



כימיה בחיתולים*

רז בוזגלו, תלמיד כיתה י', תיכון רוגוזין קרית אתא

מורה: עדינה שינפלד



משקלו המולקולרי של הפולימר נע מכמה אלפים של יחידות אטומיות ועד מיליונים שלהן. קיימים פולימרים טבעיים ופולימרים סינתטיים.

חיתולים לתינוקות ולמבוגרים מכילים פולימר סינתטי (=מלאכותי) ולא טבעי.

האם אי פעם תהיתם/חשבתם לעצמכם מהו החומר המופלא שמצוי בתוך החיתולים שסופג את כל התוצרים?

הידעתם? בעבר, בשנות הארבעים של המאה הקודמת, מרבית הטיטולים החד-פעמיים היו עשויים מבד כותנה אשר ספח רק את המים. בשנת 1966 המציאה קבוצת חוקרים את החומר "סודיום פוליאקרילט" (באנגלית: sodium polyacrylate) אשר נמצא בחיתולים.

במאמר זה אציג בפניכם את הכימיה שבחיתולים.

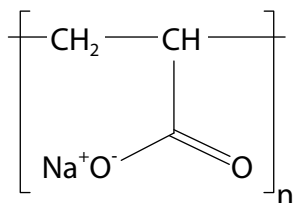
אם נחתוך חיתול באמצע בשכבה האמצעית, נוכל להבחין בגבישים בצבע לבן - חומר "סודיום פוליאקרילט", **פולימר סופג**. להלן תמונה הממחישה כיצד נראה חומר זה.

מה הוא פולימר?

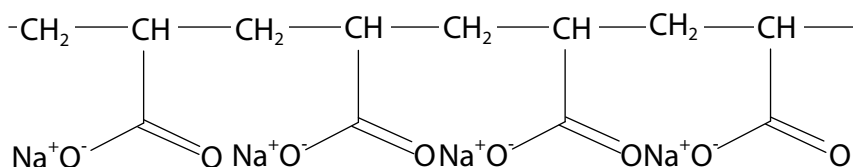
מולקולת ענק המורכבת ממספר אין סופי של יחידות שחוזרות על עצמן (מונומר) שוב ושוב בשרשרת ענקית.

* הכתבה זכתה במקום ראשון במסגרת התחרות "יש לנו כימיה".

להלן איור הממחיש את היחידה החוזרת של הפולימר סופג המים ("סודיום פוליאקרילט"):



האות n בצד ימין למטה באיור מסמלת בשפת הכימאים שהיחידה חוזרת על עצמה פעמים רבות בחומר. להלן איור הממחיש ארבע יחידות חוזרות:

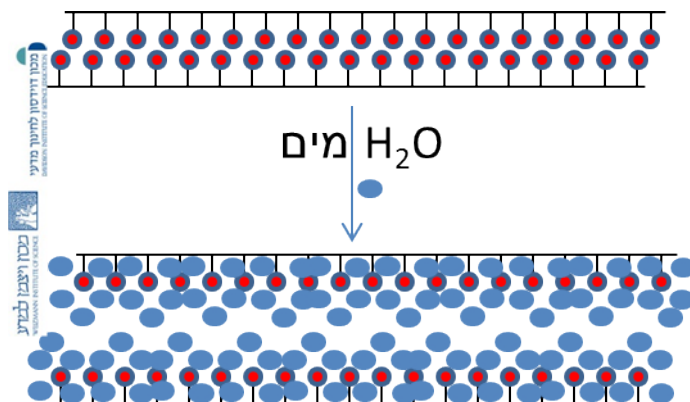


למעשה, במציאות היחידה חוזרת על עצמה עשרות אלפי פעמים בחומר (שרשרת ענקית).

באיור הנ"ל ניתן לראות את היונים Na^+ ו- O^- המחוברים לשרשרת המרכזית. הודות ליונים אלו החומר סופג את המים בצורה יעילה ומהירה.

מים (H_2O) הם חומר מקוטב מבחינה חשמלית, כלומר, צד אחד טעון במטען חיובי וצד שני טעון במטען שלילי, ובצורה כזו הם נמשכים חזק לקטבים החשמליים שבפולימר, נכנסים בין השרשרות שלו, וכך גורמים להרחקה. כתוצאה מכך גדל היחס בין שטח הפנים לנפח של הפולימר שבא במגע עם המים ובצורה כזו יותר מים ייכנסו פנימה באוסמוזה עד לשוויון ריכוזים.

לצורך הדגמת התהליך אשתמש באיור הבא:



הסבר: בחלק העליון מצויות שתי שרשרות של הפולימר (לפני שהוא בא במגע עם מים). העיגולים האדומים מייצגים את היונים המחוברים לשרשרת המרכזית. בעת כניסת מים (עיגולים כחולים), כפי שניתן לראות בחלק התחתון של האיור, המים חודרים בין השרשרות וגורמים להגדלה של נפח הפולימר ובצורה כזו הם מביאים להינתקות של השרשרות זו מזו. הפולימר יספוג את המים עד שריכוז המים בתוך המולקולה יהיה שווה לריכוז המים מחוץ למולקולה.

