

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 8
ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วันอาทิตย์ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2555
เวลา 08.30 – 13.30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ.....

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติ

1. ข้อสอบภาคปฏิบัติมีคะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด
2. ห้ามทุจริตในการสอบ หากทุจริต จะหมดสิทธิ์ในการแข่งขันและจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที รวมทั้งห้ามคุยหรือปรึกษากันในช่วงเวลาสอบ
3. ให้นักเรียนตรวจสอบเอกสารก่อนลงมือทำดังนี้
 - 3.1 ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 9 หน้า (รวมปกและตารางธาตุ) ประกอบด้วย 2 การทดลอง นักเรียนทำการทดลองใดก่อนก็ได้
 - 3.2 กระดาษคำตอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 7 หน้า (รวมปก)
 - 3.3 ตรวจเลขประจำตัวสอบในข้อสอบภาคปฏิบัติ และกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติให้ถูกต้องทุกหน้า
- 4.ให้อ่านข้อสอบทั้งในส่วนกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำปฏิบัติการ เพื่อวางแผนการทดลอง
5. ให้เริ่มสอบปฏิบัติการได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำทันที และวางกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบไว้บนโต๊ะ รอให้กรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบให้เรียบร้อย
6. ในระหว่างทำปฏิบัติการ นักเรียนสามารถขออนุญาตกรรมการคุมสอบออกไปรับประทานอาหารว่างในบริเวณที่จัดให้
7. นักเรียนจะต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ และสวมแว่นตานิรภัย (googles) หรือแว่นสายตาของนักเรียนขณะที่ทำปฏิบัติการตลอดเวลา
8. การสอบปฏิบัติการจะไม่อนุญาตให้นักเรียนเบิกสารเคมี สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ หรืออุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม กรณีที่จำเป็นต้องเบิกให้แจ้งกรรมการคุมสอบ และจะถูกหัก 5 คะแนนต่อการเบิก 1 อย่าง
9. ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น โดยเขียนให้ตรงกับข้อและเขียนในกรอบที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทอหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในกระดาษคำถามเท่านั้น
10. การบันทึกผลการทดลองให้คำนึงถึงเลขนัยสำคัญของอุปกรณ์ ชั่ง ตวง วัด
11. ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้ ห้ามยืมผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
12. หลังส่งข้อสอบแล้วให้นักเรียนล้างอุปกรณ์และเครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ในการทำปฏิบัติการและเก็บไว้ที่เดิม พร้อมทั้งทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการให้เรียบร้อย
13. กรณีเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ให้นักเรียนแจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาแก้ไขทันที
14. ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด

เลขประจำตัวสอบ.....

IA		IIA		Transition Elements										IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		VIIIA	
3	6.9	4	9.0											5	10.8	6	12.0	7	14.0	8	16.0	9	19.0	10	20.2
Li	Li	Be	Be											B	C	N	O	F	Ne						
lithium	lithium	beryllium	beryllium											boron	carbon	nitrogen	oxygen	fluorine	neon						
11	23.0	12	24.3											13	27.0	14	28.1	15	31.0	16	32.1	17	35.5	18	39.9
Na	Na	Mg	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar						
sodium	sodium	magnesium	magnesium											aluminum	silicon	phosphorus	sulfur	chlorine	argon						
19	39.1	20	40.1											19	69.7	20	72.6	21	74.9	22	79.0	23	79.9	24	83.8
K	K	Ca	Ca											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
potassium	potassium	calcium	calcium											gallium	germanium	arsenic	selenium	bromine	krypton						
37	85.5	38	87.6											49	114.8	50	18.7	51	121.8	52	127.6	53	126.9	54	131.3
Rb	Rb	Sr	Sr											In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
rubidium	rubidium	strontium	strontium											indium	tin	antimony	tellurium	iodine	xenon						
55	132.9	56	137.3											81	204.4	82	207.2	83	209.0	84	(209)	85	(210)	86	(222)
Cs	Cs	Ba	Ba											Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn						
cesium	cesium	barium	barium											thallium	lead	bismuth	polonium	astatine	radon						
87	(223)	88	(226)											113	(284)	114	(289)	115	(288)	116	(292)	117	(?)	118	(?)
Fr	Fr	Ra	Ra											Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo						
francium	francium	radium	radium											ununtrium	ununquadium	ununpentium	ununhexium	ununseptium	ununoctium						

