



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 19

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันพุธที่ 24 พฤษภาคม 2566

เวลา 09.00 – 14.00 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ _____

แบบรายงานผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 (คะแนนรวม 20 คะแนน)

การสังเคราะห์อนุพันธ์ของคูมาริน (Synthesis of Coumarin Derivatives)

ตอนที่ 1 การสังเคราะห์ Ethyl coumarin-3-carboxylate ด้วยปฏิกิริยา Knoevenagel โดยไม่ใช้ตัวทำละลาย (7.6 คะแนน)

1.1 (0.3 คะแนน) การบันทึกน้ำหนักและปริมาตรสารที่ใช้ทำปฏิกิริยา

น้ำหนัก หรือ ปริมาตร		สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น
Salicylaldehyde	0.60xx (0.1 คะแนน) g	เวลาที่ใช้ในการชั่ง (นาที)
Diethyl malonate	0.82 (0.1 คะแนน) mL	☐ ทำสารหก ☐ ใช้เวลาเกิน
Piperidine	0.20 (0.1 คะแนน) mL	ลายมือชื่อกรรมการคุมสอบ

ทำสารหก หรือใช้เวลาเกิน -0.5 คะแนน

1.2 (5.4 คะแนน) การบันทึกผลการทดลอง ตะกอน P

น้ำหนัก		สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น
กระจกนาฬิกา + กระดาษกรอง	xx.xxxx..... g	เวลาที่ใช้ในการชั่ง (นาที)
กระจกนาฬิกา + กระดาษกรอง + ตะกอน P	xx.xxxx g	☐ ทำสารหก ☐ ใช้เวลาเกิน
ตะกอน P	x.xxxx g	ลายมือชื่อกรรมการคุมสอบ

ทำสารหก หรือใช้เวลาเกิน -0.5 คะแนน

ผลได้ตามทฤษฎี =

x.xxxx

g

ผลได้ร้อยละ =

xx.xx

%

(2.4 คะแนน)

เกณฑ์การหักคะแนนการบันทึกผล เลขนัยสำคัญ และทศนิยม

น้ำหนัก salicylaldehyde ที่ชั่งจากเครื่องชั่ง (g)	ทศนิยม 4 ตำแหน่ง	บันทึกผิด หรือไม่บันทึก -0.1 คะแนน
ปริมาตร diethyl malonate และ piperidine (mL)	ทศนิยม 2 ตำแหน่ง	บันทึกผิด หรือไม่บันทึก จุดละ -0.1 คะแนน
น้ำหนักกระเจกนาฬิกา กระดาษกรอง ตะกอน P (g)	ทศนิยม 4 ตำแหน่ง	บันทึกผิด หรือไม่บันทึก -0.1 คะแนน
ผลได้ตามทฤษฎี และผลได้ร้อยละ ของตะกอน P (%)	ทศนิยม 2 ตำแหน่ง	บันทึกผิด หรือไม่บันทึก -0.1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนผลได้ร้อยละของตะกอน P (2.4 คะแนน)

ผลได้ร้อยละ			
2.4 คะแนน	1.2 คะแนน	0.6 คะแนน	0 คะแนน
$= \text{ค่าเฉลี่ย } (\bar{X}) \pm \text{SD}$ $= 95.78 \pm 3.25$ $92.53 \leq X \leq 99.03$	$= \text{ค่าเฉลี่ย } (\bar{X}) \pm 2\text{SD}$ แต่ไม่เกิน 100% $= 95.78 \pm 6.50$ $99.04 \leq X \leq 100.0$ $89.28 \leq X \leq 92.52$	> 100.0 < 89.27	ไม่ได้ตะกอน

ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ คำนวณจากผลการทดลองที่ไม่มีข้อผิดพลาดของกลุ่มควบคุม จำนวน $n = 28$

สำหรับการรวมการคุมสอบเท่านั้น	
การบันทึกภาพตะกอน	 ลายมือชื่อกรรมการคุมสอบ

- คุณภาพของตะกอน (3.0 คะแนน) พิจารณาจากภาพตะกอน P ดูเอกสารเกณฑ์การให้คะแนนการทดลองที่ 1

