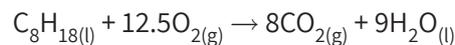


ערכה מותאמת אישית למשימה הדיאגנוסטית סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



1. בשריפה מלאה של אוקטאן במצב נוזל, $C_8H_{18(l)}$, מתרחשת התגובה הבאה:



בתגובה התקבלו 800 מ"ל של $CO_{2(g)}$. כל החומרים נמצאים באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה. התגובה מתרחשת בתנאי החדר. בתנאים אלו, נפח מולרי של הגז הוא 25 ליטר / מול.

א. מהי מסת האוקטאן $C_8H_{18(l)}$ שנשרפה?

(1) 0.176 גרם

(2) 100 גרם

(3) 3.648 גרם

(4) 0.456 גרם

ב. פרט את חישוביך.

ג. לפניך מספר היגדים. איזה מבין ההיגדים הוא הנכון במלואו?

(1) **נמרוז:** חישבתי את מספר המולים של $CO_{2(g)}$ ואת המסה שלו. היחסים בין המסות הם 8:1, אז חילקתי ב-8.

(2) **יעל:** חילקתי ב-8 את נפח ה- $CO_{2(g)}$, מכיוון שיחסי נפחים = יחסי מולים, והיחס המולרי בתגובה הוא 8:1. הנפחים נמדדו באותם תנאים.

(3) **ירדן:** חישבתי את מספר המולים של $CO_{2(g)}$. התייחסתי ליחסי המולים בתגובה וכפלתי במסה המולרית של אוקטאן, $C_8H_{18(l)}$.

(4) **טל:** חישבתי את מספר המולים של $CO_{2(g)}$, והוא שווה למספר המולים של אוקטאן, $C_8H_{18(l)}$.

2. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קל						היה לי קשה

עבודה נעימה!

הערכה פותחה בקבוצת הכימיה בראשותה של פרופ' רון בלונדר במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן, במסגרת מענק של קרן טראמפ. מנהלת הפרויקט: שרה אקונס. צוות הפיתוח: נורית דקלו, ד"ר רות ולדמן, אסתי זמלר, ד"ר מרים כרמי, ד"ר רחל ממלוק-נעמן, אינאס עיסא, ד"ר דבורה קצביץ וד"ר שלי רפ.

תיאור המשימה

משימה זו עוסקת בחישובים סטויכיומטריים פשוטים בתגובה כימית נתונה. במשימה זו נדרש מהתלמיד:

- לדעת מהו הקשר בין מספר מולים, מסה מולרית ומסת מגיב או תוצר.
- לדעת לחשב על פי ניסוח תגובה ללא גורם מגביל.
- לדעת מהו הקשר בין נפח הגז, נפח מולרי של גז ומספר מולים עבור מגיבים או תוצרים במצב צבירה גזי.
- להבין כי היחס בין נפחים שווה ליחס בין מולים רק כאשר מדובר במגיבים או תוצרים במצב צבירה גזי; וכי אין להחיל את יחס הנפחים על מגיבים או תוצרים שאינם במצב צבירה גזי.

שילוב במהלך ההוראה

אפשר לשלב את המשימה לאחר לימוד הנושאים:

1. סטויכיומטריה – המול, מסה מולרית, יחס מולים בתגובה וחישובים בתגובה.
2. המצב הגזי – נפח גז, נפח מולרי של גז, מספר מולים של גז והקשר ביניהם; חישובים על פי ניסוח תגובה.

תפיסות שגויות העלולות להתגלות תוך כדי ביצוע המשימה

1. יחס מסות שווה ליחס מולים.
2. יחס נפחים שווה ליחס מולים גם כאשר לא מדובר בחומרים במצב צבירה גזי.
3. חוסר התייחסות ליחס המולים בניסוח התגובה המאוזן.

התפיסות השגויות במסיחים השונים במשימה הדיאגנוסטית

סעיף א – תוצאת החישוב

מספר מסיח	התפיסות שגויות
1	יחס מסות שווה ליחס מולים. תפיסה שגויה 1
2	יחס נפחים שווה ליחס מולים גם כאשר לא מדובר בחומרים במצב צבירה גזי. תפיסה שגויה 2
3	חוסר התייחסות ליחס המולים בניסוח התגובה המאוזן. תפיסה שגויה 3
4	התשובה הנכונה.

סעיף ג - אופן החישוב על ידי תלמידים שונים

מסיח מספר	התפיסות שגויות
1 - נמרוד	יחס מסות שווה ליחס מולים. תפיסה שגויה 1
2 - יעל	יחס נפחים שווה ליחס מולים גם כאשר לא מדובר בחומרים במצב צבירה גזי. תפיסה שגויה 2
3 - ירדן	התשובה הנכונה.
4 - טל	חוסר התייחסות ליחס המולים בניסוח התגובה המאוזן. תפיסה שגויה 3

הערות

נוסף על התפיסות השגויות שפורטו להלן התלמיד עלול להתקשות בפתרון השאלה בשל קושי בהמרת יחידות, וכתוצאה מכך חישוב ביחידות מיליליטר במקום ביחידות ליטר.

