**תיאור כללי של הפעילות**

* **שם הפעילות:** דלק ביולוגי מפסולת וגזעי עץ
* **פיתוח:** ורדה כספי**,** במסגרת הקורס דרכי הוראה המקדמות חשיבה, חקר ומצוינות: כימטק – כימיה בעולם ההייטק
* **עריכה:** דר' מלכה יאיון, דר' שלי ליבנה**.**
* **קשור לנושא הוראה:** טעם של כימיה, סוכרים, תגובות שריפה
* **מהות הקשר לתעשיית ההייטק:** הפקת אנרגיה ותוצרים מפסולת. כימיה ירוקה.
* **ערך מוסף של שימוש בפעילות:** 
  1. קישור בין מחקר אקדמי בכימיה לתעשייה
  2. קישור בין כימיה לחקלאות והיבטים חברתיים: שינוי תפיסה לכימיה ירוקה.
* **קישור למאמר:**הרעיון לנושא נלקח מתוך הרצאתה של **ד"ר נועה לפידות** שעבדה בחברה שפיתחה את המוצר. ההרצאה ניתנה במסגרת הקורס דרכי הוראה המקדמות חשיבה, חקר ומצוינות: כימטק – כימיה בעולם ההייטק

מעובד מתוך הכתבה "דלקים ביולוגיים ותיקון חטא הארץ", ד"ר שי אילני, פורסם לראשונה במדור הכלכלה של "מקור ראשון", 30 במאי 2012

<http://www.yoetz-hadaat.com/index.php/he/2012-05-17-14-31-30/91-2012-06-10-10-00-51>

* **סוג הפעילות:** אנסין.
* **אופן ביצוע הפעילות:** זוגות/קבוצות
* **מיקום ביצוע הפעילות:** בכיתה/בחדר מחשבים/בבית
* **זמן משוער:** שיעור.

**פעילות לתלמיד**

**דלק ביולוגי מפסולת וגזעי עץ**

האמרת מחירי הדלק, זיהום האוויר כתוצאה משריפתו, שימוש במשאב מתכלה (נפט) והתלות בייבוא נפט הינם גורמים המניעים מדינות רבות, ובכללם ישראל לפיתוח תחליפים לדלק המופק מנפט.

דלקים ביולוגיים הם דלקים נוזליים המופקים ממקורות צמחיים או מן החי. אתאנול הוא מהדלקים הביולוגיים הפופולאריים של הדור הראשון. אתאנול מיוצר ע"י התססה של סוכרים שהופקו מצמחי מאכל. בארה"ב משתמשים בתירס כחומר הגלם, ובברזיל משתמשים בקני סוכר. בעקבות עליית מחירי הדלק הורחב בארצות הברית ייצור האתאנול להפקת דלק ביולוגי ועקב כך הייתה עלייה חדה במחירי המזון. תופעה דומה התרחשה גם בברזיל.

פיתוח דור שני של דלקים ביולוגיים, אתאנול צלולוזי (מתאית), מהווה מענה לבעיה זו. אתאנול צלולוזי מופק מחלקי צמח לא אכילים (עלים, גזעים, שבבים וכו') ומפסולת חקלאית שמקורה במגוון צמחי בר שאינם משמשים למאכל.

חברת וירדיה הישראלית (לשעבר) מייצרת אתאנול צלולוזי מעיבוד עצי אורן, ששימשו בעבר לתעשיית הנייר. בנוסף לאתאנול הם גם מפיקים סוכר ומוצרי לוואי נוספים. החברה פיתחה תהליך כימי טהור וייחודי שבו משתמשים בחומצת מלח (HCl) שגורמת להידרוליזה מלאה של התאית הקשיחה כדי להפיק ממנה סוכרים מבלי לשבור את הקשרים הקוולנטיים במולקולות של הסוכר.

כל התוצרים המתקבלים במהלך תהליך הייצור הם בעלי ערך כלכלי: סוכרים מרוכזים שניתנים לשימוש בתעשיית המזון ולהפקת דלק, דשן לחקלאות, ופסולת עץ שיכולה לשמש כחומר בעירה לשריפת פחם.

**פתרון השאלות**

1. אתאנול C2H5OH(l) מיוצר בתהליך התסיסה של גלוקוז C6H12O6(s) באמצעות מיקרואורגניזם בתנאים אנאירוביים (של חוסר חמצן). תוצר נוסף שמתקבל הוא פד"ח.
2. נסחו ואזנו את תהליך התסיסה.