1.3 (0.9 คะแนน) การคำนวณสารกำหนดปริมาณ ผลได้ตามทฤษฎี และผลได้ร้อยละ

สารกำหนดปริมาณ คือ ☒ Salicylaldehyde ☐ Diethyl malonate (0.1 คะแนน)

คำตอบต้องสอดคล้องกับวิธีคำนวณ

วิธีคำนวณเพื่อระบุสารกำหนดปริมาณ

$$\begin{aligned}\text{จำนวนโมล Salicylaldehyde} &= 0.60\text{xx g} \times \frac{1 \text{ mol}}{122.12 \text{ g}} = 4.9\text{xx mmol} && (0.2 \text{ คะแนน}) \\ \text{จำนวนโมล Diethyl malonate} &= 0.82 \text{ mL} \times \frac{1.05 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol}}{160.17 \text{ g}} = 5.4 \text{ mmol} && (0.2 \text{ คะแนน}) \\ \text{จำนวนโมล Piperidine} &= 0.20 \text{ mL} \times \frac{0.86 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol}}{85.15 \text{ g}} = 2.0 \text{ mmol} && (\text{ไม่คิดคะแนน})\end{aligned}$$

ดังนั้น สารกำหนดปริมาณ คือ Salicylaldehyde

วิธีคำนวณหาผลได้ตามทฤษฎี

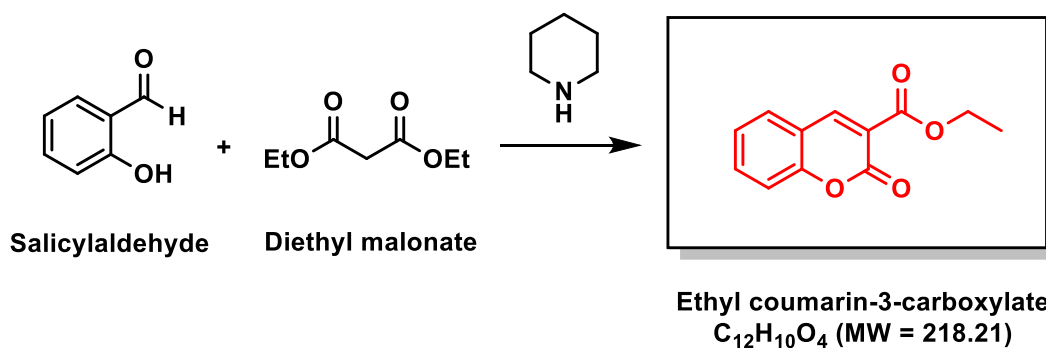
$$\text{ผลได้ตามทฤษฎี} = 4.9\text{xx mol S} \times \frac{1 \text{ mol P}}{1 \text{ mol S}} \times \frac{218.21 \text{ g P}}{1 \text{ mol P}} = 1.0\text{xx g} \quad (0.2 \text{ คะแนน})$$

วิธีคำนวณหาผลได้ร้อยละ

จากสูตรโครงสร้างสารผลิตภัณฑ์ Ethyl coumarin-3-carboxylate MW เท่ากับ 218.21 g/mol

$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{0.9685 \text{ g}}{1.0\text{xx g}} \times 100 = 96.85 \% \quad (0.2 \text{ คะแนน})$$

1.4 (1.0 คะแนน) ทำนายโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ Ethyl coumarin-3-carboxylate



(โครงสร้างต้องถูกต้องเท่านั้น = 1.0 คะแนน)
สามารถใช้สัญลักษณ์ Et แทนหมู่ ethyl ได้

ตอนที่ 2 การตกผลึก ethyl coumarin-3-carboxylate ด้วยตัวทำละลายผสม (8.2 คะแนน)

2.1 (8.0 คะแนน) การบันทึกผลการทดลองตกผลึก C

น้ำหนัก		สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น	
ขวดไวอัล	xx.xxxx..... g	เวลาที่ใช้ในการชั่ง (นาที)	
ขวดไวอัล + ผลึก C	xx.xxxx g	☐ ทำสารหก ☐ ใช้เวลาเกิน	
ผลึก C	x.xxxx g		ลายมือชื่อกรรมการคุมสอบ
ร้อยละการกลับคืน = xx.xx %		(3.0 คะแนน)	

