קורס הכנה לבגרות בכימיה 5 יחידות

פרק 11

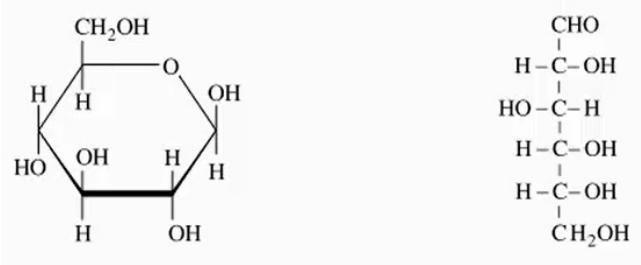
סוכרים (פחמימות)

חד-סוכרים 1
דו-סוכרים 3
רב-סוכרים 12

חד-סוכרים

שאלות

1) להלן נוסחת פישר ונוסחת הייוורת לגלוקוז:



א. מספרו את הפחמנים בשתי הנוסחאות.

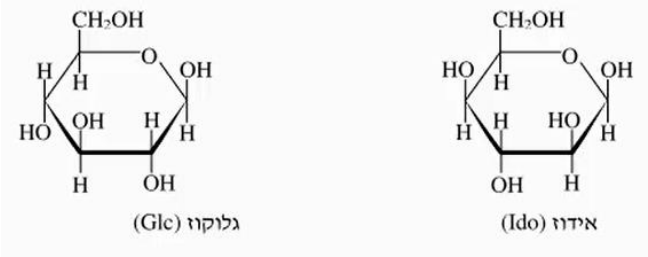
ב. איזה אנומר, α או β, מיוצג בנוסחה הנתונה? הסבירו.

ג. שרטטו נוסחת הייוורת לאנומר שאינו מופיע.

ד. מאנוז הוא איזומר של גלוקוז השונה במיקום של קבוצת OH על פחמן 2. שרטטו נוסחת הייוורת למאנוז.

ה. גולוז הוא איזומר של גלוקוז השונה במיקום של קבוצת OH על פחמנים 3 ו-4. שרטטו נוסחת פישר לגולוז.

2) הסוכרים שמצויים בחלב סינטטי הם איזומרים של גלוקוז:



- גולוז, שהוא אפימר של אידוז בפחמן מספר 2.
- גלקטוז, שהוא אפימר של אידוז בפחמן מספר 4.

א. ענו על הסעיפים הבאים:

i. במה שונה אידוז מגלוקוז?

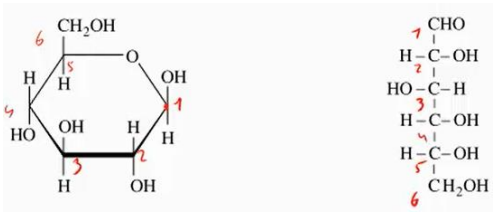
ii. רשמו נוסחת היוואורט של גולוז במצב אלפא.

iii. רשמו נוסחת פישר של גלקטוז.

ב. המיסו במים בטא גלקטוז. אילו חלקיקים יימצאו בתמיסה? נמקו.

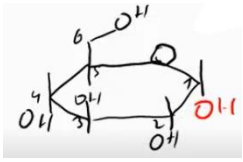
תשובות סופיות

1) א.

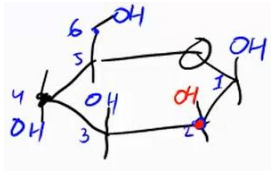


ב. β

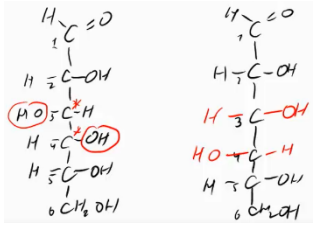
ג.



ד.

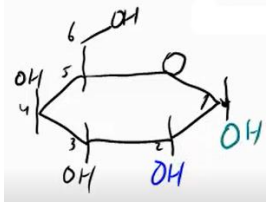


ה.



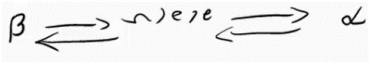
2) א. i. ראו סרטון.

