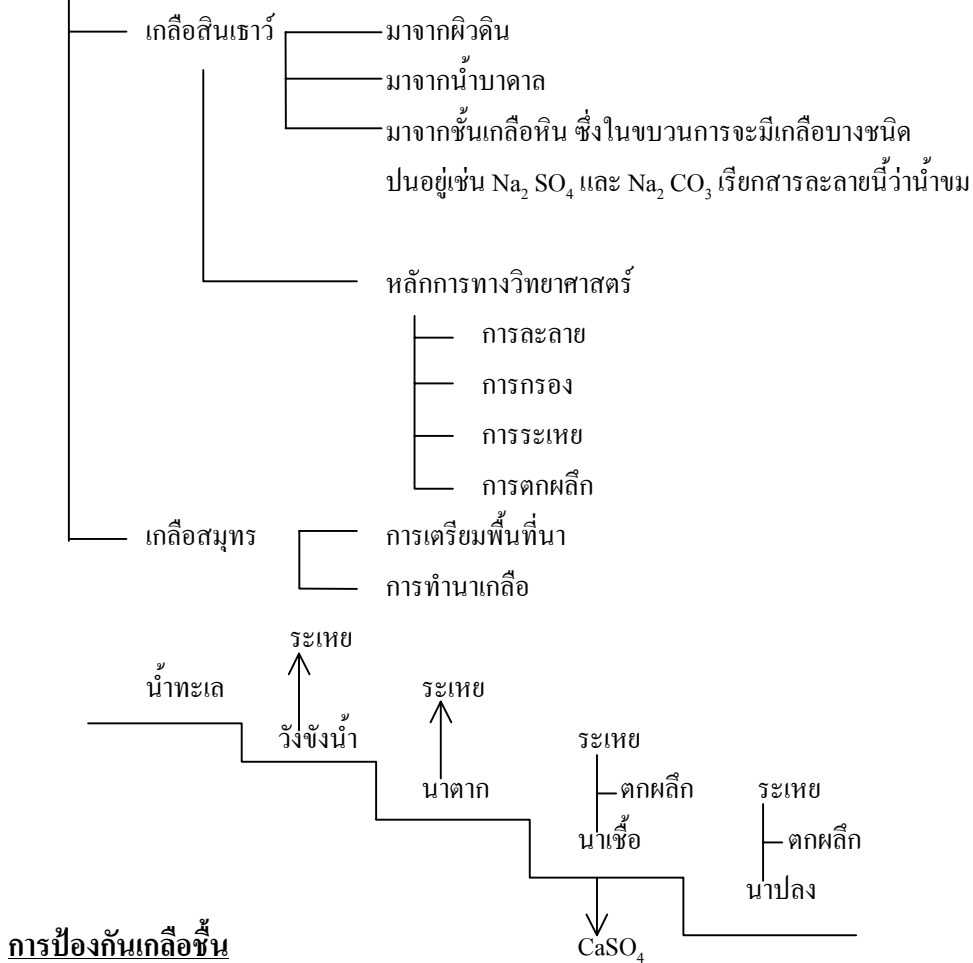


ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม NaCl



การป้องกันเกลือขึ้น

1. เติมปูนขาวลงในนาเชื้อ → เกิดตะกอน $\text{Mg}(\text{OH})_2$
2. ระบายน้ำจากนาเชื้อเข้าสู่นาปลงตลอดเวลาเพื่อมิให้ถึงจุดอิ่มตัวของเกลือ Mg^{2+}

