

תשובות לשאלות בפרק ב

עמוד 53 שאלות בנושא חוק הס (תשובות כמותיות בספר התלמיד בסוף)

1. למספר את הניסוחים של התגובות הנתונות על ידי המספרים 1 ו 2, לפי סדר הופעתן.

אם מסכמים ביחד: תגובה ראשונה הפוכה, כלומר לפירוק של מול $N_2H_4(g)$ ותגובה שנייה ללא שינוי,

אז השינוי באנתלפיה שמתלווה לשינויי החומרים, הוא בהתאם:

$$\Delta H = -\Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$\Delta H = -(50.63) + (-92.22) = -142.85 \text{ kJ}$$

2. כדאי למספר את הניסוחים של התגובות הנתונות על ידי המספרים 1 ו 2, לפי סדר הופעתן.

אם מסכמים ביחד: תגובה ראשונה הפוכה, כלומר לפירוק של מול $CH_4(g)$ ותגובה שנייה ללא שינוי

אז השינוי באנתלפיה שמתלווה לשינויי החומרים, הוא בהתאם:

$$\Delta H = -\Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$\Delta H = -(-74.8) + (-238.9) = -164.1 \text{ kJ}$$

3. כדאי למספר את הניסוחים של התגובות הנתונות על ידי המספרים 1 עד 3, לפי סדר הופעתן.

אם מסכמים ביחד: תגובה ראשונה מוכפלת פי שתיים - ליצירת 4 מול $NO(g)$

תגובה שנייה מוכפלת פי שש - ליצירת 6 מול $H_2O(g)$

והתגובה הפוכה לתגובה שלישית מוכפלת בשתיים, עבור פירוק של 4

מול $NH_3(g)$

השינוי באנתלפיה שמתלווה לשינויי החומרים, הוא בהתאם:

$$\Delta H_4 = 2\Delta H_1 + 6\Delta H_2 - 2\Delta H_3$$

$$\Delta H_4 = 2(180.8) + 6(-241.8) + 2(+91) = -907.2 \text{ kJ}$$

שאלות בעקבות ניסוי 3

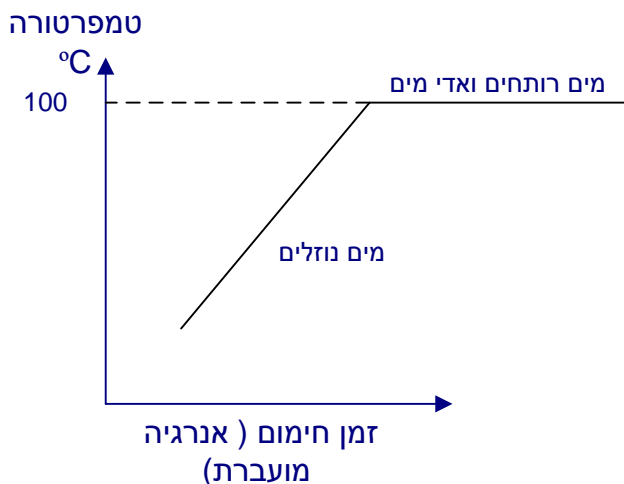
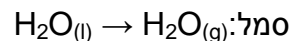
1. במהלך התרחשות התגובה התפרקו קשרים הקיימים בין היונים הממוימים למים ונוצרו קשרים בין היונים ליצירת גביש יוני.

2. המערכת היא התגובה המתרחשת הכוללת את המגיבים בתחילת התגובה ואת המוצק בסוף התגובה, והסביבה כוללת את מולקולות המים בשקית אשר לא הגיבו, השקית עצמה, היד המחזיקה את השקית, האוויר וכו'.
3. במהלך התרחשות התגובה ניפלטה אנרגיה מהמערכת לסביבה.
4. במהלך התרחשות התגובה ההפוכה תיקלט אנרגיה על ידי המערכת. היות ומתקיים עיקרון שימור האנרגיה הרי שהאנרגיה הניפלטת בתגובה ישירה שווה לאנרגיה הניקלטת בתגובה הכימית ההפוכה.
5. על מנת להכין את האריזה לפעולה מחודשת כלומר ליצור שוב תמיסה רוויה ביתר כפי שהיה בהתחלה, יש לגרום להתרחשות התגובה ההפוכה. לפיכך יש להשקיע אנרגיה. (נוכל לעשות זאת על ידי טבילת השקית במים רותחים למספר דקות).
6. סימנו של ΔH° לתגובה הישירה, האקסותרמית הוא שלילי ואילו סימנו של ΔH° של התגובה ההפוכה הוא חיובי, התגובה אנדותרמית.
7. עשויה להשתנות **כמות** האנרגיה הניפלטת או הניקלטת.