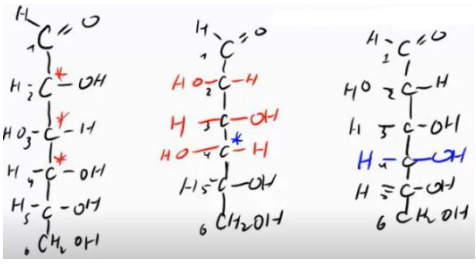
ii.



iii.

ב. α

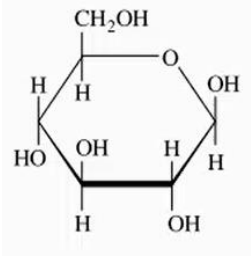




דו-סוכרים

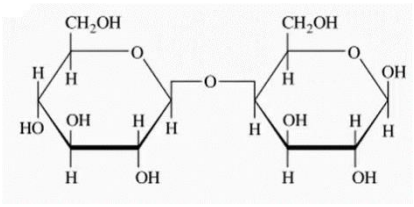
שאלות

1) להלן נוסחת הייוורת של גלוקוז:

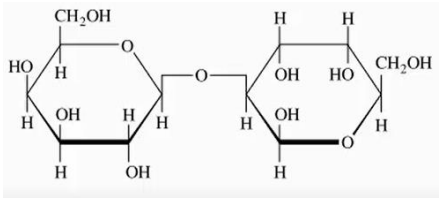


גאלאקטוז איזומר של גלוקוז בפחמן מספר 4.
אלטרוז איזומר של גלוקוז בפחמנים מספר 2 ו-3.
להלן מספר סוכרים.
קבעו לגבי כל אחד מהסוכרים מהי הנוסחה המקוצרת:

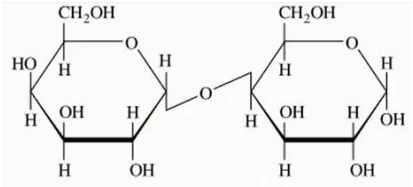
א.



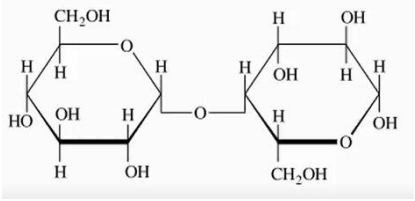
ב.



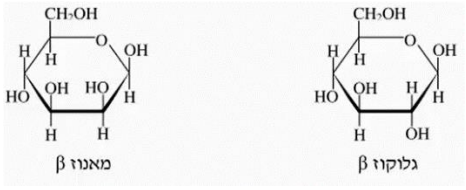
ג.



ד.



2) להלן נוסחאות הייורת של גלוקוז β ומאנוז β :



בתגובת דחיסה בין גלוקוז לבין מאנוז נוצרים, בין היתר, דו-סוכרים שכל מולקולה שלהם מכילה טבעת גלוקוז וטבעת מאנוז הקשורות ביניהן בקשר גליקוזידי $(1-1)$.
כמה דו-סוכרים כאלה עשויים להיווצר?

א. שני דו-סוכרים.
ב. ארבעה דו-סוכרים.
ג. שישה דו-סוכרים.
ד. שמונה דו-סוכרים.

3) הנוסחה המולקולרית של גלוקוז היא $C_6H_{12}O_6$.
הנוסחה המקוצרת של גלוקוז היא Glc.
הנוסחה המולקולרית של תלת-סוכר $Glc\beta(1-4)Glc\beta(1-4)Glc$, היא :

א. $C_{18}H_{36}O_{18}$
ב. $C_{18}H_{34}O_{17}$
ג. $C_{18}H_{32}O_{16}$
ד. $C_{18}H_{30}O_{14}$

