

## אנרגיה בקצב הכימיה

### תשובות לשאלות בפרק א

#### שאלות רשות סומנו ב\*\*

#### פסק זמן לחשיבה

1. ל-2 מול מים יש אנרגיה פנימית גבוהה יותר כיון שיש יותר חלקיקים במדגם. עקב כך גדולה יותר האנרגיה הקינטית הכוללת כיון שיש יותר חלקיקים שנעים. כמו כן, במדגם יש יותר קשרים אינטראקציות בין החלקיקים ולכן גדולה יותר (בערך מוחלט) האנרגיה הפוטנציאלית הכוללת.

2. א. על מנת להפוך קוביית קרח לנוזל ולגז יש להעבירה לסביבה בטמפרטורה גבוהה יותר, כלומר יש לחמם.

ב. כאשר מצב הצבירה של המים הופך ממוצק לנוזל הוספנו אנרגיה ולכן האנרגיה הפנימית הכוללת כעת גדולה יותר. גם כאשר אנו הופכים נוזל לגז אנו משקיעים אנרגיה ולכן האנרגיה הפנימית של 1 מול מים במצב גזי גבוהה מזו של 1 מול מים במצב נוזל. **(אין צורך להיכנס להבחנה בין האנרגיה הפוטנציאלית והקינטית במעברים בין מצבי צבירה).**

#### שאלה לאחר מערכת וסביבה

בניסוי בעירת הזיקוק – המערכת כוללת את הזיקוק בתחילת הניסוי ואת הזיקוק ותוצריו בסוף הבעירה. הסביבה כוללת את כל השאר כלומר האוויר, היד המחזיקה וכל דבר המצוי בקרבת מקום.

#### שאלות בעקבות ניסוי 2

5. שלב ג בניסוי מתבצע בכוס עשויה קלקר המהווה מערכת מבודדת. ניתן לומר כי המערכת הכימית כוללת את המגיבים והתוצרים בתגובה הכימית ואת הסביבה המוגדרת הכוללת את נפח התמיסה.

#### דוגמאות לשינויים באנרגיה הפנימית

מים המצויים על כיריים דולקים - אפשרות ראשונה: המים הם המערכת ואילו הסביבה היא הסיר, הכיריים, האוויר וכו'. המערכת במקרה זה היא מערכת פתוחה כיון שיש חילופי חומר (אדים יוצאים החוצה) וחלופי אנרגיה עם הסביבה. אפשרות שנייה: גז הבישול הדולק במבער מהווה את המערכת. המערכת כוללת את גז הבישול והחמצן לפני השריפה ואת תוצרי הבעירה לאחריה. המערכת היא פתוחה ואילו הסביבה היא האוויר שמסביב, המבער, הכלי המונח על הכיריים והמים הנמצאים בכלי. המערכת מוגדרת על פי מוקד ההתעניינות שלנו.

הכנסת קוביית קרח לתוך משקה מוגז - בחירת המערכת תלויה במוקד העניין של החוקר. אם מה שקורה לקרח מעניין הרי שהקרח הוא המערכת ואילו המשקה המוגז, הכוס, האוויר וכו' מהווים סביבה. אם מה שמעניין זה מה קורה למשקה המוגז הרי שהוא מהווה את המערכת וכל השאר מהווה סביבה. במקרים הנ"ל המערכת היא פתוחה.

ניפוח בלון שהיה רפוי על ידי הכנסת שבבי אבץ לחומצה. – המערכת היא החומרים שנמצאו בבלון לפני ואחרי הערבוב. לפני התגובה - האבץ והחלקיקים בתמיסה המגיבים עם האבץ ולאחר התגובה החלקיקים שנוצרו בתמיסה והגז שנוצר. הסביבה היא המים והחלקיקים אשר לא השתתפו בתגובה. המערכת סגורה כיון שיש בלון המונע יציאת חומר אולם היא אינה מבודדת כיון שיש חילופי אנרגיה עם הסביבה.

