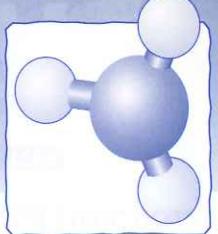


# ניתוח תשובות התלמידים בבחינות בגראות - כלי עזר לשיפור ההוראה

זיהו בר-דב\*



משתתפי הקורסים והסטודנטאות הנ"ל קיבלו הכרשה תיאורית בקשרי למידה והתנסו באיתור טעויות אופייניות של תלמידים ובדרכיהם להתגבר עליהן. כל המורים המשתתפים בהכנות ניתוח בחינות הבגרות הם מורים מובילים, בעלי ניסיון רב בהגשת תלמידים לבחינות בגרות ובנהנחת מורים. כמו כן הם משמשים מעריצים בבחינות בגרות. לאחר שהדרשתי בכל הקורסים הנ"ל והתמחתי בנושא קשיי למידה, התבקשתי לרצוץ ולהנחות את הסדנה של ניתוח בחינות הבגרות.

בעשר השנים האחרונות השתתפנו בניתוח בחינות הבגרות 43 מורים מבתי ספר בכל רחבי הארץ, ואלה שמונתיהם: רונית אגוזי, חגי איזורוביץ, שרה אקר, נורית אריאל, נאדיה ארשיד, דורות בר, דברוה ברוט, אסתר ברקוביץ, דורה גודעוני, ציונה גולדנער, אלנה גורליק, נירית גולזר, מרים גרמן, דינה זובדבני, נירה דינרי, רינה זסלבסקי, קאסם חג'וג', דניאללה ליבמן, רימס סאבא, ד"ר בוריס טרגורמן, נינה לוי, דניאללה ליבמן, רימס סאבא, טובה סלומון, אסתר פור, יהודית פלדמן, אלה פרוטקינו-זילברמן, אורנה פרידמן, מרסל פריליך, ברכה צוילר, ד"ר דליה צ'שנובסקי, גregorיו קאמנג, אביבה קלינמן, לואיזה קרייל, אסתר רוזנטל, יוסף שוורץ, ד"ר יעל שוורץ, ציפורה שחראי, רות שטנאגר, ברכה שטרן, רות שמא, פנינה שפירא, לili שפרור, נואה תממ. היועצים המדעיים במהלך השנים היו: פרופ' אבי הופשטיין, ד"ר רות בן-צבי, ד"ר רחל ממילוק-נעמן, ורדה אקשטיין, ד"ר מיכל צלטנר וד"ר אורלי רמות.

מהלך העבודה על ניתוח בחינות הבגרות השתנה במשך השנים - הופקו לקחים, הועלו רעיונות, הוספו דוגמאות, סיכומים ועוד.

בחינות הבגרות הן מקור מידע חשוב ואמין לידע ולהבנה של תלמידים ולטעויותיהם האופייניות. ממצוע הциונים של בחינות הבגרות בכימיה גבוהה יחסית. הוא נע בחמש השנים האחרונות בין 56 ל-84 ב-3 יחידות לימוד, ובין 78 ל-82 בהשלמה מ-3 ל-5 יח"ל. תלמידים רבים מגלים הבנה של תופעות ותהליכים וודעים לנוכח הסברים ברורים ועמוקים, ועם זאת ניתן להבחן קשיים מסוימים. למודדי הכימיה דורשים לעיתים חשיבה מופשטת, ולכן לא תמיד רואים התלמידים בדמיונים את מה שהמורה מסביר. לעיתים קרובות התלמידים מדרשים להסביר מסקנות ברמה מיקורסקופית על סמך תופעות מקרוסkopיות. יש לחשב על אסטרטגיות הוראה שונות ועל דרכיהם דורשים יכולות פתרון בעיות ולהבנת מושגים מדעיים. מושג (Concept) הוא מודל מחשבתי שאנו יוצרים לעצמנו בכוח הדמיון כדי להבין ממדדים ממשיים או רעיון מופשט. טוות המשגה להבין ממדדים ממשיים או רעיון מופשט. במחקריהם שנעשו בשנים האחרונות הוצעו לכנות טעויות המשגה בשם "תפיסות חלופיות" (Alternative conceptions). טעויות המשגה עלולות להביא לקשה למידה.

במחלקה להוראת המדעים ובמרכז הארץ למורי הכימיה במכון ויצמן למדע בוצעו בוצעו מחקרים העוסקים בטיעויות המשגה ובקשרי למידה. במהלך השנים נאספו ראיות רבות על קשיי למידה של תלמידים וכן בוצע מדי שנה ניתוח תוכאות של בחינת הבגרות על-ידי בתחילת שנות התשעים נתחזו בחינות הבגרות על-ידי פרופ' אבי הופשטיין, רות בוצר וזיהו לנדא. החל משנת תשנ"ה ועד היום הניתוח נעשה על-ידי קבוצות מורים - בוגרי קורסים וסטודנטאות למנהיגות שהתקיימו במרכז הארץ למורי הכימיה במכון ויצמן למדע.

