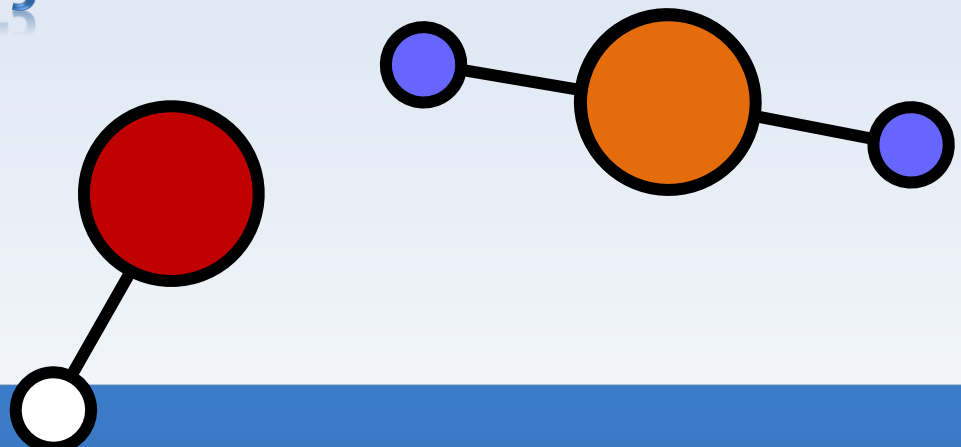
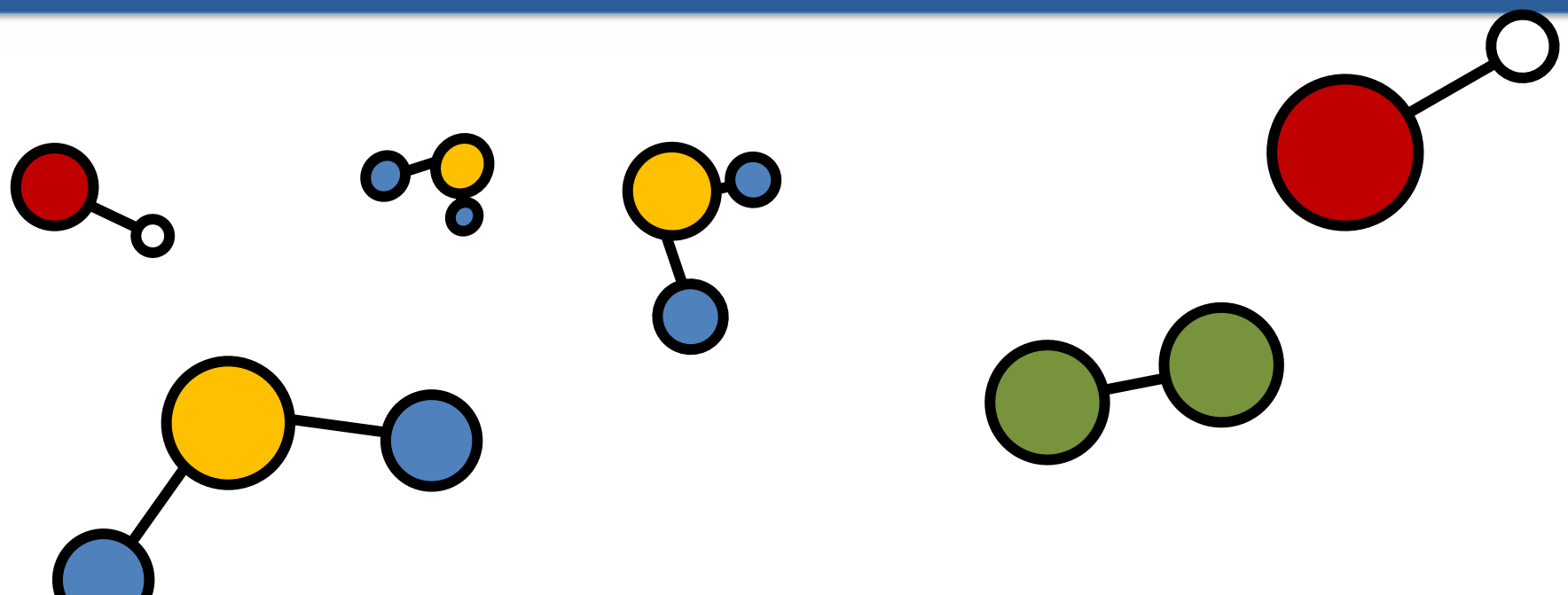
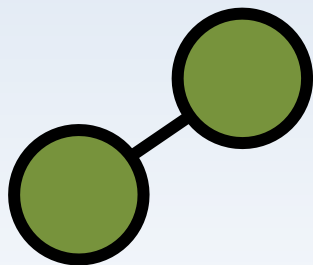


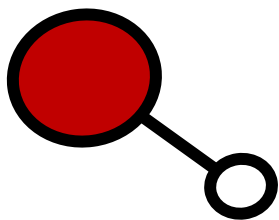


חישובים בתגובות כימיות

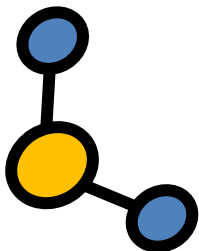




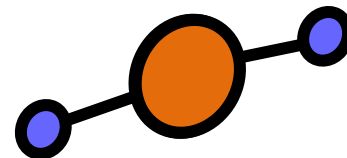
ניסוחי תגובות ומשמעותם



קישור בין מושג המול לתגובה



חישובים סטויכיומטריים בתגובות



מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

מבנה וקישור: 

