

אורית מולוידזון וידידה גוטליב

חומר במחשבה קדימה!

ספר תרגול לבחינת הבגרות בכתב בכימיה

מדריך למורה



ייעוץ מדעי: ד"ר דבורה קצביץ'

דוד רכגולד ושות' חברה בע"מ
הוצאה והפצת ספרים



מוציאים לאור :

דוד רכגולד ושות' חברה בע"מ

א"ת חולון

טלפון : 03-5597060

ייעוץ מדעי לספר : אוטיליה רוזנברג וד"ר דבורה קצביץ'

עריכה, עיצוב ואיור : מרב גוטליב

עריכה לשונית : דפנה גול

כל הזכויות שמורות ©

תש"פ 2020

www.rachgold.co.il

www.books4u.co.il

הקדמה

המהדורה הראשונה של "חומר למחשבה" יצאה לאור בשנת 2008. עם השנים קיבלנו תגובות חמות, ושמחנו לסייע לתלמידי כימיה רבים (ולמוריהם...) לצלוח בשלום את בחינת הבגרות. יותר מעשור לאחר מכן, אנחנו גאות להציג את **חומר במחשבה קדימה** במהדורה חדשה ומשופרת, המותאמת לדור החדש של התלמידים והמורים. הוספנו תקצירים של חומר הלימוד, קטעי מידע מעשירים ומסקרנים, קישורים לסרטונים ולמקורות מידע רלוונטיים ברשת, וכן דגשים המסייעים להטמעת הידע - כל זאת בעיצוב חדש ומרענן. מומלץ להיעזר בתוספות לגיוון הלמידה ולאפשר לתלמידים ליהנות מרכישת ידע נוסף ומעניין.

במדריך למורה יש הצעות כיצד לפתור סוגים שונים של שאלות ("חושבים תשובה"). הפתרונות המוצעים מסודרים לפי שלבי עבודה מומלצים. אנו מקווים שהפתרונות יהיו לכם לעזר בהוראה. בכתבת השאלות והתשובות ובכתבת המדריך למורה התבססנו על הניסיון הרב שצברנו במשך שנות עבודה רבות בהוראת הכימיה ובהכנת התלמידים לבחינת הבגרות.

את תוכנית הלימודים, פורום מורים, חוזרי מפמ"ר ומידע נוסף אפשר למצוא באתר מפמ"ר כימיה:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/chimya

ברצוננו להודות ליועצת המדעית דבורה קצביץ', שקראה, פתרה והעירה, ותרמה מניסיונה העשיר. תודה למפמ"ר כימיה ולאגף הבחינות במשרד החינוך, שאפשרו לנו להשתמש בשאלוני הבגרות.

ידידך ואוית

צידה לדרך לתלמיד ולתלמידה הנבחנים:

מבנה הבחינה

בבחינת הבגרות שני חלקים.

בחלק הראשון 8 שאלות ברירה (2.5 נקודות לכל שאלה), ושאלת מאמר (20 נקודות).

יש לענות על כל השאלות בחלק זה.

בחלק השני 5 שאלות (20 נקודות לכל שאלה).

יש לענות על שלוש מתוך השאלות.

לבחינה מצורפים טבלה מחזורית, טבלת אלקטרושיליות ודף נוסחאות.

להלן קישור לחומרי העזר הניתנים בבחינה (מתוך אתר המפמ"ר).

http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/3formula2015.pdf

משך הבחינה 3 שעות.

כדאי להקדיש...

* לשאלות 1-8 - כ-30 דקות בסך הכול;

* לניתוח קטע ממאמר מדעי (שאלה 9) - כ-30 דקות;

* לקריאת שאלות 10-14 ולבחירת 3 השאלות שעונים עליהן, כ-15 דקות;

* לכל שאלת בחירה כ-30 דקות;

* לבדיקת הבחינה 15 דקות.

שימו לב!

* בשל ניסוחים לא-מאוזנים, טעויות חישוב ואי-רישום יחידות עלולות להיגרע נקודות.

* לטעות נגררת אין השפעה על הניקוד בסעיפים הבאים, בתנאי שהם מבוססים בצורה הגיונית על השגיאה.

* כאשר מציגים חישובים בטבלה, רצוי לסמן חיצים המראים את כיוון השגת הפתרון, או לכתוב נוסחאות

ולפרט את החישובים המבהירים כיצד הושג הפתרון.

מבנה וקישור

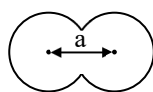
תכנים

תוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

מבנה האטום	חלקיקים באטום מספר אטומי מספר מסה איזוטופים
	רדיואקטיביות סוגי קרינה
	חוק קולון אנרגיית יינון ראשונה רדיוס אטומי

קישור	קשר קוולנטי	אלקטרושליליות		
		קשר קוטבי / קשר טהור		
		חוזק קשר / אנרגיית קשר		
		אורך קשר		
	המולקולה	צורות ייצוג	נוסחה מולקולרית	
			ייצוג מלא של נוסחת מבנה	
			ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה	
			נוסחת ייצוג אלקטרונית	
		מבנה מרחבי	קווי, זוויתי, משולש מישורי, פירמידה משולשת, טטראדר	
		איזומרים	קבוצות שיש לדעת לזהות ולרשום: קשר כפול, הידרוקסיל (כוחל), קרבוקסיל (חומצה קרבוקסילית), אמין, פחמימן קבוצות הנתונות בדף הנוסחאות: אתר, קטון, אלדהיד, אסטר, אמיד	
	צברים	מולקולרי	קוטביות	
			אטומרי	קשרים בין-מולקולריים
				תכונות הצבר
		ניסוח תהליכי המסה והתכה		
		מתכתי	מבנה הצבר	
			תכונות הצבר	
			מבנה הצבר	
			תכונות הצבר	
		יוני	מבנה הצבר	
			תכונות הצבר	
נוסחה אמפירית				
רמות הבנה	ניסוח תהליכי המסה והתכה			
	מאקרוסקופית, מיקרוסקופית, סמל			

דגשים



1. אורך הקשר הקוולנטי (a) הוא המרחק בין הגרעינים של האטומים הקשורים, והוא תלוי בחוזק כוחות המשיכה הפועלים בין האטומים. כוחות אלה נובעים ממשיכה חשמלית בין אלקטרוני הקשר לבין הגרעינים ובין דו-קטבים מנוגדים הנוצרים בקשר קוולנטי קוטבי.
2. בנוסחת ייצוג אלקטרונית של מולקולה יש להקפיד ולרשום גם זוגות של אלקטרונים לא-קושרים בנוסף לזוגות של אלקטרוני קשר. את זוג אלקטרוני הקשר אפשר להציג כקו או כשתי נקודות. בייצוג מלא של נוסחת מבנה אפשר לרשום אלקטרונים לא-קושרים, אבל אין חובה לעשות זאת.
3. התלמידים צריכים להכיר את המבנים המרחביים של המולקולות, אך לא לקבוע אותם בעצמם. המבנה המרחבי של המולקולה יהיה נתון בשאלה.
4. השוואה בין טמפרטורות התכה או רתיחה תיעשה רק בין חומרים מולקולריים.
5. כאשר בשאלה יש התייחסות לגורמים המשפיעים בכיוונים מנוגדים, יש לבקש מהתלמידים להסביר עובדה נתונה, ולא לקבוע בעצמם לאיזה גורם השפעה מכרעת.
6. כאשר התלמידים מתבקשים לתאר קשרי מימן ברמה המיקרוסקופית, עליהם להתייחס לנקודות האלה:
 - א. במולקולה אחת יש אטום (או אטומי) מימן הקשור לאטום בעל אלקטרושליליות גבוהה, לכן אטום המימן "חשוף" מאלקטרונים;
 - ב. במולקולה אחרת (מאותו סוג או מסוג שונה) יש אטום בעל אלקטרושליליות גבוהה עם זוג או עם זוגות של אלקטרונים לא-קושרים;
 - ג. שלושת האטומים המשתתפים בקשר המימני נמצאים על קו ישר.
7. בשאלות העוסקות בהשוואה בין טמפרטורות הרתיחה של חומרים או בתהליכי המסה במים, התלמידים לא נדרשים לתאר את אופן היווצרותם של קשרי מימן.
8. כאשר התלמידים מתבקשים לתאר ברמה המיקרוסקופית, עליהם להתייחס לנקודות האלה:
 - א. סוג החלקיקים,
 - ב. קשרים ואינטראקציות בין החלקיקים,
 - ג. אופני התנועה של החלקיקים.
 באתר המפמ"ר יש מסמך הבהרה העוסק בנושא זה.

http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/understandinglevels.pdf

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה שעוסקת בהשוואה של חוזק קשר?

בשאלות העוסקות בחוזק קשר, התלמידים מתבקשים לערוך השוואה. את התשובה לשאלה נכתוב בשלושה שלבים.

- נרשום** את שלושת הגורמים המשפיעים על חוזק קשר (רדיוס האטומים, סדר הקשר ומידת קוטביות הקשר). **נזהה** את הגורמים המשפיעים על ההבדל בחוזק הקשרים שנשאלנו עליהם, ונערוך השוואה. מומלץ לעשות זאת בעזרת טבלה (ראו דוגמאות).
 - נסביר** כיצד הגורמים שזיהינו משפיעים על חוזק הקשר. בשלב זה יש להתייחס למידת המשיכה החשמלית בין החלקיקים המשתתפים בקשר.
 - נסיק** מסקנה, ונכתוב תשובה סופית.
- בספר "חומר במחשבה קדימה" יש הסבר מלא לשאלות העוסקות בחוזק קשר. על-פי סילבוס תוכנית הרפורמה ללמידה משמעותית, התלמידים נדרשים לציין מהם הגורמים המשפיעים במקרה הנתון בשאלה, ולא להסביר.

דוגמה א'

אנרגיית הקשר H – Br גבוהה מאנרגיית הקשר Br – Br. הסבירו עובדה זו.

על-פי חוק קולון, עוצמת המשיכה החשמלית בין מטענים מנוגדים תלויה בגודל המטענים ובמרחק ביניהם. חוזק הקשר הקוולנטי תלוי בחוזק כוחות המשיכה החשמליים הפועלים בין אלקטרוני הקשר לבין גרעיני האטומים הקשורים, ובחוזק כוחות המשיכה החשמליים הפועלים בין המטענים החלקיים המנוגדים הנוצרים על האטומים הקשורים בקשר קוולנטי קוטבי. בטבלה שלהלן מפורטים הגורמים העיקריים המשפיעים על חוזק הקשר הקוולנטי, ומצוין כיצד הם באים לידי ביטוי בשאלה שנשאלה.

הגורם	השוואה בין הקשר Br – Br לקשר H – Br
רדיוס האטומים (המרחק בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר)	רדיוס אטום Br גדול מרדיוס אטום H
סדר הקשר (מספר זוגות האלקטרונים המשתתפים בקשר)	Br – Br קשר יחיד H – Br קשר יחיד
מידת קוטביות הקשר (הפער באלקטרושליליות בין האטומים המשתתפים בקשר)	Br – Br קשר קוולנטי טהור H – Br קשר קוולנטי קוטבי

(בטבלה מסומנים באפור הגורמים המשפיעים על חוזק הקשר במקרה זה.)

כאשר משווים בין חוזק הקשר $\text{Br}-\text{Br}$ לבין חוזק הקשר $\text{H}-\text{Br}$, הגורמים הרלוונטיים המשפיעים במקרה זה הם רדיוס האטומים וקוטביות הקשר. הרדיוס של אטום Br גדול מהרדיוס של אטום H , ולכן המשיכה החשמלית בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר בקשר $\text{Br}-\text{Br}$ חלשה יותר. נוסף על כך, הקשר $\text{H}-\text{Br}$ הוא קשר קוטבי, ולכן קיימת משיכה חשמלית נוספת בין המטענים החלקיים של האטומים המשתתפים בקשר. בקשר $\text{H}-\text{Br}$ יפעלו כוחות משיכה רבים וחזקים יותר.