\* זיהו בר-דב, מרכז הסדנה לניתוח בחינות הבגרות, מרכז המורים הארץ למורי הכימיה, מכון ויצמן למדע.



ויחידנית שבסופה מותקאים דיון קבוצתי.

- מפגשים קבוצתיים בהשתתפותו: דיון בחומר הכתוב, הצאות לשיפורים.
- הכנת החומר להגשה.
- הגשת החומר.
- עבודה על השלמת הניתות.
- מסירת עותקי הניתות ליעצים המדעים.
- דיון עם הייעצים המדעים על העורתייהם והצעותיהם.
- ביצוע תיקונים, תוספות ושיפורים בעקבות הערות והצעות של הייעצים המדעים והכנת הנוסח הסופי של ניתוח הבגרות.
- הגשת ניתוח בוחינת הבגרות על מנת להעלותו לאתר של המרכז הארצי למורי הכימיה.

עד שנת תשס"ב הוצאו החוברות של ניתוח בוחינת הבגרות ונמסרו על-ידי המדריכים המוחזים לררכי מקצוע ולמורים במפגשים ממוקדים. החל משנת תשס"ג כל החומר נמצא באתר המרכז הארצי למורי הכימיה <http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/center/center.html> באתר נמצאים ניתוחי בוחינת הבגרות החל משנת תשנ"ח, כך שניתן להוריד, בנוסף לניתוח עצמו, גם נספחים: תרגילים מומלצים, טבלאות, מפות מושגים, שקפים, מצגות ועוד.

לאחר הוצאת החוברות המדריכים המוחזים מקיימים מפגשי מורים המוקדשים לניתוח בוחינת הבגרות. מפגשים אלה כוללים דיונים שבהם המורים מעלים רענוןת להתגברות על קשיי למידה ספציפיים ומציעים פתרונות נוספים.



## שלבי העבודה על ניתוח בוחינת הבגרות בשנים

### האחרונות:

- עיבוד תוצאות המדגם המקודם - לפני הערכת בוחינת הבוגרות מופעל מדגם מוקדם על-ידי המעריכים הבכירים. בעקבות המדגם מתקיימת ישיבת משוב ועדכן מחוון. כל מהלך נעשה בניהולה של המפמי' כימיה, ד"ר ניצה ברנע. היקף המדגם: כ-200 מחברות ב-3 יחידות וכ-200 מחברות השלהמה. יתרון המדגם הוא בהתפלגות טובה בכל הארץ, החיסרונו הוא שהמדגם נעשה לפי המחוון ללא מעודכן, אשר משתנה בחלקו עקב ישיבת המשוב.
- במפגש הראשון של כתבי הניתוח ניתנות הנחיות לביצוע המדגם הנוסף בזמן הערכת הבדיקה. היקף המדגם: כ-200 מחברות ב-3 יחידות וכ-200 מחברות השלהמה. יתרון המדגם הוא זה שהוא נבדק בזמן הערכה, על-פי המחוון המעודכן. חסרונו הוא בהתפלגות גיאוגרפית פחותה מקרים, כי הוא מתבסס על המחברות המתקבלות להערכת על-ידי חברי הסדרנה.
- עיבוד סטטיסטי של תוצאות שני המדגמים, חישוב ממוצעים משוקלים.
- מילוי הערות וציטוט של טעויות אופייניות שנאספות על-ידי כל המעריכים של בוחינת הבגרות. איתור ואיוסוף טעויות אלה כרוכים במאמרים רבים מצד המעריכים, ועל כך תודתנו הרבה.
- המפגש השני של כתבי הניתוח כולל את הפעולות האלה:
  - חלוקת התוצאות המשוקלות של שני המדגמים.
  - חלוקת הערות וציטוט מミונת לפי השאלות.
  - חלוקה לקבוצות עבודה וחולקת העבודה.
  - הנחיות מפורטות לכתיבת הניתוח.
  - דיון על אופן הכנת הניתוח.
- עבודה בקבוצות שנעשית לצורךות שונות: כתיבה משותפת במפגשים, כתיבה משותפת בעזרת התכתבות בדואר אלקטרוני, חלוקת העבודה וכתיבה

## מבנה הניתוח של תשובות התלמידים בבחינת הבגרות

### ניתוח תוצאות החלק הרב-ברורתי - שאלה 1 בבחינת הבגרות - 3 ייחדות לימוד

שאלת 1 מכילה 8 תת-סעיפים. ניתן השאלה מתבסס על הממצאים הסטטיסטיים של מכון סאלד - ציון השאלה, ותוצאות שני המדגמים של 400 דפי תשובות של תלמידים.

