

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ נבצרים, תשפ"א, 2021
מספר השאלון: 37381
נספחים: (1) הטבלה המחזורית
(2) טבלת אלקטרושליליות
(3) נוסחאות לחישובים
(4) קבוצות פונקציונליות

שים לב: בבחינה זו יש הנחיות מיוחדות.
יש לענות על השאלות על פי הנחיות אלה.

כימיה

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- | | | |
|-----------|---|------------|
| פרק ראשון | — | 40 נקודות |
| פרק שני | — | 60 נקודות |
| סך הכול | — | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: (1) בפרק הראשון יש תשע שאלות.
בכל אחת מן השאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות, ומהן עליך לבחור בתשובה הנכונה.
את התשובות הנכונות עליך לסמן בתשובון שבסוף מחברת הבחינה (עמוד 19).
בשאלה 9 יש לענות על הסעיפים לפי ההנחיות.
(2) בפרק השני יש חמש שאלות. עליך לענות על שלוש מהן לפי ההנחיות בכל שאלה.
כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.
- ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

בהצלחה!

2. האותיות a, b, c, d הן סמלים שרירותיים, המייצגים ארבעה יסודות בעלי מספרים אטומיים עוקבים

במערכה המחזורית. לאטום של יסוד c יש אלקטרון ערכיות אחד.

N מסמל אטום חנקן.

מהי הנוסחה הנכונה?

א. a_3c_2

ב. b_3N_2

ג. da

ד. d_3N_2

3. מימן ציאני, $HCN_{(g)}$, הוא אחד מן הגזים הרעילים המצויים בעשן של סיגריה בוערת.

למולקולה HCN צורה קווית.

בטבלה שלפניך נתונים ערכי האלקטרושליליות של אטומי חנקן, פחמן ומימן:

האטום	N	C	H
האלקטרושליליות	3.0	2.5	2.1

מהי הקביעה הנכונה?

א. דרגת החמצון של אטום הפחמן במולקולה HCN היא 0.

ב. דרגת החמצון של אטום הפחמן במולקולה HCN היא +2.

ג. במולקולה HCN אין דו־קוטב קבוע.

ד. במצב נוזל, בין המולקולות של $HCN_{(l)}$ יש קשרי מימן.

4. נתונות ארבע תמיסות מימיות: A, B, C, D.

ריכוז התמיסה (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	התמיסה	
0.3	150	$\text{KOH}_{(\text{aq})}$	A
0.2	300	$\text{KOH}_{(\text{aq})}$	B
0.2	75	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	C
0.1	150	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	D

מהי הקביעה הנכונה?

- לכל התמיסות אותו pH.
- ה־pH של תמיסה B הוא הגבוה ביותר.
- הריכוז של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה A הוא הגבוה ביותר.
- תמיסה C היא התמיסה הבסיסית ביותר.

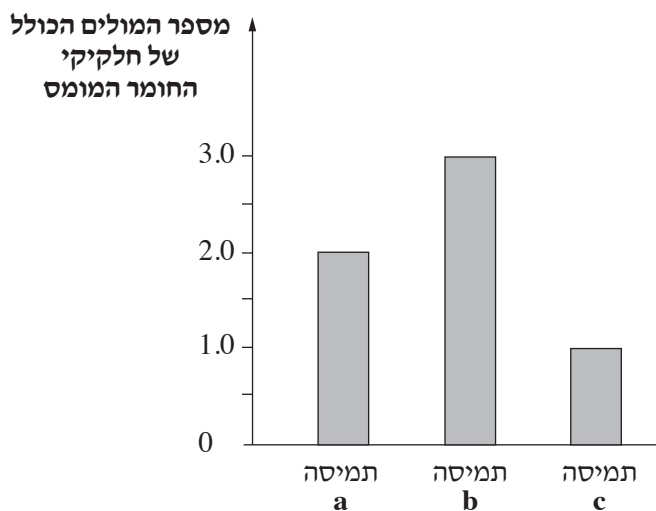
5. בזמן מנוחה גוף האדם קולט מן הריאות במשך דקה 2.6 גרם חמצן, $\text{O}_{2(\text{g})}$.

נתון: במול אחד של חלקיקים יש $6.02 \cdot 10^{23}$ חלקיקים.