3. מסקנה שני הגורמים האלה, רדיוס האטומים ומידת הקוטביות, תורמים לכך שהקשר $\text{H}-\text{Br}$ חזק מן הקשר $\text{Br}-\text{Br}$.

דוגמה ב'

איזה קשר חזק יותר: $\text{C}-\text{C}$ או $\text{C}=\text{C}$?

על-פי חוק קולון, עוצמת המשיכה החשמלית בין מטענים מנוגדים תלויה בגודל המטענים ובמרחק ביניהם. חוזק הקשר הקוולנטי תלוי בחוזק כוחות המשיכה החשמליים הפועלים בין אלקטרוני הקשר לבין גרעיני האטומים הקשורים, ובחוזק כוחות המשיכה החשמליים הפועלים בין המטענים החלקיים המנוגדים הנוצרים על האטומים הקשורים בקשר קוולנטי קוטבי. בטבלה שלהלן מפורטים הגורמים העיקריים המשפיעים על חוזק הקשר הקוולנטי, ומצוין כיצד הם באים לידי ביטוי בשאלה שנשאלה.

הגורם	השוואה בין הקשר $\text{C}-\text{C}$ לקשר $\text{C}=\text{C}$
רדיוס האטומים (המרחק בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר)	גודל האטומים זהה
סדר הקשר (מספר זוגות האלקטרונים המשתתפים בקשר)	$\text{C}-\text{C}$ קשר יחיד $\text{C}=\text{C}$ קשר כפול
מידת קוטביות הקשר (הפער באלקטרושלליות בין האטומים המשתתפים בקשר)	קשרים קוולנטיים טהורים

(בטבלה מסומנים באפור הגורמים המשפיעים על חוזק הקשר במקרה זה.)

כאשר משווים בין חוזק הקשר $\text{C}=\text{C}$ לבין חוזק הקשר $\text{C}-\text{C}$, הגורם הרלוונטי המשפיע במקרה זה הוא סדר הקשר. בקשר $\text{C}=\text{C}$ יש שני זוגות אלקטרוני קשר הנמשכים לגרעינים של האטומים הקשורים (קשר כפול). בקשר $\text{C}-\text{C}$ יש רק זוג אחד של אלקטרוני קשר אשר נמשך לגרעינים של האטומים הקשורים (קשר יחיד). בקשר $\text{C}=\text{C}$ יפעלו כוחות משיכה רבים יותר.

3. מסקנה **הקשר $\text{C}=\text{C}$ חזק מן הקשר $\text{C}-\text{C}$.**

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת בקביעת סוג הדו-קוטב במולקולה (רגעי או קבוע)?

בשאלות העוסקות בקביעת סוג הדו-קוטב במולקולה, התלמידים מתבקשים לסרטט נוסחת ייצוג אלקטרונית למולקולה בעזרת המבנה המרחבי הנתון בשאלה. את התשובה לשאלה נכתוב בארבעה שלבים.

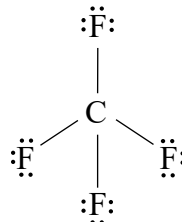
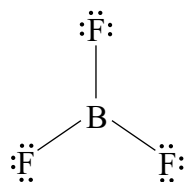
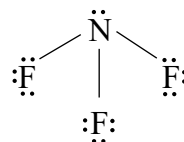
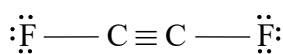
1. ניעזר במבנה המרחבי הנתון של המולקולות, ונסרטט נוסחת ייצוג אלקטרונית מתאימה לכל מולקולה. יש להקפיד לכלול את זוגות האלקטרונים הבלתי-קושרים.
2. נקבע מטען חלקי על האטומים בקשרים הקוטביים בעזרת טבלת אלקטרושליליות, ונסרטט חץ מ- $\delta +$ ל- $\delta -$ בכל קשר קוטבי.
3. נבדוק אם פיזור המטען החשמלי במולקולות אחיד (סימטרי), ונקבע את סוג הדו-קוטב: אם פיזור המטען החשמלי אחיד, למולקולה דו קוטב רגעי בלבד; אם פיזור המטען החשמלי אינו אחיד, למולקולה דו-קוטב קבוע (המולקולה קוטבית).
4. נסיק מסקנה, ונכתוב תשובה סופית.

דוגמה

בטבלה שלפניכם מוצג מידע על ארבע מולקולות.

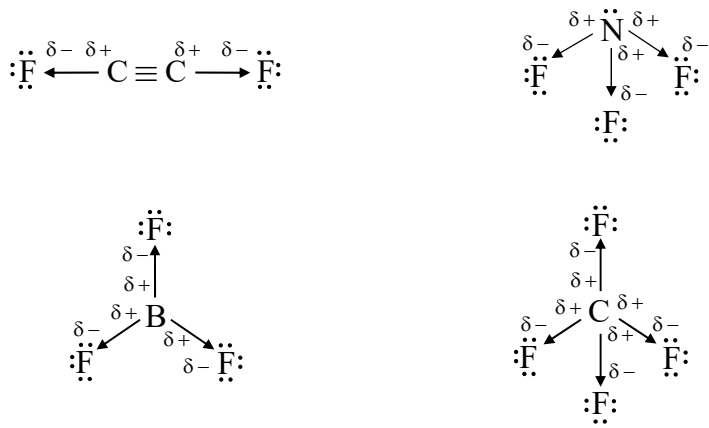
BF ₃	NF ₃	CF ₄	C ₂ F ₂	המולקולה
מישורית משולשת	פירמידה משולשת	טטראהדר	קווית	המבנה המרחבי של המולקולה

לאיזו/לאילו מבין המולקולות הנתונות יש דו-קוטב קבוע?



1. סרטט נוסחת ייצוג אלקטרונית

הערה: התלמידים אינם נדרשים לסרטט מבנה מרחבי נכון למולקולות.



מסקנה	פיזור מטען על-פני המולקולה	מבנה מרחבי	נוסחת המולקולה
דו-קוטב קבוע	פיזור המטען על-פני המולקולה אינו סימטרי	פירמידה משולשת	NF ₃
דו-קוטב רגעי בלבד	פיזור המטען על-פני המולקולה סימטרי	קווי	C ₂ F ₂
דו-קוטב רגעי בלבד	פיזור המטען על-פני המולקולה סימטרי	טטראדר	CF ₄
דו-קוטב רגעי בלבד	פיזור המטען על-פני המולקולה סימטרי	מישורי משולש	BF ₃

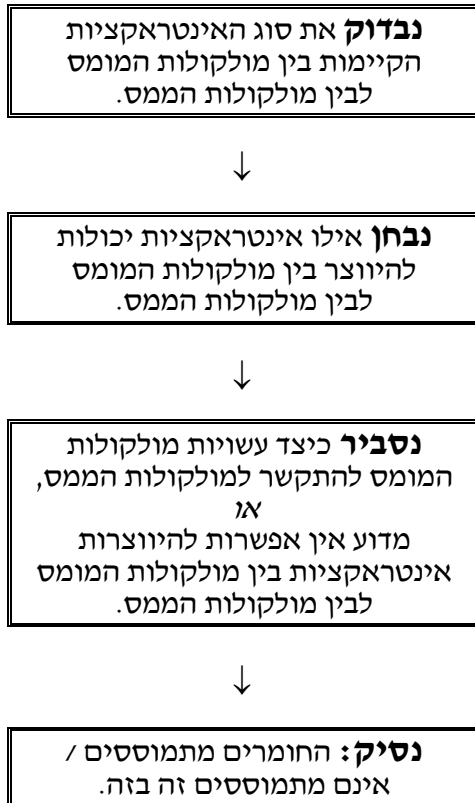
4. מסקנה. למולקולות NF₃ יש דו-קוטב קבוע, כי פיזור המטען החשמלי במולקולה אינו אחיד.

4. מסקנה

חושבים תשובה

כיצד נדע אם שני חומרים מולקולריים

מתמוססים זה בזה?



כיצד נדע לאיזה משני חומרים מולקולריים

טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר?



חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת **בהבדל בטמפרטורת הרתיחה** של חומרים מולקולריים?

- בשאלות העוסקות בהשוואה בין טמפרטורות התכה או רתיחה, התלמידים מתבקשים לערוך **השוואה**. את התשובה לשאלה נכתוב בשלושה שלבים.
- נזהה** את סוג האינטראקציות בין המולקולות, ובהתאם לכך נקבע אילו גורמים משפיעים על חוזק האינטראקציות. מומלץ לסדר את המידע בטבלה.
 - נסביר** כיצד גורמים אלה משפיעים על חוזק האינטראקציות בין המולקולות, ונציין אילו חלקיקים נמשכים זה לזה באינטראקציות אלו. **נקשר** בין חוזק האינטראקציות לבין האנרגיה הדרושה למעבר מצב צבירה ולטמפרטורת ההתכה או לטמפרטורת הרתיחה.
 - נסיק** מסקנה, ונכתוב תשובה סופית.

דוגמה א'

למי טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר: ל- $\text{CHClF}_2(\ell)$ או ל- $\text{CCl}_2\text{F}_2(\ell)$?

$\text{CCl}_2\text{F}_2(\ell)$	$\text{CHClF}_2(\ell)$	
אינטראקציות ון-דר-ולס	אינטראקציות ון-דר-ולס	סוג האינטראקציות בין המולקולות
58	42	גודל ענן האלקטרונים של המולקולה
מולקולה קוטבית	מולקולה קוטבית	קוטביות (דו-קוטב קבוע) של המולקולה
אין	אין	מוקדים ליצירת קשרי מימן במולקולה

1. טבלת השוואה

ככל שמספר האלקטרונים גדול יותר, נוצרים דו-קטבים רגועים רבים יותר, כוחות המשיכה החשמליים בין הדו-קטבים הרגועים חזקים יותר, ואינטראקציות ון-דר-ולס חזקות יותר. כאשר המשיכה החשמלית בין המולקולות חזקה יותר, דרושה יותר אנרגיה כדי להפריד בין המולקולות, לפיכך טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר.

2. הסבר מודעי

3. מסקנה ל- $\text{CCl}_2\text{F}_2(\ell)$ טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר מאשר ל- $\text{CHClF}_2(\ell)$.

דוגמה ב'

למי טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר: ל- $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\ell)$ או ל- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$?

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$	$\text{CH}_3\text{OCH}_3(\ell)$	
אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן	אינטראקציות ון-דר-ולס	סוג האינטראקציות בין המולקולות
24	24	גודל ענן האלקטרונים של המולקולה
מולקולה קוטבית	מולקולה קוטבית	קוטביות (דו-קוטב קבוע) של המולקולה
2 זוגות אלקטרונים לא-קושרים על אטום O אטום מימן אחד "חשוף" מאלקטרונים	2 זוגות אלקטרונים לא-קושרים על אטום O אין אטומי מימן "חשופים" מאלקטרונים	מוקדים ליצירת קשרי מימן במולקולה

1. טבלת השוואה

בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$ פועלים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\ell)$ יש רק אינטראקציות ון-דר-ולס. אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של שני החומרים דומות, מפני שענן האלקטרונים זהה בגודלו. כוחות המשיכה הפועלים בין מולקולות $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$ חזקים יותר מאשר כוחות המשיכה הפועלים בין מולקולות $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\ell)$. כאשר המשיכה החשמלית חזקה יותר, דרושה יותר אנרגיה כדי להפריד בין המולקולות. ברמה המאקרוסקופית הדבר מתבטא בטמפרטורת רתיחה גבוהה יותר.