פליטת אור לבן ובוהק בעת שריפת מגנזיום – המגנזיום לפני השריפה ותוצר השריפה לאחריה מהווים את המערכת והיא פתוחה כיוון שיש מעבר חומרים ואנרגיה ואילו הסביבה היא כל מה שמסביב למגנזיום.

### ניסוי 3 שלב ב - שאלות בעקבות ניסוי

1. בכוס א' הטמפרטורה ירדה
2. בכוס ב' הטמפרטורה עלתה.
3. המים המצויים בכוס הם מוקד התעניינותנו בניסוי ולכן הם מוגדרים כמערכת, כל השאר, הכוס האוויר השולחן וכו' מהווים את הסביבה.
4. בכוס א מעבר האנרגיה הוא מהמערכת לסביבה ואילו בכוס ג המעבר הוא מהסביבה אל המערכת. בכוס ב אין מעבר אנרגיה כלל.
5. נוכל להסיק כי כאשר המערכת אינה מבודדת המערכת והסביבה מגיעות לאותה טמפרטורה בטווח זמן קצר יחסית (מחצית השעה).

### ניסוי 3 שלב ג – שאלות בעקבות ניסוי

1. הגורם אשר שונה על ידי התלמיד (המשתנה הבלתי תלוי) הוא מסת המים המתחממים.
2. הגורם הנבדק (המשתנה התלוי) הוא הטמפרטורה של המים.
3. הגורמים שנשמרו קבועים הם סוג החומר, אמצעי החימום, טמפרטורת הסביבה, הלחץ בסביבה ואמצעי המעקב.
4. ניתן להציג כמה שאלות חקר שהניסוי עונה עליהן:
  - א. האם וכיצד משפיעה כמות המים על טמפרטורת הרתיחה של המים?
  - ב. האם וכיצד משפיעה כמות המים על זמן החימום הדרוש עד לרתיחתם?
  - ג. האם וכיצד משתנה עקומת הרתיחה של המים כתלות בכמותם?
5. כל העקומות מתארות מגמה ישרה של עליית הטמפרטורה עד לרתיחה. הסיבה היא תוספת האנרגיה הגורמת לתנועה מהירה יותר של מולקולות המים דבר המגביר את האנרגיה הקינטית הממוצעת של המדגם ולכן הטמפרטורה עולה.
6. העקומות שונות בשיפוע, כלומר בזמן שלקח למדגם להגיע לטמפרטורת הרתיחה. הגורם הוא כמות החלקיקים. ככל שמספרם גדול יותר יש צורך באנרגיה כוללת גדולה יותר על מנת לגרום להעלאת האנרגיה הקינטית הממוצעת ולכן זמן החימום ארוך יותר.
7. טמפרטורת הרתיחה של המים אינה תלויה בכמות המולקולות. בתנאי הניסוי המים החלו לרתוח באותה טמפרטורה בכל כוס.
8. משך זמן החימום עד לרתיחה, תלוי במספר החלקיקים. ככל שמספרם גדול יותר זמן החימום ארוך יותר.

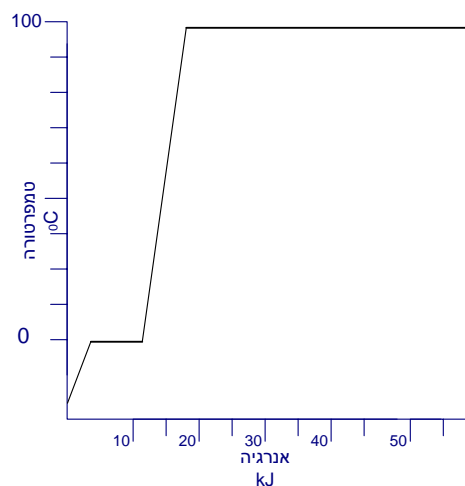
### ניסוי 3 – שלב ד

1. שאלת החקר אשר הועלתה היא: כיצד משפיע זמן החימום על הטמפרטורה הסופית של המים?