מהו המספר של אטומי חמצן שגוף האדם קולט בדקה?

- $\frac{6.02 \cdot 10^{23}}{0.081}$
- $\frac{6.02 \cdot 10^{23}}{0.162}$
- $6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.081$
- $6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.162$

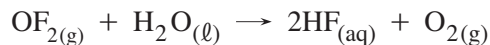
6. לכל אחד משלושה כלים הכניסו 1 מול חומר, והוסיפו מים עד שהתקבלה תמיסה בנפח 1 ליטר. בדיאגרמה שלפניך מוצג מספר המולים הכולל של חלקיקי החומר המומס בכל אחת משלוש התמיסות a, b ו- c:



באיזו מן השורות א-ד החומרים המומסים בתמיסות a, b ו- c מוצגים בהתאם לדיאגרמה?

	a	b	c
א.	NaNO_3	Na_2SO_4	CH_3OH
ב.	CH_3OH	Na_2SO_4	NaNO_3
ג.	NaNO_3	CH_3OH	Na_2SO_4
ד.	Na_2SO_4	NaNO_3	CH_3OH

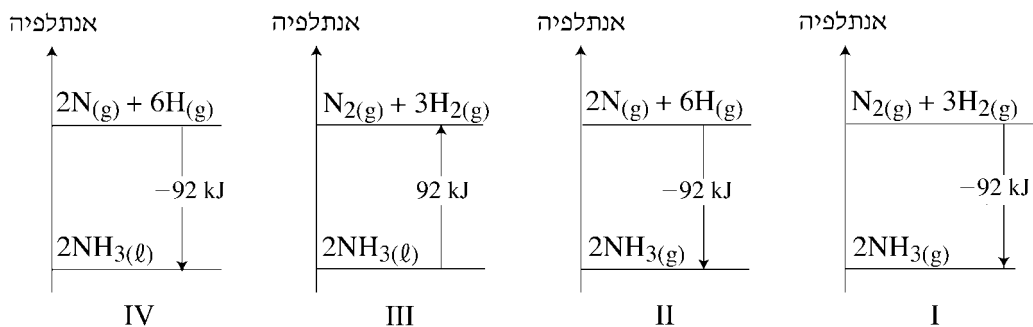
7. בתעשיית האלקטרוניקה משתמשים בתמיסה מימית של מימן פלואורי $\text{HF}_{(\text{aq})}$ בתהליך הכנת שבבים. תמיסת $\text{HF}_{(\text{aq})}$ מתקבלת על פי התגובה:



מהי הקביעה הנכונה בנוגע לתגובה זו?

- אטומי F במולקולות של $\text{OF}_{2(\text{g})}$ הם המחמצן.
- אטומי O במולקולות של $\text{OF}_{2(\text{g})}$ הם המחמצן.
- אטומי O במולקולות של $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$ עוברים חיזור.
- אטומי H במולקולות של $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$ עוברים חיזור.

8. נתון ניסוח התגובה: $\text{N}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NH}_{3(\text{g})} \quad \Delta H^0 = -92 \text{ kJ}$ איזה מן הגרפים I-IV הוא הנכון?



- גרף I
- גרף II
- גרף III
- גרף IV

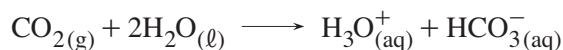
ניתוח קטע ממאמר מדעי — חובה

9. קרא את הקטע שלפניך, וענה על הסעיפים א-ז שאחריו לפי ההנחיות (שאלת חובה – 20 נקודות).

"דלק ירוק" מאצות



בשִׁרְפָּה של דלקים כמו נפט ופחם נפלט פחמן דו־חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$. יש מדענים הסבורים כי עלייה בריכוז של $\text{CO}_2(\text{g})$ באטמוספירה גורמת, בין השאר, לשינויי אקלים ולעלייה בחומציות של מי הים. $\text{CO}_2(\text{g})$ מגיב עם מים, $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, על פי התגובה:



מדענים מנסים למצוא דרכים לצמצום הכמות של $\text{CO}_2(\text{g})$ הנפלטת לאטמוספירה. אחת הדרכים היא גידול אצות זעירות הקולטות $\text{CO}_2(\text{g})$ ומנצלות אותו ליצירת תרכובות פחמן. שיטה זו מכונה ביוקונברסיה.