การทำให้ NaCl บริสุทธิ์

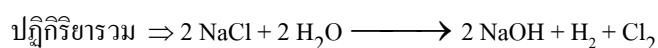
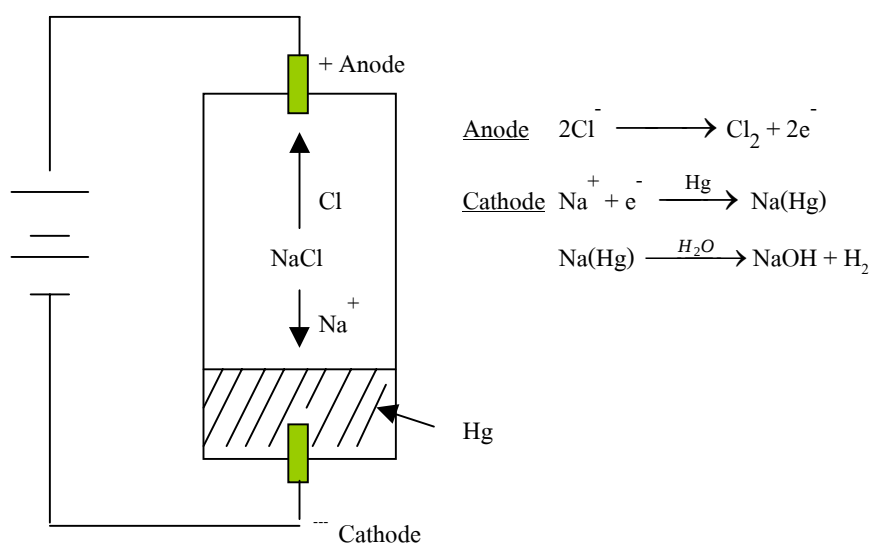
1. เติม NaOH เพื่อกำจัด Mg^{2+} → ตะกอน $\text{Mg}(\text{OH})_2$
2. เติม BaCl_2 เพื่อกำจัด SO_4^{2-} → ตะกอน BaSO_4
3. เติม Na_2CO_3 เพื่อจัด Ca^{2+} และ Ba^{2+} → ตะกอน CaCO_3 , BaCO_3
4. เติม HCl เพื่อกำจัด CO_3^{2-} → $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

การผลิต NaOH จาก NaCl

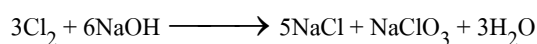
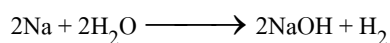
เมื่อนำ NaCl ที่ผลิตได้มาทำการแยกด้วยวิธีการต่าง ๆ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น NaOH H₂ และ Cl₂ ซึ่งสามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ซึ่งวิธีการผลิต NaOH ด้วยกระแสไฟฟ้ามี 3 วิธี

1. การผลิตโดยใช้เซลล์ปรอท
2. การผลิตโดยใช้เซลล์ไดอะแฟรม
3. การผลิตโดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน

การผลิตโดยใช้เซลล์ปรอท

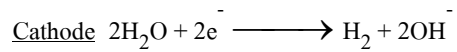
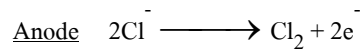
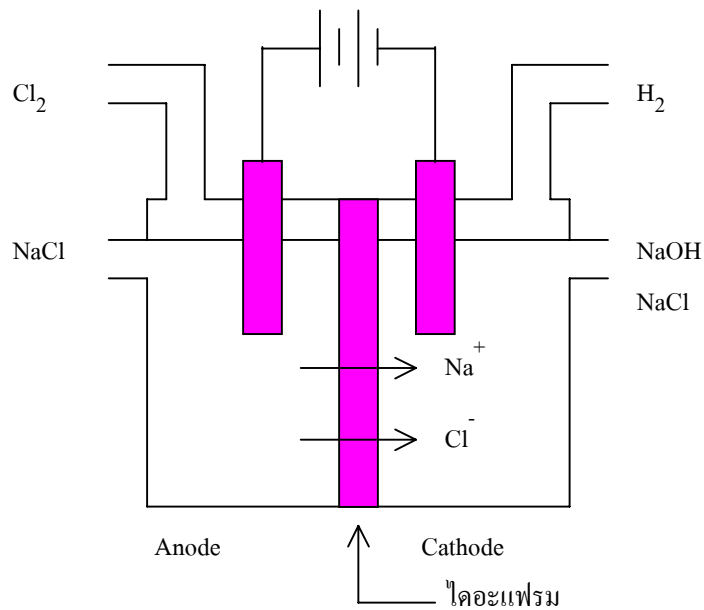


วิธีนี้มี ข้อเสีย คือ มีปรอท (Hg) อยู่ในน้ำทิ้ง แต่ก็มี ข้อดี ของการใช้ปรอท คือป้องกันมิให้โลหะ Na ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับน้ำทันที หรือป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์บางชนิดทำปฏิกิริยากัน ดังสมการ



