**שאלון 37303 תשע"ו 2016**

 שאלה 14 - סטויכיומטריה - מצב גז


## מדינת ישראל

## משרד החינוך

## המזכירות הפדגוגית

## אגף מדעים

## הפיקוח על הוראת הכימיה


# מינהלת מל"מ

המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי

ע"ש עמוס דה-שליט

**המרכז הארצי למורי הכימיה**

**סעיף א'**

שני כלים סגורים A ו- B , שנפחם שווה, מכילים תערובת של חנקן, N2(g) , וחמצן, O2(g) .

שני הכלים נמצאים באותה טמפרטורה.

בכליA יש 0.02 מול N2(g) ו- 0.08 מול O2(g) .

בכליB יש 0.08 מול N2(g) ו- 0.02 מול O2(g) .

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים I ו- II שלפניך, אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

I הלחץ של תערובת הגזים בכליA גדול מן הלחץ של תערובת הגזים בכלי B .

II המסה של תערובת הגזים בכליA גדולה מן המסה של תערובת הגזים בכלי B .

**התשובה:**

היגדI - לא נכון.

בכל אחד משני הכלים יש אותו מספר מולים של גז (0.1 מול).

לשני הכלים אותו נפח והם נמצאים באותה טמפרטורה, ולכן (על פי השערת אבוגדרו) הלחץ של תערובת הגזים בשני הכלים שווה.

היגד II - נכון.

מספר המולים הכולל של גז בכל אחד משני הכלים שווה.

המסה המולרית של O2(g) גדולה מהמסה המולרית של N2(g) .

בכליA מספר המולים של O2(g) גדול ממספר המולים של N2(g) , ולכן המסה של תערובת הגזים בכלי A גדולה מהמסה של תערובת הגזים בכלי B .

או:

המסה של תערובת הגזים בכלי A:

0.02 mol × 28 + 0.08 mol × 32 = 3.12 gr

gr

mol

gr

mol

0.08 mol × 28 + 0.02 mol × 32 = 2.88 gr

gr

mol

gr

mol

המסה של תערובת הגזים בכלי B:

על פי החישוב, המסה של תערובת הגזים בכלי A גדולה מהמסה של תערובת הגזים בכלי B .

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. חלק ניכר מהתלמידים מתקשים ליישם את חוקי הגזים כדי להשוות בין הלחץ בכלים באותו נפח הנמצאים באותה טמפרטורה, המכילים כמויות שונות של אותם גזים.

ניתן לחלק את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
* "היגד I נכון. הלחץ בשני הכלים שווה כי נמצאים בהם אותם גזים."
* "היגד II לא נכון. המסה שווה כי מספר המולים של גז שווה."
1. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
* "היגד I לא נכון. נפחם של שני הכלים שווה, לכן גם הלחץ בהם שווה - מכיוון שבגז הנפח שווה ללחץ."
1. קביעה נכונה המלווה בנימוק חלקי:
* "אותו מספר מולקולות, לכן הלחץ זהה." - ללא התייחסות לטמפרטורה ונפח קבועים.
* קובעים: "היגד II נכון" ומחשבים מסה של התערובת ללא פירוט החישוב.

**המלצות**

מומלץ לפתור עם התלמידים תרגילים המשלבים את יישום חוקי הגזים וחישובים סטויכיומטריים.

תרגיל לדוגמה:

בכלי סגור A יש 5.6 גרם גז חנקן, N2(g) .

בכלי סגור B יש 5.6 גרם גז אתן, C2H4(g) .

שני הגזים נמצאים באותה טמפרטורה, אך לחץ הגז בכלי A כפול מלחץ הגז בכלי B .

מהו המשפט הנכון?

1. מספר מולקולות הגז בכלי A כפול ממספר מולקולות הגז בכלי B .
2. ריכוז הגז בכלי A שווה לריכוז הגז בכלי B .
3. הנפח של כלי A גדול פי 2 מהנפח של כלי B .
4. **הנפח של כלי A קטן פי 2 מהנפח של כלי B .**

מומלץ לבקש מהתלמידים לנמק את קביעתם ולהסביר מדוע פסלו את המשפטים האחרים.

**סעיף ב'**

בדרך כלל ממלאים צמיגים של מכוניות באוויר, שהיא תערובת גזים המכילה בעיקר חנקן, N2(g) , וחמצן, O2(g) .

**תת-סעיף i**

כאשר ממלאים את הצמיג באוויר, לחץ האוויר בתוך הצמיג עולה. הסבר מדוע.

בתשובתך הנח כי לא חל שינוי בנפח הצמיג ובטמפרטורת האוויר.

**התשובה:**

כאשר ממלאים את הצמיג באוויר עולה המספר של מולקולות הגז בצמיג. (אין שינוי בנפח הצמיג או בטמפרטורת הגז בצמיג.) מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז בדפנות הצמיג עולה, ולכן לחץ הגז בצמיג עולה.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הבעיה העיקרית בתת-סעיף זה היא הסברים חלקיים. התלמידים רבים כתבו שמספר מולקולות הגז בצמיג עולה ולכן הלחץ עולה, אך לא התייחסו כלל לכך שמספר ההתנגשויות של מולקולות הגז בדפנות הצמיג עולה וזה מוביל לעליית לחץ הגז בצמיג.