בספרד פועל מתקן ניסיוני שמזרימים בו $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלט מארובות של מפעל מלט, לתוך צינורות זכוכית המכילים מים ואצות זעירות. בהשפעתה של קרינת השמש האצות מתרבות במהירות, ומפיקים מהן תערובת של תרכובות פחמן הדומה בתכונות הבערה שלה לנפט. תערובת זו היא "דלק ירוק", מכיוון שבעת שִׁרְפָּתה לא נפלטים לאוויר חומרים מזהמים כמו אלה הנפלטים בשרפת נפט או פחם. התערובת נוצרת במתקן הניסיוני בתוך 48 שעות, לעומת הנפט בטבע שהיווצרותו נמשכת מיליוני שנים.

גם בישראל הוקם מתקן הפועל בשיטת הביוקונברסיה. המתקן נמצא באשקלון, ליד תחנת הכוח להפקת חשמל המופעלת על ידי שרפת פחם, $\text{C}(\text{s})$. במתקן זה מזרימים את ה־ $\text{CO}_2(\text{g})$ שנוצר בשרפת הפחם לתוך בריכות מי ים שבהן אצות זעירות. האצות קולטות $\text{CO}_2(\text{g})$ ומתרבות במהירות. מאצות אלה מפיקים חומצות שומן מסוג אומגה 3, ומהן מכינים תוסף תזונה.

בישראל מקווים שבעתיד יהיה אפשר לייצר בשיטת הביוקונברסיה גם "דלק ירוק".

(מעובד על פי: מרלן גרינפטר, "פתרון למחסור בנפט ולבעיית שינוי האקלים", אפוק טיימס ישראל, מאי 2011)

ענה על הסעיפים א, ב, ד, ה, ז, ועל אחד מן הסעיפים ג או ו.

הנח שבתחנות הכוח בישראל המופעלות על ידי פחם נשרפים בכל שעה 1620 טון פחם, $C_{(s)}$, בחמצן, $O_{2(g)}$, שבאוויר.

א. נסח את תגובת השרפה של פחם.

ב. ב-1 טון יש 1,000,000 גרם (1×10^6 גרם).

כמה מול פחם נשרף בכל שעה בתחנות הכוח אלה? פרט את חישוביך.

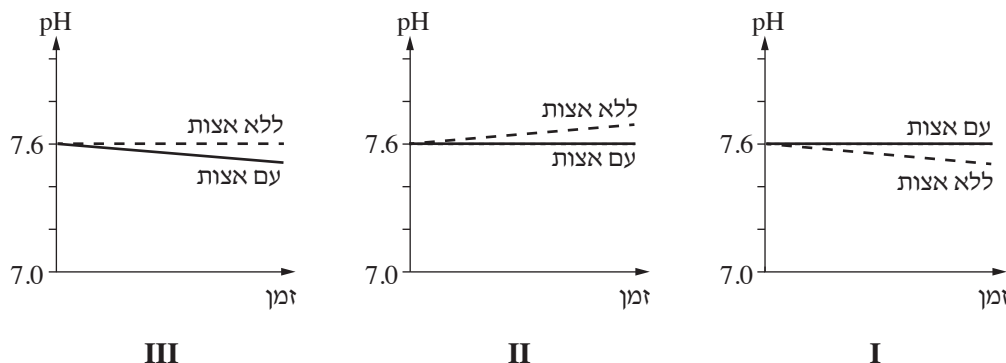
סעיף ג הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ו.

ג. מהי המסה של $CO_{2(g)}$ שנפלטת לאטמוספירה בכל שעה מתחנות הכוח האלה? פרט את חישוביך.

ד. על פי המידע שבקטע, ציין שני יתרונות לשימוש בשיטת הביוקונברסיה.

ה. לשתי בריכות, שהכילו אותו נפח של מי ים, הזרימו $CO_{2(g)}$ באותו קצב. רק באחת מן הבריכות היו אצות. שאר התנאים היו זהים.

איזה מן הגרפים III-I שלפניך מתאר את שינוי ה-pH של מי הים עם הזמן, בכל אחת מן הבריכות? נמק.



סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ג.