קושי זה אינו נמנה עם התפיסות השגויות המטופלות במסגרת ערכה זו, אך רצוי לתרגל זאת על ידי הקדשת זמן להמרת יחידות בתרגילים מתמטיים פשוטים.

כמו כן, תנאי מקדים לפתרון הבעיה הנתונה הוא שליטת התלמידים בהמרת גדלים סטויכיומטריים מול / מסה / נפח מולרי / נפח; ולכן, על פי שיקול המורה ועל פי ניתוח התפיסות השגויות, מוצע לתרגל גדלים אלו באמצעות הפעילות המקדימה שתפורט בהמשך.

סוג פעילות: פתרון שאלה בדף מודפס או בטופס גוגל.

אופן ביצוע פעילות: אפשר לבצע את המשימה בכיתה או כתרגיל בית ובדיקה בכיתה. אם מבצעים את הפעילות בטופס גוגל, המורה יכול להתייחס בקלות רבה לטעויות של התלמידים על ידי הצגת המסמך המעובד באקסל או העיבוד הסטטיסטי בטופס.

זמן משוער: כ-15 דקות למילוי המשימה; כשני שיעורים לטיפול בתפיסות השגויות.

שלב מקדים

המורה יכול לבחור אילו מבין הפעילויות הבאות לעשות עם התלמידים לפני הטיפול בתפיסות השגויות. כמו כן, המורה יכול לשלב פעילויות אלו במהלך ההוראה השוטפת של הנושא.



פעילות לתלמידים

הצעה 1: תרגול חזרה על המרת גדלים סטויכיומטריים - מול / נפח / מסה.

תרגילים - אילנה זוהר, מתוך המרכז הארצי למורי הכימיה

1. הפכו לגרמים (כל החומרים הם גזים בתנאים שבהם נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר):

א. 44.8 ליטר חנקן $N_{2(g)}$

ב. 6.72 ליטר חמצן $O_{2(g)}$

ג. 1.5 ליטר מתאן $CH_{4(g)}$

2. הפכו למולים (כל החומרים הם גזים בתנאים שבהם נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר):

א. 44.8 ליטר מימן $H_{2(g)}$

ב. 11.2 ליטר חמצן $O_{2(g)}$

ג. 200 מ"ל פחמן דו-חמצני $CO_{2(g)}$

3. הפכו למולים בתנאי החדר (בתנאי החדר, נפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר):

א. 11.2 ליטר חמצן $O_{2(g)}$

ב. 89.6 ליטר מימן $H_{2(g)}$

ג. 1 מ"ל ניאון $Ne_{(g)}$

4. הפכו לנפחים בתנאי תקן (בתנאי תקן, נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר):

א. 32 גרם חמצן $O_{2(g)}$

ב. 1 גרם פחמן דו-חמצני $CO_{2(g)}$

5. חשבו את:

א. נפחם של 180 גרם גופרית דו-חמצנית $SO_{2(g)}$ בתנאי תקן (נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר)

ב. מספר מולים פחמן דו-חמצני $CO_{2(g)}$ ב-55.5 ליטר גז בתנאי החדר (נפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר)

ג. מסתם של 100 ליטר חמצן $O_{2(g)}$ מולקולרי בתנאי תקן (נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר)

ד. מסתו המולרית של גז, אם ידוע שהמסה של 5 ליטר ממנו בתנאי תקן (נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר) היא 18.2 גרם



הצעה 1: תרגול חזרה על המרת גדלים סטויכיומטריים - מול / נפח / מסה.

תרגילים - אילנה זוהר, מתוך המרכז הארצי למורי הכימיה

שאלה 1

מתאן $\text{CH}_{4(g)}$	חמצן $\text{O}_{2(g)}$	חנקן $\text{N}_{2(g)}$	
1.5	6.72	44.8	נפח נתון / נדרש V (litter)
22.4	22.4	22.4	נפח מולרי של גז $V_M \left(\frac{\text{litter}}{\text{mol}} \right)$
$n = \frac{1.5}{22.4} = 0.067$	$n = \frac{6.72}{22.4} = 0.3$	$n = \frac{44.8}{22.4} = 2$	מספר מולים n (mol)
16	32	28	מסה מולרית $M_W \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}} \right)$
$m = 0.067 \times 16 = 1.07$	$m = 0.3 \times 32 = 9.6$	$m = 2 \times 28 = 56$	מסה m (gr)

שאלה 2

פחמן דו-חמצני $\text{CO}_{2(g)}$	חמצן $\text{O}_{2(g)}$	מימן $\text{H}_{2(g)}$	
0.2	11.2	44.8	נפח נתון / נדרש V (litter)
22.4	22.4	22.4	נפח מולרי של גז $V_M \left(\frac{\text{litter}}{\text{mol}} \right)$
$n = \frac{0.2}{22.4} = 0.0089$	$n = \frac{11.2}{22.4} = 0.5$	$n = \frac{44.8}{22.4} = 2$	מספר מולים n (mol)

