

סיכום ניתוח השאלות בנושא "חומצות ובסיסים" בבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ט-תשע"ז: קשיי למידה, דרכי הוראה המותאמות לתוכנית הלימודים 30-70

הוכן על-ידי: בוגרי הקורסים למורים מובילים

במסגרת המרכז הארצי למורי הכימיה

בראשות: ד"ר דורית בר

צוות הכתיבה: חני אלישע

אסתר ברקוביץ

מוחמד גרה

רים סאבא

אלה פרוטקין-זילברמן

מיכאל קויפמן

רחל קלנר

עדינה שינפלד

נאוה תמם

יעוץ מדעי ופדגוגי: מכון ויצמן למדע: ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

פרופ' ליאור קרוניק

משרד החינוך: ד"ר דורית טייטלבוים, מפמ"ר כימיה

מרץ 2018

הפרויקט מבוצע עפ"י מכרז 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך.
כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

תוכן עניינים

עמוד	
2	◆ מבוא
	◆ סיכום טעויות המשגה אופייניות של תלמידים בנושא "חומצות ובסיסים", שאותרו בהערכה רב-שנתית של בחינות הבגרות, המלצות לדרכי הוראה ולפעילויות המסייעות להתגבר על טעויות המשגה ולמנוע אותן ותרגול בנושא :
4	○ הגדרות בנושא "חומצות ובסיסים"
5	○ רמת ה- pH
11	○ תגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח
	○ תגובות שהתלמיד צריך להכיר ויינתנו לתלמידים, לפי הצורך,
16	○ כנתון בשאלות בגרות.
23	○ שילוב הנושאים "חומצות ובסיסים" ו"סטוכיומטריה".
43	◆ מאגר שאלות מבחינות הבגרות עם תשובות בנושא "מבנה וקישור", שעברו עיבוד והתאמה לתוכנית הרפורמה.

מבוא

חוברת זו הוכנה על בסיס החוברות של ניתוח התוצאות של בחינות בגרות תשנ"ט-תשע"ז. בחוברת רוכזו, תוקנו והותאמו לתוכנית הרפורמה, בהיקף 70%, בנושא "חומצות ובסיסים". מורי הכימיה יוכלו לעשות שימוש נרחב בחוברת זו בהוראת הנושא. החוברת כוללת :

- סיכום טעויות המשגה אופייניות של תלמידים, שאותרו במהלך הערכה רב-שנתית של בחינות הבגרות, והסבר למקורות הטעויות.
- המלצות לדרכי הוראה ולפעילויות המתאימות לנושא, המסייעות להתגבר על טעויות המשגה ולמנוע אותן.
- מאגר שאלות לתרגול הנושא ותשובות לשאלות אלו.
- מאגר שאלות מבחינות הבגרות בנושא "חומצות ובסיסים", שעברו עיבוד והתאמה לתוכנית הרפורמה בהיקף 70%, ותשובות לשאלות אלה.

תלמידים רבים מגלים הבנה של תופעות ותהליכים ויודעים לנסח הסברים ברורים ומעמיקים, אך עדיין ניתן להבחין בקשיים המוכרים לנו משנים קודמות. כמו כן מקור הטעויות בשאלות בנושאים נוספים מתוכנית בהיקף 70% ואף בנושאי התוכנית בהיקף 30% הוא לעתים חוסר הבנה בנושא "חומצות ובסיסים". לאור קשיי הלמידה מומלץ להקדיש לנושא "חומצות ובסיסים" זמן ותשומת לב כדי לעזור לתלמידים לשפר את הבנת הנושא ויישומו. אנו מביאים המלצות העשויות לעזור להתגבר על טעויות המשגה ולמנוע אותן.

הוראת הנושא "חומצות ובסיסים" מבוססת על שליטה בניסוח תהליכים בהם מתקבלות תמיסות חומציות, בסיסיות או ניטרלית. בהמשך יש להבין את המתרחש בערבוב תמיסות אלה. תלמידים חייבים להכיר ולהבין את רמת ה-pH של תמיסות מימיות ולהבין את השינוי ברמת ה-pH במהלך התרחשות התגובות עם וללא חישוב.

בנושא "חומצות ובסיסים" (יותר מאשר בנושאים אחרים) באים לידי ביטוי קשיים בפתרון בעיות בנושא היות וחלק מהתלמידים אינם מנסחים היטב את התהליכים המתרחשים בהוספה של חומרים חומציים, בסיסיים או ניטרליים למים. לכן מומלץ לתרגל היטב ניסוחי תהליכים נדרשים במטרה לאפשר התמודדות של התלמידים עם שאלות בנושא "חומצות ובסיסים". בנוסף קיימת חשיבות לתרגול שאלות המשולבות עם הנושא "סטוכיומטריה".

במטרה להקנות למידה משמעותית בנושא "חומצות ובסיסים" קיימת חשיבות להקנות לתלמידים:

- ידע בניסוח תהליכים המתארים הכנסת חומרים שונים למים: לפי הדף "תגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח" והמסה במים של חומרים יוניים ומולקולאריים.
- הבנת ההגדרה של חומצה ובסיס וזיהוי המגיב שהוא חומצה והמגיב שהוא בסיס.
- הבנת המושג תגובת חומצה בסיס.
- יכולת לזהות את רמת ה-pH בתמיסות מימיות, ויכולת לחשב מספר מולים, מסה, ריכוז ונפח של חומרים ותמיסות מימיות במטרה לקבוע את רמת ה-pH של תמיסות.
- הבחנה בין תגובות חומצה בסיס לבין תגובות חמצון חיזור.
- הבנת גרפים המתארים את השינוי ברמת ה-pH במהלך התרחשות התגובה.

סיכום טעויות המשגה אופייניות של תלמידים בנושא "חומצות ובסיסים"
שאותרו בהערכה רב-שנתית של בחינות הבגרות והמלצות לדרכי הוראה
ולפעילויות המסייעות להתגבר על טעויות המשגה, שאותרו בהערכה רב-שנתית, ולמנוע אותן

הערה:

בשאלות בגרות העוסקות בנושא "חומצות ובסיסים" משולבים נושאים נוספים: "מבנה וקישור", "סטוכיומטריה", "חמצון חיזור", "שומנים" ו"אנרגיה". בקובץ זה התמקדנו בטעויות המשגה אופייניות לנושא "חומצות ובסיסים" בלבד.

במאגר השאלות המוצגות בהמשך, נבחרו הסעיפים ותתי הסעיפים העוסקים בנושא "חומצות ובסיסים". מפאת חשיבות הנושא, מובאות שאלות רבות לתרגול הנושא.

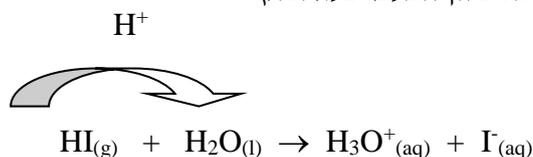
עיסוק בנושא: הגדרת המושגים "חומצה ובסיס"

טעויות אופייניות

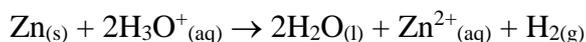
- ◆ קביעה כי בתהליכי חומצה בסיס יש מעבר של (אטום) מימן ולא של יוני מימן.
- ◆ מגדירים תהליכי חמצון חיזור כתהליכי חומצה בסיס ולהיפך.
- ◆ מחליפים בין חומצה לבין בסיס.
- ◆ טעות בהגדרה של תמיסה חומצית ותמיסה בסיסית.

המלצות

- ◆ קיימת חשיבות להדגיש בפני התלמידים כי בתגובות חומצה בסיס יש מעבר של יון מימן (או פרוטון) ולא (אטום) מימן.
- ◆ ראוי להציג בפני התלמידים את כיוון מעבר הפרוטון- מהחומצה לבסיס. לסמן במהלך ניסוח תהליכי חומצה בסיס את כיוון המעבר בעזרת חץ:



- ◆ להציג בפני התלמידים תהליכים שאינם תהליכי חומצה בסיס, בהם מגיבים או נוצרים יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ או יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, כמו:



- ◆ מומלץ לבקש מהתלמידים לעבוד עם הסימולציה של PhET Colorado "מגיבים, תוצרים ושאריות". הקישור נמצא באתר המפמ"ר. באתר קישורים גם לפעילויות בנושא "חומצות ובסיסים":

