דף עבודה

אנתלפיית קשר (HB∆) bond enthalpy

אנתלפיית קשר היא האנרגיה שיש להשקיע בפירוק מול קשרים קוולנטיים במולקולות חומר במצב גזי, לקבלת אטומים בודדים.

יחידות - (kJ / mol).

**חישוב השינוי באנתלפיה של תגובה בעזרת אנתלפיות קשר- מתאימה כאשר כל המגיבים וכל התוצרים המשתתפים בתגובה הם במצב גז, בהנחה שאין כלל קשרים בין מולקולריים.**

כשקשר קוולנטי נשבר, כל אטום מקבל אלקטרון אחד מזוג האלקטרונים הקושר. שבירת קשר דורשת אנרגיה לכן השינוי באנתלפיה של תהליך בו יש ניתוק קשרים **תמיד חיוביות**.

∆H2(g) → 2H(g) ∆H0= +436 kJ

∆HB (H—H) = 436 kJ/mol

האנתלפיה של האטומים הבודדים גבוהה מזו של הקשר המקורי. ככל שהקשר חזק יותר, קשה יותר לשבור אותו, ולכן אנרגיית הקשר תהיה גדולה יותר.

∆HB (F—C) = 484 kJ/mol

∆HB (H—C) = 412 kJ/mol

חוזק הקשר בין שני אטומים בא לידי ביטוי באנתלפיית הקשר.

אנתלפיית הקשר עולה עם עליית סדר הקשר, ויורדת עם עליית הרדיוס של האטומים המשתתפים בקשר.

∆HB (C—C) = 348 kJ/mol

∆HB (C=C) = 612 kJ/mol

כשמשתמשים באנתלפיות הקשר בכדי לחשב (או להעריך) את שינוי האנתלפייה בתגובה, אנחנו מדמיינים שהתגובה מתרחשת בשני שלבים תיאורטיים:

1) פירוק הקשרים הקוולנטים במולקולות המגיבים, כלומר שבירת הקשרים בכדי לקבל אטומים בודדים מהמולקולות.

**זהו שלב אנדותרמי בו יש קליטת אנרגיה מהסביבה.**

2) יצירת קשרים קוולנטים חדשים במולקולות התוצרים, התחברות האטומים החופשיים בכדי לקבל קשרים ומולקולות.

**זהו שלב אקסותרמי בו יש פליטת אנרגיה לסביבה.**



**C + 2Cr + 2F + 4H**

**Break two**

**H-H bonds**

**∆H =**

**2×436kJ**

**∆H =**

**2×(-328)kJ**

**∆H =**

**2×441kJ**

**Break two**

**C-F bonds**

**Bond breaking**

**∆H =**

**2×(-413)kJ**

**From two**

**C-H bonds**

**∆H =**

**2×328kJ**

**Break two**

**C-Cl bonds**

**From two**

**C-Cl bonds**

**∆H =**

**2×(-563)kJ**

**From two**

**H-F bonds**

**∆H =-198kJ**

**Reactants**

**CH2Cl2 + 2HF**

**Products**

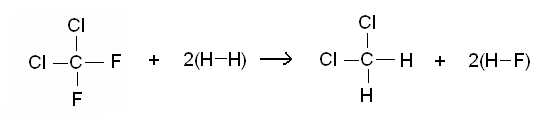
דוגמא 1- חישוב H∆ לתגובה

השתמש באנתלפיות הקשרים בכדי לחשב (estimate) את השינוי באנתלפיה של התגובה:

CCl2F2(g) + 2H2(g) → CH2Cl2(g) + 2HF(g)

פתרון:

1) מציירים את נוסחות המבנה עבור המולקולות:



2) שלב (1): בשלב זה נשברים כל הקשרים הקוולנטים במולקולות המגיבים. המולקולות של המגיבים מתפרקות לאטומים חופשיים.