השוואה בין תוצאות המדגם לבין הממצאים הסטטיסטיים שדווחו על ידי מכון סאלד ארבע השנים האחרונות:

| שנת הלימודים | ציון ממוצע של שאלה 1          |                |
|--------------|-------------------------------|----------------|
|              | על פי הנזונים<br>של מכון סאלד | על פי<br>המדגם |
| תשס"ג        | 88                            | 87.3           |
| תשס"ב        | 88                            | 88.3           |
| תשס"א        | 75                            | 74             |
| תש"ס         | 76                            | 77             |

בניתוח שאלה 1 מובאים ציוני הסעיפים, על-פי תוצאות המדגם.

הנition של כל אחד מהסעיפים כולל:

- התפלגות התשובות לפי המסיחסים, על-פי תוצאות המדגם.
- ניתוח מטלה - מה נדרש מהתלמידים לדעת על מנת לענות כהלכה.
- nymok לבחירה בתשובה הנכונה.
- סיבות אפשריות לטיעויות תוך התייחסות לשאלת כל שאלה דיאגностית.
- הצעות למניעת הטיעויות שנתגלו.
- הצעות להוראת אותו חלק מהנושא שאליו מתייחסת השאלה הנזונה.

דוגמאות לנition סעיף בשאלת 1:

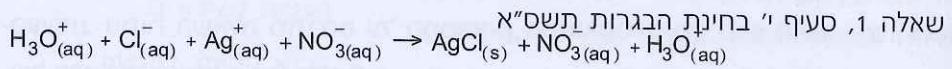
ו. 1-000 מיליליטר תמיסה ממीת של  $M_1$  ICl הוסיפו 100 מיליליטר תמיסה ממीת של  $M_3$   $\text{AgNO}_3$ . נוצר משקע. מהו המשפט הנכון?

1. התרחשה סתירה מלאה והתקבלת תמיסה ניטרלית. 15%
2. התמיסה שהתקבלה אינה מוליכה זרם חשמלי. 9%
3. בתמיסה שהתקבלה ריכוז יוני  $\text{NO}_3^{(aq)}$  הוא  $0.5 \text{ M}$ . 62%
4. נוצרו 0.2 מול משקע. 14%

ב. ג. ד.

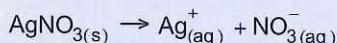


התגובה שהתרחשה היא תגובה שיקוע בין יוני כסף ליוני כלור:



חישוב ריכוז יונים חנקתיים:

מספר מולים של יונים חנקתיים בתמיסה המקורית 0.1 מול.



$$n = 0.1 \text{ mol} \qquad n = 0.1 \text{ mol}$$

מספר זה נותר גם בתום התגובה (יונים חנקתיים הם יונים משקיפים).

הנפק החדש, לאחר ערבות שתי התמיסות, הוא 200 מיליליטר ולכן ריכוז יונים חנקתיים יהיה:

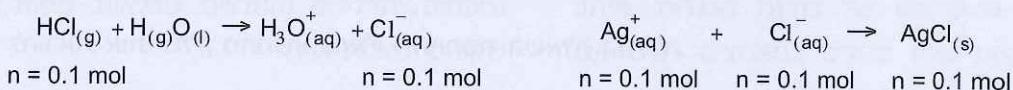
$$\frac{0.1 \text{ mol}}{0.2 \text{ l}} = 0.5 \text{ M}$$

עפ"י ניסוח תגובה השיקוע נשלול את כל אחד מהמסחבים:

מס' 1: יוני הידרונים לא מגיבים בתגובה זו. הם בעצם יונים משקיפים, ריכוזם לא משתנה והtamisa בתום התגובה חומצית.

מס' 2: התמיסה מכילה יונים משקיפים ניידים (יוני הידרונים ויוני חנקתיים) ולכן זרם חשמלי.

מס' 4: עפ"ייחס המולים נוצרו רק 0.1 מול משקע:



- לחשב את מספר המולים של כל אחד מסוגי הIONS בתמיסה שהתקבלה.
- לחשב את מספר המולים של הIONS שהגביו ולהטייך מסקנה כי התגובה תגובה שיקוע מלאה.
- לחשב את מספר המולים של המשקע.
- להבחן כי הIONS המשקיפים (שנותרו בתמיסה) הם IONI הידרונים וIONS חנקתיים אשר אינם מגיבים זה עם זה.

כדי לענות כראוי לשאלה זו על התלמידים:

- לזרות את הרכבת  $\text{NO}_3\text{Ag}$  כחומר יוני, מסיס במים.
- לזרות את הרכבת  $\text{HCl}$  כחומר המגיבה עם המים.
- להסיק מנתוני השאלה שהתגובה שהתרחשה היא תגובה שיקוע - בין יון המתכת ליוני הHALOGEN, ומהSKU הנוצר הוא  $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ .



•

חוּמָצֵי.

•

לדעת כי תמייסה מימית המכילה יונים ניידים מוליכת זרם חשמלי.