C6H12O6(s) → 2C2H5OH(l) + 2 CO2(g)

1. הסבירו מדוע האתאנול מתקבל דווקא בתנאים אנאירוביים (בנוכחות חמצן מתרחש תהליך נשימה).

בתהליך התסיסה האנאירובי, אין צורך בחמצן כמגיב, המולקולות מתפרקות ונוצרות מולקולות של אתאנול ופד"ח. בתנאים אירוביים, מתרחשת נשימה תאית שבה יש צורך בהרבה חמצן ונוצרים מים ופד"ח כתוצאה מתגובה בין החמצן לגלוקוז.

1. א. מה הבעיה שנוצרה כתוצאה מפיתוח הדור הראשון של הביו-דלקים?

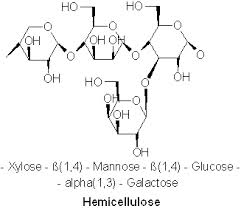
הבעיה שנוצרה כתוצאה מייצור האתאנול ממקור צמחי היא ירידה בשימוש בתוצרת החקלאית למאכל אדם ובשל כך מחירי המזון עלו.

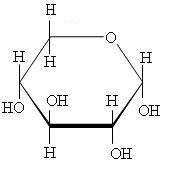
* + 1. כיצד פיתוח האתאנול מתאית פתר בעיה זו?

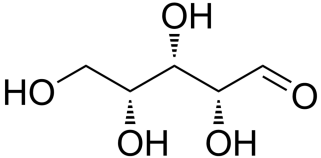
האתאנול הצלולוזי מיוצר מפסולת חקלאית ומחלקי צמח שאינם משמשים למאכל ולכן אינו פוגע בתוצרת החקלאית למזון.

1. ציינו שני יתרונות נוספים בייצור אתאנול מתאית, בנוסף ליתרון העולה מתשובתך לסעיף ב ?

שני יתרונו נוספים: ניתן להשתמש במינים רבים של צמחי בר הגדלים (כמעט) ללא השקעה על אדמות שאינן מתאימות לעיבודים חקלאיים אחרים. כמו כן, ניתן להשתמש ב פסולת חקלאית ופסולת עץ וע"י כך לפתור גם את בעיית הטמנת הפסולת.

1. הסוכר הנוצר בתהליך שפיתחה חברת וירדיה הינו קסילוז הנוצר מהמיצלולוזהhemicellulose-, המרכיב העיקרי של המסה הכוללת של כל החומר האורגני בעץ, בצמח – ה"ביומסה".   
   לפניכם קטע מייצג של המיצלולוז:
2. נתונות שתי נוסחאות מבנה של קסילוז. הקיפו בעיגול בנוסחה של המיצלולוז, את הקבוצה שממנה נוצר קסילוז אחרי הידרוליזה מלאה.

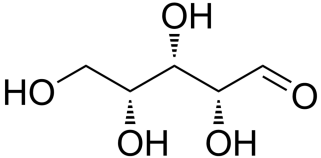




קסילוז

1. הקיפו את כל הקבוצות הפונקציונליות בקסילוז ונקבו בשמן.

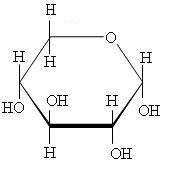
אתר



H

אלדהיד

הידרוקסיל (כהל)



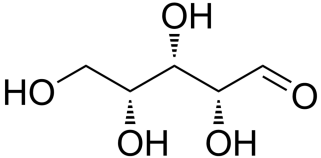
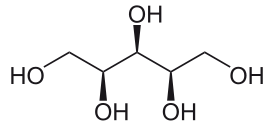
1. כיצד יתכן ששתי הנוסחאות מייצגות את קסילוז?

שתי הנוסחאות מייצגות את קסילוז כי הפחמן האנומרי אינו קשור בקשר גליקוזידי ולכן יש אפשרות למוטרוטציה.

1. האם יש דמיון בין המבנה של קסילוז ואתאנול? מדוע שני החומרים יכולים לשמש כחומר דלק?

