



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

תשע"ח - 2018

א. משך הבחינה: שלש שעות

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

פרק ראשון – חובה – (20x2)	-	40 נקודות
פרק שני (20x3)	-	60 נקודות
סה"כ	-	100 נקודות

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

ד. הוראות מיוחדות:

1. שים לב: שבפרק הראשון יש תשע שאלות חובה.

בכל אחת מהשאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות ומהן עליך לבחור בתשובה הנכונה. סמן את

התשובות הנכונות בגיליון התשובות.

בשאלה 9 יש לענות על כל הסעיפים.

2. בפרק השני יש לענות על שלוש מבין חמש שאלות.

כתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.

ההוראות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ח ל צ ה ה

חומר עזר מצורף - טבלה מחזורית
טבלת ערכי – אלקטרושיליות
דפי נוסחאות

השאלות

פרק ראשון (40 נקודות)

חובה - ענה על שאלות 1-8 (לכל שאלה – 2.5 נקודות)

לפני שתענה, קרא את כל התשובות המוצעות.

לכל שאלה מוצעת ארבע תשובות. בחר בתשובה המתאימה ביותר.

את התשובה שבחרת סמן בדף תשובון המצורף ב - X.

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

1. מהאיזוטופ של אורניום $^{235}_{92}\text{U}$ הכינו תרכובת יונית UCl_2 .

לאורניום בתרכובת זו :

- א. 92 פרוטונים, 92 אלקטרונים, 143 נויטרונים
- ב. 92 פרוטונים, 90 אלקטרונים, 143 נויטרונים
- ג. 92 פרוטונים, 90 אלקטרונים, 141 נויטרונים
- ד. 92 פרוטונים, 94 אלקטרונים, 143 נויטרונים

2. סמן את ההיגד שאינו נכון ביחס ליסודות יוד ($\text{I}_{2(s)}$), ברום ($\text{Br}_{2(l)}$), וכלור ($\text{Cl}_{2(g)}$) בטמפרטורת החדר ולאטומים המרכיבים את היסודות.

- א. אנרגיית היינון של אטום היוד (I) נמוכה יותר משל אטום הברום (Br) שנמוכה יותר משל אטום הכלור (Cl), עקב ההבדלים ברדיוס אטומי
- ב. ליסוד יוד ($\text{I}_{2(s)}$) אופן תנועה אחד, ליסוד כלור ($\text{Cl}_{2(g)}$) - 3 אופני תנועה. הבדל זה נובע ממספר האלקטרונים בכל אחת מהמולקולות
- ג. סוג החלקיקים בחומרים יוד ($\text{I}_{2(s)}$), ברום ($\text{Br}_{2(l)}$), וכלור ($\text{Cl}_{2(g)}$) הם אטומים. לאטומים אלו נוספים אופני תנועה שונים במעבר בין מצבי הצבירה
- ד. בחומר המורכב ממולקולות (ICl) ייווצרו כוחות ואן-דר-ואלס חזקים יותר מאשר בין המולקולות של החומר ברום (Br_2)

3. לסתירה מלאה של 20 מ"ל תמיסת חומצה דו פרוטית בריכוז 0.1M נדרשים :

- א. 0.312 גרם $\text{Al(OH)}_3(s)$
- ב. 200 מ"ל תמיסת אשלגן הידרוקסידי (KOH) בריכוז 0.01M
- ג. 2.408×10^{21} יוני OH^-
- ד. 1.204×10^{21} יוני OH^-

4. מהו ההיגד הנכון לגבי דרגת חמצון של חמצן, O?

- א. דרגת החמצון המקסימלית של חמצן הינה +6, כיוון שלאטום חמצן 6 אלקטרוני ערכיות
- ב. דרגת החמצון של החמצן בתרכובת HOF הינה 0, כיוון שאלקטרושליליות של פלואור גדולה יותר מאשר זאת של החמצן
- ג. דרגת החמצון של החמצן בתרכובת SO₂ הינה 0, כיוון שיסוד החמצן מופיע בטבע כמולקולות דו-אטומיות
- ד. דרגת החמצון של החמצן בתרכובת H₂O₂ הינה -2, כיוון שאלקטרושליליות של החמצן גדולה יותר מאשר זאת של המימן

5. נתון תהליך הקורוזיה של ברזל:



בחר בהיגד הנכון:

- א. שכבת הקורוזיה הנוצרת על הברזל מגינה על הברזל המוצק בפני קורוזיה נוספת
- ב. בתגובת הקורוזיה הברזל עובר תהליך חיזור
- ג. הפחתת אחוזי לחות באוויר תגרום להאטה בקצב הקורוזיה
- ד. תוצר תהליך הקורוזיה בעל מוליכות חשמלית גבוהה

6. בפירוק 80 מ"ל תרכובת המורכבת מזרחן וכלור התקבל 20 מ"ל זרחן (P_{4(g)}) ו-200 מ"ל כלור (Cl_{2(g)}).

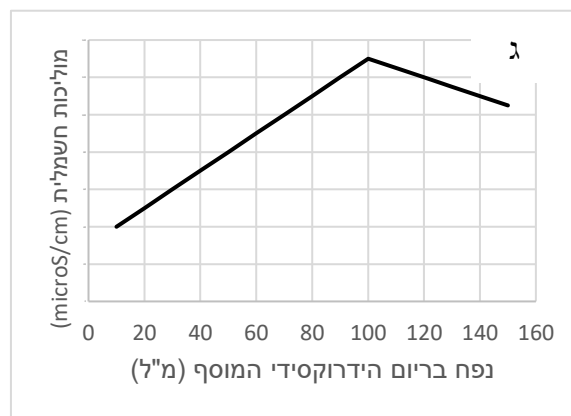
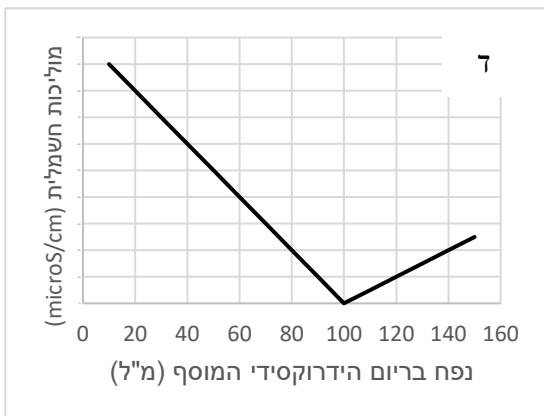
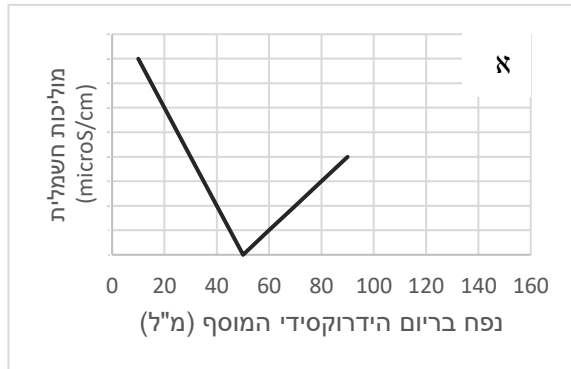
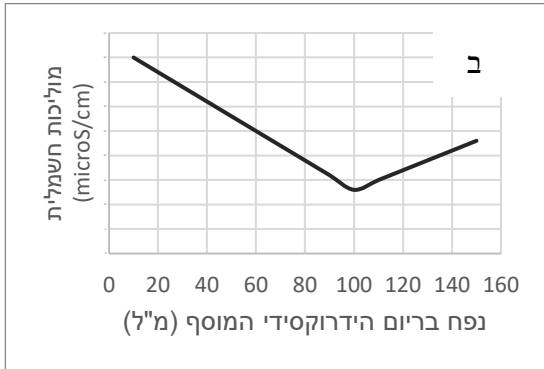
מדידות הנפח בוצעו בטמפרטורה ולחץ שווים בהם כל החומרים הם גזים.

מהי נוסחת התרכובת:

- א. PCl₃
- ב. PCl₅
- ג. P₂Cl₄
- ד. P₂Cl₅

7. לתוך 100 מ"ל תמיסת חומצה גופרתית (H_2SO_4) בריכוז 0.1M הוסיפו בהדרגה תמיסת בריום הידרוקסידי ($Ba(OH)_2$) בריכוז 0.1M ומדדו את המוליכות החשמלית בתמיסה. במהלך ההוספה נצפתה עכירות בתמיסה.