מבנים וקשרים כימיים

הכרת ושימוש במערכה המחזורית 

מספר אטומי ומסה אטומית

הכרת רישום מספרים גדולים וקטנים: 

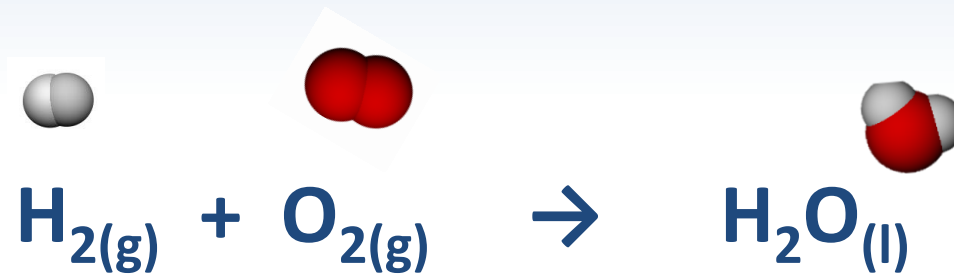
1.204×10^{24} ; 4.5×10^{-3}

הכרת מספר אבוגדרו (N_a): 6.02×10^{23} 

הכרת מושג המול (n), מסה (m), 

מסה מולרית (M_w), מספר חלקיקים (N).

תזכורת - איזון תגובות כימיות



מגיבים

H: 2
O: 2

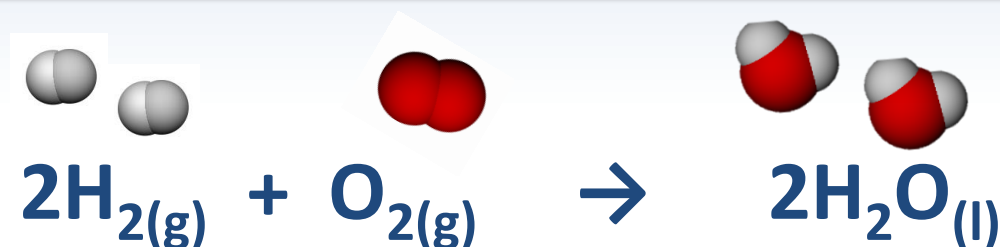
תוצרים

H: 2
O: 1

לא מאוזן

לפי חוק שימור החומר (חוק שימור המסה), לא ייתכן שנעלמים חלקיקים במהלך התגובה או לחילופין - נוצרים חלקיקים שלא היו בה קודם לכן. לכן נאזן את התגובה כך שמספר האטומים מכל סוג במגיבים ובתוצרים זהה.

תזכורת - איזון תגובות כימיות



מגיבים

H: 4
O: 2

תוצרים

H: 4
O: 2

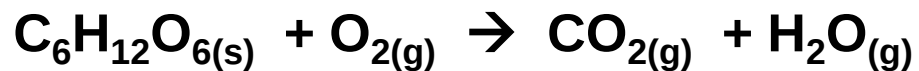
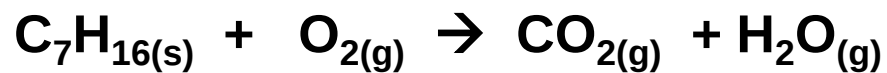
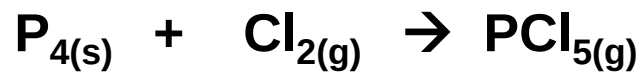
מאוזן

כללים:

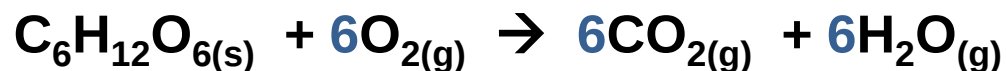
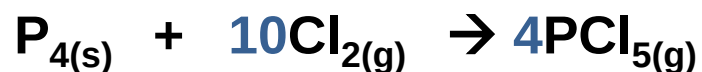
1. הקפידו שלא לשנות את סמלי היסודות ונוסחאות החומרים (ע"י שינוי הציון התחתי). שינוי סמל או נוסחה כמוהו כשינוי החומר בתגובה, הוסיפו רק מקדמים מספריים (המספרים הגדולים).
2. בחרו את המקדמים המספריים הנמוכים ביותר וללא שברים.