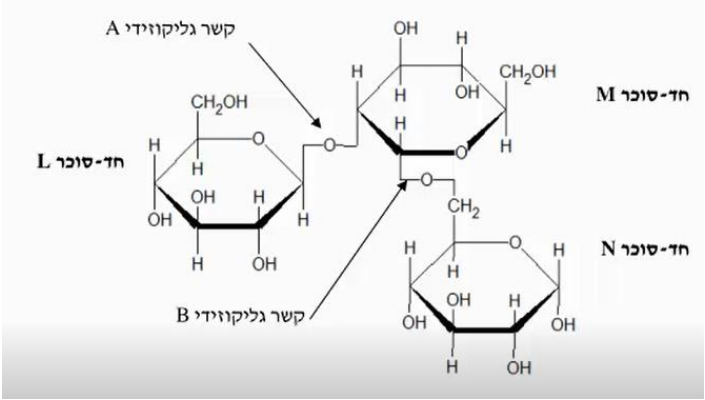
4) ראפינוז הוא תלת-סוכר המצוי בסלק.
הנוסחה המקוצרת של ראפינוז היא : $Gal\alpha(1-6)Glc\beta(1-2)\beta Fru$.
נתון :

חד-סוכר	גלוקוז	גאלקטוז	פרוקטוז
נוסחה מקוצרת	Glc	Gal	Fru

בהידרוליזה חלקית של ראפינוז מתקבלים חד-סוכרים ודו-סוכרים אחדים.
ממולקולה אחת של ראפינוז עשויים להתקבל :

א. דו-סוכר $Glc\beta(1-2)\beta Fru$ וחד-סוכר Gal.
ב. דו-סוכר $Gal\alpha(1-6)Glc$ וחד-סוכר Gal.
ג. דו-סוכר $Gal\alpha(1-6)\beta Fru$ וחד-סוכר Glc.
ד. דו-סוכר $Gal\beta(1-2)\beta Fru$ וחד-סוכר Glc.

5) להלן נוסחת מבנה של תלת-סוכר, בו החד-סוכרים מסומלים באותיות L, M, N, והקשרים הגליקוזידיים מסומנים באותיות A ו-B:



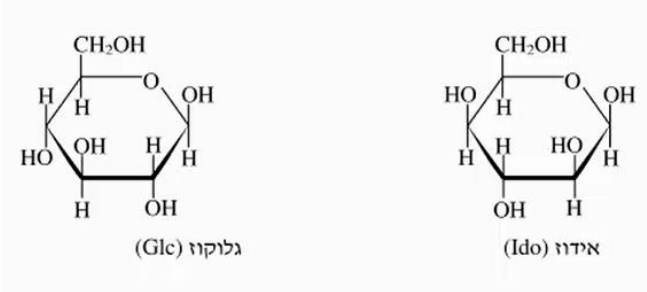
א. השלימו את הטבלה:

	קשר A	קשר B
מספרי הפחמנים המשתתפים בקשר הגליקוזידי		
תבנית הקשר (α או β)		

ב. מהי מוטרוטציה ובאילו מקרים היא אפשרית?

ג. אילו מבין החד-סוכרים: L, M ו-N בתלת-סוכר יכול לעבור מוטרוטציה? נמקו.

6) להלן נוסחאות היוורת של שני חד-סוכרים:



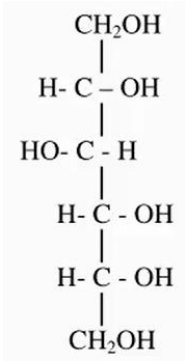
א. ענו על הסעיפים הבאים:

i. קבעו עבור כל אחד מהחד-סוכרים הנתונים אם הוא אנומר α או אנומר β. נמקו.

ii. במה שונות המולקולות של שני החד-סוכרים?

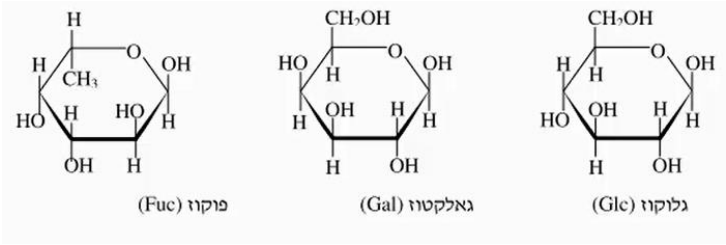
ב. תמיסה מימית של גלוקוז מכילה מולקולות של 3 איזומרים. ציינו אותם. האם מספר האיזומרים שניתן לקבל בהמסת אלפא גלוקוז שווה או שונה מזה שניתן לקבל מבטא גלוקוז? נמקו.

