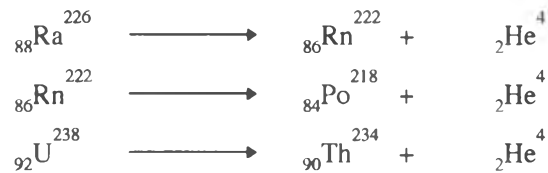


บทที่ 2

อนุภาคแอลฟาและการเกิดรอยบนแผ่นฟิล์ม

2.1 อนุภาคแอลฟา (Alpha particle , ${}_2\text{He}^4$)

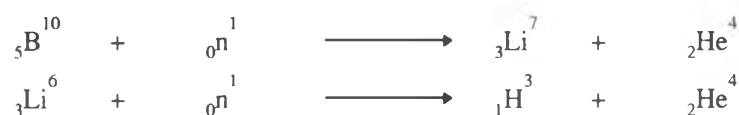
อนุภาคแอลฟา คือนิวเคลียสของอะตอมฮีเลียม ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคของนิวตรอนและโปรตอนอย่างละ 2 อนุภาค มีขนาดประจุเท่ากับบวกสอง ในธรรมชาติทั่วไป อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ เกิดจากการสลายตัวของธาตุที่มีเลขอะตอม (atomic number) สูงกว่า 81 คือตั้งแต่ บิสมัทขึ้นไปเช่น เรดอน-226 เป็นต้น การสลายตัวให้อนุภาคแอลฟาได้ธาตุใหม่ที่มีเลขอะตอมลดลงไป 2 และมีเลขมวล (mass number) ลดลงไป 4 ดังตัวอย่างต่อไปนี้



พลังงานของอนุภาคที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 4-9 MeV. นอกจากนี้อนุภาคแอลฟายังเกิดขึ้นจากปฏิกิริยานิวเคลียร์อื่นๆ อีก เช่นเกิดจากปฏิกิริยา (P, α) ดังตัวอย่างข้างล่าง



เกิดจากปฏิกิริยา (n, α) ดังตัวอย่างข้างล่าง



เกิดจากปฏิกิริยา (d,α) ดังตัวอย่างข้างล่าง



2.1.1 อันตรกิริยา (interaction) ของอนุภาคแอลฟากับสสาร

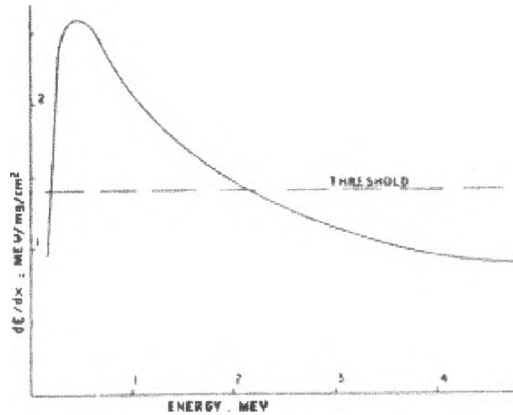
เมื่ออนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางใดๆ จะสูญเสียพลังงานเกือบทั้งหมด ในการชนกับอิเล็กตรอนของตัวกลาง เป็นผลทำให้เกิดไอออน และความโลด (ionization and excitation) การสูญเสียพลังงานดังกล่าวเป็นไปอย่างรวดเร็ว อนุภาคแอลฟาจึงมีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ อนุภาคแอลฟาจะรวมกับอิเล็กตรอนกลายเป็นอะตอมที่เป็นกลางของฮีเลียม

เนื่องจากอนุภาคแอลฟามีมวลมากเมื่อเทียบกับอิเล็กตรอน ดังนั้นในการชนกับอิเล็กตรอนของตัวกลาง แทบจะไม่ทำให้อนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่หักเหออกจากทิศทางเดิม จึงถือว่าอนุภาคแอลฟามีทางเดินเป็นเส้นตรง

อัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาค ที่มีประจุชนิดหนัก (heavy charged particle) จะเป็นไปตามที่เบเท (Bethe) และบลอช (Bloch) ใหไว้ดังนี้คือ

$$\frac{dE}{dX} = \frac{4\pi e^4 z^2 NZ}{m_0 V^2} \left[\ln \frac{2m_0 V^2}{I} - \ln(1 - \beta^2) - \beta^2 \right] \dots\dots\dots(2.1)^6$$

เมื่อ	$\frac{dE}{dX}$	=	อัตราการสูญเสียพลังงาน
	e	=	ประจุของอิเล็กตรอน
	z	=	เลขอะตอมของอนุภาค
	m_0	=	มวลพัก (rest mass) ของอิเล็กตรอน
	N	=	ความหนาแน่นอะตอมของตัวกลาง
	Z	=	เลขอะตอมของตัวกลาง
	V	=	ความเร็วของอนุภาค
	I	=	ค่าศักย์ของความโลดเฉลี่ย (mean excitation potential)
	β	=	V/c
	c	=	ความเร็วแสงในสุญญากาศ



รูปที่ 2.1¹⁰ อัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาคแอลฟา ในเซตลูโลสในเดรต