שאלה 3

נאון $\text{Ne}_{(g)}$	מימן $\text{H}_{2(g)}$	חמצן $\text{O}_{2(g)}$	
0.001	89.6	11.2	נפח נתון / נדרש V (litter)
25	25	25	נפח מולרי של גז $V_M \left(\frac{\text{litter}}{\text{mol}} \right)$
$n = \frac{0.001}{25} = 4 \times 10^{-5}$	$n = \frac{89.6}{25} = 3.584$	$n = \frac{11.2}{25} = 0.448$	מספר מולים n (mol)

שאלה 4

פחמן דו-חמצני $\text{CO}_{2(g)}$	חמצן $\text{O}_{2(g)}$	
1	32	מסה (gr) m
44	32	מסה מולרית $M_W \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}} \right)$
$n = \frac{1}{44} = 0.0227$	$n = \frac{32}{32} = 1$	מספר מולים n (mol)
22.4	22.4	נפח מולרי של גז $V_M \left(\frac{\text{litter}}{\text{mol}} \right)$
$V = 0.0227 \times 22.4 = 0.5$	$V = 1 \times 22.4 = 22.4$	נפח V (litter)

שאלה 5

א. נפחם של 180 גרם גופרית דו-חמצנית $\text{SO}_{2(g)}$ בתנאי תקן (נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר):

$$m = 180 \text{ gr}$$

$$M_W = 64 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{180}{64} = 2.815$$

$$V = 2.8125 \times 22.4 = 63 \text{ litter}$$

ב. מספר מולים פחמן דו-חמצני $\text{CO}_{2(g)}$ ב-55.5 ליטר גז בתנאי החדר (נפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר):

$$V = 55.5 \text{ litter}$$

$$V_M = 25 \frac{\text{litter}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{55.5}{25} = 2.22 \text{ mol}$$

ג. מסתם של 100 ליטר חמצן $\text{O}_{2(g)}$ בתנאי תקן (נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר):

$$V = 100 \text{ litter}$$

$$V_M = 22.4 \frac{\text{litter}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{100}{22.4} = 4.46 \text{ mol}$$

$$M_W = 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$m = 4.46 \times 32 = 142.85 \text{ gr}$$

ד. מסתו המולרית של גז, אם ידוע שהמסה של 5 ליטר ממנו בתנאי תקן (נפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר) היא 18.2 גרם:

$$V = 5 \text{ litter}$$

$$V_M = 22.4 \frac{\text{litter}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{5}{22.4} = 0.223 \text{ mol}$$

$$m = 18.2 \text{ gr}$$

$$M_W = \frac{18.2}{0.223} = 81.6 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

הצעה 2: שיעור חזרה על הנושאים הקשורים במצב הגזי

נושא השיעור: כיצד פועלת כרית אוויר ברכב?

עמודים 137-138 בספר "יחסים וקשרים בעולם החומרים"

הצגת אחד הסרטונים הבאים או שניהם:

סרטון 1: כיצד פועלת כרית אוויר ברכב?

סרטון 2: כיצד פועלת כרית אוויר?

דין: מהן השאלות המחייבות התייחסות כאשר מתכננים את מחולל הגז בכרית האוויר?

מהי המסה שיש לקחת מכל אחד מהחומרים המגיבים על מנת לקבל נפח מתאים של חנקן בכרית האוויר? הנפח המרבי של גז בכרית אוויר הוא כ-70 ליטר.

מה יקרה אם נפח החנקן שייפלט כתוצאה מהתגובה יהיה גדול מנפח השקית?

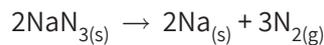
מהי ההשפעה של טמפרטורת הסביבה על נפח הגז בכרית? מה יהיה נפח הגז שייפלט ביום חורף שבו הטמפרטורה נמוכה במיוחד ומה יהיה נפח הגז ביום קיץ לוחט?

הצגת השאלה: מהי המסה של המגיב הדרושה כדי להפיק חנקן שיספיק לניפוח כרית אוויר לנפח של 70 ליטר?

לצורך פתרון השאלה נניח כי המדידה מבוצעת בתנאי החדר – טמפרטורה של ולחץ של 1 אטמוספירה.

נפתור את הבעיה בשיתוף התלמידים בשלבים המפורטים להלן:

שלב א: רישום התהליך (נטו) שבו נוצר החנקן בכרית האוויר.



שלב ב: נתרגם את נפח החנקן הדרוש (70 ליטר) למספר מולים:

בתנאי החדר – נפח של 1 מול גז בתנאי החדר הוא 25 ליטר.

