

כימיאדה- האולימפיאדה הארצית בכימיה לנוער תשפ"ו

שאלות הכנה לשלב ב'

מצורפות 3 שאלות הכנה לשלב ב' של הכימיאדה לשנת תשפ"ו. מטרתן להכין אתכם לסגנון ולחשיבה הדרושים על מנת לעבור את שלב המיון השני. אנא פתרו באופן עצמאי את השאלות. פתרונות סופיים יפורסמו כשבוע לפני מועד שלב ב' בקבוצת הוואצאפ: <https://chat.whatsapp.com/LYQ1zDb5YU22WpO7FNiZ0B>

בהצלחה!

שאלה 1

גז בינארי (מורכב משני יסודות בלבד) מסוים **M** הוא חסר צבע וחסר ריח. הגז מכיל 27.27% פחמן לפי מסה והשאר חמצן. גז זה נוצר בתהליכים ביולוגיים רבים ומשמש גם בתעשיית המזון ליצירת משקאות מוגזים.

הגז **M** נוצר בתעשייה על ידי חימום של חומר מוצק **D**, אשר מתפרק לגז **M** ולחומר מוצק **E** ביחס 1:1. נתון שהמסה המולרית של חומר **E** היא 56.08 gr/mol הנוסחה האמפירית שלו מורכבת משני יסודות בלבד, כאשר אחד מהם הוא מתכת אלקאלית עפרורית.

דרך נוספת לייצור היא ע"י בתגובה של גז בינארי **P**, המכיל את אותם היסודות כמו גז **M**, עם חמצן.

- מצאו את החומרים הנעלמים **M, D, E, P**.
- נסחו את שתי התגובות המתוארות בשאלה.
- קבעו את דרגות החימצון ליסודות בכל התגובות וציינו אילו מהתגובות הן תגובות חימצון חיזור.

נתון שתגובת הפירוק של **D** ליצירת **M** ו-**E** מתרחשת ב 900°C בכלי בנפח 10 ליטר, והיא מגיעה לשיווי משקל כאשר $K_c(900^{\circ}\text{C}) = 0.0108$.

ד. מהי המסה של גז **M** בשיווי משקל?

נתונות 3 מערכות עם ההרכבים הבאים בתנאים אלו (900°C , 10L):

- 15.0 g **D**, 15.0 g **E**, and 4.25 g **M**
- 2.5 g **D**, 25.0 g **E**, and 5.66 g **M**
- 30.5 g **D**, 25.5 g **E**, and 6.48 g **M**

ה. האם המסה של מוצק **D** צפויה לעלות, לרדת או להישאר קבועה, בהגעה של כל מערכת לשיווי משקל.

שאלה 2 – טילים ולחצים

האטמוספירה של כדור הארץ היא מעטפת הגזים המקיפה את כוכב הלכת ומאפשרת קיום חיים באמצעות ויסות הטמפרטורה, הגנה מקרינה מסוכנת ואספקת גזים חיוניים לתהליכים ביולוגיים. נהוג לחלק את האטמוספירה למספר שכבות עיקריות בהתאם לשינויים בטמפרטורה ובמאפיינים הפיזיקליים עם הגובה. השכבה התחתונה היא **הטרופוספירה**, שבה מתרחשים רוב תהליכי מזג האוויר והיא מכילה את מרבית מסת האוויר. מעליה נמצאת **הסטרטוספירה**, הכוללת את שכבת האוזון הסופגת חלק ניכר מהקרינה האולטרה-סגולה של השמש. מעל הסטרטוספירה מצויה **המזוספירה**, שבה רוב המטאורים הנכנסים לאטמוספירה נשרפים. מעליה נמצאת **התרמוספירה**, המאופיינת בטמפרטורות גבוהות וביינון של גזים, ובה מתרחשות תופעות כמו הזוהר הקוטבי. השכבה החיצונית ביותר היא **האקסוספירה**, שבה צפיפות הגזים נמוכה מאוד והיא מהווה מעבר הדרגתי אל החלל החיצון.

יירוט של טילים בליסטיים יכול להתרחש בגבהים שונים בהתאם למערכת ההגנה, אך לרוב הוא מתבצע בשכבות העליונות של האטמוספירה – בעיקר באזור המזוספירה והתרמוספירה, ולעיתים אף מחוץ לאטמוספירה.

