

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

שימו לב: בבחינה זו יש הנחיות מיוחדות
יש לענות על השאלות לפי הנחיות אלה.

תשפ"א - 16/06/2021

א. משך הבחינה: שלש שעות

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.

40 נקודות	-	פרק ראשון – חובה – (1x40)
60 נקודות	-	פרק שני (1x60)
100 נקודות	-	סה"כ

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

ד. הוראות מיוחדות:

- שימו לב: שבפרק הראשון יש תשע שאלות חובה.
בכל אחת מהשאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות ומהן יש לבחור תשובה נכונה אחת.
יש לסמן את התשובות הנכונות בגיליון התשובות.
בשאלה 9 יש לענות על כל הסעיפים.
- בפרק השני יש לענות על **שלוש מבין חמש שאלות**.
נא לכתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.

ההוראות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.
הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ח ל ח ה

ח ו מ ר ע ז ר מ צ ו ר ף :
ט ב ל ה מ ח ז ו ר י ת
ט ב ל ת ע ר כ י א ל ק ט ר ו ש ל י ל י ו ת
ד ף נ ו ס ח א ו ת

השאלות

פרק ראשון (40 נקודות)

חובה - ענו על שאלות 1-8

(אם תענו נכון על שש שאלות לפחות, תקבלו את מלוא 20 הנקודות לכל שאלה – 3.33 נקודות).

לפני שתענו, קראו את כל התשובות המוצעות.

לכל שאלה מוצעות ארבע תשובות. בחרו בתשובה המתאימה ביותר.

את התשובה שבחרתם סמנו בדף תשובון המצורף ב. X –

כדי למחוק סימן יש למלא את כל המשבצת כך: ■.

1. נתונים שניים מבין האיזוטופים של חנקן, ^{15}N ו- ^{14}N .

מהו ההיגד הנכון?

א. מספר האלקטרונים הלא מזווגים באטום ^{15}N גדול ממספר האלקטרונים הלא מזווגים באטום ^{14}N .

ב. מספר המסה של היון $^{15}\text{N}^{3-}$ גדול ממספר המסה של היון $^{14}\text{N}^{3-}$.

ג. מספר רמות האנרגיה המאוכלסות ביון $^{14}\text{N}^{3-}$ קטן ממספר רמות האנרגיה המאוכלסות ביון $^{15}\text{N}^{3-}$.

ד. מספר הפרוטונים בגרעין של ^{15}N גדול ממספר הפרוטונים בגרעין של ^{14}N .

2. לכלי המכיל 100 מ"ל תמיסה מימית של אמוניום זרחתי $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ בריכוז של

0.8M הוסיפו 26.45 גרם אמוניום גופרתי $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(s)$ שהתמוססו.

מהו ריכוז יוני האמון בתמיסה הסופית?

א. 0.28M

ב. 0.64M

ג. 2.8M

ד. 6.4M

3. נתונות שלוש תמיסות מימיות:

100 מ"ל תמיסה מימית של נתרן הידרוקסידי (NaOH) בריכוז של 0.5M

200 מ"ל תמיסה מימית של אתנול ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) בריכוז של 0.25M

200 מ"ל תמיסה מימית של סידן הידרוקסידי ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) בריכוז של 0.25M

מה יהיה הריכוז הסופי של יוני ההידרוקסיד לאחר ערבוב שלוש התמיסות האלה?

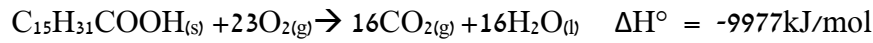
א. 0.1M

ב. 0.2M

ג. 0.3M

ד. 0.4M

4. נתונה התגובה הבאה:



בניסוי מסוים עברו 5000 קילוג'אול בין הסביבה למערכת. כמה גרם CO_2 נפלטו?