2. בכוס א' הטמפרטורה גבוהה יותר כיון ששם זמן החימום היה ארוך יותר כלומר נוספה כמות אנרגיה גדולה יותר למדגם החלקיקים. אנרגיה זו גרמה להגברת מהירות המולקולות, האנרגיה הקינטית הכוללת גדלה וכן האנרגיה הממוצעת של החלקיקים והדבר בא לידי ביטוי בטמפרטורה גבוהה יותר מאשר בכוס ב.
3. כמות האנרגיה הפנימית גבוהה יותר בכוס א. נוספה יותר אנרגיה במהלך החימום.
4. טמפרטורת הנוזל לאחר הערבוב תהיה טמפרטורת ביניים, בין טמפרטורת הנוזל בכוס א לבין טמפרטורת הנוזל בכוס ב.
5. כיוון מעבר האנרגיה הוא מכוס א לכוס ב, מהכוס עם המים בטמפרטורה הגבוהה לכוס בה המים בטמפרטורה נמוכה יותר.

### תשובות לשאלות לחלק א

1. ברמה המאקרוסקופית – נבחין כי המוצק הלבן שהיה במבחנה הפך לנוזל שקוף. כמו כן, מד טמפרטורה מראה עליה מתונה מ- $10^{\circ}\text{C}$  עד  $7.5^{\circ}\text{C}$ , אחר כך הטמפרטורה נשארת קבועה ב- $7.5^{\circ}\text{C}$  במשך מספר דקות ושוב נמדדת עליה בטמפרטורה עד  $25^{\circ}\text{C}$  מבחינה מיקרוסקופית – במצב המוצק התקיימו כוחות בין מולקולריים מסוג ון דר ולס בין מולקולות הציקלוהקסאן כך שהמרחקים ביניהם קצרים והתנועה מועטה יחסית (תנודות). בזמן החימום הועברה אנרגיה אל המוצק והכוחות הבין מולקולריים נחלשו ובחלקם נותקו. עם הפיכת החומר לנוזל תנועת המולקולות גדלה וחלקן יכולות ולנוע ביתר חופשיות (תנודות, סבוב ואף מעתק במידה קטנה). המשך החימום מעניק למולקולות אלו תנועה רבה יותר, האנרגיה הקינטית הממוצעת שלהן גדלה והדבר מתבטא בעליית הטמפרטורה של החומר.
- 2.



3. הפליס הוא סריג הבנוי מחוטים מקורזלים וסריגה נפחית. עקב כך קיימים בין חוטי הסריג כיסי אוויר רבים. האוויר הוא חומר מבודד בגלל צפיפותו הנמוכה (מיעוט החלקיקים ביחידת נפח) ולכן הוא מהווה חומר מבודד, כלומר חומר אשר אנרגיה אינה עוברת בו בקלות כלומר הולכת החום שלו נמוכה. לפיכך האנרגיה אשר מקורה בגופנו אינה מתפזרת בקלות לסביבה הנמצאת בטמפרטורה נמוכה יותר והרגשתנו היא הרגשה נעימה.

4. א. השארת את הדלת פתוחה והחדר מתקרר כי יש מעבר אנרגיה החוצה!  
ב. אני חולה! טמפרטורת הגוף שלי היא מעל לטמפרטורה התקינה  
ג. הקריין הודיע כי הטמפרטורה במישור החוף היא... במעלות צלסיוס/ פרנהייט.  
ד. קניתי סוודר חדש, אשר מבודד היטב, כלומר אינו מאפשר העברת אנרגיה מגופי לסביבה הנמצאת בטמפרטורה נמוכה יותר.

5. א. האנרגיה הפנימית תלויה באנרגיה הקינטית ובאנרגיה הפוטנציאלית של המים. היות והמים בשני הבקבוקים הם באותה טמפרטורה, האנרגיה הקינטית הממוצעת של המים בשני הבקבוקים זהה. אולם, בבקבוק הגדול יש נפח גדול יותר של מים כלומר מצויים יותר חלקיקים ולכן גדולה יותר האנרגיה הקינטית הכוללת. בנוסף, האנרגיה הפוטנציאלית של המים בבקבוק הגדול גדולה מהאנרגיה הפוטנציאלית של המים בבקבוק הקטן ולכן, בסופו של דבר למים בבקבוק הגדול אנרגיה פנימית גדולה יותר.

