)

ก) จงเขียนปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (เติมโครงสร้างของสารลงในช่องที่เว้นไว้)



ข) อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันพืชตามสมการในข้อ ก) เป็นเท่าใด

ค) หากต้องการผลักดันปฏิกิริยาให้เกิดไบโอดีเซลสูงสุดควรรใช้อัตราส่วน ข้อ ข) เป็นเท่าใด เพราะเหตุใด

ง) ในกรณีที่น้ำมันพืชมีกรดไขมันอิสระระบอยู่มาก จะทำให้เกิดปฏิกิริยาข้างเคียงได้ผลิตภัณฑ์เป็นอะไร

จ) หากนำเอนไซม์ไลเปส ซึ่งเป็นตัวเร่งทางชีวภาพของปฏิกิริยาข้างล่าง มาใช้แทนโซดาไฟในปฏิกิริยาในข้อ ก) ท่านคิดว่า จะยังคงสามารถสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาดังกล่าวได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