התוצאה: המים והגבישים ("סודיום פוליאקרילט") יוצרים חומר דמוי ג'ל (חומר אלסטי).

הידעתם?

בכל חיתול מצויים כ-15 גרם פולימר "סודיום פוליאקרילט" הסופגים עד פי 250 (בערך) ממשקלם.

בין ההקשר הסביבתי למודעות גופנית - ככל שפרק הזמן שהילד אינו נחשף לצרכיו ארוך יותר, כך משך הזמן שלוקח לקולטנים לחזור לפעילות המרבית ארוך יותר.

לעומתם !!! יש חיתולים רב-פעמיים.

חיתולים רב-פעמיים הם חיתולי בד שניתן לכבסם ולעשות בהם שימוש חוזר.

לחיתולים רב-פעמיים יתרונות רבים על פני חיתולים חד-פעמיים בתחומים שונים ומגוונים. ראשית, חיתולים רב-פעמיים הם ידידותיים לסביבה. הם אינם מזהמים את הסביבה בהשוואה לחיתולים חד-פעמיים. שנית, שימוש בחיתולים רב-פעמיים חוסך כספים רבים (מדובר בחיסכון של אלפי שקלים). יתר על כן הם רכים למגע ונוחים לתינוק הלובש אותם וכן נוחים לשימוש. בנוסף לכך, חיתולים רב-פעמיים יוצרים את ההקשר הסביבתי הטבעי והנכון למודעות גופנית. שימוש בחיתולים אלה מביא לחשיפה של התינוק לצרכיו, ובצורה כזו תהליך הגמילה שלו יהיה הרבה יותר יעיל והרבה יותר קל להורים, בהשוואה לחיתולים חד-פעמיים.

כדי ללמוד את הנושא ריאיינתי את מר צבי יערי, דוקטורנט להנדסה כימית בטכניון.

מראיין: ספר קצת על עצמך: מה שמך ובמה אתה עוסק?

צבי: שמי צבי יערי, בן 31, נשוי ואבא ל-3 ילדים (ביניהם ילד קטן כבן שנה). אני לומד בפקולטה להנדסה כימית בטכניון בחיפה מאז סיימתי את שירותי הצבאי. לפני חצי שנה סיימתי תואר שני בהנדסה כימית ואני ממשיך לדוקטורט.

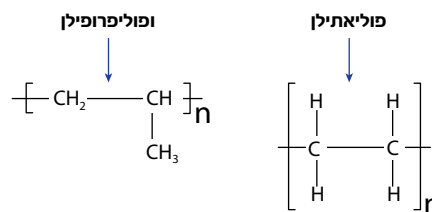
מראיין: אני מכין עבודה על הכימיה שבחיתולים, וכפי שצינת שאתה דוקטורנט להנדסה כימית, אתה בוודאי מתמצא בנושא שעליו בחרתי לכתוב את הכתבה, ולכן ארצה לשאול אותך מספר שאלות שיוכלו לעזור לי בהליך כתיבת הכתבה. ראשית אתחיל בשאלה: האם תוכל להסביר קצת על מה שמתרחש מבחינה כימית בתהליך הספיגה של החיתולים?

צבי: כידוע החומר הסופג בחיתולים הינו פולימר. הפולימר בנוי משרשרות ארוכות של יחידה חוזרת בשם מונומר. שרשרות הפולימר מסודרות בצורה של שתי וערב (השרשרות מסודרות אחת על גבי השנייה ואחת בתוך השנייה, כמו ספגטי). סידור זה של שרשרות הפולימר יוצר מבנה דמוי רשת המכילה חורים בגדלים שונים. כאשר חושפים את הפולימר למים, המים נכנסים לחורים שבין השרשרות וכתוצאה מהקשרים הבין מולקולריים (קשרי מימן) בין הפולימר למים, המים נקשרים לשרשרות הפולימר וכתוצאה מכך מתרחשת הצטברות של מים בפולימר. ולאורך זמן המים מצטברים בפולימר. מצב זה קרוי "הידרו גל". מאחר שהגל הוא אלסטי, נפח הגל הולך וגדל עם הזמן.

עד כה הצגתי לפניכם את התאוריה עצמה של הפולימר "סודיום פוליאקרילט". אך אתם ודאי שואלים את עצמכם "מה מונע את הדליפה מהחיתול...?"

מה מונע את הדליפה מהחיתול?

בחיתול ישנם שני פולימרים נוספים: פוליאטילן ופוליפרופילן.