איזו מהעקומות מתאימה לייצג את המוליכות שנמדדה :



לפניך מספר היגדים:

1. אנרגיית השפעול בתגובה הנתונה נמוכה מאנרגיית השפעול של התגובה ההפוכה
2. קצב התגובה בטמפרטורה 300K גבוה מקצב התגובה בטמפרטורה של $300^\circ C$
3. אם התגובה תתרחש בכלי סגור, הלחץ בכלי לא ישתנה
4. בטמפרטורה גבוהה יותר לתצמיד המשופעל בתגובה זו יש אנרגיה גבוהה יותר

ההיגדים הנכונים הם:

- א. 1+3
- ב. 1+3+4
- ג. 2+3
- ד. 2+4

9. קרא את הקטע שלפניך וענה על כל השאלות שאחריו. (שאלת חובה – 20 נקודות).



איי הבהמה עדיין תחת בנייה

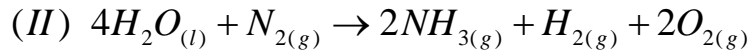
איי הבהמה, הממוקמים באוקיינוס האטלנטי היוו תעלומה בפני גאולוגים מזה שנים. מחקר אודות ההרכב הכימי של הקרקע באיים מגלה, כי הוא מורכב בעיקר מהמשקע סידן פחמתי, CaCO_3 הנקרא גם אבן גיר, וכי הוא עדין נוצר כך שאיי הבהמה הולכים וגדלים.

בדיקה מעמיקה יותר באיים העלתה כי בתהליך הפקת אבן הגיר משתתפים גם חיידקים ימיים הנקראים "אצות כחוליות" המסוגלים לבצע פוטוסינתזה. בתהליך הפוטוסינתזה מנצלות הכחוליות את אור השמש, כמו בצמחים, כדי לעורר תגובה בין פחמן דו חמצני, CO_2 , המומס במי הים ומים, H_2O , לקבלת חמצן, O_2 , וגלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. הגלוקוז מנוצל כמקור אנרגיה זמינה עבור הכחוליות. אבן הגיר עשויה להתפרק בתגובה עם מים ופחמן דו חמצני מומס, כפי שמתואר בתהליך שיווי משקל הבא (I):



הכחוליות משתמשות בפחמן הדו חמצני לצורכי הפוטוסינתזה ולכן מסיטות את שיווי המשקל לכיוון הפקת אבן הגיר. הכחוליות פועלות באזור זה של האוקיינוס במשך 100 מיליוני שנים ואיי הבהמה הם תוצאה של פעילות זו.

בסדרת תהליכים אחרת שנקראת "קיבוע חנקן", מנצלות הכחוליות את גז החנקן, N_2 , המצוי באטמוספירה ליצירתן של תרכובות חנקן חיוניות כמו אמוניה, NH_3 . תהליך קיבוע החנקן (תגובה II) מתרחש בנוכחות של יוני ברזל, Fe^{2+} , ולכן זקוקות הכחוליות לאספקה קבועה של יונים אלו.



אטומי החנקן חיוניים אף ליצורים מורכבים יותר מכחוליות, כמו צמחים ובעלי חיים אך אלו אינם מסוגלים להפיק אותם מהחנקן שבאטמוספירה אלא רק מתרכובות המכילות חנקן. לכן תהליך קיבוע החנקן הוא אחד מהתהליכים החיוניים בשמירה על שרשרת המזון באוקיינוסים. בפני החוקרים עמדה בעיה, אזור זה של האטלנטי אינו אמור להכיל כמויות מספיקות של יוני ברזל בכדי לתמוך באוכלוסייה גדולה כל כך של כחוליות.

אז מהיכן הגיעו יוני הברזל?

התשובה המפתיעה התגלתה בתמונות לוויין שניתחו דפוסי רוחות באטמוספירה. סופות חול ענקיות במדבר סהרה מעלות לאטמוספירה חול עשיר במינרלים רבים בין היתר תרכובות מוצקות, בעיקר תחמוצות, המכילות יוני ברזל. החול נישא על ידי זרמי האוויר למרחק מדהים של 8000 קילומטר, ויורד בדיוק מעל איי הבהמה. כאשר השוו החוקרים את האזורים בהם התרחש שיקוע פעיל של אבן גיר באיי הבהמה ואת דפוסי נפילתו של החול מעל האיים מצאו התאמה כמעט מושלמת. מדהים לגלות שמדבר הסהרה תומך ביצורים מיקרוסקופיים שבונים במשך מיליוני שנים איים מול חופי ארצות הברית.