שימוש בנוסחה	ערך משולש / כפל באלכסון
$n = \frac{V}{V_M}$ $n = \frac{70}{25} = 2.8 \text{ mol}$	25 ליטר – 1 מול בתנאי החדר
	 × 2.8
	70 ליטר = 2.8 מול בתנאי החדר

שלב ג: קביעת מספר המולים $\text{NaN}_{3(s)}$ של על פי יחס המולים בניסוח התגובה המאוזן

יחס המולים	$\text{NaN}_{3(s)}$:	$\text{N}_{2(g)}$
בניסוח התגובה	2	:	3
בניסוח הספציפי	1.87	←	2.8

שלב ד: תרגום מספר המולים $\text{NaN}_{3(s)}$ של הדרושים ליחידות מסה

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

שימוש בנוסחה: מסה בניסוי ספציפי / מספר מולים = מסה מולרית

$$m = n \times M_w = 1.87 \text{ mol} \times 65 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = 121.55 \text{ gram}$$

טבלה מרכזת לשלבים א-ד:

$2\text{NaN}_{3(s)}$	\rightarrow	$2\text{Na}_{(s)}$	+	$3\text{N}_{2(g)}$	
2		2		3	יחס מולים בניסוח התגובה
121.55					מסה נתונה / נדרשת (גרם)
65					מסה מולרית (גרם / מול)
1.87				2.8	מספר מולים (מול)
				25	נפח מולרי של גז בתנאי התגובה (ליטר / מול)
				70	נפח הגז (ליטר)

כדי להפיק 70 ליטר דרושה מסה של 121.55 גרם.

טיפול בתפיסות שגויות 1 ו-3:

- יחס מסות שווה ליחס מולים.
- חוסר התייחסות ליחס המולים בניסוח התגובה המאוזן.



פעילות לתלמידים

תרגול חישובים סטויכיומטריים הקשורים לנושא הגזים

היכנסו ללומדה "היבטים כמותיים בכימיה" במרכז הארצי למורי הכימיה וענו על השאלות.

חישובים סטויכיומטריים בתגובות כימיות ← תגובות יסוד עם יסוד ← [חישובים פשוטים](#)

חישובים סטויכיומטריים בתגובות כימיות ← שריפת תרכובות פחמן ← [חישובים פשוטים](#)

טיפול בתפיסות שגויות 1 ו-2:

- יחס מסות שווה ליחס מולים.
- יחס נפחים שווה ליחס מולים גם כאשר לא מדובר בחומרים במצב צבירה גזי.

תרגול בנושא המצב הגזי

להלן מספר תרגילים המתמקדים בנושא המצב הגזי בהתייחסות לתפיסות השגויות הנ"ל.

אפשר להעביר את השאלות כדף עבודה לתלמידים (מופיע בהמשך) או כמשחק מתוקשב הניתן [במצגת אינטראקטיבית הניתנת לשימוש שתמצאו בקישור זה](#).

לפני הפעלת המשחק יש להוריד את הקובץ למחשב כקובץ power point (pptx).

הקובץ לא יפעל ישירות מהדרייב!

במהלך העברת דף העבודה או המשחק המתוקשב יש לדאוג לסיכומים או מסקנות שימקדו את התלמידים בתובנות הנוגעות לתפיסות השגויות.

לצורך כך מובאת מסקנה קצרה בסוף כל שאלה או סעיף.

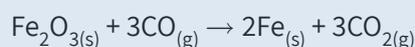
**דף עבודה לתרגול נושא המצב הגזי**

לפניכם שאלות העוסקות במצב הגזי ובחישובים כמותיים בנושא זה. לכל שאלה תשובה אחת נכונה. לאורך התרגול מופיעים היגדים המסכמים את דרכי החישוב. עליכם להשלים אותם בצורה נכונה (יש לבחור את האפשרות הנכונה להשלמת המשפט).

לאחר סיום דף העבודה היעזרו במורה לבדיקת נכונות התשובות שסימנתם.

בהצלחה ועבודה נעימה!**שאלה 1**

אפשר להפיק ברזל $Fe_{(s)}$ מן התחמוצת $Fe_2O_{3(s)}$ על פי התגובה הבאה:



בתגובה נוצרו 50 ליטר פחמן דו-חמצני, $CO_{2(g)}$, במהלך הפקת ברזל $Fe_{(s)}$.

כל החומרים נמצאו באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

בתנאי התגובה, 1 מול גז תופס נפח של 40 ליטר.

א. מהי מסת הברזל, $Fe_{(s)}$, שהופק?

1. 46.67 גרם

2. 33.33 גרם

3. 82.5 גרם

4. 85.12 גרם

לקבלת מסת הברזל יש לחשב יחסי מולים על פי מסות מולריות.

במקרה של מוצקים _____ (אפשר לומר / אי אפשר לומר) שיחס הנפחים שווה ליחס המולים!

ב. מהו נפח הפחמן החד-חמצני, $CO_{(g)}$, שהגיב?

1. 150 ליטר

2. 1.25 ליטר

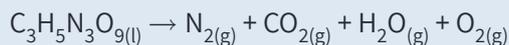
3. 120 ליטר

4. 50 ליטר

לחישוב נפח פחמן חד-חמצני אפשר להסתמך על כך שיחס _____ (הנפחים / המסות) שווה ליחס המולים כאשר מתייחסים לנפח הפחמן הדו-חמצני הנתון.

שאלה 2

התגובה הבאה מתארת ניסוח לא מאוזן של פירוק חומר הנפץ ניטרוליצריין, $C_3H_5N_3O_9(l)$.



בפיצוץ של ניטרוליצריין, $C_3H_5N_3O_9(l)$, התקבלו 125 ליטר אדי מים, $H_2O_{(g)}$. בתנאי הניסוי נפח 1 מול גז הוא **50 ליטר**.