ב. כיוון מעבר האנרגיה הוא מהמים בבקבוקים אל המקפיא.

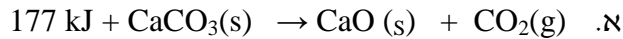
ג. השינויים באנרגיה הפנימית זהים כיון שהמקפיא (הסביבה) הוא זהה לגבי שני הבקבוקים, ומשך הזמן בו שהו הבקבוקים במקפיא אף הוא זהה.

6. לחימום המרק לטמפרטורה גבוהה יש להעלות את האנרגיה הקינטית הממוצעת שלו. כמות המרק הדרושה במקרה של 10 סועדים גדולה מזו של 2 סועדים ועל מנת להעלות אנרגיה קינטית ממוצעת של כמות מים רבה יותר יש להשקיע אנרגיה רבה יותר מאשר להעלות את האנרגיה הקינטית הממוצעת של כמות מים קטנה יותר. לכן זמן החימום הנדרש להכנת מרק למספר סועדים גדול הוא ארוך יותר.

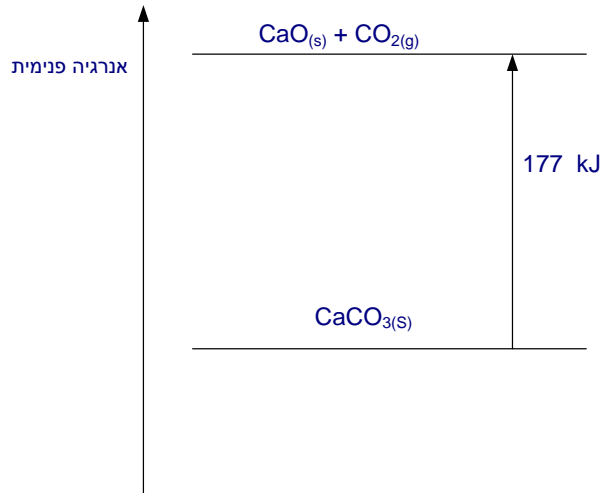
7. מטרת השימוש בחלונות כפולי שמשות הוא לבודד את פנים המטוס, כלומר למנוע ככל האפשר את מעבר האנרגיה מפנים המטוס (בו הטמפרטורה גבוהה יותר) אל מחוץ למטוס, שם הטמפרטורה כאמור נמוכה בהרבה. האוויר הכלוא בין שתי שמשות החלון מהווה שכבה מבודדת.

## תשובות לשאלות לחלק שני

1. ניתן להציג את המידע הנתון בשאלה בצורות הייצוג הבאות:



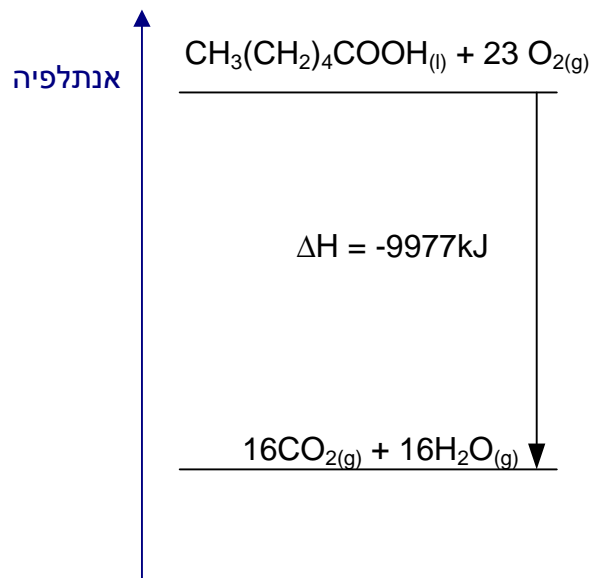
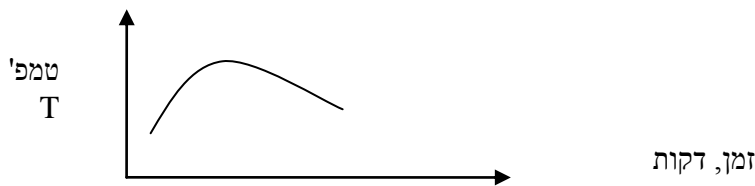
ב. ייצוג מילולי – כאשר 1 מול סידן פחמתי מתפרק ל-1 מול סידן חמצני ולפחמן דו חמצני יש צורך בהשקעת אנרגיה השווה ל-177kJ