ג. להלן נוסחה של ממתיק מלאכותי סורביטול:



הסבירו מדוע לא קיימות מולקולות סורביטול בצורה של טבעת.

7) להלן נוסחאות היוורת של גלוקוז, גאלקטוז ופוקוז:



א. ענו על הסעיפים הבאים:

i. ציינו את הנוסחה המולקולרית של שניים משלושת החד-סוכרים הנתונים שזהה.

ii. ציינו את שני החד-סוכרים האלה והסבירו במה שונות המולקולות שלהם.

iii. השתמשו בנוסחה המולקולרית מתת-סעיף ב ii, ונסחו את תהליך ההמסה במים של חד-סוכר זה.

iv. האם בתמיסה המימית של החד-סוכר הזה יש רק איזומר שנוסחת היוורת שלו רשומה? אם כן – הסבירו מדוע. אם לא – רשמו נוסחת היוורת של האיזומר הנוסף.

ב. להלן נוסחה מקוצרת של התלת-סוכר: $\text{Fuc}\alpha(1-4)\text{Glc}\beta(1-4)\text{Gal}$.

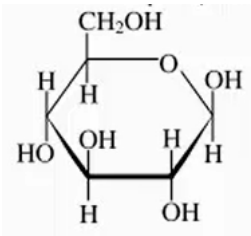
אפשר לקבל תלת-סוכר זה בתגובת דחיסה מהחד-סוכרים הנתונים.

i. נסחו את תגובת הדחיסה לקבלת התלת-סוכר הנתון.
השתמשו בנוסחאות היוורת.

ii. קבעו אם התלת-סוכר הנתון עובר מוטארוטציה בתמיסה מימית.
אם כן – סמנו בעיגול בנוסחת היוורת של התלת סוכר מתת-סעיף ב i, את קבוצת האטומים שמשתתפת במוטארוטציה.
אם לא – הסבירו מדוע לא.

8) גלוקוז (Glc) הוא החד-סוכר הנפוץ והחשוב ביותר.

א. להלן נוסחת היוורת של גלוקוז β :

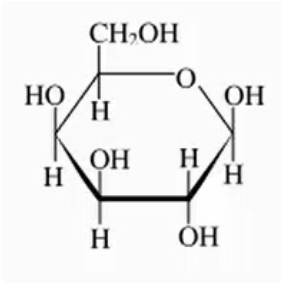


i. רשמו נוסחת היוורת של גלוקוז α.

ii. מאנוז הוא אפימר של גלוקוז ב- C_2.

בתגובת דחיסה בין מולקולות גלוקוז ומולקולות מאנוז, המתרחשת בתמיסה מימית, נוצרים דו-סוכרים שונים.
רשמו נוסחאות מקוצרות של שישה דו-סוכרים העשויים להיווצר בתגובה זו.

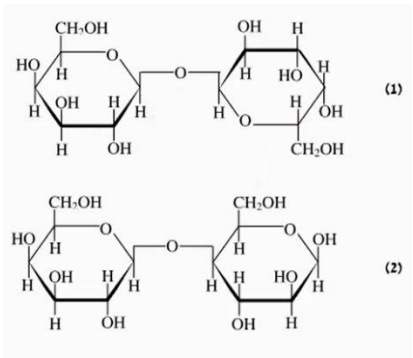
ב. להלן נוסחת היוורת של גאלקטוז β :



i. מהו ההבדל בין המבנה של מולקולת גלוקוז לבין המבנה של מולקולת גאלקטוז?

ii. כשממסים גאלקטוז β במים ולאחר מכן מאדים את המים, מתקבלת תערובת של גאלקטוז β , גאלקטוז α ומעט אלדהיד.
הסבירו עובדה זו.