א. מהי המסה של ניטרוליצריין שהשתמשו בה בפיצוץ?

1. 567.5 גרם
2. 227 גרם
3. 125 גרם
4. 312.5 גרם

ב. מהו נפח הגזים הכולל שהתקבל בפיצוץ?

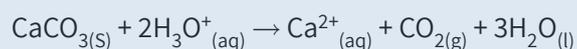
1. 500 ליטר
2. 725 מול
3. 906.25 ליטר
4. 362.5 ליטר

השערת אבוגדרו וההנחה שיחסי הנפחים שווים ליחסי המולים נכונה עבור _____
(כל המגיבים והתוצרים / תוצרי התגובה הגזיים בלבד).

הניטרוליצריין הוא נוזל ולכן יש לחשב את המולים שלו על פי יחס _____ (מולים / נפחים / מסות) בתגובה.

שאלה 3

אבן גיר, $CaCO_{3(s)}$, מגיבה בסביבה חומצית על פי התגובה:



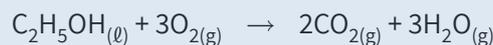
בצעו את התגובה במעבדה, בתנאי חדר שבהם 1 מול גז תופס נפח של 25 ליטר. בתגובה נפלטו 2.5 ליטר פחמן דו-חמצני. מהי המסה של אבן הגיר שהשתמשו בה?

1. 25 גרם
2. 10 גרם
3. 2.5 גרם
4. 0.1 גרם

התוצר פחמן דו-חמצני הוא החומר היחיד בתגובה במצב צבירה גזי, ולכן יש להסתמך על יחסי _____
(המולים / הנפחים / המסות) בתגובה, ולא על יחסי _____ (המולים / הנפחים / המסות).

שאלה 4

נתון תהליך בערה מלאה של אתנול נוזלי, $C_2H_5OH_{(l)}$:



בניסוי שבוצע בתנאי החדר, השתמשו ב-750 מ"ל חמצן, $O_{2(g)}$.

כל החומרים נמצאים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה. בתנאי החדר, 1 מול גז תופס נפח של 25 ליטר.

א. כמה גרם אתנול, $C_2H_5OH_{(l)}$, הגיבו בניסוי?

1. 0.75 גרם
2. 1.38 גרם
3. 0.46 גרם
4. 0.32 גרם

ב. מהו נפח הפחמן הדו-חמצני, $CO_{2(g)}$, שנוצר?

1. 0.75 ליטר
2. 0.03 ליטר
3. 0.25 ליטר
4. 0.5 ליטר

ג. מהו נפח אדי המים, $H_2O_{(g)}$, שנוצר?

1. 0.75 ליטר
2. 0.03 ליטר
3. 0.25 ליטר
4. 0.5 ליטר

סיכום כללי: השערת אבוגדרו וההנחה שיחסי הנפחים שווים ליחסי המולים נכונה עבור חומרים _____ (מוצקים / נוזלים / גזים) הנמצאים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

כאשר מדובר ב _____ (מוצקים / נוזלים / תמיסות / גזים), יש להתבסס אך ורק על יחסי _____ (מולים / נפחים / מסות) שנקבעו בחישוב על פי המסה המולרית.



דף עבודה לתרגול נושא המצב הגזי

הצעה לתשובות לשאלות החישוב ותובנות:

שאלה 1

א. תשובה 1: 46 גרם
לקבלת מסת הברזל יש לחשב יחסי מולים על פי מסות מולריות. במקרה של מוצקים **אי אפשר** לומר שיחס הנפחים שווה ליחס המולים!

ב. תשובה 4: 50 ליטר
לחישוב נפח פחמן חד-חמצני אפשר להסתמך על כך שיחס **הנפחים** שווה ליחס המולים כאשר מתייחסים לנפח הפחמן הדו-חמצני הנתון.

שאלה 2

א. תשובה 2: 227 גרם
ב. תשובה 4: 362.5 ליטר
השערת אבוגדרו וההנחה שיחסי הנפחים שווים ליחסי המולים נכונה עבור **תוצרי התגובה הגזיים בלבד**: חנקן, פחמן דו-חמצני, אדי מים וחמצן גזי.
הניטרוליצרין הוא נוזל ולכן יש לחשב את המולים שלו על פי יחס **מולים** בלבד.

שאלה 3

תשובה 2: 10 גרם
התוצר פחמן דו-חמצני הוא החומר היחיד בתגובה במצב צבירה גזי, ולכן יש להסתמך על יחסי **המולים** בתגובה, ולא על יחסי **נפחים**.

שאלה 4

א. תשובה 3: 0.46 גרם
ב. תשובה 4: 0.5 ליטר
ב. תשובה 1: 0.75 ליטר
סיכום כללי: השערת אבוגדרו וההנחה שיחסי הנפחים שווים ליחסי המולים נכונה עבור חומרים גזיים בלבד.
כאשר מדובר במוצקים, נוזלים, תמיסות, יש להתבסס אך ורק על יחסי מולים שנקבעו בחישוב על פי המסה המולרית.

