

## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



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

## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



### 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](#)

## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



### 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  $\text{Fe}_{(s)}$  מן התחמוצת  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$  על פי התגובה הבאה:  

$$\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{CO}_{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CO}_{2(g)}$$

בתגובה נוצרו 50 ליטר פחמן דו-חמצני,  $\text{CO}_{2(g)}$ , במהלך הפקת ברזל  $\text{Fe}_{(s)}$ .

כל החומרים נמצאו באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

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

א. מהי מסת הברזל,  $\text{Fe}_{(s)}$ , 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!

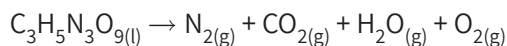
ב. מהו נפח הפחמן החד-חמצני,  $\text{CO}_{(g)}$ , שהגיב?

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 ניטרוליזרין,  $C_3H_5N_3O_9(l)$ .



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

א. מהי המסה של ניטרוליזרין שהשתמשו בה בפיצוץ?

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

ב. מהו נפח הגזים הכולל שהתקבל בפיצוץ?

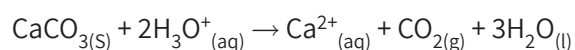
1. 500 ליטר
2. 725 מול
3. 906.25 ליטר
4. 362.5 ליטר

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

הניטרוליזרין 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:



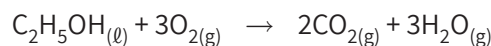
בצעו את התגובה במעבדה, בתנאי חדר שבהם 1 מול גז תופס נפח של 25 ליטר. בתגובה נפלטו 2.5 ליטר פחמן דו-חמצני. מהי המסה של אבן הגיר שהשתמשו בה?

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.

## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



### 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.

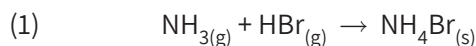
### בהצלחה ועבודה נעימה!

#### 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):

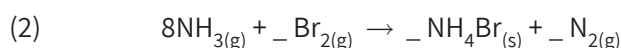


חשבו את המסה של  $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$  שתתקבל בתגובה בין 336 מ"ל  $\text{NH}_3_{(g)}$  ובין נפח מתאים של  $\text{HBr}_{(g)}$ . בתנאי התגובה, הנפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר. פרטו את חישוביכם.

#### 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,  $\text{N}_{2(g)}$ , וכמות מסוימת של  $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$ .

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.

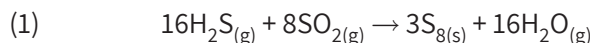
2. מהו הנפח של  $\text{NH}_3_{(g)}$  שהגיב בתגובה זו? פרטו את חישוביכם.

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

השאלה עוסקת בגז מימן גפרי,  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ .

### סעיף ג

הגזים  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  ו- $\text{SO}_{2(g)}$  נפלטות בהתפרצות של הרי געש, ומגיבים ביניהם על פי תגובה (1). בתגובה זו נוצרת גפריה,  $\text{S}_{8(s)}$ , מוצק צהוב המתפזר באזורים סביב הלוע של הר הגעש.



ביצעו את תגובה (1) במעבדה, והתקבלו 64 גרם  $\text{S}_{8(s)}$ .

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

חשבו את הנפח של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שהגיב עם כמות מספקת של  $\text{SO}_{2(g)}$ . פרטו את חישוביכם. מהו הנפח של  $\text{SO}_{2(g)}$  שהגיב? נמקו.

### סעיף ה

$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  הוא גז רעיל.

הריכוז המרבי המותר של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  באוויר הוא  $1.47 \cdot 10^{-5}$  מול ב-1 ליטר אוויר.

בחדר מעבדה מפיקים כמות מסוימת של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שנפחו 120,000 ליטר, ומשתמשים מייד בגז.

חשבו את המסה של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  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,  $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$ , המכונה "גז צחוק".

### סעיף ב

בטמפרטורה מעל  $577^\circ\text{C}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$  מתפרק ליסודותיו, חנקן וחמצן.

נסחו ואזנו את תגובת הפירוק של  $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$  ליסודותיו.

### סעיף ד

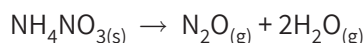
1. מאחסנים דו-חנקן חמצני בלחץ גבוה, במצב נוזל, במכלים מיוחדים.

מכל המיועד לשימוש במרפאות שיניים מכיל 2.92 ק"ג של  $\text{N}_2\text{O}_{(l)}$ .

מה היה הנפח של מסה זו של  $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$  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  $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$  על ידי חימום אמוניום חנקתי,  $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$ , על פי התגובה:



חשבו את המסה של  $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$  הדרושה כדי להפיק 2.92 ק"ג של דו-חנקן חמצני  $\text{N}_2\text{O}$ . פרטו את חישוביכם.

## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



### 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<sub>(s)</sub>. 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 1M HCl.

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,  $\text{Al}_{(s)}$ ?

## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



### 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.

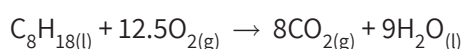
## סטויכיומטריה - כמה דלק נשרף?



### הצעה 3 – איתור תפיסות שגויות של תלמידים

לפניכם השאלה שעניתם עליה בראשית הפעילות. **ענו על שאלה 4.**

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 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.

---

---

---