

**מדינת ישראל**

**משרד החינוך**

המזכירות הפדגוגית

###### אגף מדעים

**הפיקוח על הוראת הכימיה**

שאלון 37303 תשע"ד 2014

שאלה 5

סטויכיומטריה

השאלה עוסקת באמוניום ברומי, NH4Br(s) , המשמש חומר מעכב בערה למוצרי עץ.

אפשר להפיק NH4Br(s) מאמוניה, NH3(g) .

**סעיף א'**

אמוניה, NH3(g) , מגיבה עם מימן ברומי, HBr(g) , על פי תגובה (1):

(1) NH3(g) + HBr(g) → NH4Br(s)

חשב את המסה של NH4Br(s) שתתקבל בתגובה בין 336 מ"ל NH3(g) ובין נפח מתאים של HBr(g) .

בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר. פרט את חישוביך.

**התשובה:**

gr

mol

0.015 mol × 98 = **1.48 gr**

98

gr

mol

0.336 liter

22.4

liter

mol

= 0.015 mol

22.4

מסה נתונה/נדרשת

בניסוי ספציפי (גרם)

מסה מולרית (גרם למול)

מספר מולים נתון/נדרש

בניסוי ספציפי

יחס המולים בניסוח תגובה

NH3(g) + HBr(g) → NH4Br(s)

1 1 1

98

0.015 0.015

**1.47**

נפח מולרי של גז בתנאי הניסוי (ליטר למול)

נפח הגז נתון/נדרש

בניסוי ספציפי (ליטר)

0.336

מספר המולים של NH3(g) שהגיבו:

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין NH4Br(s) ל- NH3(g) הוא 1:1 .

לכן מספר המולים של NH4Br(s) שהתקבלו: 0.015 mol

המסה המולרית של NH4Br(s) :

המסה של NH4Br(s) שהתקבלה:

או: טבלה מסכמת לסעיף א:

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

הציון גבוה מאוד. התלמידים הצליחו לקשר בין נתוני השאלה להשערת אבוגדרו ולחשב את הגדלים הדרושים. תלמידים בודדים דילגו על השלב של יחס המולים בניסוח התגובה.

**סעיף ב'**

אמוניה, NH3(g) , מגיבה עם ברום, Br2(g) , על פי תגובה (2).

לפניך ניסוח לא מאוזן של תגובה (2):

(2) 8NH3(g) + \_ Br2(g) → \_ NH4Br(s) + \_ N2(g)

לכלי סגור הכניסו 240 מ"ל Br2(g) ונפח מתאים של NH3(g) . הגזים הגיבו בשלמות.

נוצרו 80 מ"ל חנקן, N2(g) , וכמות מסוימת של NH4Br(s) .

הנפחים של כל הגזים נמדדו באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ.

**תת-סעיף i**

היעזר בנתונים ורשום ניסוח מאוזן לתגובה (2).

הסבר כיצד קבעת את המקדמים בניסוח התגובה.

**התשובה:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ניסוח תגובה לא מאוזן | 8NH3(g) + \_ Br2(g) → \_ NH4Br(s) + \_ N2(g) | | | |
| נפח הגז בניסוי (מ"ל) | 80 |  | 240 |  |
| יחס הנפחים של הגזים בניסוי | 1 |  | 3 |  |
| יחס המולים בניסוח התגובה | 1 | 6 | 3 | 8 |
| ניסוח תגובה מאוזן | 8NH3(g) + 3Br2(g) → 6NH4Br(s) + N2(g) | | | |

על פי השערת אבוגדרו, עבור גזים הנמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ, היחס בין הנפחים הוא כמו היחס בין מספר המולים לפי ניסוח התגובה.

המקדם עבור NH4Br(s) נקבע על פי חוק שימור המסה.

לקבל גם הסבר על פי חוק שימור המסה.

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

הטעות האופיינית בתת-סעיף זה היא התעלמות מהדרישה להיעזר בנתוני השאלה ואיזון הניסוח על פי חוק שימור החומר, ללא שימוש בהשערת אבוגדרו:

• "מכיוון שיש לנו ***H 24***, חייב המקדם של ***NH4Br*** להיות ***6***. יוצא לנו מהאיזון שיש ***6*** אטומי ***Br***, ולכן המקדם של ***Br2*** יהיה ***3***. נשארנו עם ***8N*** שהיה נתון לנו בשאלה וב- ***6*** כבר השתמשנו במקדם של ***NH4Br*** . לכן נותר לנו ***2*** והמקדם של ***N2*** יהיה ***1***".