בשלב זה נשברים 2 מול קשר (C—Cl), 2 מול קשר (C—F), ו-2 מול קשר (H—H). מחשבים את H1∆

1) CCl2F2(g) + 2H2(g) → C(g) + 2Cl(g) +2F(g) + 4H(g)

∆H = ∑∆H((קשרים שנשברו = (2mol × 238KJ/mol) + (2mol × 441 KJ/mol) +

(2mol × 436 KJ/mol) = 2410KJ

3) שלב (2): בשלב זה, נוצרים קשרים חדשים היוצרים את מולקולות התוצרים. האטומים החופשיים הופכים לקשרים ולמולקולות תוצרים.

בשלב זה נוצרים 2 מול קשר (C—Cl), 2 מול קשר (H—H) ו-2 מול קשר (H—F)

מחשבים את H2∆:

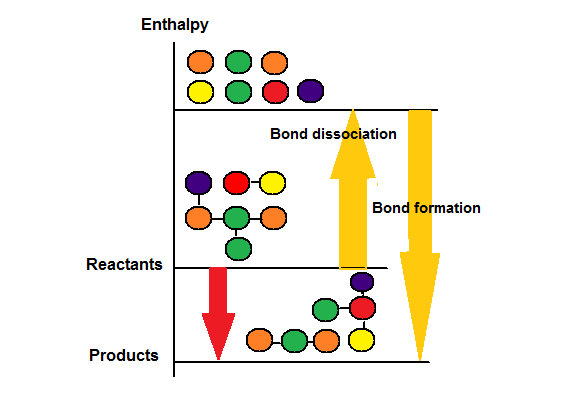
2) C(g) + 2Cl(g) +2F(g) + 4H(g) → CCl2H2(g) + 2HF(g)

∆H = ∑∆H((קשרים שנוצרו = (2mol × -238KJ/mol) + (2mol × -413 KJ/mol) +

(2mol × -563 KJ/mol) = -2608KJ

4) לפי חוק הס, H1 + ∆H2 = ∆H3∆

∆H = ∑∆H((קשרים שנוצרו + ∑∆H((קשרים שנשברו = 2410KJ + (-2608KJ) = -198KJ



שאלות:

א) חשב H0~∆ לתגובות הבאות לפי אנתלפיות הקשרים:

1) CH4(g) + H2O(g) → CH3OH(g) + H2(g)

2) CH4(g) + 2Cl2(g) + 2F2(g) → CF2Cl2(g) + 2HF(g) + 2HCl(g)

3) CH4(g) + 3Cl2(g) → CHCl3(g) + 3HCl(g)

4) CH4(g) + 2F2(g) → CH2F2(g) + 2HF(g)

5) C2H4(g) + 3O2(g) → 2CO2(g) + 2H2O(g)

6) C2H2(g) + 2Br2(g) → C2H2Br4(g)

7) C2H4(g) + H2O(g) → C2H5OH(g)

8) CCl2F2(g) + 2H2(g) → CH2Cl2(g) + 2HF(g)

9) CCl3CHCl2(g) + HF(g) → CCl3CCl2F(g) + H2(g)

10) 4NH3(g) + 5O2(g) → 4NO(g) + 6H2O(g)

תשובות:

1) +82 kJ

2) -1164 kJ

3) -309 kJ

4) -958 kJ

5) -1311 kJ

6) -285 kJ

7) -45 kJ

8) -150 kJ

9) +274 kJ

ב) חשב את אנתלפיית הקשר הדרושה:

1) N2(g) + H2(g) → N2H2(g) ∆H0= +195 kJ

(N=N) במולקולה N2H2

2) N2(g) + 2H2(g) → N2H4(g) ∆H0= +101 kJ

(N—N) במולקולה N2H4

3) N2(g) + 3H2(g) → 2NH3(g) ∆H0= -76 kJ

(N—H) במולקולה NH3

4) 2NH3(g) + Cl2(g) → N2H4(g) + 2HCl(g) ∆H0= -7 kJ

(Cl—Cl) במולקולה Cl2

תשובות:

1) 404

2) 152

3) 391

4) 242