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/Mivnyot/metukshav.htm

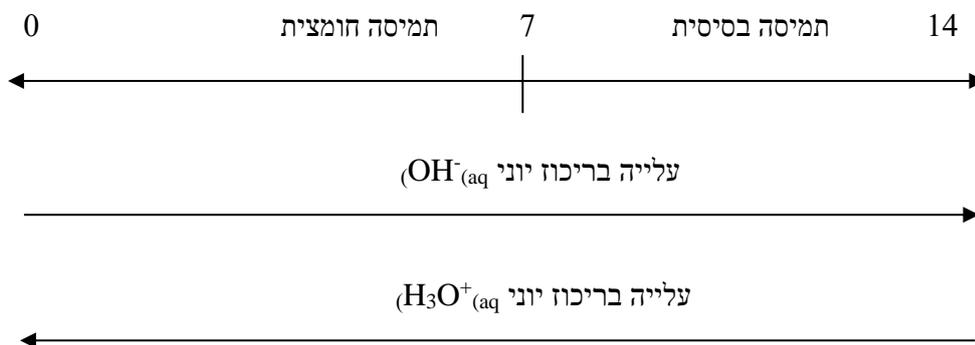
עיסוק בנושא: רמת ה- pH

טעויות אופייניות

- ◆ קובעים כי רמת ה- pH מושפעת ממספר המולים של $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ או של $\text{OH}^-(\text{aq})$ (ולא תלות בריכוז היונים).
- ◆ בלבול בין תחום רמת pH של תמיסה חומצית ושל תמיסה בסיסית.
- ◆ קובעים כי ריכוז זהה של חומצה חד-פרוטית וחומצה דו-פרוטית - משפיעים על ריכוז זהה של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בשתי התמיסות ובהתאם על רמת ה- pH זהה בתמיסות, (או: ריכוז זהה של הידרוקסיד חד-ערכי כמו $\text{KOH}(\text{aq})$ והידרוקסיד דו-ערכי כמו $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ - משפיעים על ריכוז זהה של יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ בשתי התמיסות ובהתאם על רמת ה- pH זהה בתמיסות).
- ◆ הבנה כי שינוי ברמת ה- pH בתמיסה במהלך התרחשות תגובה, מתקיים לא בהכרח רק בתהליכי חומצה בסיס אלא גם ב-:
 - תהליכי חמצון חיזור בהם מגיבים או נוצרים יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד.
 - המסה של הידרוקסיד מתכת.
 - תהליכי שיקוע בהם מעורבים יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד.
- ◆ תלמידים טועים בשינוי ערכו של משתנה כאשר קיים יחס הפוך בין המשתנה התלוי למשתנה הבלתי תלוי: תלמידים קובעים בצורה שגויה כי בתמיסה חומצית הערך של רמת ה- pH עולה עם העלייה בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.
- ◆ אין הבחנה בהוספה של מוצק יוני ניטרלי או תמיסה של החומר היוני (למשל: $\text{NaCl}(\text{s})$ או $\text{NaCl}(\text{aq})$).
- ◆ קושי בקביעת pH כאשר מציגים את החומר (החומצי או הבסיסי) ולא את יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ או יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- ◆ קביעה כי אין שינוי ברמת pH כאשר:
 - הוספת מים לתמיסה חומצית או בסיסית כי למים $\text{pH}=7$.
 - מזרימים גז (למשל: $\text{HCl}(\text{g})$ או $\text{NH}_3(\text{g})$).
 - בהוספת מוצק למים או לתמיסה המימית, חלק מהתלמידים קובעים כי אין שינוי בנפח התמיסה ולכן אין שינוי ברמת ה- pH, ללא התייחסות לתגובה המתרחשת.

המלצות

- להציג בפני התלמידים סקלה המתארת את רמת ה-pH בתמיסה מימית חומצית או בסיסית:



- מומלץ לתרגל ולנתח עם התלמידים שאלות הבודקות את טווח רמת ה-pH (תמיסה חומצית או תמיסה בסיסית) תוך הצגת שאלות הבנה בכל השלבים.
- מומלץ להציג בפני התלמידים סרטון המציג את האינדיקטור "מי כרוב אדום" בתמיסות ברמות pH שונות: <https://www.youtube.com/watch?v=NCL1GBTSQCM>
- מומלץ לבצע מעבדה עם ריכוזים שונים של אותה חומצה 0.1M, 0.01M, 0.001M וכי וכי"ל עם בסיס. כדי לראות את תלות ה-pH בריכוז. רצוי לבצע מעבדה זו בעזרת מדידה של pH מטר.
- מומלץ לבצע מעבדה בה תלמידים מבצעים מדידות של תמיסות שונות: רמת pH, אינדיקטורים שונים, CaCO_{3(s)}. בתום הניסוי רצוי לנסח תהליכים מתאימים ולדון בתוצאות.

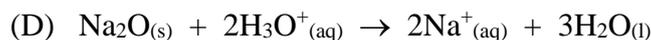
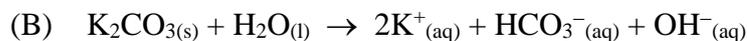
תמיסה	NaOH _(aq)	HNO _{3(aq)}	HCl _(aq)	NH _{3(aq)}	מי סיד צלולים, Ca(OH) _{2(aq)}	חומץ, CH ₃ COOH _(aq)
רמת pH (בעזרת pH מטר)						
אינדיקטור אוניברסלי						
מי כרוב אדום						
לקמוס אדום						
לקמוס כחול						
CaCO _{3(s)}						
האם התמיסה חומצית או בסיסית?						

מומלץ לבצע בהמשך מעבדה דומה עבור תמיסות ביתיות שונות כמו חלב, מיץ תפוזים, תה, אבקת כביסה....

תרגול בנושא: "רמת ה- pH"

שאלה 1

לפניך ניסוחים של תגובות (A)-(D):



איזו מהקביעות 1-4 אינה נכונה? נמק.

1. בכל הכלים ה- pH השתנה במהלך התגובה.

2. רק בכלי 3 ה- pH ירד במהלך התגובה.

3. בכל הכלים ה- pH עלה במהלך התגובה.

4. בכלים 1 ו- 2 ה- pH שנמדד בתום התגובה היה גבוה מ-7 ובכלים 3 ו- 4 ה- pH שנמדד בתום התגובה היה שווה ל-7.

התשובה:

קביעה 3 אינה נכונה.

כל עליה בריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ או ירידה בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ משפיעים על עליה ב- pH, ולכן בתהליכים A, B, D רמת ה- pH עולה.

לעומת זאת ירידה בריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ או עליה בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ מעידים על ירידה ב- pH. כלומר בתהליך C רמת ה- pH יורדת.

כלומר בכל התהליכים התרחש שינוי ב- pH ולכן קביעות A ו- B נכונות וקביעה C אינה נכונה.

על פי התוצרים ניתן לקבוע את תחום ה- pH (זאת בהנחה שהתרחשה תגובה מלאה):

בתום תגובות A ו- B ה- $\text{pH} > 7$ ובתום התגובות C ו- D ה- $\text{pH} = 7$.

משום כך קביעה D נכונה.

שאלה 2

ל-200 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 1M מוסיפים 800 מ"ל תמיסת $\text{HI}_{(aq)}$ בריכוז 1M. קבע אם ה- pH יעלה, ירד או לא ישתנה. נמק קביעתך.

התשובה:

מערבבים תמיסות שוות ריכוז, לכן ריכוז יוני ההידרוניום אינו משתנה ואין שינוי ברמת ה- pH (שמושפע מריכוז יוני ההידרוניום ולא ממספר המולים שלו).

שאלה 3

נתונות שלוש תמיסות בשלושה כלים נפרדים :

תמיסה I - 20 מ"ל תמיסת $1\text{M H}_2\text{SO}_4$

תמיסה II - 20 מ"ל תמיסת 2M HI

תמיסה III - 20 מ"ל תמיסת 2M HCl

מדדו pH לכל אחת מהתמיסות. איזה משפט נכון?

1. ה- pH של תמיסה I הוא הגבוה ביותר.

2. ה- pH של תמיסה I הנמוך ביותר.

3. ה- pH של תמיסות II ו-III שווה וגבוה משל תמיסה I.

4. ה- pH של תמיסות I, II ו-III זהה.

התשובה:

התשובה היא 4.

בתמיסה I החומצה היא דו-פרוטית. ממול חומצה מתקבלים 2 מול יוני הידרוניום, לכן ריכוז יוני ההידרונים הוא 2M .

החומצות בתמיסות II ו-III הן חד-פרוטיות. ממול חומצה מקבלים מול יוני הידרוניום, לכן ריכוז יוני ההידרונים הוא 2M .

ריכוז יוני ההידרונים בכל התמיסות שווה, ולכן ה- pH שווה בשלושת התמיסות.

שאלה 4

סעיף א'

נתונות שתי תמיסות: 200 מ"ל תמיסת $0.4\text{M HI}_{(aq)}$ ו- 100 מ"ל תמיסת $0.6\text{M HI}_{(aq)}$. באיזו תמיסה ה- pH גבוה יותר? נמק.

התשובה:

בתמיסה הראשונה, בריכוז 0.4M .

קיים יחס הפוך בין ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ לבין ערכו של ה- pH.

בשתי התמיסות, ממול חומצה מתקבלים מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$. כלומר, בתמיסה הראשונה ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ נמוך יותר והתמיסה פחות חומצית, pH גבוה יותר מערך ה- pH של התמיסה השנייה.

סעיף ב'

הוסיפו לתמיסה הראשונה מים. האם לאחר הוספת המים, ערכו של ה- pH היה גבוה מערכו בתמיסה המקורית, נמוך ממנו או ללא שינוי? נמק.

התשובה:

ערכו של ה- pH יעלה.

קיים יחס הפוך בין ריכוז יוני $H_3O^+_{(aq)}$ לבין ערכו של ה- pH.

כאשר מוסיפים מים לכלי, מוהלים את התמיסה וריכוז יוני $H_3O^+_{(aq)}$ יורד, ולכן ה- pH עולה.

שאלה 5

נתונות התמיסות הבאות :

תמיסה A : 100 מ"ל 1M KOH

תמיסה B : 200 מ"ל 0.5M KOH

תמיסה C : 100 מ"ל 0.5M $Ba(OH)_2$

המשפט הנכון המתייחס לערכו של ה- pH הוא :

- i. $pH_A = pH_B$ **ii. $pH_A = pH_C$** iii. $pH_B = pH_C$ iv. $pH_B > pH_C$

התשובה:

$$pH_A = pH_C$$

רמת ה- pH מושפעת מריכוז (ולא ממספר המולים) של יוני $OH^-_{(aq)}$: ככל שריכוז יוני ההידרוקסיד עולה, רמת ה- pH עולה.

בתמיסה A ממול מוצק מתקבלים מול יוני הידרוקסיד : ריכוז היונים הוא 1M.

בתמיסה B ממול מוצק מתקבלים 2 מול יוני הידרוקסיד : ריכוז היונים הוא 1M.