2. הסבר מדעי

ל- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$ טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר מאשר ל- $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\ell)$.

3. מסקנה

שימו לב, בשאלות מסוג זה התלמידים אינם נדרשים לתאר את אופן היווצרותם של קשרי מימן.

הערה: כאשר כתבים שאלה שיש בה גורמים המשפיעים בכיוונים מנוגדים על חוזק הכוחות הפועלים בין המולקולות, יש לבקש מהתלמידים להסביר עובדה נתונה, ולא לקבוע בעצמם למי טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר.

דוגמה ג'

טמפרטורת הרתיחה של $H_2O_{(l)}$ היא $100^{\circ}C$.

טמפרטורת הרתיחה של $CH_3CH_2OH_{(l)}$ היא $78^{\circ}C$.

הסבירו מדוע טמפרטורת הרתיחה של $H_2O_{(l)}$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $CH_3CH_2OH_{(l)}$.

$CH_3CH_2OH_{(l)}$	$H_2O_{(l)}$	
אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן	אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן	סוג האינטראקציות בין המולקולות
24	10	גודל ענן האלקטרונים של המולקולה
מולקולה קוטבית	מולקולה קוטבית	קוטביות (דו-קוטב קבוע) של המולקולה
2 זוגות אלקטרונים לא-קושרים אטום מימן אחד חשוף מאלקטרונים	2 זוגות אלקטרונים לא-קושרים 2 אטומי מימן חשופים מאלקטרונים	מוקדים ליצירת קשרי מימן במולקולה
1	2	מספר קשרי המימן שהמולקולה יכולה ליצור בפועל

1. טבלת השוואה

2. חסבר מדיעי

בשאלה זו יש שני גורמים המשפיעים בכיוונים מנוגדים.
א. גודל ענן האלקטרונים: ככל שמספר האלקטרונים גדול יותר, נוצר דו-קוטב רגעי משמעותי יותר, מספר הדו-קטבים הרגעיים גדול יותר, וכוחות המשיכה בין הדו-קטבים הרגעיים חזקים יותר, ואינטראקציות ון-דר-ולס חזקות יותר.

ב. מספר המוקדים ליצירת קשרי מימן: ככל שמספר המוקדים היכולים ליצור קשרי מימן גדול יותר, הסיכוי להיווצרות קשרי מימן בין אטומי מימן חשופים מאלקטרונים לבין אלקטרונים על אטומים בעלי אלקטרושליליות גבוהה גדול יותר.

על-פי הנתון, טמפרטורת הרתיחה של מים גבוהה יותר, ולכן ההשפעה של מספר המוקדים ליצירת קשרי מימן על טמפרטורת הרתיחה גדולה יותר מההשפעה של חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס.

כאשר המשיכה החשמלית בין המולקולות חזקה יותר, דרושה יותר אנרגיה כדי להפריד בין המולקולות, לפיכך טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר.

טמפרטורת הרתיחה של $H_2O_{(l)}$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $CH_3CH_2OH_{(l)}$, מפני

שקשרי המימן בין מולקולות $H_2O_{(l)}$ רבים יותר.

3. מסקנה

סיכום נושא: צברים

נוח לסכם את נושא הצברים בתרשימי זרימה ולהראות בהם את סוגי החלקיקים, את סוגי הקשרים ואת התכונות.

צברים (רמה מיקרוסקופית)



צברים - תכונות (רמה מאקרוסקופית)



חישובים בכימיה

תכנים

תוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

המול האז	הגדרת המושג מול מספר אבוגדרו מספר חלקיקים
	מסה מולרית מסה
	נפח מולרי של גז נפח גז
	ריכוז מולרי של תמיסה נפח תמיסה
	חישובים בתגובות יחס מולים בתגובה
המזב האז	הקשר בין נפח, לחץ, טמפרטורה ומספר המולים בגז
	השערת אבוגדרו

דגשים

1. בנושא חישובים מומלץ להתחיל בתרגול בסיסי ורק מאוחר יותר לעבור לתרגילים מהספר, שהם תרגילים ברמה של בחינת בגרות.
2. כדי להעמיק את הבנת התלמידים בנושא החישובים, כדאי לעבוד תחילה בשיטת הערך המשולש (ראו דוגמאות), ורק אחרי תרגול אפשר ליישם את הערך המשולש בעזרת הנוסחאות המקובלות.
3. מומלץ להראות שיטות שונות לפתרון התרגילים כדי לאפשר לתלמידים לפתח מיומנויות חשיבה שונות ובהמשך לבחור את השיטה הנוחה להם, למשל: טבלה וחיצים, חישובים בנוסחאות, חישובים בעזרת ערך משולש.
4. בחישובים בתגובות יש להדגיש שקיים יחס קבוע בתגובה רק בין מספר המולים של המגיבים לבין מספר המולים של התוצרים, ולא לדוגמה, בין המסות של המגיבים והתוצרים.
5. התלמידים אינם נדרשים לחשב כאשר קיים גורם מגביל (כלומר עודף של אחד המגיבים) (מלבד בפרק חומצות ובסיסים).
6. כדאי לתרגל חישובים מתמטיים הכוללים חזקות.
7. התלמידים מקבלים דף נוסחאות לחישובים.

http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/understandinglevels.pdf

המול - עד כמה הוא גדול?

מחשב מודרני המסוגל לבצע
10 מיליון מניות בשנייה, היה
זקוק לכמעט 2 מיליון שנה
כדי למנות עד 6.02×10^{23}

חבילה של 6.02×10^{23} דפים
הייתה גבוהה כל-כך...
היא הייתה מגיעה מכאן
ועד לשמש מיליון פעמים!

6.02×10^{23} אילו היו לכם
דולרים, הייתם יכולים לבזבז
מיליארד דולר בכל שנייה,
ועדיין היו נותרים לכם יותר
מ-99.9% מכספכם להעביר
לירשים שלכם אחרי 120 שנה...

6.02×10^{23}

6.02×10^{23} כדורי טניס היו
מכסים את פני כדור הארץ
בעובי של יותר מ-160 ק"מ.

זרימת 6.02×10^{23} טיפות
מים במפלי הניאגרה הייתה
נמשכת יותר מ-100,000
שנים.

6.02×10^{23} שניות הן זמן
הארוך פי ארבעה מיליון
מגיל כדור הארץ בשנים
(על-פי חלק מהתיאוריות).

הגדרות

מול – כמות חומר המכילה 6.02×10^{23} חלקיקים (אטומים, מולקולות, יונים, אלקטרונים, מחברות וכדומה). 6.02×10^{23} נקרא **מספר אבוגדרו**, וסימנו הוא N_A .

מסה מולרית (M_w) – המסה של מול חלקיקים. יחידותיה: גרם למול.

מסה מולרית אטומית – המסה של מול אחד של אטומים של יסוד מסוים (נקבעת על-פי הממוצע המשוקלל של האיזוטופים השונים של האטום). נתונה במערכה המחזורית.

מסה מולרית של חומר מולקולרי – המסה של מול אחד של מולקולות. אפשר לחשב את המסה המולרית של חומר מולקולרי על-ידי חיבור המסות המולריות של האטומים במולקולה.

חישובים בעזרת המסה המולרית ומספר אבוגדרו

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = \frac{m}{M_w}$$

סימון יחידות: m - מסה בגרמים;

n - מספר מולים;

M_w – מסה מולרית;

N – מספר חלקיקים.

המצב הגזי

גז הוא אוסף של הרבה מאוד מולקולות הרחוקות זו מזו ונמצאות בתנועה מתמדת. המולקולות נעות בתנועה אקראית בקווים ישרים ובמהירות גבוהה בגבולות נפח הכלי שהן נמצאות בו. בזמן תנועה המולקולות מתנגשות זו בזו ובדופנות הכלי. ההתנגשויות בדופנות הכלי מפעילות כוח על דופנות הכלי. לחץ הוא הכוח המופעל על יחידת שטח של דופנות הכלי.

לחץ (P) מוגדר כמספר התנגשויות של מולקולות הגז בדופנות הכלי ביחידת שטח ביחידת זמן.

הלחץ שגז מפעיל, אינו תלוי בסוג המולקולות של הגז, אלא בגורמים האלה:

- מספר המולים של הגז (n) - בין המולים ללחץ קיים יחס ישר: $P \propto n$;
- טמפרטורה (T) - בין הטמפרטורה ללחץ קיים יחס ישר: $P \propto T$;
- נפח הכלי שהגז מצוי בו (V) - בין הנפח ללחץ קיים יחס הפוך: $P \propto \frac{1}{V}$.

סימון יחידות: נפח (V) – ליטר

לחץ (P) – אטמוספירה (1 אטמוספירה = 760 מ"מ כספית)

מספר מולים (n)

טמפרטורה (T) – מעלות קלווין $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$

נפח מולרי (V_M) – הנפח בליטרים שתופס מול מולקולות של כל גז בתנאי לחץ וטמפרטורה מסוימים.

בתנאי תקן S.T.P (Standard Temperature and Pressure) ($1 \text{Atm}, 0^{\circ}C$) 1 מול גז תופס נפח

קבוע השווה ל- $V_M = 22.4 \text{ liter / mol}$.

בתנאי חדר ($1 \text{Atm}, 25^{\circ}C$) 1 מול גז תופס נפח קבוע השווה ל- $V_M = 25 \text{ liter / mol}$.

השערת אבוגדרו – נפחים שווים של גזים שונים הנמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ, מכילים

מספר שווה של מולים (או מספר שווה של חלקיקים).

או

אם מספר המולים של גזים מסוגים שונים הנמצאים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה שווה, הנפח שלהם

שווה.

לכן יחס המולים של גזים שווה ליחס הנפחים, כאשר הגזים נמצאים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

חישובים בעזרת הנפח המולרי של גז

סימון יחידות: V – נפח הגז (ליטר)

n - מספר המולים

V_M – נפח מולרי (ליטר/מול)

$$n = \frac{V}{V_M}$$

תמיסות

ריכוז מבטא את היחס בין כמות המומס לבין הכמות הכוללת של התמיסה (מומס+ממס).

אפשר למדוד ריכוז בגדלים שונים: אחוזים, גרם מומס ב-100 מ"ל תמיסה, מולים של מומס בנפח נתון של תמיסה ועוד.

ריכוז מולרי – מספר המולים של המומס בליטר אחד של תמיסה.

סימון יחידות: n - מספר המולים של המומס

V - נפח התמיסה (ליטרים)

c - הריכוז המולרי של המומס בתמיסה

$$c = \frac{n}{V}$$

(יחידת הריכוז היא M (מולר), שפירושה מספר מולי המומס בתוך 1 ליטר תמיסה.)

חושבים תשובה

כיצד משתמשים בערך משולש או בנוסחה בפתרון חישובים בסיסיים?

את התשובה לשאלה נכתוב בארבעה שלבים.

1. **נרשום** את הנתונים.
2. **נציב ערך משולש** (שלושה נתונים ונעלם) באמצעות שני משפטים פשוטים.
או
ניעזר בנוסחה מתאימה.
3. **נחשב** את הנעלם על-ידי כפל באלכסון והצבה במשוואה.
4. **נסכם** על-ידי כתיבת תשובה מלאה לשאלה.

דוגמה א'

כמה מול מולקולות H_2O יש ב-0.9 גרם $H_2O_{(l)}$?

נראה כיצד לפתור דוגמה זו בשתי שיטות: חישוב בעזרת ערך משולש וחישוב בעזרת נוסחאות. מומלץ לחשוף את התלמידים לשיטות השונות כדי לאפשר לכל תלמיד ותלמידה לבחור את הדרך הנוחה להם.