•

הסיבה לציוון הנמור היא מרכיבות המטלה - שילוב פריטים שלושה נושאים שונים: חומצות ובסיסים, מבנה וקשר וסטיקוומטריה. ההישגים היו נמוכים במיוחד (25%) בקרב תלמידים חלשים (שהישגים נמוכים מ- 60% בשאלת 1). נתונים אלה מעידים כי הסינרגיה בין מידע הנרכש בפרק ללמידה שונאים קשלה לתלמידים, וכך מהם אינטלקטואליים לבצע ניתוח כוללי של הנתונים המובאים בשאלת.

•

15% מהתלמידים שבחרו במשיכת 1 סיוגו באופן אוטומטי את התגובה כתגובה סטיריה בשל נוכחות החומצה הכלורית. הדבר מעיד לנראתה שהמושג סטיריה אינו ברור די, וכי התלמידים "משבצים" תשובות לתביעות חשיבה - "אם יש פה תמייסת HCl זהו חומצה, אז יש פה סטיריה". יתרון שמווג זה נראה לתלמידים פשוט וברור וכן "מוטבע". נראה כי חלק מהתלמידים

6

5

4

שאלה מסוג זה מצבה בפני המורים את הצורך לתרגל פתרון בעיות מגוונות הדורשות מהתלמיד לבצע סינרגיה של מידע הנלמד בפרק ללמידה שונית.

שאלה לדוגמה:

200 מ"ל תמייסת  $\text{HBr}_{(\text{aq})}$  2M הgive עם 10 ליטר  $\text{Ag}_{(\text{aq})}\text{Cl}$  (בתנאי החדר).

מהי הקביעה הנכונה?

1. התרחשה סטיריה מלאה והתקבלה תמייסה ניטרלית.
2. התמייסה שהתקבלה אינה מוליכה זרם חשמלי.
3. בתמייסה שהתקבלה ריכוז יוני  $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$  הוא 2 M.
4. מספר מולי הברום שהתקבל הוא 8.0.



## ניתוח השאלות הפתוחות בבחינות הבגרות - 3 יחידות לימוד

- הצעת סיבות אפשריות לטעויות תוך התייחסות ציטוט.
- לשאלהcalar שאלת דיאגנומטית.
- הצעות למניעת הטעויות שתגלו.
- הצעות להוראת אותו חלק מהנושא שאלין מתיחסת השאלה הנtauונה.
- "טיפים" למורה: מצגות, טבלאות, גרפים, דפי עבודה, שקפים, דפי סיכום, מפות מושגים, הצעות לשימוש במודלים, הצעות לניסויים חדשים (לא מסוכנים), שאלות לבחנים וUMBACHINIM, כתובות של אתרי אינטרנט מתאימים ועוד.
- סיכום טעויות אופייניות בנושא מסוים אשר נתגלו בבחינות בגרות וחזרו על עצמן במשך שנים.
- הערות והמלצות בנושא מסוים.

ניתוח השאלות הפתוחות מtabסס על ממצאים סטטיסטיים של מכון סאלד - ציוני השאלה ופיזור הציונים, על תוצאות מדגם של 400 מחרבות - ציוני הסעיפים והחת-סעיפים, ועל טעויות אופייניות המאותרות על ידי מערבי בחינות בגרות.

ניתוח כל שאלה פתוחה כולל:

- ציון השאלה ופיזור ציוניים - על-פי הנתונים של מכון סאלד.
- ציוני הסעיפים והחת-סעיפים - על-פי תוצאות המדגם.
- ניתוח מטלה - מה על התלמיד לדעת על מנת לענות נכון לשאלה.
- ניתוח של כל אחד מהסעיפים והחת-סעיפים של השאלה אשר כולל:
  - שאלה ותשובה.
  - מין וסקירת טעויות אופייניות של תלמידים, כולל

## דוגמה לנition של שאלה פתוחה – 3 יחידות לימוד:

### שאלה 6 בנושא "שינוי-משקל", בבחינת הבגרות תש"ב

שאלה 6

נתונה התגובה:  $\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_2$

שלושה כלים ריקים A, B, ו- C, שנפח כל אחד מהם הוא 1 ליטר, נמצאים באותה טמפרטורה. לכלי A הcniso 2 מול  $\text{NO}_{2}$ . לכלי B הcniso 1 מול  $\text{NO}_{2}$ .  
לכלי C הcniso 1 מול  $\text{O}_{2}$  ו- 2 מול  $\text{NO}$ .

הلحץ נמדד בכל אחד משולשת הכלים. בעבר זמן מה נמצא שהלחץ אינו משתנה יותר.

א. במצב שבו הלחץ נשאר ללא שינוי, ציין מה הם החומרים הנמצאים בכלים A, B ו- C. נמק.

ב. במצב שבו הלחץ נשאר ללא שינוי, נמצאו בכלי A 1.8 מול  $\text{NO}_{2}$ .

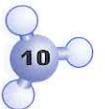
חשב את קבוע שינוי-משקל לתגובה הנtauונה. פרט את חישובך.