שאלה 6

נתונות שלוש תמיסות מימיות של אשלגן הידרוקסיד :

(1) 200 מיליליטר של תמיסת $KOH_{(aq)}$ בריכוז 0.1 M

(2) 100 מיליליטר של תמיסת $KOH_{(aq)}$ בריכוז 0.1 M

(3) 50 מיליליטר של תמיסת $KOH_{(aq)}$ בריכוז 0.2 M

מהו הסדר הנכון של ערכי ה- pH בתמיסות הנתונות?

א. $pH_{(1)} > pH_{(2)} = pH_{(3)}$ ב. $pH_{(1)} = pH_{(2)} < pH_{(3)}$

ג. $pH_{(1)} = pH_{(2)} > pH_{(3)}$ ד. $pH_{(1)} < pH_{(2)} = pH_{(3)}$

התשובה:

תשובה ב'.

ריכוז יוני OH^- בתמיסות 1 ו-2 שווה ולכן ה- pH שווה.

בתמיסה 3 ריכוז יוני OH^- גדול יותר ולכן ה- pH גבוה יותר.

שאלה 7

לפניך נתונים לגבי ארבע תמיסות מימיות הנמצאות בכלים המסומנים באותיות 1-4 :

כלי	סוג התמיסה	נפח התמיסה (מ"ל)	ריכוז התמיסה (M)
1	$\text{HCl}_{(\text{aq})}$	100	0.1
2	$\text{HCl}_{(\text{aq})}$	50	0.2
3	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$	100	0.1
4	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$	50	0.2

ה- pH הנמוך ביותר נמצא בכלי/כלים :

א. כלים 1 ו- 3

ב. כלים 2 ו- 4

ג. כלים 3 ו- 4

ד. כלי 4

התשובה:

בכלי 4 ה- pH הנמוך ביותר.

בכלי 4 ריכוז יוני ההידרוניום הגבוה ביותר 0.4M מכאן שה- pH יהיה הנמוך ביותר.

ככל ש- pH התמיסה נמוך יותר, ריכוז יוני H_3O^+ בתמיסה גבוה יותר.

שאלה 8

נתונות 4 תמיסות שוות ריכוז ושוות נפח: $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$, $\text{RbOH}_{(\text{aq})}$, $\text{RbNO}_{3(\text{aq})}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$.
דרג את ארבע התמיסות לפי ה- pH, מהנמוך לגבוה.

התשובה:



$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ ו- $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ הן חומצות ועבורן $\text{pH} < 7$. אבל $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ היא חומצה דו-פרוטית ואילו $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ חומצה חד-פרוטית. ריכוז יוני ההידרוניום בחומצה דו-פרוטית גבוה יותר (החומצות שוות ריכוז) וה- pH נמוך יותר.

$\text{RbNO}_{3(\text{aq})}$ הוא חומר יוני שאינו חומצה ואינו בסיס, לכן $\text{pH} = 7$.

בתמיסה של $\text{RbOH}_{(\text{aq})}$ יש יוני הידרוקסיד לכן מתקבלת תמיסה עבורה $\text{pH} > 7$.

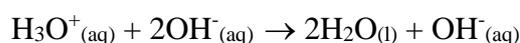
עיסוק בנושא: תגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח

טעויות אופייניות

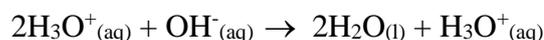
- ◆ זיהוי שגוי של החומר כחומצה או כבסיס בתגובה עם מים (בעיקר החומרים $\text{NH}_3(\text{g})$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$).
- ◆ רישום שגוי של מים בתגובה של חומר עם המים או המסה של חומר במים כאשר מתקבלת תמיסה חומצית או בסיסית, לדוגמה:



- ◆ טעות בניסוח המסה כאשר מתקבלים תוצרים מומסים בצורה מולקולרית, לדוגמה:
$$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{aq})$$
- ◆ טעויות או חוסר רישום מצבי צבירה.
- ◆ המסה יונית שגויה: רישום שגוי של מטענים או של החלקיקים היונים.
- ◆ טעות בניסוח תהליך סתירה כאשר החומצה דו-פרוטית או בסיס תרכובת כמו $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s})$.
למשל: בערבוב של תמיסה מימיות של $\text{HBr}(\text{aq})$ עם תמיסת $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$, התלמיד מנסח את התגובה:



או, בערבוב של תמיסה מימיות של $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ עם תמיסת $\text{KOH}(\text{aq})$, התלמיד מנסח את התגובה:



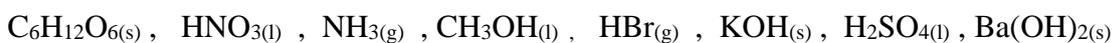
המלצות

- ◆ לתרגל ככל האפשר רישום ניסוחי תגובה מתאימים:
 - ה"תגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח".
 - תרגול תהליכי המסה מולקולרית במים של חומרים כמו כהל, סוכר.
 - המסה יונית של חומרים יוניים שבתום ההמסה מתקבלת תמיסה עבודה $\text{pH}=7$, כמו $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$, $\text{NaCl}(\text{s})$.
- ◆ לקבוע עבור כל "התגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח" את תחום ה- pH של התמיסה: גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7.
- ◆ לתאר לתלמידים ברמה המיקרוסקופית תגובה של חומצה או בסיס במים לעומת תהליכי המסה של חומרים יוניים ומולקולריים.
- ◆ להשוות בין תהליך המסה במים של חומר מולקולרי וחומר יוני שבתום ההוספה למים מתקבלת תמיסה חומצית או בסיסית, לבין מוצק יוני ולחומר מולקולרי שבתום ההוספה למים מתקבלת תמיסה ניטרלית.

תרגול בנושא: "תגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח"

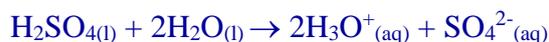
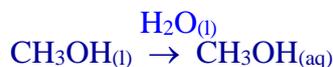
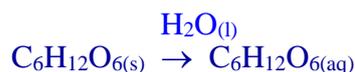
שאלה 1

מוסיפים לכלי המכיל מים את החומרים הבאים:



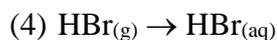
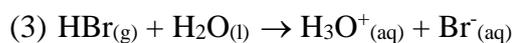
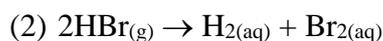
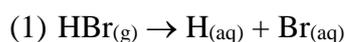
עבור כל אחד מחומרים אלה נסח תהליך מתאים.

התשובה:



שאלה 2

נתונים 4 ניסוחי תגובה בהם המגיב הוא $\text{HBr}(\text{g})$:



i קבע איזה מניסוחי התגובה (1)-(4) מתאר ניסוח נכון המתאר את הוספת החומר למים.

ii הסבר עבור שלושת הניסוחים האחרים מדוע הם שגויים.

התשובה:

i ניסוח תגובה (3) נכון.

ii מימן ברומי הוא חומצה המגיב עם המים תוך מעבר פרוטון ממימן ברומי למים.

תגובה (1) מתארת פרוק לאטומים.

תגובה (2) מתארת פרוק ויצירת יסודות.

תגובה (3) מתארת המסה מולקולרית, ללא התייחסות לתגובה של מימן ברומי עם המים.

שאלה 3

נסח את התגובה המתרחשת בערבוב תמיסות מימיות של:

- I. תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ עם תמיסת $\text{K}(\text{OH})_{(\text{aq})}$.
- II. תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ עם תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$.
- III. תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ עם תמיסת $\text{K}(\text{OH})_{(\text{aq})}$.
- IV. תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ עם תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$.

התשובה:

בערבוב התמיסות מתרחשת תגובה בין חומר חומצי המכיל יוני הידרוניום לחומר בסיסי המכיל יוני הידרוקסיד. לכן בערבוב כל אחת משתי תמיסות תמיד תתרחש התגובה נטו:



שאלה 4

השלם את הטבלאות הבאות:

חומר מוצא	$\text{HI}(\text{g})$	$\text{KOH}(\text{s})$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$
תהליך המתרחש במהלך המסה במים			
התמיסה שנוצרה בסיסית/ניטרלית/חומצית			
תחום ה-pH של התמיסה			
*נייר לקמוס כחול			

*נייר לקמוס כחול הופך אדום בתמיסה חומצית.

חומר מוצא	$\text{HNO}_3(\text{l})$	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$	$\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})$
תהליך המתרחש במהלך המסה במים			
התמיסה שנוצרה בסיסית/ניטרלית/חומצית			
תחום ה-pH של התמיסה			
*נייר לקמוס אדום			

*נייר לקמוס אדום הופך כחול בתמיסה בסיסית.