פסק זמן לחשיבה עמוד 56

1. הכנסת קוביית קרח מהמקפיא לכוס ריקה
רמה מאקרוסקופית: גודלה של קוביית הקרח קטן, במקביל נוצר נוזל שקוף.
רמה מיקרוסקופית: במוצק למולקולות יש תנודות בלבד לעומת אפשרויות תנועה של סיבוב, תנועה ואף מעתק בנוזל. במוצק יש קשרי מימן רבים יותר מאשר במצב הנוזלי.
רמת סמל: $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$
רמת תהליך: אנרגיה עוברת מהסביבה הכוללת את האוויר הסובב את קוביית הקרח, לקרח. עקב כך, התנועות של מולקולות המים גדלות (תנודות) כאשר האנרגיה העוברת מספיקה לניתוק חלק מהקשרים שיש בין מולקולות המים במצב מוצק, נותרים פחות קשרי מימן המתאימים למצב נוזלי ויש למולקולות יותר אופני תנועה.
2. חימום כמות מים בקומקום
רמה מאקרוסקופית: טמפרטורת המים עלתה מטמפרטורת החדר עד ל $100^\circ C$ ורואים אדים היוצאים מן הקומקום ובועות בכל נפח הנוזל.
רמה מיקרוסקופית: רוב מולקולות המים (במים הנוזלים שבקומקום) נעות מהר יותר מאשר בטמפרטורת החדר ויש גם מולקולות מים (המרכיבות את האדים שיוצאים מהקומקום) אשר נעות ביותר אופני תנועה ונמצאות במרחקים הרבה יותר גדולים מכפי

שהיו במצב הנוזלי. בין מולקולות המים בקומקום מתקיימים קשרי מימן ואילו בין מולקולות המים במצב של אדים כמעט ואין קשרי מימן כלל.



רמת התהליך: אנרגיה עוברת מגוף החימום של הקומקום אל מולקולות המים. עקב כך, מולקולות המים נעות במהירות ממוצעת גבוהה יותר. וכאשר האנרגיה העוברת מספיק גדולה הקשרים הקיימים בין המולקולות מתחילים להינתק. המשך החימום יגרום לניתוק כל קשרי המימן בין המולקולות הטמפרטורה של המים במצב זה לא תשתנה עד אשר לא ינותקו של הקשרים.

שאלות בנושא שינויי אנתלפיה במהלך שינויים במצבי צבירה עמוד 57

1. אנתלפיית האידי היא האנרגיה הדרושה להפיכת מול חומר במצב נוזל למול חומר במצב גזי. נתייחס לאנתלפיית האידי של מים בטמפרטורת הרתיחה. במצב זה מושקעת אנרגיה הגורמת לניתוק כל הקשרים הקיימים בין המולקולות, כלומר ניתוק כל קשרי מימן. מאידך, אנתלפיית ההיתוך היא אנרגיה הדרושה להפיכת מים במצב מוצק (קרח) למים במצב נוזל. במקרה זה הגורמת מנתקים רק חלק מקשרי המימן הקיימים בין מולקולות המים במצב מוצק (קרח). לפיכך קיים שוני בין שני הערכים.
2. בהתבסס על הנתון בספר, האנרגיה הדרושה להיתוך 36 גרם מים היא 12.02kJ כיון שיש להתיך 2 מול מים.
3. אם התגובה המתרחשת בטמפרטורה של 0°C הרי שמתכונים לתהליך הקיפאון של מים בטמפרטורת הקיפאון ולכן השינוי באנתלפיה לתהליך הנ"ל הוא: -6.01kJ. (אנתלפיית ההיתוך בסימן שלילי). אם הטמפרטורה הסופית של הקרח נמוכה יותר מ-0°C או שהטמפרטורה ההתחלתית של המים גבוהה יותר מ-0°C, אין בשאלה מספיק נתונים לענות

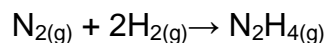
כיון שיש לקחת בחשבון את האנרגיה הנפלטת כאשר מים מתקררים ל-0°C או קרח מתקרר לטמפרטורה נמוכה מטמפרטורת הקיפאון.