טעות זו נובעת מחוסר הבנה של השערת אבוגדרו.

**תת-סעיף ii**

מהו הנפח של NH3(g) שהגיב בתגובה זו? פרט את חישוביך.

**התשובה:**

(על פי השערת אבוגדרו, עבור גזים הנמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ, היחס בין הנפחים הוא כמו היחס בין מספר המולים לפי ניסוח התגובה.)

הנפח של NH3(g) שהגיב:

או:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ- 8 מול NH3(g) התקבל 1 מול N2(g) .

הנפח של NH3(g) שהגיב: 80 ml × 8 = 640 ml

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

הציון גבוה. רוב התלמידים לא התקשו לחשב את הנפח של NH3(g) שהגיב. הטעויות המעטות שאותרו הן חוסר התייחסות ליחס המולים בניסוח התגובה - חוסר הבנה של השערת אבוגדרו:

עבור גזים הנמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ, היחס בין הנפחים הוא כמו היחס בין מספר המולים לפי ניסוח התגובה.

**תת-סעיף iii (הציון 52)**

קבע אם במהלך התגובה הלחץ בכלי עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

**התשובה:**

לחץ הגז בכלי ירד.

בתגובה זו מכל 11 מול גז במגיבים נוצר 1 מול גז (או: מספר המולים של גז במגיבים גדול ממספר

מולים של גז בתוצרים; או: בתגובה זו יש ירידה במספר המולים של גז).

(מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז עם דפנות הכלי קטן, ולכן לחץ הגז בכלי יורד.)

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

הציון נמוך. תלמידים רבים לא הצליחו לקשר בין שינוי מספר המולים של גז במהלך התגובה לבין שינוי הלחץ בכלי. אפשר למיין את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה:

⬩ חוסר ידע והבנה של מאפייני המצב הגזי:

• "נתון כי כל הגזים נמצאים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה, כך שהלחץ לא השתנה".

⬩ חוסר הבנה שנפח הגז הנמצא בכלי סגור שווה לנפח הכלי ולא משתנה:

• "במהלך התגובה נפח המגיבים היה ***880*** מ"ל וירד ל- ***80*** מ"ל. יש יחס הפוך בין נפח ללחץ, לכן כשהנפח קטן הלחץ בכלי עולה."

2. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:

⬩ חוסר הבחנה בין גז למוצק מבחינת ההשפעה על לחץ בכלי. התייחסות למוצק כאל גורם לשינוי הלחץ בכלי:

• "הלחץ יורד, כי במהלך התגובה קיימת ירידה במפר המולים: מ- ***11*** מול מגיבים ל- ***7*** מול תוצרים."

**תת-סעיף iv**

האם על פי הנתונים אפשר לחשב את מסת המוצק שהתקבל בתגובה (2)?

אם כן, חשב את מסת המוצק. אם לא, הסבר מדוע.

**התשובה:**

על פי הנתונים אי אפשר לחשב את מסת המוצק שהתקבל.

הנפח המולרי של גז בתנאי התגובה אינו נתון.

לכן אי אפשר לחשב את מספר המולים של הגזים שהתקבלו בתגובה (2) ובעזרתם לחשב את מספר

המולים של המוצק שהתקבל.

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

בתת-סעיף זה אותרו טעויות אופייניות משני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וחישוב של מסת המוצק תוך שימוש בנפח מולרי של גז בתנאי תקן.

2. קביעה נכונה ללא הסבר או עם הסבר חלקי:

• "אי-אפשר כי אין מספיק נתונים."

מומלץ לתרגל עם התלמידים חישובים סטויכיומטריים עבור התגובות, שבהן משתתפים גזים.

שאלה לדוגמה:

בכלי סגור מגיבים בשלמות10 מ"ל פחמן דו-גופרי, CS2(g) , עם 30 מ"ל חמצן, O2(g) . תוצרי התגובה הם CO2(g) ו- SO2(g) . הנפחים של הגזים נמדדו באותה טמפרטורה.

