**מדינת ישראל**

**משרד החינוך**

המזכירות הפדגוגית

###### אגף מדעים

**הפיקוח על הוראת הכימיה**

שאלון 37303 תשע"ג 2013

שאלה 6

מצב גז וסטויכיומטריה

השאלה עוסקת בגז מימן גפרי, H2S(g) .

סעיף א'

מאחסנים את הגז בכלי סגור.

ציין שני מאפיינים מיקרוסקופיים של גז הנמצא בכלי סגור.

**תשובה:**

שניים מבין המאפיינים:

- המולקולות נעות בכול הכיוונים (תנועה אקראית).

- המולקולות מבצעות שלושה סוגי תנועה: מעתק, סיבוב ותנודה.

- המולקולות מתנגשות אחת בשנייה ובדפנות הכלי.

- המרחקים בין המולקולות גדולים מאוד (ביחס לגודל המולקולות).

- אין אינטראקציות בין המולקולות (הן זניחות).

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

הטעות האופיינית העיקרית בסעיף זה היא חוסר הבחנה בין מאפיינים מאקרוסקופיים לבין מאפיינים מיקרוסקופיים, בין תיאור החומר ברמה מאקרוסקופית לרמה מיקרוסקופית:

• "הגז ממלא את נפח הכלי."

• "גז מתפשט בכל הכלי."

• "ככל שמעלים טמפרטורה בכלי סגור לחץ הגז עולה."

טעות נוספת שנובעת מחוסר הבנה של מצב הגז בפרט ושל מצבי צבירה בכלל:

• "טמפרטורת גז תמיד גבוהה, כי החלקיקים זזים מהר."

סעיף ב'

בכלי סגור A יש 6.8 גרם H2S(g) .

בכלי סגור B יש 12.8 גרם SO2(g) .

לחץ הגז בכלי A קטן מלחץ הגז בכלי B . שני הכלים נמצאים באותה טמפרטורה.

קבע עבור כל אחד מההיגדים i ו- ii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

**תת-סעיף i**

המספר הכולל של האטומים בכלי A שווה למספר הכולל של האטומים בכלי B .

**תשובה:**

34

gr

mol

34

gr

mol

6.8 gr

= 0.2 mol

64

gr

mol

64

gr

mol

12.8 gr

= 0.2 mol

המסה המולרית של H2S(g) :

מספר המולים של H2S(g) בכלי A :

המסה המולרית של SO2(g) :

מספר המולים של SO2(g) בכלי B :

בשני הכלים יש אותו מספר מולים של גז, ולכן יש אותו מספר של מולקולות.

במולקולה של כל אחד מהגזים יש 3 אטומים.

בכל אחד משני הכלים יש אותו מספר של אטומים.

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

רוב התלמידים קבעו נכון שהמספר הכולל של האטומים בכלי A שווה למספר הכולל של האטומים בכלי B . הטעויות הופיעו בנימוקים.

הבעיה העיקרית בתת-סעיף זה היא חוסר הבחנה בין חלקיק של חומר לבין מול חלקיקים - אוסף חלקיקים:

• "גם בכלי ***A*** וגם בכלי ***B*** יש ***3*** אטומים."

• "בחומר ***H2S(g)*** יש ***3*** אטומים ובחומר ***SO2(g)*** יש ***3*** אטומים."

טעות נוספת שאותרה היא חוסר התייחסות למספר אטומים המצוים בכל מולקולה של החומרים הנתונים:

• "בשני הכלים יש אותו מספר מולקולות, לכן גם אותו מספר אטומים."

**תת-סעיף ii**

הנפח של כלי A קטן מן הנפח של כלי B .

**תשובה:**

לא נכון.

(שני הכלים נמצאים באותה טמפרטורה ומכילים אותו מספר מולים של גז.)

(לחץ הגז בכלי A קטן מלחץ הגז בכלי B.) מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז בדפנות של כלי A קטן יותר. לפיכך הנפח של כלי A צריך להיות גדול מהנפח של כלי B .

