

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תש"ף, 2020
סמל השאלון: 716001
נספח: המערכה המחזורית

כימיה

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.

פרק ראשון: כללי	16 נקודות
פרק שני: כימיה כללית וכימיה פיזיקלית	54 נקודות
פרק שלישי: כימיה אורגנית	30 נקודות
סה"כ	100 נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר.

ד. הוראות מיוחדות: בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתוב "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 11 עמודים ועמוד נספח אחד.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון: כללי (16 נקודות)

ענה על שמונה מבין השאלות 1-10 בתשובון שבעמוד 19 במחברת הבחינה שלך (לכל שאלה - 2 נקודות).
לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. סמן X במשבצת שמתחת לאות המציינת את התשובה שבחרת.

שאלה 1

בטבלה שלפניך מוצג מידע על המבנה המרחבי של ארבע מולקולות.

המולקולה	BF_3	CH_2O	CS_2	HCN
המבנה המרחבי של המולקולה	מישורית משולשת	מישורית משולשת	קווית	קווית

לאילו מבין המולקולות הנתונות יש דו־קוטב קבוע?

א. CS_2 ו- HCN

ב. BF_3 ו- CH_2O

ג. CH_2O ו- HCN

ד. BF_3 ו- CS_2

שאלה 2

אנרגיית היינון הראשונה של ^4Be היא 9.3 eV. אנרגיית היינון הראשונה של ^{11}Na היא 5.1 eV.

על סמך נתונים אלה ניתן לצפות שאנרגיית היינון הראשונה של ^{12}Mg היא:

א. 4.2 eV

ב. 7.6 eV

ג. 9.3 eV

ד. 10.1 eV

שאלה 3

בבדיקה של תרכובת בלתי ידועה המכילה פחמן (C), מימן (H) וחמצן (O), נמצא שהאחוז המשקלי של פחמן הוא 52.17%, של מימן 13.05% ושל חמצן 34.78%.

מהי הנוסחה האמפירית של התרכובת?

א. C_2H_6O

ב. $C_3H_6O_2$

ג. CH_3O

ד. $C_2H_4O_2$

שאלה 4

נתונים ארבעה חומרים IV-I:

Br_2	$(CH_3)_2NH$	C_6H_6	C_2H_5OH
IV	III	II	I

אילו מהחומרים IV-I מתמוססים היטב במים?

א. I ו-IV בלבד

ב. II ו-III בלבד

ג. I ו-III בלבד

ד. II ו-IV בלבד

שאלה 5

נתונה מערכת שיווי משקל: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

כלי סגור הכיל את שלושת הגזים מימן, חנקן ואמוניה במצב שיווי משקל. למערכת הנתונה (שבשיווי משקל) הוסיפו עוד אמוניה $NH_{3(g)}$, והמערכת הגיעה לשיווי משקל חדש. מהו ההיגד הנכון למצב של שיווי המשקל החדש?

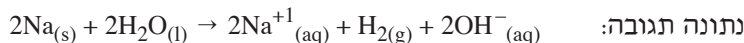
א. מספר המולים של גז החנקן ירד, ומספר המולים של גז המימן עלה

ב. מספר המולים של גז החנקן עלה, ומספר המולים של גז המימן ירד

ג. מספר המולים של גז החנקן ושל גז המימן ירד

ד. מספר המולים של גז החנקן ושל גז המימן עלה

שאלה 6



נתונה תגובה:

מהו ההיגד הנכון לתגובה?

א. הנתרן Na מתנהג כמחמצן, והמימן של המים מתנהג כמחזור

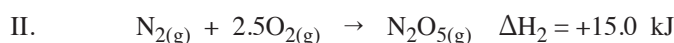
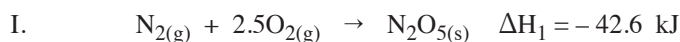
ב. הנתרן Na מתנהג כמחזור, והחמצן של המים מתנהג כמחמצן

ג. הנתרן Na מתנהג כמחזור, והמימן של המים מתנהג כמחמצן

ד. התגובה אינה תגובת חמצון חיזור

שאלה 7

לפניך שני תהליכים:

מהי המשמעות של: $\Delta H_2 - \Delta H_1 = +57.6 \text{ kJ/mol}$?א. האנרגייה הנפלטת כאשר 1 מול N_2O_5 מוצק נוצר מיסודותיו.ב. האנרגייה הדרושה להפיכת 1 מול N_2O_5 מוצק ל-1 מול N_2O_5 גז.ג. האנרגייה הדרושה להתכת 1 מול N_2O_5 מוצק.ד. האנרגייה הנקלטת כאשר 1 מול N_2O_5 מוצק מתפרק ליסודותיו.