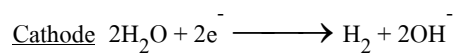
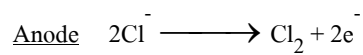
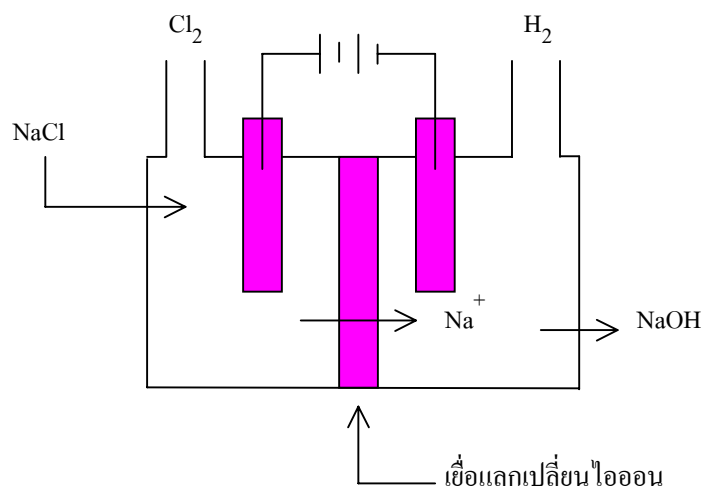
การผลิตโดยใช้เซลล์ไดอะแฟรม

มีลักษณะเป็นแผ่นกั้น ซึ่งมีคุณสมบัติยอมให้ไอออนต่าง ๆ ไหลผ่านได้ แต่ไม่ยอมให้ก๊าซไหลผ่าน เซลล์นี้มีการปรับความดันด้าน Anode มากกว่า Cathode ทำให้ Na⁺ และ Cl⁻ เคลื่อนมาทาง Cathode ทั้งหมดเป็นผลให้ได้ NaOH ที่ไม่บริสุทธิ์ กล่าวคือ จะมี NaCl ปนออกมาด้วย



การผลิตโดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน

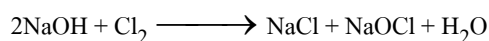
เซลล์ประเภทนี้จะมีเยื่อแลกเปลี่ยนไอออน กล่าวคือ ขอมให้อิออนเคลื่อนที่ผ่านได้ แต่เป็นเฉพาะอิออน บวกเท่านั้นจึงทำให้ Cl^- ไม่สามารถเคลื่อนผ่านได้ ผลที่เกิดขึ้นจะได้ NaOH ที่บริสุทธิ์มาก



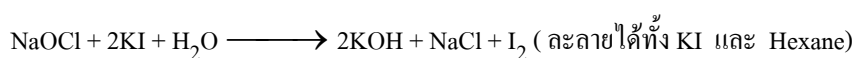
โจทย์ 18 ในการแยก NaCl พบว่าเกิดก๊าซ Cl_2 11.2 ลิตรที่ S.T.P จะมี NaOH เกิดขึ้นกี่กรัม



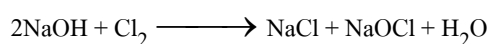
สารฟอกขาว (NaOCl) สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาของ NaOH กับ Cl_2 ดังสมการ



ซึ่ง NaOCl (สารฟอกขาว) สามารถทำปฏิกิริยากับ KI ได้ดังสมการ



โจทย์ 19 เมื่อผ่าน Cl_2 ไปบน NaOH พบว่าได้สารฟอกขาว (NaOCl) ดังสมการ

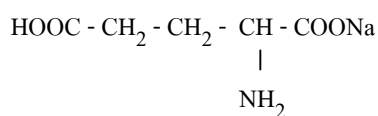


เมื่อใช้ก๊าซคลอรีน 3.01×10^{21} อะตอม จะเกิดสารฟอกขาวกี่กรัม

อุตสาหกรรมผงชูรส

ผงชูรสเป็นเกลือโซเดียมของกรดกลูตามิก มีชื่อย่อว่า M.S.G. (Monosodium glutamate)