4. למולקולות האתאנול מוקד אחד ליצירת קשרי מימן וכן שייר המאפשר יצירת אינטראקציות ואן דר ואלס. למולקולות מים יש ארבעה מוקדים ליצירת קשרי מימן. בין מולקולות המים במצב נוזל מתקיימים יותר קשרי מימן מאשר בין מולקולות האתאנול ולכן קל יותר להפריד בין מולקולות האתאנול מאשר בין מולקולות המים.
5. ** (רשות) כאשר מים רותחים או אדים פוגעים בעורנו מועברת אנרגיה כיון שהטמפרטורה שלהם גבוהה יותר, המים החמים יותר מתקררים, הטמפרטורה שלהם יורדת וכן מתקררים אדי המים. לאדי המים יש אנרגיה פנימית גבוהה יותר ולכן כמות האנרגיה המועברת היא גבוהה יותר והכוויה הנגרמת לנו קשה יותר. כמו כן לאדי מים רותחים שטח פנים גדול יותר מאשר למים באותה כמות ולכן השפעתם גדולה יותר על גוף האדם.

פסק זמן לחשיבה עמוד 59

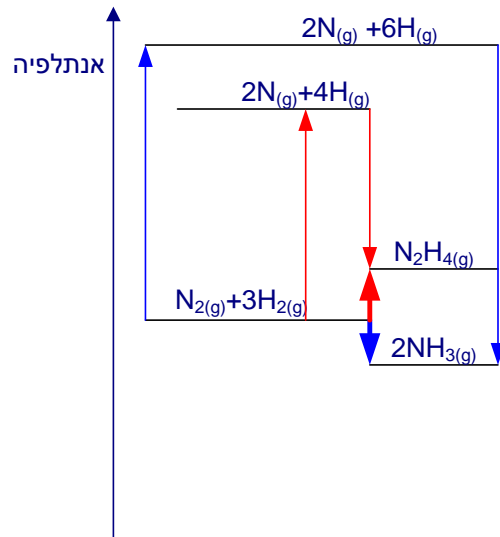
1. קשרים קוולנטים, שיתופיים בין האטומים.
2. א. יחס נכון בין מספרי המולקולות של החומרים השונים בעת התרחשות התגובה;
ב. מספר נכון של אטומים במולקולות החומרים השונים.
3. מספר וסוג נכון של אטומים במולקולות החומרים השונים.
4. צבע של הגזים: מימן, חמצן ואדי מים, כולם גזים חסרי צבע. בין אטומי המימן מתקיימים קשרים קוולנטים יחידים ואילו בין אטומי החמצן מתקיימים קשרים קוולנטים כפולים. חלקיקים נעים כל הזמן בצורות שונות. הדבר אינו בא לידי ביטוי באיור.

שאלות בנושא אנתלפיות קשר עמוד 63



$$\Delta H^\circ = -93.0 \text{ kJ} \quad .3$$

$$\Delta H^\circ = +90.0 \text{ kJ} \quad .4$$



.5

שאלות נוספות בנושא אנתלפיית קשר ואטומיזציה עמוד 67

7. א. אנתלפיית הקשר C-C תהיה נמוכה מאנתלפיית הקשר C=C כיון שדרושה אנרגיה נמוכה יותר להפרדת האטומים הקשורים ביניהם בקשר קוולנטי יחיד. סכום כוחות המשיכה בין 2 אלקטרוני הקשר לשני גרעיני הפחמן (קשר יחיד) קטן יותר מסכום כוחות המשיכה של 4 אלקטרוני הקשר לגרעיני הפחמן (קשר כפול).

ב. יש להשקיע אנרגיה בפירוק הקשרים הקוולנטים הקיימים בין האטומים במולקולות המגיבים וניפלטת אנרגיה במהלך יצירת קשרים קוולנטים בין אטומים במולקולות התוצרים. השינוי באנתלפיה של התגובה שווה לסך כל האנרגיה. נוכל לכתוב:

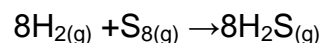
$$610+4\times 413+436-X-6\times 413=-126$$

אנתלפיית הקשר C-C

$$610+436-2\times 413+126=X$$

$$X=346$$

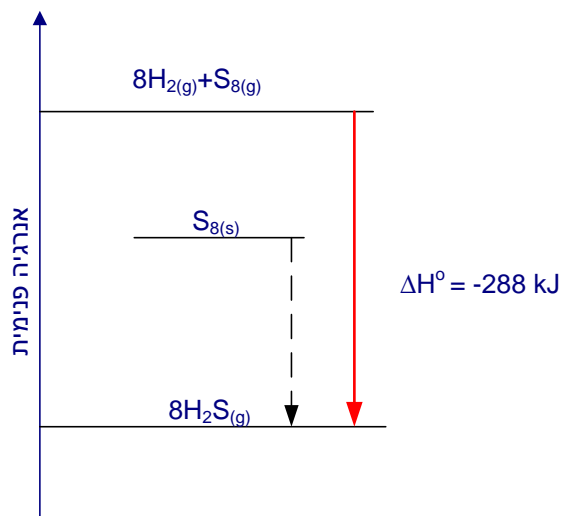
8. א. ניסוח התגובה:



$$\Delta H^\circ = -288 \text{ kJ}$$

ג. כאשר 2.56 גרם, המהווים 0.01 מול, גופרית גזית מגיבה עם מימן על פי התגובה הנ"ל תיפלט אנרגיה של 2.88 kJ.