זכרו: מקדם לפני נוסחה מכפיל את כל האטומים בנוסחה,
לפיכך: ב- $2\text{H}_2\text{O}$ יש: 4H , 2O

אזנו את התגובות הבאות

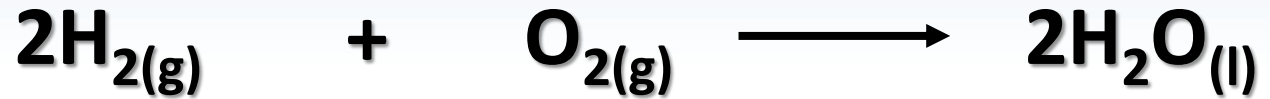


המשוואות המאוזנות:

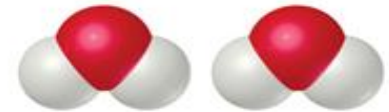


התגובה שמשגרת חלליות לירח

משוואה:



מולקולות:

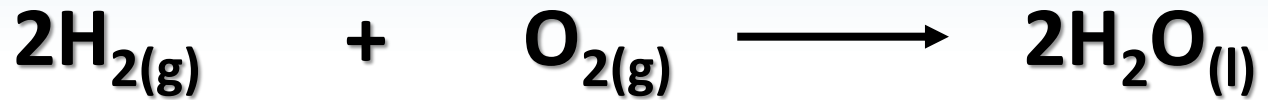


שתי מולקולות של מימן
ומולקולת חמצן אחת-
מייצרות שתי מולקולות מים.

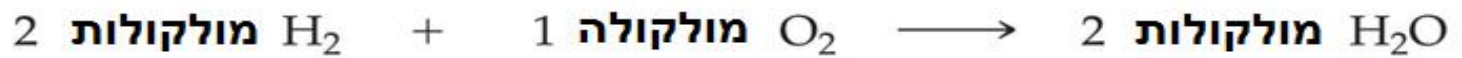
התגובה אינה מזהמת והמים
משמשים את האסטרונאוטים בחלל.

יחסים וכמויות בתגובות כימיות

משוואה:



מולקולות:



החומרים

$\text{H}_{2(g)}$

$\text{O}_{2(g)}$

$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$

היחס

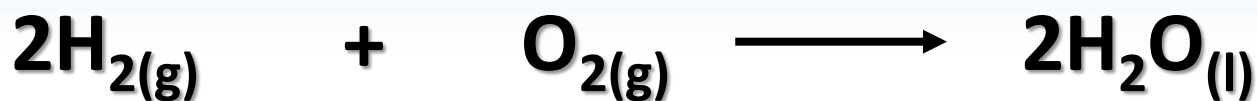
2

1

2

יחסים וכמויות בתגובות כימיות

משוואה:



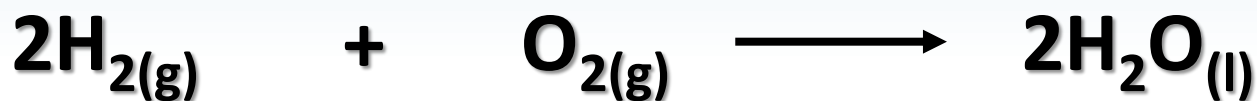
מולקולות:



החומרים	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
היחס	2	1	2
(מס' מולקולות)	10	5	10

יחסים וכמויות בתגובות כימיות

משוואה:



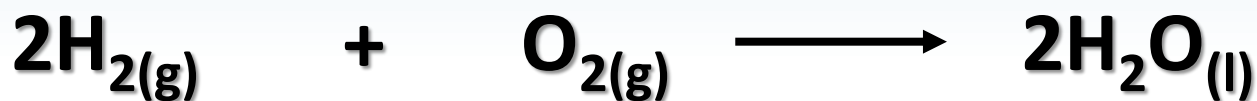
מולקולות:



החומרים	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
היחס	2	1	2
(מס' מולקולות)	10	5	10
(מס' מולקולות)	250,000	125,000	250,000

יחסים וכמויות בתגובות כימיות

משוואה:



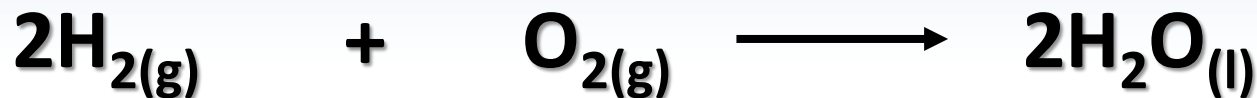
מולקולות:



החומרים	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
יחס	2	1	2
(מס' מולקולות)	10	5	10
(מס' מולקולות)	$2 \times 6 \times 10^{23}$	6×10^{23}	$2 \times 6 \times 10^{23}$
ולכן במולים	2 מול	1 מול	2 מול

יחסים וכמויות בתגובות כימיות

משוואה:



מולקולות:



החומרים	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
יחס	2	1	2
(מס' מולקולות)	10	5	10
(מס' מולקולות)	$2 \times 6 \times 10^{23}$	6×10^{23}	$2 \times 6 \times 10^{23}$
ולכן במולים	2 מול	1 מול	2 מול
מסה $n = \frac{m}{M_w}$	4 גרם	32 גרם	36 גרם

- א. ניסוח התהליך.
- ב. קביעת יחס המולים בניסוח תגובה מאוזן.
- ג. חישוב מסה מולרית של כל אחד מהמגיבים ומהתוצרים.
- ד. תרגום המסות הנתונות בניסוי הספציפי למספר מולים בניסוי הספציפי על פי יחס המולים בתגובה.
- ה. תרגום מספר המולים של החומר הנדרש בניסוי הספציפי, למסה (באמצעות מסה מולרית).

$$n = \frac{m}{M_w} \quad \text{מסה בניסוי ספציפי} \\ \text{מסה מולרית} = \text{מספר מולים}$$