שיטה 1: חישוב בעזרת ערך משולש

נתונים: $m = 0.9 \text{ gr}$

$(H_2O_{(l)}) \quad M_W = 18 \text{ gr/mol}$

1. רישום נתונים

ב-18 גרם $H_2O_{(l)}$ יש 1 מול מולקולות H_2O .

ב-0.9 גרם $H_2O_{(l)}$ יש n מול מולקולות H_2O .

2. הצבה

נכפול באלכסון: $1 \cdot 0.9 = n \cdot 18$

$$n = \frac{0.9}{18} = 0.05 \text{ mol}$$

3. חישוב

ב-0.9 גרם $H_2O_{(l)}$ יש 0.05 מול מולקולות H_2O . 4. סיכום

שיטה 2: חישוב בעזרת נוסחה

1.1 רישום נתונים

$$m = 0.9 \text{ gr} \quad \text{נתונים}$$

$$(H_2O_{(l)}) \quad M_W = 18 \text{ gr/mol}$$

2. הצבה בנוסחה

$$n = \frac{m}{M_W} = \frac{0.9}{18} = 0.05 \text{ mol}$$

4. סיכום: ב- 0.9 גרם $H_2O_{(l)}$ יש 0.05 מול מולקולות H_2O .

דוגמה ב'

בשימוש בשקית אבקת אפייה אחת נפלט 0.013 מול של $CO_{2(g)}$.

בהכנת עוגה נפלט 0.039 מול של $CO_{2(g)}$.

בכמה שקיות אבקת אפייה השתמשו להכנת העוגה?

1.1 רישום נתונים

נתון: בשימוש בשקית אבקת אפייה אחת נפלט 0.013 מול של $CO_{2(g)}$.

2. הצבה

בשימוש ב- 1 שקית אבקת אפייה נפלט 0.013 מול של $CO_{2(g)}$.

בשימוש ב- x שקיות אבקת אפייה נפלט 0.039 מול של $CO_{2(g)}$.

3. חישוב

נכפול באלכסון:

$$1 \cdot 0.039 = x \cdot 0.013$$

$$x = \frac{0.039}{0.013} = 3$$

4. סיכום: להכנת העוגה השתמשו בשלוש שקיות אבקת אפייה.

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת בחישובים בתגובות כימיות?

דוגמה

הוסיפו 50 מ"ל מים ל-100 מ"ל תמיסת אשלגן פחמתי, $K_2CO_3(aq)$, בריכוז 0.3M. מהו ריכוז יוני $K^+(aq)$ בתמיסה לאחר הוספת המים?

נראה כיצד לפתור דוגמה זו בשתי שיטות:

1. טבלה;

2. חישוב בעזרת ערך משולש.

מומלץ לחשוף את התלמידים לשיטות השונות כדי לאפשר לכל תלמיד תלמידה לבחור את הדרך הנוחה להם.

שיטה 1: טבלה

נארגן בטבלה את נתוני השאלה ואת תהליך החישוב עד לתשובה הסופית.

1. **נרשום** ניסוח מאוזן לתגובה בטבלה. מתחת למגיבים ולתוצרים נרשום את יחס המולים.

$K_2CO_3(s) \xrightarrow{H_2O(l)} 2K^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$	
1 : 2 : 1	יחס מולים

2. **נרשום** את הנתונים המספריים המתאימים ל- $K_2CO_3(aq)$ לפני הוספת המים.

$K_2CO_3(aq)$	$V = 0.1\text{liter}$ $c = 0.3M$
---------------	----------------------------------

3. **נחשב** את מספר המולים של $K_2CO_3(aq)$ בתמיסה המקורית בעזרת הנוסחה $n = c \cdot V$.

$K_2CO_3(aq)$	$V = 0.1\text{liter}$ $c = 0.3M$	$n = c \cdot V = 0.1 \cdot 0.3 = 0.03\text{mol}$
---------------	----------------------------------	--

4. ניעזר ביחס המולים בתגובה, ו**נמצא** לפיו את מספר המולים של $K^+(aq)$ בתמיסה המקורית.

נסמן חץ הקושר בין ערכי המולים על-פי יחס המולים.

$K_2CO_3(s) \rightarrow 2K^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$	
1 : 2 : 1	יחס מולים
0.03mol \longrightarrow 0.06mol	מספר מולים (n)

5. **נחשב** בעזרת נוסחה את ריכוז יוני $K^+_{(aq)}$ לאחר הוספת המים.

שימו לב, מספר המולים של $K^+_{(aq)}$ אינו משתנה, ונפח התמיסה גדל ל-0.15 ליטר.

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0.06}{0.15} = 0.4M$$

6. **נסכם** על-ידי כתיבת תשובה מילולית.

הריכוז של יוני $K^+_{(aq)}$ לאחר הוספת המים הוא 0.4M.

שיטה 2: חישוב בעזרת ערך משולש

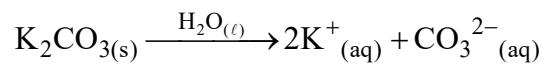
1. **נרשום** את הנתונים בשאלה.

$V_1 = 0.1 \text{ liter}$: נפח התמיסה המקורית:

$c_1 = 0.3M$: ריכוז התמיסה המקורית:

$V_2 = 0.05 \text{ liter}$: נפח המים שהוספו:

2. **נרשום** ניסוח מאוזן לתגובה.



3. **נחשב** את מספר המולים של $K_2CO_{3(aq)}$ בתמיסה המקורית.

ב-1 ליטר תמיסה מקורית יש 0.3 מול $K_2CO_{3(aq)}$.

ב-0.1 ליטר תמיסה מקורית יש n מול $K_2CO_{3(aq)}$.

$$n = 0.3 \cdot 0.1 = 0.03 \text{ mol}$$

4. **נבדוק** מהו יחס המולים בין $K_2CO_{3(aq)}$ לבין $K^+_{(aq)}$ בתגובה.

$$n_{K_2CO_{3(s)}} : n_{K^+_{(aq)}} = 1 : 2$$

5. **נחשב** את מספר המולים של $K^+_{(aq)}$ בתמיסה המקורית.

$$n_{K^+_{(aq)}} = 2 \cdot 0.03 = 0.06 \text{ mol}$$

נחשב את נפח התמיסה לאחר הוספת המים.

$$V = V_1 + V_2 = 0.1 + 0.05 = 0.15 \text{ liter}$$

6. **נחשב** את מספר המולים של יוני $K^+_{(aq)}$ בליטר תמיסה.

ב- 0.15 ליטר תמיסה יש 0.06 מול יוני $K^+_{(aq)}$.

ב- 1 ליטר תמיסה יש n מול יוני $K^+_{(aq)}$.

$$n = \frac{0.06 \cdot 1}{0.15} = 0.4 \text{ mol}$$

7. **נקבע** את ריכוז יוני $K^+_{(aq)}$ בתמיסה.

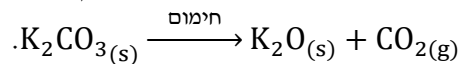
ב- 1 ליטר תמיסה יש 0.4 מול יוני $K^+_{(aq)}$, לכן ריכוז יוני $K^+_{(aq)}$ בתמיסה החדשה הוא 0.4M.

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת בחישובים בתגובות כימיות?

דוגמה

כאשר מחממים 6.9 גרמים אשלגן פחמתי, $K_2CO_3(s)$, מתרחשת התגובה



מהו נפח $CO_2(g)$ שמתקבל בתנאים בהם 1 מול גז תופס 60 ליטר?

נארגן בטבלה את נתוני השאלה ואת תהליך החישוב עד לתשובה הסופית.

1. נרשום ניסוח מאוזן לתגובה בטבלה. מתחת למגיבים ולתוצרים נרשום את יחס המולים.

$K_2CO_3(s) \xrightarrow{\text{חימום}} K_2O(s) + CO_2(g)$	
1 : 1 : 1	יחס מולים

2. נרשום את הנתונים המספריים מתחת לחומר המתאים בטבלה.

$K_2CO_3(s) \xrightarrow{\text{חימום}} K_2O(s) + CO_2(g)$	
1 : 1 : 1	יחס מולים
6.9 gr	מסה (m)
138 gr/mol	מסה מולרית (Mw)

3. נחשב את מספר המולים של $K_2CO_3(s)$, ונוסיף אותו מתחת לנתונים.

בעזרת חץ נראה את כיוון החישוב.

$K_2CO_3(s) \xrightarrow{\text{חימום}} K_2O(s) + CO_2(g)$	
1 : 1 : 1	יחס מולים
6.9 gr	מסה (m)
138 gr/mol	מסה מולרית (Mw)
0.05mol ↓	מספר מולים (n)

4. **נמצא** על-פי יחס המולים את מספר המולים של היון המבוקש.
נסמן חץ הקושר בין ערכי המולים על-פי יחס המולים.

$\text{K}_2\text{CO}_3(s) \xrightarrow{\text{חימום}} \text{K}_2\text{O}(s) + \text{CO}_2(g)$		
1	:	1 : 1
6.9 gr		
138 gr/mol		
0.05mol	↓	→ 0.05mol
		יחס מולים
		מסה (m)
		מסה מולרית (Mw)
		מספר מולים (n)

5. **נחשב** את הנפח של $\text{CO}_2(g)$ בעזרת נוסחה.

$$V = n \cdot V_M = 0.05 \cdot 60 = 3 \text{ liter}$$

6. **נסכם** על-ידי כתיבת תשובה מילולית.

הנפח של $\text{CO}_2(g)$ שהתקבל בתנאי התגובה הוא 3 ליטרים.

תפקידם של החיצים בטבלאות הוא להראות את כיוון החישוב. אין חובה לסמן חיצים בבחינת הבגרות.

חמצון-חיזור

תכנים

בתוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

מושגי יסוד	חומר מחמצן, חומר מחזר, תהליך חמצון, תהליך חיזור, מעבר אלקטרוניים	חמצון-חיזור
תגובה של יוני מתכת עם מתכת שורה אלקטרוכימית קורוזיה		
קביעת דרגת חמצון דרגות חמצון של אטומים בתרכובות הפחמן דרגת חמצון מרבית ומזערית איזון תגובות חמצון-חיזור מספר מולי אלקטרוניים		
אנטיאוקסידנטים, רדיקלים חופשיים		

דגשים

- יש להסביר ברמה המיקרוסקופית את התגובה בין מתכת לבין יוני מתכת אחרת.
- יש לקשור בין המושג "דרגת חמצון" לבין המושג "אלקטרושליליות".
- יש להסביר את הקשר בין דרגת חמצון של אטום בחומר מולקולרי לבין המטען החלקי של אותו אטום.
- מומלץ לקשור את הפרק לנושאים מחיי היום-יום.

הגדרות

תגובת חמצון-חיזור – תגובה שבה מתרחש מעבר אלקטרוניים; תגובה שיש בה שינויים בדרגות החמצון של אטומים.

מחמצן – חומר הוא מחמצן כאשר חלקיקים בחומר מאבדים אלקטרוניים.

מחזר – חומר הוא מחזר כאשר חלקיקים בחומר לוקחים אלקטרוניים.

תהליך חיזור – תהליך שבו חלקיקים בחומר לוקחים אלקטרוניים.

תהליך חמצון – תהליך שבו חלקיקים בחומר מאבדים אלקטרוניים.

האטום המחמצן עובר תהליך חיזור, ודרגת החמצון שלו יורדת.

האטום המחזר עובר תהליך חמצון, ודרגת החמצון שלו עולה.

דרגת חמצון – מספר הנקבע על-פי כללי הקישור וערכי אלקטרושליליות.