ו. במולקולה של אחת מחומצות השומן מסוג אומגה 3 המופקות מאצות יש 20 אטומי פחמן ו-5 קשרים כפולים, כולם במבנה ציס.

כתוב רישום מקוצר לחומצת שומן זו.

ז. באחד השלבים בתהליך הפקת חומצות השומן מן האצות משתמשים בממס.

איזה מן הממסים – מים, $H_2O_{(l)}$, או הקסאן, $C_6H_{14(l)}$ – מתאים להמסת חומצות השומן? הסבר.

פרק שני (60 נקודות)

ענה על שלוש מן השאלות 10-14 לפי ההנחיות בכל שאלה (לכל שאלה — 20 נקודות).

כימיה של מזון

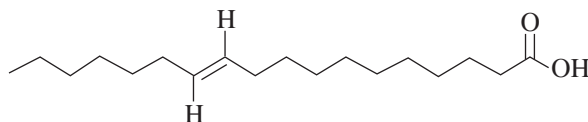
10. ענה על הסעיפים א, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ב או ה.

חלב אם הוא המזון הטבעי הבסיסי של תינוק בחודשי חייו הראשונים.
בטבלה שלפניך מוצגות חומצות השומן העיקריות המרכיבות טריגליצרידים בחלב אם.

חומצת השומן	סמל	רישום מקוצר של חומצת השומן
חומצה פלמיטית	P	C16:0
חומצה אולאית	O	C18:1 ω 9, cis
חומצה לינולאית	L	C18:2 ω 6, cis, cis

א. חומצה וַאקְסֵנִית (vaccenic acid) היא חומצת שומן המצויה בחלב אם בכמות קטנה.

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת חומצה ואקסנית:



i כתוב רישום מקוצר של חומצת שומן זו.

ii קבע איזו מחומצות השומן שבטבלה היא איזומר של חומצה ואקסנית. נמק את קביעתך.

סעיף ב הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.

ב. טמפרטורת ההיתוך של חומצה ואקסנית גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של האיזומר שצינת בתת-סעיף א ii. הסבר מדוע.

שמן דקל משמש בין השאר בייצור תרכובות מזון לתינוקות והן משמשות תחליף לחלב אם. בטבלה שלפניך מוצגות חומצות השומן העיקריות המרכיבות טריגליצרידים המצויים בשמן דקל.

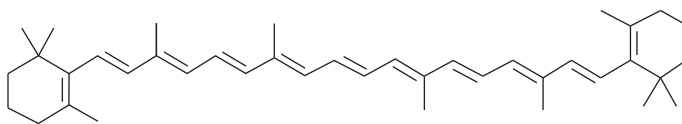
חומצת השומן	סמל	אחוז
חומצה פלמיטית	P	44%
חומצה אולאית	O	37%

- ג. i כתוב ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של חומצה פלמיטית ושל חומצה אולאית.
 ii בשמן דקל יש אחוז קטן של חומצה מיריסטית: C14:0.
 טמפרטורת ההיתוך של חומצה מיריסטית היא 54°C .
 קבע אם טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית גבוהה מ- 54°C או נמוכה ממנה. נמק את קביעתך.

- ד. כתוב ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של תוצר ההידרוגנציה של חומצה אולאית.

סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ב.

- ה. שמן דקל עשיר בבָּטָא-קָרוֹטֵן.
 לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת בטא-קרוטן.

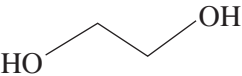
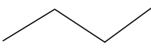


הסבר מדוע המסיסות של בטא-קרוטן בשמן דקל גבוהה.

מבנה וקישור

11. ענה על הסעיפים א, ב, ג, ד, ה, ועל אחד מן הסעיפים ו או ז.

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על אתילן גליקול ועל בוטאן.

החומר	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה	טמפרטורת היתוך ($^{\circ}\text{C}$)	טמפרטורת רתיחה ($^{\circ}\text{C}$)	אחד השימושים בחומר
אתילן גליקול		-13	197	חומר מונע קיפאון (אנטי-פריז) במערכת קירור של רכב
בוטאן		-138	0	גז למילוי מצתים

א. רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית למולקולה של אתילן גליקול.

ב. רשום נוסחאות מולקולריות של אתילן גליקול ושל בוטאן.

