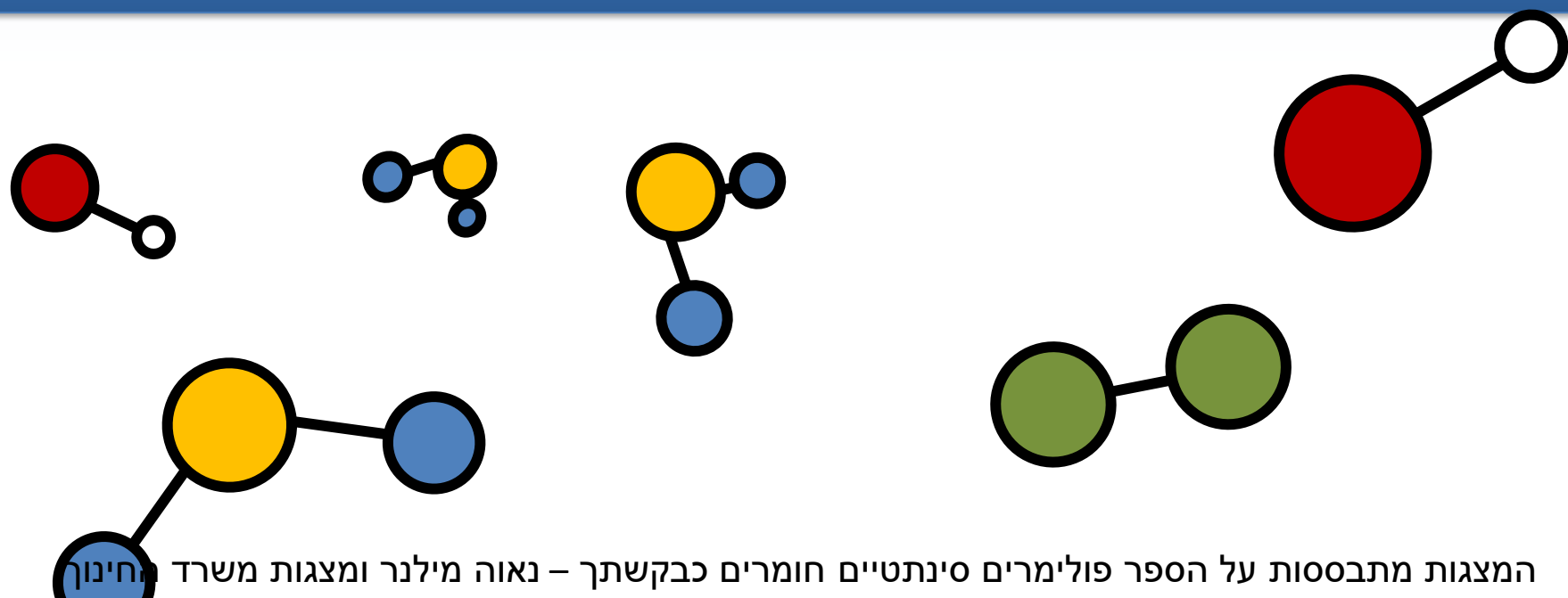


פולימרים 2 – סוגי פילמור



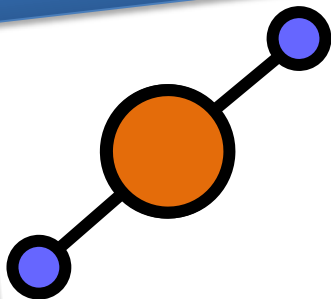
המצגות מתבססות על הספר פולימרים סינתטיים חומרים כבקשתך – נאווה מילנר ומצגות משרד החינוך

פה ניתן להדביק את פוסטר אחת הקבוצות 

פילמור על ידי סיפוח 

פילמור על ידי דחיסה 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?



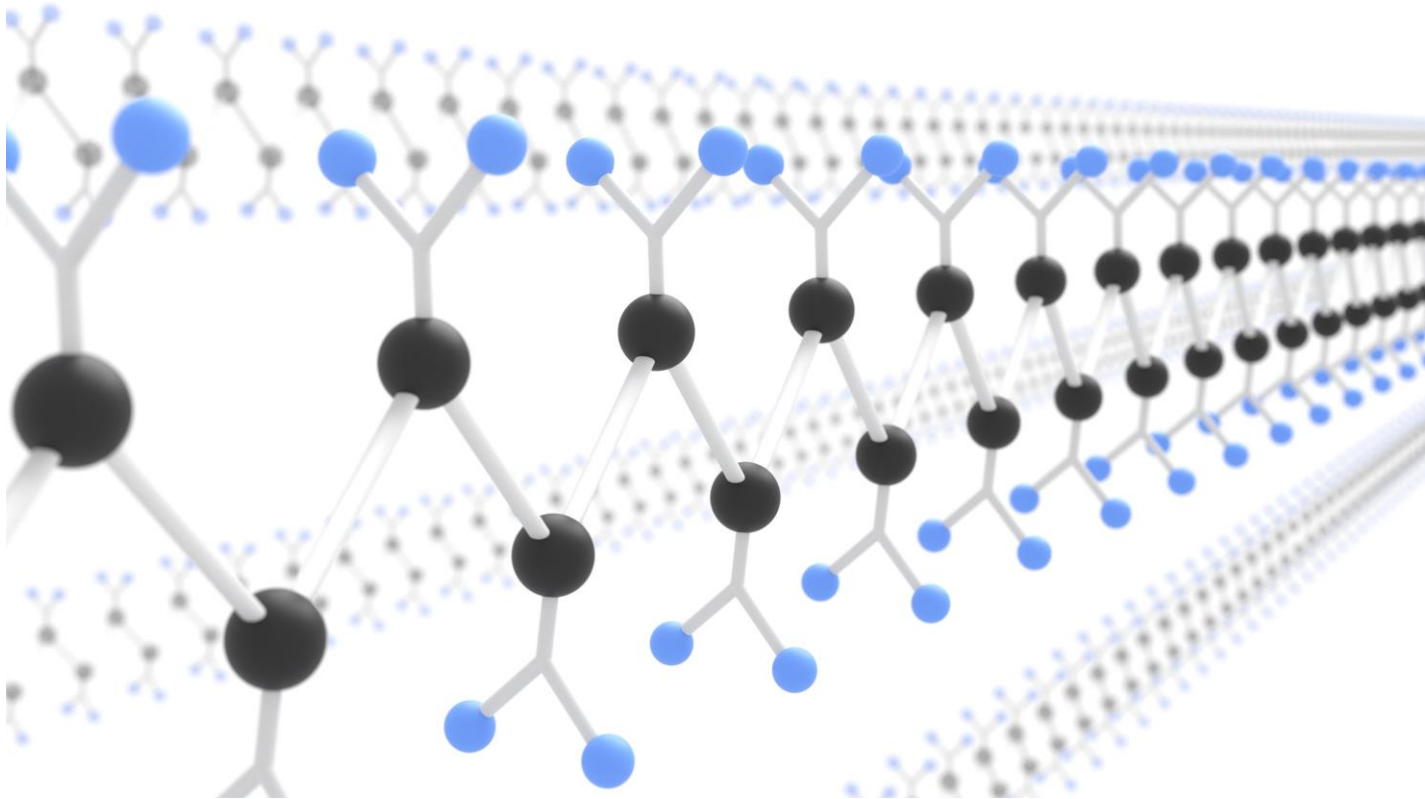
קשר קוולנטי 

מהי מקרומולקולה 

מהו פולימור 

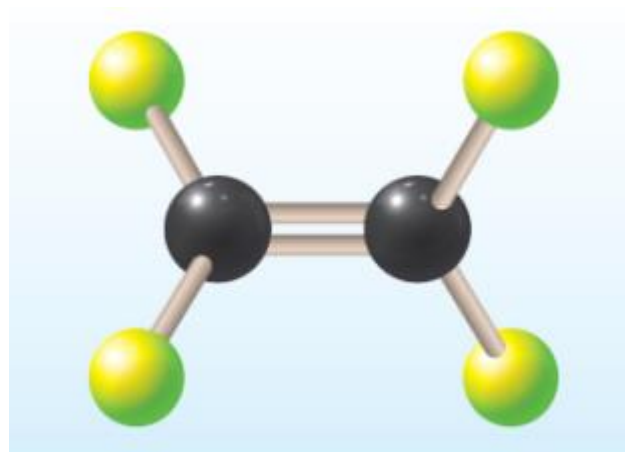
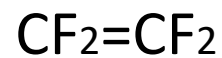
מהו מונומר 

מקרומולקולה המכילה אלפי אטומים המחוברים בקשר קוולנטי, בדרך כלל במבנה של שרשרת.

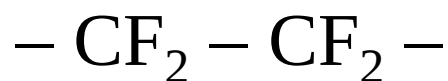


הפולימר מורכב ממולקולות קטנות הנקראות מונומר:

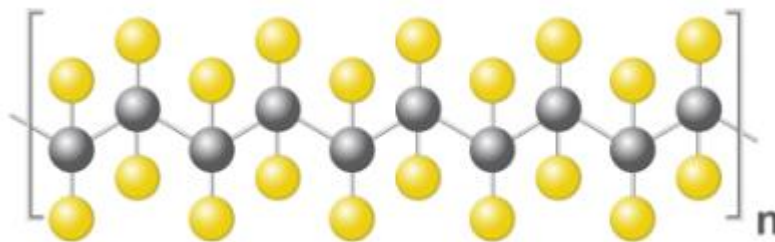
מונומר של פולימר הטפלון:



היחידה החוזרת היא יחידה אחת הנמצאת בפולימר.