57	138.9	La	lanthanum	58	140.1	Ce	cerium	59	140.9	Pr	praseodymium	60	144.2	Nd	neodymium	61	(145)	Pm	promethium	62	150.0	Sm	samarium	63	152.0	Eu	europtium	64	157.3	Gd	gadolinium	65	158.9	Tb	terbium	66	162.5	Dy	dysprosium	67	164.9	Ho	holmium	68	167.3	Er	erbium	69	168.9	Tm	thulium	70	173.0	Yb	ytterbium	71	175.0	Lu	lutetium
89	(227)	Ac	actinium	90	232.0	Th	thorium	91	231.0	Pa	protactinium	92	238.0	U	uranium	93	237.0	Np	neptunium	94	(244)	Pu	plutonium	95	(243)	Am	americium	96	(247)	Cm	curium	97	(247)	Bk	berkelium	98	(251)	Cf	californium	99	(254)	Es	einsteinium	100	(257)	Fm	fermium	101	(258)	Md	mendelivium	102	(255)	No	nobelium	103	(256)	Lr	lawrencium

***Lanthanide Series**

#Actinide Series

อุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย
	อุปกรณ์การทดลองที่ 1		
1	หลอดหยดพลาสติก (บรรจุอยู่ในถุงพลาสติก)	12	หลอด
2	ถาดหลุม (96-well plate)	1	อัน
	อุปกรณ์การทดลองที่ 2		
3	ปิเปต (transfer pipet) ขนาด 25 mL	1	อัน
4	ปิเปต (transfer pipet) ขนาด 10 mL	1	อัน
5	ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL	6	ใบ
6	บีกเกอร์ ขนาด 250 mL	2	ใบ
7	บีกเกอร์ ขนาด 100 mL	3	ใบ
8	บีกเกอร์ ขนาด 50 mL	5	ใบ
9	กระบอกตวง ขนาด 25 mL	2	อัน
10	กระบอกตวง ขนาด 10 mL	2	อัน
11	แท่งแก้วคน	3	อัน
12	กรวยแก้ว ($\varnothing \sim 7$ cm 2 อัน และ $\varnothing \sim 4$ cm 2 อัน)	3	อัน
13	กระดาษกรองเบอร์ 1	4	แผ่น
14	ขวดน้ำกลั่น	1	ขวด
15	หลอดหยด (แก้ว 2 อัน พลาสติก 1 อัน)	3	อัน
16	ลูกยาง	2	ลูก
17	กระจกนาฬิกา	3	อัน
	อุปกรณ์บนโต๊ะทดลอง		
18	ที่จับบิวเรต และขาตั้งพร้อมบิวเรต	1	ชุด
19	ห่วงวงกลม (2 อัน) และขาตั้ง (1 อัน)	1	ชุด
20	ฉลาก (label)	1	แผ่น
21	ขวดเก็บของเสีย	1	ขวด

หมายเหตุ

ให้นักเรียนทิ้งของเสียในขวดเก็บของเสียเท่านั้น

เลขประจำตัวสอบ.....

สารเคมี

ที่	รายการ	ปริมาตร (mL)
	การทดลองที่ 1	
1	สารละลายตัวอย่างที่ 1	1.5
2	สารละลายตัวอย่างที่ 2	1.5
3	สารละลายโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)	2
4	สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	2
5	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	2
6	สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	2
7	สารละลายโพแทสเซียมโครเมต (K_2CrO_4)	2
8	สารละลายโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)	2
9	สารละลายแบเรียมไนเตรต ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$)	2
10	สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3)	2
11	สารละลายแคลเซียมไนเตรต ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)	2
12	สารละลายเลดไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)	2
	การทดลองที่ 2	
13	สารละลายตัวอย่าง	150
14	สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.05xxx mol/L	80
15	สารละลายโพแทสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) 4 % w/v	20
16	สารละลายแอซิเตดบัฟเฟอร์ pH 5 (HOAc/NaOAc)	80
17	สารละลายโซเดียมแอซิเตด (NaOAc) 5 % w/v	100
18	สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 0.20 mol/L	50
19	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6 mol/L	80
20	สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) 0.01xxx mol/L	60
21	สารละลาย Disodium ethylenediamine tetraacetate (EDTA) 0.01xxx mol/L	120
22	สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 ($\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$)	80
23	สารละลายอีริโอโครมแบลคที (EBT)	2
24	น้ำเปล่า	10

เลขประจำตัวสอบ.....

