

חמד"ע - מרכז לחינוך מדעי

ב ח י נ ה ב כ י מ י ה
ב מ ת כ ו נ ת ב ג ר ו ת

השלמה מ- 3 ל- 5 יחידות לימוד

תשע"ו - 2016

הוראות לנבחן

משך הבחינה: שעה וחצי

מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.

פרק ראשון 50 נקודות

פרק שני 50 נקודות

סה"כ 100 נקודות

כתבו בדפי הבחינה בלבד. כתבו כל מה שברצונכם לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה) על עמודים נפרדים. כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה.
הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ח ל ח ה

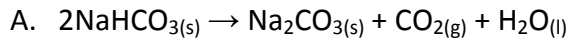
נושא חובה - אנרגטיקה ודינמיקה

ענה על אחת מן השאלות 1 – 2.

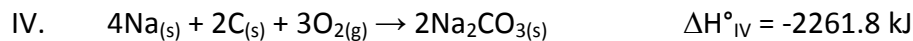
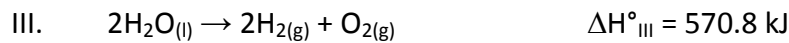
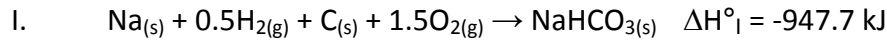
מעכבי בעירה הם חומרים המשולבים במוצרים דליקים כדי לעכב את שלבי ההתלקחות של החומר הדליק, לרסן את הבעירה ולעכב את זמן התפשטותה. קיימים מעכבי בעירה שונים הנבדלים בדרך פעולתם ובאופן שבו הם מעכבים את תהליך הבעירה.

אחד החומרים המשמשים כמעכב בעירה הוא סודה לשתייה, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$.

לפניך תגובה A, תגובת פירוק של $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ בחימום:



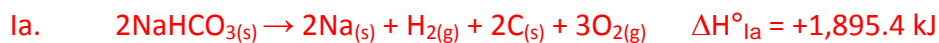
נתונות התגובות הבאות:



א. חשב את שינוי האנתלפיה בתגובה A. פרט חישובים. (7 נק)

נחשב על פי חוק הס:

נהפוך את תגובה I ונכפילה ב-2 כדי לקבל את תגובה Ia, ובמקביל נהפוך את הסימן של $\Delta H^\circ_{\text{I}}$ ונכפיל את ערכו:



נשאיר את תגובה II כפי שהיא (מול CO_2 בתוצרים)

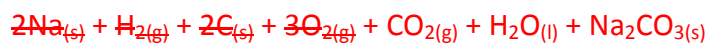
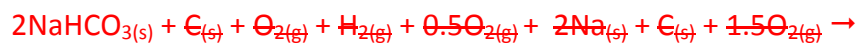
נהפוך את תגובה III ונחלק אותה ב-2 כדי לקבל את תגובה IIIa, ובמקביל נהפוך את הסימן של $\Delta H^\circ_{\text{III}}$ ונחלק את ערכו ב-2:



נחלק את תגובה IV ב-2 כדי לקבל את תגובה IVa, ובמקביל נחלק ערכו של $\Delta H^\circ_{\text{IV}}$ ב-2:

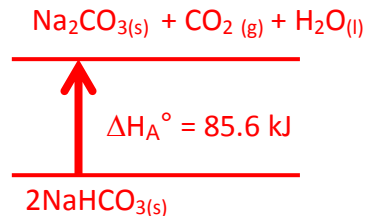


נחבר את כל התגובות ואת כל ערכי ΔH° שקיבלנו:

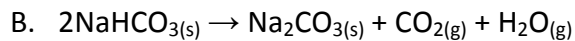


$$\Delta H^\circ_{\text{A}} = \Delta H^\circ_{\text{Ia}} + \Delta H^\circ_{\text{II}} + \Delta H^\circ_{\text{IIIa}} + \Delta H^\circ_{\text{IVa}} = 1,895.4 - 393.5 - 285.4 - 1,130.9 = +85.6 \text{ kJ}$$

ב. סרטט ייצוג גרפי של שינוי האנרגיה הפנימית של המערכת במהלך התגובה A. (5 נק)



במטרה לחקור את התגובה, הכניסו 84 גרם של $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ לתוך כלי מתכתי וסגרו את הכלי. את הכלי המתכתי הסגור הכניסו למיכל מבודד המכיל שמן שהטמפרטורה שלו היא 500°C . מתרחשת תגובה B:



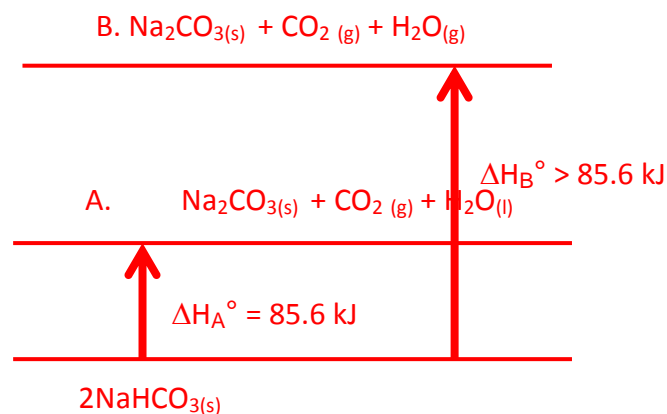
ג. מהי המערכת ומהי הסביבה? (4 נק)

מערכת: גבישי $\text{NaHCO}_3(\text{s})$, גבישי Na_2CO_3 ומולקולות פחמן דו-חמצני ומים. סביבה: השמן במיכל (בהזנחת הכלים עצמם).

ד. האם המערכת פתוחה / סגורה / מבודדת. הסבר. (4 נק)

המערכת סגורה: אין מעבר חומר, החומרים בכלי מתכתי סגור ויש מעבר אנרגיה כימתת מוליכה חום.

ה. האם שינוי האנתלפיה בתגובה B גדול / קטן / שווה לזה של תגובה A? הסבר. (5 נק)
גדול יותר, המים בתוצרי תגובה B הם במצב גז, לכן האנתלפיה שלהם גבוהה יותר. ננמק באמצעות איור:



ו. האם במהלך התרחשות התגובה B האנרגיה הקינטית הממוצעת של הסביבה עולה / יורדת / לא משתנה. הסבר. (5 נק)

התגובה אנדותרמית, אנרגיה עוברת מן הסביבה אל המערכת, ולכן האנרגיה של הסביבה יורדת, כלומר האנרגיה הקינטית של הסביבה יורדת, וכך גם האנרגיה הקינטית הממוצעת

ii. כיצד נמדוד את השינוי בסביבה? (2 נק)

נמדוד ירידה בטמפרטורת השמן.

נתון כי אנתלפיית האידוי של המים 44 kJ/mol . בנוסף, הטבלה הבאה מציגה נתונים של ערכי אנטרופיה מולרית תקינית של החומרים המשתתפים בתגובה:

החומר	אנטרופיה מולרית תקינית, S° , J/molK
$\text{NaHCO}_3(s)$	102.1
$\text{Na}_2\text{CO}_3(s)$	136
$\text{H}_2\text{O}(g)$	188.7
$\text{CO}_2(g)$	213.6

ז. חשב את השינוי של האנטרופיה של הסביבה במהלך התרחשות התגובה B ב- 500°C ? פרט חישובים. (6 נק)

ראשית נחשב על פי חוק הס את ΔH° של תגובה B בעזרת הגרף למעלה, נוסיף את אנתלפיית הרתיחה של מים לשינוי האנתלפיה בתגובה A:

$$\Delta H^\circ_B = 85.6 + 44 = 129.6 \text{ kJ}$$

נעביר ליחידות המתאימות, ג'אול ומעלות קלווין ונציב:

$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = -\Delta H^\circ/T = -129600\text{J}/773\text{K} = -167.7 \text{ J/K}$$

תוצאה הגיונית לתגובה אנדותרמית.

ח. חשב את שינוי האנטרופיה של תגובה B. פרט חישובים. (6 נק)

$$\Delta S^\circ_{\text{מערכת}} = \sum \Delta S^\circ_{\text{תוצרים}} - \sum \Delta S^\circ_{\text{מגיבים}} = [136 + 188.7 + 213.6] - [2 \times 102.1] = 538.3 - 204.2 = 334.1 \text{ J/K}$$

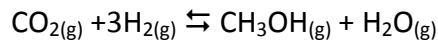
תוצאה הגיונית לתגובה שבו נוצרים שני מול גז.

ט. האם התגובה B ספונטנית ב- 500°C ? נמק בעזרת חישוב. (6 נק)

$$\Delta S^\circ_{\text{יקום}} = \Delta S^\circ_{\text{מערכת}} + \Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = 334.1 - 167.7 = +166.4 \text{ J/K} > 0$$

על פי החוק השני של התרמודינמיקה, תגובה ספונטנית כשינוי האנטרופיה של היקום חיובי. כלומר התגובה ספונטנית בטמפרטורה של 500°C מעלות.