התשובה:

חומר מוצא	HBr(g)	RbOH(s)	CH ₃ CH ₂ OH(l)
תהליכים המתרחשים במהלך המסה במים	$\text{HBr}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)}$	$\text{RbOH}_{(s)} \rightarrow \text{Rb}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(aq)}$
התמיסה שנוצרה בסיסית/ניטרלית/חומצית	חומצית	בסיסית	ניטרלית
תחום ה-pH של התמיסה	קטן מ-7	גדול מ-7	שווה 7
נייר לקמוס כחול	מאדים	אין שינוי	אין שינוי

חומר מוצא	HNO ₃ (l)	Ba(OH) ₂ (s)	CH ₃ OCH ₃ (g)
תהליכים המתרחשים במהלך המסה במים	$\text{HNO}_{3(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)} \rightarrow \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{CH}_3\text{OCH}_3_{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{CH}_3\text{OCH}_3_{(aq)}$
התמיסה שנוצרה בסיסית/ניטרלית/חומצית	חומצית	בסיסית	ניטרלית
תחום ה-pH של התמיסה	קטן מ-7	גדול מ-7	שווה 7
נייר לקמוס אדום	אין שינוי	מכחיל	אין שינוי

שאלה 5

השלם את הטבלה הבאה:

נוסחת החומר	סוג החומר (יוני, מולקולרי, מתכתי, אטומרי)	מגיב כחומצה/ בסיס בסביבה מימית	ניסוח התגובה עם מים
NH ₃ (g)			
BrOH			$\text{BrOH}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{BrO}^-_{(aq)}$
H ₂ SO ₄ (l)			
KOH(s)			
, C ₂ H ₅ OH(l)			
NaCl(s)			
Na(s)			$\text{Na}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 0.5\text{H}_2_{(g)} + \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$

התשובה:

ניסוח התגובה עם מים	מתנהג כחומצה/ בסיס בסביבה מימית	סוג החומר (יוני , מולקולרי, מתכתי, אטומרי)	נוסחת החומר
$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$ $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	מתמוסס במים ומגיב כבסיס	מולקולרי	$\text{NH}_3(\text{g})$
$\text{BrOH}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$ $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{BrO}^-(\text{aq})$	מגיב עם מים ומתנהג כחומצה	מולקולרי	BrOH
$\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	מגיב עם מים ומתנהג כחומצה	מולקולרי	$\text{HCl}(\text{g})$
<small>מים</small> $\text{KOH}(\text{s}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	מתמוסס במים	יוני	$\text{KOH}(\text{s})$
<small>מים</small> $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq})$	מתמוסס במים	מולקולרי	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$
<small>מים</small> $\text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	מתמוסס במים	יוני	$\text{NaCl}(\text{s})$
$\text{Na}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$ $\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	מגיב במים	מתכתי	$\text{Na}(\text{s})$

עיסוק בנושא: תגובות שהתלמיד צריך להכיר ויינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלות בגרות.

טעויות אופייניות

- ◆ קושי בזיהוי התגובות שהן חומצה בסיס.
- ◆ קושי בזיהוי החומצה והבסיס בתהליכי חומצה בסיס.
- ◆ בלבול בין תהליכי חמצון-חיזור לחומצה-בסיס.
 - קושי בזיהוי תהליכי חומצה בסיס ותהליכי חמצון חיזור.
 - תלמידים מכירים את ההגדרות אך מתקשים בהבנת התהליכים ברמה המיקרוסקופית.
 - קובעים כי כאשר תגובה אינה תגובת חומצה בסיס היא תהייה תגובה חמצון חיזור, וכאשר התגובה אינה תגובה חמצון חיזור היא תהייה תגובת חומצה בסיס (אינם מודעים לעובדה כי קיימים תהליכים שאינם חומצה בסיס ואינם חמצון חיזור, למשל: תהליכי המסה ותהליכי שיקוע).
- ◆ קושי להבין כי היון HCO_3^- (aq) או CO_3^{2-} ב- CaCO_3 (s) מגיבים כבסיס.
- ◆ טעויות בקביעת המטען ביון חיובי וביון שלילי.
- ◆ חלק מהתלמידים קובעים כי מדובר בתגובת חומצה בסיס, בתגובות בהן במגיבים או בתוצרים יש יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד, למרות שהתגובה אינה חומצה בסיס.
- ◆ חוסר הבחנה בין סוג התגובה לבין שינוי ב-pH כתוצאה מהתרחשות תגובה. כלומר, שינוי ב-pH של תמיסה אינו מחייב שזו בהכרח תגובת חומצה בסיס.

המלצות

לתרגל בעזרת התגובות הנתונות "שהתלמיד צריך להכיר ויינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלת בגרות":

- ◆ זיהוי תהליכי חומצה בסיס וזיהוי החומצה והבסיס בתגובה.
- ◆ זיהוי תהליכי חמצון-חיזור וזיהוי החומר העובר חמצון והחומר העובר חיזור.
- ◆ הבנה של השינוי ברמת ה-pH במהלך התרחשות תגובה.
- ◆ שינוי במוליכות החשמלית של התמיסה.
- ◆ זיהוי תגובות בהן יש שינוי ברמת ה-pH במהלך התרחשות התגובה, למרות שהתגובה אינה תגובת חומצה בסיס, למשל:



- ◆ עבור התגובות הנתונות בדף של "תגובות שהתלמיד צריך להכיר ויינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלות בגרות", לזהות בכל ניסוח תגובה כתובה האם זו תגובת חומצה בסיס או תגובת חמצון חיזור – ולהציג את ההבדלים:
 - בתגובת חומצה בסיס יש להראות מעבר פרוטון H^+ .
 - בתגובת חמצון חיזור להראות שינויים בדרגות חמצון של המחמצן והמחזור.
- ◆ מומלץ לבנות עם התלמידים טבלה המציגה הבדלים בין שני סוגי התגובות:

תגובת חמצון-חיזור	תגובת חומצה-בסיס	
מחזור - נלקחים ממנו אלקטרונים ודרגת חמצון שלו עולה (עובר חמצון) מחמצן - נוספים לו אלקטרונים ודרגת חמצון שלו יורדת (עובר חיזור)	חומצה – משחררת (מוסרת) פרוטון בסיס - קולט פרוטון	מגיבים
מעבר אלקטרונים ממחזור למחמצן	מעבר פרוטון מחומצה לבסיס	אופי התגובה
שינוי בדרגות חמצון במהלך התגובה	אין שינוי בדרגות חמצון במהלך התגובה	דרגות חמצון

- ◆ מומלץ לבצע את ניסוי החקר "הצימוקים הקופצים": תמיסת חומץ, $CH_3COOH_{(aq)}$, המכילה צימוקים, אליה מוסיפים סודה לשתייה, $NaHCO_{3(s)}$. בתגובה המתרחשת נפלט הגז $CO_{2(g)}$ הגורם לצימוקים לנוע בתמיסה למעלה ולמטה.
- ◆ ראוי לבצע את הניסוי: בעבוע $CO_{2(g)}$ למי סיד צלולים, $Ca(OH)_{2(aq)}$. אפשר בעזרת נשיפה עם קשית. מדידת רמת pH ומוליכות חשמלית לפני בצוע הניסוי וגם בתום הניסוי. מתרחשת תגובת חומצה בסיס:

$$CO_{2(g)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$
 בתום התגובה התמיסה מעכירה (נוצר המשקע $CaCO_{3(s)}$) ויש ירידה ברמת ה-pH.

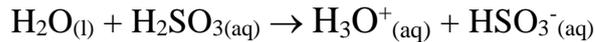
ניתוח התגובות בהתאם לקריטריונים:

א. מיון התגובות לתגובות חומצה בסיס, חמצון חיזור ותגובות שאינן חומצה בסיס ולא חמצון חיזור.

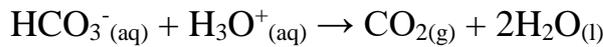
I. תגובות בהן מתרחשים תהליכי חומצה בסיס



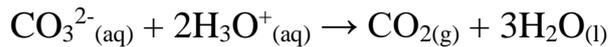
מעבר של יוני H^+ מהמים (חומצה) ליון CO_3^{2-} (בסיס).



מעבר של יוני H^+ מהחומצה הגופריתית, $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$, (חומצה) למים (בסיס).



מעבר של יוני H^+ מיון ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, (חומצה) ליון HCO_3^- (בסיס) מתקבלת חומצה פחמתית, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ אשר מתפרקת לפחמן דו חמצני ומים



מעבר של יוני H^+ מיון ההידרוניום (חומצה) ליון CO_3^{2-} (בסיס).

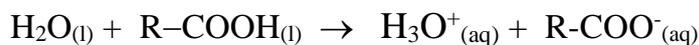


מעבר של יוני H^+ מיון ההידרוניום (חומצה) ליון CO_3^{2-} (בסיס).

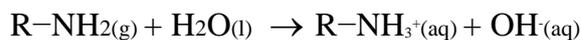


מעבר של יוני H^+ מ- $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ (חומצה) ליון $\text{OH}^-(\text{aq})$ (בסיס).

הערה: בתמיסה מימית הגז $\text{CO}_2(\text{g})$ מגיב עם מים בתגובה: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$

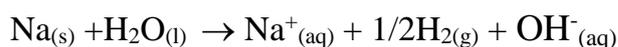


מעבר של יוני H^+ מהחומצה הקרבוקסילית, $\text{R-COOH}(\text{l})$, (חומצה) למים (בסיס).

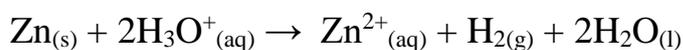


מעבר של יוני H^+ מהמים (חומצה) לאמין, $\text{R-NH}_2(\text{g})$, (בסיס).

II. תגובות בהן מתרחשים תהליכי חמצון חיזור:

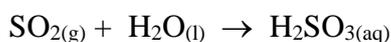


נתרן, $\text{Na}_{(s)}$, עובר חמצון – דרגת חמצון שלו עולה מ- (0) ל- (+1)
אטומי מימן במולקולות המים עוברים חיזור – דרגת חמצון יורדת מ- (+1) ל- (0).
אלקטרונים עוברים מהנתרן למימן במים.



אבץ, $\text{Zn}_{(s)}$, עובר חמצון – דרגת חמצון שלו עולה מ- (0) ל- (+2)
אטומי מימן ביוני ההידרוניום עוברים חיזור – דרגת חמצון יורדת מ- (+1) ל- (0).
אלקטרונים עוברים מהאבץ למימן ביוני ההידרוניום.