ג. לפניך שני דו-סוכרים, (1) ו-(2), שהמולקולות שלהם המורכבות מטבעות גאלקטוז :



i. רשמו נוסחאות מקוצרות של דו-סוכרים (1) ו-(2).

ii. שני הדו-סוכרים הם מוצקים לבנים בתנאי החדר.
הציעו ניסוי שבעזרתו תוכל להבחין בין דו-סוכר (1) לבין דו-סוכר (2).
הסבירו.

9) להלן נוסחאות היוורת של שני חד-סוכרים:

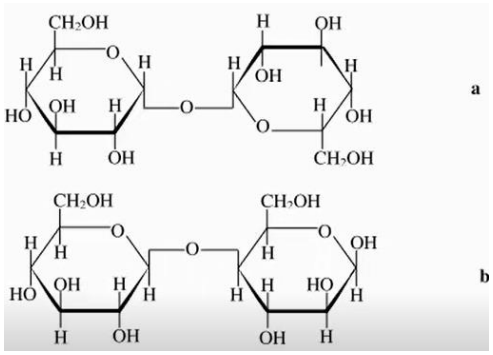
בתגובת דחיסה בין גלוקוז לאידוז נוצרים דו-סוכרים שונים.

א. להלן נוסחאות מקוצרות של דו-סוכרים I ו-II, שעשויים להיווצר, בין היתר, בתגובת דחיסה בין גלוקוז לאידוז:

I. $\mathrm{Glc}\beta(1-4)\mathrm{Ido}$

II. $\mathrm{Glc}\alpha(1-1)\beta\mathrm{Ido}$

להלן שתי נוסחאות היוורת, a ו-b:



התאימו בין הנוסחאות.

ב. בתגובת דחיסה בין גלוקוז לאידוז עשוי להיווצר גם דו-סוכר III:

$\mathrm{Glc}\beta(1-6)\mathrm{Ido}$.

רשמו נוסחת היוורת של דו-סוכר III.

ג. חלק מהדו-סוכרים שנוצרים בתגובת דחיסה בין גלוקוז לאידוז עוברים מוטרוטציה.

i. הסבירו מהי מוטרוטציה.

ii. איזה/אילו מהדו-סוכרים: I, II, III יכולים לעבור מוטרוטציה ואיזה/אילו לא יכולים? נמקו.

iii. רשמו את הנוסחאות המקוצרות של כל הדו-סוכרים הנוספים העשויים להיווצר בתגובת דחיסה בין גלוקוז לאידוז שלא יכולים לעבור מוטרוטציה.

ד. להלן נוסחה מקוצרת של תלת-סוכר המורכב מיחידות גלוקוז ואידוז: $\mathrm{Glc}\beta(1-4)\mathrm{Ido}\alpha(1-4)\mathrm{Glc}$.

בפירוק של תלת-סוכר זה באמצעות הידרוליזה מתקבלים, בין היתר, דו-סוכרים אחדים.

i. איזה/אילו מבין הדו-סוכרים: I, II, III עשוי/עשויים להתקבל בהידרוליזה של התלת-סוכר הנתון? נמקו.

ii. רשמו נוסחת היוורת של דו-סוכר נוסף שעשוי להתקבל בהידרוליזה של התלת-סוכר הנתון.

תשובות סופיות

1) א. $\mathrm{Glc}\beta(1-4)\mathrm{Gal}$ ב. $\mathrm{Gal}\beta(1-2)\mathrm{Alt}$ ג. $\mathrm{Gal}\alpha(1-4)\mathrm{Gal}$

ד. $\mathrm{Glc}\alpha(1-4)\mathrm{Gal}$

2) ב

3) ג

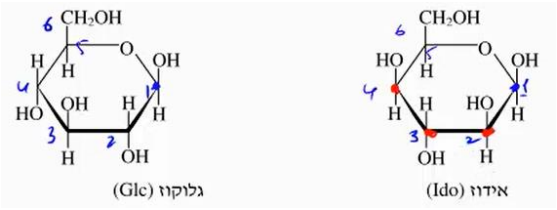
4) א

5) א. i.