ג. הסבר את ההבדל בטמפרטורת הרתיחה של שני החומרים שבטבלה.

ד. ציין שני הבדלים ברמה המיקרוסקופית בין אתילן גליקול בטמפרטורה של -25°C לבין אתילן גליקול בטמפרטורה של 250°C .

ה. אתילן גליקול מתמוסס היטב במים. נסח את תהליך ההמסה במים של אתילן גליקול.

סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ז.

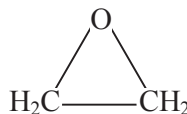
ו. אתילן גליקול הוא חומר למניעת קיפאון, כי כאשר מוסיפים אותו למים נוצרת תמיסה שטמפרטורת הקיפאון שלה נמוכה מ- 0°C .

בוטאן אינו מתאים לשמש חומר למניעת קיפאון. הסבר מדוע.

סעיף ז הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ו.

ז. אתילן אוקסיד הוא חומר מוצא לקבלת אתילן גליקול.

לפניך נוסחת מבנה של אתילן אוקסיד:



בתנאי החדר אתילן אוקסיד הוא גז. הסבר עובדה זו.

חומצות ובסיסים

12. ענה על הסעיפים א, ב, ד, ה, ועל אחד מן הסעיפים ג או ו.

חלק מן החומרים שבשימוש ביתי הם חומצות ובסיסים.
במעבדה הכינו תמיסות מימיות של חמישה חומרים לשימוש ביתי.
בטבלה שלפניך מידע על החומרים ועל התמיסות שהוכנו מהם.

החומר	חומצה לשימוש ביתי	חומץ תפוחים	מלח בישול	סודה לשתייה	חלב מגנזיה
השימוש	הסרת אבנית	תיבול מאכלים	תיבול מאכלים	אפייה	טיפול בצרבת
pH של התמיסה	2.2	4.0	7.0	8.4	9.8
גוון התמיסה בנוכחות אינדיקטור "מי כרוב אדום"	אדום	ורוד	כחול	כחול-ירוק	ירוק-צהוב

א. באיזו מן התמיסות החומציות שבטבלה ריכוז יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}_{(\text{aq})}^+$, הוא הגבוה ביותר? נמק.

ב. ערבבו שתיים מן התמיסות המימיות של החומרים שבטבלה. התרחשה תגובה (1):



ציין שתי תמיסות המגיבות זו עם זו על פי תגובה (1).

סעיף ג הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ו.

ג. לאחר ערבוב שתי התמיסות שציינת בסעיף ב הוסיפו לתמיסה שהתקבלה כמה טיפות של האינדיקטור, וערבבו.
התקבל גוון ורוד.
הסבר מדוע התקבל גוון ורוד.

- ד. סידן פחמתי, $\text{CaCO}_{3(s)}$, הוא המרכיב העיקרי של אבנית המצטברת בחדרי אמבטיה. להסרת האבנית אפשר להשתמש בחומצה לשימוש ביתי, שהיא תמיסה מימית של חומצת מימן כלורי, $\text{HCl}_{(aq)}$. תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ מגיבה עם $\text{CaCO}_{3(s)}$ על פי תגובה (2):



חשב את המסה של $\text{CaCO}_{3(s)}$ שאפשר להסיר באמצעות 240 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 0.3M. פרט את חישוביך.

- ה. במעבדה הכינו תמיסות מימיות של שלושה חומרים: חומצה חנקתית, $\text{HNO}_{3(l)}$, אשלגן חנקתי, $\text{KNO}_{3(s)}$, ואמוניה, $\text{NH}_{3(g)}$. כל תמיסה הוכנה בכלי נפרד. נסח את התהליך שהתרחש כאשר הכינו כל אחת משלוש התמיסות.

סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ג.

- ו. לכל אחת משלוש התמיסות הוסיפו כמה טיפות של האינדיקטור. קבע באיזו מן התמיסות התקבל גוון כחול-ירוק. נמק את קביעתך.

חישובים

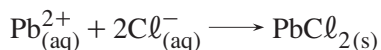
13. ענה על הסעיפים א, ב, ג, ד, ו, ועל אחד מן הסעיפים ה, ז.