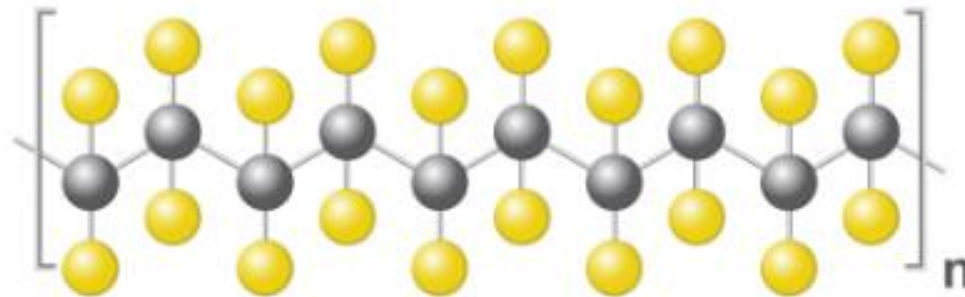
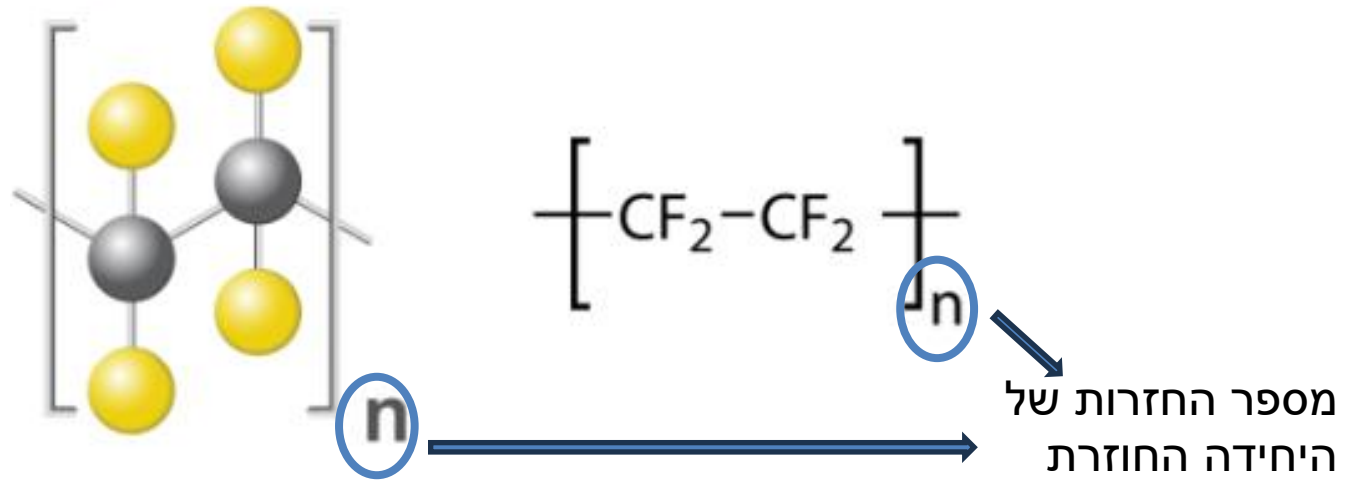


יחידה זאת תחזור על עצמה מספר פעמים ותיצור פולימר הנקרא טפלון.

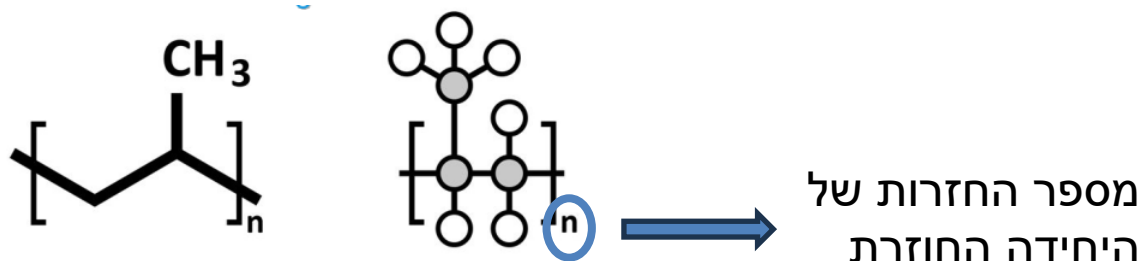


נוסחת המונומר של יחידה חוזרת זאת יהיה: $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$

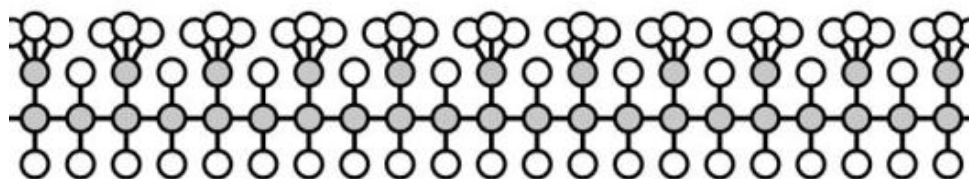
רישום חלקי הפולימר



נוסחת הפולימר:



על מנת ליצור פולימר במעבדה, (פולימר סינטטי) עלינו למצוא דרך לחבר את המולקולות יחדיו. תהליך זה נקרא - **פילמור**



הסימון $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ מייצג:

1. מונומר
2. נוסחת מבנה של פולימר
3. יחידה חוזרת
4. פולימר

הסימון $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ מייצג:

1. מונומר
2. נוסחת מבנה של פולימר
3. יחידה חוזרת
4. פולימר

נתונה יחידה חוזרת $-\text{CH}_2 - \text{CHCl} -$

המונומר ממנו מורכבת היחידה הוא:

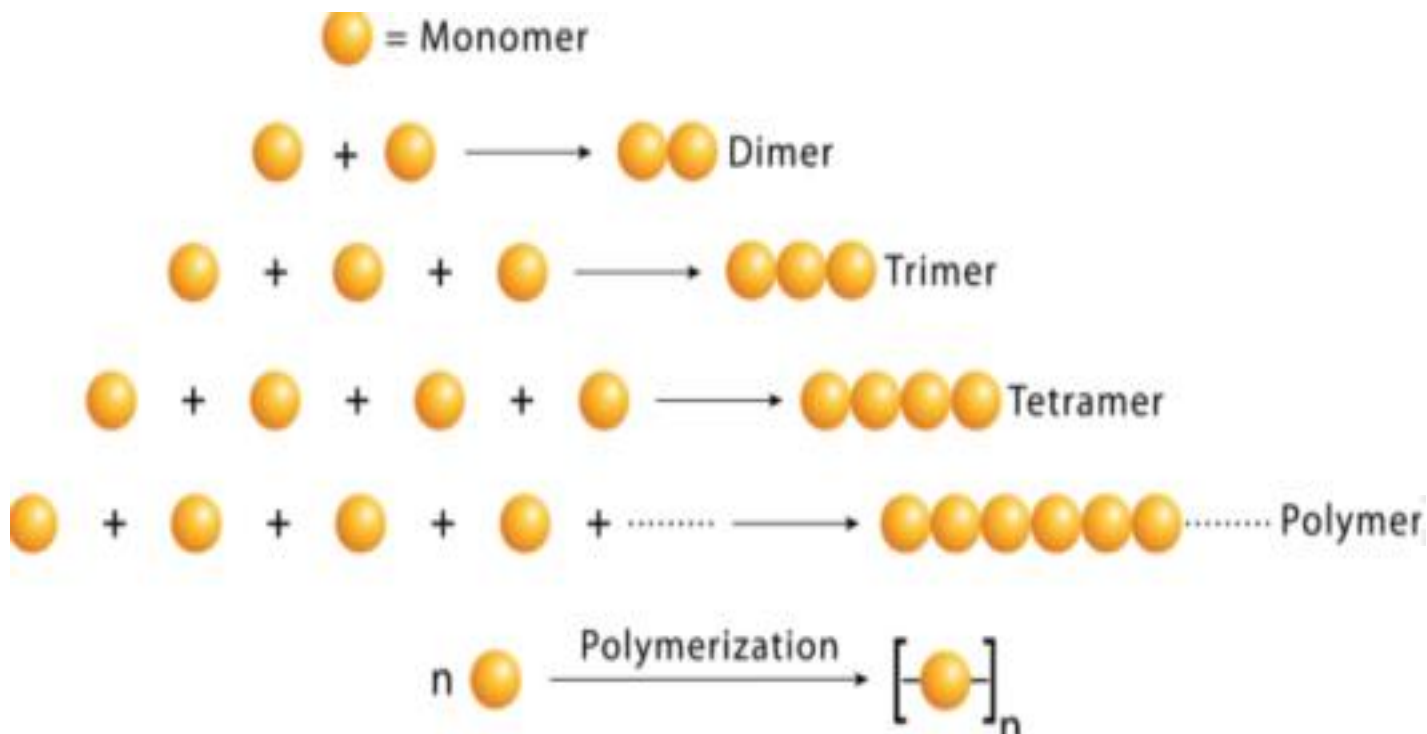


נתונה יחידה חוזרת $-\text{CH}_2 - \text{CHCl} -$

המונומר ממנו מורכבת היחידה הוא:

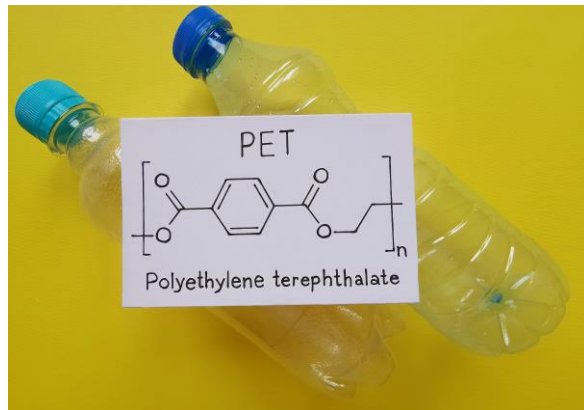


קצת שמות:



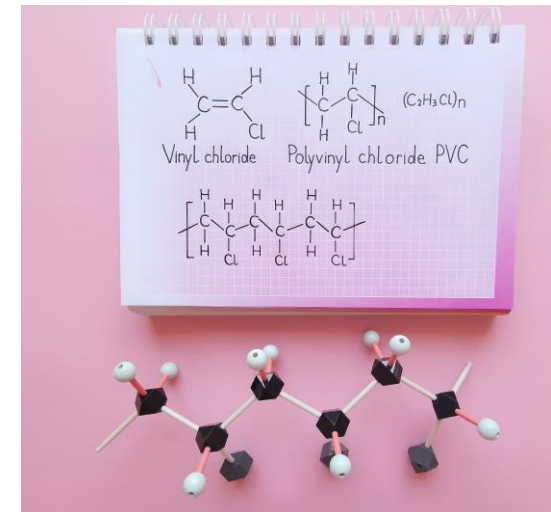
פלמור על ידי דחיסה

כאשר יש 2 קבוצות פונקציונליות
במונומר, מתרחשת דחיסה בין שתי
הקבוצות הפונקציונליות.



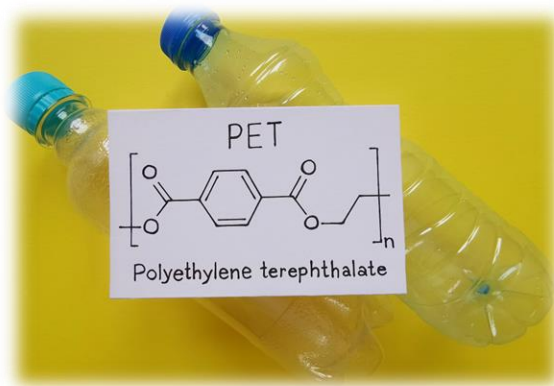
פלמור על ידי סיפוח

במונומר בעל קשר כפול תתקיים
פתיחה של הקשר הכפול ויצירת
קשרים קוולנטים בין היחידות
החוזרות.



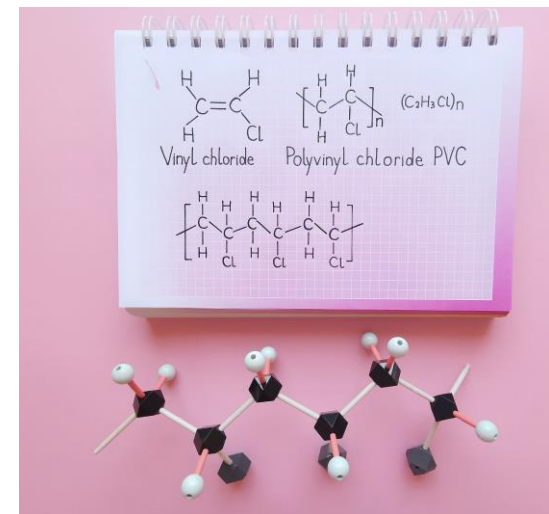
פלמור על ידי דחיסה

כאשר יש 2 קבוצות פונקציונליות
במונומר, מתרחשת דחיסה בין שתי
הקבוצות הפונקציונליות.

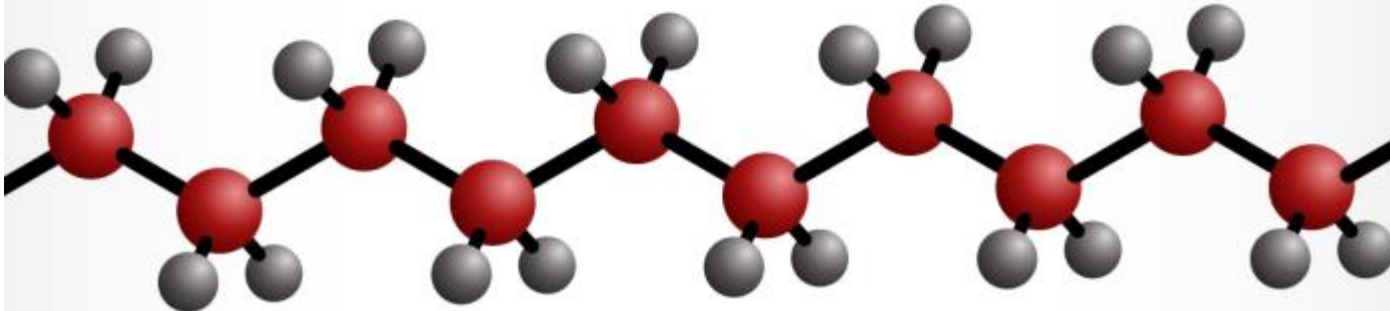
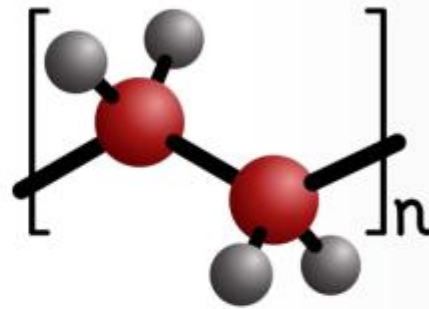
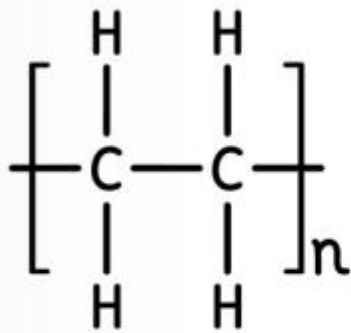


פלמור על ידי סיפוח

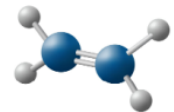
במונומר בעל קשר כפול תתקיים
פתיחה של הקשר הכפול ויצירת
קשרים קוולנטים בין היחידות
החוזרות.



Polyethylene



מונומר של
מולקולת אתן
 $\text{CR}_2=\text{CR}_2$



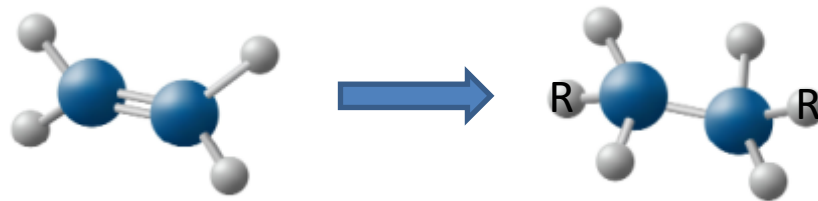
פולימר - פוליאתילן
שהתקבל בתגובת
סיפוח



פתיחת קשר כפול בין שני פחמנים

יצירת קשר קוולנטי חדש על מנת להגיע לרמה אחרונה

מלאה.



קיימים מנגנונים שונים למשל,

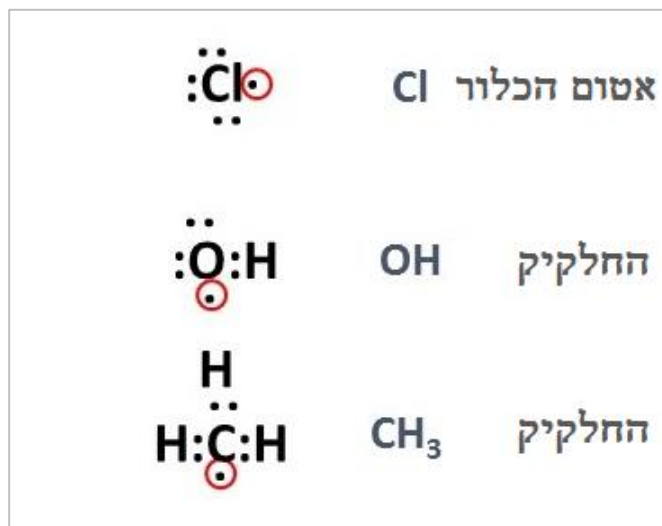
מנגנון רדיקלי, מנגנון יוני קטיוני או אניוני.

תזכורת: רדיקלים חופשיים

רדיקלים חופשיים הם אטומים או קבוצת אטומים המכילים אלקטרונים בלתי מזווגים. חלקיקים אלו הם חלקיקים לא יציבים.