שאלה 8

מהו מספר המולים של סך כל היונים ב-500 מ"ל תמיסה מימית של 0.1 M NaCl ?

א. 0.5 מול

ב. 0.4 מול

ג. 0.2 מול

ד. 0.1 מול

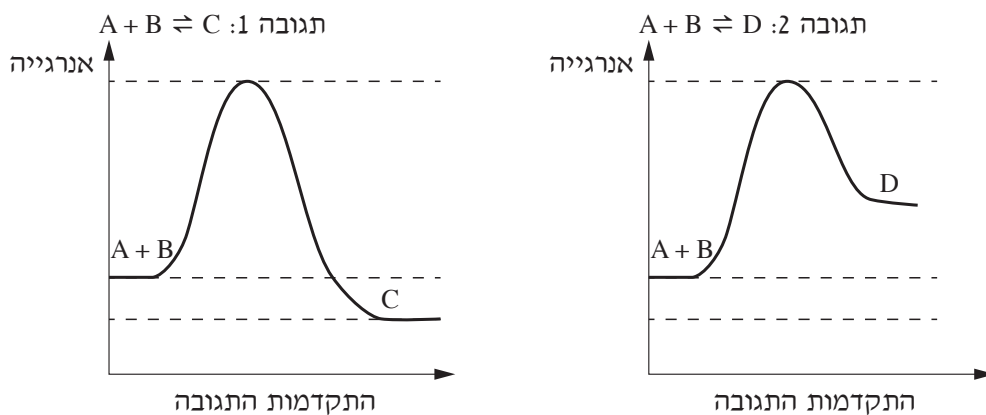
שאלה 9

האסטר $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ נוצר מתגובה בין שני חומרים האלה:

- פרופאנול וחומצה אתאנואית.
- אתאנול וחומצה פרופאנואית.
- אתנול וחומצה אתאנואית.
- פרופאנול וחומצה מתאנואית.

שאלה 10

לפניך שתי עקומות (באותו קנה מידה) המציגות את השתנות האנרגייה: האחת, את השינוי במהלך תגובה 1, והאחת – את השינוי במהלך תגובה 2:



איור לשאלה 10

על-פי העקומות, מהי הקביעה הנכונה?

- אנרגיית השפעול של תגובה $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ **גבוהה** מאנרגיית השפעול של תגובה $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D}$.
- אנרגיית השפעול של תגובה $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ **זהה** לאנרגיית השפעול של תגובה $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D}$.
- אנרגיית השפעול של תגובה $\text{D} \rightarrow \text{A} + \text{B}$ **גבוהה** מאנרגיית השפעול של תגובה $\text{C} \rightarrow \text{A} + \text{B}$.
- אנרגיית השפעול של תגובה $\text{D} \rightarrow \text{A} + \text{B}$ **זהה** לאנרגיית השפעול של תגובה $\text{C} \rightarrow \text{A} + \text{B}$.

פרק שני: כימיה כללית וכימיה פיזיקלית (54 נקודות)
ענה על שלוש מבין השאלות 11–15 (לכל שאלה – 18 נקודות).

שאלה 11 – מבנה האטום

נתונים שלושה חלקיקים:

$^{18}_{8}\text{Z}^{-2}$	$^{22}_{11}\text{Y}^{+}$	$^{18}_{9}\text{X}^{-}$
--------------------------	--------------------------	-------------------------

