



# פעילות שהכין ד"ר יהושע סיון והציג בכנס המורים תשס"ט תגובה בין מגנזיום בוער לבין אבן גיר

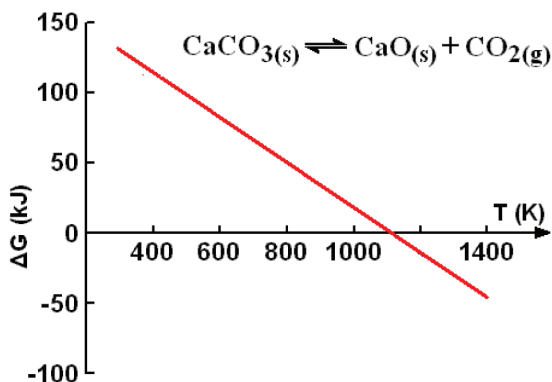
## | עליזה ילינק, חיה פרומר\* |

להלן נתונים תרמודינמיים עבור המגיבים והתוצרים בתגובת הפירוק של שיש:



	$\Delta H_f^\circ$ kJ/mol	$\Delta G_f^\circ$ kJ/mol	$S^\circ$ J/K.mol
$\text{CaCO}_3(\text{s})$	-1207	-1129	92.9
$\text{CaO}(\text{s})$	-635	-604	39.75
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393.5	-394	213.74

מנתונים אלה ניתן לחשב את טמפרטורת הפירוק של  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  (ב- $\Delta G=0$ ) ונמצא שהיא  $1100\text{K}$ . ניתן להציג תוצאה זו גם באופן גרפי:

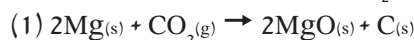


אפשר להעריך שטמפרטורת השרפה של המגנזיום (המספקת אנרגיה הדרושה לפירוק הגיר) - גבוהה יותר.

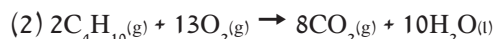
## מהו מקור הכתם השחור?

כאשר מדליקים פס מגנזיום ומניחים אותו דולק על שיש, מתקבל, בנוסף לאבקה הלבנה, גם כתם שחור. הכתם השחור מתקבל גם כאשר שורפים מגנזיום ומגביהים אותו מעל להבה של מבער, בלי לגעת בלהבה.

בניתוח של התגובות מתברר שהכתם השחור הוא  $\text{C}(\text{s})$ , שנוצר בתגובה בין מגנזיום ל- $\text{CO}_2$  (תגובה 1).



אם מגביהים את המגנזיום הדולק מעל להבת המבער, ה- $\text{CO}_2(\text{g})$  נוצר משרפת הגז (תגובה 2).

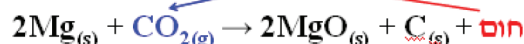
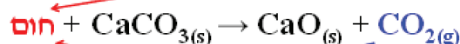
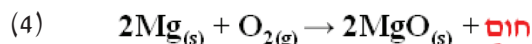


אם מניחים את המגנזיום הדולק על השיש  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ , ה- $\text{CO}_2(\text{g})$  נוצר מפירוק השיש בתגובה 3.



החום המושקע בתגובה 3 מתקבל מחום השרפה של המגנזיום  $\text{Mg}(\text{s})$  (תגובה 4).

ולסיכום - רצף התגובות המתרחשות הן:



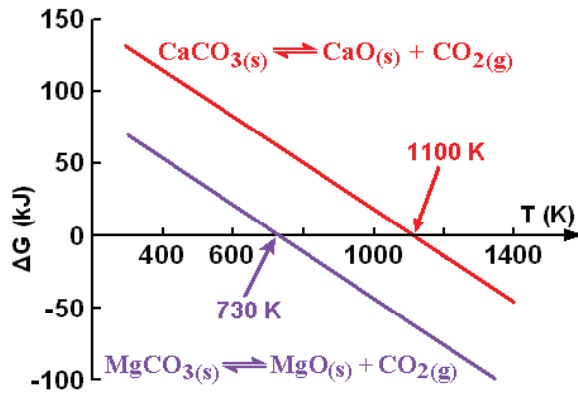
\*עליזה ילינק, מורה לכימיה בביה"ס "שובו" בירושלים

\*חיה פרומר, עורכת משנה של העיתון "על-כימיה", חברת צוות המרכז הארצי למורי הכימיה, האוניברסיטה העברית בירושלים