ทำสารหก หรือใช้เวลาเกิน -0.5 คะแนน

เกณฑ์การหักคะแนนการบันทึกผล เลขนัยสำคัญ และทศนิยม

น้ำหนัก ขวดไวอัล และผลึก C (g)	ทศนิยม 4 ตำแหน่ง	บันทึกผิด หรือไม่บันทึก -0.1 คะแนน
ร้อยละการกลับคืนของผลึก C (%)	ทศนิยม 2 ตำแหน่ง	บันทึกผิด หรือไม่บันทึก -0.1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนร้อยละการกลับคืนของผลึก C (3.0 คะแนน)

ร้อยละการกลับคืนของผลึก C			
3.0 คะแนน	2.0 คะแนน	1.0 คะแนน	0 คะแนน
= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) $\pm$ SD = 37.43 $\pm$ 8.18 (ผลึก) 29.25 $\leq$ X $\leq$ 45.61	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) $\pm$ 2SD = 37.43 $\pm$ 16.36 (ผลึก) 45.62 $\leq$ X $\leq$ 53.79 21.07 $\leq$ X $\leq$ 29.24	< ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) $\pm$ 2SD > ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) $\pm$ 2SD X > 100 53.80 $\leq$ X $\leq$ 100.0 0.00 $\leq$ X $\leq$ 21.06	ไม่ได้ผลึก

ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ คำนวณจากผลการทดลองที่ได้รูปผลึกสวยงามและบริสุทธิ์ ของกลุ่มควบคุม จำนวน n = 20

2.2 (0.2 คะแนน) การคำนวณร้อยละการกลับคืนของการตกผลึก (% recovery)

$$\text{ร้อยละการกลับคืน} = \frac{\text{น้ำหนักผลึก (g)}}{\text{น้ำหนักตะกอน (g)}} \times 100 = \text{xx.xx \%} \quad (0.2 \text{ คะแนน})$$

สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น	
การส่งผลผลึก	 ลายมือชื่อกรรมการคุมสอบ

- **คุณภาพของผลึก (5.0 คะแนน)** พิจารณาจากภาพผลึก C ดูเอกสารเกณฑ์การให้คะแนนการทดลองที่ 1

ตอนที่ 3 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค TLC (4.2 คะแนน)

3.1 (1.2 คะแนน) การบันทึกระยะทางการเคลื่อนที่ของจุดสาร และค่า R_f

ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ 4.00..... cm

สาร	จุดที่	ระยะทางที่จุดสารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R_f (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
S	1	3.xx	0.7x
P	1	0.5x	0.1x
	2 (ถ้ามี)	1.7x	0.4x
C	1	0.5x	0.1x
	2 (ถ้ามี)	1.7x	0.4x

กำหนดให้ จุดที่ 1 คือ จุดล่าง และ จุดที่ 2 คือ จุดบน

(0.6 คะแนน)

(0.6 คะแนน)

เกณฑ์การหักคะแนน (รวม 1.2 คะแนน)

การบันทึกผลระยะทางที่จุดสารเคลื่อนที่	คะแนนรวมไม่มีติดลบ
บันทึกระยะทางของจุดสาร 4-5 จุด / ตัวทำละลายครบถ้วน (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	0.6 คะแนน
บันทึกระยะทางของจุดสาร ไม่ครบถ้วน	-0.2 คะแนน
บันทึกระยะทางมีเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	-0.2 คะแนน
บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน ตามแผ่น TLC ที่ปรากฏ	-0.2 คะแนน (ต่อค่า)
การคำนวณค่า R_f	คะแนนรวมไม่มีติดลบ
คำนวณค่า R_f ถูกต้อง และครบถ้วน (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	0.6 คะแนน
คำนวณค่า R_f ไม่ถูกต้อง (ใช้ข้อมูลจากที่นักเรียนบันทึกในตาราง)	-0.2 คะแนน (ต่อค่า)
บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน ไม่คำนวณค่า R_f	-0.2 คะแนน (ต่อค่า)

