

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 8

ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

วันอาทิตย์ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2555

เวลา 08.30 – 13.30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ.....

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติ

1. ข้อสอบภาคปฏิบัติมี คะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด
2. ห้ามทุจริตในการสอบ หากทุจริต จะหมดสิทธิ์ในการแข่งขันและจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที รวมทั้งห้ามคุย หรือปรึกษากันในช่วงเวลาสอบ
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 ตรวจสอบประจำตัวสอบในข้อสอบภาคปฏิบัติ และกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติให้ถูกต้องทุกหน้า
4. ให้อ่านข้อสอบทั้งในส่วนกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำปฏิบัติการ เพื่อวางแผนการทดลอง
5. ให้เริ่มสอบปฏิบัติการได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำทันทีและวางกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบไว้บนโต๊ะ รอให้กรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบให้เรียบร้อย
6. ในระหว่างทำปฏิบัติการ นักเรียนสามารถขออนุญาตกรรมการคุมสอบออกไปรับประทานอาหารว่างในบริเวณที่จัดให้
7. นักเรียนจะต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและสวมแว่นกันภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียน ขณะที่ทำปฏิบัติการตลอดเวลา
8. การสอบปฏิบัติการจะไม่อนุญาตให้นักเรียนเบิกสารเคมี สารตัวอย่างรีเอเจนต์หรืออุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม กรณีที่จำเป็นต้องเบิกให้แจ้งกรรมการคุมสอบ และ จะถูกหัก 5 คะแนนต่อการเบิก 1 อย่าง
9. ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น โดยเขียนให้ตรงกับข้อและเขียนในกรอบที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่า และเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทอหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในกระดาษคำถามเท่านั้น
10. การบันทึกผลการทดลองให้คำนึงถึงเลขนัยสำคัญของอุปกรณ์ ชั่ง ตวง วัด
11. ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลขและข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้ ห้ามยืมผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
12. หลังส่งข้อสอบแล้วให้นักเรียนล้างอุปกรณ์และเครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ในการทำปฏิบัติการและเก็บไว้ที่เดิม พร้อมทั้งทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการให้เรียบร้อย
13. กรณีเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ให้นักเรียนแจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาแก้ไขทันที
14. ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด

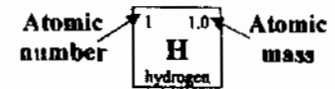
อ.ป.ก. ๒๒๓ - ๒๒๖

เลขประจำตัวสอบ.....

การแข่งขัน
เคมีโอลิมปิกระดับชาติ
ครั้งที่ 8
พ.ศ. 2555



ตารางธาตุ



เลขประจำตัวสอบ.....

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 8

		1 1.0 H hydrogen																VIII A 2 4.0 He helium			
IA IIA		Transition Elements										III VA		IVA		VA		VIA		VII A	
3 6.9 Li lithium	4 9.0 Be beryllium											5 10.8 B boron	6 12.0 C carbon	7 14.0 N nitrogen	8 16.0 O oxygen	9 19.0 F fluorine	10 20.2 Ne neon				
11 23.0 Na sodium	12 24.3 Mg magnesium											13 27.0 Al aluminum	14 28.1 Si silicon	15 31.0 P phosphorus	16 32.1 S sulfur	17 35.5 Cl chlorine	18 39.9 Ar argon				
19 39.1 K potassium	20 40.1 Ca calcium	21 45.0 Sc scandium	22 47.9 Ti titanium	23 50.9 V vanadium	24 52.0 Cr chromium	25 54.9 Mn manganese	26 55.8 Fe iron	27 58.9 Co cobalt	28 58.7 Ni nickel	29 63.5 Cu copper	30 65.4 Zn zinc	31 69.7 Ga gallium	32 72.6 Ge germanium	33 74.9 As arsenic	34 79.0 Se selenium	35 79.9 Br bromine	36 83.8 Kr krypton				
37 85.5 Rb rubidium	38 87.6 Sr strontium	39 88.9 Y yttrium	40 91.2 Zr zirconium	41 92.9 Nb niobium	42 95.9 Mo molybdenum	43 98.9 Tc technetium	44 101.1 Ru ruthenium	45 102.9 Rh rhodium	46 106.4 Pd palladium	47 107.9 Ag silver	48 112.4 Cd cadmium	49 114.8 In indium	50 118.7 Sn tin	51 121.8 Sb antimony	52 127.6 Te tellurium	53 126.9 I iodine	54 131.3 Xe xenon				
55 132.9 Cs cesium	56 137.3 Ba barium	57-71 *	72 178.5 Hf hafnium	73 180.9 Ta tantalum	74 183.9 W tungsten	75 186.2 Re rhenium	76 190.2 Os osmium	77 192.2 Ir iridium	78 195.1 Pt platinum	79 197.0 Au gold	80 200.6 Hg mercury	81 204.4 Tl thallium	82 207.2 Pb lead	83 209.0 Bi bismuth	84 (209) Po polonium	85 (210) At astatine	86 (222) Rn radon				
87 (223) Fr francium	88 (226) Ra radium	89-103 #	104 (261) Rf rutherfordium	105 (262) Db dubnium	106 (266) Sg seaborgium	107 (264) Bh bohrium	108 (269) Hs hassium	109 (268) Mt meitnerium	110 (271) Ds darmstadtium	111 (272) Rg roentgenium	112 (285) Uub ununbium	113 (284) Uut ununtrium	114 (289) Uuq ununquadium	115 (288) Uup ununpentium	116 (292) Uuh ununhexium	117 (?) Uus ununseptium	118 (?) Uuo ununoctium				