הטיפול באדם במצב של התייבשות הוא באמצעות תמיסה פיזיולוגית המוחדרת לווריד. תמיסה פיזיולוגית היא תמיסה מימית של נתרן כלורי, $\text{NaCl}_{(aq)}$, המכילה 9 גרם מומס ב-1 ליטר. א. נסח את תהליך ההמסה במים של $\text{NaCl}_{(s)}$.

ב. מהו הריכוז המולרי של נתרן כלורי בתמיסה הפיזיולוגית? פרט את חישוביך.

ג. מהו מספר המולים הכולל של חלקיקי החומר המומס ב-1 ליטר של תמיסה פיזיולוגית? נמק.

ד. נתונה תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ שריכוזה אינו ידוע. כדי לקבוע את הריכוז המולרי של התמיסה לקחו ממנה דגימה בנפח של 20 מ"ל והוסיפו לה תמיסת עופרת חנקתית, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$, בריכוז 0.05M. התרחשה התגובה:



נדרשו 12 מ"ל מתמיסת $\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$ כדי שתגיב עם כל יוני $\text{Cl}_{(aq)}^-$ שבדגימה. חשב את מספר המולים של יוני $\text{Cl}_{(aq)}^-$ בדגימה. פרט את חישוביך.

סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ז.

ה. קבע אם ריכוז התמיסה שנבדקה מתאים לטיפול במצב של התייבשות. פרט את חישוביך, ונמק את קביעתך.

ו. לעיתים תמיסות המוחדרות לווריד מכילות גלוקוז, נוסף לנתרן כלורי.

נסח את תהליך ההמסה במים של גלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$.

סעיף ז הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.

ז. הכינו 1 ליטר של תמיסה על ידי המסת $\text{NaCl}_{(s)}$ ו- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$ במים. הריכוז המולרי של יוני $\text{Cl}_{(aq)}^-$ בתמיסה זו הוא 0.03M.

מספר המולים הכולל של חלקיקי שני החומרים המומסים הוא 0.282 מול.

כמה גרם גלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$, המיסו במים כדי לקבל 1 ליטר של תמיסה זו? פרט את חישוביך.

מבנה האטום, מבנה וקישור, חמצון-חיזור

14. ענה על הסעיפים ג, ד, ה, ו, ז, ועל אחד מן הסעיפים א או ב.

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על חמישה אטומים שסומנו שרירותית באותיות g, f, c, b, a .

האטום	a	b	c	f	g
מספר מסה	14	14	15	17	18
מספר נויטרונים	7	8	8	9	9

סעיף א הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ב.

א. קבע לאיזה מן האטומים שבטבלה המטען הגרעיני הקטן ביותר. נמק את קביעתך.

סעיף ב הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף א.

ב. קבע אילו מן האטומים שבטבלה הם איזוטופים של חנקן, N. נמק את קביעתך.

ג. רשום את היערכות האלקטרונים ברמות אנרגייה באטומים g, f, c .

ד. לפניך נוסחאות של ארבע מולקולות המכילות חנקן:

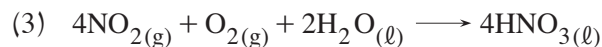
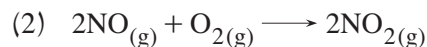
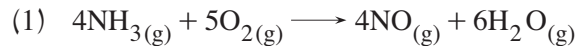


רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית לכל אחת מן המולקולות הנתונות.

ה. טמפרטורת הרתיחה של אמוניה, $\text{NH}_3(\ell)$, גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של חנקן תלת-פלואורי, $\text{NF}_3(\ell)$. הסבר מדוע.

ו. חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\ell)$, משמשת, בין השאר, לייצור דשנים וחומרי נפץ.

בתעשייה הכימית מפיקים $\text{HNO}_3(\ell)$ מאמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$. בתהליך הייצור של $\text{HNO}_3(\ell)$ יש שלושה שלבים. בכל שלב מתרחשת אחת מן התגובות (1)–(3).



מבין תרכובות החנקן המופיעות בתגובות (1), (2), (3), ציין את התרכובות שיכולות להגיב כמחמצן. נמק.

ז. קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i–ii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

i בתגובה (1) הגז $\text{NH}_3(\text{g})$ פועל כמחזור.

ii בתגובה (3) החומצה $\text{HNO}_3(\ell)$ פועלת כמחמצן.

בהצלחה!