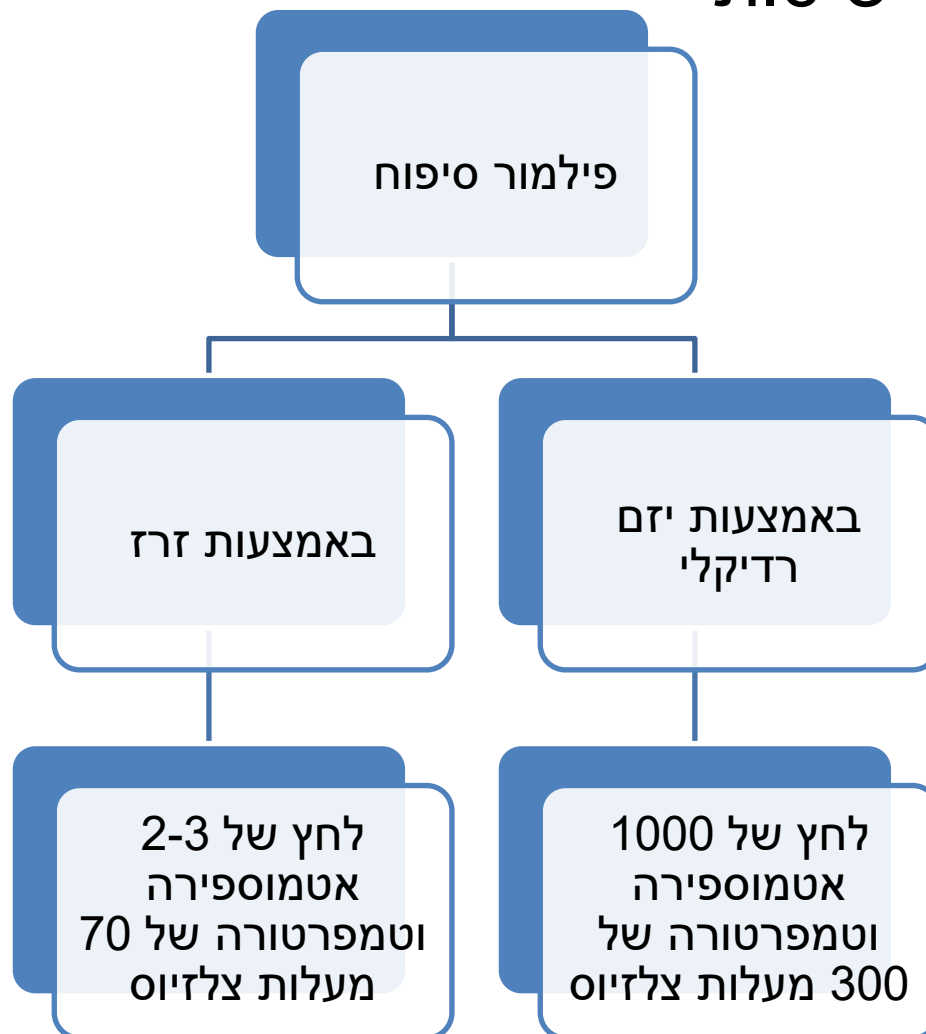
הם **מחמצנים** חזקים. (רדיקל חופשי ימשוך אלקטרון ממולקולה סמוכה אשר תהפוך לרדיקל חופשי שימשוך אלקטרון ממולקולה סמוכה...)

דוגמאות לרדיקלים חופשיים:

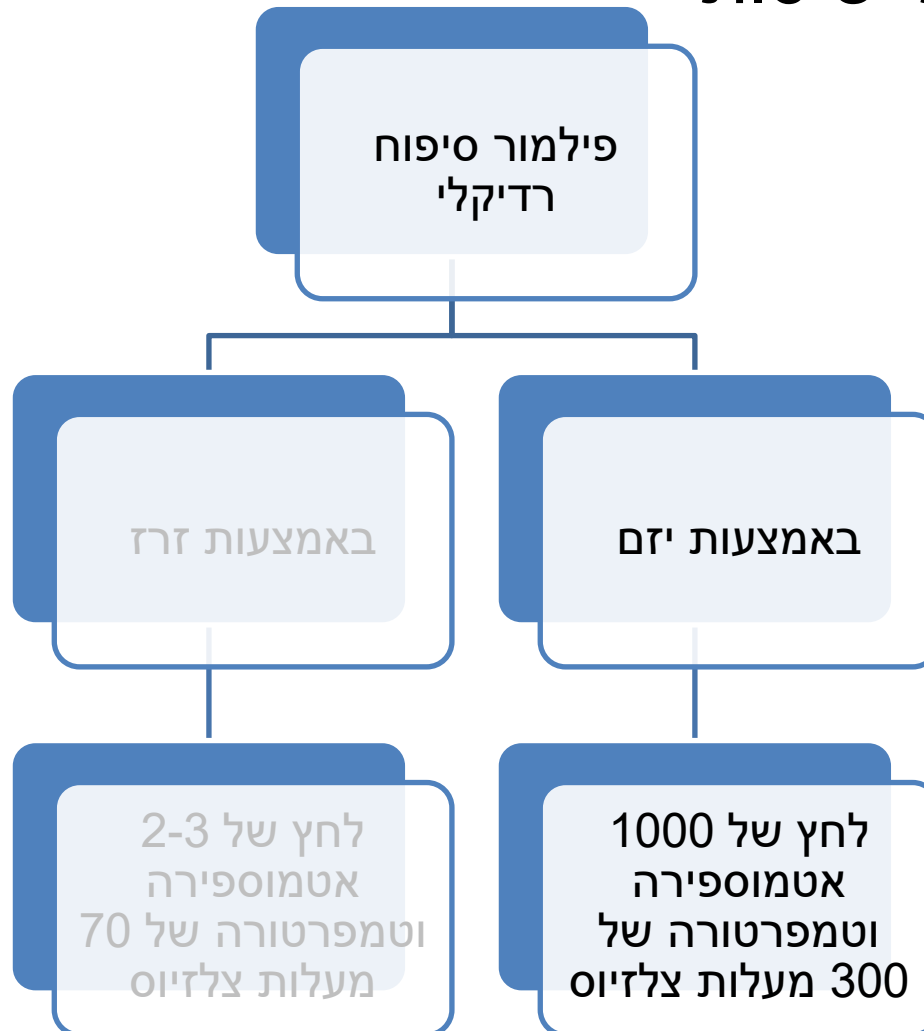


(האלקטרונים הלא-מזווגים מסומנים בעיגול אדום)

נתמקד בשתי שיטות



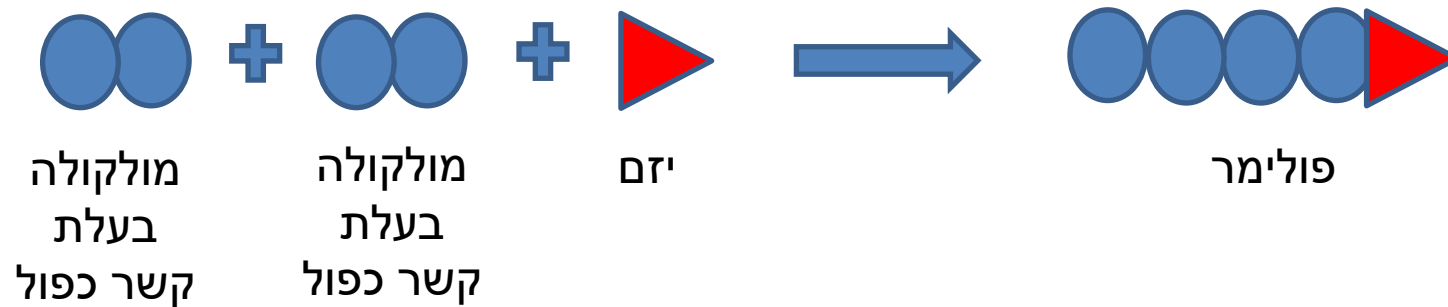
אנו נלמד שתי שיטות 



מהו יזם?

חומר אשר מתחיל את תהליך הפילמור. בסוף תהליך הפילמור החומר נשאר מחובר לתוצר הסופי.

דוגמה:



חומר בעל קשרים קוולנטים חלשים אשר בחימום מתפרק לרדיקלים חופשיים.

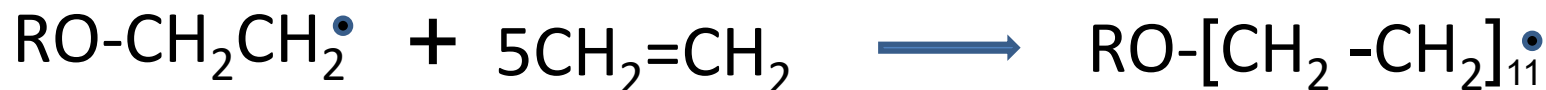
נהוג להשתמש בתרכובות המכילות O-O



הרדיקל הנוצר הוא חלקיק לא יציב ולכן יכול להגיב עם

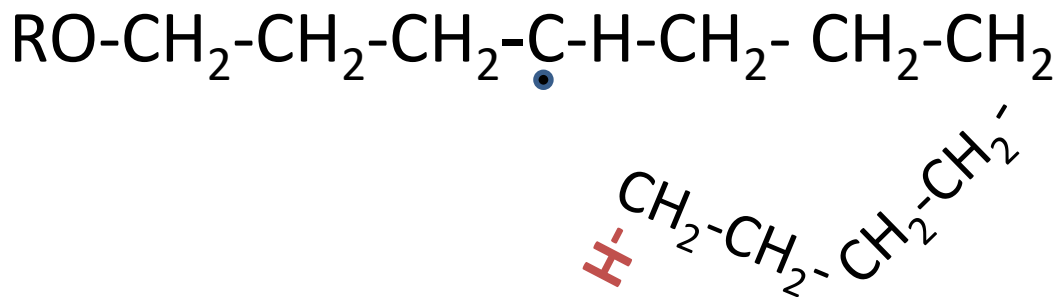
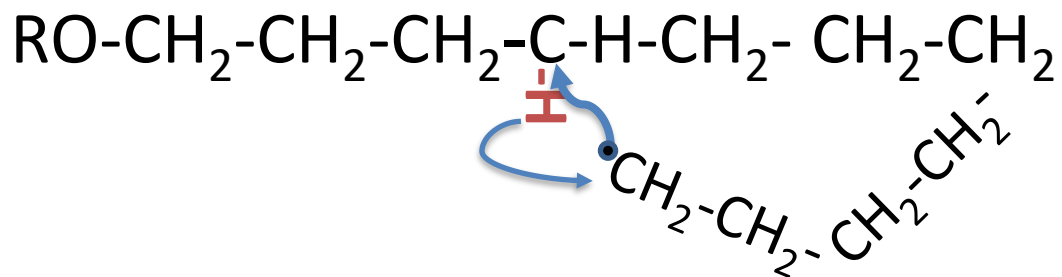
הקשר הכפול במולקולת המונומר.