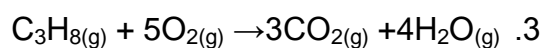
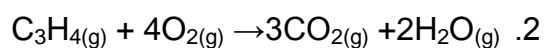
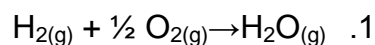
ד. כאשר יגיבו 2.56 גרם גופרית מוצקה תגיב עם מימן, כמות האנרגיה שתיפלט תהיה קטנה יותר. הסיבה היא, שיש להשקיע אנרגיה על מנת להפוך גופרית מוצקה לגופרית גזית בגלל הקשרים הקיימים בין מולקולות הגופרית. לגופרית במצב גזי יש אנרגיה פנימית גבוהה יותר מאשר לגופרית במצב צבירה מוצק ולכן הפרש האנרגיה גדול יותר. ניתן להציג זאת בצורה גרפית:



שאלות לסיכום פרקים א וב עמוד 77

שאלה 1

א. ניסוח תגובות:



ג. כאשר שורפים גז פרופילן המורכב ממולקולות C_3H_4 מתרחשת תגובה אקסותרמית בה האנרגיה הפנימית של התוצרים נמוכה מזו של המגיבים. הפרש האנרגיה הפנימית ניפלט אל הסביבה. חישובים הראו כי במהלך השריפה של 1 מול גז ניפלטת אנרגיה של 1937 kJ. ד. הפיתרון על פי חוק הס. תגובה ראשונה מכפילים פי 2, תגובה שנייה הופכים ותגובה שלישית ללא שינוי. מסכמים את ניסוחי כל התגובות ואת ערכי ΔH° המתאימים. התשובה המתקבלת היא: -289 kJ. ה. תפקיד הניצוץ הוא לתת אנרגיה התחלתית הדרושה להתחלת התגובה. התגובות הן אקסותרמיות.

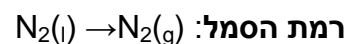
שאלה 2

א. למולקולות המים שהוכנסו לכלי A יש אנרגיה קינטית ממוצעת גבוהה יותר כפי שמראה הטמפרטורה. פרוש הדבר שרוב המולקולות בכלי זה נעות מהר יותר מאשר מולקולות המים בכלי B.

ב. בשני הכלים החנקן הנוזלי עבר אותו תהליך אידי. כלומר:

רמה מאקרוסקופית: נראה ענן של אדים יוצא משני כלי הקלקר. (ההסבר לראיית האדים הוא שמולקולות החנקן העוברות לפזה הגזית הן בעלות טמפרטורה נמוכה יותר והן קולטות אנרגיה מהסביבה, שהיא האוויר. מים המצויים באוויר הופכים לטיפות קטנות ואת זה אנו רואים)

רמה מיקרוסקופית: מולקולות החנקן שהיו קרובות מאד בהיותן במצב נוזלי וכן נעו באופני תנועה מסוימים הן עכשיו במצב צבירה גזי בו אין קשרים בין החלקיקים ותנועותיהן מגוונות יותר.



רמת התהליך: אנרגיה ניקלטה מהסביבה וגרמה לפירוק הקשרים בין מולקולות החנקן ולעליה במספר אופני התנועה שלהם. זהו תהליך אנדותרמי.

ג. מוקד העניין שלנו, הוא תהליך האידי של החנקן, הכולל חנקן נוזלי ולאחריו חנקן גזי ואילו הסביבה היא במקרה של כלי A המים בטמפרטורה של 95°C ואילו בכלי B מי הקרח.

ד. מעברי האנרגיה הם מהסביבה למערכת.

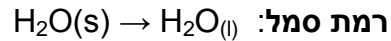
ה. היות ונתון כי בכלי B נשאר פחות חנקן נוזלי, נוכל להסיק כי בכלי זה התאדה יותר חנקן כלומר נקלטה יותר אנרגיה מאשר בכלי A. אנו יודעים כי בעקבות מגע בין גופים בעלי טמפרטורה שונה מתקיים שיוויון טמפרטורות. ולכן נוכל להסיק כי מעבר האנרגיה ממי הקרח אל החנקן הנוזלי בכלי B גדול ממעבר האנרגיה מהמים החמים בכלי A כלומר ל- 42°C מי קרח בתנאי הניסוי יש אנרגיה פנימית גבוהה יותר מאשר ל- 10°C מי בטמפרטורה של 95°C . ההנחה היא כי כל האנרגיה עוברת מהמים אל החנקן הנוזלי ואין איבודי אנרגיה לסביבה, או שאיבודי האנרגיה הם פחות או יותר זהים בשני הכלים.