Note: การให้คะแนนพิจารณาจากการบันทึกผลและการคำนวณ (ไม่คำนึงถึงคุณภาพของแผ่น TLC)

การให้คะแนน TLC (3.0 คะแนน)

พิจารณาจากองค์ประกอบของแผ่น TLC และค่า R_f ของจุดสารที่เข้มที่สุด (ถ้าจุดสารมีความเข้มใกล้เคียงกันให้รายงานทั้งหมด) ดูเอกสารเกณฑ์การให้คะแนนการทดลองที่ 1

แบบรายงานผลการทดลอง

การทดลองที่ 2 (คะแนนรวม 20 คะแนน)

การหาสูตรเคมีของสารประกอบโลหะแตรนซิชัน

ตอนที่ 1 การหาสถานะออกซิเดชันของไอออนโลหะในสารประกอบของโลหะแตรนซิชัน

1.1 (10.0 คะแนน) การหาความเข้มข้นของไอออนโลหะโดยการไทเทรตไอออนเชิงซ้อน

1.1.1 การหาความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานปฐุมภูมิ Mg^{2+} น้ำหนัก $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ = ...0.18xx..... gปริมาตรสารละลายที่เตรียม = 50.00 mL (0.1 คะแนน)

SF = 4 ไม่ถูกต้อง หัก 0.1 คะแนน

วิธีคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานปฐุมภูมิ Mg^{2+} ในหน่วย mol/L (0.2 คะแนน)ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานปฐุมภูมิ Mg^{2+}

$$\begin{aligned} &= \frac{0.18xx \text{ g } MgSO_4 \cdot 7H_2O}{50.00 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol } MgSO_4 \cdot 7H_2O}{246.48 \text{ g } MgSO_4 \cdot 7H_2O} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\ &= 0.015xx \text{ mol/L} \end{aligned} \quad (0.2)$$

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Mg^{2+} = 0.015xx mol/L (0.2 คะแนน)

SF = 4 ไม่ถูกต้องหัก 0.1 คะแนน

1.1.2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน EDTA

ตารางที่ 1 บันทึกผลการไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน EDTA (4.6 คะแนน)

ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน Mg^{2+} = 10.00 mL (0.1 คะแนน)

SF = 4 ไม่ถูกต้อง หัก 0.1 คะแนน

ข้อมูลการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลบนบิวเรตเริ่มต้น (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
สเกลบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	xx.xx	xx.xx	xx.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA ที่ใช้ (mL)	xx.xx	xx.xx	xx.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA เฉลี่ย (mL)	xx.xx		

เกณฑ์การให้คะแนนการบันทึกข้อมูล (0.5 คะแนน)

บันทึกสเกลบนบิวเรตและปริมาตรที่ใช้ตามหลักเลขนัยสำคัญถูกต้องทุกช่อง	0.2 คะแนน
ลบปริมาตรถูกต้อง	0.1 คะแนน
ปริมาตรเฉลี่ย	
- คำนวนถูกต้อง	0.1 คะแนน
- เลขนัยสำคัญถูกต้อง	0.1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน Precision (0.5 คะแนน)

$\%RSD \leq 1.1$	0.5 คะแนน
$1.1 < \%RSD \leq 2.1$	0.25 คะแนน
$\%RSD > 2.1$	0 คะแนน

สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น	
จำนวนครั้งการไทเทรต ☐ 3 ครั้ง ☐ 2 ครั้ง ☐ 1 ครั้ง	 ลายมือชื่อกรรมการ

เกณฑ์การให้คะแนนจำนวนครั้งของการไทเทรต (0.5 คะแนน)

ไทเทรต 3 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.5 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.25 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.1 คะแนน
ไม่มีลายเซ็นกรรมการ	0 คะแนน

วิธีคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน EDTA ในหน่วย mol/L (0.3 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน EDTA

$$= \frac{10.00 \text{ mL Mg}^{2+}}{xx.xx \text{ mL EDTA}} \times \frac{0.015xx \text{ mol Mg}^{2+}}{1000 \text{ mL Mg}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol EDTA}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \quad (0.3)$$

$$= 0.009xxx \text{ mol/L}$$

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน EDTA = 0.009xxx mol/L (0.2 คะแนน)