2. סינגז, הוא מונח המתאר תערובת של גז מימן ופחמן חד חמצני או פחמן דו חמצני, המשמשת לייצור דלק ביולוגי כמו מתאנול או אתאנול. הגזים מגיבים ביניהם במספר תגובות אשר אחת מהן היא התגובה הנתונה:



נתונים ערכי אנרגיות הקשר הבאים:

קשר	אנתלפית קשר kJ/mol
H-H	436
O=C	803
C-O	358
H-C	413
O-H	465

א. האם האנתלפיה של התוצרים נמוכה או גבוהה מאנתלפיית המגיבים? פרט חישובים. **6 נקודות**

נשחב את שינוי האנתלפיה בתגובה בעזרת אנתלפיות קשר.

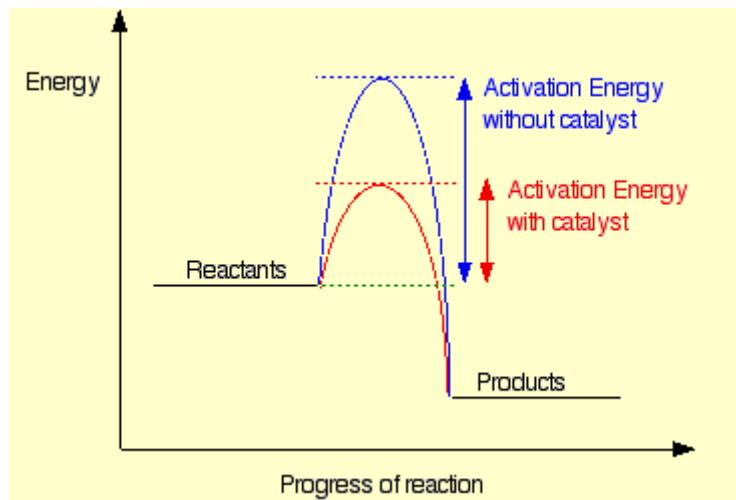
$$\Delta H = 2(\text{C}=\text{O}) + 3(\text{H}-\text{H}) - (3(\text{C}-\text{H}) + (\text{C}-\text{O}) + 3(\text{O}-\text{H}))$$

$$\Delta H = 2 \times 803 + 3 \times 436 - (3 \times 413 + 358 + 3 \times 465) = -78 \text{ kJ/mol}$$

התגובה היא תגובה אקסותרמית (ΔH שלילי) ולכן אנתלפיית המגיבים גבוהה מאנתלפיית התוצרים.

בתעשייה, כדי להוריד את הטמפרטורה שבה מתבצעת התגובה, מזרימים את תערובת המגיבים מקצה אחד של צינור העשוי ממתכת קטליטית ואוספים את התוצרים בקצה השני.

ב. מהו תפקיד המתכת בתגובה? הסבר תוך כדי שימוש בגרף המתאים. **6 נקודות**
המתכת משמשת כזרז. תפקידו של זרז להקטין את אנרגיית השפעול של התגובה ובכך לגרום לתגובה להתרחש בקצב מהיר יותר.



בתערובות של סינגז המיוצרות בתנאים שונים, מתקבל CO_2 בריכוזים שונים.

ג. הסבר ברמה המיקרוסקופית כיצד משפיע ריכוז ה- CO_2 המוזרם לצינור על קצב היווצרות המתאנול. **5 נקודות**
העלאת הריכוז של CO_2 מגבירה את קצב היווצרות התוצרים. ככל שריכוז המגיבים עולה, גדל הסיכוי להתנגשות בין מולקולות המגיבים, ולכן גדל גם הסיכוי להתנגשויות פוריות המובילות לתוצרים, בכל יחידת זמן.

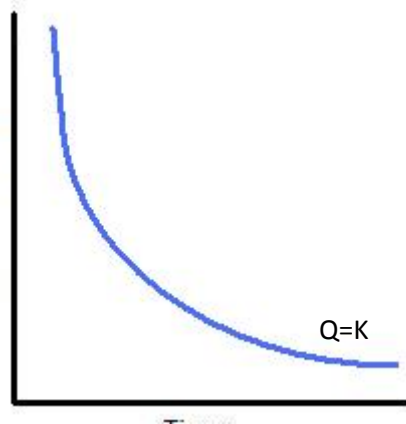
לבדיקת התהליך חוקרת ביצעה את התגובה ללא זרז בכמה כלים, המסומנים באותיות A עד C, שנפחם 2 ליטר.