สำหรับอนุภาคแอลฟา ที่มีพลังงานจลน์ E MeV จะหาอัตราการสูญเสีย พลังงาน
ในหน่วย MeV/cm ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\frac{dE}{dX} = 3.79 \times 10^{-21} \frac{NZ}{E} \left[\ln \frac{2m_0V^2}{I} - \ln(1 - \beta^2) - \beta^2 \right] \dots\dots\dots(2.2)^8$$

2.1.2 พิสัย (range) ของอนุภาคแอลฟา

พิสัยของอนุภาคแอลฟา หมายถึงระยะทางที่อนุภาคแอลฟาสามารถเคลื่อนที่ได้
ไกลที่สุดในตัวกลาง พิสัยจะแปรผันโดยตรงกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างพิสัยของ
อนุภาคแอลฟาในตัวกลางใดๆ กับในตัวกลางที่เป็นอากาศแห้งที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความ
ดัน 1 บรรยากาศ เป็นไปตามกฎของ แบรกก์-คลีแมน (Bragg-Kleeman rule) ดังต่อไปนี้

$$R = 3.20 \times 10^{-4} \frac{\sqrt{A}}{\rho} R_a \dots\dots\dots(2.3)^8$$

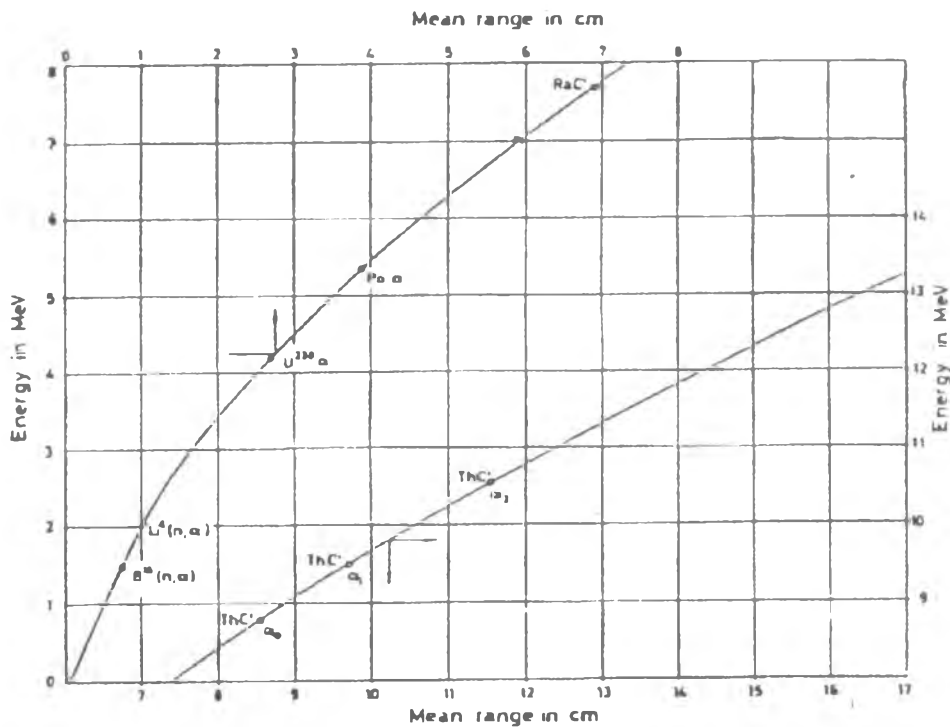
เมื่อ $R =$ พิสัยของอนุภาคแอลฟาในตัวกลางใดๆที่มีความหนาแน่น ρ และเลขมวล A

$R_a =$ พิสัยของอนุภาคแอลฟาในอากาศแห้งที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ ซึ่งอ่านค่าได้จากรูปที่ 2.2 ถ้าตัวกลางเป็นของผสม ต้องใช้ค่า $\sqrt{A_{eff}}$ แทนค่า \sqrt{A}

$$\text{เมื่อ } \sqrt{A_{eff}} = \frac{n_1 A_1 + n_2 A_2 + \dots}{n_1 \sqrt{A_1} + n_2 \sqrt{A_2} + \dots} \dots\dots\dots(2.4)^8$$

$\sqrt{A_{eff}} =$ ค่ายังผลของเลขมวล (effective mass number)

$n_1, n_2, \dots =$ ค่า atomic fraction ของธาตุที่มีเลขมวล A_1, A_2, \dots ในของผสม

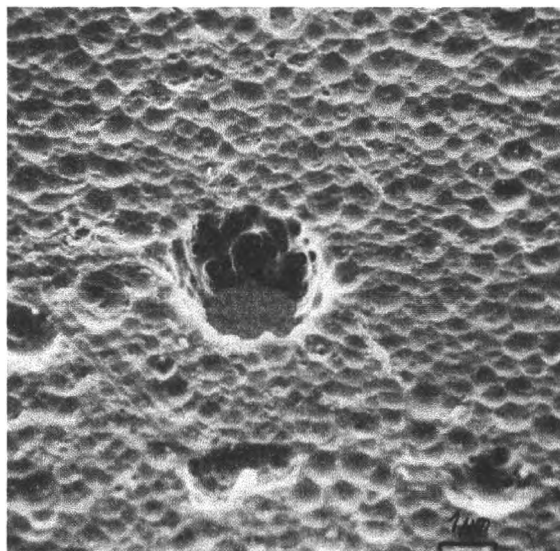


รูปที่ 2.2¹⁰ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของอนุภาคแอลฟา กับ พิสัยในอากาศแห้ง ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ

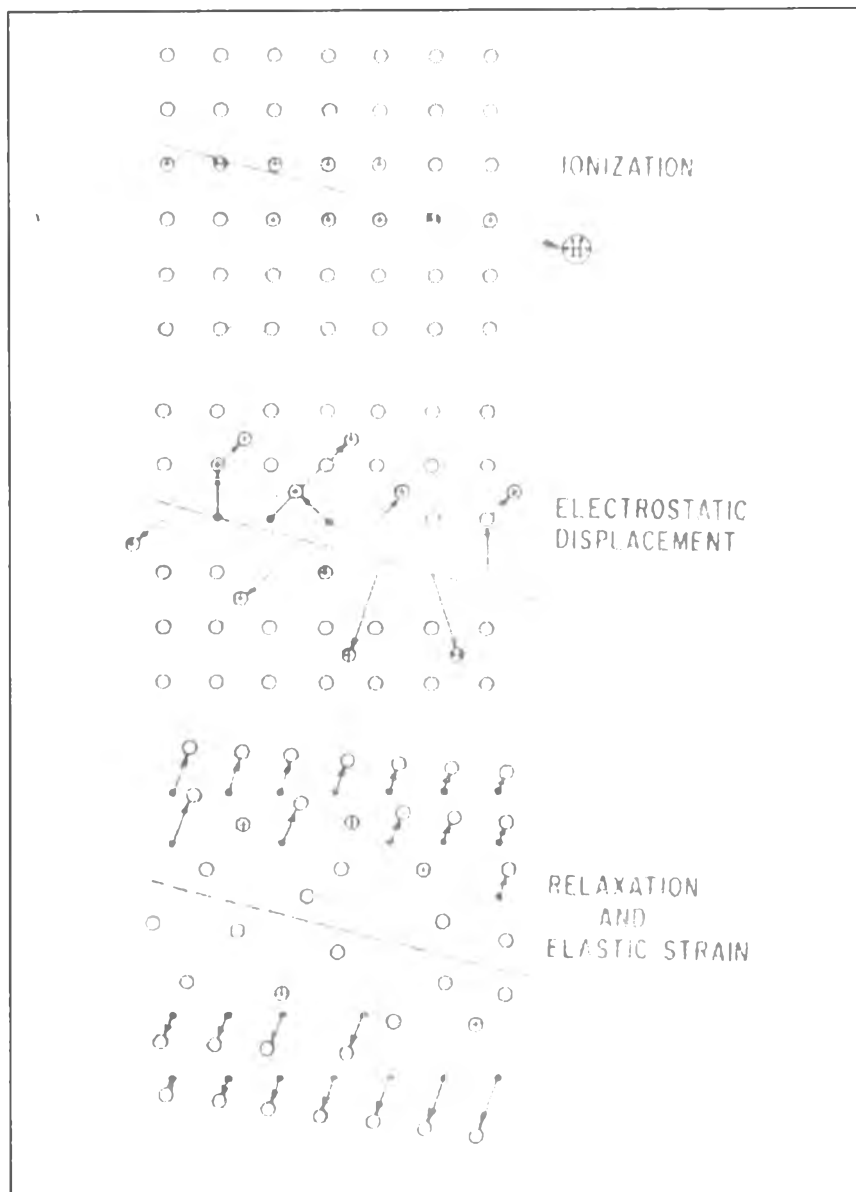
2.2 กลไกการเกิดรอย (Track Formation Mechanism)

มีนักฟิสิกส์ได้ให้คำอธิบายกลไกในการเกิดรอยบนวัสดุตัวกลางไว้ 2 ทฤษฎีคือ

2.2.1 ทฤษฎี “ไอออนเอกซ์ปlosion spike” (ion explosion spike) ซึ่งอธิบายไว้ในปี ค.ศ. 1965 ว่า เมื่ออนุภาคมีประจุวิ่งผ่านเข้าไปในตัวกลาง จะทำให้อะตอมเกิดการสั่น (vibration) ซึ่งถ้าหากมีพลังงานเพียงพอจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจร (ionization) เกิดประจุบวกขึ้นรอบๆ แนวทางที่อนุภาคนั้นเคลื่อนที่ผ่าน อะตอมที่มีประจุบวกเหล่านี้จะผลักกัน ทำให้อะตอมที่มีประจุเคลื่อนที่ไปเบียดกันกับอะตอมที่อยู่ถัดไป ทำให้เกิดความเครียดขึ้น ความเครียดนี้จะแผ่กระจายไปยังอะตอมถัดไปทุกทิศทุกทางทำให้โมเลกุลจัดเรียงตัวกันใหม่ เกิดความสมดุลย์และกลายเป็นช่องว่างเกิดขึ้นในบริเวณนั้นจนสามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ขบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้กับสารจำพวกที่เป็นฉนวน เช่น แก้ว ไมกา และ พลาสติก เป็นต้น แต่ถ้าเป็นตัวกลางที่เป็นตัวนำที่ดี เช่น โลหะ อะตอมที่กลายเป็นไอออนบวกดังกล่าวจะจับอิเล็กตรอนจากบริเวณรอบๆ ทำให้อะตอมนั้นกลายเป็นกลางกลับคืนสู่สภาพเดิมไม่เกิดช่องว่างขึ้น