התגובה שמורידה לחם מהשמיים

תהליך הבר להפקת אמוניה :



2 מולקולות של NH_3 3 מולקולות של H_2 1 מולקולה של N_2

2 מול של NH_3 3 מול של H_2 1 מול של N_2

המשוואה המאוזנת מראה את יחסי המולים בתגובה:

מול אחד של N_2 מגיב עם 3 מול של H_2 ומתקבלים 2 מול NH_3



פריץ הבר
1868-1934

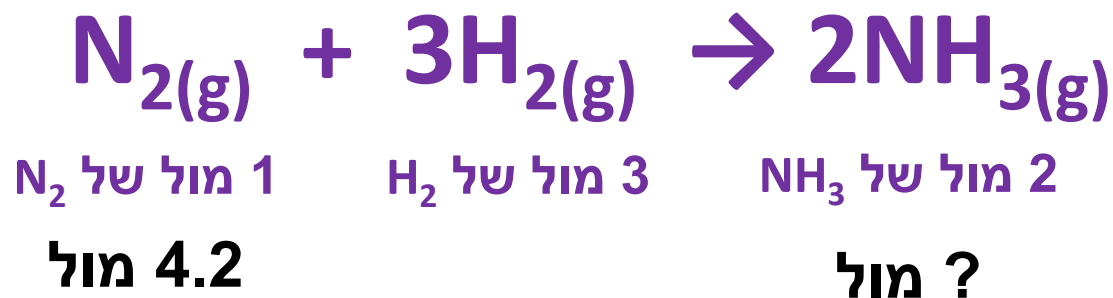
התהליך נקרא
תהליך הבר, על
שם פריץ הבר
שפיתח אותו.

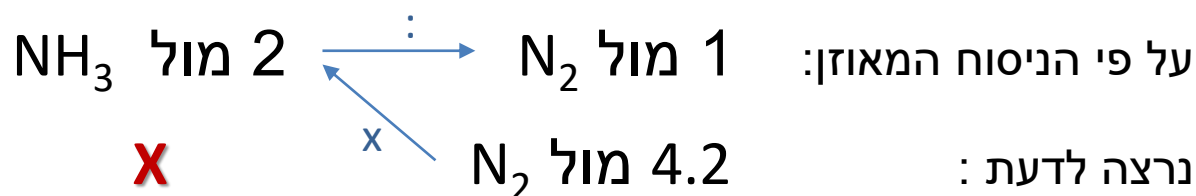
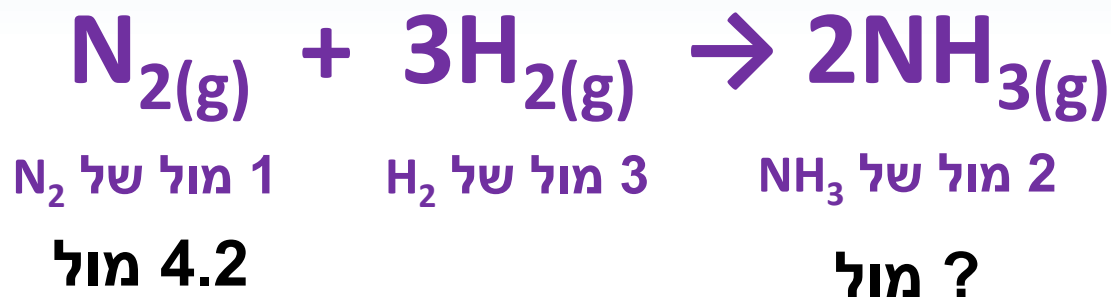
ב-1918 קיבל הבר
פרס נובל על פיתוח
תהליך זה.

הפקת האמוניה מחנקן
אטמוספרי היא הבסיס
לייצור דשנים
הנדרשים לחקלאות



כמה מולים של NH_3 נקבל בתגובה של 4.2 מול N_2 ?





נחשב על פי היחסים (צמצום והרחבה/כפל בהצלבה/ערך משולש)

ערך משולש: $X = 4.2 \times 2 : 1 = 3.2$

בתגובה של 4.2 מול של N_2 נקבל 8.4 מול NH_3

$$n = \frac{N}{N_a}$$

משוואה ראשונה:

מול/מספר/מספר אבוגדרו

$$M_w = \frac{m}{n}$$

משוואה שנייה:

מול/מסה/מסה מולרית

N_a – מספר אבוגדרו: $6.02 \cdot 10^{23}$

N – מספר החלקיקים (יש להגדירם!)

n – מספר המולים (מול)

M_w – מסה מולרית (גר/מול)

m – מסה (גר)

כמה מולים של KClO_3 התפרקו על מנת לקבל 9 מול של הגז חמצן?