	קשר A	קשר B
מספרי הפחמנים המשתתפים בקשר הגליקוזידי	1-2	1-6
תבנית הקשר (α או β)	β	α

ii. ראו סרטון. iii. N.

6) א. i. שניהם β. ii.

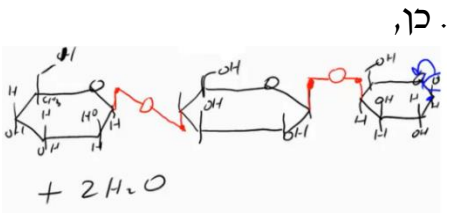


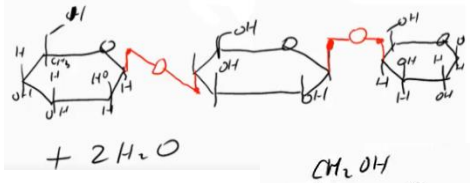
ב. i. β , α , שרשרת. ii. שווה. ג. ראו סרטון.

7) א. i. $C_6H_{12}O_6$ ii. גלוקוז וגאלקטוז, פוקוז : $C_6H_{12}O_5$

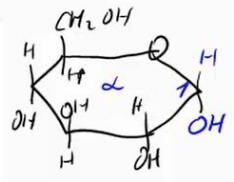
iii. $C_6H_{12}O_{5(s)} \xrightarrow{water} C_6H_{12}O_{5(aq)}$ iv. ראו סרטון.

ב. i. ii. כן,





8) א.

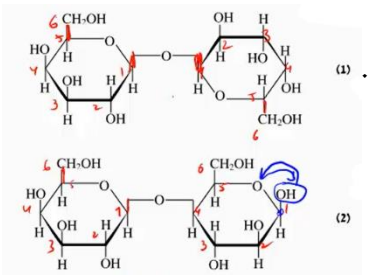


ב. $\mathrm{Glc}\beta(1-6)\mathrm{Man}$, $\mathrm{Glc}\beta(1-4)\mathrm{Man}$, $\mathrm{Glc}\beta(1-3)\mathrm{Man}$,

$\mathrm{Glc}\beta(1-2)\mathrm{Man}$, $\mathrm{Glc}\beta(1-1)\beta\mathrm{Man}$, $\mathrm{Glc}\beta(1-1)\alpha\mathrm{Man}$.

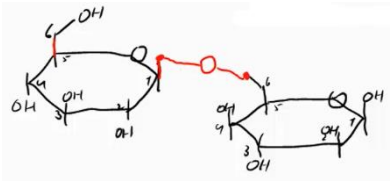
ג. במיקום מרחבי ליד פחמן 4. ד. ראו סרטון.

ה. i. **(1)** : $\mathrm{Gal}\beta(1-1)\alpha\mathrm{Gal}$ **(2)** : $\mathrm{Gal}\beta(1-4)\mathrm{Gal}$. ii.



9) א. a=II ,b=I .

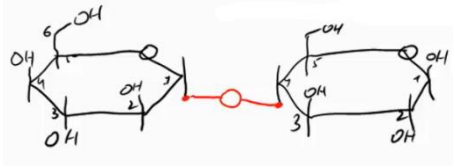
ב.



ג. i. ראו סרטון. ii. יכולים : I ו-III , לא יכול : II.

iii. $\mathrm{Glc}\beta(1-1)\alpha\mathrm{Ido}$, $\mathrm{Glc}\beta(1-1)\beta\mathrm{Ido}$, $\mathrm{Glc}\alpha(1-1)\alpha\mathrm{Ido}$.

ד. i. I. ii. $\mathrm{Ido}\alpha(1-4)\mathrm{Glc}$,



רב-סוכרים

שאלות

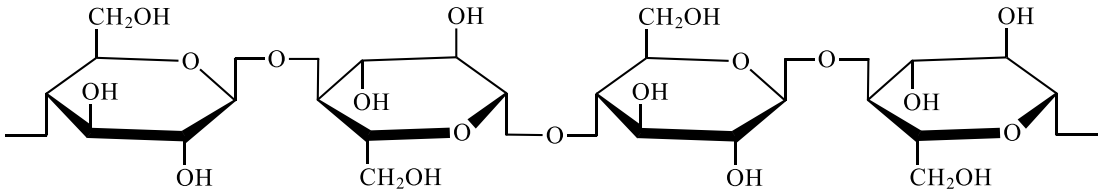
1) עמילן ותאית הם רב-סוכרים.