טיפול בתפיסות שגויות 1-3:

1. יחס מסות שווה ליחס מולים.
2. יחס נפחים שווה ליחס מולים גם כאשר לא מדובר בחומרים במצב צבירה גזי.
3. חוסר התייחסות ליחס המולים בניסוח התגובה המאוזן.

תרגול סעיפים מתוך שאלות בגרות בנושא סטויכיומטריה הנוגעות לנושאי המשימה כפי שמפורט באתר הארצי למורי הכימיה.

להלן פירוט השאלות המתאימות:

מספר שאלון	שנה	הסעיפים בשאלות
37303	תשע"ד 2014	שאלה 5 סעיפים א ו-ב
	תשע"ג 2013	שאלה 6 סעיף ג
37381/37387	תשע"ח 2018	שאלה 11 מתוך ניתוח בגרות תשע"ח, סעיפים ב ו-ד



פעילות לתלמידים

דף עבודה לתרגול נושא המצב הגזי

לפניכם שאלות מתוך בחינות בגרות בכימיה. הסעיפים שהובאו בדף זה נוגעים למצב הגזי. לאחר סיום דף העבודה היעזרו במורה לבדיקת נכונות התשובות.

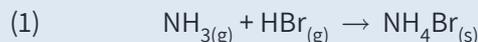
בהצלחה ועבודה נעימה!

סעיפים מתוך שאלה 5, ניתוח שאלון 37303, תשע"ד 2014

השאלה עוסקת באמוניום ברומי, $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$, המשמש חומר מעכב בערה למוצרי עץ. אפשר להפיק $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$ מאמוניה, $\text{NH}_3_{(g)}$.

סעיף א

אמוניה, $\text{NH}_3_{(g)}$, מגיבה עם מימן ברומי, $\text{HBr}_{(g)}$, על פי תגובה (1):

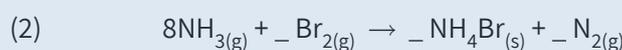


חשבו את המסה של $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$ שתתקבל בתגובה בין 336 מ"ל $\text{NH}_3_{(g)}$ ובין נפח מתאים של $\text{HBr}_{(g)}$. בתנאי התגובה, הנפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר. פרטו את חישוביכם.

סעיף ב

אמוניה, $\text{NH}_3_{(g)}$, מגיבה עם ברום, $\text{Br}_2_{(g)}$, על פי תגובה (2).

לפניכם ניסוח לא מאוזן של תגובה (2):



לכלי סגור הכניסו 240 מ"ל $\text{Br}_2_{(g)}$ ונפח מתאים של $\text{NH}_3_{(g)}$. הגזים הגיבו בשלמות.

נוצרו 80 מ"ל חנקן, $N_{2(g)}$, וכמות מסוימת של $NH_4Br_{(s)}$. הנפחים של כל הגזים נמדדו באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ.

1. היעזרו בנתונים וכתבו ניסוח מאוזן לתגובה (2). הסבירו כיצד קבעתם את המקדמים בניסוח התגובה.
2. מהו הנפח של $NH_{3(g)}$ שהגיב בתגובה זו? פרטו את חישוביכם.

סעיפים מתוך שאלה 6, ניתוח שאלון 37303, תשע"ג 2013

השאלה עוסקת בגז מימן גפרי, $H_2S_{(g)}$.

סעיף ג

הגזים $H_2S_{(g)}$ ו- $SO_{2(g)}$ נפלטים בהתפרצות של הרי געש, ומגיבים ביניהם על פי תגובה (1). בתגובה זו נוצרת גפריית, $S_{8(s)}$, מוצק צהוב המתפזר באזורים סביב הלוע של הר הגעש.



ביצעו את תגובה (1) במעבדה, והתקבלו 64 גרם $S_{8(s)}$.

בתנאי התגובה, הנפח של 1 מול גז הוא 60 ליטר.

חשבו את הנפח של $H_2S_{(g)}$ שהגיב עם כמות מספקת של $SO_{2(g)}$. פרטו את חישוביכם. מהו הנפח של $SO_{2(g)}$ שהגיב? נמקו.

סעיף ה

$H_2S_{(g)}$ הוא גז רעיל.

הריכוז המרבי המותר של $H_2S_{(g)}$ באוויר הוא $1.47 \cdot 10^{-5}$ מול ב-1 ליטר אוויר.

בחדר מעבדה מפיקים כמות מסוימת של $H_2S_{(g)}$ שנפחו 120,000 ליטר, ומשתמשים מייד בגז.

חשבו את המסה של $H_2S_{(g)}$ שמותר להפיק בחדר זה, כך שאם ידלוף הגז ויתפשט בחדר, ריכוזו באוויר יהיה שווה לריכוז המרבי המותר. פרטו את חישוביכם.

סעיפים מתוך שאלה 11, ניתוח שאלון 37387/37381, תשע"ח 2018

השאלה עוסקת בגז דו-חנקן חמצני, $N_2O_{(g)}$, המכונה "גז צחוק".

סעיף ב

בטמפרטורה מעל $577^\circ C$, $N_2O_{(g)}$ מתפרק ליסודותיו, חנקן וחמצן.