*Lanthanide Series

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 europium	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
-----------------------------	--------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------

#Actinide Series

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 mendelevium	102 (255) No nobelium	103 (256) Lr lawrencium
----------------------------	---------------------------	--------------------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

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 1 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) และ ขาตั้ง (1 อัน)	1	ชุด
20	ฉลาก (label)	1	แผ่น
21	ขวดเก็บของเสีย	1	ขวด

หมายเหตุ

ให้นักเรียนทิ้งของเสียเคมีลงในขวดเก็บของเสีย เท่านั้น

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	สารละลายแอซิติกบัฟเฟอร์ pH 5 (HOAc/NaOAc)	80
17	สารละลายโซเดียมแอซิเตต (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) 0.01xx mol/L	120
22	สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 ($\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$)	80
23	สารละลายอิริโอโทรมแบลคที (EBT)	2
24	น้ำแข็ง	10

เลขประจำตัวสอบ.....

การทดลองที่ 1 คุณภาพวิเคราะห์ (10 คะแนน)

วัตถุประสงค์

ให้วิเคราะห์หาชนิดของไอออนในสารละลายตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง

วิธีการทดลอง

1. ทดสอบปฏิกิริยาของสารละลาย 10 ชนิด ที่ทราบชนิดของไอออน ทีละ 1 คู่ ในภาคนหุยม โดย ใช้ชนิดละ 2 หยด สังเกตผลการทดลองภายในเวลา 2 นาที และบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 1 ดังนี้
 - ถ้าเกิดตะกอนให้ใส่เครื่องหมายบวก (+)
 - ถ้าไม่เกิดตะกอนให้ใส่เครื่องหมายลบ (-)
2. บันทึกรหัสของสารละลายตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง และนำไปทดสอบ โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 บันทึกผลการทดสอบในตารางที่ 2

ข้อควรระวัง

K_2CrO_4 และ $Pb(NO_3)_2$ เป็นสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย ไม่ควรสัมผัสกับสารนั้นโดยตรง

สรุปผลการทดสอบ

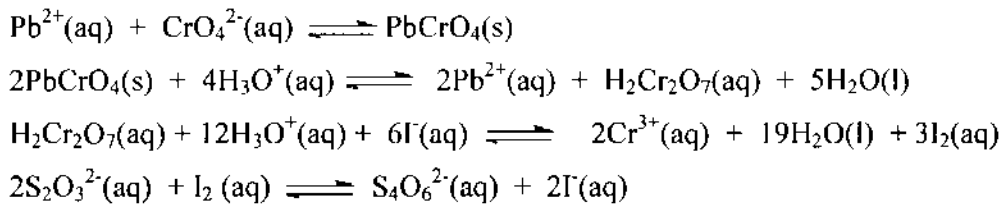
ให้นักเรียนสรุปผลการทดสอบว่าในสารละลายตัวอย่างทั้งสองมีไอออนชนิดใดลงในกระดาษกำคอบ (กำคอบเป็นไอออนใด ๆ ในสารละลาย 10 ชนิด)

เลขประจำตัวสอบ.....

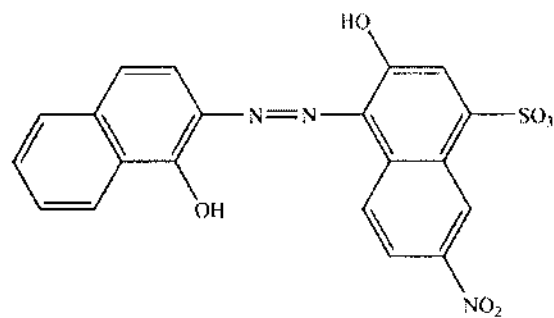
การทดลองที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสังกะสีในสารละลายตัวอย่าง (30 คะแนน)

สารละลายผสมที่มีตะกั่วและสังกะสีสามารถวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสังกะสีได้ โดยนำไปหาปริมาณรวมของทั้งตะกั่วและสังกะสี ปริมาณของตะกั่วอย่างเดี่ยว และนำไปหักลบกันเพื่อหาปริมาณของสังกะสี