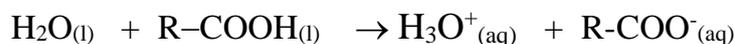
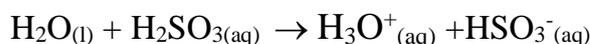
III. תגובה שאינה חומצה בסיס ולא חמצון חיזור:



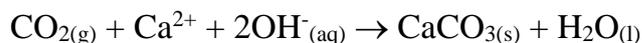
ב. שינוי רמת ה- pH בתמיסה

I. ירידה ברמת ה- pH

עלייה בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$

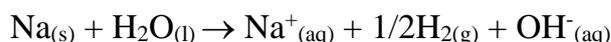


ירידה בריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$



II. עליה ברמת ה- pH

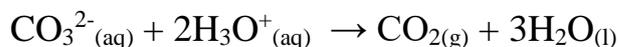
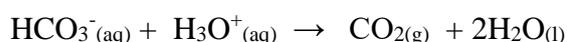
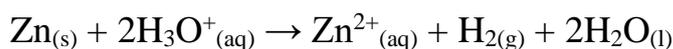
עלייה בריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$



מומלץ לצפות בניסוי המתאר את המתרחש בהוספת מתכות אלקליות למים:

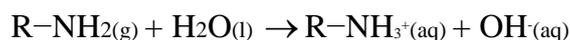
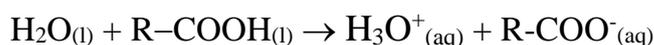
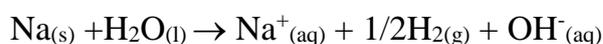
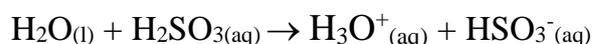
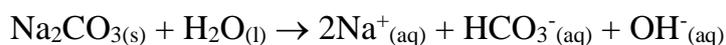
<https://www.youtube.com/watch?v=3GHVMWvQdGs>

ירידה בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$



שינוי במוליכות החשמלית של התמיסה (הרחבה של הסילבוס).

I. עלייה במוליכות החשמלית

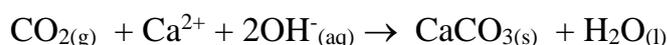
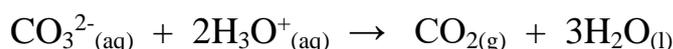
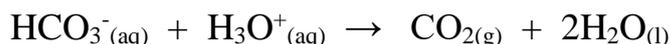


בתגובות הנתונות הוכנסו לממס (מים) חומרים שאינם יונים ובמהלך התרחשות התגובה

נוצרו יונים ולכן ריכוז היונים בתמיסה עלה.

כלומר, המוליכות החשמלית - הנמצאת ביחס ישר לריכוז היונים המומסים בתמיסה - עלתה.

II. ירידה במוליכות החשמלית



בתגובות הנתונות הוכנסו לממס (מים) חומרים יונים ובמהלך התרחשות התגובה נוצרו

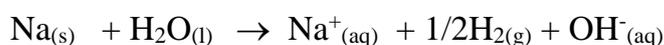
חומרים שאינם יונים ולכן ריכוז היונים בתמיסה ירד.

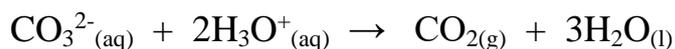
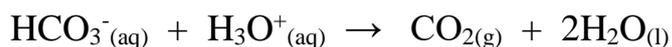
כלומר, המוליכות החשמלית - הנמצאת ביחס ישר לריכוז היונים המומסים בתמיסה -

ירדה.

ד. תגובות בהן נוצר שינוי בנפח הגזים בכלי בו נשמר לחץ קבוע.

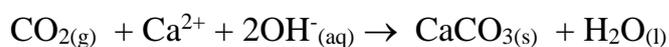
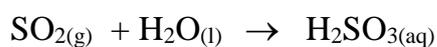
I. עלייה בנפח כלי (השומר על לחץ קבוע)





בתגובות אלו נוצר גז (בחלק מהתגובות נוצר הגז $\text{CO}_2(\text{g})$ ובחלק מהתגובות נוצר הגז $\text{H}_2(\text{g})$) ובמהלך התרחשות התגובה מספר מולי הגז עולה. לכן בכלי תהייה עלייה במספר הפגיעות בדופן הכלי והלחץ יעלה ונפח הכלי יגדל (בכלי השומר על לחץ קבוע).

II. ירידה בנפח כלי (השומר על לחץ קבוע)



בתגובות אלו מגיב גז (בתגובה הראשונה מגיב הגז $\text{SO}_2(\text{g})$ ובתגובה השנייה מגיב הגז $\text{CO}_2(\text{g})$) ובמהלך התרחשות התגובה מספר מולי הגז יורד. לכן בכלי תהייה ירידה במספר הפגיעות בדופן הכלי והלחץ ירד ונפח הכלי יקטן (בכלי השומר על לחץ קבוע).

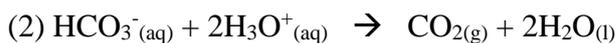
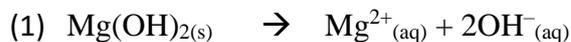
כאשר התגובות מתרחשות בכלי השומר על נפח קבוע:

- בתגובות בהן נוצר גז ומספר מולי הגז במהלך התרחשות התגובה עולה. בכלי השומר על נפח קבוע תהייה עלייה במספר הפגיעות בדופן הכלי והלחץ יעלה.
- בתגובות בהן מגיבר גז ומספר מולי הגז במהלך התרחשות התגובה יורד. בכלי השומר על נפח קבוע תהייה ירידה במספר הפגיעות בדופן הכלי והלחץ ירד.

תרגול בנושא: " תגובות שהתלמיד צריך להכיר ויינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלות בגרות.

שאלה 1

נתונות תגובות (1)-(2) :



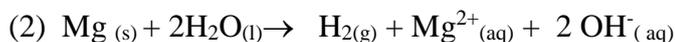
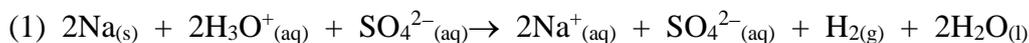
קבע עבור כל תגובה אם היא תגובת חומצה בסיס. נמק את קביעתך.

התשובה:

התגובה (1) אינה תגובת חומצה בסיס כי אין מעבר של H^+ בתגובה. (מתקבלת סביבה בסיסית בשל היווצרות יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^{-}_{(aq)}$, בתמיסה).
התגובה (2) היא תגובת חומצה בסיס כי יש מעבר של H^+ מיון ההידרוניום ליון $\text{HCO}_3^{-}_{(aq)}$.

שאלה 2

נתונות שתי תגובות, (1) ו-(2) ::



עבור כל תגובה :

i קבע אם התגובה היא תגובת חומצה בסיס. נמק.

ii האם חל שינוי ב-pH של התמיסה במהלך התגובה?

התשובה:

i שתי התגובות אינן תגובות חומצה בסיס כי אין מעבר של יוני מימן.
ii תגובה (1) : במהלך התגובה יש עליה ב-pH כי יוני ההידרוניום מגיבים והריכוז שלהם יורד.
תגובה (2) : במהלך התגובה יש עליה ב-pH כי נוצרים יוני ההידרוקסיד והריכוז שלהם עולה.

שאלה 3

נתונים ניסוחי תגובות :

- (1) $\text{Sr}(\text{OH})_{2(s)} \rightarrow \text{Sr}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^{-}_{(aq)}$
- (2) $2\text{K}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{K}^{+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^{-}_{(aq)}$
- (3) $\text{Ca}_{(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- (4) $2\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + \text{Ba}(\text{OH})_{2(s)} \rightarrow \text{BaSO}_{4(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- (5) $\text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NH}_4^{+}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$
- (6) $\text{NH}_3(g) + \text{HCl}_{(g)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$

סעיף א'

i תת סעיף

עבור כל אחת מן התגובות הנתונות, ציין האם זו תגובת חומצה-בסיס.

ii תת סעיף

עבור תגובות חומצה-בסיס ציין את החומצה ואת הבסיס.

iii תת סעיף

בכל תגובה ציין מה היה השינוי ב – pH במהלך התגובה. הסבר.

התשובה:

תגובה	האם זו תגובת חומצה בסיס?	מי החומצה ומי הבסיס בתגובת חומצה בסיס	מהו השינוי ב- pH?	הסבר
1	לא		עלה	ריכוז יוני ההידרוקסיד עלה
2	לא		עלה	ריכוז יוני ההידרוקסיד עלה
3	לא		עלה	ריכוז יוני ההידרוניום ירד
4	כן	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ החומצה ו $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$ הבסיס	עלה	ריכוז יוני ההידרוניום ירד
5	כן	NH_3 הבסיס ו H_2O החומצה	עלה	ריכוז יוני ההידרוקסיד עלה
6	כן	NH_3 הבסיס ו HCl החומצה	זו אינה תמיסה	pH נמדד אך ורק בסביבה מימית

סעיף ב'

תת סעיף i

עבור כל אחת מן התגובות הנתונות, ציין האם זו תגובת חמצון חיזור.

תת סעיף ii

עבור תגובות חמצון חיזור ציין את החומר שעבר חמצון ואת החומר שעבר חיזור.

התשובה:

תגובה	האם זו תגובת חמצון חיזור?	מי עבר חימצון?	מי עבר חיזור?
1	לא		
2	כן	$K_{(s)}$	$H_2O_{(l)}$
3	כן	$Ca_{(s)}$	$H_3O^+_{(aq)}$
4	לא		
5	לא		
6	לא		

שאלה 4

לפניך שישה ניסוחים של תגובות:

- $NH_4^+_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_3_{(g)} + H_3O^+_{(aq)}$
- $Ca(NO_3)_2_{(s)} \xrightarrow{\text{מים}} Ca^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-_{(aq)}$
- $HPO_4^{2-}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2PO_4^-_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
- $2Na_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} + H_2_{(g)} + 2H_2O_{(l)}$
- $NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
- $CaCO_3_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow CaSO_4_{(s)} + H_2O_{(l)}$

א. עבור כל אחת מהתגובות ציין את סוג התגובה: חומצה בסיס, חמצון-חיזור, המסה במים או שיקוע.