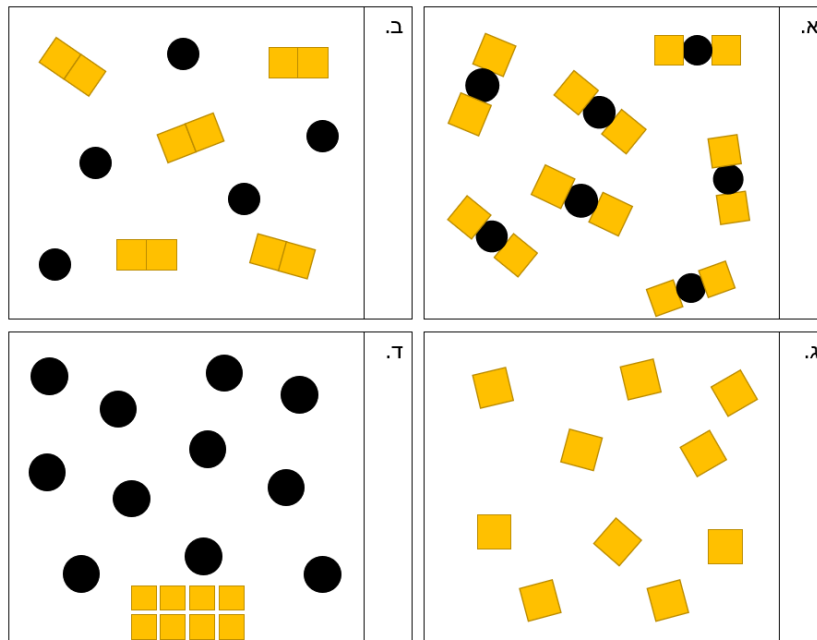
א. 256 גרם

ב. 352 גרם

ג. 512 גרם

ד. 704 גרם

5. הריבועים והעיגולים באיורים הבאים מסמנים אטומים שונים. מי מבין האיורים מתאר תערובת הומוגנית. **התשובה היא ב**



6. מהו המשפט הנכון?

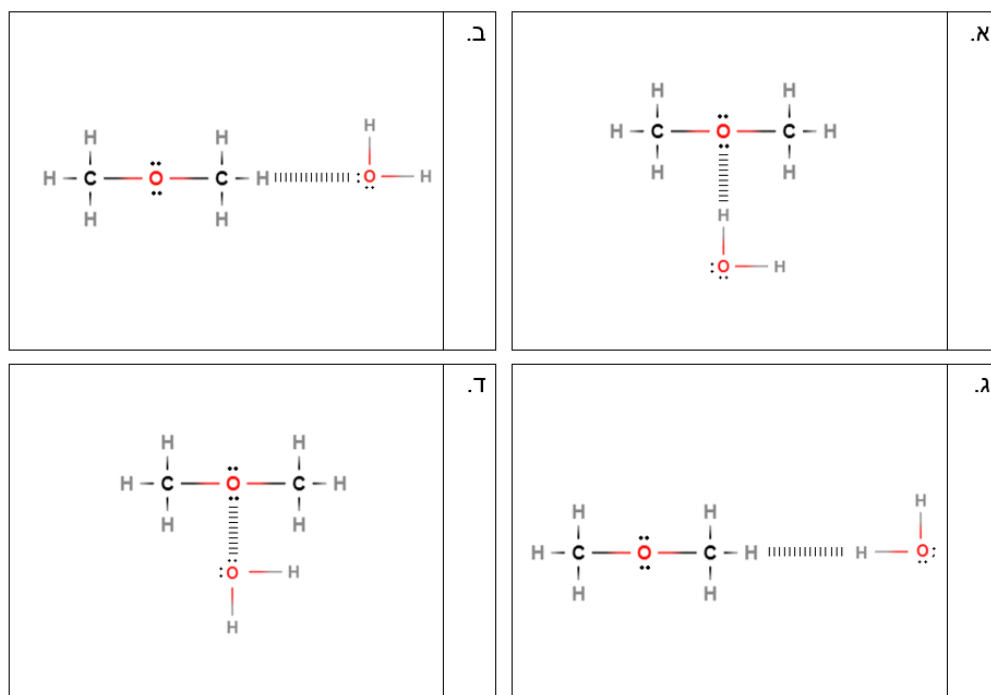
א. פורמלין, CH_2O , מסיס במים כיוון שיש לו שני אטומי מימן "חשופים" מאלקטרונים.