נסחו ואזנו את תגובת הפירוק של $N_2O_{(g)}$ ליסודותיו.

סעיף ד

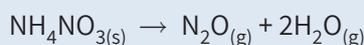
1. מאחסנים דו-חנקן חמצני בלחץ גבוה, במצב נוזל, במכלים מיוחדים.

מכל המיועד לשימוש במרפאות שיניים מכיל 2.92 ק"ג של $N_2O_{(l)}$.

מה היה הנפח של מסה זו של $N_2O_{(g)}$ אילו היו מאחסנים המכל בתנאי החדר? פרטו את חישוביכם.

נתון: הנפח של 1 מול גז בתנאי החדר הוא 25 ליטר.

2. בתעשייה מפיקים את הגז $N_2O_{(g)}$ על ידי חימום אמוניום חנקתי, $NH_4NO_{3(s)}$, על פי התגובה:



חשבו את המסה של $NH_4NO_{3(s)}$ הדרושה כדי להפיק 2.92 ק"ג של דו-חנקן חמצני N_2O . פרטו את חישוביכם.

בחלק זה יוצגו המלצות לפעילות אחת או יותר עבור תלמידים שענו נכון על המשימה, במטרה לקדם ולהעצים אותם. לעיתים יתבקשו תלמידים אלו להציג את סיכום הפעילות שלהם בפני תלמידי הכיתה.



פעילות לתלמידים

הצעה 1 - מעבדה לקביעת נפח מולרי של גז

ניסוי לקביעת נפח מולרי של גז - ניסוי חקר ברמה I

מתוך התוכנית "מעבדות ממוזערות בכימיה", זהבה ליבנה, מרדכי ליבנה, רחל פרסקי.

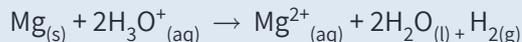
שימו לב: יש להרכיב משקפי מגן ולהשתמש בכפפות!

מטרת הניסוי

קביעת הנפח המולרי של גז מימן בתנאי החדר.

מבוא

בניסוי זה קובעים את הנפח המולרי של גז מימן בתנאי החדר (וממילא של כל גז אחר, על פי השערת אבוגדרו). מתכות מסוימות מגיבות עם חומצה תוך שחרור גז מימן. אחת המתכות הפעילות ביותר בתגובה עם תמיסת חומצת מלח, HCl, היא מגנזיום, Mg_(s). התגובה מתוארת בניסוח הבא:



הניסוי מתבצע באופן כזה שגז המימן המשתחרר מתגובת מסה נתונה של מגנזיום נשאר כלוא בתוך מזרק של 10 מ"ל, וכך אפשר למדוד את נפחו. בעזרת חישובים פשוטים עוקבים אפשר לקבוע את הנפח המולרי.

שאלת הכנה

מהי השערת אבוגדרו?

חומרים וציוד

סרט מגנזיום נקי במשקל ידוע (משויף בנייר זכוכית).

מזרק 10 מ"ל (עם סימוני נפחים) שהפתח הצר שלו חתוך.

כ-10 מ"ל HCl 1M.

פינצטה

סרגל

כוס כימית

בטיחות

- זהירות: מימן הוא גז דליק העלול להתפוצץ.
 - HCl היא חומצה חזקה "מעשנת" הגורמת לכוויות בעור ומסוכנת לנשימה. עבדו איתה בזהירות.
1. חתכו פיסת סרט מגנזיום קטנה, שייפו אותה בנייר זכוכית ומדדו את המסה המדויקת שלה.
 2. הוציאו את הבוכנה של המזרק והכניסו לתוכו את פיסת המגנזיום. החזירו את הבוכנה והוציאו את כל האוויר מן המזרק.
 3. שאבו לתוך המזרק בדיוק 5 מ"ל מהחומצה. דאגו לכך שלא תהיינה בועות אוויר במזרק, ואם יש כאלה, רוקנו את המזרק ושאבו שוב. קראו את הנפח ורשמו את ערכו.
 4. החזיקו את המזרק מעל כוס כימית.
 5. בסיום התגובה (כל המגנזיום הגיב), הורידו בעזרת הבוכנה את שארית הנוזל לכוס הכימית וקראו את נפח המימן שנוצר. כדי לקרוא את נפח המימן שנוצר אינכם חייבים להוריד את שארית הנוזל במזרק.
 6. חזרו על הניסוי עם חתיכה שנייה של מגנזיום.

תצפיות ותוצאות

1. רשמו את תצפיותיכם מרגע הכנסת המגנזיום לתוך המזרק ועד לסיום התגובה.
2. מהי מסת המגנזיום שבה השתמשתם?
3. בכמה מולי מגנזיום השתמשתם? פרטו את חישוביכם.
4. כמה מולי מימן נוצרים בתגובה של 1 מול מגנזיום על פי ניסוח התגובה? נמקו.
5. מהו נפח המימן שקיבלתם בניסוי שביצעתם?
6. כמה מולי מימן התקבלו בתגובה? פרטו את חישוביכם.
7. מהו הנפח המולרי של גז מימן בתנאי התגובה (תנאי החדר) כפי שמתקבל מתוצאות הניסוי? פרטו את חישוביכם.
8. על סמך תשובותיכם לשאלות הקודמות חשבו את הנפח המולרי של מימן בתנאי החדר. פרטו את חישוביכם.