ב. עבור תגובות חומצה בסיס ציין מהי החומצה ומהו הבסיס.

ג. עבור תגובות חמצון-חיזור ציין מהו המחמצן ומהו המחזור.

ד. עבור כל אחת מהתגובות ציין אם pH התמיסה בתום התגובה גדול מ-7, קטן מ-7

או שווה ל-7. הנח שבכל התגובות המגיבים הגיבו בשלמות.

התשובה:

- א. תגובות חומצה בסיס: (1), (3) ו- (6)
תגובת חמצון חיזור: (4)
תהליכי המסה: (2) ו- (5).
- ב. תגובה (1): $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ חומצה ומים בסיס.
תגובה (3): מים חומצה והיון $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$ בסיס.
תגובה (6): יון הידרוניום חומצה ו- CO_3^{2-} ב- $\text{CaCO}_3(\text{s})$ בסיס.
- ג. תגובה (4): $\text{Na}(\text{s})$ מחזור ויון הידרוניום מחמצן.
- ד. תגובה (1): קטן מ- 7, נוצרו יוני הידרוניום.
תגובה (2): שווה 7, אין שינוי ביוני הידרוניום או הידרוקסיד.
תגובה (3): גדול מ- 7, נוצרו יוני הידרוקסיד.
תגובה (4): שווה 7, היו יוני הידרוניום שהגיבו.
תגובה (5): גדול מ- 7, נוצרו יוני הידרוקסיד.
תגובה (6): שווה 7. היו יוני הידרוניום שהגיבו.

עיסוק בנושא: שילוב הנושאים "חומצות ובסיסים" ו"סטוכיומטריה"

טעויות אופייניות

- ◆ קובעים כי ממול חומצה חד פרוטית או מול חומצה דו פרוטית מתקבלים מול יוני ההידרוניום, או: ממול הידרוקסיד מתכתי חד ערכי כמו $\text{KOH}_{(s)}$ או ממול הידרוקסיד מתכתי דו ערכי כמו $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ מתקבלים מול יוני הידרוקסיד.
- ◆ בערבוב תמיסה חומצית עם תמיסה בסיסית, תמיד מתקבלת תמיסה לה $\text{pH}=7$.
- ◆ קובעים כי בתגובה בין חומצה חד פרוטית ובסיס דו ערכי או בין חומצה דו פרוטית לבסיס דו ערכי, יחסי המולים בין החומרים המשתתפים בתגובה הוא 1:1.
- ◆ קושי בפתרון מטלות מורכבות המכילות חישובי מולים, מציאת הכמויות שהגיבו וקביעת תחום ה- pH על פי מספר מולי המגיב שנותר בעודף.
- ◆ בערבוב שתי תמיסות חומציות שוות ריכוז, קובעים כי הוסיפו חומצה ולכן ה- pH ירד. או: בערבוב שתי תמיסות בסיסיות שוות ריכוז חלק מהתלמידים קובעים כי הוסיפו בסיס ולכן ה- pH עלה.
- ◆ קובעים כי בהוספת חומצה לבסיס, בתום התגובה התמיסה תהייה ניטרלית או חומצית, אבל לא בסיסית
- או: בהוספת בסיס לחומצה, בתום התגובה התמיסה תהייה ניטרלית או בסיסית, אבל לא חומצית.
- ◆ בחלוקה של תמיסה נתונה למספר כלים, חלק מהתלמידים טועים בקביעת מספר המולים, ריכוז החלקיקים המומסים ונפח התמיסה בכל כלי בנפרד.
- ◆ טעויות המאפיינות את הנושא "סטוכיומטריה":
 - טעויות כלליות בנושא.
 - בלבול בין נפח תמיסה ונפח גז.

המלצות

- ◆ במטלות בהן נדרש חישוב, מומלץ להציג לתלמידים את החשיבות בניסוח מאוזן של תהליך מתאים ללא תלות בעודפים. תמיד מנסחים את התגובה כאילו התרחשה תגובה מלאה
- ◆ להסביר לתלמידים כי בערבוב תמיסה חומצית (המכילה יוני הידרוניום) עם תמיסה בסיסית (המכילה יוני הידרוקסיד), מתרחשת התגובה:

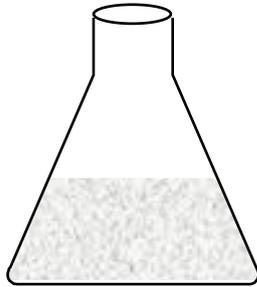


- ◆ תרגול התלמידים במטלות המשלבות את הנושאים "חומצה ובסיס" ו"סטוכיומטריה":
 - בהוספת חומר למים.
 - ערבוב שתי תמיסות חומציות (או בסיסיות) להן ריכוזים שווים או ריכוזים שונים.
 - ערבוב תמיסה חומצית עם תמיסה בסיסית. בתום הערבוב יש לקבוע את רמת ה-pH של התמיסה: חומצית, בסיסית או ניטרלית.
 - במטלות בהן נתון כי בערבוב של תמיסה חומצית עם תמיסה בסיסית מתקבלת תמיסה ניטרלית, התלמידים חייבים להיעזר בנתון כי בתמיסה ניטרלית ריכוז יוני ההידרוניום שווה לריכוז יוני ההידרוקסיד כדי לפתור את המטלה.
 - מומלץ לתרגל מטלות בהן מומס גז בתמיסה מימית ולחדד את ההבדל בין נפח גז לנפח התמיסה.
- ◆ מטלות בהן מערבבים שתי תמיסות, האחת חומצית והשנייה בסיסית, רצוי לפתור בשלושה שלבים:
 - שלב א': ניסוח תהליך מתאים וחישוב נתונים מתאימים בתמיסה אחת.
 - שלב ב': ניסוח תהליך מתאים וחישוב נתונים מתאימים בתמיסה שנייה.
 - שלב ג': ניסוח תהליך סתירה, ובהמשך השוואה בין מספר מולי הידרוניום למספר מולי הידרוקסיד. בהתאם לנתון בשאלה.
- ◆ מומלץ לבצע מעבדות:
 - טיטרציה כניסוי חקר או כהדגמה בפני התלמידים.
 - הוספה של תמיסה חומצית לתמיסה בסיסית ולהיפך, או ערבוב של תמיסה חומצית עם תמיסה בסיסית – ובדיקת רמת ה-pH בתום הערבוב.
 - ביצוע ניסויים בשילוב של אינדיקטור וחיישן pH לפי: ד"ר אורית הרשקוביץ, צביה קברמן, אירית ששון: "מעבדות חקר ממוחשבות והדמיה מולקולרית בכימיה", 2002, עמ' 42-44

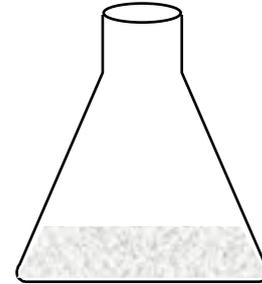
♦ מומלץ לנתח עם התלמידים את הנתונים ולפרט את שלבי הפתרון. לדוגמא:

מערבבים 200 מ"ל תמיסת $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ 0.03M עם 100 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ 0.03M.

הצג את היונים שנותרו בתמיסה בתום התגובה. פרט את חישוביך.

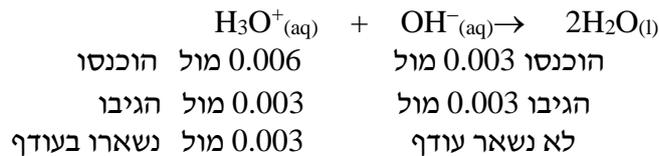


$\text{HBr}_{(\text{aq})}$ - (1) 200 מ"ל תמיסה
בריכוז 0.03M המכילה:
 $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ 0.006 מול יוני
 $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ 0.006 מול יוני



$\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ - (3) 100 מ"ל תמיסה
בריכוז 0.03M המכילה:
 $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ 0.003 מול יוני
 $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ 0.003 מול יוני

בערבוב התמיסות מתרחשת התגובה:



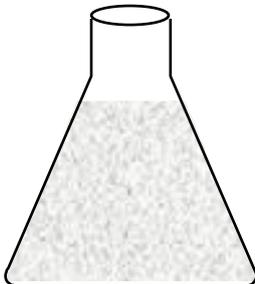
יוני $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ ויוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ לא הגיבו (יונים משקיפים).

בתום התגובה ב- 300 מ"ל תמיסה נמצאים:

$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ 0.003 מול יוני

$\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ 0.003 מול יוני

$\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ 0.006 מול יוני



תרגול בנושא: "שילוב הנושאים "חומצות ובסיסים" ו"סטוכיומטריה"

שאלה 1

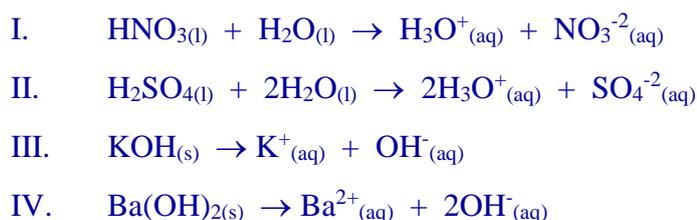
נתונות ארבע תמיסות:

- I. תמיסת $0.8M \text{HNO}_3(\text{aq})$ בנפח 200 מ"ל.
- II. תמיסת $0.8M \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בנפח 200 מ"ל.
- III. תמיסת $0.8M \text{K}(\text{OH})(\text{aq})$ בנפח 200 מ"ל.
- IV. תמיסת $0.8M \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ בנפח 200 מ"ל.