ב. מתאנול, CH_3OH ו- CsOH מסיסים במים כיוון ששניהם מתפרקים ויוצרים בתמיסה יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$.

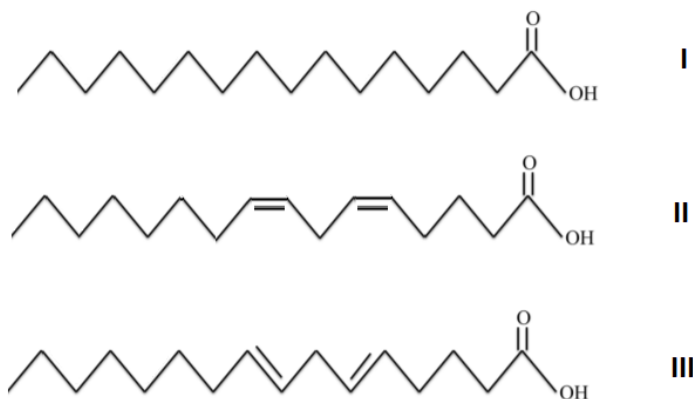
ג. קשרי המימן במולקולה $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ חזקים יותר מקשרי המימן במולקולה CH_3OH כי ענן האלקטרונים שלה גדול יותר.

ד. **אצטון, CH_3COCH_3 , מסיס במים כיוון שהמולקולות שלו יוצרות קשרי מימן בין זוג האלקטרונים הבלתי קושרים על החמצן ובין אטומי המימן ה"חשופים" מאלקטרונים במולקולות המים.**

7. בחרו את האיור שמייצג בצורה נכונה את קשרי המימן הנוצרים בין מולקולות דימתיל אתר CH_3OCH_3 ובין מולקולות מים. **התשובה היא א**



8. לפניך ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה של שלוש חומצות שומן:



חומצות השומן הן:

C16: 2 ω 8 trans, trans (III), C16: 2 ω 8 cis, cis (II), C16: 0 (I)

ב. C16: 2 ω 8 cis, cis (III), C16: 2 ω 8 trans, trans (II), C16: 0 (I)

ג. C15: 2 ω 8 trans, trans (III), C15: 2 ω 8 cis, cis (II), C15: 0 (I)

ד. C15: 2 ω 8 cis, cis (III), C15: 2 ω 8 trans, trans (II), C15: 0 (I)

קראו את הקטע שלפניכם וענו על הסעיפים א, ד, ה, ו, ז ועל אחד מן הסעיפים ב או ג.

מולקולות נצחיות מצטברות בסביבה.

תרכובת כימית עמידה בפני פירוק כימי הולכת ומצטברת בכדור הארץ – ההשלכות הסביבתיות והרפואיות של הדבר אינן ידועות.

הסיפור הסביבתי הזה מתחיל דווקא מניסיון למנוע נזק סביבתי. במהלך המאה ה-20 התגלתה סדרה של תרכובות הבנויות מפחמן, כלור ופלואור, ומכונות בראשי תיבות באנגלית, CFCs. אחת הדוגמאות המפורסמות של המשפחה הזאת היא התרכובת פריאון – $CF_2Cl_2(g)$. כאשר דוחסים את התרכובות האלה, המצויות במצב גזי בטמפרטורות החדר, הן הופכות בקלות לנוזל. בעבר, שימש הנוזל לקירור: כאשר מנדפים את הנוזל בצינורות העוברים בדפנות המקרר או המזגן הטמפרטורה בתא יורדת.

היתרון הגדול של משפחת החומרים האלה היא העמידות הכימית שלהם. בזמן שהתגלו, לא היה ידוע על שום תהליך כימי שיכול לגרום לפירוקן, ולכן הן גם לא רעילות. מן הסיבות האלה, השימוש התעשייתי בהן פרח: ניקוי יבש, תרסיסים, ניקוי מעגלים חשמליים, וכמובן קירור, התבססו על CFCs.