ו. מספר המולים של חנקן שעברו אידי הוא 1.78 . עבור אידי כמות זו נדרשו 10kJ .

מכאן שאנתלפיית האידי המחושבת עבור 1 מול היא 5.6 kJ .

שאלה 3

א. **רמה מאקרוסקופית:** גודלה של קוביית הקרח קטן, עד אשר היא לא נראית יותר. **רמה מיקרוסקופית:** במוצק למולקולות יש תנודות בלבד לעומת אפשרויות תנועה של סיבוב, תנודה ואף מעתק בנוזל. במוצק יש קשרי מימן רבים יותר מאשר במצב הנוזלי.



רמת תהליך: אנרגיה עוברת מהסביבה הכוללת את המים בטמפרטורה של 25°C אל קוביית הקרח. עקב כך, ניתקים חלק מהקשרים שיש בין מולקולות המים במצב מוצק, נותרים פחות קשרי מימן המתאימים למצב נוזלי ויש למולקולות יותר אופני תנועה. מולקולות המים שהיוו את קוביית הקרח משתלבים בין מולקולות המים שהיו בכוס ויוצרים אתם קשרי מימן.

ב. ניתן להתייחס אל קוביית הקרח כאל מערכת ואל המים בכוס כאל סביבה כפי שהוגדר בסעיף קודם, ואפשר גם להתייחס בצורה הפוכה.

ג. מעבר האנרגיה היה מהסביבה (המים בטמפרטורה של 25°C) אל המערכת (קוביית הקרח).

ד. טמפרטורת המים בכוס תרד כיון שנמסרה אנרגיה אל קוביית הקרח, כלומר האנרגיה הפנימית נמוכה יותר ולכן האנרגיה הקינטית הממוצעת של המולקולות נמוכה יותר. לאחר פרק זמן ממושך יותר טמפרטורת המים בכוס תשתווה לטמפרטורת המים בסביבה שמחוץ לכוס, כי חל מעבר אנרגיה מהכוס אל סביבתה. ה. על פי הנתונים הותכו 10 גרם קרח כלומר המים אבדו אנרגיה השווה ל-3332J. על פי הקשר בין אנרגיה לשינוי טמפרטורה והצבת הטמפרטורה ההתחלתית נמצא כי הטמפרטורה הסופית של המים לאחר היתוך הקרח היא: 17°C

שאלה 4

א. בהנחה כי חומר A היה כולו מוצק בהתחלת הניסוי, הקווים האופקים מתאימים לאנרגיה הדרושה ל אידוי ולהיתוך של 1 גרם חומר A. בטמפ' 357°C רואים כי נדרשת יותר אנרגיה מאשר בטמפ' 39°C - לכן, ניתן לומר כי אנתלפיית האידוי של החומר גדולה מאנתלפיית ההיתוך של החומר.

ב. בחלק בו טמפרטורת המדגם עולה מצב הצבירה של החומר הוא נוזלי. הסיבה העיקרית לעליית הטמפרטורה היא העובדה שהאנרגיה הקינטית הממוצעת של החלקיקים עולה, כלומר בממוצע חלקיקי החומר נעים מהר יותר במצב הנוזלי.

ג. הגרף ישתנה בכך שהקווים האופקיים (אנתלפיית האידוי ואנתלפיית ההיתוך) יהיו גדולים פי שתיים כיון שכמות החומר הוכפלה, כמו כן ישתנה השיפוע של הגרף.

ד. ****רשות** כאשר נחמם מסה זהה של חומר אחר, B צורת הגרף הכללית לא תשתנה. אולם, ישתנו: טמפרטורות ההיתוך והרתיחה, ערכם של אנתלפיית האידוי ואנתלפיית ההיתוך של החומר כלומר גודל הקווים האופקיים ישתנה. בנוסף אם קיבול האנרגיה הסגולי של חומר A שונה מקיבול האנרגיה סגולי של חומר B השיפוע של הקו ישתנה.

ה. ****רשות** בהמשך לסעיף ד נצטרך נתונים של טמפרטורת היתוך וטמפרטורת רתיחה, קיבול אנרגיה סגולי, אנתלפיית ההיתוך ואנתלפיית אידוי.