- i נסח תהליכים המתארים את קבלת כל אחת מארבע התמיסות הנתונות.
- ii חשב את ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בתמיסות II-I. פרט את חישוביך.
- iii חשב את ריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ בתמיסות III-IV. פרט את חישוביך.

התשובה:

i ניסוח התהליכים:



- ii ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בתמיסה I שווה 0.16 מול.
מספר המולים של החומצה בתמיסה:

$$0.8 \times 0.2 = 0.16 \text{ mol}$$

לפי ניסוח התגובה, בתמיסה ממול חומצה מתקבלים מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ממול חומצה, לכן מספר מולי יוני ההידרוניום שווה 0.16 מול.

- ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בתמיסה II שווה 0.32 מול.
מספר המולים של החומצה בתמיסה:

$$0.8 \times 0.2 = 0.16 \text{ mol}$$

לפי ניסוח התגובה, בתמיסה ממול חומצה מתקבלים שני מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ממול חומצה, לכן מספר מולי יוני ההידרוניום שווה 0.32 מול (0.16×2).

iii ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה III שווה 0.16 מול.

מספר המולים של $\text{KOH}_{(\text{s})}$ בכלי III :

$$0.8 \times 0.2 = 0.16 \text{ mol}$$

לפי ניסוח התגובה, ממול $\text{KOH}_{(\text{s})}$ מתקבלים מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה, לכן מספר מולי יוני ההידרוקסיד שווה 0.16 מול.

ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה IV שווה 0.32 מול.

מספר המולים של $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ בכלי IV :

$$0.8 \times 0.2 = 0.16 \text{ mol}$$

לפי ניסוח התגובה, ממול $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ מתקבלים שני מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה, לכן מספר מולי יוני ההידרוקסיד שווה 0.32 מול (0.16×2).

שאלה 2

נתונים שני כלים, A ו-B :

כלי A הכניסו $\text{HI}_{(\text{g})}$ והתקבלה תמיסה בנפח 250 מ"ל ובריכוז 0.4M

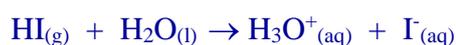
כלי B הכניסו $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{l})}$ והתקבלה תמיסה בנפח 250 מ"ל ובריכוז 0.4M

באיזה משני הכלים, A או B, הערך של ה-pH גבוה יותר? נמק.

התשובה:

הערך של ה-pH גבוה יותר בכלי A.

ניסוח תהליכי ההמסה של החומצות במים :



הכניסו לכל כלי מספר שווה של מולי חומצה, נפחים וריכוזים שווים. (או: מספר מולי החומצה בשני הכלים שווה, $n=0.4 \times 0.25=0.1 \text{ mol}$).

בהמסה של $\text{HI}_{(\text{g})}$ התקבלו פחות יוני הידרוניום מאשר בהמסה של $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{l})}$, ולכן בנפחים שווים ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה בכלי A יהיה נמוך יותר.

ככל שריכוז יוני ההידרוניום יהיה נמוך יותר ה-pH יהיה גבוה יותר.

שאלה 3

ל-200 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ בריכוז 1M מוסיפים 200 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ 2M. קבע אם ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ עלה, ירד או לא השתנה יחסית לתמיסה המקורית. נמק.

התשובה:

אין שינוי בריכוז $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

בתום הערבוב מספר המולים של יוני ההידרוניום הוא 0.8 מול. הנפח הכולל: 0.4 ליטר ולכן הריכוז נשאר 2M.

שאלה 4

באילו מבין הניסויים הבאים יעלה ה-pH של 100 מ"ל $\text{HBr}(\text{aq})$ בריכוז 0.5M?

- I. הוספת מספר גרגירים של $\text{KOH}(\text{s})$.
- II. הוספת 100 מ"ל $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בריכוז 0.5M.
- III. הוספת 50 מ"ל מים מזוקקים.
- IV. הוספת 100 מ"ל $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בריכוז 0.25M.

הצרוף הנכון הוא :

א. II + I ב. **III + I** ג. IV + I ד. III + II

התשובה:

בהוספת מוצק I נוספים יוני ההידרוקסיד המגיבים עם יוני ההידרוניום. ריכוז יוני ההידרוניום יורד וה-pH עולה.

בהוספת מים (III) נפח התמיסה גדל, ריכוז יוני ההידרוניום יורד וה-pH עולה. הוספת תמיסה II, בשתי התמיסות ריכוז החומצה שווה. אבל ממול $\text{HBr}(\text{aq})$ מתקבלים מול יוני הידרוניום ואילו ממול $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ מתקבלים שני מול יוני הידרוניום. לכן ריכוז יוני ההידרוניום יעלה וה-pH ירד.

הוספת תמיסה IV, ממול $\text{HBr}(\text{aq})$ מתקבלים מול יוני הידרוניום (0.5M) ואילו ממול $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ מתקבלים שני מול יוני הידרוניום (0.5M). לכן ריכוז יוני ההידרוניום בשתי התמיסות שווה וה-pH יישאר ללא שינוי.

שאלה 5

ל-10 מ"ל תמיסת 0.45M HCl מוסיפים 40 מ"ל תמיסת 0.2M KOH. קבע אם ה-pH של התמיסה המתקבלת שווה ל-7, קטן או גדול מ-7? נמק.

התשובה:

שלב א': ניסוח תגובה ההמסה של החומצה במים



היחס בין החומצה ובין יוני ההידרוניום בתגובה הנתונה הינו 1:1

מכאן מספר מולי יוני ההידרוניום שהגיבו הוא :

$$0.01 \times 0.45 = 0.0045 \text{ mol}$$

שלב ב': ניסוח ההמסה של אשלגן הידרוקסיד במים הוא :



שלב ג': היחס בין האשלגן הידרוקסיד ובין יוני ה- $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתגובה הנתונה הוא 1:1.
מכאן מספר מולי ה- $\text{KOH}_{(aq)}$ שווה למספר המולים של יוני ה- $\text{OH}^-_{(aq)}$ ושווה ל 0.008 מול.
תגובת הסתירה המתרחשת :



ניתן לראות כי יש עודף של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, כלומר בתום התגובה התמיסה בסיסית ורמת ה- $\text{pH} > 7$

שאלה 6

הכינו במעבדת בכוס כימית ראשונה 45 מ"ל של תמיסת $0.1\text{M HCl}_{(aq)}$. בכוס כימית שנייה הכינו 80 מ"ל תמיסת $0.03\text{M NaOH}_{(aq)}$. ערבבו את התמיסות והתרחשה תגובה.
i נסח את התהליך המתרחש.
ii קבע אם בתום הערבוב התקבלה תמיסה חומצית, בסיסית או ניטרלית. נמק בעזרת חישובים.

התשובה:

i



ii התקבלה תמיסה חומצית.

שלב א': מספר המולים של $\text{HCl}_{(aq)}$ בתמיסה הראשונה:

$$0.045 \times 0.1 = 0.0045$$

תהליך ההמסה של HCl



מניסוח תהליך ההמסה של $\text{HCl}_{(aq)}$ ניתן לקבוע כי ממול מולקולה מתקבלים מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$.
כלומר, מספר מולי יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ הוא 0.0045 מול.

שלב ב': מספר המולים של $\text{NaOH}_{(aq)}$ בתמיסה השנייה:

$$0.08 \times 0.03 = 0.0024$$

תהליך ההמסה של NaOH



מניסוח תהליך ההמסה של $\text{NaOH}_{(s)}$, נחתן לקבוע כי ממול חומר מתקבלים מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$.
כלומר, מספר מולי יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ הוא 0.0024 מול.
שלב ג': לכן בתום הערבוב יש עודף יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ והתמיסה חומצית.

שאלה 7

- לתמיסה בנפח 0.5 ליטר של $\text{NH}_3(\text{aq})$ בריכוז 2M, הוסיפו 1 ליטר תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בריכוז 0.8M.
- i קבע אם בתום התגובה התמיסה היא חומצית, ניטרלית או בסיסית. נמק.
- ii זהה את היונים הנמצאים בתמיסה בתום התהליך.

התשובה:

i בתום התהליך התמיסה חומצית.

שלב א': חישוב מספר המולים של יוני ההידרוקסיד:

מספר מולי $\text{NH}_3(\text{aq})$:

$$2 \times 0.5 = 1 \text{ mol}$$

ממול $\text{NH}_3(\text{aq})$ מתקבל מול יוני ההידרוקסיד, לכן מספר מולי ההידרוקסיד הוא 1 מול.

שלב ב': חישוב מספר המולים של יוני ההידרוניום:

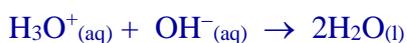
מספר המולים של $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$:

$$1 \times 0.8 = 0.8 \text{ mol}$$

ממול $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ מתקבל 2 מול יוני ההידרוניום, לכן מספר מולי ההידרוניום הוא 1.6 מול.

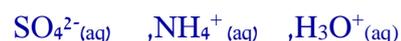
שלב ג': ערבוב התמיסות

בערבוב התמיסות מתרחשת תגובת סתירה:



מספר מולי ההידרוניום גדול ממספר מולי ההידרוקסיד, לכן בתום הערבוב התמיסה חומצית, $\text{pH} < 7$.

ii היונים בתמיסה לאחר ערבוב התמיסות (יוני ההידרוניום ויונים משקיפים):



שאלה 8

נתונות שתי תמיסות מימיות, נפח כל תמיסה 100 מ"ל ובכל אחת מהן מצוי 0.2 מול מומס. המומסים

בתמיסה הם: **תמיסה A: KOH** **תמיסה B: Ba(OH)₂**.

i נסח את ההמסה של כל חומר במים.

ii נבדקה מוליכות בכל אחת מהתמיסות, האם נמצאה הולכה שווה או שונה בשתי התמיסות? נמק.

iii לכל אחת מהתמיסות הוסיפו באיטיות 200 מ"ל תמיסת $1\text{M HNO}_3(\text{aq})$ נסח את תהליכי הסתירה

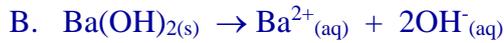
בשני המקרים.

iv מהו תחום pH בסוף כל תגובה שהתרחשה בסעיף ג? נמק

v האם התמיסה בסוף התהליך תוליך חשמל? נמק.