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

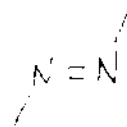


การวิเคราะห์หาปริมาณรวมของทั้งตะกั่วและสังกะสี ทำได้โดยการนำสารละลายตัวอย่างที่ pH 5 มาเติมสารละลายมาตรฐาน Disodium ethylenediamine tetraacetate (EDTA) มากเกินไป เพื่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียรของ Pb^{2+} และ Zn^{2+} ทำการไทเทรตย้อนกลับเพื่อหา EDTA ที่เหลือด้วยสารละลายมาตรฐานปรอทอมูมิ CaCO_3 โดยควบคุมสารละลายให้มี pH 10 และใช้อิริโอโครมเบลคที (EBT) เป็นอินดิเคเตอร์ จะทำให้ทราบปริมาณรวมของทั้งตะกั่วและสังกะสี



รูปที่ 1 โครงสร้างของอิริโอโครมเบลคทีในรูป H_2In^-

๑. ทำตัวเป็น ligand
๒. เป็น N donor ligand



เลขประจำตัวสอบ.....

ตอนที่ 1 การหาปริมาณตะกั่วโดยการไทเทรตแบบไอโอโดเมตรี (11 คะแนน)

วิธีทดลอง

1. ปิ่เปิดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 25.00 mL ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ HOAc/NaOAc pH 5 ปริมาตร 10 mL คนให้สารละลายผสมกัน
2. ค่อยๆเติมสารละลาย K_2CrO_4 ความเข้มข้น 4 % w/v ปริมาตร 5 mL ลงไปในสารละลายในข้อ 1 พร้อมคนสารละลายเป็นระยะเวลา 5 นาที และ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที เพื่อให้เกิดตะกอนอย่างสมบูรณ์ *นำตะกอนที่เกิดไม่สมบูรณ์ และเติมสารละลายต่อไป*
3. กรองตะกอน $PbCrO_4$ ที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างตะกอนด้วยสารละลาย NaOAc ความเข้มข้น 5% w/v ปริมาตร 25 mL เพื่อกำจัด K_2CrO_4 ที่มากเกินไป *ทิ้งสารละลายที่กรองได้ในขวดเก็บของเสีย*
4. ละลายตะกอนให้หมดด้วยสารละลาย HCl ความเข้มข้น 6 mol/L ปริมาตร 20 mL โดยหยด *นำตะกอนที่ละลายแล้วไป* สารละลายกรดลงบนกระดาษกรอง และตามด้วยน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 20 mL รongรับสารละลายทั้งหมดด้วยขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL ที่สะอาด ได้สารละลายสีเหลืองเข้ม
5. เติมสารละลาย KI ความเข้มข้น 0.20 mol/L ปริมาตร 10 mL ลงในสารละลายในข้อ 4 และเขย่าให้สารละลายผสมกัน ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม
6. นำสารละลายไปไทเทรต หนักด้วยสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ จนได้สารละลายสีน้ำตาลอ่อน แล้วจึงเติมน้ำแข็ง ปริมาตร 2 mL ได้สารละลายสีน้ำเงิน ทำการไทเทรตด้วยสารละลาย $Na_2S_2O_3$ จนถึงจุดยุติสีน้ำเงินหายไป ได้สารละลายใสสีเขียว
7. บันทึกปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรต
8. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง หากค่าเฉลี่ย

สรุปผลการทดลอง

ให้นักเรียนแสดงการหาความเข้มข้นของ Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง ในกระดาษคำตอบ

ข้อ 4. ค่อยๆเติมสารละลาย HCl 6 mol/L ลงในตะกอนที่กรองแล้ว ปริมาตร 20 mL
 ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม และตามด้วยน้ำปราศจากไอออน ปริมาตร 20 mL

เลขประจำตัวสอบ.....

ตอนที่ 2 การหาปริมาณตะกั่วและสังกะสีในสารละลายตัวอย่างโดยการไทเทรตแบบย้อนกลับ (13 คะแนน)
วิธีทดลอง

1. ปิเปิดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เติมสารละลายบัฟเฟอร์ HOAc/NaOAc pH 5 ปริมาตร 10 mL
2. ปิเปิดสารละลาย 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 และเติมอินดิเคอร์แมลลท์ที่ 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+} และ ของ Zn^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง ในกระดาษคำตอบ

คำถามท้ายการทดลองที่ 2 (6 คะแนน)

1. (1 คะแนน) ถ้าไม่ล้างตะกอน และมี K_2CrO_4 เหลืออยู่ จะทำให้ค่าของ Pb^{2+} มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับกับ ค่าของ Pb^{2+} เมื่อล้างตะกอน เพราะเหตุใด
2. (2.25 คะแนน) ในระหว่างการละลายตะกอนของ PbCrO_4 ด้วยกรด HCl ถ้ามีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ตะกอนที่เกิดขึ้นมีสูตรเคมีคืออะไร และการเกิดตะกอนนี้มีผลต่อการหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่าง โดยได้ค่ามากกว่า น้อยกว่า หรือ เท่ากันกับค่าของ 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) ให้อาตรังสีของสารสีแดงที่จุดยุติของการไทเทรต

เลขประจำตัวสอบ.....