รูปที่ 2.3⁷ รอยอนุภาคแอลฟาเดี่ยวถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน



รูปที่ 2.4⁷ การเกิดรอยของอนุภาคตามทฤษฎีไอออนเอกซ์โปรชันสไปค์

จากรูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นขั้นตอนการเกิดรอยอนุภาคตามลำดับขั้นคือ

- ก. ขั้นที่ 1 เกิดไอออนในเซชันหลังจากอนุภาคมีประจุวิ่งผ่าน
- ข. ขั้นที่ 2 อะตอมที่อยู่ถัดไปถูกชนและถูกแทนที่
- ค. ขั้นที่ 3 เกิดความเครียดแผ่กระจายกว้างออกไป

2.2.2 ทฤษฎี อิเล็กทรอนิกส์เทอร์มาลสไปค (electronic thermal spike) อธิบายได้ว่า เมื่ออนุภาคที่มีประจุ วิ่งผ่านวัตถุตัวกลางใดๆ จะคายพลังงานให้กับวัตถุตัวกลางที่วิ่งผ่านเกิดเป็นความร้อนขึ้น ในกรณีที่วัตถุตัวกลางเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ความร้อนที่เกิดขึ้นจะแผ่กระจายออกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้บริเวณนี้มีอุณหภูมิไม่สูงขึ้นมากนัก แต่สำหรับตัวกลางที่เป็นตัวนำความร้อนที่เลว ความร้อนที่เกิดขึ้นจะแผ่กระจายออกไปได้น้อยและช้า ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นสูงมากพอที่จะทำให้โครงสร้างของตัวกลาง ในบริเวณนั้นถูกทำลายไป เป็นผลให้เกิดรอยขึ้น

จากทฤษฎี ทั้งสองข้างต้น สรุปได้ว่าการเกิดรอยบนวัตถุตัวกลางนั้นจะขึ้นกับปัจจัย 2 ประการคือ

1. คุณสมบัติของอนุภาคที่มีประจุ เช่น พลังงาน และ ประจุของอนุภาค
2. คุณสมบัติของตัวกลาง เช่น ชนิดของวัตถุตัวกลางเป็นฉนวน หรือตัวนำความร้อนหรือไม่ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม มากหรือน้อย เป็นต้น

ในการเกิดรอยนี้ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานของอนุภาคที่มีประจุ อนุภาคที่มีประจุต้องถ่ายเทพลังงานให้วัสดุตัวกลางมากกว่าค่าพลังงานวิกฤต (Critical Energy) ของวัสดุนั้นจึงจะปรากฏรอยขึ้น ดังนั้นการที่จะเกิดรอยหรือไม่ จึงขึ้นอยู่กับชนิด และระดับพลังงานของอนุภาคที่มีประจุ และชนิดของวัสดุที่ใช้ (ดังแสดงในตารางที่ 2.1)

รอยในสารพวกโพลีเมอร์เกิดขึ้นได้ง่ายกว่า โดยเพียงแต่อนุภาคที่มีประจุวิ่งผ่านเข้าไปแล้วกระตุ้นอิเล็กตรอนให้มีพลังงานสูงขึ้น ก็จะเป็นการทำลายการยึด (bond) ระหว่างโครงสร้างของโพลีเมอร์นั้น ทำให้เกิดเป็นรอยขึ้น เช่น สารเซลลูโลสในเตรต เซลลูโลสฮาซิทเทท เป็นต้น

อนุภาคไม่มีประจุเช่น นิวตรอนเร็ว ก็สามารถทำให้เกิดรอยได้ ทั้งนี้เพราะ สารเซลลูโลสในเตรต ประกอบด้วย คาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน และ ไฮโดรเจน ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยากับ นิวตรอนเร็ว ปฏิกิริยาที่สำคัญคือการกระเจิงแบบยืดหยุ่น และ การดูดกลืนแล้วให้อนุภาคออกมา เช่น โปรตอน แอลฟา ทำให้เกิดรอยขึ้น

