

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

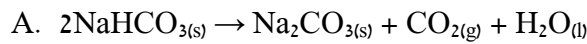
נושא חובה - אנרגטיקה ודינמיקה

ענה על אחת מן השאלות 1 – 2.

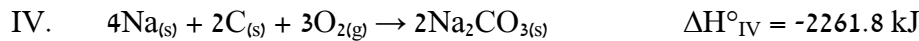
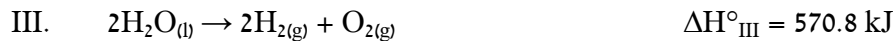
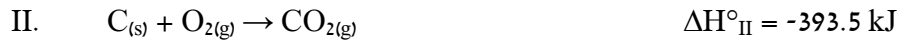
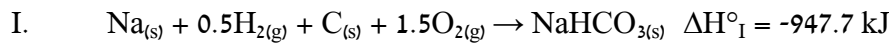
1. מעכבי בעירה הם חומרים המשולבים במוצרים דליקים כדי לעכב את שלבי ההתלקחות של החומר הדליק, לרסן את הבעירה ולעכב את זמן התפשטותה. קיימים מעכבי בעירה שונים הנבדלים בדרך פעולתם ובאופן בו הם מעכבים את תהליך הבעירה.

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:



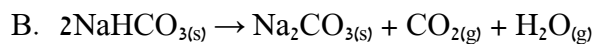
נתונות התגובות הבאות:



א. חשב את שינוי האנתלפיה בתגובה A. פרט חישובים.

ב. סרטט ייצוג גרפי של שינוי האנרגיה הפנימית של המערכת במהלך התגובה A.

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?

ד. האם המערכת פתוחה / סגורה / מבודדת. הסבר.

ה. האם שינוי האנתלפיה בתגובה B גדול / קטן / שווה לזה של תגובה A? הסבר.

ו. i. האם במהלך התרחשות התגובה B האנרגיה הקינטית הממוצעת של הסביבה עולה /

יורדת / לא משתנה. הסבר.

ii. כיצד נמדוד את השינוי בסביבה?

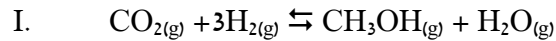
המשך השאלה בעמוד הבא

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

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

- ז. חשב את השינוי של האנטרופיה של הסביבה במהלך התרחשות התגובה B ב- 500°C : פרט חישובים.
- ח. חשב את שינוי האנטרופיה של תגובה B. פרט חישובים.
- ט. האם התגובה B ספונטנית ב- 500°C ? נמק בעזרת חישוב.

2. סינגז, הוא מונח המתאר תערובת של גז מימן, $H_2(g)$, ופחמן חד-חמצני, $CO(g)$, או פחמן דו-חמצני, $CO_2(g)$, המשמשת לייצור דלק ביולוגי כמו מתאנול, $CH_3OH(g)$, או כהלים אחרים. אחת התגובות המתרחשות בתהליך היא תגובה I:



נתונים ערכי אנתלפיות 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 בתגובה I נמוכה מאנתלפיית המגיבים או גבוהה ממנה? פרט חישובים.

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 בדיאגרמת אנרגיה מתאימה.
 ג. בתערובות של סינגז המיוצרות בתנאים שונים, מתקבל CO_2 בריכוזים שונים. הסבר ברמה המיקרוסקופית כיצד משפיע ריכוז ה- CO_2 המוזרם לצינור על קצב היווצרות המתאנול.

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

כלי 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.
 ה. i. שרטט גרף סכמטי המתאר כיצד משתנה הלחץ בכלי בזמן התרחשות התגובה.
 ii. תאר כיצד משתנה ערך מנת הריכוזים (Q) לאורך זמן המדידה.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל ריכוז המתאנול CH_3OH בכלי A היה 0.0017M.

ו. חשב את קבוע שיווי המשקל לתגובה זו. פרט חישובים.

המשך השאלה בעמוד הבא

לכלי B הוכנסה תערובת שונה של מימן ופחמן דו-חמצני באותם תנאים כמו בכלי A.

בזמן מסוים בכלי B נמדדו הריכוזים הבאים :

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

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

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

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

ז. האם המערכת בכלי B נמצאת בשיווי משקל? הסבר ופרט חישובים.

לכלי 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.

ח. האם קבוע שיווי המשקל בכלי C קטן/ גדול/ שווה לקבוע שיווי המשקל בכלי A? נמק.

פרק שני: כימיה פיזיקלית – מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה

(50 נקודות)

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?