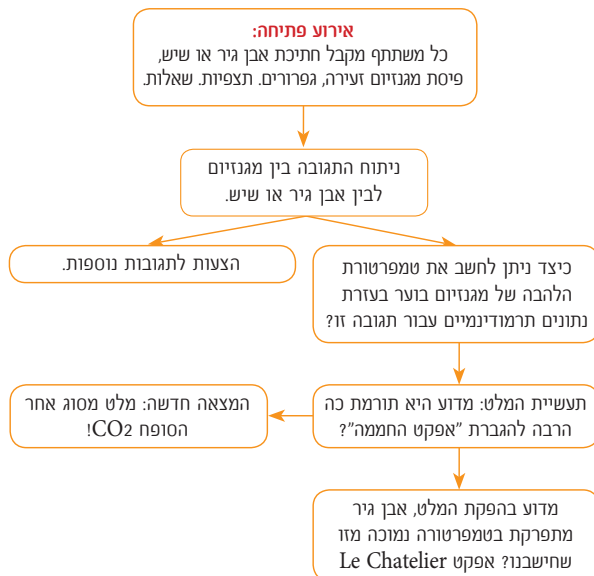
	$\Delta H_f^\circ$ kJ/mol	$\Delta G_f^\circ$ kJ/mol	$S^\circ$ J/K.mol
$MgCO_3(s)$	-1029	-1113	65.7
$MgO(s)$	-569	-602	26.8
$CO_2(g)$	-394	-393.5	213.7

התיאור הגרפי הוא:



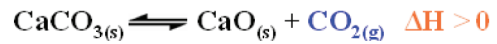
לדעתנו הפעילות שהוצגה על ידי ד"ר סיון בכנס היא פעילות פשוטה המובילה לדיון מרתק, וניתן לשלב אותה בהוראת הנושאים: חמצון-חיזור, אנרגיה, שיווי משקל, תרמודינמיקה ואיכות הסביבה. בנוסף לכך, הביצוע הפשוט של הפעילות, זמינות החומרים הנדרשים לביצועה והעובדה שהתהליכים המוצגים בפעילות בטיחותיים, מבטיחים לה מקום של כבוד בהוראת נושאים אלה.

### לסיים - מוגשת טבלת רצף ההוראה, כפי שכתב והציג ד"ר סיון.

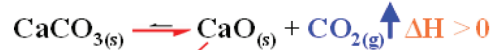


במציאות טמפרטורת הפירוק של אבן הגיר נמוכה מהצפוי. הסיבה היא שזו תגובת שיווי משקל וניתן להסיט את התגובה לכיוון היווצרות התוצר, שמתרחשת כאשר נותנים לפחמן הדו חמצני להיפלט ומגיבים את הסיד  $CaO(s)$  עם תחמוצות שמוסיפים למערכת, כגון חרסית  $SiO_2(s)$ . סדרת פעולות כזו מתרחשת בשלב הראשון בכבשני תעשיית המלט, ובמצב זה אין צורך להגיע לטמפרטורת הפירוק.

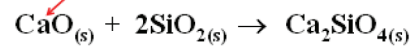
הפרת שיווי המשקל:



$CO_2$  בורח מהכבשן:



תוצרי פירוק החרסית מגיבים עם ה- $CaO$ :

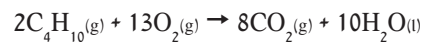


### רגע של תעשייה

כאמור, הסיד  $CaO(s)$  שמתקבל מפירוק אבן הגיר משמש לתעשיית המלט. זו תעשייה גדולה וחשובה אבל היא גם מזהמת את האוויר.

בתגובות להכנת המלט נפלט הרבה  $CO_2(g)$  המגביר את אפקט החממה (5% מכלל ה- $CO_2(g)$  הנפלט בעולם - משתחרר בתהליכים אלה).

פחמן דו חמצני נפלט גם בתגובת השרפה של הדלק:



וגם בתגובת הפירוק של אבן הגיר (ראה תגובה 3 לעיל).

כאמור, האנרגיה הנפלטת משרפת הדלק (תגובה אקסותרמית) משמשת לקיום תגובת הפירוק האנדותרמית של הגיר.

היום נעשים מאמצים רבים למצוא פתרון לבעיית הפליטה של  $CO_2(g)$ .

לדוגמה: מלט מסוג חדש, המבוסס על  $MgO(s)$  המתקבל מפירוק  $MgCO_3(s)$  (תגובה 5), במקום סיד  $CaO(s)$  המתקבל מפירוק אבן גיר.  
 $(5) MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$

אם נחשב את טמפרטורת הפירוק של  $MgCO_3(s)$  (בעזרת הנתונים התרמודינמיים המתאימים, להלן) נקבל את הערך  $730 K$ . כלומר, טמפרטורת הפירוק של  $MgCO_3$  נמוכה מזו של אבן הגיר. לכן תהליך זה מסייע לחיסכון בדלק ולהפחתת הפליטה של  $CO_2(g)$  וכתוצאה מכך גם להפחתת בזיהום הסביבה.