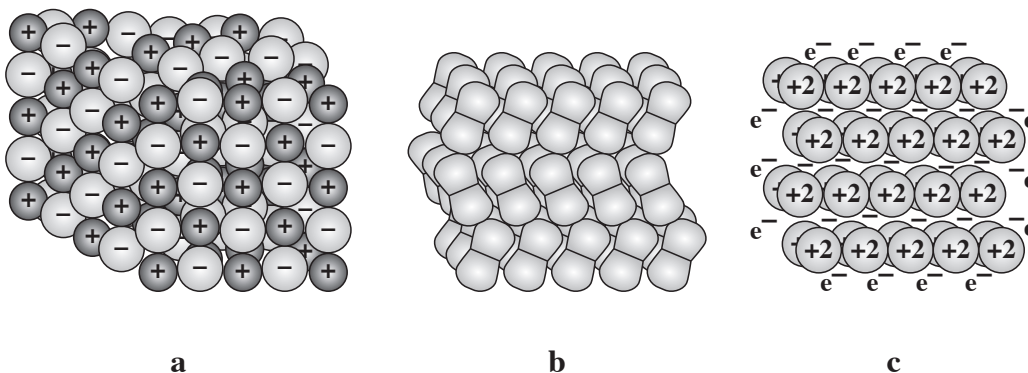
האותיות X, Y, Z מחליפות את סימניהם הכימיים של יסודות מהמערכה המחזורית.

- (9 נק') א. 1. זהה את היסודות X, Y, Z, והסבר על סמך מה קבעת את זהותם.
2. כמה נויטרונים וכמה אלקטרונים יש בכל אחד מהחלקיקים?
3. לאטום $^{23}_{11}\text{A}$ קיים איזוטופ שהוא אחד משלושת החלקיקים הנ"ל. ציין מהו החלקיק, והסבר מדוע הוא איזוטופ של האטום $^{23}_{11}\text{A}$.
- (5 נק') ב. דרג את האטומים של היסודות X, Y, Z לפי הרדיוס האטומי שלהם, והסבר את שיקוליך.
(4 נק') ג. כתוב נוסחאות כימיות לתרכובות שיכולות להיווצר בין Z ל-X, ובין Z ל-Y.

שאלה 12 – מבנה וקישור

לפניך שלושה איורים a–c. כל אחד מהם הוא תיאור סכמתי של המבנה של אחד משלושת המוצקים:

מגנזיום $\text{Mg}_{(s)}$; אשלגן כלורי $\text{KCl}_{(s)}$; יוד $\text{I}_{2(s)}$.



איורים לשאלה 12

8 נק') א. העתק את הטבלה שלפניך למחברת הבחינה, והשלם אותה.

סוג הקשרים בין החלקיקים במוצק	סוגי החלקיקים במוצק (אטומים, מולקולות, יונים חיוביים, יונים שליליים, "ים אלקטרוניים")	נוסחת המוצק המתואר באיור	האיור
			a
			b
			c

4 נק') ב. הסבר, במושגים של מבנה וקישור, מדוע מגנזיום $Mg(s)$ מוליך חשמל במצב צבירה מוצק.

3 נק') ג. אשלגן כלורי, $KCl(s)$, מופק בישראל ממי ים המלח. האשלגן הכלורי מתמוסס היטב במים. נסח את תהליך ההמסה במים של $KCl(s)$.

3 נק') ד. הסבר מדוע אשלגן כלורי $KCl(s)$ מתמוסס היטב במים, בעוד יוד $I_2(s)$ לא מתמוסס במים.

שאלה 13 - אנרגייה וסטוכיומטריה

בניסוי קלורימטרי פירקו כמות מסוימת של $PCl_5(s)$ ליסודותיו.

האנרגייה שנפלטת בתהליך הפירוק שימשה לחימום 500 גרם מים מטמפרטורה של $25^{\circ}C$ לטמפרטורה של $95^{\circ}C$.

האנתלפיה של פירוק התרכובת $PCl_5(s)$ ליסודותיה היא: $\Delta H^0 = -1596 \text{ kJ/mol}$

נתון: קיבול החום הסגולי של מים נוזליים $H_2O(l)$ הוא: $c = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}C$

3 נק') א. נסח ואזן את תגובת הפירוק של $PCl_5(s)$ ליסודותיו.

6 נק') ב. 1. חשב את כמות האנרגייה שנדרשה לחימום 500 גרם המים.

2. חשב את מספר המולים של התרכובת $PCl_5(s)$ שנדרשו לחימום המים.

5 נק') ג. חשב את המסה של כל אחד מהתוצרים שהתקבלו בתגובת הפירוק של $PCl_5(s)$.

4 נק') ד. קבע אם האנטרופיה במהלך תגובת הפירוק של $PCl_5(s)$ ליסודותיו עולה, או יורדת, או לא משתנה. הסבר את קביעתך.