ג. האם הלחץ בכל אחד מהכלים A, B ו- C עלה, ירד או נשאר ללא שינוי מרגע הכנסת החומרים לכלי, ועד להשגת שינוי-משקל? סביר.

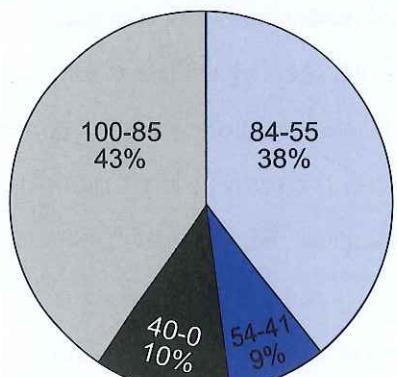
ד. אחר שהושג שינוי-משקל בכלי A, הגדילו את נפח הכלי פי 2 (תוקן שמיירה על טמפרטורה קבועה).

ו. מהו הריכוז של כל אחד מהחומרים בכלי A ברגע שהנפח גדל? نمוק.

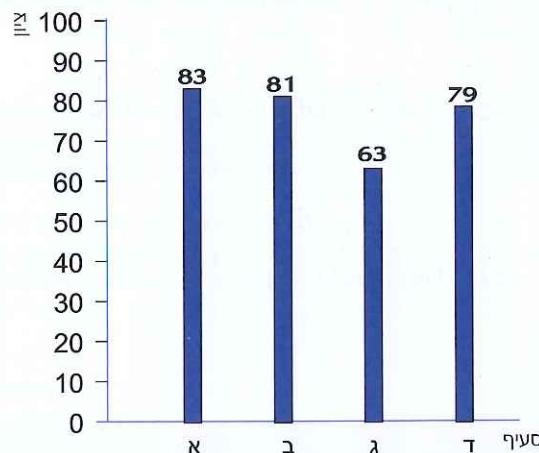
ו. איך תגובה - התגובה הישרה או התגובה הפוכה - תתגבר לאחר השינוי בנפח ועד להשגת שינוי-משקל חדש? نمוק.



**בחרו בשאלת 61 מהתלמידים**



**ציון ממוצע על פי مكان סאלד: 75**



הוגמא לניטוח סעיף:

סעיף ג' (הצין 36 - הנמור ביחס)

אם הלחץ בכל אחד ממכלים B, A ו- C עליה, ירד או נשאר ללא שינוי מרגע הכנסת החומרים לכל עד להשתגת שווי-משקל? הסביר.

לעוזר

התשובה:

כל A: הלחץ ירד. התרחשה התגובה הההפוכה, שבה נוצרות פחות מולקולות גז.

כל B: הלחץ עליה. התרחשה התגובה הישרה, שבה נוצרות יותר מולקולות גז.

כל C: הלחץ עליה. 
$$Q < K \Leftrightarrow \frac{2^2}{1} = 4$$

לכן התרחשה התגובה הישרה שבה נוצרות יותר מולקולות גז.

ב.ג.א.ג

טעויות אופייניות:

1. בלבול בין מצב התחלתי של המערכת לבין מצב שווי-משקל, התייחסות אל התחליר המתרחש עד להשתגת מצב שווי-משקל כל תגובה המערכת על ההפרעה:

- "הלחץ נכון A ורכ כוון טרי-טוי חוק ג-טוטו יוכא  $N_2O_{4(g)}$  יוכא  $N_2$  ופל כי אין אספֶר גאנז נוילס".
- "כ.ג. א.ג. לא נאכזיסו ורג אוניאן  $NO_{2(g)}$  ואנטז גאנז גאנז כ.ג. גאנז לאב יוכא  $N_2O_{4(g)}$ , אוניאט לאב אוניאן יוכא גאנז, כי לאנו גאנז גאנז פלאב אוניאן  $\frac{1}{2}$ ".

כ.ג.א.ג



2. תפיסת שווי-משקל כמצב שבו יש איזון של כמויות ולא כמצב שבו יש קבועות ריכוזים:
- „הכי, ס פכיעס ו אוו אליה ו-ג או גאנט. צוואר, ו פַּעֲזָה עַל גַּעֲגֵר, גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“
  - „פַּעֲגֵר זֶה דָּא גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר, גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“
  - „הכי, ס גַּעֲגֵר וְזֶה גַּעֲגֵר שָׂוֹאָוָא-אַלְקָה כוֹן טִילְכָּה גַּעֲגֵר כְּפֻלָּה אַלְכָּה, גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“
  - „הכי, ס גַּעֲגֵר וְזֶה גַּעֲגֵר שָׂוֹאָוָא-אַלְקָה כוֹן טִילְכָּה גַּעֲגֵר כְּפֻלָּה אַלְכָּה, גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“
3. התיחסות ליחס בין המקדמים בניסוח תגובה כאשר גורם המשפע על מצב שווי-משקל:
- „הכי, ס גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר, אַכְּוֹן טִילְכָּה כְּפֻלָּה גַּעֲגֵר אַלְכָּה אַלְקָה זְעָמָה זְעָמָה.“
  - „הכי, ס גַּעֲגֵר זְעָמָה קְבָּעָה כִּי גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר זְעָמָה זְעָמָה.“
  - „הכי, ס גַּעֲגֵר זְעָמָה זְעָמָה זְעָמָה זְעָמָה.“
4. אפיון שגוי של מצב שווי-משקל: התיחסות לנוכחות בכלו של כל מרכיב המערכת כאשר תנאי מספק לקיום מצב שווי-משקל:
- „אַכְּוֹן טִילְכָּה גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר, גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“