שאלות סיכום

1. השוו את תוצאות הניסוי שלכם לערך שמופיע בספרות עבור הנפח המולרי של מימן.
2. בניסוי אחר השתמשו במסת מגנזיום גדולה פי 10 מזו שהשתמשתם בה.
 - א. האם הנפח שהתקבל בניסוי הינו גדול / קטן / שווה ביחס לנפח שקיבלתם?
 - ב. האם הנפח המולרי הינו גדול / קטן / שווה ביחס לנפח שחישבתם?
3. א. נתון ניסוח התגובה של המתכת ליתיום, $\text{Li}_{(s)}$, עם תמיסת חומצת מלח, HCl:

$$\text{Li}_{(s)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Li}^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + 0.5\text{H}_{2(g)}$$
 מה לדעתכם יקרה בתגובה דומה לזאת שעשיתם, אם במקום מגנזיום תשתמשו באותו מספר מולים של ליתיום, $\text{Li}_{(s)}$?
 - ב. נתון ניסוח התגובה של המתכת אלומיניום, $\text{Al}_{(s)}$, עם תמיסת חומצת מלח, HCl:

$$\text{Al}_{(s)} + 3\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 1.5\text{H}_{2(g)}$$
 מה לדעתכם יקרה בתגובה דומה לזאת שעשיתם, אם במקום מגנזיום תשתמשו באותו מספר מולים של אלומיניום, $\text{Al}_{(s)}$?



פעילות לתלמידים

הצעה 2 – הכנת משחק

תכננו משחק בסטויכיומטריה.
 המשחק צריך לכלול 10 שאלות.
 לפחות 5 מתוך השאלות יכללו חישוב בנושא המצב הגזי.
 אפשר להיעזר במשחקים מקוונים באתר: [ארגז הכלים למורה המקוון](#), ולעבד אותם.



פעילות לתלמידים

הצעה 3 – איתור תפיסות שגויות של תלמידים

לפניכם השאלה שעניתם עליה בראשית הפעילות. **ענו על שאלה 4.**
 בשריפה מלאה של אוקטאן במצב נזל, $C_8H_{18(l)}$, מתרחשת התגובה הבאה:

$$C_8H_{18(l)} + 12.5O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(l)}$$
 בתגובה התקבלו 800 מ"ל של $CO_{2(g)}$.
 כל החומרים נמצאים באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה.
 התגובה מתרחשת בתנאי החדר. בתנאים אלו, נפח מולרי של הגז 25 הוא ליטר / מול.

1. מהי מסת האוקטאן $C_8H_{18(l)}$ שנשרפה?

- א. 0.176 גרם
- ב. 100 גרם
- ג. 3.648 גרם
- ד. 0.456 גרם

2. פרטו את חישוביכם.

3. לפניכם מספר היגדים. איזה מבין ההיגדים הנ"ל הוא הנכון במלואו?

- א. **נמרוז**: חישבתי את מספר המולים של $CO_{2(g)}$ והמסה שלו. היחסים הם 8:1, אז חילקתי ב-8.
- ב. **יעל**: חילקתי ב-8 את נפח ה- $CO_{2(g)}$, מכיוון שיחסי נפחים = יחסי מולים, והיחס המולרי בתגובה הוא 8:1. הנפחים נמדדו באותם תנאים.
- ג. **ירדן**: חישבתי את מספר המולים של $CO_{2(g)}$. התייחסתי ליחסי המולים בתגובה וכפלתי במסה המולרית של אוקטאן, $C_8H_{18(l)}$.
- ד. **טל**: חישבתי את מספר המולים של $CO_{2(g)}$, והוא שווה למספר המולים של אוקטאן, $C_8H_{18(l)}$.

4. נמקו מהי התפיסה השגויה בכל אחד מההיגדים השגויים.

לאחר שכל התלמידים פעלו על פי הנחיות המורה וביצעו את הפעילות המומלצת, יעביר המורה את משימת ההערכה כעבודה עצמית. מומלץ להעבירה 4-7 ימים אחרי הפעלת הערכה. מטרת המשימה לבדוק ולהעריך את מידת ההצלחה של הטיפול בתפיסות השגויות של התלמידים.

1. כאשר מחממים את התרכובת עופרת חנקתית, $Pb(NO_3)_2(s)$, היא מתפרקת על פי התגובה:
 בפירוק עופרת חנקתית, $Pb(NO_3)_2(s)$, התקבלו 1.25 ליטר חמצן, $O_2(g)$.
 כל החומרים נמצאים באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה.
 התהליך מתרחש בתנאי החדר. בתנאים אלו, נפח מולרי של הגז הוא 25 ליטר / מול.

א. מהי מסת העופרת החנקתית, $Pb(NO_3)_2(s)$, שהתפרקה?

(1) 33.1 גרם

(2) 3.2 גרם

(3) 2.5 גרם

(4) 16.55 גרם

ב. פרט את חישוביך:

2. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

עבודה נעימה!