יש דמיון בין המבנה של קסילוז ואתאנול, שניהם מורכבים מאטומי פחמן, מימן וחמצן, שניהם כהלים. מולקולות האתאנול והקסילוז מורכבות משלד של שרשרת פחמנית (גם במצב הפתוח של קסילוז וגם בטבעתי) המכילה קשרי C-C ו C-H שאליו מחוברות קבוצה/ות הידרוקסיליות- OH. שני החומרים יכולים לשמש כחומרי דלק בשל האנרגיה המשתחררת בתגובת השריפה (מתפרקים ונוצרים אותם קשרים, אך ביחס סטוכיומטרי שונה)

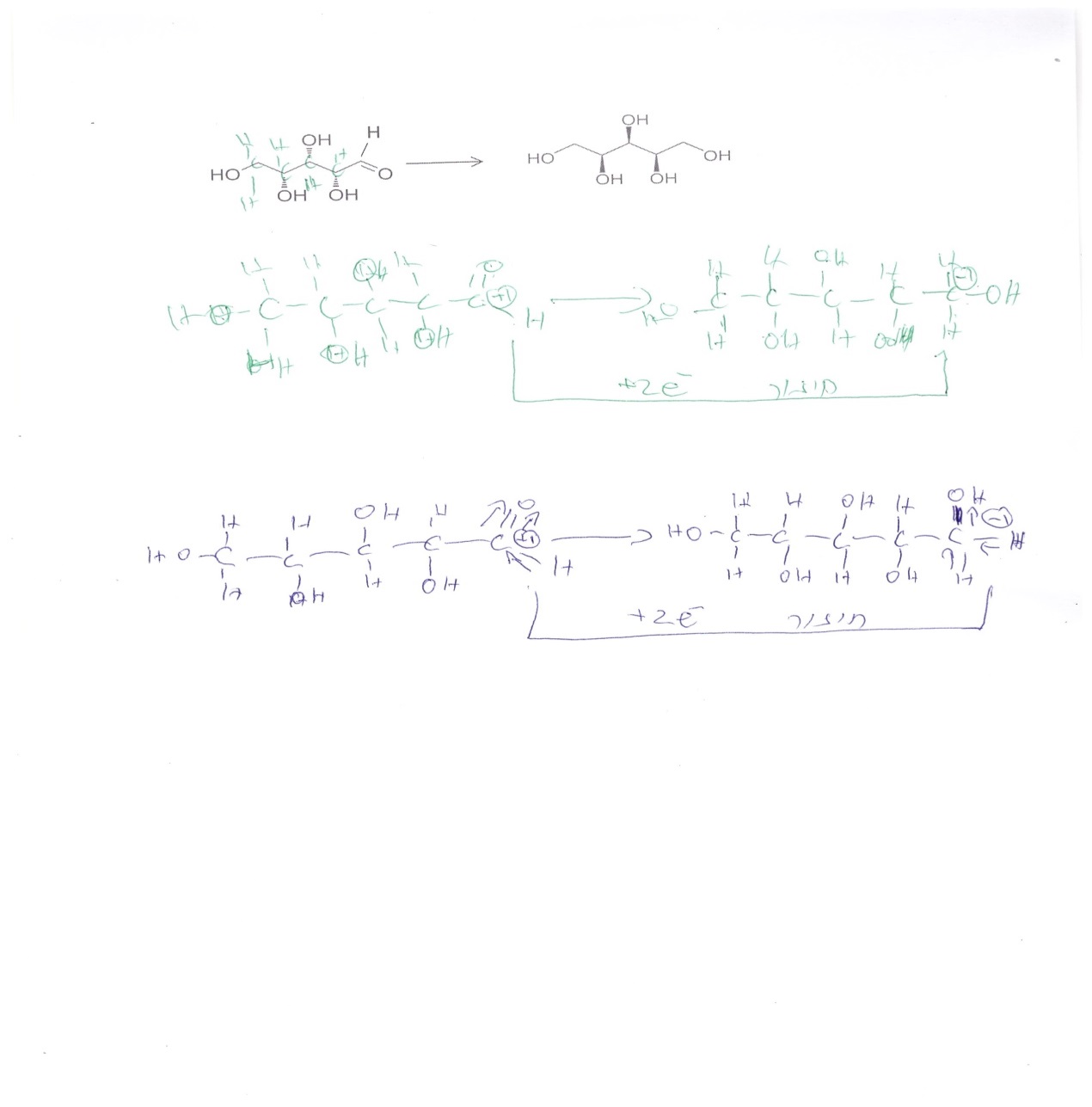
1. אחד הרווחים הכלכליים האפשריים מייצור הקסילוז הוא ייצור קסליטול, תחליף סוכר המוכר בעיקר בתעשיית המסטיק, משחות השיניים, ועוד. קסליטול מיוצר בתהליך הידרוגינציה של קסילוז. כפי שמיוצג בניסוח הבא:



H

+ H2

1. רשמו נוסחת ייצוג מלאה לקסילוז ולקסליטול.



1. האם הקסילוז עבר חמצון או חיזור? הוכיחו

הקסילוז עבר חיזור, כי דרגת החמצון של הפחמן ירדה מ: +1 ל: -1.