תגובה עם קשר כפול:



הרדיקל יכול להגיב גם עם קשר C-H ולכן יכולות להיווצר

שרשראות מסועפות



הרדיקל החדש שנוצר ימשיך להגיב עם מולקולות נוספות.

דוגמה לשרשרת מסועפת:



האם הצפיפות של הפולימר (כמה שרשרות צפופות יחדיו)

תהיה גבוהה או נמוכה?

האם הצפיפות של הפולימר (מספר שרשרות צפופות יחדיו)

תהיה גבוהה או נמוכה?



המבנה מקשה על סידור צפוף של השרשרות השונות

ולכן מספר השרשרות בנפח נתון הוא קטן יחסית.

חומר זה נקרא, פוליאיתילן נמוך צפיפות

יזם רדיקלי – סגירת השרשרת

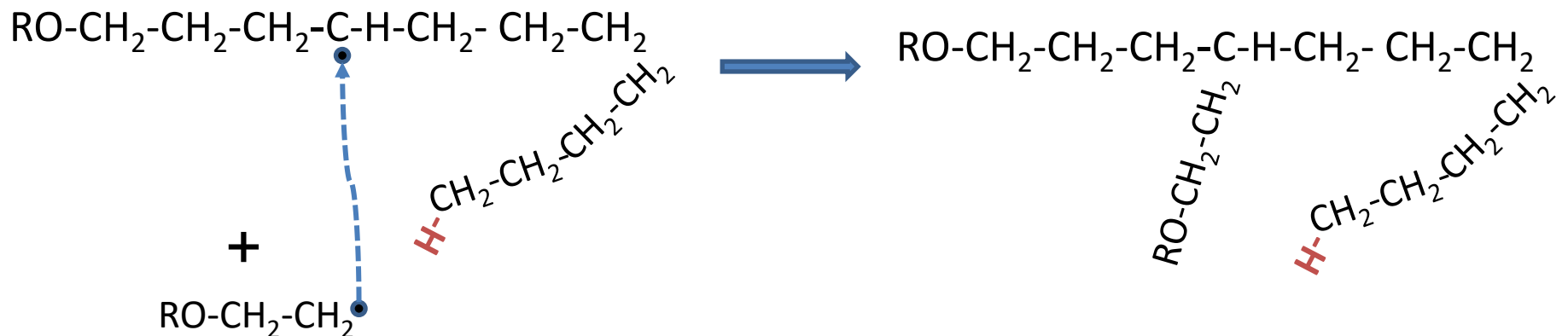
שרשרת הפילמור תסתיים כאשר שני רדיקלים שונים יפגשו

שתי שרשרות נפגשות וכך מתקבלת אותה קבוצת קצה 



הרדיקל ניתק קשר CH ונוצרו הסתעפויות – יהיו קבוצות קצה 

שונות



הכניסו לכלי מונומר ויזם רדיקלי והתרחשה התגובה הבאה:



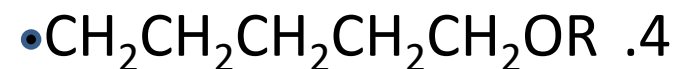
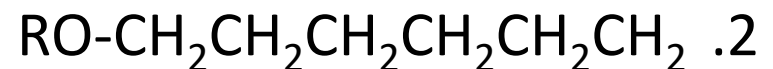
התוצר הסופי יכול להיות:

1. $\text{RO-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$
2. $\text{RO-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$
3. $\text{RO-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{RO}$
4. $\cdot\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{RO}$

הכניסו לכלי מונומר ויזם רדיקלי והתרחשה התגובה הבאה:



התוצר הסופי יכול להיות:



כאשר הפולימר נמוך צפיפות נצפה שנקודת הרתיחה שלו תהיה



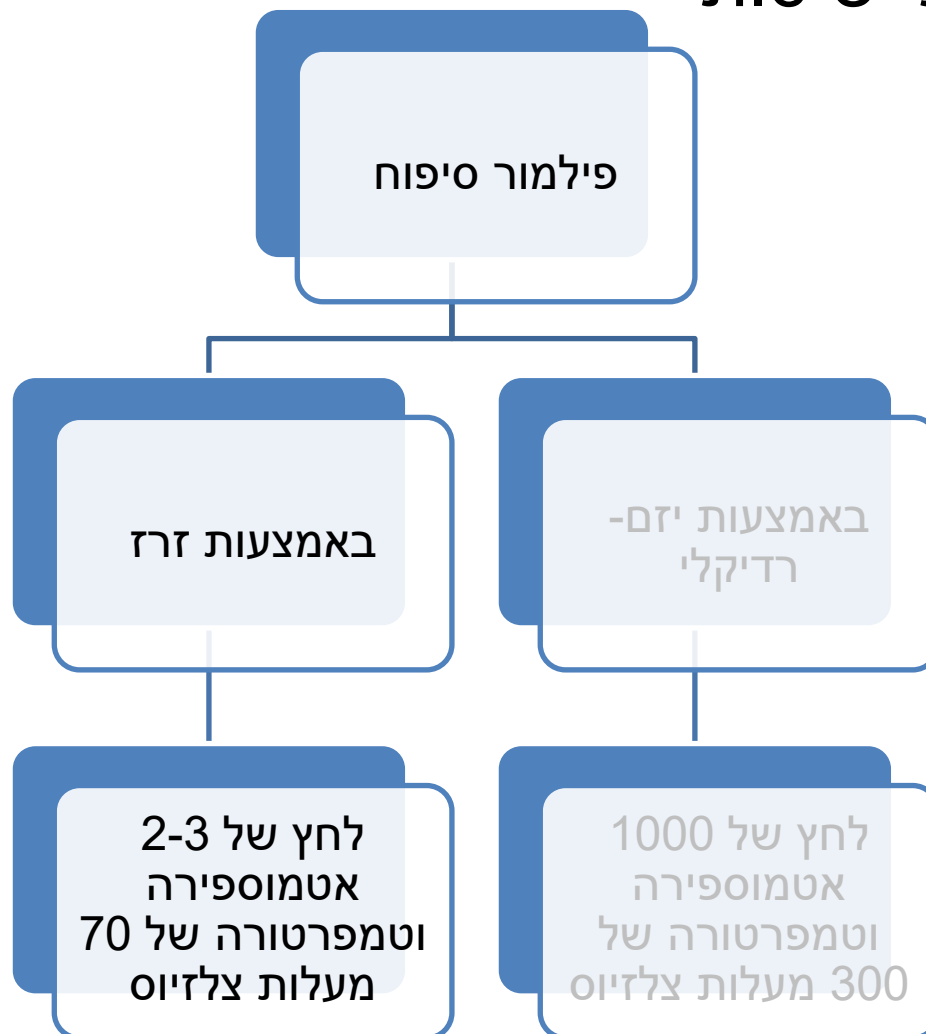
1. נמוכה מפולימר צפוף
 2. גבוהה מפולימר צפוף
 3. הצפיפות אינה משפיעה על נקודת הרתיחה ולכן זהה
- לפולימר צפוף יותר