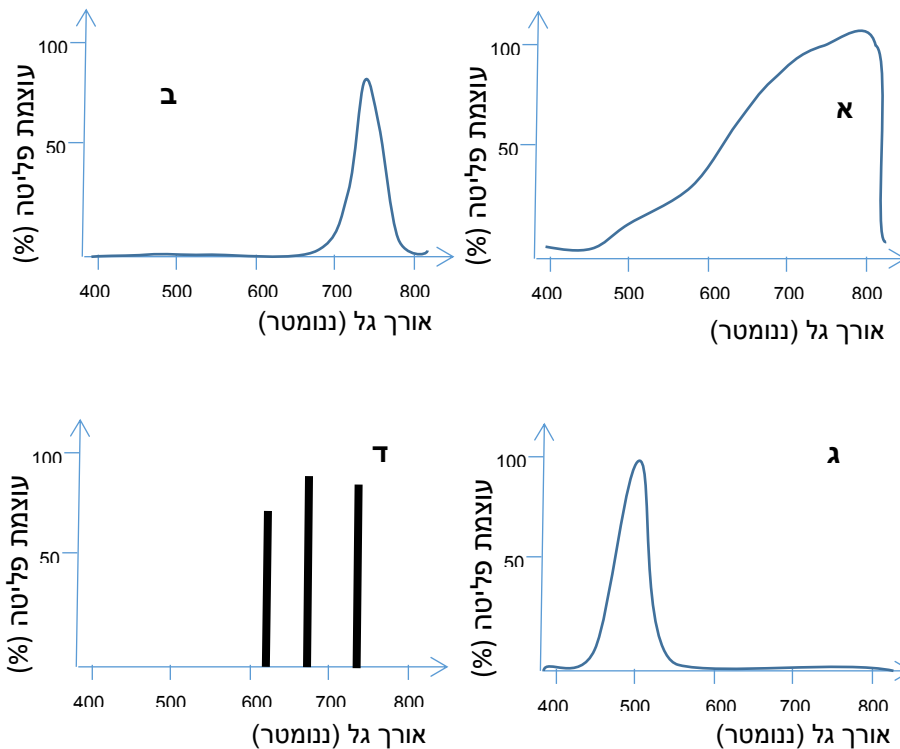
במעבדת צילום שקלו להשתמש במנורה אדומה, הם התלבטו בין הנורות האלה:

a. נורת פליטה המבוססת על גז נאון, Ne.

b. נורת להט עטופה נייר שקוף אדום.

c. נורת LED אדומה.

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



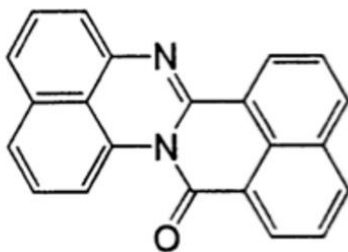
i. התאם בין הגרפים לבין הנורות, נמק.

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

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

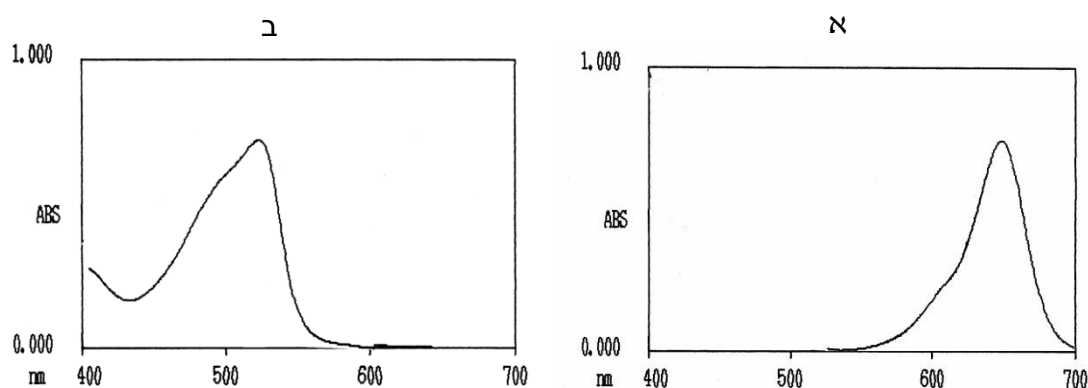
המשך השאלה בעמוד הבא

לבני לגו אדומות צבועות בצבען A שנוסחתו היא:



ג. הסבר מדוע לחומר המרכיב את צבען A יש צבע.