SF = 4 ไม่ถูกต้อง หัก 0.1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน accuracy (2.5 คะแนน)

ความเข้มข้น	คะแนน
$ X - \bar{X} \leq SD$	2.5 คะแนน
$SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	1.5 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	0.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

1.1.3 การหาความเข้มข้นโลหะไอออนในสารละลายตัวอย่าง F

ตารางที่ 2 บันทึกผลการไทเทรตหาความเข้มข้นไอออนโลหะในตัวอย่าง F (4.9 คะแนน)

ปริมาตรสารละลายตัวอย่าง G =

10.00

 mL (0.1 คะแนน)

SF = 4 ไม่ถูกต้อง หัก 0.1 คะแนน

ข้อมูลการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลบนบิวเรตเริ่มต้น (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
สเกลบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	xx.xx	xx.xx	xx.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA ที่ใช้ (mL)	xx.xx	xx.xx	xx.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA เฉลี่ย (mL)	xx.xx		

เกณฑ์การให้คะแนนการบันทึกข้อมูล (0.5 คะแนน)

บันทึกสเกลบนบิวเรตและปริมาตรที่ใช้ตามหลักเลขนัยสำคัญถูกต้องทุกช่อง	0.2 คะแนน
ลบปริมาตรถูกต้อง	0.1 คะแนน
ปริมาตรเฉลี่ย	
- คำนวณถูกต้อง	0.1 คะแนน
- เลขนัยสำคัญถูกต้อง	0.1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน Precision (0.5 คะแนน)

$\%RSD \leq 2$	0.5 คะแนน
$2 < \%RSD \leq 4$	0.25 คะแนน
$\%RSD > 4$	0 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน accuracy (2.5 คะแนน)

ปริมาตร	คะแนน
$ X - \bar{X} \leq SD$	2.5 คะแนน
$SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	1.5 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	0.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

สำหรับกรรมการเท่านั้น	
จำนวนครั้งการไทเทรต ☐ 3 ครั้ง ☐ 2 ครั้ง ☐ 1 ครั้ง	 ลายมือชื่อกรรมการ

เกณฑ์การให้คะแนนจำนวนครั้งของการไทเทรต (0.5 คะแนน)

ไทเทรต 3 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.5 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.25 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.1 คะแนน
ไม่มีลายเซ็นกรรมการ	0 คะแนน

วิธีคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง F ในหน่วย mol/L (0.6 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง G

$$= \frac{xx.xx \text{ mL EDTA}}{10.00 \text{ mL sample G}} \times \frac{0.009xxx \text{ mol EDTA}}{1000 \text{ mL EDTA}} \times \frac{1 \text{ mol } M^{n+}}{1 \text{ mol EDTA}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \quad (0.2)$$

$$= 0.01xxx \text{ mol } M^{n+}/\text{L sample G} \quad (0.2)$$

ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง F

$$= \frac{0.01xxx \text{ mol } M^{n+}}{1000 \text{ mL sample G}} \times \frac{50.00 \text{ mL sample G}}{10.00 \text{ mL sample F}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \quad (0.2)$$

$$= 0.05xxx \text{ mol } M^{n+}/\text{L sample F}$$

ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง F = mol/L

SF = 4 ไม่ถูกต้อง หัก 0.1 คะแนน

1.2 (8.0 คะแนน) การหาสถานะออกซิเดชันของไอออนโลหะ (M^{n+}) ด้วยการไทเทรตกับสารละลาย NaOH

ตารางที่ 3 บันทึกผลการไทเทรตกับสารละลาย NaOH เพื่อการหาจุดสมมูล (1.5 คะแนน)

