

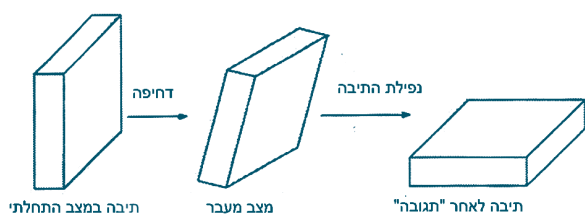
התיבה המתנדנדת

אנלוגיה מקרוסקופית לתגובה אקסותרמית חד-שלבית*



| חיה פרומר, שרה פרח** |

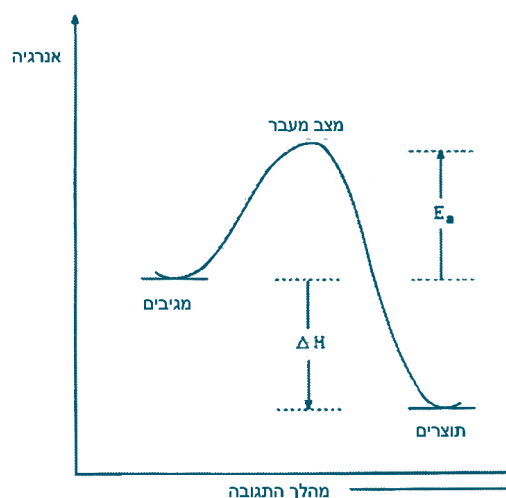
בתגובה (ΔH). מאידך, תלמידים שאינם מכירים עדיין את דיאגרמת האנרגיה, לדוגמה: תלמידי כיתות י', מתקשים לתאר לעצמם את שינויי האנרגיה המתרחשים במהלך תגובה כימית ואת כל המושגים הנלווים שהזכרנו לעיל. לתלמידים אלה מוצעת הפעילות הבאה - אנלוגיית התיבה המתנדנדת:



איור 2: שינויי האנרגיה של תיבה נופלת דומים לאלו של תגובה אקסותרמית חד-שלבית.

מצב ה"מגיבים" מיוצג ע"י התיבה הניצבת על צדה הצר. ברור לתלמידים שגם אם התיבה יציבה פחות כשהיא ניצבת על צדה הצר מאשר כשהיא על צדה הרחב, התיבה יכולה להמשיך לעמוד כך ללא הגבלת זמן. כדי שהתיבה תעבור למצב הנמוך יותר באנרגיה

ידוע כי תגובות כימיות מלוות בשינויי אנרגיה ועובדה זו ניתנת לביטוי באמצעות דיאגרמת אנרגיה ("פרופיל תגובה"), כפי שניתן לראות באיור הבא:



איור 1: דיאגרמת אנרגיה ("פרופיל תגובה") לתגובה אקסותרמית.

תלמידים המכירים את דיאגרמת האנרגיה של תגובה, יכולים לקבוע בעזרת התבוננות בה, אם תגובה מסוימת היא אקסותרמית או אנדותרמית. כמו כן הם לומדים להגדיר בעזרתה מושגים כמו: אנרגיית שפעול (E_a), מצב מעבר ושינוי האנתלפיה

*מעובד ע"פ:

"The Toppling Box: A Macroscopic Analogy To Single Step Exothermic Reactions", Thomas H. Eberlein (1990), Journal of Chemical Education, 67, 26-27.

**חיה פרומר, עורכת משנה של העיתון "על-כימיה", חברת צוות המרכז הארצי למורי הכימיה, האוניברסיטה העברית בירושלים. שרה פרח, עורכת ראשית של העיתון "על-כימיה", מורה לכימיה בתיכון הישראלי למדעים ואמנויות ובב"ס פלך, בירושלים.

המעבר". זהו מצב חמקמק ולכן גם אי אפשר לצפות בו ישירות אלא רק להסיק מהו המבנה שלו¹.

אפשר לבקש מהתלמידים להביא קופסאות משלהם ולנדנד אותן קלות. ניתן גם לבקש מהם לנסות להקיש על הקופסה כשהיא מונחת על צדה הרחב ("תוצרים") ולנסות להעביר אותה למצב ההתחלתי ("מגיבים"). זו תהיה תגובה אנדותרמית שהיא, כידוע, בעלת אנרגיית שפעול גבוהה יותר. נראה שהדבר ניתן לביצוע רק כאשר מרימים צד אחד של התיבה ומקישים עליה.

הקופסאות המתאימות לשימוש: קופסת מגבוני נייר, קופסה של קלטת וידאו, קופסת גפרורים. על הקופסאות להיות ריקות, או לחילופין – מלאות לגמרי, שאם לא כן – יהיה קשה להפיל את הקופסה לחלוטין.

ה"תוצרים" – היציב יותר) – היא צריכה קודם לעבור דרך מצב שבו יש לה אנרגיה גבוהה יותר – "מצב המעבר" ורק אז היא תיפול. דחיפה עדינה למדי בראש התיבה העומדת תספק את "אנרגיית השפעול" הנחוצה לנפילת התיבה.

רצוי לפני כן לדחוף את התיבה דחיפות קלות אחדות, שאינן גורמות לנפילה, ולהראות שהיא חוזרת למצבה המקורי. כך ניתן להדגים את העובדה שלא כל ההתנגשויות בין מולקולות המגיבים הן התנגשויות פוריות, לא כולן מספקות למגיבים את אנרגיית השפעול הנדרשת להעביר אותן מעל "המחסום האנרגטי" של התגובה (מצב המעבר).

בהזדמנות זו אנו יכולים לציין בפני התלמידים ששני מצבי הקצה – "מגיבים" ו"תוצרים" אמנם קיימים במציאות, אבל אי אפשר לקיים לאורך זמן את "מצב

אם מוצאים אנשים בצ'אט אבאם (ויז'ואל סאם)

ואצ'ן (נאם ניין אונליין) אג (נאנ'אז'יו) עם על (נאליס אאריס בכיא'וי). ב'נ'א'ו!

1. רק בשנת 1999 קיבל פרופ' אחמד זויל פרס נובל לכימיה על הטכניקה שפיתח ל"צפייה" במצב המעבר של תגובה. ניתן להתייחס לטכניקה זו כמעין מצלמה מהירה במיוחד, שזמן סגירת הצמצם שלה הוא פמטו (10^{-5}) שנייה.