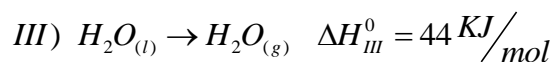
מבוסס על כתבה מ-scienceDaily: <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/07/140724182933.htm>

- א. ציין שני גורמים הכרחיים להמשך גידול של איי הבהמה.
- ב. הסבר על פי הקטע מהו תהליך "קיבוע חנקן" וציין את חשיבותו.
- ג. נסח ואזן את תהליך הפוטוסינתזה.
- ד. האם האנרגיה הפנימית של התוצרים בתהליך פוטוסינתזה גדולה / קטנה / שווה לאנרגיה הפנימית של המגיבים? הסבר.
- ה. האם תגובה I המופיעה בקטע היא תגובת חימצון חיזור? נמק.
- ו. הסבר על פי הקטע מהו סוג התרכובות (יוניות/מולקולריות/אטומריות/מתכתיות) המוצקות המכילות ברזל המגיעות ממדבר הסהרה לאיי הבהמה.

נתונות אנתלפיות הקשר הבאות :

O=O	O-H	N≡N	N-H	H-H	סוג קשר
498	464	945	391	436	אנתלפיית קשר (kJ/mol)

ונתונה תגובה הבאה :



- ז. חשב את שינוי האנתלפיה בתגובה (II). פרט חישובים.
- ח. התרחבות התיירות באיי הבהמה מביאה לפריחה כלכלית אך פוגעת באוכלוסיית הכחוליות. חווה דעתך (בעד או נגד) לגבי התרחבות התיירות באיי הבהמה. נמק.

פרק שני (60 נקודות)

ענה על שלוש מהשאלות 10-14 (לכל שאלה 20 נקודות)

חומצה בסיס וסטויכיומטריה

10. קולה הינו המשקה הפופלרי בעולם כולו. ישנם אנשים האומרים שהוא רעל כמו גם כאלה המשייכים לו סגולות ריפוי שונות.

אחד ממרכיבי קולה הוא חומצה זרחתית, H_3PO_4 . במטרה לקבוע את ריכוז החומצה בקולה ביצוע את הניסוי הבא:

ל-100 מ"ל קולה הוסיפו בהדרגה תמיסת נתרן הידרוקסידי, NaOH, בריכוז 0.08M.
א. נסח את התגובה המתרחשת.

לאחר הוספה של 20 מ"ל תמיסת נתרן הידרוקסידי נמדד pH נייטרלי בתמיסה המתקבלת.
ב. חשב את הריכוז של החומצה הזרחתית בקולה. פרט חישובים.

בכלי אחר ל-100 מ"ל נוספים של קולה מוסיפים תמיסת בריום הידרוקסידי, $Ba(OH)_2$ ומוודים את ה-pH של התמיסה המתקבלת. לאחר הוספה של 20 מ"ל נמדד pH נייטרלי בתמיסה המתקבלת.
ג. האם ריכוז תמיסת בריום הידרוקסידי, $Ba(OH)_2$, המוספת גדול / קטן / שווה לזה של תמיסת נתרן הידרוקסידי, NaOH. הסבר.

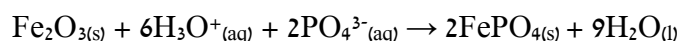
לפניך נתוני pH של סוגי קולה שונים:

סוג משקע	ערך pH
קולה רגילה	2.52
קולה זירו Zero	3.18
קולה דיאט Diet	3.65

ל-100 מ"ל קולה רגילה מוסיפים 20 מ"ל קולה דיאט.

ד. האם ריכוז יוני ההידרוניס יעלה / ירד / לא ישתנה. הסבר.

בסרטונים רבים ברשת ניתן לראות כיצד מסירים את שכבת החלודה, $Fe_2O_3(s)$, ממסמר בעזרת טבילה של המסמר בכוס קולה.
להלן התגובה המתרחשת:



ה. כיצד ישתנה ה-pH בכוס הקולה במהלך הסרת החלודה. הסבר.