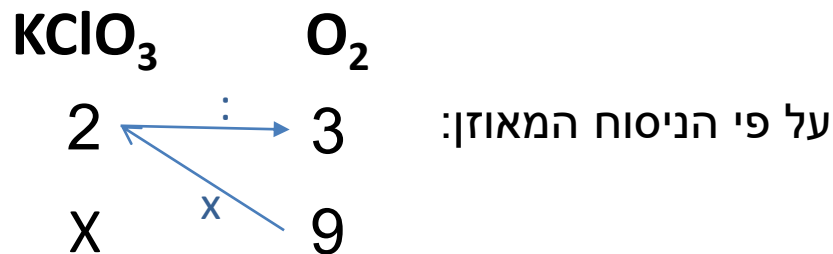
א. 7.5 מול

ב. 4.5 מול

ג. 3 מול

ד. 6 מול

כמה מולים של KClO_3 התפרקו על מנת לקבל 9 מול של הגז חמצן?



$$X = 6 \text{ mol KClO}_3$$

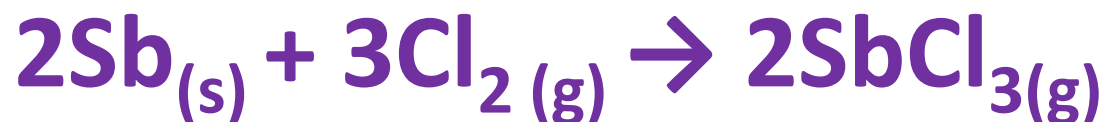
א. 7.5 מול

ב. 4.5 מול

ג. 3 מול

ד. 6 מול

כמה מולים של כלור גזי נדרשים על מנת להגיב עם 5 מול
אנטימון?



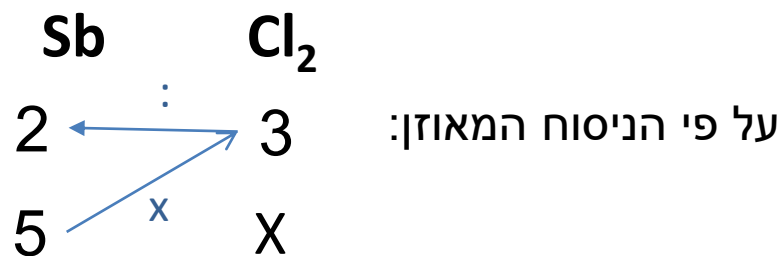
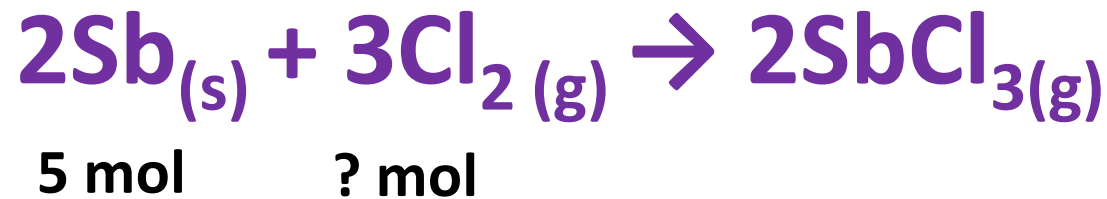
א. 7.5 מול

ב. 4.5 מול

ג. 3 מול

ד. 6 מול

כמה מולים של כלור גזי נדרשים על מנת להגיב עם 5 מול אנטימון?



$$X = 7.5 \text{ mol Cl}_2$$

א. 7.5 מול

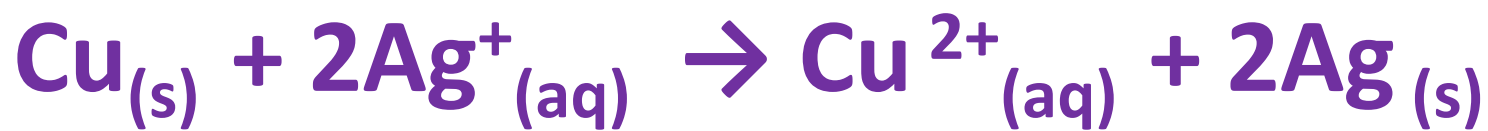
ב. 4.5 מול

ג. 3 מול

ד. 6 מול

במעבדה ובתעשייה אנחנו בדרך כלל נתחיל במספר גרמים נתון ונרצה לדעת כמה גרמים של מגיב נוסף יש לקחת או כמה גרמים של תוצר ייווצרו.