כאשר הפולימר נמוך צפיפות נצפה שנקודת הרתיחה שלו תהיה



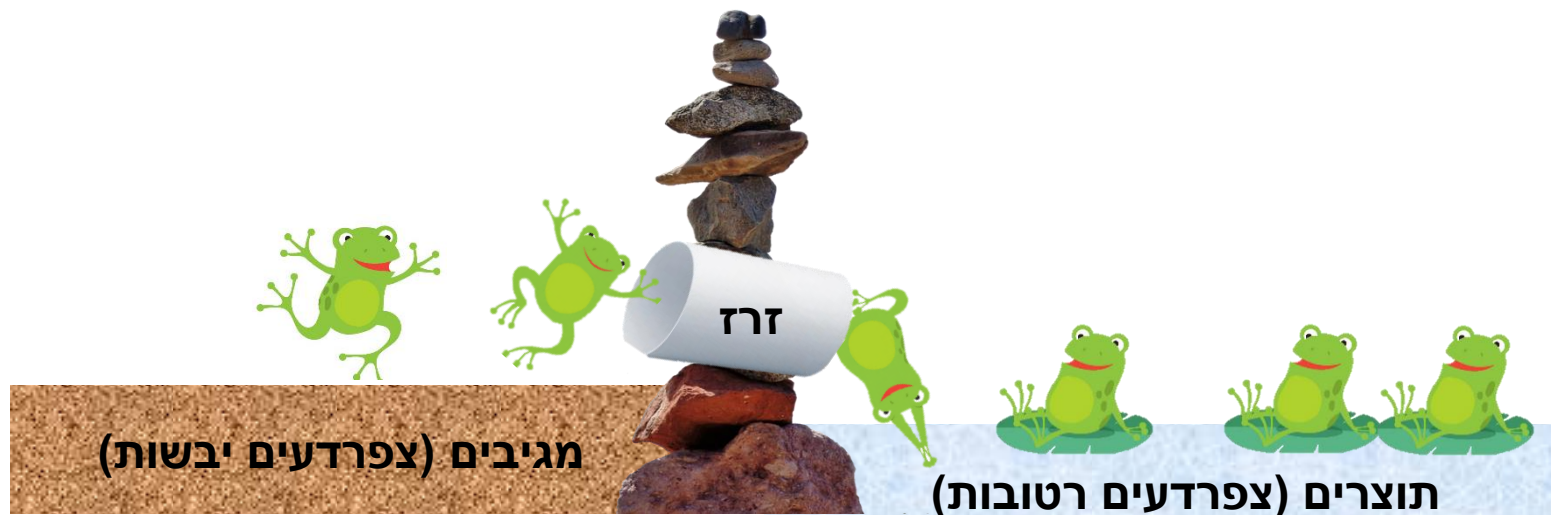
1. נמוכה מפולימר צפוף
2. גבוהה מפולימר צפוף
3. הצפיפות אינה משפיעה על נקודת הרתיחה ולכן זהה לפולימר צפוף יותר

אנו נלמד שתי שיטות 

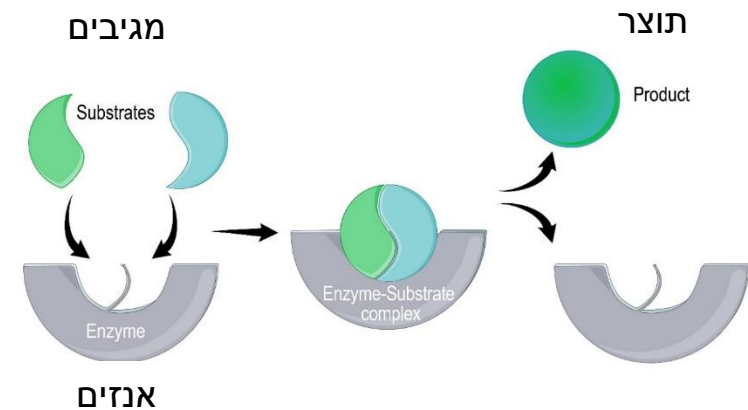
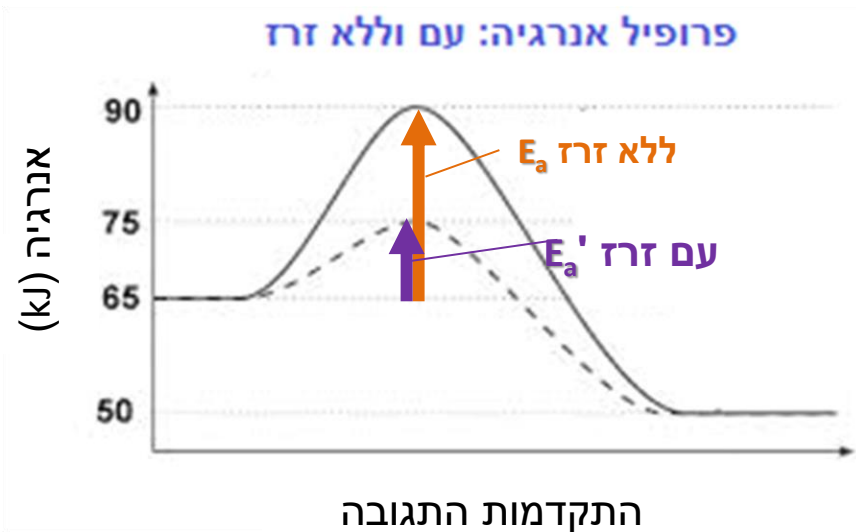


זרז הוא חומר המגביר את קצב התגובה.

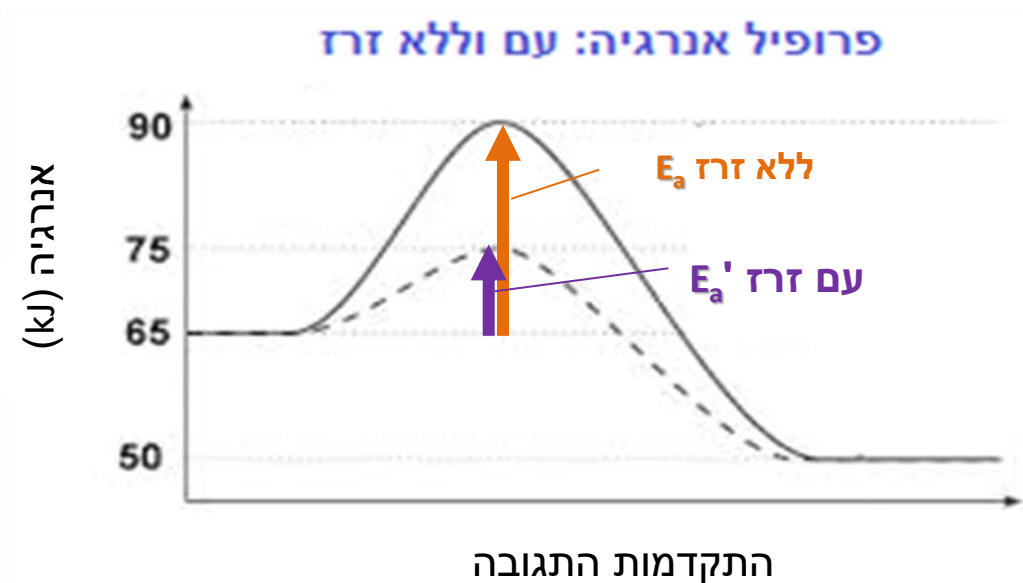
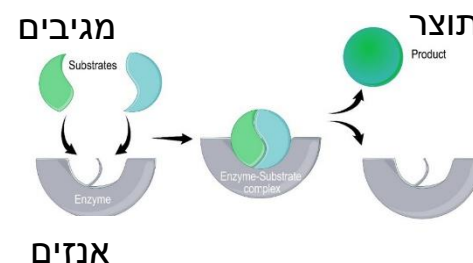
תפקיד זרז הוא להפגיש בין המגיבים על ידי **מנגנון חלופי** למנגנון התגובה הרגיל (ללא הזרז). במנגנון החלופי, התצמיד המשופעל שונה ובעל אנרגיה פנימית נמוכה יותר



הזרז אינו משתתף בתגובה הוא יכול להשתתף ביצירת חומרי ביניים, ואחרי כן להשתחרר חזרה כשאלה הופכים לתוצרים הסופיים.

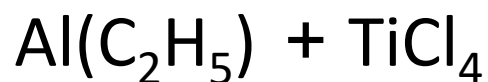


הזרז אינו משתתף בתגובה הוא יכול להשתתף ביצירת חומרי ביניים, ואחרי כן להשתחרר חזרה כשאלה הופכים לתוצרים הסופיים.



בשנות החמישים מצאו ששילוב של אלומיניום תלת אתיל 

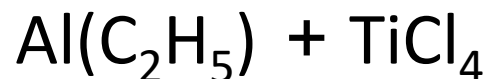
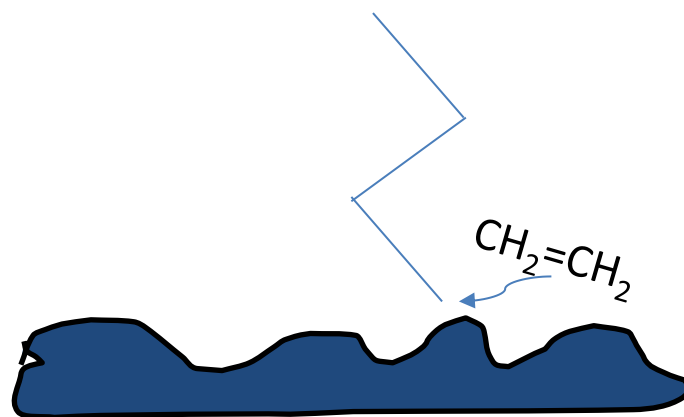
וטיטניום ארבע כלורי יוצר מוצק הפועל כזרז



בשנות החמישים מצאו ששילוב של אלומיניום תלת אתיל 

וטיטניום ארבע כלורי יוצר מוצק הפועל כזרז

הזרז מאפשר יצירת שרשרת ישרה בצפיפות גבוהה של פוליאתילן.

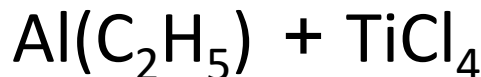
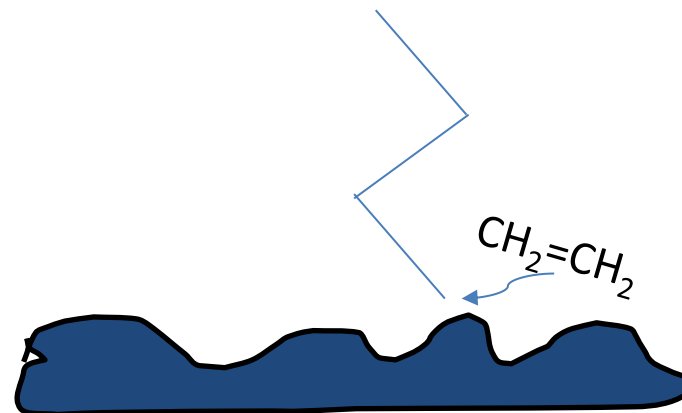


האתילן נקשר אל פני שטח הזרז וכך מתחיל הסיפוח

בתחילת השרשרת. בדרך זו נוצרת שרשרת ישרה – ללא

הסתעפויות מכיוון שחיבור האתילן תמיד מתחיל מהזרז

הנמצא בתחילת השרשרת.