5. האנשה של המערכת:
- „פַּעֲגֵר זֶה גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“
  - „פַּעֲגֵר זֶה גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר.“
6. שימוש במושג "קבוע שווי-משקל" לתיאור מנת הריכוזים Q:
- „K גַּעֲגֵר גַּעֲגֵר זְעָמָה זְעָמָה.“

סיכום ניתוח השאלה:

כדיו לחתת מספר רב של דוגמאות על מנת להסביר לתלמידים מהו לחץ ומהן הנסיבות למניעת הטעויות שנתגלו, כגון הגורמים המשפיעים על לחץ. כמו כן להציג שינוי בלחץ הוא מקרה פרטני של שינוי ברכיבים; יש לחזור תמיד לריכוזים כshednim בשווי-משקל.

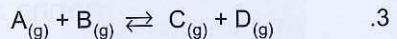
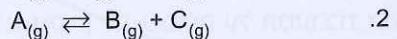
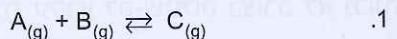
לפתרון חלק מהבעיות שצינוו בניתוח שאלה ניתן לתת לתלמיד עבודה עצמית מסכמתה.

ציוון השאלה נמור יחסית. הבעיה העיקרית היא בלבול בין כלל המצבים האלה: מצב התחלתי של המערכת, התרחשויות התגובה עד להשתתת מצב שווי-משקל, מצב שווי-משקל, הפרעה למערכת במצב זה ותגובה המערכת על ההפרעה. על מנת להתגבר על בעיה זו מומלץ לתאר באופן גרפי את המצבים השונים של המערכת ולציין בגרף על איזה מצב מדובר.

על מנת למנוע בלבול בין שינוי ברכיב לבין ערכו של קבוע שווי-משקל, מומלץ לחשב עם התלמידים את מנת הריכוזים Q במצבים שונים במהלך התגובה.

מומלץ לפרט את שינוי הלחץ בכל מחלק התגובה וכותזאה מהפרעות שונות.

## נתונות 3 מערכות:



א. קבעו עבור כל מערכת אם הלחץ בכל עלה, ירד או לא השתנה מהתחלת התגובה עד להשגת מצב שיווי-משקל.

ב. השלמו את הטבלה הנתונה עבור כל מערכת.

ג. ציירו גраф איקוטי של כל אחת מהמערכות הנתונות ובו תראו את ששת מקרי ההפרעות המצוינים בטבלה.