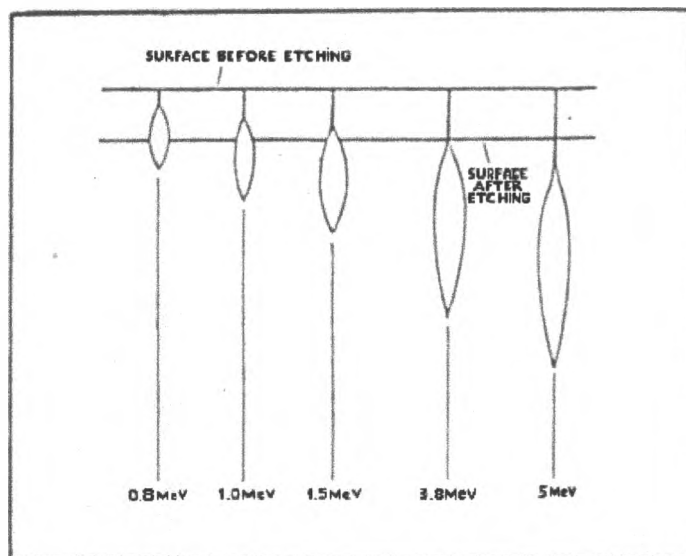
2.3 ลักษณะของรอยอนุภาค

การเกิดรอยอนุภาคบนแผ่นวัสดุบันทึกรอยจะอยู่ในระดับแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานจลน์ของอนุภาค อนุภาคที่มีพลังงานจลน์สูงกว่าจะมีอัตราการสูญเสียพลังงานให้ตัวกลางน้อยกว่าและเมื่ออนุภาคมีพลังงานจลน์ลดลงก็จะมีอัตราการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น จากตารางที่ 2.1 ทราบว่าแผ่นวัสดุบันทึกรอยเซลลูโลสในเตรต จะเกิดรอยอนุภาคขึ้นได้ จะ

ต้องใช้อนุภาคมีประจุคือ โปรตอนที่มีพลังงานจลน์ตั้งแต่ 0.55 MeV. ลงไปนั่นก็หมายความว่าถ้าใช้แผ่นเซลลูโลสไนเตรตแล้ว จะสามารถบันทึกรอยอนุภาคโปรตอนมีพลังงานสูงกว่า 0.55 MeV. ขึ้นไป ก็สามารทำให้เกิดรอยในแผ่นเซลลูโลสไนเตรตได้เช่นกัน แต่จะเป็นช่วงที่อนุภาคโปรตอนสูญเสียพลังงานไปบางส่วนก่อน จนกระทั่งมีพลังงานเหลือ 0.55 MeV. จึงจะเกิดรอยให้เห็นได้ในกรณีเช่นนี้รอยที่เกิดขึ้นจะอยู่ลึกจากผิวของแผ่นวัสดุบันทึกรอยลงไป

เมื่อนำแผ่นวัสดุบันทึกรอยไปกัดรอยในสารละลายเคมีที่เหมาะสมก็จะได้รอยอนุภาคปรากฏขึ้น โดยรอยอนุภาคที่ผิวของแผ่นวัสดุบันทึกรอยจะปรากฏให้เห็นก่อน ส่วนที่อยู่ลึกจะยังไม่ปรากฏให้เห็น เมื่อใช้เวลากัดรอยมากขึ้น รอยอนุภาคที่ผิวหน้าที่มีขนาดเล็กบางรอยจะถูกกัดจนลบเลือนหายไป แต่รอยอนุภาคที่อยู่ลึกลงไปก็จะปรากฏให้เห็นมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งเป็นการกัดรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดขึ้นบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต

ในการกัดรอยสารละลายเคมี จะไปกัดขยายรอยอนุภาคที่บริเวณผิวของแผ่นวัสดุบันทึกรอย จะได้รอยที่มีลักษณะเป็นกรวยที่มีแกนกลางอยู่ในแนวที่อนุภาควิ่งผ่าน ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5¹⁴ แสดงการกัดรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากอนุภาคแอลฟาพลังงานต่างกันบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต CA80 โดยใช้ NaOH 2.5 N เป็นเวลา 20 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 18 °C