การทดลองที่ 1 คุณภาพวิเคราะห์ (10 คะแนน)

วัตถุประสงค์

ให้วิเคราะห์หาชนิดของไอออนในสารละลายตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง

วิธีการทดลอง

- ทดสอบปฏิกิริยาของสารละลาย 10 ชนิด ที่ทราบชนิดของไอออนทีละ 1 คู่ ในภาควolum โดยใช้ชนิดละ 2 หยด สังเกตผลการทดลองภายในเวลา 2 นาที และบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 1 ดังนี้
 - ถ้าเกิดตะกอนให้ใส่เครื่องหมายบวก (+)
 - ถ้าไม่เกิดตะกอนให้ใส่เครื่องหมายลบ (-)
- บันทึกรหัสของสารละลายตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง และนำไปทดสอบโดยทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 บันทึกผลการทดสอบในตารางที่ 2

ข้อควรระวัง

$K_2Cr_2O_4$ และ $Pb(NO_3)_2$ เป็นสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย ไม่ควรสัมผัสกับสารนั้นโดยตรง

สรุปผลการทดสอบ

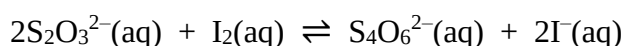
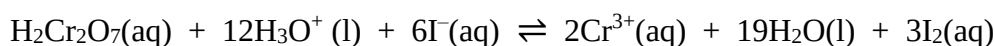
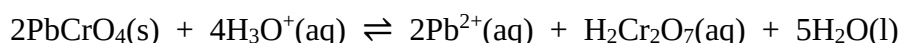
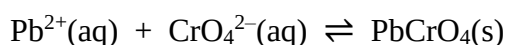
ให้นักเรียนสรุปผลการทดสอบว่าในสารละลายตัวอย่างทั้งสองมีไอออนชนิดใดลงในกระดวยคำตอบ (คำตอบเป็นไอออนใด ๆ ในสารละลาย 10 ชนิด)

เลขประจำตัวสอบ.....

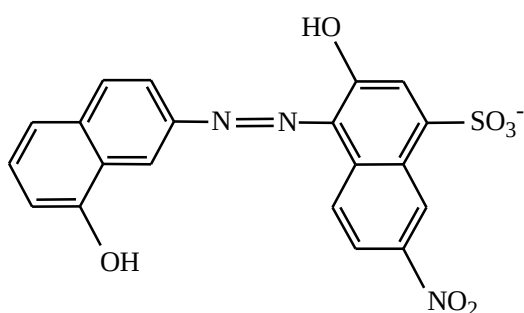
การทดลองที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสังกะสีในสารละลายตัวอย่าง (30 คะแนน)

สารละลายผสมที่มีตะกั่วและสังกะสีสามารถวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสังกะสีได้โดยนำไปหาปริมาณรวมของทั้งตะกั่วและสังกะสี ปริมาณของตะกั่วอย่างเดียว และนำไปหักลบกันเพื่อหาปริมาณของสังกะสี

การหาปริมาณของตะกั่วในสารละลายผสมทำได้โดยการตกตะกอนในรูปเลด(II)โครเมต โดยการเติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมตในสารละลายตัวอย่างที่ pH 5 กรองและล้างตะกอนที่ได้ จากนั้นละลายตะกอนด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง นำสารละลายที่ได้ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มากเกินไป ปริมาณของไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับปริมาณของเลด(II)โครเมต ซึ่งหาได้จากการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตโดยใช้น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องมีดังนี้



การวิเคราะห์หาปริมาณรวมของทั้งตะกั่วและสังกะสี ทำได้โดยการนำสารละลายตัวอย่างที่ pH 5 มาเติมสารละลายมาตรฐาน Disodium ethylenediamine tetraacetate (EDTA) มากเกินไป เพื่อทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียรของ Pb^{2+} และ Zn^{2+} ทำการไทเทรตย้อนกลับเพื่อหาปริมาณ EDTA ที่เหลือด้วยสารละลายมาตรฐานปรอท CaCO_3 โดยควบคุมสารละลายให้มี pH 10 และใช้อิโรโครมเบลคที (EBT) เป็นอินดิเคเตอร์ จะทำให้ทราบปริมาณรวมของทั้งตะกั่วและสังกะสี



รูปที่ 1 โครงสร้างของอิโรโครมเบลคทีในรูป H_2In^-

เลขประจำตัวสอบ.....