או:

בטמפרטורה קבועה קיים יחס הפוך בין לחץ הגז לנפח של גז, לכן הנפח של כלי A גדול מהנפח של כלי B .

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

הציון נמוך. תלמידים רבים לא הפנימו שבטמפרטורה קבועה קיים יחס הפוך בין לחץ הגז לנפח של גז.

רוב התלמידים שטעו קבעו שהנפחים של הגזים שווים בשני הכלים:

• "הנפחים שווים, כי יש אותו מספר מולים."

טעות נוספת, הנובעת מחומר הבנת הקשר בין נפח מולרי של גז לבין נפח הגז, היא קביעה שההיגד נכון, כי הנפח המולרי של הגזים שונה - בלבול בין מסה מולרית לנפח מולרי של גז:

• "נכון, יש אותו מספר מולים של גז, והנפח תלוי בגודל הנפח המולרי. בכלי ***A*** הנפח המולרי קטן יותר, וזאת הסיבה לכך שנפח כלי ***A*** קטן יותר."

סעיף ג'

הגזים H2S(g) ו- SO2(g) נפלטים בהתפרצות של הרי געש, ומגיבים ביניהם על פי תגובה (1). בתגובה זו נוצרת גפרית, S8(s) , מוצק צהוב המתפזר באזורים סביב הלוע של הר הגעש.

(1) 16H2S(g) + 8SO2(g) → 3S8(s) + 16H2O(g)

ביצעו אתתגובה (1)במעבדה, והתקבלו 64 גרם S8(s) .

בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 60 ליטר.

**תת-סעיף i**

חשב את הנפח של H2S(g) שהגיב עם כמות מספקת של SO2(g) . פרט את חישוביך.

**תשובה:**

256

gr

mol

64 gr

= 0.25 mol

256

gr

mol

0.25 × 16

3

= 1.33 mol

1.33 mol × 60 = 79.8 liter

liter

mol

 16H2S(g) + 8SO2(g) → 3S8(s) + 16H2O(g)

 1.33 0.25

 מסה נתונה/נדרשת

 בניסוי ספציפי (גרם)

מסה מולרית (גרם למול)

 מספר מולים נתון/נדרש

 בניסוי ספציפי

יחס המולים בניסוח תגובה

 נפח מולרי של גז בתנאי

 הניסוי (ליטר למול)

 נפח הגז בניסוי ספציפי

 (ליטר)

16 8 3 16

256

64

**79.8**

60

המסה המולרית של S8(s) :

מספר המולים של S8(s) שהתקבלו:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ- 16 מול H2S(g) התקבלו 3 מול S8(s) .

מספר המולים של H2S(g) שהגיבו:

המסה של H2S(g) שהגיב:

או טבלה מסכמת לתת-סעיף ג i :

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

**תת-סעיף ii**

מהו הנפח של SO2(g) שהגיב? נמק.

**תשובה:**

הנפח של SO2(g) שהגיב היה 39.9 ליטר.

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

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 2 מול H2S(g) מגיבים עם 1 מול SO2(g) .

מספר המולים של SO2(g) שהגיבו הוא 0.665 מול.

0.665 mol × 60 = 39.9 liter

liter

mol

הנפח של SO2(g) שהגיב:

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

הציונים של שני תת-הסעיפים גבוהים.

הטעויות שאותרו הן בעיקר טעויות ביחידות וטעויות חישוב.

מומלץ לבקש מהתלמידים לרשום יחידות בכל חישוב שהם מבצעים, בדומה לחישובים המובאים כאן.

סעיף ד'

במעבדה מפיקים H2S(g) בתגובה בין ברזל גפרי, FeS(s) , ובין תמיסה מימית של חומצת מימן כלורי, HCl(aq) , על פי תגובה (2):

(2) FeS(s) + 2H3O+(aq) → Fe2+(aq) + H2S(g) + 2H2O(l)

חשב את הנפח של תמיסת HCl(aq) בריכוז 0.2M הדרוש לקבלת 4.25 ליטר של H2S(g) .

בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

= 0.17 mol

4.25 liter

25

liter

mol

= 1.7 liter

0.34 mol

0.2

mol

liter

יחס המולים בניסוח תגובה

מספר מולים נתון/נדרש

בניסוי ספציפי

ריכוז מולרי של מומס בתמיסה (M)

נפח הגז נתון/נדרש

בניסוי ספציפי (ליטר)

נפח מולרי של גז בתנאי הניסוי (ליטר למול)

נפח התמיסה (ליטר)

 FeS(s) + 2H3O+(aq) → Fe2+(aq) + H2S(g) + 2H2O(l)

 1 2 1 1 2

4.25

25

 0.34 0.17

0.2

**1.7**

מספר המולים של H2S(g) שהתקבלו:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה מ- 2 מול יוני H3O+(aq) מתקבל 1 מול H2S(g) .

מספר המולים של יוני H3O+(aq) שהגיבו: 0.17 mol × 2 = 0.34 mol

(יחס המולים בין יוני H3O+(aq) ל- HCl(g) הוא 1:1)

הנפח של תמיסת HCl(aq) הדרוש לתגובה:

או טבלה מסכמת לסעיף ד:

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

הטעויות שהופיעו בסעיף זה הן:

⬩ התעלמות מיחס המולים בניסוח התגובה: מ- 2 מול יוני H3O+(aq) מתקבל 1 מול H2S(g) . התלמידים המשיכו את החישוב על פי יחס המולים 1:1 .

⬩ טעויות ביחידות.

⬩ טעויות חישוב.

סעיף ה'

H2S(g) הוא גז רעיל.

הריכוז המרבי המותר של H2S(g) באוויר הוא 1.47∙10–5 מול H2S(g) ב- 1 ליטר אוויר.

מפיקים כמות מסוימת של H2S(g) בחדר מעבדה שנפחו 120,000 ליטר, ומשתמשים מיד בגז.

חשב את המסה של H2S(g) שמותר להפיק בחדר זה כך שאם ידלוף הגז ויתפשט בחדר, ריכוזו באוויר יהיה שווה לריכוז המרבי המותר. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

 1.47·10−5 × 120000 liter = 1.764 mol

mol

liter

34

gr

mol

 1.764 mol × 34 = 59.98 gr

gr

mol

מספר המולים המרבי של H2S(g) שמותר להפיק:

המסה המולרית של H2S(g) :

המסה של H2S(g) :

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

הטעות העיקרית שאותרה בסעיף זה היא חישוב שגוי בשלב הראשון. חלק מהתלמידים לא הבינו את

משמעות הריכוז המרבי המותר של גז רעיל באוויר. הם לא הכפילו את הריכוז 1.47·10−5

בנפח החדר וחישבו:

•  ***1.47·10−5 mol × 34 = 49.98·10−5 gr***

***gr***

***mol***

mol

liter

טעויות נוספות הן טעויות חישוב וטעויות ביחידות.

מומלץ לעבור על ההערות ולפתור עם התלמידים את התרגילים, המופיעים בניתוח התוצאות של בחינת הבגרות בכימיה, 3 יחידות לימוד, תשע"ג, הנמצאים לאחר סעיף ב' של שאלה 5 .

מומלץ להשתמש באנימציות בנושא חוקי הגזים ובלומדה "תכונות הגזים", שהוכנה על ידי ד"ר רות בן-צבי, הנמצאות באתר של המרכז הארצי למורי הכימיה, בדף:

<http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=242>

מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מהחוברת "שאלות ברמה של בחינות הבגרות בנושאים: סטויכיומטריה והמצב הגזי", הנמצאת באתר הספר "יחסים וקשרים בעולם החומרים":

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/materials/>

ובאתר המפמ"ר, בדף:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/Mivnyot/AzareyHoraa.htm>