ההתלהבות הגיעה לסופה כשהתברר שדווקא היציבות הגבוהה של התרכובות האלה מהווה בעיה. הן מצטברות באטמוספירה בריכוזים גבוהים ומצליחות להגיע לשכבות העליונות של האטמוספירה. שם, בהשפעת הקרינה האולטרה-סגולה העזה המגיעה מן השמש הם מגיבים עם האוזון המגן עלינו מקרינה ומפרקים אותו – כך נוצר "החור בשכבת האוזון".

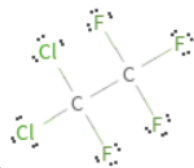
בשנות ה-90 של המאה ה-20 נקבעו תקנות, המכונות "פרוטוקול מונטריאול", האוסרות על שימוש ב-CFCs. במקומן הוכנסה לשימוש משפחת תרכובות חדשה - HCFCs, שבה קשורים גם אטומי מימן לאטומי הפחמן. גם התרכובות האלה בטוחות לשימוש אבל הן פחות יציבות מבחינה כימית, ולכן אינן מצטברות באטמוספירה ואינן מגיעות לשכבות העליונות שלה. כך הולך החור באוזון ונסגר.

אבל מה קורה ל-HCFCs? מתברר שתוצרי הפירוק שלהם מגיבים עם חומרים אחרים באטמוספירה ויוצרים משפחה חדשה "חומצות קרבוקסיליות רב-פלואוריות קצרות-שרשרת" או scPFCAs. לאחרונה התגלה שהתרכובות האלה הולכות ומצטברות בקרקע ולא מוכר שום תהליך סביבתי המסוגל לפרק אותן. לכן, יש חשש שה-scPFCAs יצטברו בסביבה וישארו בה אלפי שנים.

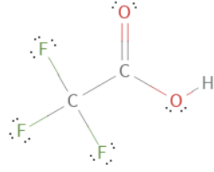
עד כה לא יודעים מהן ההשלכות הבריאותיות או הסביבתיות של ההצטברות הזאת. האם סתמנו את החור באוזון רק כדי לזהם את הסביבה בדרך אחרת?

מבוסס על המאמר: Forever Chemicals Are Building Up in the Arctic—and Likely Worldwide מאת אנני סנייד, סיינטיפיק אמריקן אונליין, 12 ביוני 2020.

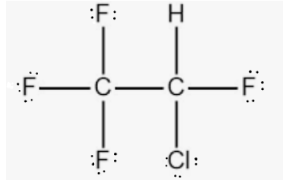
א. לפניכם נוסחאות של שלוש תרכובות, A, B ו-C: **3נקודות**



(A) $CF_3CFC_2(g)$



(B) $\text{CF}_3\text{COOH}_{(l)}$



(C) $\text{CHFClCF}_3_{(g)}$

ציירו נוסחת ייצוג אלקטרונית של כל אחת מן התרכובות.

סעיף ב הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ג.

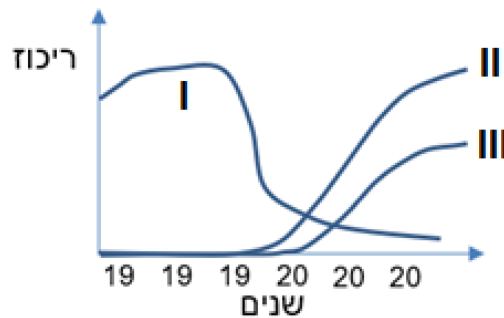
ב. על פי המאמר, איזו תרכובת, מבין התרכובות A, B ו-C שייכת למשפחת ה-CFCs, איזו למשפחת ה-HCFCs ואיזו למשפחת ה-scPFCs? **2 מקודות**

תרכובת A שייכת ל-CFC

תרכובת B שייכת למשפחת scPFCs

תרכובת C שייכת ל-HCFCs

בגרף שלפניכם מצוירות שלוש עקומות, I, II ו-III המתארות ריכוז של תרכובות בסביבה לאורך השנים.



סעיף ג הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ב.

ג. בעזרת הטקסט, התאימו את העקומות, לשלוש משפחות החומרים: CFCs, HCFCs ו-scPFCs – הסבירו את בחירתכם. **2 מקודות**

עקומה I מתאימה ל-CFCs כי השתמשו בהם בעבר אבל בעקבות אמנת מונטריאול השימוש בהם ירד.