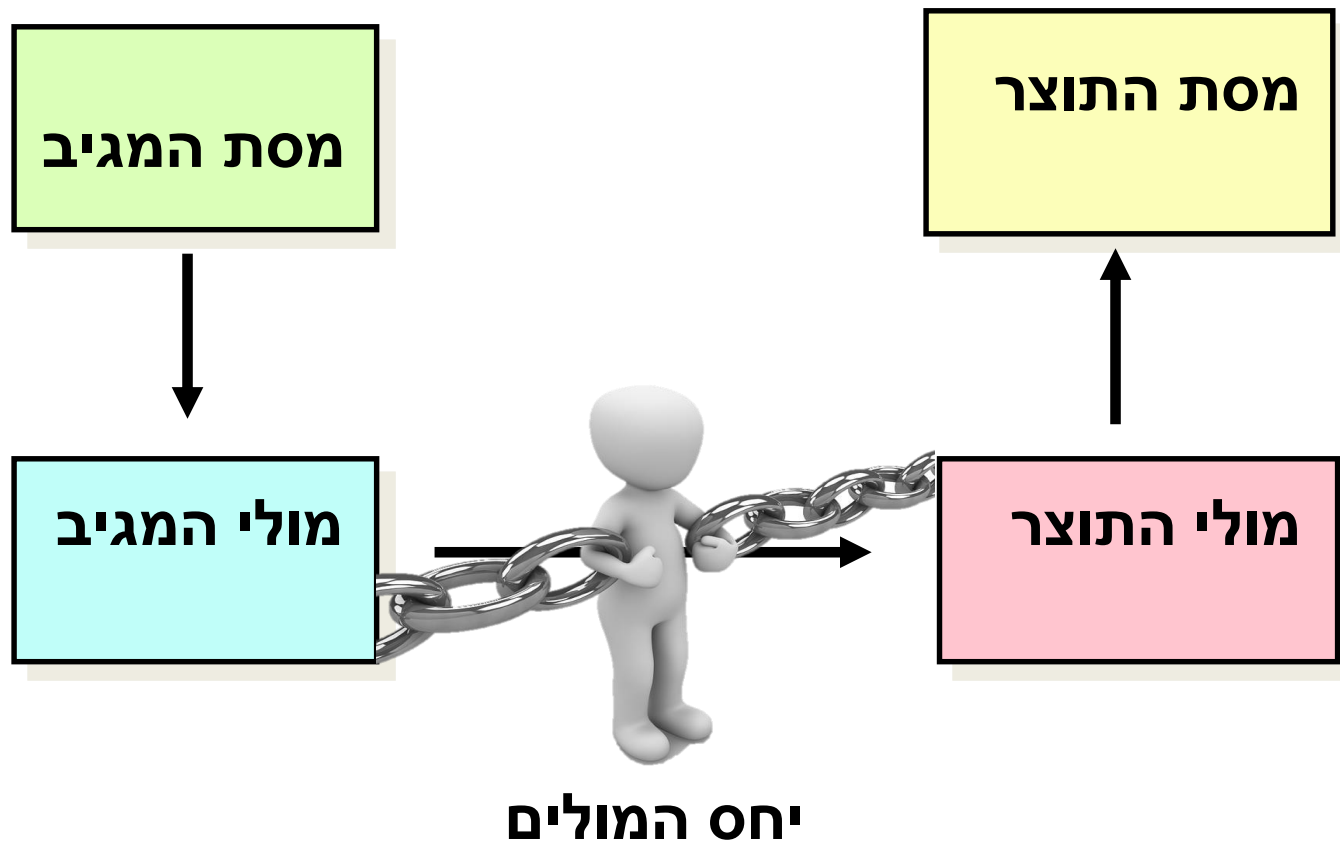
לדוגמה, נתונה התגובה:



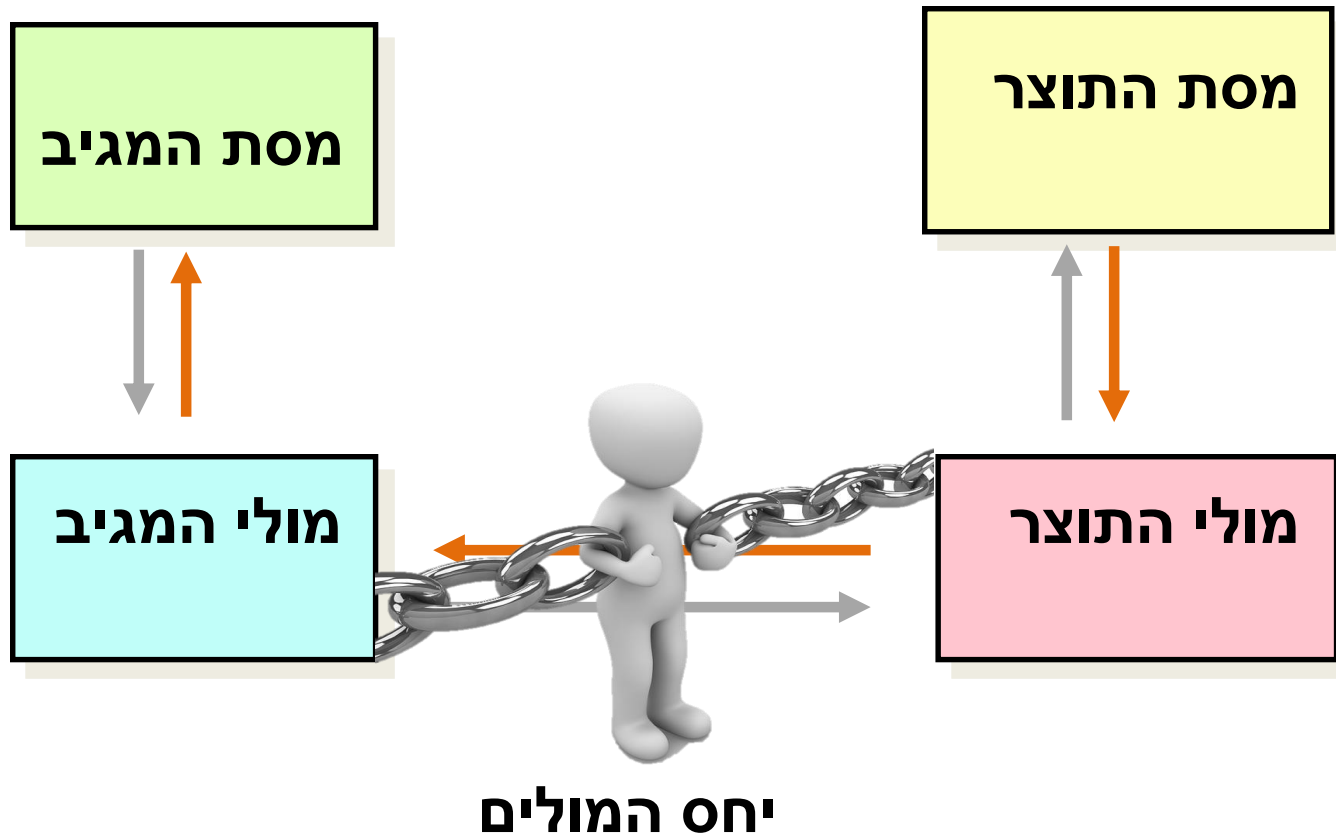
אם ידועה מסת הנחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, שהגיבה,