שאלה 14 - שיווי משקל



נתונה התגובה ההפיכה הבאה:

לכלי שנפחו 500 מ"ל בטמפרטורה 448°C הכניסו 0.1 מול HI. כעבור 20 דקות הגיעה המערכת לשיווי משקל. במצב זה, נמצא שכמות ה- $\text{I}_{2(g)}$ בכלי היא 0.003 מול.

- (4 נק') א. רשום את הנוסחה עבור קבוע שיווי המשקל של התגובה כתלות בריכוז החומרים המשתתפים בה.
- (6 נק') ב. חשב את ערכו של קבוע שיווי המשקל.
- (4 נק') ג. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, העלו את הטמפרטורה. האם עליית הטמפרטורה הגדילה את ריכוז $\text{I}_{2(g)}$, או הקטינה אותו, או לא שינתה אותו? נמק את תשובתך.
- (4 נק') ד. לכלי אחר שנפחו 500 מ"ל ובאותה הטמפרטורה, מכניסים 0.1 מול HI וזרז מתאים. האם ריכוזי התוצרים בתום התגובה יהיו גדולים יותר או קטנים יותר, או שווים לריכוזים שחישבת בסעיף ב'? נמק את תשובתך.

שאלה 15 - חומצות ובסיסים וסטוכיומטריה

המיסו 12 גרם חומצה במים, והתקבלה תמיסה שהנפח שלה 100 מ"ל וריכוזה המולרי 2 M.

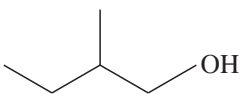
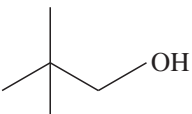
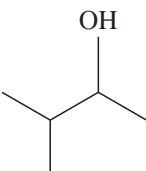
- (5 נק') א. חשב את המסה המולרית של החומצה.
- (4 נק') ב. חשב את מספר המולקולות הקיימות ב-12 גרם של החומצה.
- (4 נק') ג. החומצה הנתונה היא חד-פרוטית. מהו הנפח של תמיסת 2 M $\text{Mg}(\text{OH})_2$ הדרוש לסתירה מלאה של החומצה הנתונה?
- (5 נק') ד. נתונות ארבע תמיסות D-A:
- A. 100 מ"ל 0.1 M $\text{NaOH}_{(aq)}$
- B. 50 מ"ל 0.05 M $\text{Al}(\text{OH})_{3(aq)}$
- C. 100 מ"ל 0.1 M $\text{AlCl}_{3(aq)}$
- D. 50 מ"ל 0.1 M $\text{HNO}_{3(aq)}$
- דרג את התמיסות לפי ערך ה-pH שלהן, מהגבוה ביותר לנמוך ביותר. הסבר את תשובתך.

פרק שלישי: כימיה אורגנית (30 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 16-19 (לכל שאלה - 15 נקודות)

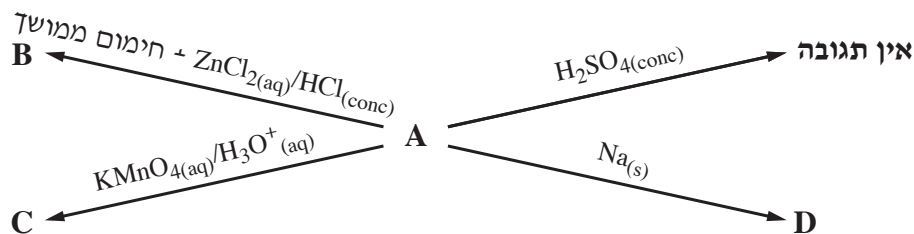
שאלה 16 – כהלים

נתונים האיזומרים הכוהליים 1-3 :

	1
	2
	3

4 נק') א. קבע את השם של כל אחד מהכהלים 1-3 על-פי שיטת IUPAC.

באיור שלפניך מתוארות ארבע תגובות שונות של חומר A.



2 נק') ב. איזה איזומר מבין האיזומרים 1-3 מתאים להיות החומר A ?

5 נק') ג. רשום את נוסחאות המבנה של החומרים B, C ו-D.

4 נק') ד. הסבר, במושגים של מבנה וקישור, מדוע בטמפרטורת החדר:

1. תרכובת B היא במצב צבירה גז?

2. תרכובת C היא במצב צבירה נוזל?