בחומרים יוניים דרגת החמצון שווה למטען היוניים.

בחומרים מולקולריים דרגת החמצון שווה למטען החלקי הנוצר על האטום כתוצאה מקשרים קוולנטיים קוטביים.

דרגת חמצון מרבית נקבעת לפי מספר הטור שבו נמצא האטום (חוץ מאטום F ומאטום O).

אטום בדרגת חמצון מרבית יכול לתפקד רק כמחמצן, דרגת החמצון שלו יכולה רק לרדת.

דרגת חמצון מזערית נקבעת באל-מתכות לפי מספר האלקטרוניים הלא-מזווגים.

אפשר להקל על התלמידים בעזרת חישוב פשוט: דרגת החמצון המזערית שווה למספר הטור פחות 8.

דרגת החמצון המזערית במתכות שווה לאפס.

אטום בדרגת חמצון מזערית יכול לתפקד רק כמחזור, דרגת החמצון שלו יכולה רק לעלות.

כללים לאיזון תגובות חמצון-חיזור פשוטות בעזרת דרגת חמצון

1. **רושמים** את דרגת החמצון של כל אטום בחומרים המשתתפים בתגובה.
2. **מזהים** את האטומים שעברו שינוי בדרגת החמצון.
האטום שדרגת החמצון שלו ירדה, הוא מחמצן.
האטום שדרגת החמצון שלו עלתה, הוא מחזור.
3. **קובעים** כמה אלקטרוניים נלקחו מהאטום שדרגת החמצון שלו עלתה, וכמה אלקטרוניים נוספו לאטום שדרגת החמצון שלו ירדה.
4. **מאזנים** כך שמספר האלקטרוניים שנמסרו יהיה שווה למספר האלקטרוניים שהתקבלו, על-ידי מציאת מכנה משותף.
5. **מאזנים** את יתר מרכיבי התגובה על-פי חוק שימור החומר.

חושבים תשובה

כיצד קובעים את דרגת החמצון?

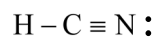
- בשאלות העוסקות בחמצון-חיזור התלמידים מתבקשים לקבוע דרגת חמצון:
- לפי כללים;
 - לפי מטען חלקי.

דוגמה

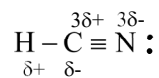
רשמו את דרגות חמצון של האטומים במולקולה HCN.

את התשובה לשאלה נכתוב בשלושה שלבים.

1. **נרשום** נוסחת ייצוג אלקטרונית למולקולה HCN.



2. **נסמן** מטען חלקי בכל קשר, בהתאם לערכי האלקטרושליליות (N – 3.0, C – 2.5, H – 2.1).



3. **נסכם** את המטענים החלקיים, ונרשום את דרגת החמצון המתאימה לכל אטום.



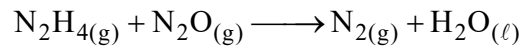
מקובל לרשום את דרגת החמצון של האטום בתוך עיגול, מתחת לסמל האטום.

חושבים תשובה

כיצד מאזנים תהליך חמצון-חיזור?

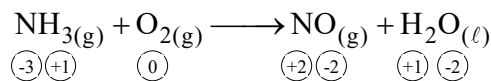
דוגמה

היעזרו בדרגות חמצון, ואזנו את התגובה שלפניכם.



את התשובה לשאלה נכתוב במספר שלבים.

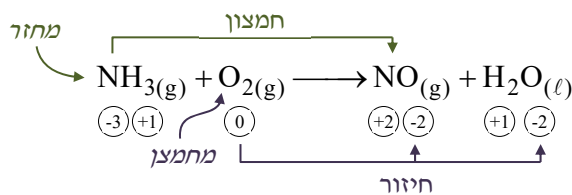
1. **נרשום** את דרגת החמצון של כל אטום בחומרים המשתתפים בתגובה.



2. **נזהה** את האטומים שעברו שינוי בדרגת החמצון.

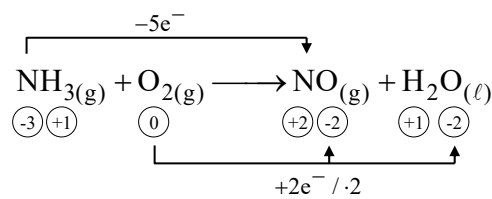
החומר המכיל את האטומים שדרגת החמצון שלהם ירדה, הוא מחמצן.

החומר המכיל את האטומים שדרגת החמצון שלהם עלתה, הוא מחזור.



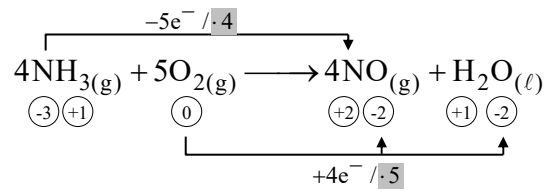
3. **נקבע** כמה אלקטרונים נלקחו מהאטום שדרגת החמצון שלו עלתה, וכמה אלקטרונים נוספו לאטום

שדרגת החמצון שלו ירדה.

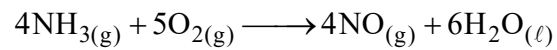


נשים לב שאטומי החמצן נמצאים בשני התוצרים.

4. נאזן את מרכיבי התגובה המשתתפים בתהליך חמצון-חיזור, כך שמספר האלקטרונים שנמסרו יהיה שווה למספר האלקטרונים שהתקבלו, על-ידי מציאת מכנה משותף.



5. נאזן את מרכיבי התגובה שאינם משתתפים בתהליך חמצון-חיזור.



חושבים תשובה

כיצד נחשב כמה מול אלקטרונים עברו בתגובה?

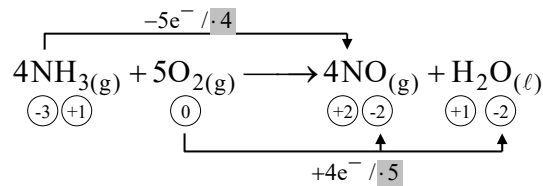
דוגמה



כמה מול אלקטרונים עברו בתגובה שבה הגיבו 0.6 מולים של $\text{NH}_3(\text{g})$?

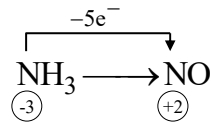
את התשובה לשאלה נכתוב במספר שלבים.

1. **נקבע** כמה מול אלקטרונים נלקחו מהמחזור או נוספו למחמצן.



2. **נרשום** את תגובת החמצון או את תגובת החיזור.

במקרה זה בחרנו בתגובת החמצון, כי היא פשוטה יותר.



3. **נקבע** כמה מול אלקטרונים עברו, על-פי יחס המולים.

$\text{NH}_3 \longrightarrow \text{NO} + 5e^-$ $\textcircled{-3} \qquad \qquad \textcircled{+2}$	
1 : 1 : 5	יחס מולים
0.6mol \longrightarrow <input type="text" value="3mol"/>	מספר מולים (n)

4. **נסכם** על-ידי כתיבת תשובה מילולית.

בתגובה בה הגיבו 0.6 מולים של $\text{NH}_3(\text{g})$, עברו 3 מולים של אלקטרונים.

חומצות ובסיסים

תכנים

תוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

הגדרת חומצה ובסיס בתמיסה מימית לפי ארהניוס	הגדרות	חומצות ובסיסים
הגדרת חומצה-בסיס לפי ברנסטד-לאורי		
תגובות חומצה-בסיס מים כבסיס וכחומצה תגובת סתירה		
pH מוליכות חשמלית שימוש באינדיקטורים		

דגשים

- יש לפעול על-פי דף התגובות שבנספח.
- התלמידים יידרשו לנסח תגובות חומצה ובסיס רק לתגובות הדומות לאלו המוזכרות בדף.
http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/acidbasedoxreactions.pdf
- התלמידים יידרשו לקבוע על-פי ניסוח תגובה נתון, מיהו החומר המתפקד כחומצה, ומיהו החומר המתפקד כבסיס.
- התלמידים יידרשו לקבוע את השינוי ב- pH של התמיסה על-פי שינויים בריכוז יוני $H_3O^+_{(aq)}$ או יוני $OH^-_{(aq)}$.
- התלמידים יידרשו לקבוע את תחום ה- pH (גדול מ- 7, קטן מ- 7 או שווה ל- 7) בתמיסה באמצעות חישובים מתאימים.
- מומלץ לקשור את הפרק לנושאים מחיי היום-יום.

הגדרות

חומצה

- I **לפי ארהניוס**, חומצה היא חומר שבתמיסתו המימית יש יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$.
- II **לפי ברנסטד ולאורי**, חומצה היא חומר שחלקיקיו מסוגלים לתרום פרוטון, H^+ , לחלקיקי חומר אחר.
- III **לפי לואיס**, חומצה היא חומר שכל חלקיק שלו יכול לקבל זוג אלקטרוניים לא-קושר. (הגדרה זו מיועדת למורים בלבד.)

בסיס

- I **לפי ארהניוס**, בסיס הוא חומר שבתמיסתו המימית יש יוני הידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$.
- II **לפי ברנסטד ולאורי**, בסיס הוא חומר שחלקיקיו מסוגלים לקלוט פרוטון, H^+ , מחלקיקי חומר אחר.
- III **לפי לואיס**, בסיס הוא חומר שכל חלקיק שלו יכול לתרום זוג אלקטרוניים לא-קושר. (הגדרה זו מיועדת למורים בלבד.)

דוגמאות לאינדיקטורים נפוצים לחומצות ובסיסים

אינדיקטור	בתמיסה חומצית	בתמיסה בסיסית	בתמיסה ניטרלית
נייר לקמוס	כחול הופך לוורוד	ורוד הופך לכחול	אין שינוי בצבע
פנולפתלאין	חסר צבע	הופך לוורוד סגול	חסר צבע

pH

- pH הוא מדד לריכוז יוני הידרוניום בתמיסה. לכן הוא מבטא את מידת החומציות (ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$) או את מידת הבסיסיות (ריכוז $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$) של תמיסה. סקלת ה-pH המקובלת היא בין 0 ל-14.
- ככל שריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ גבוה יותר, ה-pH של התמיסה נמוך יותר. ככל שריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ גבוה יותר, ה-pH של התמיסה גבוה יותר.
- כאשר התמיסה ניטרלית, כלומר $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = [\text{OH}^-_{(\text{aq})}]$, ערך ה-pH שלה שווה לשבע (pH = 7).
- כאשר התמיסה חומצית, כלומר $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] > [\text{OH}^-_{(\text{aq})}]$, ערך ה-pH שלה קטן משבע.

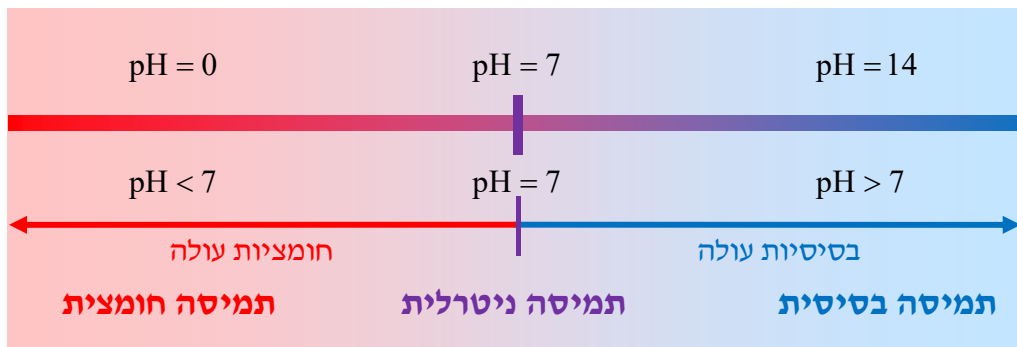
$$(\text{pH} < 7) \cdot [\text{OH}^-_{(\text{aq})}] < 10^{-7}$$

כאשר התמיסה בסיסית, כלומר $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] < [\text{OH}^-_{(\text{aq})}]$, ערך ה-pH שלה גדול משבע

$$(\text{pH} > 7) \cdot [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] < 10^{-7}$$

- כשמוהלים תמיסה מימית על-ידי הוספת מים או תמיסה מימית ניטרלית אחרת...
 - ה-pH של תמיסה חומצית גדל, כי ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ קטן, אך הוא ממשיך להיות קטן מ-7;
 - ה-pH של תמיסה בסיסית קטן, כי ריכוז $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ קטן, אך הוא ממשיך להיות גדול מ-7.