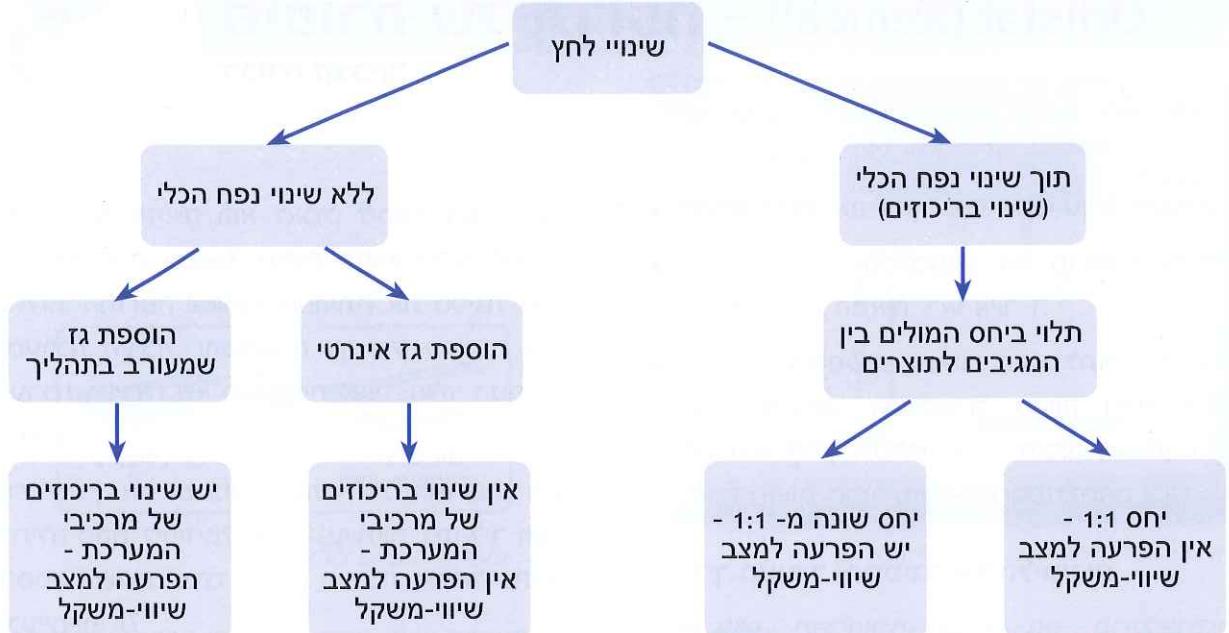
| קבוע של<br>שיווי-<br>משקל<br>חדש<br>חדשן,<br>קטן או<br>שווה<br>לקבוע של<br>deo<br>שיווי-<br>משקל<br>הקודם | הלחץ בכל<br>עד הגעה<br>לשוווי-<br>משקל<br>גדול, קטן<br>או לא<br>משתנה | זמן הגעה<br>לשוווי-<br>החדש גודל,<br>קטן או שווה<br>לזמן הגעה<br>לשוווי-<br>ה_mAם | רכיב<br>התוצרים<br>בdeo<br>ה_mAם<br>חדש<br>קטן, גדול<br>או שווה<br>לזה שהיא<br>בdeo<br>ה_mAם | רכיב<br>המגיבים<br>בdeo<br>ה_mAם<br>חדש<br>קטן, גדול<br>או שווה<br>לזה שהיא<br>בdeo<br>ה_mAם | לאחר<br>ההפרעה<br>התגובה<br>פונה לכיוון<br>התוצרים<br>או<br>המגיבים | ברגע<br>השינוי:<br>$Q = K$<br>$Q > K$<br>$Q < K$ | שינוי<br>במערכת<br>שנמצא<br>במצב<br>deo<br>שיווי-משקל |
|---|---|---|--|--|---|--|---|
|   |   |   |  |  |   |  | הוספה<br>חומר $A_{(g)}$                               |
|   |   |   |  |  |   |  | הוצאת חלק<br>מחומר $B_{(g)}$                          |
|   |   |   |  |  |   |  | הקטנת נפח<br>הכלி פי 2                                |
|   |   |   |  |  |   |  | הגדלת נפח<br>הכלி פי 2                                |
|   |   |   |  |  |   |  | העלאת<br>טמפרטורה                                     |
|   |   |   |  |  |   |  | הורדת<br>טמפרטורה                                     |

- אי הבנה של השפעת הטמפרטורה על כיוון התגובה ועל מהירות התגובה.
- חוסר הבחנה בין מהירות התגובה לבין העדרת כיוון התגובה.

דוגמה להערות והמלצות בנושא:  
**הערות והמלצות בנושא "שיווי-משקל"**  
ניתן למיין את הטעויות האופיניות בנושא, אשר חוזרות על עצמן מדי שנה, למספר סוגים:



- tagobet ha-muracat la-hafra'ah.
- ha-pulat ukron la-ha-shetlia be-zora la-nakona.
  - ha-pulat ukron la-ha-shetlia ul ha-muracat ha-nemzata b-matzav ha-hatalti.
- Momelz la-harbotot be-tzi'or gorfiim she-bam yodagmo ha-hafra'ot, yoshem dagsh ul ma shkura be-bergu ha-hafra'ah yozagno ha-tahalichim ha-matrichim morgeu ha-hafra'ah v-ed la-hashgat shiioi-meshkal chadsh.
- ו. • koshi miyochd be-sha'ilot ha-mati'isot le-shni ha-nosha'im: anergia v-shiioi-meshkal.
- Momelz la-harbotot be-sha'ilot ha-meshebot at shni ha-nosha'im hallo la-zad no-shaiim nosofiim: mabna v-kishor, stoikiometrיה.
- ו. • chosar ha-bnha shel ma-smuot ha-lachz.
- la-matzlihim le-kshor biin kbiut ciyon ha-togoba ud la-hashgat matzv shel shiioi-meshkal le-bin ha-sha'ila ha-molim shel goz ul la-chz ha-gaz be-celi ba-ul na-pa' kbe'ou.
- ha-kshar biin na-pa' la-chz bat-mefrutora kbo'ah ai'mo bror di' lo-chalk n'icar mah-talmidim.
- ai ha-bnha shel ha-uboda sh-hospat goz azil la-muracat ha-nemzata b-matzav shiioi-meshkal mu'ala amnon at ha-lachz be-celi, ark la-mashna at ha-richoim shel merkabi ha-muracat v-lak anina ma-ho'oh ha-hafra'ah shiioi-meshkal.
- ha-mati'isot le-shni na-pa' ha-celi v-shni ha-richoim cal ha-hafra'ah shiioi-meshkal ca-shmohbor ba-muracat she-ba' ai'on shinui b-mas'or mol'i goz ba-mhal' ha-togoba.
- Momelz ldon bi-tir ha-rachba ba-nosa' ha-tanegot ha-gzim be-celi ha-ibitiim v-lo-hagish shov at ha-nosha' be-frak shiioi-meshkal. ish le-havhor at ha-gorim ha-u'sim le-shnot la-chz be-celi sagor.
- mapta' mosagiim ha-mofe'ua be-umod ha-ba, ushia' le-uzor la-talmidim ba-habnata ha-nosha'.
- chosar ha-bnha be-tzayon ha-sha'ila be-umod ha-ba, ushia' le-uzor ha-pulat zo'ar ul ha-muracat.
  - hanha shgaya shel-pia urcu shel kbo' shiioi-meshkal kbo' at mahiorot ha-togoba.
- Momelz la-harbotot be-tzayon ha-u'sim be-habnata ha-ibitiim al-la, kol uboda um gorfiim. Momelz ldon um talmidim be-celi ha-zadmanut le-hbadlim biin ha-ibitiim cmotiyim, termodinimim v-kinetiyim.
- ו. • ish talmidim shammarim le-uruk chishev clshano b-mekom lenach at ha-ntoniim v-lehisik miskana ha-gionit. Cr mofe'ot tbalot shgoyot, le-utim ha-habnha ha-matematit v-le-utim ha-habnha ha-konecpto'alit.
- shgao'ot ba-habnata na-tonim.
- kshimim ba-habnata gorfiim.
- Momelz le-tzayon um talmidim at ha-uracat ha-ntoniim (la-chsob), kol na-tonim ha-mofe'utim be-gefr.
- ו. • chosar ha-bnha biin mas'or molim le-bin ric'oz.
- ha-mati'isot la-tihilat ha-togoba cal matzv shiioi-meshkal.
- ish le-hakpid ul ba-niyat ha-tebala shel ric'ozim ha-hataltiim, shinui bric'ozim v-shel ric'ozim shiioi-meshkal.
- ו. • kshimim ba-shimush ba-manta ha-ric'ozim - Q.
- ish talmidim shel ha-pni'imo shain tem la-hashvut biin ha-kbo'utim shel tahalichim ha-pocim.
- shochim shkbo' shiioi-meshkal crir le-hi'ot zmod lan-sotch ha-togoba. Matkashim ba-habnha shel ma-smuot ha-kbo'ut.
- ish le-habnha brora yotter biin kbo' shiioi-meshkal le-manta ha-ric'ozim momelz le-havhor cel tahalir ba-shlabim shonim shel ha-torachot.
- ו. • chosar ha-bnha biin ha-ric'ozim shel merkabi ha-muracat be-bergu ha-hafra'ah le-bin shinui bric'ozim catzaca'ah shel



מפתח מושגים לשוני לחץ כשהמערכת נמצאת במצב שוווי-משקל

איתור קשיי למידה וחיפוש דרכים להגבר עליהם, הצעת דרכי הוראה מתאימות עשויים לתרום לשיפור הוראות הכימיה.

#### מקורות

ניתוחי בבחינות הבגרות (1991 - 2003). מכון ויצמן למדע, רחובות.

הופטני, א. (1985). קשיי למידה בכימיה ודריכים להגבר עליהם. מכון ויצמן למדע, רחובות.

Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (1996). Strategies for re-mediating learning difficulties in chemistry. In F. Treagust, R. Duit, & B. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics* (pp. 109-119). London: Teachers College Press.

Ben-Zvi, R., & Mamlok, R. (2000, April). Is there a link between curriculum content and students' understanding of the concept of energy? Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Education, New Orleans, LA.

Dori, Y.J. (2003). From nationwide standardized testing to school-based alternative embedded assessment in Israel: students' performance in the matriculation 2000 project. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 34-52.

דינום במצבים ובמלצות שבחוורות של ניתוח בחינות הבגרות, מתקנים בהשתלמות ובמפגשים מוחזקים בהנחיית מדריכים מוחזקים. במקביל מומלץ לדון בכך גם בישיבות צוות בית ספר. אפשר לעורך ניתוח תוצאות של בחינת הבוגרות במסגרת בית ספרית. לשם כך יש לבצע את הפעולות הבאות:

- לבדוק את מחברות התלמידים (לאחר שהן מוחזרות בבית הספר) ולרשום את ציוני הסעיפים והתasset-segments. סעיפים באחוזים על מנת לאתר את הסעיפים הבעייתיים.
- לרשום את טעויות התלמידים.
- להשוות בין התוצאות של תלמידי בית הספר לבין התוצאות הכלל ארציות.
- להשוות את הטיעויות שנאספו לטיעויות האופייניות שמופיעות בניתוח הבגרות.
- לחקור: האם ההצעות לטיפול בעיות המופיעות בניתוח הבוגרות מתאימות לתלמידי בית הספר?
- לחשב על דרכי טיפול ייחודיות.