**תת-סעיף ii**

במהלך הנסיעה הטמפרטורה של האוויר בצמיג עולה.

קבע איזה מבין הגרפים I-III שלפניך הוא תיאור סכמתי נכון של לחץ האוויר בצמיג כתלות בטמפרטורה במהלך הנסיעה. נמק.

בתשובתך הנח כי לא חל שינוי בנפח הצמיג.

**III II I**

**הטמפרטורה**

**לחץ האוויר**

**הטמפרטורה**

**לחץ האוויר**

**הטמפרטורה**

**לחץ האוויר**

**התשובה:**

גרף III .

כאשר הטמפרטורה עולה, מולקולות הגז נעות מהר יותר. עולה מספר התנגשויות ביחידת זמן של מולקולות הגז בדפנות הצמיג. לכן לחץ האוויר (או: הגז) בצמיג עולה.

או: כאשר נפח הגז נשאר קבוע, קיים יחס ישר בין הטמפרטורה ולחץ הגז בצמיג.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

רוב התלמידים בחרו נכון - בגרף III , אך חלק מהתלמידים אינם מבינים את משמעות מושג "לחץ" ברמה המיקרוסקופית. הופיעו נימוקים חלקיים:

* "יש עלייה במספר התנגשויות בין מולקולות." - ללא התייחסות לכך שמדובר בהתנגשויות ביחידת זמן של מולקולות הגז בדופן הכלי.

**סעיף ג'**

אפשר למלא צמיגים של מכוניות בגז N2(g) במקום באוויר.

נתון: במול אחד של חלקיקים יש 6.02**·**1023 חלקיקים.

מהו המספר של מולקולות N2 בצמיג המכיל 33.6 גרם N2(g) ? פרט את חישוביך.

**התשובה:**

1.2 mol × 6.02**·**1023 = 7.22**·**1023 molecules

molecules

mol

gr

mol

28

= 1.2 mol

33.6 gr

gr

mol

28

המסה המולרית של N2(g):

מספר המולים של N2(g) בצמיג:

מספר המולקולות של N2(g) בצמיג:

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון די גבוה. רוב התלמידים חישבו נכון את מספר מולקולות N2 בצמיג.

הטעויות האופייניות שאותרו:

1. בלבול בין מספר מולי גז למספר מולקולות גז.
2. בלבול בין מולקולות לאטומים: חישוב נכון של מספר מולקולות והוספה של הכפלה פי 2 , ז.א. התוצאה היא מספר אטומים ולא מספר מולקולות.

**המלצות**

מומלץ לתרגל עם התלמידים חישובים של מספר חלקיקים שונים בכמות נתונה של חומר.

תרגיל לדוגמה:

נתון מדגם של 8 גרם גז מתאן, CH4(g) .

1. כמה מול מולקולות מתאן מצויים במדגם? פרט את חישוביך.
2. כמה מולקולות מתאן מצויות במדגם? פרט את חישוביך.
3. כמה מול אטומי פחמן מצויים במדגם? פרט את חישוביך.
4. כמה אטומי פחמן מצויים במדגם? פרט את חישוביך.
5. כמה מול אטומי מימן מצויים במדגם? פרט את חישוביך.
6. כמה אטומי מימן מצויים במדגם? פרט את חישוביך.
7. כמה מול אטומים בסה"כ יש במדגם? פרט את חישוביך.
8. כמה אטומים בסה"כ יש במדגם? פרט את חישוביך.

**סעיף ד' תת-סעיף i**

אחד היתרונות של מילוי הצמיגים בחנקן לעומת מילוי באוויר הוא שלחץ הגז בתוך צמיגים המלאים בחנקן נשמר זמן רב יותר.

הלחץ נשמר זמן רב יותר כי פחות מולקולות של N2(g) "בורחות" מן הצמיג, מכיוון שמולקולות

של N2(g) גדולות ממולקולות של O2(g) .

גודל המולקולה מושפע מרדיוס האטומים המרכיבים אותה.

מהו הגורם לכך שרדיוס של אטום חנקן גדול מרדיוס של אטום חמצן?

**התשובה:**

הגורם הוא מספר הפרוטונים בגרעין האטום (או: גודל המטען הגרעיני).

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך מאוד. רוב התלמידים לא הצליחו לציין את הגורם לכך שרדיוס של אטום חנקן גדול מרדיוס של אטום חמצן. הטעויות האופייניות שאותרו:

1. אי הבחנה בין אטום למולקולה:
* "הגורם לכך שרדיוס של אטום חנקןN2 גדול מזה של אטום החמצן O2 הוא גודל אטומים."
1. התייחסות לאורך קשר או לחוזק קשר במולקולה:
* "הגורם הוא הקשר המשולש במולקולת חנקן, במולקולת חמצן הוא קשר כפול."
* "ב-N2 קיים קשר מסדר שלישי - קשר יותר חזק, לכן המולקולה יותר גדולה."
1. התייחסות למספר אלקטרוני הערכיות במקום למטען הגרעיני:
* "לאטום החנקן פחות אלקטרונים ברמה החיצונית בהשוואה לאטום חמצן, ולכן הם פחות נמשכים לגרעין - הדבר גורם להם להיות במרחק גדול יותר מהגרעין."