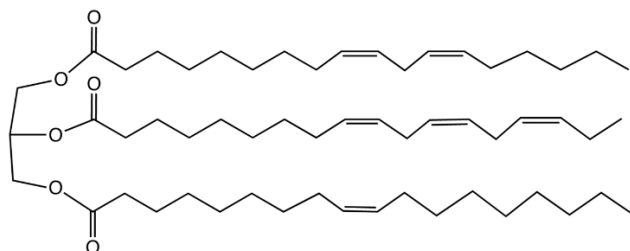
ו. כיצד תשתנה המוליכות החשמלית של בכוס הקולה במהלך הסרת החלודה. הסבר.

לתלמיד 2 פחיות קולה בעלות נפח זהה: פחית אחת של קולה רגילה ופחית אחרת של קולה זירו.
ז. באיזו קולה עדיף להשתמש על מנת להסיר כמות גדולה יותר של חלודה. הסבר.

כימיה של מזון, סטוכיומטריה

11. שמן זית מורכב ברובו מטריגליצרידים.

להלן נוסחת מבנה של אחד מהטריגליצרידים בשמן זית:



א. רשום בעזרת רישום מקוצר את שלושת חומצות השומן המרכיבות טריגליצריד זה.

ב. דרג את שלושת חומצות השומן מהם מורכב הטריגליצריד לפי סדר עולה של טמפרטורות היתוך. הסבר את קביעתך.

מבצעים הידרוליזה של טריגליצריד זה.

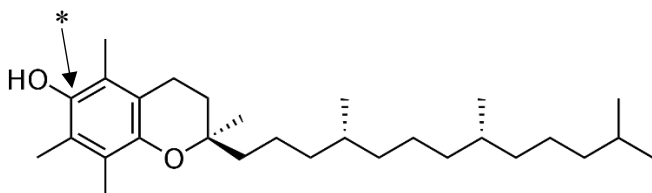
ג. רשום בעזרת נוסחאות מבנה את תוצרי ההידרוליזה.

משמן זית ניתן לייצר מרגרינה בתהליך הידרוגניציה של השמן. טריגליצריד המופיע למעלה ביצעו הידרוגניציה מלאה.

ד. כמה מול טריגליצריד זה יגיב עם 26.88 ליטר של גז מימן בתנאי STP? פרט חישובים.

בשמן זית ניתן למצוא גם אחוז נמוך מאוד של חומצות שומן חופשיות. ביניהם חומצות שומן חיוניות. ה. הגדר מהם חומצות שומן חיוניות.

מרכיב נוסף בשמן זית הינו ויטמין E. לפניך נוסחת הוויטמין:



ו. ידוע כי ויטמין E יכול לשמש כנוגד

חמצון (אנטיאוקסידאנט). במהלך פעילותו כאנטיאוקסידאנט משתנה דרגת החמצון על הפחמן המוסמן (*).

i. קבע את דרגת החמצון על

הפחמן המוסמן.

ii. האם דרגת החמצון תעלה או תרד בתהליך זה. הסבר.

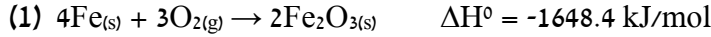
לפניך נוסחאות ייצוג אלקטרוניות של מספר חלקיקים:



ז. עם איזה מבין החלקיקים הנתונים יכול להגיב ויטמין E בפעולתו כאנטיאוקסידאנט, הסבר.

חימצון חיזור, מבנה וקישור

12. לא הרבה יודעים זאת, אבל ברזל, Fe, הוא חומר דליק – הסיבה שאיננו רואים אותו נדלק באופן יומיומי היא שקשה לשמר בשבילו את שלושת הגורמים של משולש האש (חמצן, חומר בעירה, אנרגיה). התוצר העיקרי בתגובת שריפה בין ברזל Fe, ובין חמצן, O₂, היא תחמוצת ברזל בעלת נוסחה Fe₂O₃ לפי תגובה (1):



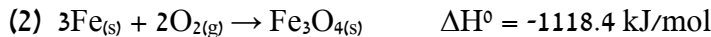
א. בתגובה (1) משתתפים 3 חומרים. העתק למחברת את הטבלה הבאה ומלא אותה:

סוג החומר	סוג החומר (אטומרי / יוני / מתכתי / מולקולרי)	סוג החלקיקים המרכיבים את החומר	נוסחת ייצוג אלקטרוני של החלקיקים	סוג הקשר בין החלקיקים
Fe _(s)				
O _{2(g)}				
Fe ₂ O _{3(s)}				

קשה מאוד לחמם גוש של ברזל עד לטמפרטורה שבה הוא יתלקח, אולם ניתן בקלות לשרוף צמר פלדה (שערות ברזל דקות).