לכלי A הוכנסה תערובת ובה 0.2102 מול H_2 ו-0.2034 מול CO_2 . ריכוזי החומרים בכלי נמדדו לאורך זמן. לאחר זמן מה התערובת הגיעה לשיווי משקל.

ד. תאר ברמה המיקרוסקופית את המערכת בשיווי משקל. **6 נקודות**
בשיווי משקל מתרחשות שתי התגובות, הישירה וההפוכה, בקצב זהה. מולקולות המגיבים, פחמן דו-חמצני ומימן, מתנגשות ויוצרות מתאנול ואדי מים, ובמקביל, מולקולות מתאנול ומים מתנגשות ליצירת פחמן דו-חמצני ומימן.

ה. i. שרטט גרף סכמטי המתאר כיצד משתנה הלחץ בכלים בזמן התרחשות התגובה. **6 נקודות**

לכלי התגובה הכניסו את המגיבים. התגובה הישירה היתה מועדפת עד הגעת המערכת לשיווי משקל. במגיבים 4 מול גז, בתוצרים 2 מול גז. ישנה ירידה במספר מולים של גז במהלך התרחשות התגובה ולכן הלחץ בכלי יקטן.



ii. תאר כיצד משתנה ערך מנת הריכוזים (Q) לאורך זמן המדידה. **3 נקודות**
הערך ההתחלתי של Q הוא אפס, 0, וככל שהתגובה מתקדמת Q עולה עד שהוא משתווה ל-K.

1. לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל נמדד ריכוז המתנול CH_3OH בכלי A ונמצא שווה ל: 0.0017M חשב את קבוע שיווי המשקל לתגובה זו. פרט חישובים. 6 נקודות

	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
מס' מולים התחלתי	0.2034	0.2102	0	0
יחס מולים בתגובה	1	3	1	1
שינוי במס' מולים	-0.0034	-3×0.0034	+0.0034	+0.0034
מס' מולים בש"מ	0.2	0.2	0.0034	0.0034
ריכוז בש"מ (M)	0.1	0.1	0.0017	0.0017

$$K = [\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})] \times [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] / [\text{CO}_2(\text{g})] \times [\text{H}_2(\text{g})]^3$$

$$K = 0.0017 \times 0.0017 / 0.1 \times 0.1^3 = 0.0289$$

בזמן מסויים בכלי B נמדדו הריכוזים הבאים:

$$[\text{CO}_2(\text{g})] = 0.08\text{M}$$

$$[\text{H}_2(\text{g})] = 0.1\text{M}$$

$$[\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})] = 0.0012\text{M}$$

$$[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = 0.001\text{M}$$

2. האם המערכת בכלי B נמצאת בשיווי משקל? הסבר ופרט חישובים. 6 נקודות
כדי לענות על השאלה נחשב את מנת הריכוזים:

$$Q = [\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})] \times [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] / [\text{CO}_2(\text{g})] \times [\text{H}_2(\text{g})]^3$$

$$Q = 0.0012 \times 0.001 / (0.08 \times 0.1^3) = 0.015$$

$Q \neq K$ המערכת עדיין לא הגיעה לש"מ.

כלי C הכניסה החוקרת תערובת מימן ופחמן דו-חמצני בריכוזים השווים לאלה שהכניסה לכלי A. התערובת הגיעה לשיווי משקל בכלי C בזמן קצר יותר מאשר בכלי A.

3. האם קבוע שיווי המשקל בכלי C קטן/ גדול/ שווה לקבוע שיווי המשקל בכלי A? נמק. 6 נקודות

זמן הגעה לש"מ מושפע מנוכחות של זרז או טמפרטורה. כיוון בשני המיכלים התגובה התבצעה ללא זרז השוני הוא בטמפרטורה. במיכל C התערובת הגיעה לש"מ בזמן קצר יותר, כלומר, הטמפרטורה בכלי C גבוהה יותר. בטמפרטורה גבוהה מועדפת התגובה האנדותרמית. חישבנו בסעיף א' שהתגובה הישירה אקסותרמית ($\Delta H = -78 \text{ kJ/mol}$) ולכן, במקרה זה תועדף התגובה ההפוכה. במצב שיווי משקל יהיה ריכוז התוצרים בכלי C נמוך יותר מאשר ריכוז התוצרים בכלי A. ומכיוון ששינוי הטמפ' משנה את K, קבוע שיווי משקל בכלי C יהיה נמוך יותר מאשר קבוע שיווי משקל בכלי A.