**המלצות**

מומלץ לפרט לתלמידי איך המטען הגרעיני משפיע על הרדיוס.

**תת-סעיף ii**

יתרון נוסף למילוי צמיגים ב- N2(g) הוא שבזמן תאונה הגז שבצמיגים אינו מגיב עם דלק המכונית, שהוא תערובת של פחמימנים. פחמימן הוא תרכובת של פחמן ומימן.

ערכו ניסוי שבו אחד מן הפחמימנים המצויים בדלק מגיב עם חמצן, O2(g) .

לכלי סגור הכניסו 20 מ"ל של פחמימן במצב גז ו- 160 מ"ל של O2(g) .

הגזים הגיבו בשלמות. נוצרו 100 מ"ל פחמן דו-חמצני, CO2(g) , ו- 120 מ"ל אדי מים, H2O(g) .

הנפחים של כל הגזים נמדדו בתנאים שווים של טמפרטורה ולחץ.

קבע מהי הנוסחה המולקולרית של הפחמימן. נמק.

**התשובה:**

נוסחת הפחמימן היא C5H12 .

(על פי השערת אבוגדרו) באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה, יחסי הנפחים של המגיבים והתוצרים במצב גז שווים ליחסי המולים (יחסי המקדמים) בניסוח התגובה.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | H2O(g) | CO2(g) | O2(g) | CxHy(g) |
| נפח הגז (מ"ל) | 120 | 100 | 160 | 20 |
| יחסי המולים | 6 | 5 | 8 | 1 |

הניסוח המאוזן של התגובה:

CxHy(g) + 8O2(g) → 5CO2(g) + 6H2O(g)

 x = 5 y = 12

הנוסחה המולקולרית של הפחמימן: C5H12

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך מאוד. רוב התלמידים לא הצליחו לקבוע נכון את הנוסחה המולקולרית של פחמימן. הם הסתבכו בחישובים ובאיזון של ניסוח התגובה. חלק מהתלמידים דילגו על תת-סעיף זה.

**המלצות**

מומלץ לפתור עם התלמידים תרגילים מסוג זה.

שאלות לדוגמה:

שאלה 1

לפניך ניסוח לא מאוזן של התגובה:

CH4(g) + O2(g) + NH3(g) → H2O(g) + HCN(g)

ערבבו 13.6 גרם NH3(g) ו- 12.8 גרם CH4(g) עם כמות מתאימה של O2(g) .

הגזים הגיבו בשלמות, והתקבלו 144ליטר H2O(g) . בתנאים שבהם מתרחשת התגובה נפח מול גז הוא 60 ליטר.

1. חשב את מספר המולים של HCN(g) שהתקבלו בתגובה.
2. רשום ניסוח מאוזן לתגובה הנתונה. הסבר כיצד הגעת לניסוח המאוזן.
3. חשב את הנפח של HCN(g) שהתקבל בתנאי התגובה.

ביצעו את התגובה בפעם השנייה, עם אותן הכמויות של המגיבים אך בתנאים שונים. הטמפרטורה שבה ביצעו את התגובה בפעם השנייה הייתה 25oC .

נפח מול גז בתנאים החדשים הוא 25 ליטר.

1. חשב את הנפח של HCN(g) שהתקבל בתנאים החדשים .
2. הסבר את תשובותיך לסעיפים ג ו- ד.

שאלה 2

נערכו שני ניסוים שבהם הגיב גז חנקן עם גז מימן:

בניסוי הראשון הגיבו בשלמות 1 ליטר חנקן עם 2 ליטר מימן. התקבל תוצר A .

בניסוי השני הגיבו בשלמות 1 ליטר חנקן עם 1 ליטר מימן. התקבל תוצר B.

הניסוים נערכו באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ.

1. מהן הנוסחאות האמפיריות של התוצרים A ו- B.
2. רשום ניסוח מאוזן של שתי התגובות שהתרחשו בשני הניסוים.

שאלה 3

0.1 ליטר פחמימן גזי הגיב בשלמות עם כמות מתאימה של חמצן. בתגובה נוצרו 0.3 ליטר

פחמן דו-חמצני, CO2(g) , ו- 0.4 ליטר אדי מים, H2O(g) .

(כל הנפחים נמדדו באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.)

1. קבע את הנוסחה המולקולרית של הפחמימן. פרט את חישוביך ונמק.
2. רשום ניסוח מאוזן לתגובה שהתרחשה.
3. חשב את נפח החמצן הדרוש לתגובה. פרט את חישוביך.