ב. ציין מה לדעתך הסיבה לכך שניתן לשרוף בקלות 10 גרם צמר פלדה, אך לא ניתן לשרוף גוש ברזל בעל אותה מסה? הסבר.

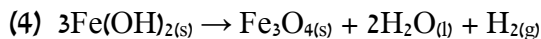
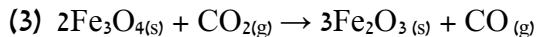
בתגובת שריפה של ברזל נוצרת גם תרכובת מגנטית שנוסחתה, Fe₃O₄, לפי התגובה הבאה:



ג. לפניך 2 היגדים. קבע עבור כל אחד מההיגדים נכון או לא נכון. פרט חישובים.

- i. בתגובה בה מגיבים 55.8 גרם ברזל, Fe, עם כמות מספקת של חמצן תפלט אנרגיה גדולה יותר במידה ותוצר התגובה יהיה מגנטית, Fe₃O₄, ולא תחמוצת ברזל Fe₂O₃.
- ii. בתגובה בה מגיבים 55.8 גרם ברזל לקבלת תחמוצת, Fe₂O₃, לפי תגובה (1) עוברים 12 מול אלקטרונים.

לפניך 2 תגובות חימצון חיזור בהם משתתפת תרכובת מגנטית:



- ד. ציין בכל אחד מן התגובות (3) ו-(4) האם המגנטית, Fe₃O₄, מחזור / מחמצן / תוצר חמצון / תוצר חיזור. הסבר את קביעתך.
- ה. במטרה לייצר מגנטית, Fe₃O₄, מ-FeO ותרכובת המכילה אטום פחמן באיזה מן החומרים הבאים תבחר: CO_{2(g)} או CH_{4(g)}. נמק את בחירתך.

לפניך 3 יוני מתכות המסודרים לפי יכולת לחמצן: Pb²⁺ > Fe³⁺ > Zn²⁺

- ו. במטרה לייצר ברזל טהור מתמיסה המכילה יוני Fe³⁺ האם היית מציע להגיב את התמיסה עם אבץ מתכתי (Zn) או עופרת מתכתית (Pb). הסבר את תשובתך בעזרת ניסוח תגובה מתאים.

סטויכיומטריה וחמצון חיזור

13. כדי למצוא את אחוז הזהב, Au, בסגסוגת של נחושת, Cu, וזהב, Au, נעשו מספר בדיקות:
0.5 גרם מהסגסוגת הוכנסו לחומצה חנקתית, HNO₃ מרוכזת. הזהב לא הגיב כלל.
כל הנחושת הגיבה עם החומצה והתקבלה תמיסה של נחושת חנקתית, Cu(NO₃)₂.
א. תאר ברמה המיקרוסקופית את התמיסה של נחושת חנקתית.

איידו את המים מהתמיסה ונותר מוצק Cu(NO₃)_{2(s)}.
בחימום מתפרק מוצק זה ל- CuO(s), NO_{2(g)} ו- O_{2(g)}.

ב. נסח ואזן את התהליך שהתרחש בפירוק המוצק.

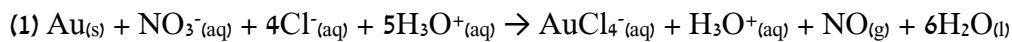
כאשר חיממו את המוצק שנותר לאחר האיידוי התקבלו 360 מיליליטר NO_{2(g)} בתנאים בהם 1 מול גז תופס נפח של 30 ליטר.

ג. חשב את מסת Cu(NO₃)_{2(s)} שהתפרקה בניסוי. פרט חישובים.

ד. חשב את מסת הנחושת במדגם של 0.5 גרם סגסוגת שנלקח לבדיקה. פרט חישובים.

ה. מהו אחוז הזהב בסגסוגת. פרט חישובים.