ענה על אחת מן השאלות 3 או 4

3. לפני העידן הדיגיטלי, נהגו להדפיס תמונות על גבי ניירות צילום רגישים לאור. כאשר אור פוגע בנייר, מתרחשת תגובה כימית שגורמת להופעת התמונה.

במעבדות צילום שבהן נהגו להדפיס תמונות בתהליך כימי היה אפשר לעבוד אך ורק באור אדום. אם היו מדליקים במעבדת הצילום מנורה באור לבן, התמונה הייתה נהרסת.

א. מדוע לדעתך אור אדום לא פגע בתמונה ואילו אור לבן הרס אותה? **5 נקודות**

אור לבן מכיל אורכי גל נוספים קצרים יותר בעלי אנרגיה גבוהה יותר. אורכי גל של אור אדום בעלי אנרגיה נמוכה ולכן לא פוגעים בתמונה.

במעבדת צילום שקלו להשתמש במנורה אדומה, הם התלבטו בין הנורות האלה:

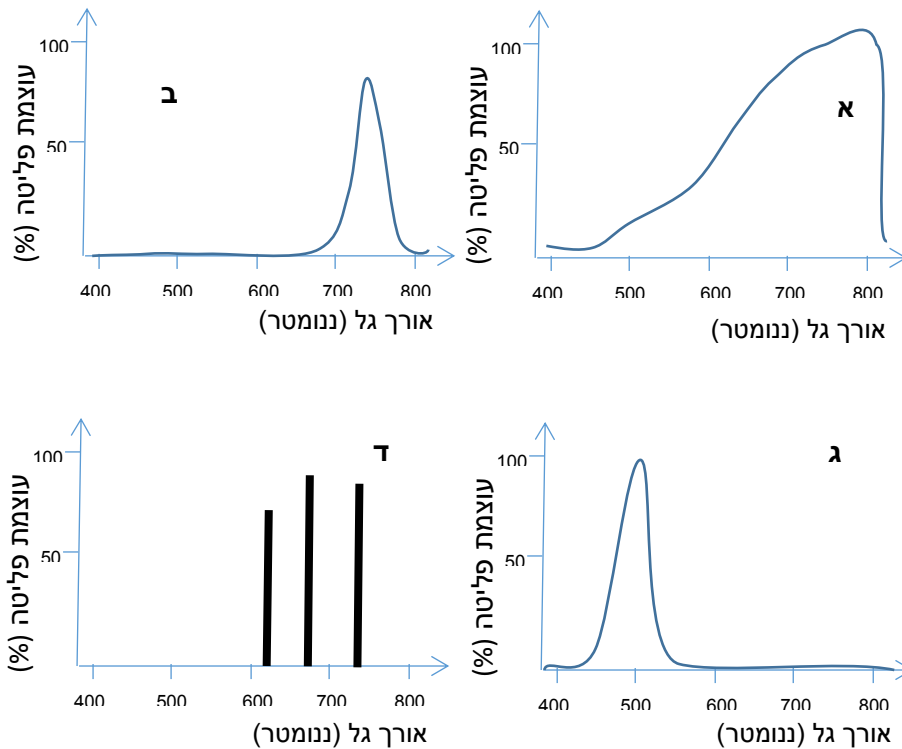
a. נורת פליטה המבוססת על גז נאון

b. נורת להט צבועה בצבע אדום

c. נורת LED אדומה

ג. לפניך ארבעה גרפי פליטה של נורות שונות. שלושה מהם מתאימים לנורות a,b,c.

i. התאם בין הגרפים לבין הנורות, נמק. **5 נקודות**



הנורה האדומה פולטת אור בתחום אורכי גל: 622-780nm, לכן גרף ג' לא מתאים לנורה אדומה.

גרף ד' – ספקטרום קוי (בדיד) מתאים לספקטרום פליטה אטומי ולכן מתאים לנורת פליטה המבוססת על גז נאון (a).

גרף ב' – תחום ספקטרום צר – מתאים לנורת LED אדומה (c).

גרף א' – תחום פליטה רחב יותר המתאים לנורת להט (b).

ii. מהו צבע האור שפולטת הנורה הרביעית, שבה לא בחרת? **5 נקודות**

הנורה הרביעית – גרף ג' בעלת פליטה מקסימלית באורך גל של 500nm ולכן בעלת צבע ירוק.