ג. ייצוג גרפי

2. מסה מולרית של  $\text{CaCO}_3$  היא 100 גרם למול. 50 גרם מהווים חצי מול של סידן פחמתי ולכן תידרש מחצית מכמות האנרגיה הרשומה כלומר 88.5 kJ.
3. האנרגיה הפנימית של סידן פחמתי נמוכה יותר מאשר האנרגיה הפנימית של התוצרים. כאשר נוצרים סידן חמצני ופחמן דו חמצני עולה האנרגיה הפנימית והפרש האנרגיה הפנימית נקלט לסביבה.
4. 500 גרם סידן פחמתי מהווים 5 מול חומר. כמות האנרגיה אשר תיקלט ביחידות של kcal תהיה 211.72.
5. \*\* בתגובה הנתונה מתקבלים תוצרים גזים. כאשר התגובה מתבצעת בכלי פתוח (כלומר בלחץ אטמוספרי קבוע) חלק מהאנרגיה הנקלטת מהסביבה דרושה לשם ביצוע עבודה בעת התפשטות הגז לאוויר. כאשר התגובה תתבצע בכלי בעל נפח קבוע לא יבוא לידי ביטוי רכיב העבודה וכל האנרגיה הנקלטת תגרום לקירור הסביבה. במקרה זה יש שוני בין חישוב השינוי באנרגיה הפנימית בשני המקרים.
6. א. במהלך שנות חיינו ניתן לגדל ולנצל צמחים מספר רב של פעמים. לעומת זאת, יצירת נפט הוא תהליך האורך זמן רב יותר משנות חיינו ואילו ניצולו הוא תהליך מהיר יותר ולכן במהלך תקופה קצרה משאב זה עלול להתכלות.  
ב. קנה סוכר מכיל אחוז גבוה יותר של גלוקוז מאשר תירס.  
ד. מסיסותו של אתאנול במים גדולה יותר כיון שעשויים להיווצר קשרי מימן בין מולקולות האתאנול למולקולות המים, אך לא בין מולקולות האתאנול למולקולות האוקטאן. (אפשר להרחיב ולציין את התנאים ליצירת קשרי מימן).

ד. טמפרטורת הסביבה תעלה עקב קליטת אנרגיה הניפלטת דבר שעשוי לבוא לידי ביטוי בהעלאת מהירות תנועת החלקיקים ולכן העלאת האנרגיה הקינטית הממוצעת של החלקיקים, כלומר העלאת הטמפרטורה.  
ה. השינוי באנתלפיית התגובה של שרפת הדלק היא שלילית, כיון שדלק מאפשר לנו לנצל אנרגיה כלומר נפלטת אנרגיה לסביבה ולכן זוהי תגובה אקסותרמית.  
ה. טמפרטורת הסביבה תעלה אולם תחזור ותרד עקב קרור הסביבה (קרור מערכת המנוע, על מנת למנוע עליית טמפרטורה גבוהה מידי העשויה לפגוע בפעילותו). להלן גרף סכמטי.



7. א.