את הזהב ניתן להמיס על ידי תערובת של חומצה חנקתית וחומצה כלורית שנקראת "מי מלכים".
ההמסה מתרחשת לפי התגובה (1):



התגובה היא חמצון חיזור.

ו. ציין מי מחמצן ומי מחוזר בתגובה (1). הסבר.

ז. בתגובה (1) המיסו 4 גרם זהב.

i. חשב את ריכוז יוני ההידרוניום, H₃O⁺, בסוף ההמסה אם ידוע כי הנפח הסופי של

התמיסה הינו 200 מיליליטר. פרט חישובים.

ii. חשב כמה מול אלקטרונים עברו בתגובה (1) כאשר המיסו של 4 גרם זהב. פרט

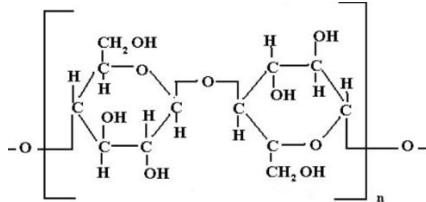
חישובים.

מבנה וקישור

14. מדענים ממכון טכנולוגי הצליחו להדפיס גופים תלת-ממדיים עשויים תאית, שיכולים לשמש תחליף ידידותי יותר לסביבה. תאית היא הפולימר הנפוץ ביותר בטבע. תאית מורכבת משרשראות ארוכות, כאשר כל שרשרת כוללת הרבה יחידות זהות החוזרות על עצמן.

אחת הבעיות בעבודה עם תאית היא שקשה להפוך אותה מחומר קשיח ל"דיו נוזלי" שמתאים למדפסת תלת-ממד. בין שרשראות התאית קיימים קשרים בין מולקולריים חזקים ששומרים על יציבות הפולימר, וכדי לפרק קשרים אלה צריך להשקיע אנרגיה רבה.

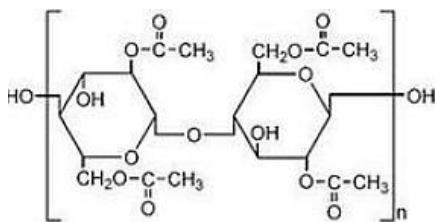
לפניכם קטע מתוך שרשרת אחת של תאית.



א. תאר ברמה המיקרוסקופית אלו קשרים בין מולקולריים אפשריים בין שתי שרשראות התאית.

החומר תאית אצטט משמש כחומר מוצא חלופי לתאית ומאפשר השקעת אנרגיה פחותה יותר בהפיכתו ל"דיו נוזלי".

ב. לפניך חלק משרשרת של תאית אצטט:



- i. העתק למחברת שתי קבוצות פונקציונליות במולקולת תאית אצטט ורשום את שמן.
- ii. הסבר מדוע ניתן להשקיע פחות אנרגיה בהפיכתה של תאית אצטט לנוזל בהשוואה לתהליך דומה בתאית.

באחד משלבי ההדפסה יש צורך בהכנת תמיסה של תאית אצטט. למטרה זאת ניתן להשתמש באצטון או ממס אורגני אחר. לאחר הכנת התמיסה הממס מתנדף והפולימר מתקשה.

נתונה הנוסחה המולקולרית של אצטון: C_3H_6O .

ג. נתון כי הקבוצה הפונקציונלית במולקולות האצטון היא קטון. צייר נוסחת מבנה מלאה למולקולת האצטון.

- ד. הסבר מדוע תאית אצטט מתמוססת היטב באצטון.
- ה. נסח את תגובת האידיוי של אצטון.

אחד החומרים הנוספים בהם ניתן היה להמיס את הדיו הוא פנטאנון, $CH_3CH_2COCH_2CH_3$. נתונים ערכי אנתלפיית האידיוי וטמפרטורות רתיחה של שני הממסים:

פנטאנון $CH_3CH_2COCH_2CH_3$	אצטון C_3H_6O	החומר
38.5	31.3	ΔH_v° (kJ/mol)
101	56.05	T_b (°C)

- ו. הסבר על פי הנתונים בשאלה ובטבלה מדוע אצטון עדיף כממס לשימוש במדפסות תלת מימד.
- ז. הסבר במונחים של מבנה וקישור את ההבדל בטמפרטורות הרתיחה של אצטון ופנטאנון.