ברצוני ליצור פולימר בעל נקודת היתוך גבוהה, באיזה מנגנון מומלץ להשתמש?

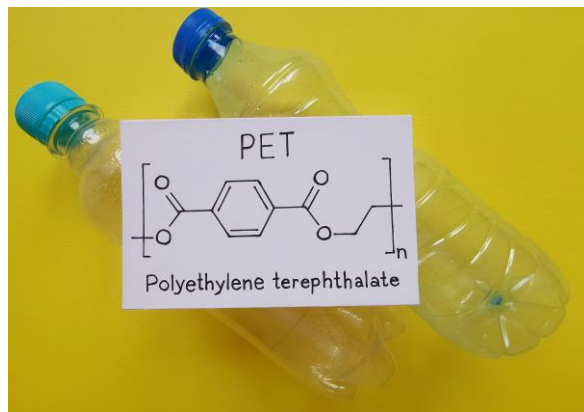
1. סיפוח רדיקלי בו היזם מוכנס בכמות מוגבלת
2. סיפוח באמצעות זרז
3. סיפוח רדיקלי, כאשר מסת ברדיקל גבוהה ממסת המונומר
4. סיפוח באמצעות זרז כאשר מסת הזרז גבוהה משמעותית ממסת המונומר

ברצוני ליצור פולימר בעל נקודת היתוך גבוהה, באיזה מנגנון מומלץ להשתמש?

1. סיפוח רדיקלי בו היזם מוכנס בכמות מוגבלת
2. סיפוח באמצעות זרז
3. סיפוח רדיקלי, כאשר מסת ברדיקל גבוהה ממסת המונומר
4. סיפוח באמצעות זרז כאשר מסת הזרז גבוהה משמעותית ממסת המונומר

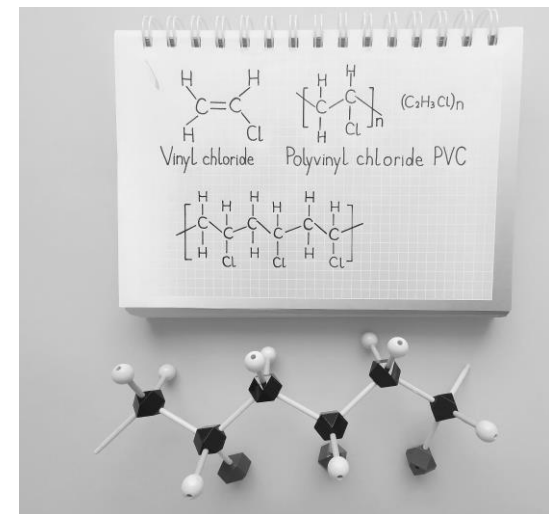
פלמור על ידי דחיסה

כאשר יש 2 קבוצות פונקציונליות
במונומר, מתרחשת דחיסה בין שתי
הקבוצות הפונקציונליות.



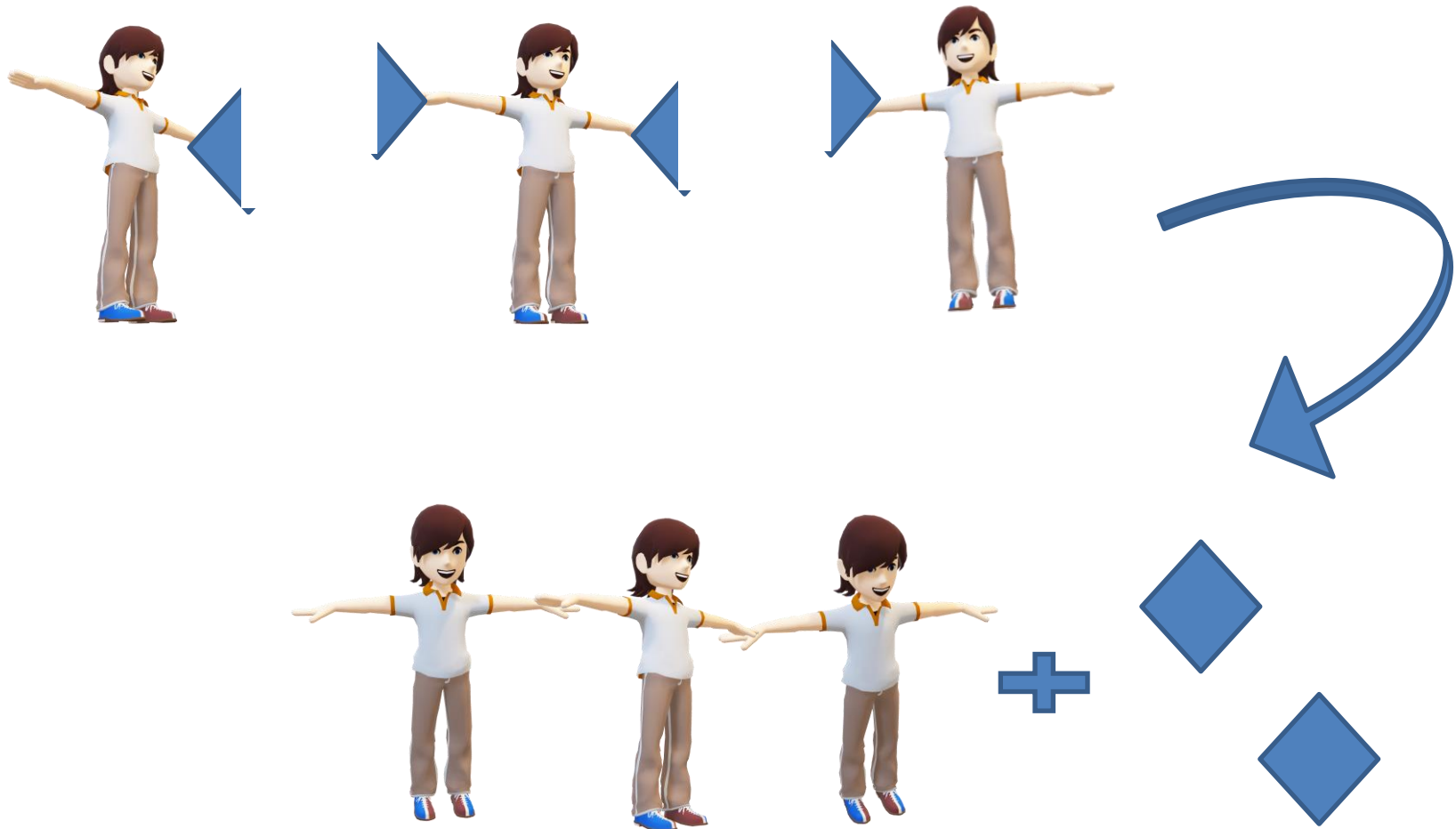
פלמור על ידי סיפוח

במונומר בעל קשר כפול תתקיים
פתיחה של הקשר הכפול ויצירת
קשרים קוולנטים בין היחידות
החוזרות.