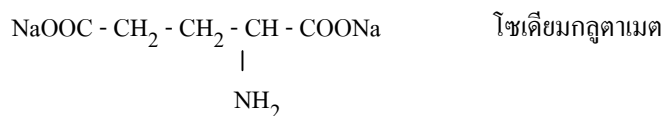
สูตร $\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}$



วัตถุดิบ แป้งมันสำปะหลังหรือโมลาส

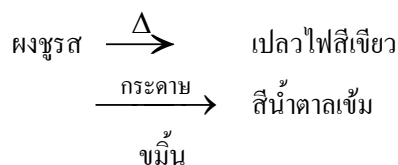
1. แป้งหรือโมลาส $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$ น้ำตาลกลูโคส
2. กลูโคส + ยูเรีย $\xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}}$ แอมโมเนียมกลูตาเมต
3. แอมโมเนียมกลูตาเมต + HCl $\longrightarrow$ กรดกลูตามิก + NH_4Cl (ปุ๋ย N)
4. กรดกลูตามิก + NaOH $\longrightarrow$ M.S.G. + H_2O

จากสมการจะพบว่าการเกิด M.S.G. จะใช้ NaOH 1 โมล แต่ถ้าใช้ NaOH 2 โมล จะได้โซเดียมกลูตาเมต ซึ่งไม่ใช่ผงชูรส

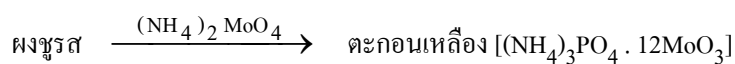


การตรวจสอบผงชูรส

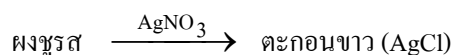
1. Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)



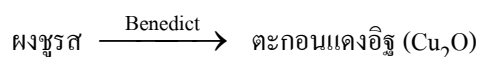
2. Metaphosphate (NaPO_3)



3. NaCl



4. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$



อุตสาหกรรมโซดาแอช

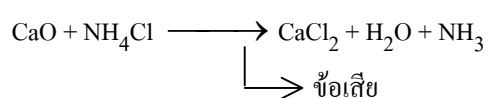
โซดาแอชมีสูตรเคมีเป็น Na_2CO_3 ซึ่งมี CaCO_3 และ NaCl เป็นวัตถุดิบในการเตรียมโดยขบวนการ Solvey process หรือ Soda ammonia ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$
2. $\text{CO}_2 + \text{NaCl} + \text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ (ปฏิกิริยา N)
3. $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

ในบางประเทศอาจใช้ NaOH ทำปฏิกิริยากับ CO_2 โดยตรงได้ผลิตภัณฑ์ NaHCO_3 จากนั้นนำไปเผาต่อ จะได้โซดาแอช

ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่เกิดขึ้นสามารถนำไปรวมตัวกัน จะได้สารบางชนิดซึ่งสามารถนำไปเป็นสารตั้ง

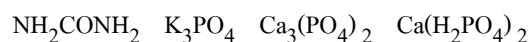
ต้นได้อีก ดังสมการ



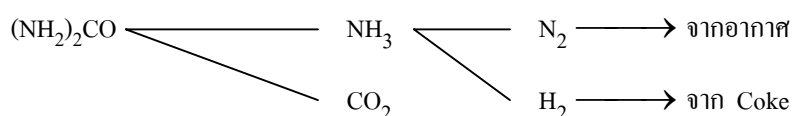
อุตสาหกรรมปุ๋ย

ปุ๋ยโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ชนิด

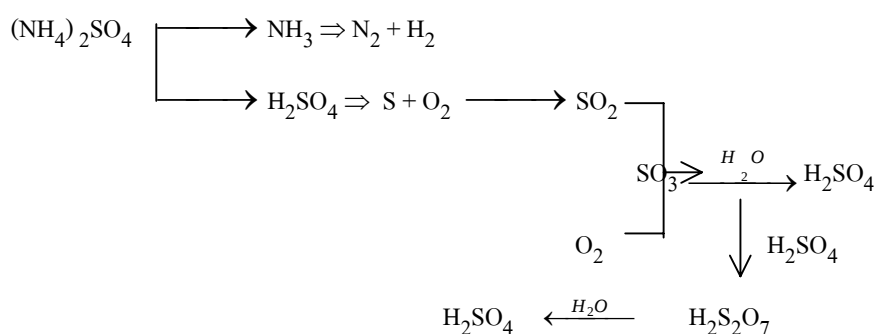
1. ปุ๋ยอินทรีย์ (เทศบาล) ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก
2. ปุ๋ยอนินทรีย์ (เคมี, วิทยาศาสตร์) ได้แก่ NH_4Cl $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