מהי מסת הכסף, $\text{Ag}_{(s)}$, שתתקבל?

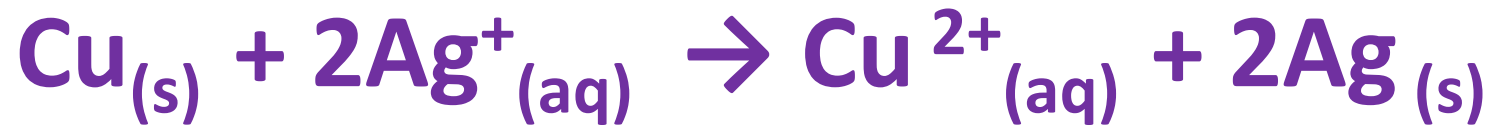
כיצד ניגשים לפתרון התרגיל?



כיצד ניגשים לפתרון התרגיל?



נתונה התגובה:



במעבדה השתמשו בגרם אחד נחושת, $\text{Cu}_{(s)}$,
שהגיבה במלואה, מהי מסת הכסף, $\text{Ag}_{(s)}$,
שתתקבל?



יחסי
מולים

נתונים

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

יחסים וכמויות בתגובות כימיות



יחסי
מולים

1 : 2 : 1 : 2

נתונים

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

יחסים וכמויות בתגובות כימיות



יחסי
מולים

1 : 2 : 1 : 2

נתונים

גרם $m = 1$

גרם/מול $Mw = 63.55$

גרם $m = ?$

גרם/מול $Mw = 107.9$

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

יחסים וכמויות בתגובות כימיות



יחסי
מולים

1 : 2 : 1 : 2

נתונים

גרם $m = 1$

גרם/מול $Mw = 63.55$

$m = ?$

גרם/מול $Mw = 107.9$

מספר
מולים

$$n = \frac{m}{Mw}$$

$$n = \frac{1}{63.55} = 0.0157 \text{ מול}$$

חישוב
הנעלם

יחסים וכמויות בתגובות כימיות



יחסי
מולים

1 : 2 : 1 : 2

נתונים

$m = 1$ גרם

$Mw = 63.55$ גרם/מול

$m = ?$

$Mw = 107.9$ גרם/מול

מספר
מולים

$$n = \frac{m}{Mw}$$

$$n = \frac{1}{63.55} = 0.0157 \text{ מול}$$

לפי יחסי מולים (1:2)



$$2 \times 0.0157 =$$

$$0.0314 \text{ מול}$$

חישוב
הנעלם

יחסים וכמויות בתגובות כימיות



יחסי
מולים

1 : 2 : 1 : 2

נתונים

$m = 1$ גרם

$Mw = 63.55$ גרם/מול

$m = ?$

$Mw = 107.9$ גרם/מול

מספר
מולים

$$n = \frac{m}{Mw}$$

$$n = \frac{1}{63.55} = 0.0157 \text{ מול}$$

לפי יחסי מולים (1:2)



$$2 \times 0.0157 =$$

$$0.0314 \text{ מול}$$

$$m = n \times Mw$$

$$m = 0.0314 \times 107.9$$

$$= 3.4 \text{ גרם}$$

חישוב
הנעלם

בתגובה של 1 גרם נחושת יתקבלו 3.4 גרם כסף

תהליך הבעירה של מגנזיום כרוך בפליטה של אור חזק מאד.
בעבר שימש מגנזיום להבזק (פלאש) של מצלמות ועדיין משמש
לזיקוקים. תוצר הבעירה של המגנזיום הוא תחמוצת מגנזיום MgO

א- כמה גרם תחמוצת מגנזיום תתקבל מבעירה של 10 גרם
מגנזיום?

ב- מה מסת החמצן שהגיב?



תהליך הבעירה של מגנזיום כרוך בפליטה של אור חזק מאד. תוצר הבעירה של המגנזיום הוא תחמוצת מגנזיום MgO

ניסוח ואיזון התגובה:



יחסי
מולים

נתונים

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

שאלה 3 - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

נתונים

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

שאלה 3 - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

גרם 10 = m

m = ?

m = ?