סקלת pH



ערכי pH של חומרים שכיחים

pH	החומר
2.0	מיצי קיבה
2.3	מיץ לימון
2.8	חומץ
3.0	משקאות קלים
3.1	מיץ תפוחים
3.5	מיץ אשכוליות
4.2	מיץ עגבניות
4.6	מיץ בננות
6.5	מי ברז
6.5	חלב
7.0	מים טהורים
8.5	מי ים
12	אקונומיקה

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת בקביעת תחום ה- pH של תמיסה?

דוגמה

הכינו 250 מ"ל תמיסה על-ידי המסת 0.02 מול $\text{HCl}_{(g)}$ במים. הוסיפו לתמיסה 40 מ"ל תמיסת

$\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$ בריכוז 0.25M. התרחשה תגובה.

האם בתום התגובה ה- pH של התמיסה היה גדול מ- 7, קטן מ- 7 או שווה ל- 7? נמקו את תשובתכם.

את התשובה לשאלה נכתוב בארבעה שלבים.

1. **נחשב** את מספר המולים של $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ שהוכנה.

$\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$	
1 : 1 : 1 : 1	יחס מולים
0.02mol \longrightarrow 0.02mol	מספר מולים (n)

2. **נחשב** את מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ ב- 40 מ"ל תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$ בריכוז 0.25M.

$\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$	$c = 0.25\text{M} \quad V = 0.04\text{liter}$	$n = c \cdot V = 0.25 \cdot 0.04 = 0.01\text{mol}$
--------------------------------	---	--

$\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	
1 : 1 : 2	יחס מולים
0.01mol \longrightarrow 0.02mol	מספר מולים (n)

3. ננסח תגובת סתירה, ונבדוק בעזרת יחס המולים, אם לאחר התגובה נותר עודף של יוני H_3O^+ או

עודף של יוני OH^- .

$\text{OH}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$		
1	:	1
:	:	2
0.02	:	0.02
0.02	:	0.02
↓ 0	:	↓ 0
		יחס מולים
		מספר מולים שהוכנסו
		מספר מולים שהגיבו
		מספר מולים שלא הגיבו (עודף)

4. נסכם על-ידי כתיבת תשובה מילולית.

בתום התגובה לא נותר עודף של יוני H_3O^+ או עודף של יוני OH^- בתמיסה.

ה-pH של התמיסה שווה ל-7.

חושבים תשובה

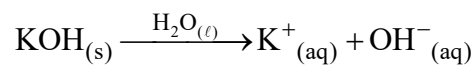
כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת בשינוי ה-pH של תמיסה?

דוגמה

קבעו אם ההיגד שלפניכם נכון או לא-נכון. נמקו את קביעתכם. הזרמת $\text{NH}_3(\text{g})$ לתמיסת $\text{KOH}(\text{aq})$ תגרום לעלייה ב-pH של התמיסה.

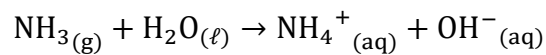
את התשובה לשאלה נכתוב בשלושה שלבים.

1. **ננסח** את תגובת ההמסה של $\text{KOH}(\text{s})$ במים, ונקבע את תחום ה-pH.



$$\text{pH} > 7$$

2. **ננסח** את התגובה של $\text{NH}_3(\text{g})$ עם המים שבתמיסת $\text{KOH}(\text{aq})$, ונקבע את תחום ה-pH.



$$\text{pH} > 7$$

3. **נבדוק** אם חל שינוי בריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$, **ונסכם** על-ידי כתיבת תשובה מילולית.

ההיגד נכון. מספר המולים של $\text{OH}^-(\text{aq})$ בתמיסה יגדל. נפח התמיסה לא ישתנה, כי הוסיפו אמוניה במצב צבירה גז. לכן הוספת $\text{NH}_3(\text{g})$ לתמיסת $\text{KOH}(\text{aq})$ תגרום לעלייה בריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ בתמיסה ולעלייה ב-pH של התמיסה.

טעם של כימיה

תכנים

תוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

טעם של כימיה	ויטמינים ומינרלים	ויטמינים מסיסים במים
	ערך קלורי של מזון	ויטמינים שאינם מסיסים במים
	שומנים	
	סוכרים (יש להכיר רק כאבות מזון)	
	חלבונים (יש להכיר רק כאבות מזון)	

שומנים	צורות ייצוג	נוסחה מולקולרית
		ייצוג מלא לנוסחת המבנה של חומצת שומן
		ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של חומצת שומן
		רישום מקוצר (חומצות שומן, טריגליצרידים)
	חומצות שומן	חומצות שומן חיוניות
		חומצת שומן רוויה
		חומצות שומן ציס
		חומצות שומן לא-רוויה
		חומצות שומן טרנס
	טריגליצרידים	השוואה בין טמפרטורות התכה של חומצות שומן
		תגובת איסטור והידרוליזה של אסטר
		השוואה בין שמן לבין שומן
	השוואה בין טמפרטורות התכה של טריגליצרידים	

דגשים

1. מספור אטומי הפחמן לקביעת מיקום הקשרים הכפולים בחומצות שומן ייעשה מאטום הפחמן הרחוק מהקצה הקרבוקסילי.
2. בחומצות השומן החיוניות אומגה 3 ואומגה 6, הקשר הכפול הראשון נמצא על אטום פחמן 3 או על אטום פחמן 6 (בהתאמה).
3. בטבע ברוב חומצות השומן הרב-לא-רוויות יש רווח של אטום פחמן אחד בין הקשרים הכפולים (הפרעת מתילול). עם זאת קיימים גם מצבים אחרים (ראו בספר שאלה 7 בבחינת בגרות 2018).
4. כדאי להדגיש בפני התלמידים שכל השומנים אינם מסיסים במים בגלל אינטראקציות ון-דר-ולס חזקות.
5. כדאי להזכיר לתלמידים שלמרות "השם הרע" שיצא לשומנים, הם מרכיבים חיוניים בגוף וחשיבותם התזונתית רבה.
6. מומלץ לקשור את הפרק לנושאים מחיי היום-יום.

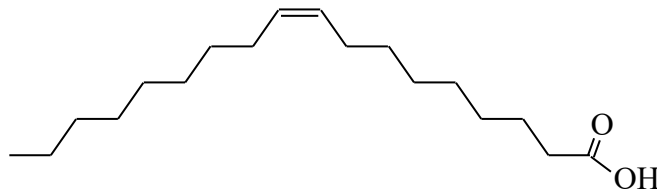
צורות ייצוג של חומצות שומן

דוגמה : חומצה אולאית

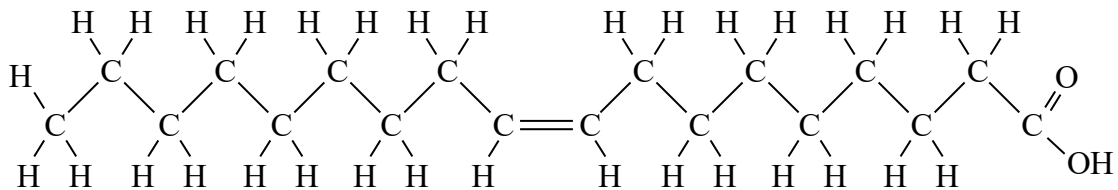
רישום מקוצר : $C_{18}:1\omega 9, cis$

נוסחה מולקולרית : $C_{18}H_{34}O_2$ או $C_{17}H_{33}COOH$

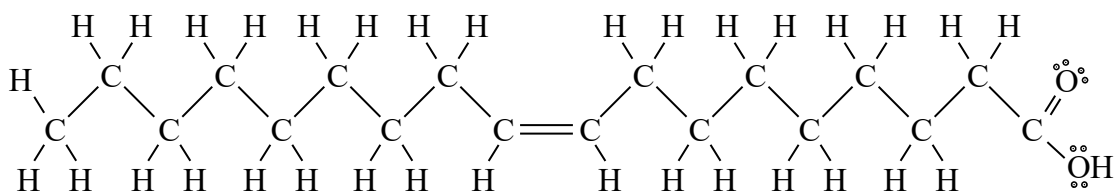
ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה :



ייצוג מלא של נוסחת מבנה :



נוסחת ייצוג אלקטרונית :



שימו לב להבדל בין ייצוג מלא של נוסחת מבנה לבין נוסחת ייצוג אלקטרונית. כאשר התלמידים נדרשים לכתוב נוסחת ייצוג אלקטרונית עליהם להקפיד לציין את כל זוגות האלקטרונים הלא-קושרים שבמולקולה.

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה מלאה לשאלה העוסקת

בהשוואה בין **טמפרטורות התכה** של חומצות שומן שונות?

בין מולקולות של חומצות שומן מתקיימות בעיקר אינטראקציות ון-דר-ולס, ומתקיימים מעט קשרי מימן. אין הבדל בחוזק קשרי המימן (בחומצות שומן בעלות מספר קבוצות קרבוקסיליות זהה), לכן אינטראקציות ון-דר-ולס הן המשפיעות על ערך טמפרטורות ההתכה. הגורמים המשפיעים על חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצות שומן:

- א. מספר אטומי הפחמן בשרשרת של חומצת השומן - גודל ענן האלקטרונים;
- ב. צפיפות האריזה של המולקולות, הנובעת מיכולת או מאי-יכולת של המולקולות להתארגן זו ליד זו. התלמידים נדרשים להשוות...

1. בין צפיפות אריזה של חומצת שומן רוויה לבין צפיפות אריזה של חומצת שומן בלתי-רוויה (ציס או טרנס);
2. בין צפיפות אריזה של חומצת שומן חד לא-רוויה לבין צפיפות אריזה של חומצת שומן רב לא-רוויה;
3. בין צפיפות אריזה של חומצת שומן ציס לבין צפיפות אריזה של חומצת שומן טרנס.

בשאלות העוסקות בחוזק האינטראקציות בין מולקולות של חומצות שומן התלמידים מתבקשים לערוך **השוואה**.

את התשובה לשאלה נכתוב בשלושה שלבים.

1. **נבנה** טבלה, ונרשום בה את הגורמים הרלוונטיים לחומצות השומן הנתונות.

מספר קשרים כפולים	ציס/טרנס	רוויה/לא-רוויה	מספר אטומי פחמן בשרשרת	חומצת השומן

2. **נסביר** כיצד הגורמים שזיהינו משפיעים על חוזק האינטראקציות. בשלב זה יש להתייחס למידת המשיכה החשמלית בין המולקולות.
3. **נסיק** מסקנה, ונכתוב תשובה סופית.

דוגמה א'

בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על חומצות שומן.

טמפרטורת ההתכה (°C)	רישום מקוצר לנוסחה של חומצת השומן	חומצת השומן
63	C16:0	פלמיטית
13	C18:1ω9, cis	אולאית

הסבירו את ההבדל בין טמפרטורת ההתכה של חומצה פלמיטית לבין טמפרטורת ההתכה של חומצה אולאית.