3. תרכובת D היא במצב צבירה מוצק?

שאלה 17 – תכונות פיזיקליות של תרכובות פחמן

לפניך שתי טבלאות. בטבלה 1 רשומות נקודות הרתיחה של חמש תרכובות פחמן.

טמפרטורת רתיחה (°C)	
- 89	I
9	II
36	III
138	IV
290	V

טבלה 1

בטבלה 2 נתונות נוסחאות המבנה המקוצרות של חמש תרכובות הפחמן, שנקודות הרתיחה שלהן נתונות בטבלה 1, אבל בסדר שונה.

התרכובת	נוסחת מבנה מקוצרת
A	
B	
C	
D	
E	

טבלה 2

- 8 נק') א. מהן טמפרטורות הרתיחה המתאימות לכל אחת מן התרכובות A-E? הסבר מדוע.
- 2 נק') ב. חומצה מלאית היא איזומר גיאומטרי של חומצה פומארית. סרטט נוסחת מבנה של האיזומר הזה.
- 3 נק') ג. האם נקודת הרתיחה של חומצה מלאית גבוהה יותר או נמוכה יותר מנקודת הרתיחה של חומצה פומארית? נמק את תשובתך.
- 2 נק') ד. איזו מבין התרכובות A, B, C, D או E היא המסיסה ביותר במים? נמק את תשובתך.

שאלה 18 - אלקאנים וחומצות קרבוקסיליות

אלקאן שנוסחתו C_4H_{10} מגיב עם $Cl_2(g)$ בהארה. נוצרים ארבעה איזומרים מונו-כלורידיים (חד-כלורידים) שונים.

(8 נק') א.

1. צייר את נוסחאות המבנה של ארבעת המונו-כלורידים.

2. מצא באיזה מהמונו-כלורידים ישנו **אטום פחמן כירלי** (א-סימטרי), וסמן אותו בכוכבון. הסבר את תשובתך.

(4 נק') ב. נסח והצג את התגובות הדרושות לשם הכנת חומצה בוטאנואית $CH_3CH_2CH_2COOH$ **מאחד** המונו-כלורידים שהצגת בסעיף א. יש לכלול בכל תגובה את החומרים הנוספים הנדרשים לה.

(2 נק') ג. נסח והצג את התגובה בין חומצה בוטאנואית לבין מים.

(1 נק') ד. מדוע ה- pH של התמיסה המימית של חומצה בוטאנואית נמוך מ-7.0 ?

שאלה 19 - אלקנים וכהלים

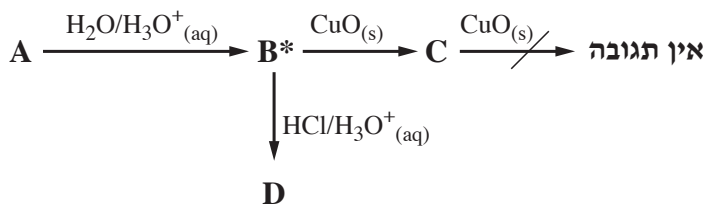
תרכובת A היא פחמימן גזי המורכב מפחמן ומימן בלבד.

בתגובת שריפה מלאה של 1 מול פחמימן A עם כמות מספיקה של חמצן $O_2(g)$, התקבלו 4 מולים של גז פחמן דו-חמצני $CO_2(g)$, ו-4 מולים של אדי מים $H_2O(g)$.

(3 נק') א. נסח והצג תגובה מאוזנת של השריפה המלאה, וקבע מהי הנוסחה המולקולרית של פחמימן A.

(5 נק') ב. תרכובת A היא פחמימן **ליניארי** וגם פחמימן **לא מסועף**. רשום **שתי** נוסחאות מבנה אפשריות של תרכובת A.

תרכובת A מגיבה בסדרת התגובות שלהלן:



*חומר B הוא תוצר התגובה העיקרי

(5 נק') ג. סרטט את נוסחאות המבנה של החומרים B, C, D.

(2 נק') ד. התרכובת E היא איזומר של חומר C. סרטט את נוסחת המבנה של תרכובת E.

בהצלחה!

נספח: המערכת המחזורית

לשאלון 716001, אביב תש"ף

המערכת המחזורית

1 H 1.01																	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.49	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57–71 האר הטמל	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.20	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 האר הטמל															

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lw (257)