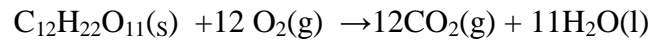
ב. בשריפת 1 גר' שומן תשתחרר יותר אנרגיה. נוכל לחשב זאת על פי חישובי מספר המולים שיש ב-1 גרם מכל חומר (חומצת שומן וסוכר) ובהשוואה להפרש האנתלפיה הנתון בשאלה.

$$\frac{7377\text{kJ/mol}}{200\text{gr/mol}} > \frac{5640\text{kJ/mol}}{342\text{gr/mol}}$$

ג. הערך הקלורי מוגדר ככמות האנרגיה הניפלטת בעת שריפה מלאה של 1 גרם חומר. מהחישוב בסעיף ג מתקבל כי עבור 1 גרם סוכר ניפלטת אנרגיה השווה ל-16.49 kJ שהם 3.94kcal

ד. לו מאגר האנרגיה שלנו היה מבוסס על סוכר היינו צריכים "לשאת" איתנו יותר סוכר מאשר שומן על מנת לקבל את אותה כמות אנרגיה ומשקל גופני היה גדול בהרבה.

8 א. נסוח השריפה של סוכרוז :



ב\*\*. על מנת לחשב את האנרגיה פנימית יש לשרוף כמות נתונה של סוכר בקלורימטר פצצה בו יש שמירה על נפח קבוע וכל השינוי באנרגיה הפנימית גורם לחימום המים שמסביב לתא הבעירה.

על מנת לחשב את שינוי האנתלפיה יש לבצע את תהליך השריפה בכלי פתוח בו יש לחץ קבוע והגז הנוצר ניפלט לאוויר.

ג.\*\* בתגובה הנ"ל מספר מול המגיבים הגזים שווה למספר מול התוצרים הגזים כלומר אין שינוי במספר המולים במהלך התגובה ולמעשה אין את רכיב העבודה בגלל התפשטות גז. במילים אחרות אין הבדל כמותי בין הפרש האנרגיה הפנימית להפרש האנתלפיה במהלך התגובה.

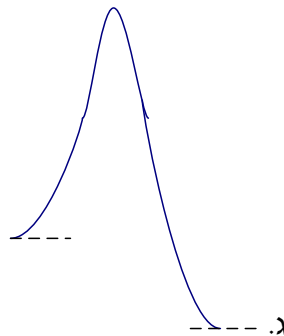
9. א-3

ב-5

ג-2

שאלות לנושא בקצב התגובות

2. א. התגובה אקסותרמית, האנרגיה הניפלטת משמשת לחימום (לדוגמה, מים).
- ב. דרושה השקעת אנרגיה התחלי על מנת להתגבר על אנרגיית השפעול לתגובת השריפה של גס הבישול. אנרגיה זו מתקבלת מהדלקת גפרור או העברת ניצוץ חשמלי.



3. היגד ב הוא הנכון.

### שאלות לקטע הסיום של הפרק

1. חומר לא יציב על פי הקטע הוא חומר העלול להתפוצץ מכל זעזוע קטן.
2. בתגובה הנתונה מתואר תהליך פירוק של חומר אשר מצב צבירתו הוא נוזל, אשר בעת פירוקו מתקבלים גזים. היחס הסטויכיומטרי מורה על קבלת גזים רבים מכמות מגיב קטנה ( יחסי מולים 4: 29 ) ובנוסף התגובה אקסותרמית כלומר ניפלטת אנרגיה לסביבה בעת התרחשותה.
3. הוספת הנסורת, הביאה ליצירת חומר הנתון לשליטה כלומר חומר שאינו מתפוצץ בנקל מבלי לפגוע ביכולת ההתפרקות שלו, כלומר מאפשרת שליטה טובה יותר על התרחשות התהליך.
4. התגובה המתרחשת היא אקסותרמית.

5. ההיבטים האנרגטיים המוזכרים הם : תגובה אקסותרמית, המתרחשת תוך כדי פליטת אנרגיה אל הסביבה.  
ההיבטים הקינטיים : קצב תגובה- התפשטות מהירה של גזים  
זירוז תגובות פיצוץ בעזרת ערבוב מגיבים שונים מחד לעומת שליטה על התחלת התגובה על ידי הוספת נסורת מאידך.