פולימרים אלו עמידים מפני התמוססות במים היות שהקשר בין המולקולות הוא מסוג ו.ד.ו (וון דר ולס) בלבד. בהיעדר קשרי המימן אין הפולימר יכול להתמוסס במים, ובצורה כזו אין חדירת מים דרך הפולימרים. כך למעשה, הם מהווים "מחיצה" בחלקו החיצוני של החיתול ומונעים דליפה של השתן שלעתים אינו נספג בשלמותו.

ומה לגבי איכות הסביבה?

החיתולים החד-פעמיים מהווים גורם זיהום לסביבה היות שהם מושלכים לאשפה הביתית. תארו לעצמכם כמה חיתולים חד-פעמיים בשנה נצרכים. בהנחה שבארץ יש כ-700 אלף תינוקות, ולכול תינוק במוצע משתמשים ב-3 חיתולים ביום אחד - אזי תינוק אחד מייצר כטון פסולת.

החיתולים החד-פעמיים מתכלים במשך כ-250-500 שנים במזבלות ומשחררים רעלים המזהמים את מי התהום, את מי השתייה ואת האוויר. גם תהליכי הייצור שלהם גורמים לזיהום בלתי נמנע של הסביבה.

לחיתולים חד-פעמיים חסרונות רבים, לא רק בתחום איכות הסביבה. חיתולים חד-פעמיים הם אטומים מאוד, ומצויים בהם כימיקלים המזיקים לתינוק ואף גורמים לפריחה, גירויים אדמומיים בעורו. בנוסף לכך חיתולים חד-פעמיים הם יקרים מאוד. כמו כן יש להם השפעה על תהליכי הגמילה של התינוק. בגופו של התינוק, כמו אצל כל אדם אחר, קיימים קולטנים המשדרים מסרים מן הסביבה אל המוח. לצורך הבנה ברורה אדגים באמצעות דוגמה: כשתינוק מטיל את מימיו בחיתול חד-פעמי הוא חש בתחושת יובש וחמימות. אך אין זה צריך להיות כך. על התינוק לחוש בתוצאה במטרה "להעיר" את הפקודה לשחרור או לסגירת הסוגר של שלפוחית השתן. מכאן שחיתולים רב-פעמיים יוצרים הפרדה

צבי: אני חושב שצריך לייצר טיטולים מתכלים הידודתיים לסביבה. בנוסף, להוסיף חומרים לטיטול שינגדו את חומציות הצואה ויצמצמו את הופעת תפרחת הטיטולים. יתר על כן, להוסיף אינדיקטור לטיטול המדווח על יציאות התינוק בזמן אמת.

מראיין: תודה רבה על כך שהסכמת שאראיין אותך. עזרת לי רבות בהכנת העבודה.

לסיכום, אני שואל אתכם, קוראים וקוראות יקרים: "לאור מה שקראתם כאן בכתבה... במה אתם חושבים שמומלץ להשתמש: בחיתולים חד-פעמיים או בחיתולים רב-פעמיים?" אני פונה אליכם ומבקש מכם: חשבו היטב מה עדיף ומה רצוי ונכון, ובעיקר מה בריא ביותר עבור ילדיכם!

מראיין: אילו יתרונות ואילו חסרונות יש לחיתולים חד-פעמיים על פני חיתולים רב-פעמיים? כמו כן, יש לך תינוק קטן. באיזה חיתול אתה משתמש: חד-פעמי או רב-פעמי? מדוע?

צבי: לחיתולים רב-פעמיים יתרונות רבים. למשל: הם מיוצרים מחומרים טבעיים (כותנה), הם ידידותיים לסביבה ולעור התינוק, חסכוניים מבחינת כסף וניתנים לשימוש חוזר. החיסרון שלהם, והוא החיסרון הגדול, שכל פעם צריך לכבס אותם ולשטוף אותם באופן יסודי, כדי שיהיו ראויים לשימוש חוזר. על אף היתרונות של החיתולים הרב-פעמיים, אני משתמש בחיתול חד-פעמי עבור ילדי בגלל הנוחות הרבה.

מראיין: האם יש לך הצעות לשיפור או פתרונות נוספים?

אם אתם שואלים אותי... אני מניח שהבנתם זאת בכתבה אשר כתבתי, אני בעד שימוש בחיתולים רב-פעמיים ובעתיד אני בטוח שאשתמש בחיתולים אלו עבור ילדיי.

שמור על הסביבה, זה יהיה לטובתך כי סביבה נקייה זה הטבע שלך



חיתול חד-פעמי



חיתול רב-פעמי

ביבליוגרפיה

[החומר המופלא שנמצא בתוך חיתולים - מכון דוידסון](#)

אנציקלופדיה של המאה ה-21

ייעוץ עם דוקטורנט להנדסה כימית בטכניון, צבי יערי (מצורף ריאיון אישי)

[מצגת סיכום - טיטולים](#)

[סרטון ביוטיוב - למה חיתולי בד רב-פעמיים?](#)

[כתבה ב-ynet - כך תחסכו אלפי שקלים בשנה על חיתולים](#)