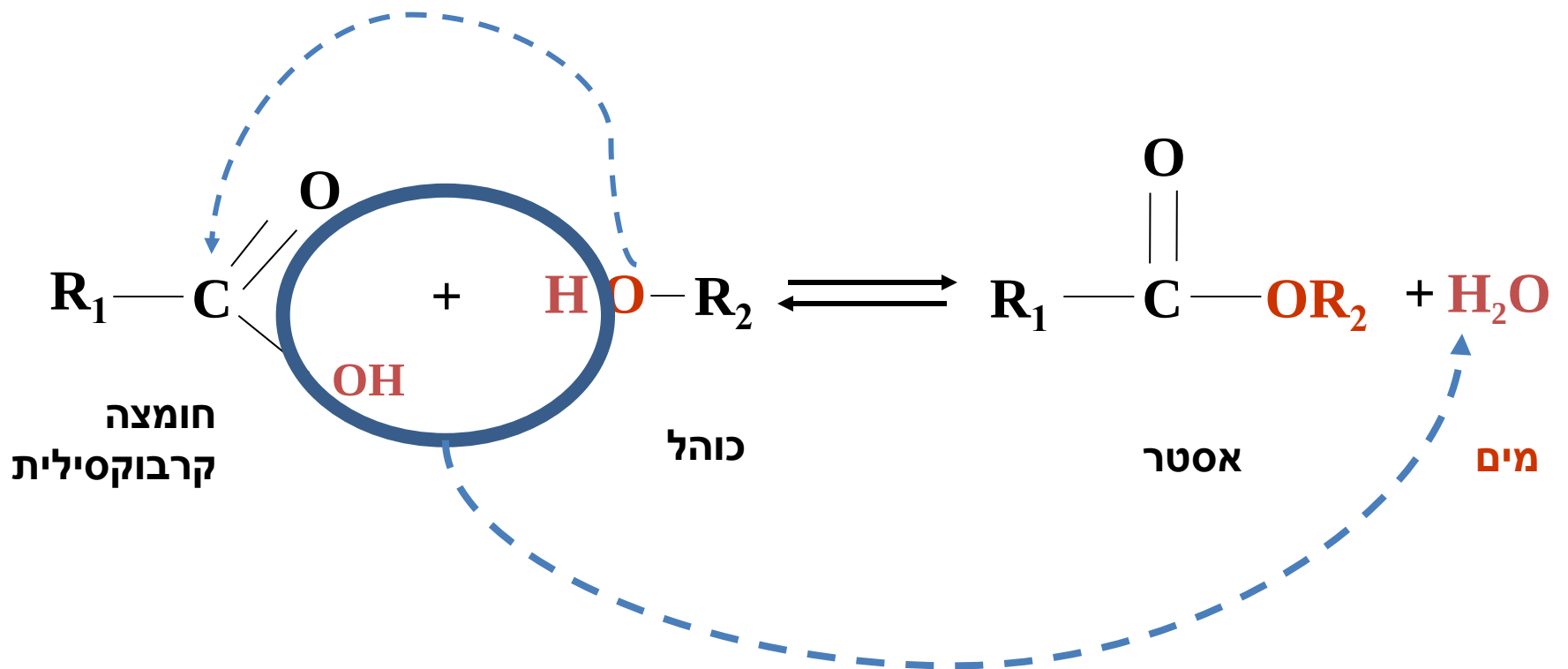
פילמור על ידי דחיסה

תגובת דחיסה 



תגובת איסטור – כהל וחומצה קרבוקסילית מגיבים ליצירת אסטר

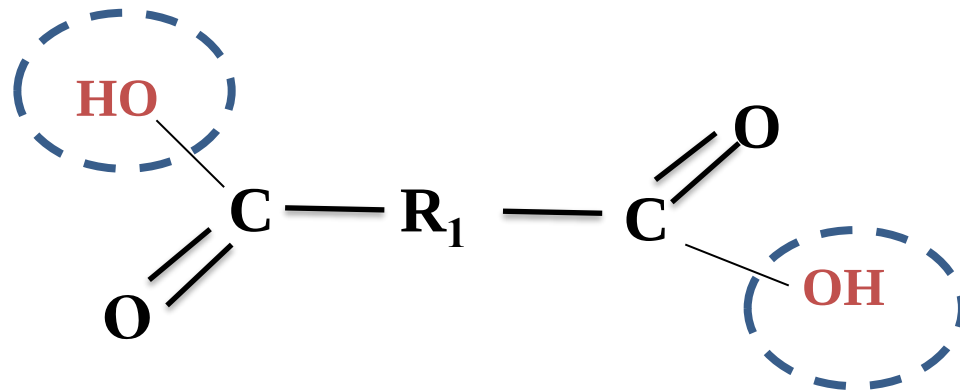
ומים



בפולימר, משתמשים במולקולה אשר מכילה 2 קבוצות פונקציונליות

וכך הדחיסה יכולה להתקיים משני צידי המולקולה ויכולות להיווצר

שרשראות ארוכות



תהליך דחיסה נעשה בשלבים.

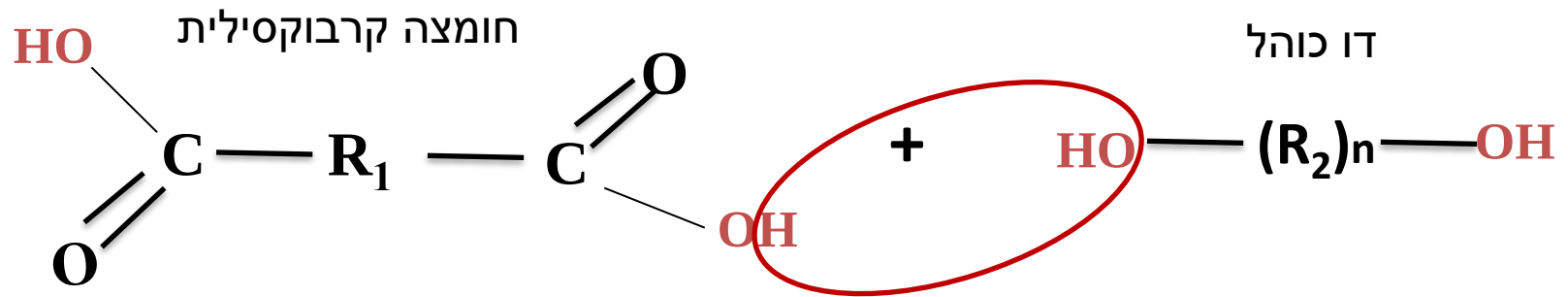
שלב א – המונומרים מתחילים להגיב זה עם זה ומתקבלות שרשרות קצרות

שלב ב – חיבור השרשרות זו לזו. זהו שלב איטי מכיוון שהקבוצות הפונקציונליות צריכות להפגש.

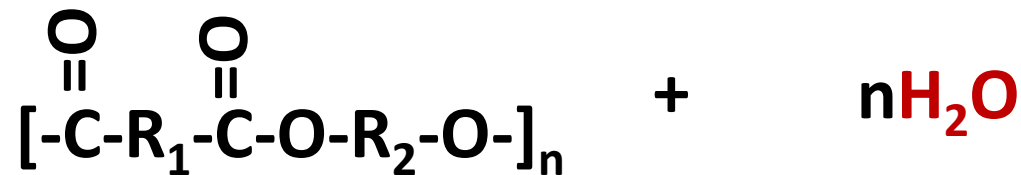
יתקבלו שרשראות בעלי אורכים שונים



תגובה בין חומצה קרבוקסילית עם דו כוהל בסביבה חומצית וחימום



היחידה החוזרת של הפוליאסטר



דרגת פילמור ומסה מולרית של פולימרים

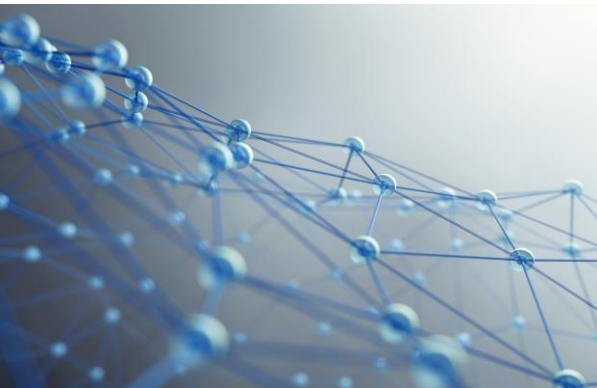
בפילמור (סיפוח או דחיסה) מתקבלות שרשרות ארוכות

בגדלים שונים, מכיוון שקצב הפילמור לא אחיד.

האורך הממוצע של כל פילמור משתנה לפי תנאי הפילמור

לכן נהוג להגדיר דרגת פילמור ממוצעת או מסה מולרית

ממוצעת עבור כל פולימר



מבטאת את המספר הממוצע של היחידות החוזרות בשרשרת פולימר 

דרגת פילמור ממוצעת DP

ניתנת להגדרה רק עבור פולימרים שרשרותיהם אינן מסועפות 

מושפעת מתנאי הפילמור, כגון: כמות היזם, טמפרטורה וכו' 

חומר יחשב לפולימר במידה ודרגת הפילמור שלו גדולה מחמישים 

🔗 מסה מולרית ממוצעת מתייחסת למסה של מול שרשרות של הפולימר.

🔗 ניתן לתאר את אורך שרשרת הפולימר באמצעות המסה המולרית הממוצעת.

🔗 מסת הפולימר תשפיע על תכונות הפולימר ולכן תקבע לפי השימוש המיועד
לפולימר.

🔗 ככל שמסת הפולימר גבוהה יותר כוחות המשיכה בין השרשרות יהיו חזקים יותר,
דבר זה יקנה לפולימר חוזק.

🔗 צפיפות השרשרות תהיה גבוהה וכך גם טמפרטורת ההיתוך תעלה

🔗 כאשר אנו רוצים פולימר בעל תכונות מוגדרות אנו זקוקים להתפלגות צרה של
אורך השרשרת

בתהליך הפילמור ניתן להשתמש במונומר אחד או מונומרים שונים. כאשר נשלב מונומרים שונים יתקבל מצב בו קיימת יותר מיחידה חוזרת אחת.

הומופולימר

• מורכב מאותו

מונומר

A-A-A-A-A-A-A-A

קופולימר

• מורכב ממונומרים

שונים

A-A-B-B-A-B-B-A-B

בתהליך הפילמור כאשר נשלב מונומרים שונים יתקבל מצב בו קיימת יותר

מיחידה חוזרת אחת.

תכונות הקופולימר תלויות בסדר הופעת היחידות החוזרות המרכיבות אותו.

שינוי המונומרים או שליטה בכמויות היחסיות בין סוגי המונומרים תשפיע על

תכונות הפולימר

קופולימר

A-A-A-A-B-B-A-B-B-A-B

הומופולימר

A-A-A-A-A-A-A-A

קופולימר אקראי – קיימים מנומרים שונים ללא סדר מוגדר

ולכן לא ניתן להציג יחידה חוזרת.

A-A-A-A-B-B-A-B-B-A-B

קופוימר מקטעי – ניתן להגדיר מקטעים בהם אורך מוגדר של הומופולימרים שונים.



סוגי פילמור: 

סיפוח רדיקלי

סיפוח האמצעות יזם

פלמור באמצעות דחיסה

קופולימר והומופולימר 