נתונים

Mw=24.3 גרם/מול

Mw=32 גרם/מול

Mw=40.3 גרם/מול

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

שאלה 3 - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

גרם $m = 10$

$m = ?$

$m = ?$

נתונים

גרם/מול $Mw = 24.3$

גרם/מול $Mw = 32$

גרם/מול $Mw = 40.3$

$$n = \frac{m}{Mw}$$

מספר
מולים

$$n = \frac{10}{24.3} = 0.41 \text{ מול}$$

חישוב
הנעלם

שאלה 3 - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

גרם $m = 10$

$m = ?$

$m = ?$

נתונים

גרם/מול $Mw = 24.3$

גרם/מול $Mw = 32$

גרם/מול $Mw = 40.3$

$$n = \frac{m}{Mw}$$

מספר
מולים

$$n = \frac{10}{24.3} = 0.41 \text{ מול}$$

לפי יחסי מולים (2:2)



0.41 מול

חישוב
הנעלם

שאלה 3 - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

גרם $m = 10$

$m = ?$

$m = ?$

נתונים

גרם/מול $Mw = 24.3$

גרם/מול $Mw = 32$

גרם/מול $Mw = 40.3$

$$n = \frac{m}{Mw}$$

מספר
מולים

$$n = \frac{10}{24.3} = 0.41 \text{ מול}$$

לפי יחסי מולים (2:2)



0.41 מול

חישוב
הנעלם

$$m = n \times Mw$$

$$m = 0.41 \times 40.3$$

גרם 16.5

בתגובה של 10 גרם מגנזיום יתקבלו 16.5 גרם של תחמוצת המגנזיום

שאלה 3 ב - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

גרם 10 $m =$

$m = ?$

$m = ?$

נתונים

גרם/מול $Mw = 24.3$

גרם/מול $Mw = 32$

גרם/מול $Mw = 40.3$

$$n = \frac{m}{Mw}$$

מספר
מולים

$$n = \frac{10}{24.3} = 0.41 \text{ מול}$$

$(2:1)$

$$\frac{0.41}{2} = 0.205 \text{ מול}$$

0.41 מול

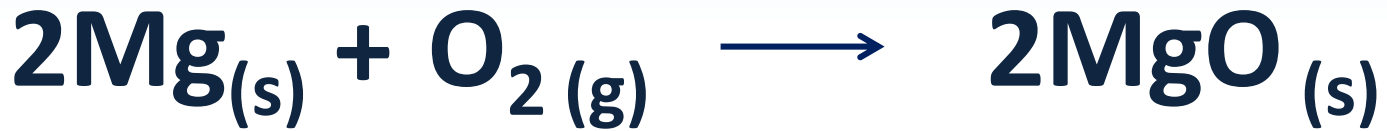
$$m = n \times Mw$$

חישוב
הנעלם

$$m = 0.41 \times 40.3$$

גרם 16.5

שאלה 3 ב - פתרון



יחסי
מולים

2

:

1

:

2

גרם $m = 10$

$m = ?$

$m = ?$

נתונים

גרם/מול $M_w = 24.3$

גרם/מול $M_w = 32$

גרם/מול $M_w = 40.3$

$$n = \frac{m}{M_w}$$

מספר
מולים

$$n = \frac{10}{24.3} = 0.41 \text{ מול}$$

(2:1)



$0.41/2$

0.205 מול

0.41 מול

$$m = n \times M_w$$

$$m = n \times M_w$$

$$m = 0.205 \times 32 = 6.5$$

$$m = 0.41 \times 40.3$$

$= 6.5 \text{ גרם}$

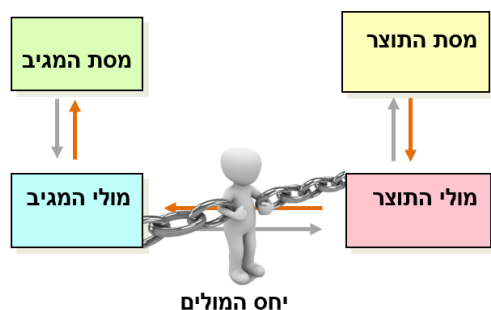
$= 16.5 \text{ גרם}$

חישוב
הנעלם

לתגובה של 10 גרם מגנזיום נדרשים 6.5 גרם חמצן

סיכום: שלבים בפתרון בעיות כמותיות בתגובות כימיות

- א. ניסוח התהליך.
- ב. קביעת יחס המולים בניסוח תגובה מאוזן.
- ג. חישוב מסה מולרית של כל אחד מהמגיבים ומהתוצרים.
- ד. תרגום המסות הנתונות בניסוי הספציפי למספר מולים.
- ה. מעבר מחומר הנתון בניסוי לחומר הנדרש בעזרת יחס המולים.
- ו. תרגום מספר המולים של החומר הנדרש בניסוי הספציפי, למסה (באמצעות מסה מולרית).



המשוואות המתמטיות (עד עכשיו)

$$n = \frac{N}{N_A}$$

משוואה ראשונה:

מול/מספר/מספר אבוגדרו

$$n = \frac{m}{M_w}$$

משוואה שנייה:

מול/מסה/מסה מולרית

N_A – מספר אבוגדרו: $6.02 \cdot 10^{23}$

N – מספר החלקיקים (יש להגדירם!)

n – מספר המולים (מול)

M_w - מסה מולרית (גר'/מול)

m – מסה (גר')

נזכרנו באיזון משוואות 

למדנו כיצד בעזרת יחסי המולים במשוואה מאוזנת ניתן 

לחשב כמויות (מספר מולים ומסות) של המגיבים

והתוצרים.

תרגלנו חישובים סטוכיומטריים בתגובה 