การเตรียมปุ๋ย NH_2CONH_2

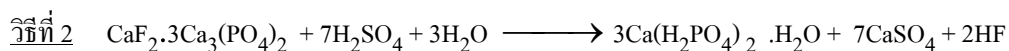
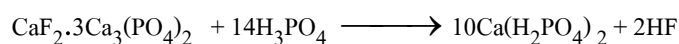
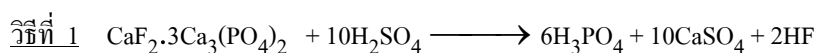


การเตรียมปุ๋ย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

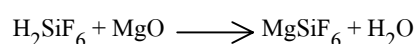
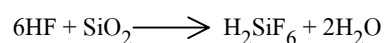


การเตรียมปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$

โดยใช้หินฟอสเฟต $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ มาเตรียมปุ๋ยฟอสเฟตได้ 2 วิธี คือ

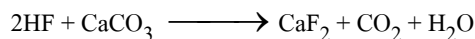
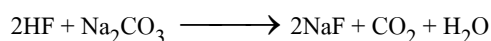


HF ที่เกิดขึ้นจะระเหยกลายเป็นไอง่ายและเป็นพิษ ซึ่ง HF บางส่วนทำปฏิกิริยากับทราย (SiO_2) ที่ปนในหินฟอสเฟตเกิดเป็น SiF_4 ซึ่งรวมกับ H_2O เกิดเป็น H_2SiF_6 อาจทำปฏิกิริยากับ MgO ได้ MgSiF_6 ใช้เป็นยาฆ่าแมลง ดังสมการ



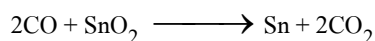
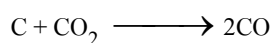
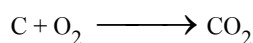
HF ที่เกิดขึ้นในการผลิตจะถูกเก็บโดยผ่านลงในน้ำแล้วทำปฏิกิริยากับ Na_2CO_3 หรือ CaCO_3

ดังสมการ



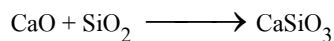
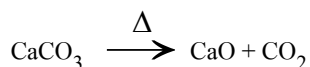
อุตสาหกรรมแร่

แร่ดีบุก (Sn) ดีบุกจะอยู่ในรูปของสินแร่แคซิเทไรต์ (SnO_2) ในการถลุงโดยการนำสินแร่ผสมกับ ถ่านโค้กและหินปูนในอัตราส่วน 20:4:5 โดยนำผลึกใส่ในเตาถลุงแบบนอน ดังสมการ



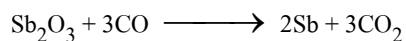
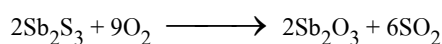
ในสินแร่ดีบุกมักจะมี SiO_2 เจือปนจะรวมกับผลิตภัณฑ์ของหินปูนเกิดเป็นตะกรัน (CaSiO_3)

ดังสมการ



แร่พลวง (Sb) สินแร่พลวงจะอยู่ในสินแร่ 2 ชนิด คือ

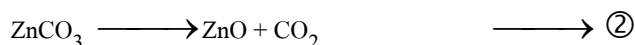
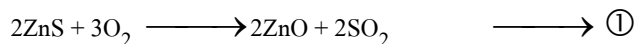
1. สติบไนต์ หรือพลวงเงิน (Sb_2S_3) พบส่วนมาก นำมาถลุงโดยวิธีการระเหยหรือย่างแร่
2. สติบโคไนต์ หรือพลวงทอง ($\text{Sb}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)



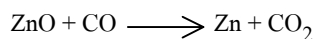
แร่สังกะสี-แคดเมียม (Zn-Cd) สินแร่สังกะสีที่พบมากที่สุด คือ แร่สฟาเลไรต์ (ZnS) นอกจากนี้