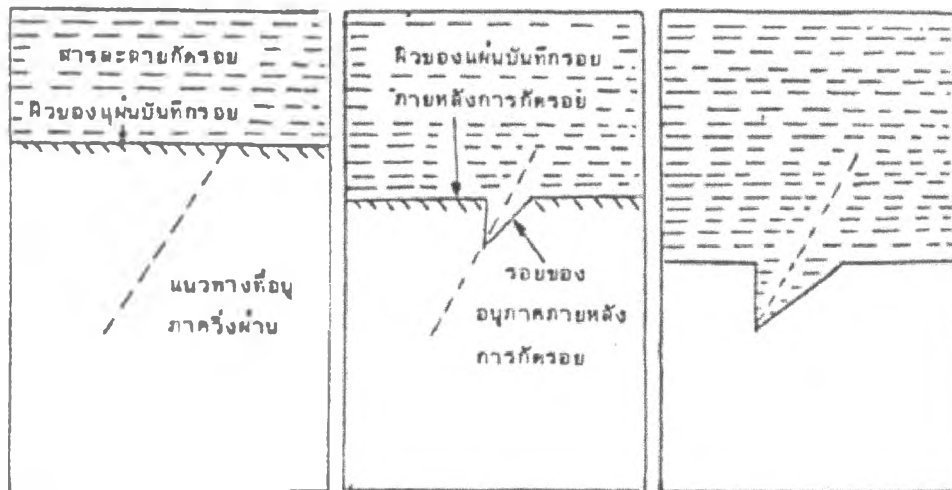
ETCHANTS FOR PLASTICS

Plastic (Trade Names)	Etching Conditions	Reference
amber	30 g $K_2Cr_2O_7$: 50 ml conc. H_2SO_4 , 40 h, 28°C	Uzgis and Fleischer (1971)
cellulose acetate (Kodacel; Triafol T; Cellit)†	1 ml 15% $NaClO$: 2 ml 6.25N $NaOH$, 1 h, 40°C 25 g $NaOH$: 20 g KOH : 4.5 g $KMnO_4$: 90 g H_2O , 2-30 min, 50°C	Price et al. (1971) Somogyi et al. (1968)
cellulose acetate butyrate†	6.25N $NaOH$, 12 min, 70°C	Fleischer et al. (1965d)
cellulose nitrate (Discell; Nixon-Baldwin)†	6.25N $NaOH$, 2-4 h, 23°C	Fleischer et al. (1965b)
cellulose propionate (Cellidor)	28% KOH , 100 min, 60°C	Becker (1969)
cellulose triacetate (Kodacel TA401, unplasticized; Bayer IN)†	1 ml 15% $NaClO$: 2 ml 6.25N $NaOH$, 1 h, 40°C	Price et al. (1970a)
dimethyl siloxane (crosslinked)	25N $NaOH$, 3 min, 115°C	Fleischer and Bergeron (unpub.)
formophenol (ambrolithe, phenoplaste)	6N $NaOH$, 1 h, 40°C; 48% H_2O_2 , 30 sec, 40°C, in sequence	Monnin et al. (1966)
HBpalt (polyester, $C_{17}H_{19}O_2$)	6.25N $NaOH$, 8 min, 70°C	Fleischer et al. (1965a)
ionomeric polyethylene (Surlyn)†	10 g $K_2Cr_2O_7$: 35 ml 30% H_2SO_4 , 1 h 50°C	Besson et al. (1967)
polyamide (H-Film)	$KMnO_4$ (25% aq.), 1.5 h, 100°C 6N $NaOH$ solution	Besson et al. (1967) Fleischer (unpub.)
polyimide	$KMnO_4$ in H_2O	Monnin and Isabelle (1970)
poly 1-4 butylene terephthalate	1 ml 6.25N $NaOH$: 1 ml ethanol, 24 h, 23°C	Fleischer (unpub.)
polycarbonate (Lexan; Makrofol; Merlon; Kimfol)†	6.25N $NaOH$, 20 min, 50°C 6.25N $NaOH$ + 0.4% Benzax ^a , 20 min, 70°C	Fleischer and Price (1963a) Price et al. (1968a)
polyethylene	10 g $K_2Cr_2O_7$: 35 ml 30% H_2SO_4 , 30 min, 85°C	Monnin et al. (1967)
polyethylene terephthalate (Mylar; Chronar; Melinex; Terphane)	6.25N $NaOH$, 10 min, 70°C $KMnO_4$ (25% aq.), 1 h, 55°C	Fleischer and Price (1963a) Monnin et al. (1967)
polymethyl methacrylate (Plexiglas; Lucite)†	sat. $KMnO_4$, 8 min, 85°C	Monnin et al. (1966)
polyoxymethylene (Delrin)	5% $KMnO_4$, 10 h, 60°C	Monnin et al. (1966)
polyphenoxide	$KMnO_4$ (25% aq.), 4 min, 100°C	Besson et al. (1967)
polyphenylene oxide (PPO)	$KMnO_4$ aq., sat., 24 h, 93°C	Fleischer (unpub.)
polypropylene (Cryovac-Y)†	35 ml 30% H_2SO_4 : 10 g Cr_2O_3 , 5 min, 94°C	Besson et al. (1967)
polystyrene	sat. $KMnO_4$, 2.5 h, 85°C 10 g $K_2Cr_2O_7$: 35 ml, 30% H_2SO_4 , 3 h, 85°C	Monnin et al. (1966) Monnin et al. (1967)
polyvinyl acetate (Formvar)	6.25N $NaOH$, 200 h, 23°C	Fleischer (unpub.)
polyvinylaceto-chloride	$KMnO_4$ (25% aq.) 30 min, 100°C	Besson et al. (1967)
polyvinylchloride	sat. $KMnO_4$, 2.5 h, 85°C	Monnin et al. (1966)
polyvinylidene chloride (Saran)	$KMnO_4$ (25% aq.), 2 h, 55°C	Besson et al. (1967)
polyvinyl toluene	$KMnO_4$, sat., aq., 30 min, 100°C	Fleischer and Price (unpub.)
silicone-polycarbonate copolymer	6.25N $NaOH$ 20 min, 50°C	Fleischer et al. (1972b)
siloxane-cellulose copolymer	8N $NaOH$ + -0.1% Dowfax, 3 h, 85°C	Fleischer, Viertel and Holub (unpub.)

^aDow surfactant 2A1, Dowfax, Dow Corning; presaturated with etch products (Peterson, 1970).

†Tracks of low-energy alpha particles can be revealed by etching this plastic.