א. מהו הנפח הכולל של התוצרים? פרט את חישוביך ונמק.

ב. קבע אם במהלך התגובה הלחץ בכלי עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

**סעיף ג'**

לפניך ניסוח תהליך ההמסה במים של NH4Br(s) :

(3) NH4Br(s) → NH4+(aq) + Br−(aq)

במעבדה הכינו 300 מ"ל תמיסה, על יד המסת NH4Br(s) במים.

מים

לתמיסה זו הוסיפו 120 מ"ל תמיסת כסף חנקתי, AgNO3(aq) , בריכוז 0.8 M .

התרחשה תגובה (4).

(4) Ag+(aq) + Br−(aq) → AgBr(s)

יוני Ag+(aq) ויוני Br−(aq) הגיבו בשלמות.

**תת-סעיף i**

כמה מול יוני Br−(aq) הגיבו עם יוני Ag+(aq) ? פרט את חישוביך.

**התשובה:**

מספר המולים של AgNO3 ב- 120 מ"ל תמיסה:

מ- 1 מול AgNO3 נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני Ag+(aq) .

מספר המולים של יוני Ag+(aq) ב- 120 מ"ל תמיסה: 0.096 mol

על פי הניסוח של תגובה (4), יחס המולים בין יוני Ag+(aq) ויוני Br−(aq) הוא 1:1 ,

לכן מספר המולים של יוני Br−(aq) שהגיבו: 0.096 mol

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

הציון גבוה. רוב התלמידים חישבו נכון את מספר המולים של היונים בתמיסה מימית.

הטעות העיקרית שאותרה היא חישוב מספר המולים של יוני Ag+(aq) ויוני Br−(aq) על פי הנפח הכולל

של שתי התמיסות:

• ***0.8 × 0.42 liter = 0.336 mol***

***mol***

***liter***

מומלץ לנתח עם התלמידים את הנתונים ולפרט את שלבי הפתרון:

300 מ"ל תמיסה - NH4Br(aq)

בריכוז 0.8M המכילה:

0.096 מול יוני NH4+(aq)

0.096 מול יוני Br−(aq)

120 מ"ל תמיסה - AgNO3(aq)

בריכוז 0.8M המכילה:

0.096 מול יוני Ag+(aq)

0.096 מול יוני NO3−(aq)

בערבוב התמיסות מתרחשת התגובה:

Ag+(aq) + Br−(aq) → AgBr(s)

הגיבו 0.096 מול 0.096 מול הגיבו

לאחר הערבוב - לפני התגובה

ב- 420 מ"ל תמיסה נמצאים:

0.096 מול יוני Ag+(aq)

0.096 מול יוני NO3−(aq)

0.096 מול יוני NH4+(aq)

0.096 מול יוני Br−(aq)

לאחר התגובה בכלי נמצאים:

0.096 מול AgBr(s) ותמיסה המכילה:

0.096 מול יוני NO3−(aq)

0.096 מול יוני NH4+(aq)

(יוני NH4+(aq) ויוני NO3−(aq) לא הגיבו -

יונים משקיפים)



**תת-סעיף ii**

מהו הריכוז המולרי של תמיסת NH4Br(aq) שהכינו במעבדה? פרט את חישוביך.

**התשובה:**

(מספר המולים של יוני Br−(aq) ב- 300 מ"ל תמיסה: 0.096 mol)

מ- 1 מול NH4Br נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני Br−(aq) .

0.096 mol

0.3 liter

= 0.32 M

מספר המולים של NH4Br ב- 300 מ"ל תמיסה: 0.096 mol

הריכוז המולרי של NH4Br(aq) :

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

רוב התלמידים קבעו נכון את מספר המולים של NH4Br בתמיסה שהכינו במעבדה ואת הריכוז

המולרי של NH4Br(aq) בתמיסה. הטעות העיקרית בתת-סעיף זה היא חישוב על פי סכום המולים של

יוני NH4+(aq) ויוני Br−(aq) :

***0.096 mol + 0.096 mol***

***0.3 liter***

• ***= 0.64 M***