ปริมาตร NaOH (mL)	ค่า pH	ปริมาตร NaOH (mL)	ค่า pH
X.XX	X.X		
XX.XX	X.X		

เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

- 1) ทำการไทเทรตแล้วมีการเติม NaOH ปริมาตรครบ 15.00 mL

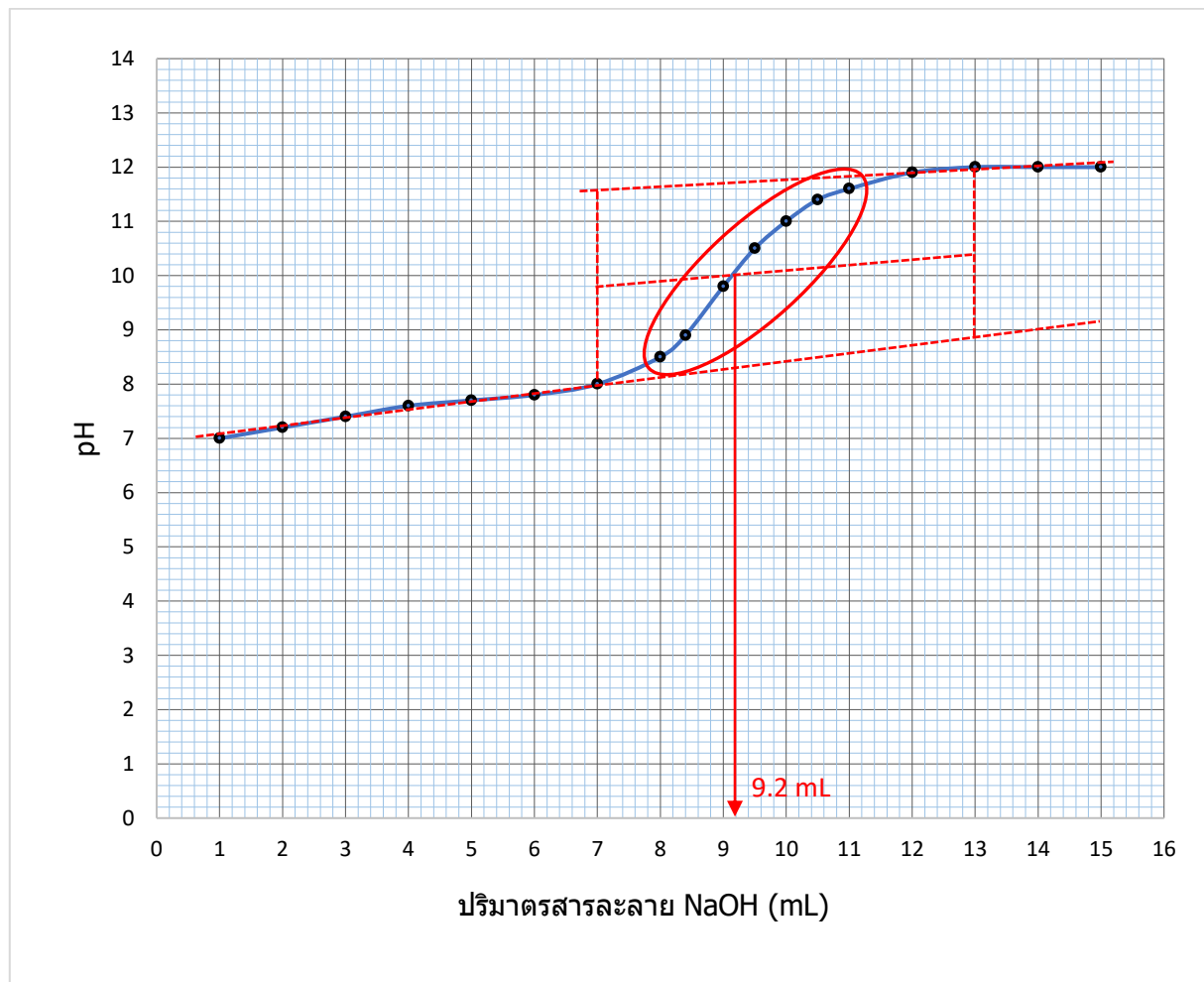
(0.50 คะแนน)
- 2) เลขนัยสำคัญการบันทึกปริมาตร NaOH เป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

(0.25 คะแนน)
- 3) เลขนัยสำคัญการบันทึกค่า pH เป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง

(0.25 คะแนน)
- 4) มีการติดกระดาษ pH ที่นักเรียนทำการทดลอง สำหรับส่งกรรมการ

(0.50 คะแนน)
- (ดูจากลายเซ็นกรรมการคุมสอบที่หน้าสุดท้าย)