להזכירכם: משוואת הגזים האידיאליים- $PV = nRT$, $R = 0.082 \frac{\text{lit} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

בסעיפים א-ג נתייחס לשכבה הראשונה- הטרופוספירה. נניח שלושת הגזים העיקריים בשכבה זו, כלומר באוויר, באחוזים מולריים הם:

- 78.8% חנקן (N_2)
- 21.1% חמצן (O_2)
- 0.1% ארגון (Ar)

א. חשבו את המסה של מול אחד של אוויר בטרופוספירה. הקפידו על 3 ספרות משמעותיות בפתרונותיכם.

הטרופוספירה מגיעה לגובה של כ-10 ק"מ מעל פני הקרקע.

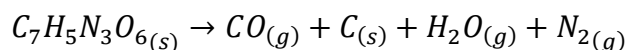
ב. בהנחה שכדור הארץ הוא כדור מושלם בעל רדיוס של 6371 km, העריכו את נפח האוויר בליטרים, בטרופוספירה.

לחץ ברומטרי הוא הלחץ הנוצר על ידי עמודת אוויר על פני הקרקע ומחושב ע"י הביטוי

$P = \rho gh$. כאשר ρ היא צפיפות האוויר בעמודה, g הוא כוח הכבידה (9.8 m/sec^2) ו- h הוא גובה העמודה.

ג. חשבו את הלחץ הברומטרי ביחידות של פסקל $P_a = \frac{N}{m^2} = \frac{kg}{sec^2 \cdot m}$. הניחו צפיפות אחידה לכל עמודת האוויר בטרופוספירה.

טיל חץ 2 מיירט טילים בשכבת המזוספירה, והינו בעל ראש קרב המכיל 150 ק"ג חומר נפץ. ביירוט בודד טיל חץ 2 פוגע בטיל איראני המכיל 400 ק"ג חומר נפץ וגורם להתפוצצות מלאה באטמוספירה. נניח שחומר הנפץ בשני הטיילים הוא טריניטרוטולואן (TNT), שנוסחתו $C_7H_5N_3O_6$, ומתפרק בהתפוצצות לפי המשוואה הבאה (יש לאזן):



שכבת המזוספירה היא בגובה של כ-70 ק"מ, שם הלחץ הסביבתי הוא 10^{-3} אטמוספירה. הניחו שטמפרטורת הגזים לאחר הפיצוץ היא $3000^\circ C$, וכי ברגע הראשוני לאחר הפיצוץ הגזים כלואים בנפח של 1 m^3 .

ד. חשבו את לחץ הגזים המשתחררים בפיצוץ. הניחו שכל התוצרים הגזיים מתנהגים כגז אידיאלי.

ה. מדוע בתוצרי התגובה במזוספירה הפחמן מופיע בצורות $CO_{(g)}$, $C_{(s)}$, ולא בצורה של פחמן דו חמצני, כפי שאנו רגילים לראות בתגובות שריפה?

שאלה 3 – פרדוקס החומצות המדוללות

נתונות ארבע תמיסות מימיות של חומצות חד-פרוטיות בטמפרטורת החדר.

תמיסה א: חומצה פורמית $HCOOH$, בריכוז 0.01 M, $(K_a = 1.8 \times 10^{-4})$

תמיסה ב: חומצה אצטית CH_3COOH , בריכוז 0.01 M, $(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$

תמיסה ג: חומצה אצטית 0.01 M בנוכחות 0.01 M נתרן אצטט CH_3COONa

תמיסה ד: חומצת מימן יודי HI , בריכוז 0.01 M, $(K_a \gg 1)$

א. כתבו עבור כל חומצה את משוואת הפירוק שלה.

ב. ללא חישוב מפורט, סדרו את ארבע התמיסות לפי ערך ה-pH מהנמוך לגבוה. נמקו באופן איכותי בלבד.

ג. באיזו תמיסה אחוז הפירוק של החומצה הוא הקטן ביותר? אחוז הפירוק הוא אחוז החומצה שהגיבה והתפרקה במים, ביחס לכמות החומצה ההתחלתית.

ד. חשבו בקירוב את ריכוז יוני H^+ בתמיסה ב (חומצה אצטית בלבד). ציין הנחות שביצעת במהלך החישוב.

ה. הסבירו באמצעות שיקולי שיווי משקל מדוע הוספת CH_3COONa לתמיסה ג משנה את ה-pH ביחס לתמיסה ב, למרות שריכוז החומצה זהה.