א. במה הם דומים ובמה הם שונים?

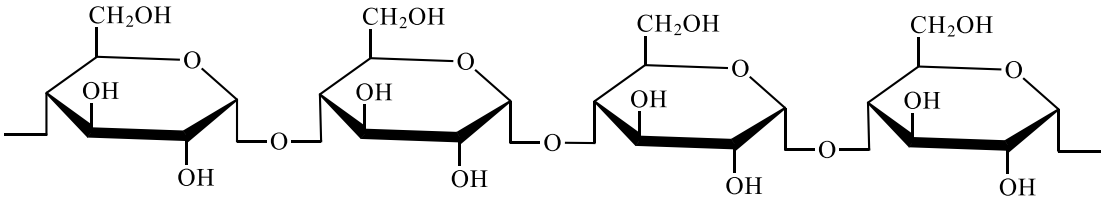
ב. למה משמש כל אחד מהם?

ג. להלן שני סרטוטי מודלים של רב-סוכרים. קבעו איזה סרטוט הוא מודל לעמילן ואיזה סרטוט הוא מודל לתאית. הסבירו.

(1)



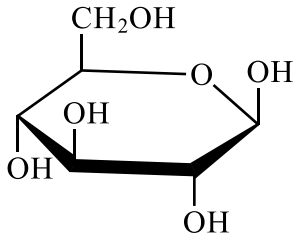
(2)



2) רופאים ודיאטנים ממליצים למטופלים עם עודף משקל על הקטנת כמות העמילן במזון.
יחד עם זאת, הם ממליצים על אכילת סיבים תזונתיים המכילים תאית.

- עמילן הוא רב-סוכר הבנוי מיחידות גלוקוז הקשורות בקשרים גליקוזידיים מסוג $\alpha(1-4)$. הוא כולל שני סוגים של רב-סוכרים: עמילוז ועמילופקטין.
  - עמילוז בנוי משרשראות לא מסועפות, ואילו עמילופקטין בנוי משרשראות מסועפות, שבנוסף לקשרים גליקוזידיים מסוג $\alpha(1-4)$, מכילות קשרים גליקוזידיים מסוג $\alpha(1-6)$.
- תאית, גם היא רב-סוכר המורכב מיחידות גלוקוז הקשורות בקשרים גליקוזידיים מסוג $\beta(1-4)$.
  - בגוף האדם נמצא אנזים α- עמילאז המפרק בשלבים ראשוניים של תהליך העיכול את הקשרים הגליקוזידיים מסוג $\alpha(1-4)$. תוצר הפירוק הוא דו-סוכר מלטוז. אולם לא נמצא בגוף האדם אנזים המפרק קשרים גליקוזידיים מסוג $\beta(1-4)$.

א. מדוע ממליצים על אכילת הצלולוז ולא על אכילת העמילן כטיפול בעודף המשקל? נמקו.
להלן נוסחת הייוורת של גלוקוז β:



ב. השתמשו בנוסחת הייוורת ורשמו:
   i. קטע מייצג של עמילוז המכיל שלוש יחידות גלוקוז לפחות.
   ii. קטע מייצג של צלולוז המכיל שלוש יחידות גלוקוז לפחות.
   iii. נוסחה של מלטוז.
   iv. קטע מייצג של עמילופקטין המכיל ארבע יחידות גלוקוז לפחות, כולל הסתעפות.

תשובות סופיות

1) א. דמיון: רב-סוכרים; מונומר: גלוקוז; עמדות קשר: 1-4;
שוני: תבנית הקשר – תאית: β; עמילן: α; סיעוף – תאית: אין; עמילן: יש.
ב. לתאית תפקיד מבני, בעוד שלעמילן תפקיד כחומר תשמורת.
ג. (1) תאית, (2) עמילן.

2) א. ראו סרטון.