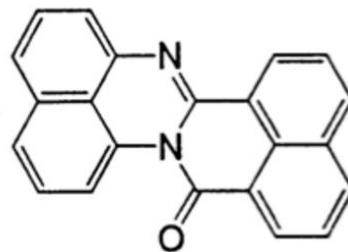
iii. מהי אנרגיית הפוטון שפולטת הנורה שבחרת בסעיף הקודם? פרט את החישובים. **5**

נקודות

$$E = hv = hc/\lambda = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 / 500 \times 10^{-9} = 3.98 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = 1240 / \lambda = 1240 / 500 = 2.48 \text{ eV}$$

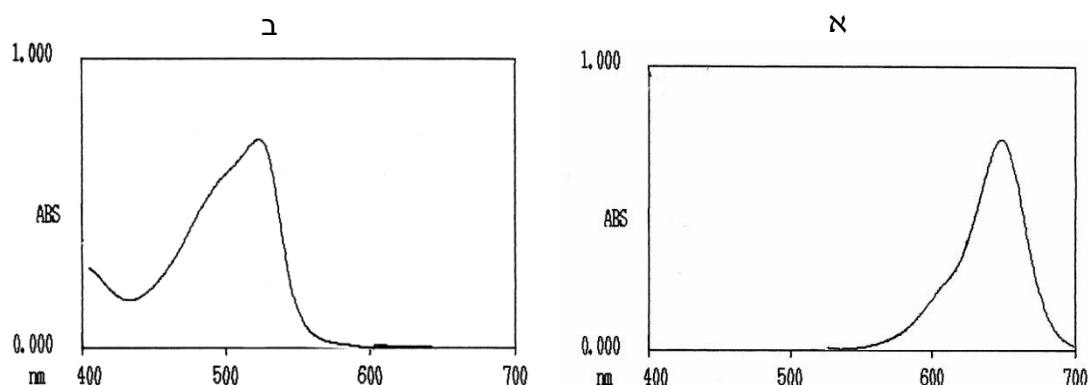
לבני לגו אדומות צבועות בצבען A שנוסחתו היא:



ג. הסבר מדוע לחומר המרכיב את צבען A יש צבע. **5 נקודות**

במולקולות של צבען A יש רצף ארוך של קשרי C=C מצומדים הגורמים לצמצום הפער האנרגטי בין אורביטלי HOMO לאורביטלי LUMO, נדרשת פחות אנרגיה לעירור אלקטרון, לכן האור הנבלע יכול להיות בתחום האור הנראה.

לפניך שני גרפים, א' ו-ב', המתארים את ספקטרום הבליעה של שני צבענים.



ד. i. מי משני הגרפים מתאים לצבען A, נמק. **5 נקודות**

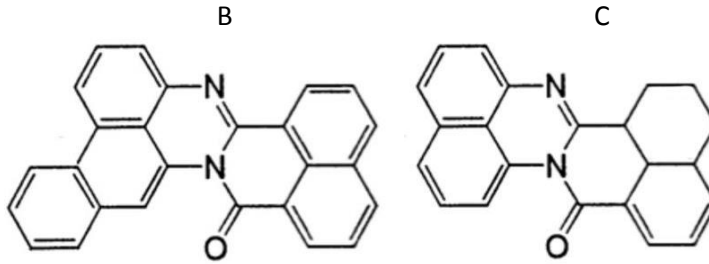
גרף ב'. צבען A אחראי לצבע האדום בקוביות הלגו ולכן צריך להיות בעל בליעה בתחום של ירוק (492-577nm). גרף ב' מתאים לבליעה של צבען A.

ii. חשב את הפרש האנרגיה ביחידות של ג'אול בין אורביטל HOMO לבין אורביטל LUMO במולקולה של צבען A. **5 נקודות**

$$E = 1240/\lambda \quad E = 1240/530 = 2.3_{\text{nm}} \quad 2.3_{\text{nm}} \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

מפעלי לגו שקלו להכניס לשימוש צבען חדש ללבנים ירוקות. לפניך נוסחות של שני צבענים, B ו-C.