อาจจะเป็น ZnO , ZnCO_3 เป็นต้น

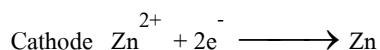
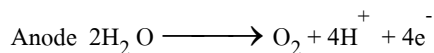
ในการถลุงจะใช้ ZnS และ ZnCO_3 มาทำให้เป็น Oxide ก่อนจากนั้นทำปฏิกิริยากับ CO ได้โลหะ สังกะสีซึ่งอยู่ในรูปของเหลวยังไม่บริสุทธิ์ก็จะมีแคดเมียมกับตะกั่วเจือปนออกมาด้วย ดังสมการ



จาก ① และ ② ทำปฏิกิริยากับ CO



ส่วนในประเทศไทยจะใช้สินแร่สังกะสีทำปฏิกิริยากับกรด H_2SO_4 เกิดเป็น ZnSO_4 ซึ่งมักจะมี CdSO_4 , $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ และ CuSO_4 ปนอยู่ด้วยจึงนำมาทำปฏิกิริยาฟอสฟอไรต์เพื่อให้เกิดเป็น ZnSO_4 ให้หมดจากนั้นแยกตะกอน (Cd, Sb, Cu) และสารละลาย ZnSO_4 ซึ่งนำไปแยกด้วยไฟฟ้าต่อไป ดังสมการ



แร่แทนทาลัม-ไนโอเบียม (Ta-Nb) แร่ทั้งสองชนิดจะพบอยู่ในตะกอนของดินบุก ซึ่งพบว่าทั้ง Ta และ Nb สามารถละลายได้ใน MIBK (Methyl Isobutyl Ketone) จากนั้นไปผ่านขบวนการแยกสุดท้ายจะได้ Nb_2O_5 และ Ta_2O_5 หรือ K_2TaF_7

แร่เซอร์โคเนียม (Zr) Zr จะพบมากในสินแร่เซอร์คอน (ZrSiO_4) ตามแหล่งแร่ดินบุกเมื่อผ่านขบวนการแยกต่าง ๆ สุดท้ายจะได้ในรูปของออกไซด์ (ZrO_2)

ประโยชน์ของแร่ชนิดต่าง ๆ

Sn - ทำตะกั่วบัดกรี

- ฉาบแผ่นเหล็กทำกระป๋องบรรจุอาหาร
- อุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ เครื่องแก้ว ข้อมสึ กระดาษ พิมพ์เขียว
- ผสม Cu ทำทองสัมฤทธิ์
- ผสม Cu และ Sb ได้โลหะผสมคอมพิวเตอรส์ซึ่งทำภาชนะต่าง ๆ

Sb - ผสม Pb และ Sn ทำโลหะตัวพิมพ์

- ผสม Pb ทำแผ่นตะกั่วในแบตเตอรี่
- อุตสาหกรรมยาง สี เซรามิกส์

Zn - ก่อถลุงไฟฟ้า

- เคลือบโลหะ
- ทำโลหะผสม เช่น ผสม Cu ทำทองเหลือง
- อุตสาหกรรมสี ยาและอาหารสัตว์

Cd - ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สีและพลาสติก

Ta - ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร

- โลหะผสมทำเครื่องบิน จรวด ขีปนาวุธ อุปกรณ์เตาปรมาณู ออกไซด์ทำเลนส์

Nb - ผสมเหล็กกล้าทำท่อส่งก๊าซ วัสดุก่อสร้างของโรงงานเคมีทำเลนส์

- Zr - อุตสาหกรรมเซรามิกส์
- ชิ้นส่วนเครื่องยนต์จรวดและไอพ่น
 - ชิ้นส่วนของหัวเทียนรถยนต์
 - อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

โจทย์ 20 ผงชูรส 10 กรัม เมื่อนำมาละลายน้ำแล้วเติม HNO_3 และ AgNO_3 เข้มข้นใน 0.1 M ปรากฏว่ามีตะกอนขาวเกิดขึ้นหนัก 0.287 กรัม จงหาว่าผงชูรสมี NaCl กี่เปอร์เซ็นต์ โดยมวล ($\text{Ag} = 108$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{Na} = 23$)