กราฟการไทเทรตเพื่อหาจุดสมมูล (4.0 คะแนน)



ปริมาตรสารละลาย NaOH ที่จุดสมมูล = x.x mL (0.2 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

- 1) แกน X (ระบุชื่อแกน) (0.25 คะแนน)
- 2) แกน Y (ระบุชื่อแกน) (0.25 คะแนน)
- 3) สเกลของแกนแบ่งได้ถูกต้อง ชัดเจน / ใช้พื้นที่กราฟให้เหมาะสม (0.5 คะแนน, 0.25/0.25)
- 4) นำผลการทดลองมาพล็อตเพื่อสร้างกราฟได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง (0.5 คะแนน, 0.5, 0.25, 0
ดูในภาพรวม)
- 5) ช่วงกราฟในตำแหน่งที่วงกลม มีจำนวนจุดไม่ต่ำกว่า 5 จุด (0.5 คะแนน)
- 6) มีการแสดงการหาจุดสมมูลบนกราฟ (1.0 คะแนน)
- 7) ความถูกต้องของค่าปริมาตร NaOH ที่จุดสมมูลที่ได้จากกราฟ (เทียบกับผลกราฟจาก excel) พิจารณาดังนี้
 - ผลต่าง ≤ 0.14 mL (1.0 คะแนน)
 - $0.14 < \text{ผลต่าง} \leq 0.24$ mL (0.5 คะแนน)
 - $0.24 \text{ mL} < \text{ผลต่าง}$ (0 คะแนน)

วิธีคำนวณหาสถานะออกซิเดชันของโลหะทรานซิชัน (1 คะแนน)

$$\begin{aligned}\text{สถานะออกซิเดชันของโลหะ} &= \frac{x.x \text{ mL NaOH}}{10.00 \text{ mL } M^{n+}} \times \frac{0.12xx \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}} \times \frac{1000 \text{ mL } M^{n+}}{0.05xx \text{ mol } M^{n+}} \\ &= 2.x\end{aligned}$$

สถานะออกซิเดชันของโลหะทรานซิชันจากการทดลอง =

2.x

(1.75 คะแนน)

(ทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

เกณฑ์การให้คะแนนสถานะออกซิเดชัน

- ตอบตัวเลขเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง (0.25 คะแนน)
- ความถูกต้องของสถานะออกซิเดชัน (เทียบกับชุดควบคุม) (1.5 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนน accuracy

ปริมาตร	คะแนน
$ X - \bar{X} \leq SD$	1.5 คะแนน
$SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	1.0 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	0.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

ตอนที่ 2 (2.0 คะแนน) การวิเคราะห์ชนิดของไอออนลบในสารประกอบของโลหะทรานซิชัน

ตารางที่ 4 การบันทึกผลการสังเกตการทดสอบไอออนลบ

การทดสอบ ชนิดสาร	ไอออนคลอไรด์	ไอออนไนเตรต	ไอออนแอสซิเตต
สารที่ทราบชนิดไอออนลบ	เกิดตะกอนสีขาว (0.2 คะแนน)	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล (0.2 คะแนน)	เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง (0.2 คะแนน)
สารละลายตัวอย่าง H	ไม่เกิดตะกอนสีขาว (0.1 คะแนน)	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล (0.2 คะแนน)	ได้สารละลายสีน้ำตาลแต่ ไม่เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง (0.1 คะแนน)

ไอออนลบในสารตัวอย่าง คือ ☐ คลอไรด์ ☒ ไนเตรต ☐ แอซีเตต
(เลือกไอออนสอดคล้องกับผลการทดลอง 0.25 คะแนน) (ได้ไนเตรตไอออน 0.5 คะแนน)

สรุปผลการทดลอง

สูตรเคมีของสารประกอบของโลหะทรานซิชัน

M(NO₃)₂

 (0.25 คะแนน)

ตอบในรูป MX_n เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม และ X คือ ไอออนลบ (ระบุชนิด)

สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น	
การส่งผลกระดาษ pH	 ลายมือชื่อกรรมการ