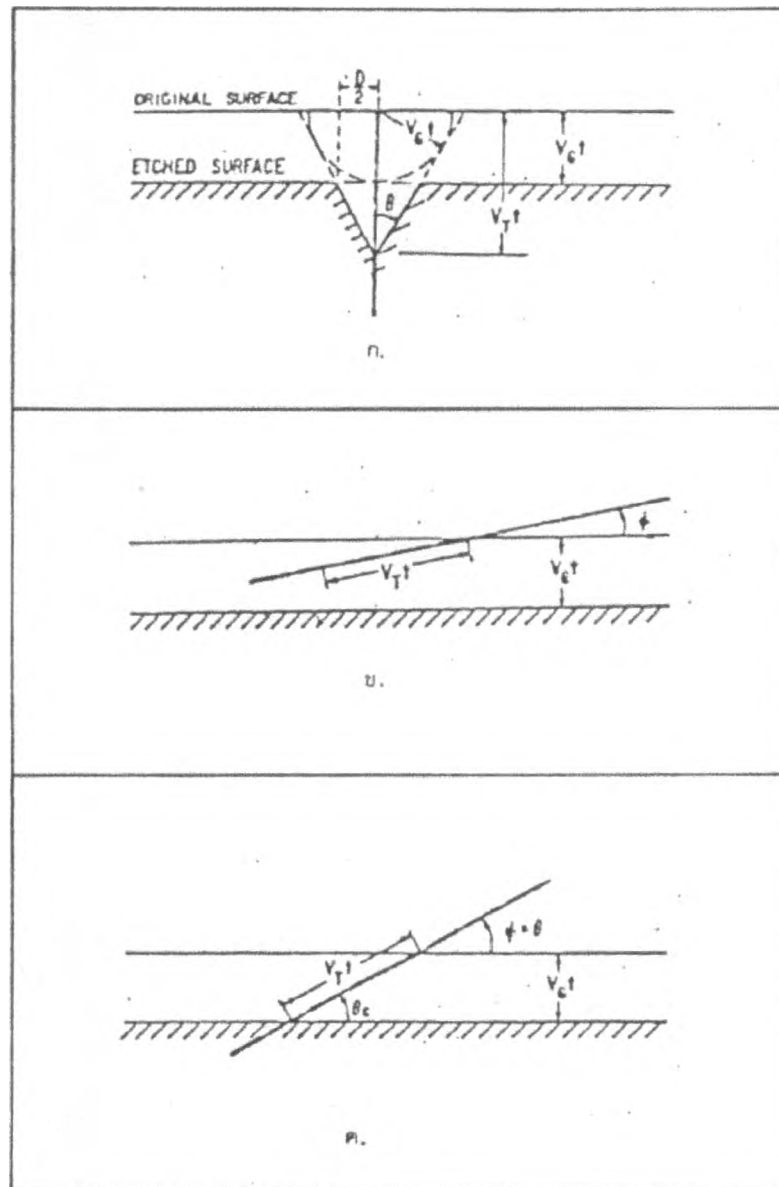
ตารางที่ 2.1° เส้นใยที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับคัดกรองบนวัสดุบันทึกที่รอยรังสีที่เป็นพลาสติก



รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงการกัดกร่อนของอนุภาคบนแผ่นวัสดุบันทึกกรอบ

2.4 การกัดกร่อน (etching)

รอยที่เกิดจาก อนุภาคมีประจุวิ่งผ่านวัสดุตัวกลางมีขนาดเล็กมากจึงต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนซึ่งมีราคาสูง จำเป็นต้องขยายรอยให้ใหญ่ขึ้น โดยการกัดกร่อนด้วยสารละลายเคมีที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายประมาณ 400-600 เท่า การที่จะได้รอยชัดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลายเคมี ความเข้มข้น อุณหภูมิ เวลาในการกัดกร่อน และจะปรากฏรอยหรือไม่หลังการกัดกร่อนขึ้นอยู่กับมุมที่อนุภาคมีประจุทำกับวัสดุตัวกลางนั้นๆ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7⁵ ก. รูปของรอยจะปรากฏเมื่อ $V_T > V_G$ และ $\phi = 90$

ข. รูปของรอยจะหายไปเมื่อ $V_T \sin \phi < V_G$

ค. รูปของรอยจะเริ่มหายไปเมื่อ $V_T \sin \phi = V_G$

จากรูปที่ 2.7 ก. แสดงถึงรอยที่เกิดจากอนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับวัสดุตัวกลาง เมื่อกัดรอยไม่นานนักจะได้รับความสัมพันธ์ของเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาว ดังสมการ