ה. מבין הצבענים הבאים, B או C, עשוי להתאים. נמק **5 נקודות**

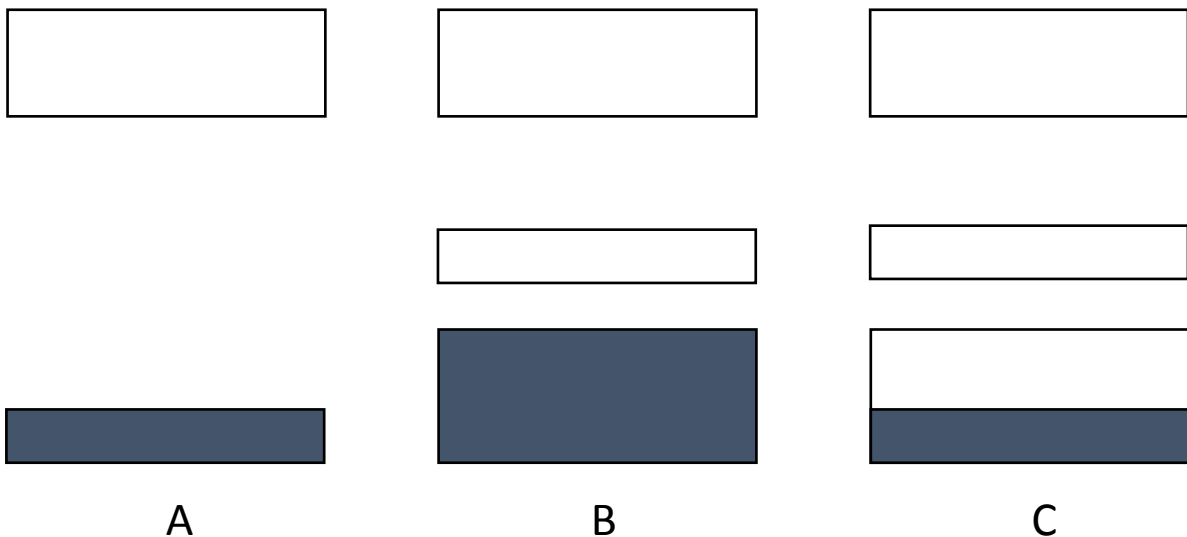


צבען B. לצבען ירוק בליעה באורכי גל המתאימים לאדום. כלומר בליעה באורכי גל ארוכים יותר מלצבען A (הבולע בתחום הירוק), ולכן הפרש האנרגיה בין האורביטלים, בצבען הירוק, קטן יותר והמערכת המצומדת ארוכה יותר. ל-B מערכת מצומדת ארוכה יותר.

ו. למעבדת הצילום המוארת באור אדום מכניסים שני אבני לגו, אחת אדומה ואחת ירוקה. באיזה צבע תיראה כל אבן באור המעבדה? הסבר. **5 נקודות**

אבן אדומה - הצבען האדום בולע את אורכי הגל המתאימים לירוק. באור אדום, לא תהיה בליעה של אורכי הגל המתאימים לאדום, והוא יראה אדום.
אבן ירוקה - הצבען הירוק בולע את אורכי הגל המתאימים לאדום. באור אדום, יבלעו אורכי הגל והוא יראה שחור.

לפניך שלושה תרשימים של פסי אנרגיה, הפסים הכהים מתארים פסים מאוכלסים.



ז. מי מבין הפסים מתאים לחומר שממנו עשויה לבנת הלגו? הסבר. **5 נקודות** החומר הפלסטי ממנו עשוי הלגו אינו מוליך. תרשים פסי האנרגיה המתאים עבורו הוא התרשים בו יש פער אנרגיה אסור גדול בין פס הערכיות לבין פס ההולכה, כלומר תרשים A

4. שמו של היסוד צזיום, Cs, נגזר מן המילה הלטינית צזיוס שמשמעותה כחול-שמיים. השם נובע מצבע הלהבה של צזיום.

לפניך ספקטרום פליטה חלקי של צזיום:



א. איזה קו/ים מבין קווי הספקטרום אחראים לצבע הלהבה הכחול האופייני לצזיום? הסבר. (4 נק)

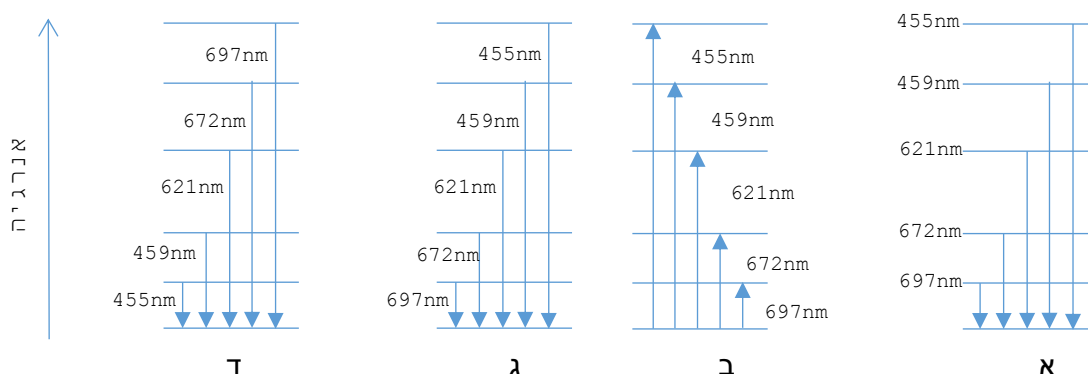
שני קווי הספקטרום המתאימים הם 455 ו-459 ננומטר. שני קווי פליטה אלו נמצאים בתחום אורכי הגל המתאימים לצבע הכחול.