עקומה II מתאימה ל-HCFCs כי הם החליפו את ה-CFCs.

עקומה III מתאימה ל-scPFCs כי הם נוצרים בסביבה מ-HCFCs ולכן הריכוז שלהם עולה מאוחר יותר.

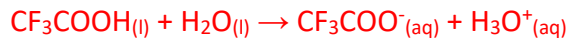
ד. הסבירו מדוע תרכובת (B) היא נוזל בטמפרטורת החדר ואילו תרכובות (A) ו-(C) הן גזים בטמפרטורת החדר. **3 נקודות**

מצב הצבירה גז או נוזל נקבע על ידי נקודות הרתיחה. תרכובת B היא נוזל מפני שנקודת הרתיחה שלה גבוהה מטמפרטורת החדר. תרכובות A ו-C הן גזים מפני שנקודת הרתיחה שלהן נמוכה מטמפרטורת החדר. ברתיחה נשברים הקשרים הבין-מולקולריים, ולכן ככל שהם חזקים יותר, נדרשת יותר אנרגיה לפרקם ולכן נקודות הרתיחה גבוהה יותר. בין מולקולות חומר B יש קשרי מימן וקשרי ו.ד.ו, ואילו בין מולקולות חומרים A ו-C יש רק קשרי ו.ד.ו. ולכן, למרות שענן האלקטרונים של A ושל C מעט גדול מזה של B, הקשרים הבין-מולקולריים ב-B חזקים יותר.

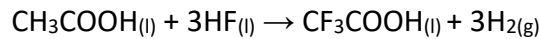
השאלה מתייחסת לתרכובת $\text{CF}_3\text{COOH}_{(l)}$. כאשר מערבבים את התרכובת עם מים, מקבלים תערובת הומוגנית בעלת pH שונה מ-7.

ה. הסבירו את שתי התצפיות המסומנות בקו. **3 נקודות**
החומר מתמוסס במים ותוצרת תמיסה שהיא תערובת הומוגנית. התמיסה נוצרת משתי סיבות: א. המולקולות מסוגלות ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים. ב. חומצה קרבוקסילית מגיבה עם מים ויוצרת יונים מסיסים.

ה-pH נמוך מ-7 מפני שחומצה קרבוקסילית מגיבה עם מים ויוצרת יוני הידרוניום:



מדען הציע להגיב חומצת חומץ עם מימן פלואורי כדי ליצר CF_3COOH על פי הניסוח:

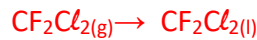


ו. קבעו האם התגובה היא תגובת חמצון-חיזור, חומצה-בסיס או תגובה מסוג אחר. נמקו את קביעתכם. **3 נקודות**

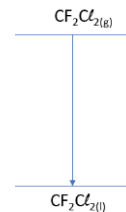
התגובה היא תגובת חמצון-חיזור מפני שדרגות החמצון של אטומי המימן ושל אטומי הפחמן משתנים. (תתקבל תשובה גם אם מציינים רק את השינוי במימן) אין צורך לקבוע מי מחמצן ומי מחזור.

ז. בקטע כתוב שכאשר דוחסים גז, כמו פריאון, הוא הופך בקלות לנוזל וכאשר מנדפים את הנוזל בצניורות העוברים דפנות של מקרר הטמפרטורה בתא יורדת.

i. נסחו את התגובה המתרחשת בעת הדחיסה. **2 נקודות**



ii. ציירו את דיאגרמת האנתלפיה של התגובה. **2 נקודות**



iii. מדוע הטמפרטורה במקרר יורדת? נמקו תוך שימוש במושגים מערכת וסביבה. **2 נקודות**

מכיוון שתגובת הניזול אנדותרמית, אנרגיה עוברת מן הסביבה (המקרר) אל המערכת (גז פריאון ופריאון נוזלי). אנרגיית הסביבה יורדת, וכך גם האנרגיה הקינטית הממוצעת של החלקיקים בסביבה, כלומר הטמפרטורה שלה יורדת.