מספר קשרים כפולים במולקולה	ציס/טרנס	רוויה/לא-רוויה	מספר אטומי פחמן בשרשרת	חומצת השומן
—	—	רוויה	16	פלמיטית
1	ציס	לא רוויה	18	אולאית

1. טבלת השוואה

לחומצה פלמיטית יש ענן אלקטרוניים קטן מאשר לחומצה אולאית, ובכל זאת טמפרטורת ההתכה של חומצה פלמיטית גבוהה יותר.

חומצה פלמיטית היא חומצת שומן רוויה. המולקולות של חומצה פלמיטית פרושות עקב סיבוב חופשי סביב כל הקשרים הקוולנטיים היחידים. לכן המולקולות נארזות באריזה צפופה, והמרחק ביניהן קטן יחסית. בשל האריזה הצפופה אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות חזקות. חומצה אולאית היא חומצת שומן לא-רוויה. הקשר הכפול בכל מולקולה הוא במבנה ציס. המולקולות של חומצה אולאית כפופות, משום שאין סיבוב חופשי סביב הקשר הכפול. לכן האריזה של המולקולות אינה צפופה, והמרחק ביניהן גדול יחסית, ואינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות חלשות יותר.

ככל שאינטראקציות ון-דר-ולס חזקות יותר, יש להשקיע יותר אנרגיה כדי להחליש ולנתק אותן, וטמפרטורת ההתכה גבוהה יותר.

2. הסבר מדעי

3. מסקנה
טמפרטורת ההתכה של חומצה פלמיטית גבוהה מזו של חומצה אולאית בגלל ההבדל בצפיפות האריזה.

דוגמה ב'

בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על חומצות שומן.

טמפרטורת ההתכה (°C)	רישום מקוצר לנוסחה של חומצת השומן	חומצת השומן
13	C18:1ω9, cis	אולאית
?	C18:1ω9, trans	אלאידית

קבעו אם טמפרטורת ההתכה של חומצה אלאידית גבוהה מ-13°C או נמוכה מ-13°C. נמקו את תשובתכם.

מספר קשרים כפולים במולקולה	ציס/טרנס	רוויה/לא-רוויה	מספר אטומי פחמן בשרשרת	חומצת השומן
1	ציס	לא רוויה	18	אולאית
1	טרנס	לא רוויה	18	אלאידית

1. טבלת השוואה

שתי המולקולות של חומצות השומן הן איזומרים גאומטריים זו לזו, ולכן ענן האלקטרונים זהה. חומצה אלאידית היא חומצת שומן לא-רוויה עם קשרים כפולים במבנה טרנס, ואילו חומצה אולאית היא חומצת שומן לא-רוויה עם קשרים כפולים במבנה ציס. בשני האיזומרים אין סיבוב חופשי סביב הקשר הכפול, אך המולקולות במבנה טרנס כפופות פחות, ולכן נארזות בצפיפות גדולה יותר. נוצרות יותר אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצה אלאידית. המולקולות של חומצה אולאית (ציס) כפופות יותר, ולכן הן נארזות בצפיפות פחותה, המרחק ביניהן גדול יחסית, ואינטראקציות ון-דר-ולס הנוצרות בין המולקולות חלשות יותר. לפיכך האנרגיה הדרושה להחלשתן ולניתוקן של אינטראקציות ון-דר-ולס בחומצה אלאידית גבוהה יותר, וטמפרטורת ההתכה גבוהה מזו של חומצה אולאית.

2. הסבר מדעי

טמפרטורת ההתכה של חומצה אלאידית גבוהה מ-13°C.

3. מסקנה

אנרגיה

תכנים

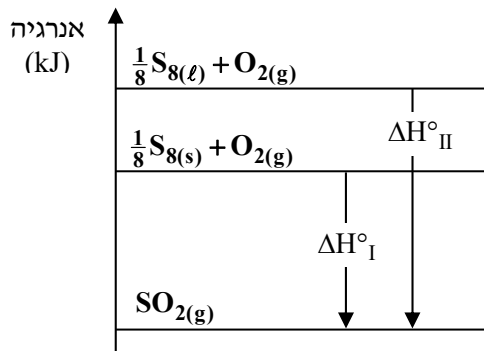
תוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

אנרגיה קינטית		מושגים בסיסיים	אנרגיה	
אנרגיה קינטית ממוצעת				
אנרגיה פוטנציאלית (הכרת המושג)				
אנרגיה פנימית				
מערכת וסביבה				
סוגי כלים (כלי פתוח, כלי סגור, כלי מבודד)				
אנרגיה וטמפרטורה				
מעברי אנרגיה (גוף חם, גוף קר)				
תגובה אנדותרמית				שינוי אנתלפיה בתגובות כימיות
תגובה אקסותרמית				
ייצוגים גרפיים				
חוק הס		חישוב השינוי באנתלפיה		
היתוך	שינוי אנתלפיה במהלך שינוי מצב צבירה			
אידוי				
המראה				
שינוי אנתלפיה של תגובה באמצעות אנתלפיית קשר				

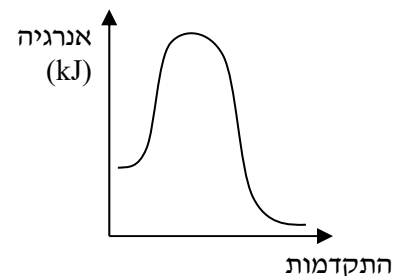
דגשים

- יש להבחין בין אנרגיה פנימית לבין אנתלפיה.
- יש לציין שטמפרטורה היא מדד לאנרגיה קינטית ממוצעת.
- להבנת המושג "אנרגיית קשר" נדרשת ידיעת המושגים: ניתוק קשרים - השקעת אנרגיה; יצירת קשרים - שחרור אנרגיה.
- להלן הייצוגים הגרפיים הרלוונטיים לפרק.

שינוי האנתלפיה בתגובה



השתנות האנרגיה עם התקדמות התגובה



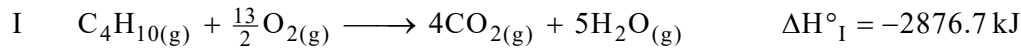
5. את הקשר בין ΔH° לבין Q (כמות האנרגיה הנקלטת או נפלטת בפועל בתגובה) כדאי לחשב באמצעות ערך משולש בכל התגובות. יש לשים לב בעיקר למקרים שבהם המקדם של מגיב או של תוצר בתגובה אינו 1.
6. צריך לדעת לנסח תגובת שריפה מלאה ותגובת שריפה חלקית.
7. יש להבחין בהבדלים בשינוי הטמפרטורה בין כלי פתוח, סגור ומבודד. במשך הזמן, לאחר סיום התגובה בכלי **פתוח** ובכלי **סגור**, הטמפרטורה בכלי חוזרת לטמפרטורת החדר. יש מעבר אנרגיה בין החומר בכלי לאוויר שמחוץ לכלי. במשך הזמן, לאחר סיום התגובה בכלי **מבודד**, הטמפרטורה בכלי נשארת קבועה. אין מעבר אנרגיה בין החומר בכלי לאוויר מחוץ לכלי.

חושבים תשובה

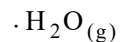
כיצד כותבים תשובה לשאלה שבה משווים בין אנתלפיה של שתי תגובות, כאשר ההבדל הוא במצב הצבירה של אחד המגיבים או התוצרים?

דוגמה

לפניכם ניסוח תגובת השריפה של בוטאן.



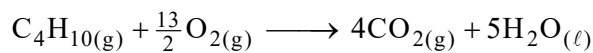
כאשר שורפים 1 מול בוטאן בתנאים אחרים, נוצרים מים במצב נוזלי, $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$, במקום אדי מים,



האם בתגובה זו כמות האנרגיה הנפלטת גדולה מכמות האנרגיה הנפלטת בתגובה I, קטנה ממנה או שווה לה? נמקו את תשובתכם.

את התשובה לשאלה נכתוב במספר שלבים.

1. **נרשום** את תגובת השריפה מחדש, כאשר המים במצב נוזל.

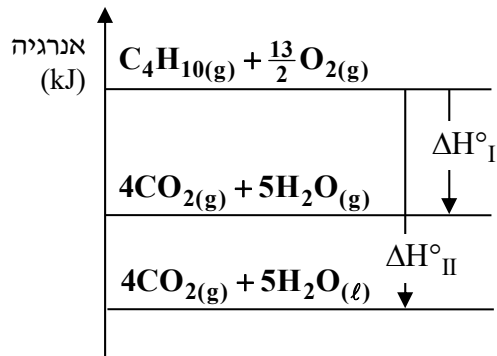


2. **נתייחס** להבדל במצבי הצבירה, **ונקבע** באיזה מצב צבירה האנרגיה הפנימית נמוכה יותר.

למים במצב נוזל אנרגיה פנימית נמוכה מזו של אדי מים.

3. **נתאר** בעזרת ייצוג גרפי את שינויי האנתלפיה בשתי התגובות.

4. **נכתוב** תשובה מילולית.



על-פי התיאור הגרפי, כמות האנרגיה הנפלטת בתגובה שבה נוצרים מים במצב נוזל, המיוצגת בגרף על-ידי $\Delta H^\circ_{\text{II}}$, גדולה יותר מכמות האנרגיה הנפלטת בתגובה I.

חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה לשאלה שבה מתבקשים לבחור גרף המתאר נכון השתנות טמפרטורה בכלי עם הזמן?

דוגמה

יהלום, גרפיט ופולרן הם צורות אלטרופיות של היסוד פחמן.

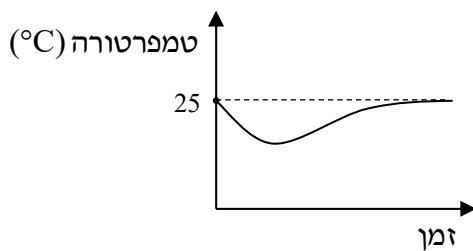
במולקולה של פולרן יש 60 אטומי פחמן.

בתגובת השריפה של גרפיט מתקבל הגז פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$.

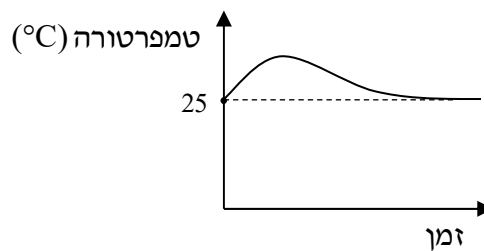
בתגובת השריפה של 24 גרם גרפיט נפליטים 787 קילוג'אול.

בניסוי שבוצע במעבדת בית ספר, הכניסו כמות קטנה של גרפיט לתוך כלי סגור שהיה טבול במכל מים לא מבודד. הזרימו $\text{O}_2(\text{g})$ לתוך הכלי. הגרפיט הגיב עם החמצן. מדדו את הטמפרטורה של המים במשך שעה.

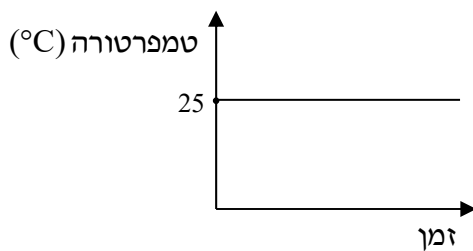
באיזה מהגרפים (a) - (d) שלפניכם מתוארת נכון השתנות הטמפרטורה של המים עם הזמן? נמקו את תשובתכם.



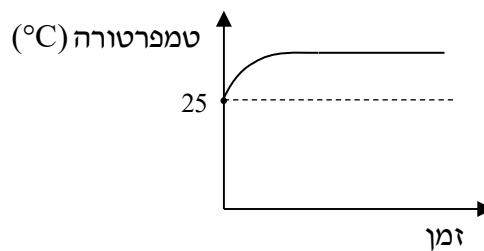
(a)



(b)



(c)



(d)

את התשובה לשאלה נכתוב במספר שלבים.