$$L = (V_T - V_G)t \quad \dots\dots\dots(2.5)^9$$

$$D = 2 V_G t (V_T - V_G) (V_T - V_G) \quad \dots\dots\dots(2.6)^9$$

เมื่อ

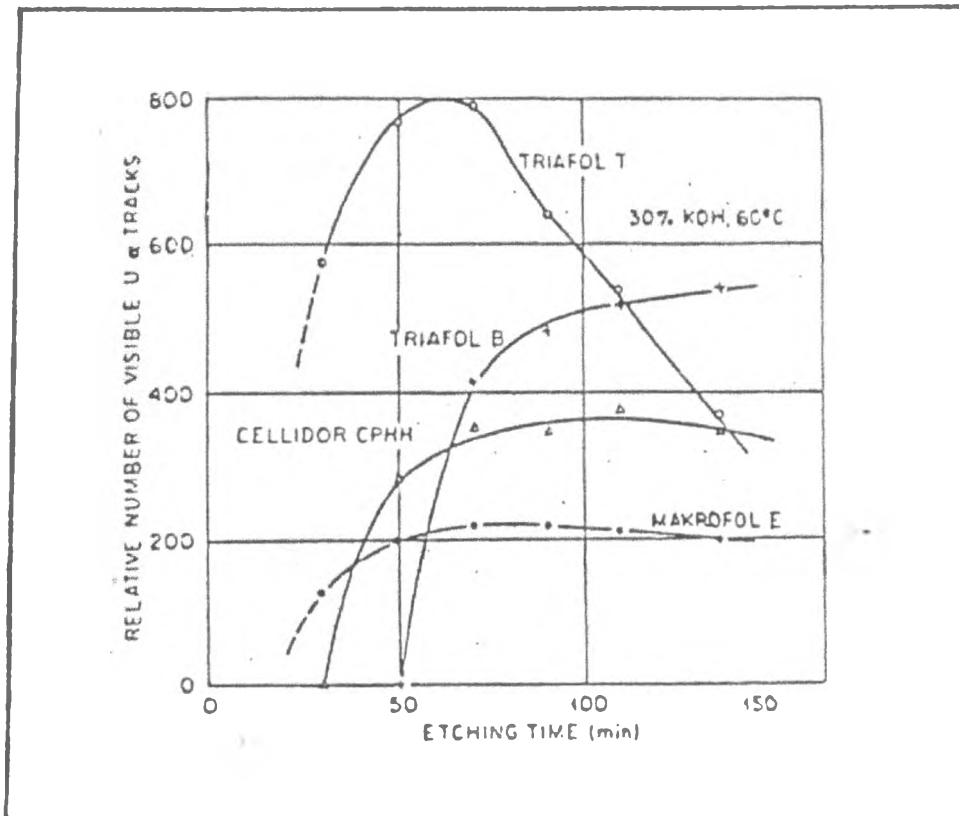
- L = ความยาวของรอยอนุภาคที่เห็นได้
- D = เส้นผ่าศูนย์กลางของรอย
- t = เวลาในการกัดรอย
- V_T = ความเร็วของการกัดรอยตามแนวอนุภาคที่มีประจุ
- V_G = ความเร็วของการกัดรอยตามบริเวณทั่วไป มีค่าคงที่

ค่า $V_G < V_T$ และ V_G / V_T มีค่าคงที่ตลอดเวลาในการกัดและ $1/D$ จะหายไปเมื่อ $V_G = V_T$

รูปที่ 2.7 ข. แสดงรอยที่เกิดจากอนุภาคมีประจุวิ่งทำมุม ϕ กับวัสดุตัวกลาง และมีค่าของ $V_T t \sin \phi$ น้อยกว่า $V_G t$ รอยอนุภาคมีประจุในกรณีนี้จะหายไป เมื่อผ่านการกัดรอยเป็นเวลา t

รูปที่ 2.7 ค. แสดงถึงค่า $V_T t \sin \phi = V_G t$ ซึ่งเป็นจุดที่ รอยเริ่มหายไป

ในการกัดรอยแผ่นวัสดุบันทึกกรอยนั้น สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งของวิธีการแทรก-เอทซ์ ก็คือการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกัดรอย ตารางที่ 2.1 เป็นตารางที่รวบรวมเงื่อนไข ที่ เหมาะสมในการกัดรอยของ พิชชันแฟรกเมนต์ ที่ปรากฏบนวัสดุบันทึกกรอยชนิดต่างๆไว้ สำหรับการกัดรอยอนุภาคที่มีประจุชนิดอื่น สามารถใช้เงื่อนไขในตารางนี้เป็นแนวทางในการหาเงื่อนไขที่เหมาะสม



รูปที่ 2.8⁴ ความสัมพันธ์ของจำนวนรอยสัมผัสกับรอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นวัสดุบันทึกที่รอยชนิดต่างๆ กับเวลาในการกัดรอย โดยใช้สารละลาย KOH 30% ที่ 60° C

2.5 การนับรอย

การนับรอยเป็นการประเมินผลเพื่อดูความหนาแน่นของรอยอนุภาคบนแผ่นวัสดุบันทึกที่รอย วิธีที่ใช้ทั่วไปของการนับรอย สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.5.1. นับด้วยสายตา โดยการนำฟิล์มเซลลูโลสในเตรตมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดาแล้วทำการนับรอยอนุภาคบนพื้นที่คงที่หนึ่งๆ โดยใช้เฮนดเคาน์เตอร์ บันทึกจำนวนนับ

2.5.2. นับด้วยวิธี spark counter เป็นระบบการนับรอยอนุภาคแบบหนึ่งใช้สำหรับนับรอยอนุภาค ที่มีความหนาแน่นต่ำ โดยแผ่นพลาสติกต้องบางมาก ประมาณ 10-20 นาโนเมตร การนับกระทำโดยนำแผ่นวัสดุบันทึกรอยข้างต้น ไปวางบนขั้วไฟฟ้าของสปาร์คเคาน์เตอร์ และมีแผ่นพลาสติกที่เคลือบด้วยอลูมิเนียมวางซ้อนอยู่ด้านบน ใส่แรงดันไฟฟ้า 1000 โวลต์ ทำให้เกิดการสปาร์คผ่านรูในแผ่นพลาสติกไปยังแผ่นไมลาร์ที่เคลือบด้วยอลูมิเนียม ผลจากการสปาร์คจะทำให้เกิดรูบนแผ่นพลาสติก และรอย สปาร์คบนแผ่นไมลาร์ หลังจากนั้นจึงใส่แรงดัน 400 โวลต์ อีกครั้งเพื่อทำการนับรอยอนุภาค ระบบการนับแบบนี้มีประสิทธิภาพการนับประมาณ 95 ± 5 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น²