ב. הסבר מדוע קווי הספקטרום של צזיום שונים מקווי הספקטרום של כל יסוד כימי אחר? (4 נק)

קווי הספקטרום נוצרים מירידה של אלקטרון מרמת אנרגיה גבוהה לרמה נמוכה, המלווה בפליטה של אנרגיה המתאימה להפרש בין הרמות. מכיוון שלכל יסוד ערכי רמות אנרגיה שונים, גם ההפרש ביניהם שונה, ולכן קווי ספקטרום שונים.

ג. לפניך ארבע דיאגרמות המתארות חלק מרמות האנרגיה של צזיום, איזו מן הדיאגרמות היא המתאימה ביותר לספקטרום הצזיום המוצג למעלה. הסבר בפירוט. (5 נק)

ג- מתאים - הגרף מתאר פליטה, וקווי הספקטרום מסודרים בסדר הנכון-אורך גל ארוך מתאים להפרש אנרגיה קטן. א- לא. בגרף קווי הספקטרום מייצגים רמות אנרגיה ולא את ההפרשים בין הרמות. ב- לא. הגרף מציג בליעה ולא פליטה. ד- לא. סדר קווי הספקטרום הפוך.



ד. חשב את האנרגיה, ביחידות של ג'אול, של הפוטון בעל האנרגיה הגבוהה ביותר בספקטרום הצזיום. פרט חישובך. (5 נק)

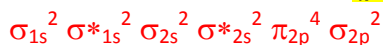
$$E = hc/\lambda = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 / 455 \times 10^{-9} = 4.37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ii. חשב את תדירות הגל של הפוטון בעל האנרגיה הגבוהה ביותר בספקטרום הצזיום. פרט חישוביך. (4 נק) $V = 3 \times 10^{-8} / 4.55 \times 10^{-7} = 6.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$

- ה. סמן את המשפט הנכון והסבר מדוע הוא נכון: (5 נק)
1. כדי להכין נורת LED כחולה יש להשתמש במל"מ בעל פער אנרגיה של 1.1 אלקטרון וולט בין פס הערכיות ופס ההולכה.
 2. כדי להכין נורת LED כחולה יש להשתמש במל"מ מתאים המורכב מיסוד בטור 4 שעבר הסממה ביסוד חנקן, N, וביסוד זרחן, P.
 3. כדי להכין נורת LED כחולה יש לחבר מל"מ מסוג N ומל"מ מסוג P באופן כזה שאלקטרונים מפס ההולכה ייפגשו עם חורים מפס הערכיות ויפלטו פוטונים כחולים.
 4. כדי להכין נורת LED כחולה חייבים לייצר מל"מ שיבלע אור בצבע כתום ויפזר אור בצבע כחול.

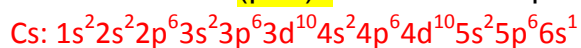
ו. הצבען הקרוי "כחול פרוסי" הוא תרכובת של ברזל פחמן וחנקן שכשמחממים אותו משתחרר היון ציאניד, CN^- .

i. השתמש בדיאגרמת הרמות של המולקולה N_2 וכתוב את היערכות האלקטרונים בין ציאניד. (4 נק)



- ii. מהו סדר הקשר בין ציאניד? הסבר. (4 נק) סדר קשר = $3 = 10 - 4/2 = 3$
 - iii. האם המולקולה הנייטרלית CN יציבה יותר מהיון ציאניד, יציבה פחות ממנו, או שווה לו ביציבותה. נמק. (4 נק)
- למולקולה CN יש פחות אלקטרון באורביטל קושר, ולכן סדר הקשר שלה ירד: $2.5 = 9 - 4/2 = 2.5$ ולכן היא פחות יציבה.

ז. i. כתוב את היערכות האלקטרונים של צזיום. (4 נק)



ii. האם המולקולה Li_2 היא מולקולה יציבה? נמק. (4 נק) יציבה. סדר הקשר: $4 - 1 = 2/2 = 1$

iii. האם Cs_2 היא מולקולה יציבה. הסבר. (3 נק) מולקולות דו-אטומיות מן הטור הראשון הן יציבות משום ששני האלקטרונים האחרונים תמיד יהיו באורביטל קושר מסוג σ_s .