1. **נקבע** אם התגובה אקסותרמית או אנדותרמית.

תגובת השריפה של גרפיט היא אקסותרמית, מכיוון שנתון שבמהלך התגובה נפלטת אנרגיה אל הסביבה.

2. **נסביר** את הקשר בין אנרגיה לטמפרטורה בסביבה.

במהלך התגובה נפלטת אנרגיה המועברת אל המים שבמכל. האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות המים גדלה, ולכן נבחין בעלייה בטמפרטורה של המים.

3. **נבדוק** איזה מהגרפים מתאים למכל שאינו מבודד.

גרפים (a) ו-(b) מתארים מערכת שאינה מבודדת. אפשר לראות שטמפרטורת הסביבה בסוף התהליך שווה לטמפרטורה ההתחלתית.

4. **נכתוב** מהו הגרף המתאים.

הגרף המתאר נכון את שינוי הטמפרטורה עם הזמן בתגובת השריפה של גרפיט הוא גרף (b). תגובת השריפה של גרפיט היא אקסותרמית. במהלך התגובה נפלטת אנרגיה המועברת אל המים שבמכל. האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות המים גדלה, ולכן נבחין בעלייה בטמפרטורה של המים. מכל המים אינו מבודד, ולכן אנרגיה מועברת ממכל המים לאוויר שסביבו, עד שהטמפרטורה של המערכת שווה לטמפרטורת הסביבה.

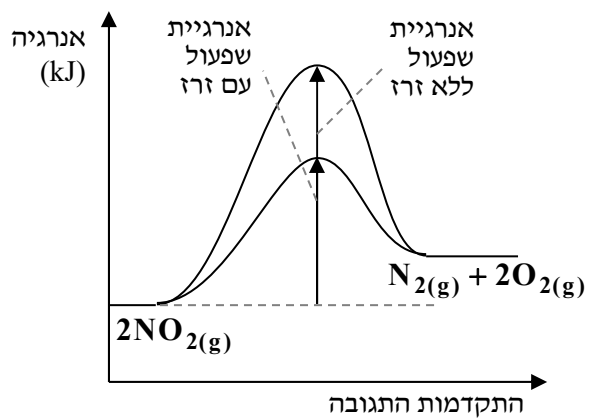
קצב תגובה תכנים

תוכנית הלימודים מפורטת באתר המפמ"ר.

הבנת המושג		קצב התגובה
דרכים למדידת קצב תגובה		
ריכוז	גורמים המשפיעים על קצב תגובה	
טמפרטורה		
שטח פנים		
סוג המגיבים		
אנרגיית שפעול	מודל ההתנגשויות	
תצמיד משופעל		
השפעת זרז על קצב תגובה		

דגשים

1. ריכוז המגיב פוחת עם הזמן, וריכוז התוצר גדל עם הזמן.
2. בהסבר הגורמים המשפיעים על קצב תגובה יש להתבסס על מודל ההתנגשויות בין החלקיקים.
3. זרז משנה את המסלול שבו מתרחשת התגובה, וכתוצאה מכך לאנרגיית השפעול בנוכחותו ערך אחר, קטן יותר.

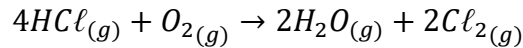


חושבים תשובה

כיצד כותבים תשובה לשאלה העוסקת בהשפעת הטמפרטורה על קצב התגובה?

דוגמה

במפעל פרוטרום במפרץ חיפה הפיקו כלור, $Cl_{2(g)}$, בתהליך שניסוחו לפניכם.



הפיקו כלור בשני כלים שונים, I ו-II. לכל כלי הכניסו אותו מספר מולים של $HCl_{(g)}$ ושל $O_{2(g)}$. בכל כלי בדקו את הלחץ ואת הטמפרטורה בתום התגובה. בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על המערכות בשני הכלים.

המערכת בכלי	לחץ (atm)	טמפרטורה (°C)
I	1.5	200
II	1.5	400

באיזה כלי, I או II, הסתיימה התגובה בזמן קצר יותר? נמקו את תשובתכם.

את התשובה לשאלה נכתוב במספר שלבים.

- 1. נקבע** איזה גורם הנמצא בטבלה, משפיע על קצב התגובה.
 - על-פי הטבלה, בכלי I הטמפרטורה היא $200^{\circ}C$, ובכלי II הטמפרטורה היא $400^{\circ}C$.
 - בכלי II הטמפרטורה גבוהה יותר.
 - הלחץ בשני הכלים שווה, לכן משפיע במידה שווה על קצב התגובה במערכות בשני הכלים.
- 2. נסביר** כיצד הטמפרטורה משפיעה על קצב התגובה.
 - בטמפרטורה גבוהה יותר יש לחלקיקים אנרגיה קינטית ממוצעת גבוהה יותר, ולכן
 - 1. יש יותר מולקולות בעלות אנרגיה גבוהה יותר מהאנרגיה המינימלית הדרושה להיווצרות התצמידים המשופעלים;
 - 2. מהירות החלקיקים גבוהה יותר, תדירות ההתנגשויות גדולה יותר, ויש יותר סיכויים להתנגשויות פוריות.
 - כתוצאה מכך בטמפרטורה גבוהה יותר הסיכוי להיווצרות מולקולות תוצר ביחידת זמן הוא גדול יותר, כלומר קצב התגובה גדול יותר.
- 3. נסיק** באיזה כלי קצב התגובה מהיר יותר.
 - המערכת בכלי II נמצאת בטמפרטורה גבוהה יותר, לכן קצב התגובה בכלי II מהיר יותר.

ניתוח קטע ממאמר מדעי

תכנים ודגשים

שאלה 9 בבחינת הבגרות היא שאלה על קטע מדעי לא-מוכר. שאלה זו עוסקת באוריינות כימית, והיא מקדמת אוריינות מדעית, מתמטית ולשונית וכן מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה. התלמידים נדרשים להבין טקסט העוסק בנושאים מדעיים, ליישם ידע קודם ומיומנויות חשיבה כדי לפתור את הבעיות המוצגות בקטע. התלמידים נדרשים להפיק מידע מטבלאות ומגרפים. השאלה אינה מתמקדת בפרק לימוד אחד בלבד, לכן דרוש לתלמידים ידע מדעי בכל הנושאים מתוכנית הלימודים. שאלות על מאמר מאפשרות לתלמידים לקשר בין המושגים והתאוריות שלמדו בשיעורי הכימיה, לבין תופעות, אירועים ובעיות מחיי היום-יום. תהליך הקריאה של קטע מדעי הוא תהליך פעיל הדורש הבנה מעמיקה, הבניית ידע חדש וקישורו לידיע קודם על-ידי יצירת משמעויות חדשות. לצורך משימה מורכבת זו נדרשים הדרכה ואימון מתאימים. לכן במהלך הוראת הכימיה, מכיתה יי ועד בחינת הבגרות, חשוב לפתור שאלות כאלה רבות ככל האפשר.

כללים לקריאת שאלת מאמר*

1. יש לקרוא בעיון את הקטע הנתון ולכתוב מהו המשפט המרכזי או הרעיון המרכזי של כל פסקה.
2. יש לקרוא בעיון את השאלות. בעזרת המשפטים המרכזיים או הרעיונות המרכזיים יש למצוא בקטע את המידע המסייע בפתרון הבעיה, ולסמנו (בעזרת מדגש).
3. יש לנסח את התשובה בהתאם למבנה השאלה. יש לשים לב למבנה השאלה: מהי מילת השאלה או ההוראה, ומהי השאלה עצמה.
4. יש לבדוק את התשובה: האם יש בה מה שביקשו בשאלה? האם אין בה מידע מיותר?

* על-פי מודל שהוצע על-ידי מקסים פלדמן אוסיצקי, דוקטורנט ללשון – האוניברסיטה העברית

גרפים במאמר

שאלות מאמר כוללות בדרך כלל גרפים, לכן כדאי להקדיש זמן ללימוד שיטתי של נושא זה בכיתה.

כדי להסיק מסקנות מייצוג גרפי התלמידים נדרשים...

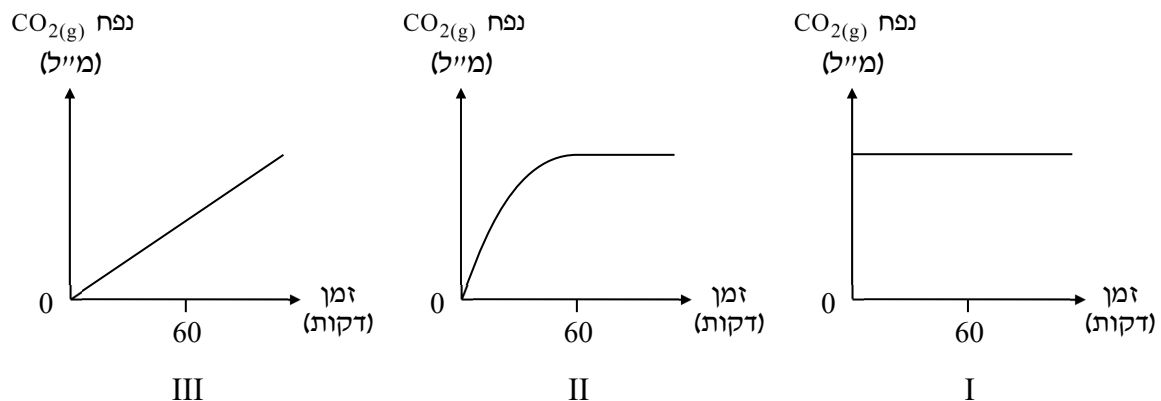
1. להכיר סוגי גרפים שונים: עמודות, עוגה, גרף רציף;
2. להבין בעזרת כותרת מה מוצג בגרף;
3. לקבוע מה מייצג כל ציר בגרף;
4. לקבוע מהם המשתנה התלוי והמשתנה הבלתי-תלוי;
5. לקבוע מהי המגמה המוצגת בגרף;
6. ליישם ידע מדעי;
7. להסיק מסקנות בעזרת הגרף.

דוגמה מתוך בחינת הבגרות 2012

במהלך ניסוי להסרת האבנית באמצעות חומץ ביתי, נמדד הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלט.

קבעו איזה מהגרפים I - III שלפניכם, יכול לתאר נכון את הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ כתלות בזמן.

נמקו את קביעתכם.



סוג הגרף: הגרפים רציפים.

המשתנים: המשתנה הבלתי-תלוי הוא הזמן (ציר x) והמשתנה התלוי הוא נפח $\text{CO}_2(\text{g})$ (ציר y).

מגמת הגרף: בגרף I נפח הגז קבוע לאורך הזמן.

בגרף II נפח הגז עולה במשך 60 דקות מתחילת הניסוי ולאחר מכן הנפח נשאר קבוע.

בגרף III נפח הגז עולה בקצב קבוע.

יישום ידע מדעי: ניעזר במאמר.

כתוצאה מהתגובה בין האבנית, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, לבין יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, נפלט $\text{CO}_2(\text{g})$.

לכן הנפח של פחמן דו-חמצני עולה במשך 60 הדקות הראשונות. בדקה ה-60 נפח הפחמן הדו-חמצני מפסיק לעלות ונותר קבוע, כי הכלי סגור, והתגובה הסתיימה (על-פי הכתוב בקטע: "כעבור שעה כל האבנית מְגיבה").

הסקת מסקנות: גרף II יכול לתאר נכון את הנפח של פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, כתלות בזמן.