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

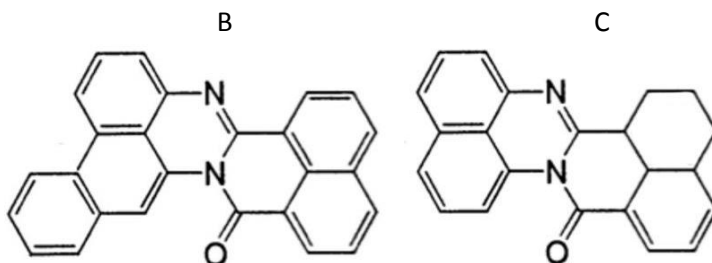


ד. i. מי משני הגרפים מתאים לצבען A, נמק.

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

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

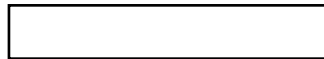
ה. מי מבין הצבענים הבאים, B או C, עשוי להתאים. נמק.



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

המשך השאלה בעמוד הבא

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



A

B

C

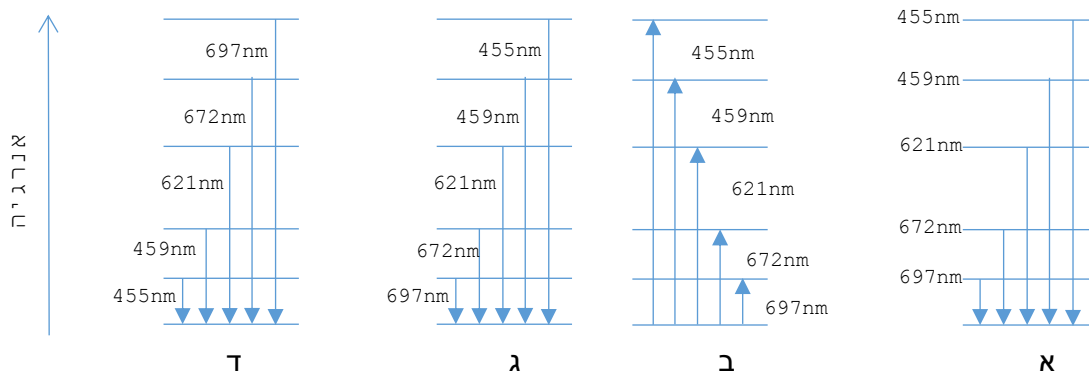
ז. מי מבין הפסים הוא המתאים ביותר לחומר הפלסטי שממנו עשויה לבנת הלגו? הסבר.

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 קוים מבין קווי הספקטרום אחראים לצבע הלהבה הכחול האופייני לצזיום? הסבר.
- ב. הסבר מדוע קווי הספקטרום של צזיום שונים מקווי הספקטרום של כל יסוד כימי אחר?
- ג. לפניך ארבע דיאגרמות המתארות חלק מרמות האנרגיה של צזיום, איזו מן הדיאגרמות היא המתאימה ביותר לספקטרום הצזיום המוצג למעלה. הסבר בפירוט.



- ד. i. חשב את האנרגיה, ביחידות של ג'אול, של הפוטון בעל האנרגיה הגבוהה ביותר בספקטרום הצזיום. פרט חישובך.
- ii. חשב את תדירות הגל של הפוטון בעל האנרגיה הגבוהה ביותר בספקטרום הצזיום. פרט חישובך.
- ה. סמן את המשפט הנכון והסבר מדוע הוא נכון:
1. בנורת LED כחולה דולקת יש מל"מ בעל פער אנרגיה של 1.1 אלקטרון וולט בין פס הערכיות ופס ההולכה.
 2. בנורת LED כחולה דולקת יש מל"מ המורכב מיסוד בטור 4 שעבר הסממה ביסוד חנקן, N, וביסוד זרחן, P.
 3. בנורת LED כחולה דולקת יש מל"מ מסוג N המחובר להדק השלילי של סוללה הצמוד למל"מ מסוג P המחובר להדק החיובי שלה.
 4. בנורת LED כחולה דולקת יש מל"מ שבולע אור בצבע כתום ומפזר אור בצבע כחול.

המשך השאלה בעמוד הבא

1. 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 האלקטרוניים ביון ציאניד.
 - ii. מהו סדר הקשר ביון ציאניד? הסבר.
 - iii. האם המולקולה הנייטרלית CN יציבה יותר מהיון ציאניד, יציבה פחות ממנו, או שווה לו ביציבותה. נמק
- 2.
- i. כתוב את היערכות האלקטרוניים של צזיום, Cs .
 - ii. האם המולקולה Li_2 היא מולקולה יציבה? נמק.
 - iii. Cs_2 היא מולקולה יציבה. הסבר.