ตอนที่ 1 การหาปริมาณตะกั่วโดยการไทเทรตแบบไอโอโดเมตรี (11 คะแนน)**วิธีทดลอง**

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 25.00 mL ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ HOAc/NaOAc pH 5 ปริมาตร 10 mL คนให้สารละลายผสมกัน
2. ค่อย ๆ เติมสารละลาย K_2CrO_4 ความเข้มข้น 4 % w/v ปริมาตร 5 mL ลงไปในสารละลายในข้อ 1 พร้อมคนสารละลายเป็นระยะเวลา 5 นาที และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที เพื่อให้เกิดตะกอนอย่างสมบูรณ์ หากตะกอนเกิดไม่สมบูรณ์จะมีผลต่อการทดลองขั้นถัดไป
3. กรองตะกอน $PbCrO_4$ ที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างตะกอนด้วยสารละลาย NaOAc ความเข้มข้น 5 % w/v ปริมาตร 25 mL เพื่อกำจัด K_2CrO_4 ที่มากเกินไป ใช้ตะกอนที่กรองได้ในการทดลองข้อ 4 ทิ้งสารละลายที่ผ่านกระดาษกรองในขวดเก็บของเสีย
4. ละลายตะกอนที่อยู่บนกระดาษกรองให้หมดโดยหยดสารละลาย HCl ความเข้มข้น 6 mol/L ปริมาตร 20 mL และตามด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 20 mL รองรับสารละลายทั้งหมดด้วยขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL ที่สะอาด ได้สารละลายสีเหลืองเข้ม
5. เติมสารละลาย KI ความเข้มข้น 0.20 mol/L ปริมาตร 10 mL ลงในสารละลายในข้อ 4 และเขย่าให้สารละลายผสมกัน ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม
6. นำสารละลายไปไทเทรตทันทีด้วยสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ จนได้สารละลายสีน้ำตาลอ่อน แล้วจึงเติมน้ำแข็งปริมาตร 2 mL ได้สารละลายสีน้ำเงิน ทำการไทเทรตต่อด้วยสารละลาย $Na_2S_2O_3$ จนถึงจุดยุติสีน้ำเงินหายไปได้สารละลายใสสีเขียว
7. บันทึกปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรต
8. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

สรุปผลการทดลอง

ให้นักเรียนแสดงการหาความเข้มข้นของ Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง ในกระดาษคำตอบ

เลขประจำตัวสอบ.....

ตอนที่ 2 การหาปริมาณตะกั่วและสังกะสีในสารละลายตัวอย่างโดยการไทเทรตแบบย้อนกลับ (13 คะแนน)

วิธีทดลอง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เติมสารละลายบัฟเฟอร์ HOAc/NaOAc pH 5 ปริมาตร 10 mL
2. ปิเปตสารละลาย EDTA ความเข้มข้น 0.01xxx mol/L ปริมาตร 25.00 mL ลงในขวดรูปชมพู่ในข้อ 1 เขย่าขวดให้สารละลายผสมกัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที
3. เติมสารละลายบัฟเฟอร์ $\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$ pH 10 ปริมาตร 20 mL เขย่า และเติมอินดิเคอร์แมลลิกที่ 2-3 หยด ได้สารละลายสีฟ้า
4. ไทเทรตสารละลายในข้อ 3 ด้วยสารละลายมาตรฐาน CaCO_3 ความเข้มข้น 0.01xxx mol/L จนถึงจุดยุติได้สารละลายที่เริ่มมีสีแดงปน
5. บันทึกปริมาตรของสารละลาย CaCO_3 ที่ใช้ในการไทเทรต
6. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

สรุปผลการทดลอง

ให้นักเรียนแสดงการหาความเข้มข้นรวมของ Pb^{2+} และ Zn^{2+} และของ Zn^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง ในกระดาษคำตอบ

คำถามท้ายการทดลองที่ 2 (6 คะแนน)

1. (1 คะแนน) ถ้าไม่ล้างตะกอน และมี K_2CrO_4 เหลืออยู่ จะทำให้ค่าของ Pb^{2+} มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับกับค่าของ Pb^{2+} เมื่อล้างตะกอน เพราะเหตุใด
2. (2.25 คะแนน) ในระหว่างการละลายตะกอนของ PbCrO_4 ด้วยกรด HCl ถ้ามีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ตะกอนที่เกิดขึ้นมีสูตรเคมีคืออะไร และการเกิดตะกอนนี้มีผลต่อการหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างโดยได้ค่ามากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับกับค่าของ Pb^{2+} ที่ได้เมื่อไม่มีตะกอนนี้เกิดขึ้น เพราะเหตุใด
3. (1 คะแนน) ในการทดลองตอนที่ 1 ข้อ 6 สีเขียวในสารละลายหลังการไทเทรตเป็นของสารใด
4. (0.75 คะแนน) ก่อนการไทเทรตกับสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ไอโอดีนที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปใด ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อใด
5. (1 คะแนน) ให้วาดโครงสร้างของสารสีแดงที่จุดยุติของการไทเทรต

เลขประจำตัวสอบ.....