התשובה:

i.



ii. המוליכות בתמיסה B גבוהה יותר.

מוליכות חשמלית של התמיסה מושפעת מריכוז היונים. מספר המולים של המוצק בשתי התמיסות שווה. אבל ממול מוצק A נוצרים 2 מול יונים ואילו ממוצק B נוצרים 3 מול יונים. הנפח של שתי התמיסות שווה, לכן בתמיסה B ריכוז היונים גדול יותר ולכן המוליכות גבוהה יותר.

iii. ניסוח התגובה:



iv. מספר מולי $\text{HNO}_3_{(aq)}$:

$$0.2 \times 1 = 0.2 \text{ mol}$$

ממול חומצה מתקבלים 2 מול יוני הידרוניום, לכן מספר מולי ההידרוניום:

$$0.2 \times 1 = 0.2 \text{ mol}$$

בתמיסה A $\text{pH}=7$.

ממול מוצק מתקבלים 1 מול יוני הידרוקסיד, כלומר יש 0.2 מול יוני הידרוקסיד. מספר מולי ההידרוקסיד שווה למספר מולי ההידרוניום, התגובה התרחשה ללא עודפים ולכן בתום התגובה התקבל $\text{pH}=7$.

בתמיסה B $\text{pH}>7$.

ממול מוצק מתקבלים 2 מול יוני הידרוקסיד, כלומר יש 0.4 מול יוני הידרוקסיד. מספר מולי ההידרוקסיד גדול ממספר מולי ההידרוניום, נשאר עודף של יוני הידרוקסיד ולכן בתום התגובה התקבל $\text{pH}>7$.

v. שתי התמיסות מוליכות בתום התהליך.

בכלי A יוני ההידרוקסיד ויוני ההידרוניום הגיבו עד תום, אבל נותרו יונים משקיפים שהם

ניידים, $\text{K}^+_{(aq)}$ ו- $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$, המאפשרים מוליכות חשמלית.

בכלי B נותרו יוני ההידרוקסיד בעודף וגם יונים משקיפים שהם ניידים, $\text{K}^+_{(aq)}$ ו- $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$, המאפשרים מוליכות חשמלית.

שאלה 9

לכלי המכיל 40 מ"ל תמיסת $0.3M H_2SO_{4(aq)}$ הוסיפו 250 מ"ל $NH_{3(g)}$. נפח מולרי של גז בתנאי הניסוי שווה 24 ליטר. קבע אם לאחר הוספת הגז לתמיסה התקבלה תמיסה ניטרלית. פרט את חישוביך.

התשובה:

לא התקבלה תמיסה ניטרלית.

מספר מולי החומצה: $0.3 \times 0.04 = 0.012 \text{ mol}$

ממול חומצה מתקבלים שני מול יוני הידרוניום, מספר מולי ההידרוניום שווה 0.024 מול.

מספר מולי הבסיס: $0.25 / 24 = 0.01 \text{ mol}$

ממול בסיס מתקבלים מול יוני הידרוכסיד, לכן מספר מולי ההידרוקסיד שווה 0.01 מול.

מספר מולי ההידרוניום שונה ממספר מולי ההידרוקסיד לכן התמיסה אינה ניטרלית.

שאלה 10

ל- 200 מ"ל תמיסת $0.4M Ba(OH)_{2(aq)}$ מוסיפים תמיסה של $0.5M HNO_{3(aq)}$. בתום ההוספה נמדד $pH=7$. מהו נפח תמיסת $HNO_{3(aq)}$ שהוסיפו? פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר מולי ההידרוקסיד המתכתי: $0.2 \times 0.4 = 0.08 \text{ mol}$

ממול מוצק מתקבלים 2 מול יוני הידרוקסיד. מספר מולי היונים 0.16 mol .

לאחר הוספת החומצה נמדד $pH=7$, לכן מספר מולי ההידרוקסיד שווה למספר מולי ההידרוניום, 0.16 מול.

בתגובה של החומצה עם המים, ממול חומצה מתקבלים מול יוני הידרוניום, לכן מספר מולי החומצה שווה 0.16 מול.

נפח התמיסה החומצית: $0.16 / 0.5 = 0.32 \text{ liter}$

שאלה 11

ערבבו 100 מ"ל תמיסת $0.01M Ba(OH)_{2(aq)}$, עם 100 מ"ל תמיסה מימית של חומצה. התרחשה תגובה, ובסיומה נמצא כי ה- pH של התמיסה היה קטן מ- 7. איזו משתי האפשרויות, I או II, היא התמיסה המימית של החומצה:

I. $0.02M HBr_{(aq)}$

II. $0.02M H_2SO_{4(aq)}$

נמק את בחירתך.

התשובה:

נלקחה תמיסה מימית II.

שלב א': חישוב מספר המולים של יוני ההידרוקסיד:

מספר המולים של $\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$:

$$0.1 \times 0.01 = 0.001 \text{ mol}$$

ממול $\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ מתקבלים 2 מול יוני ההידרוקסיד, לכן מספר מולי ההידרוקסיד הוא 0.002 מול.

שלב ב': חישוב מספר המולים של יוני ההידרוניום בשתי התמיסות, I ו-II:

בשתי התמיסות נלקחו נפחים וריכוזים זהים של החומצות, מספר המולים של החומצה בכל אחת משתי התמיסות:

$$0.02 \times 0.1 = 0.02 \text{ mol}$$

בתמיסה I ממול חומצה מתקבלים מול יוני ההידרוניום, לכן יש 0.002 מול יוני ההידרוניום.

בתמיסה II ממול חומצה מתקבלים 2 מול יוני ההידרוניום, לכן יש 0.004 מול יוני ההידרוניום.

שלב ג': מסקנה

בערבוב תמיסה II עם התמיסה המקורית, מספר מולי ההידרוניום גדול ממספר מולי

ההידרוקסיד ולכן בתום התגובה התמיסה חומצית, לפי הנתון בשאלה.

בערבוב תמיסה I עם התמיסה המקורית, מספר מולי ההידרוניום שווה למספר מולי ההידרוקסיד

ולכן בתום התגובה התמיסה ניטרלית.

שאלה 12

הכינו 200 מ"ל תמיסה על ידי 4 גרם $\text{NaOH}_{(s)}$ במים. את התמיסה חילקו ל-2 כלים.

סעיף א'

מהו הריכוז המולרי של $\text{NaOH}_{(s)}$ בתמיסה שהוכנה? פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של המוצק: $4 / 40 = 0.1 \text{ mol}$

ריכוז התמיסה שהוכנה: $0.1 / 0.2 = 0.5 \text{ M}$

סעיף ב'

מהו הריכוז המולרי של $\text{NaOH}_{(s)}$ בכול אחת משתי התמיסות? נמק.

התשובה:

הריכוז של התמיסה הוא ללא שינוי, בכל כלי הריכוז 0.5M

סעיף ג'

מהו מספר המולים של $\text{NaOH}_{(s)}$ בכול אחד מהתמיסות? נמק.

התשובה:

בתמיסה המקורית היו 0.1 מול מומס. לאחר החלוקה בכל כלי היו מחצית המולים, 0.05 מול.

סעיף ד'

מהו הריכוז המולרי של כול אחד מהיונים בכול אחד מהתמיסות. פרט את חישוביך.

התשובה:

ניסוח המסה של המוצק:



ממול מוצק מתקבלים יונים ביחס 1:1:1. כלומר ריכוז יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$ שווה לריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, ושווה:

$$0.05/0.1 = 0.5M$$

או:

יחסי המולים של היונים הם 1:1 ושווה לריכוז המומס המוצק, 0.5M.

סעיף ה'

האם ה-pH בכול אחד מהתמיסות שונה מה-pH בתמיסה המקורית. נמק.

התשובה:

ה-pH בכל אחת מהתמיסות שווה ל-pH של התמיסה המקורית. רמת ה-pH מושפעת מריכוז היונים בתמיסה. היות ואין שינוי בריכוז היונים, אין שינוי ב-pH.

שאלה 13

הכינו 400 מ"ל תמיסת מימית של חומצה. את התמיסה חילקו לשני כלים, בכל כלי 200 מ"ל תמיסה חומצית.

לכלי אחד הכניסו 5 מולים $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$. בתום התגובה נמדד $\text{pH}=7$.

לכלי השני הכניסו 5 מולים $\text{RbOH}_{(s)}$.

קבע אם בתום התגובה בכלי השני, pH גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה 7. נמק בעזרת ניסוח תהליכים מתאימים.

התשובה:

בתום התגובה יתקבל $\text{pH} < 7$.

ניסוח התהליכים:



בהמסה של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ במים, ממול מוצק מתקבלים 2 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ ואילו בהמסה של $\text{RbOH}_{(s)}$ נוצרים רק מול אחד של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$.

כלומר, בהמסה של מספר מולים שווה של $\text{RbOH}_{(s)}$, נוצרים פחות מולים של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ כי יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ יגיבו. לכן התמיסה תהייה חומצית, $\text{pH} < 7$.

או:

בתמיסה הראשונה ממול מוצק מתקבלים שני מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, כלומר מ- 5 מול מוצק מתקבלים 10 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$.

כלומר, 10 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ נדרשים לתגובה מלאה עם התמיסה החומצית.

בתמיסה השנייה ממול מוצק מתקבל מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, כלומר מ- 5 מול מוצק מתקבלים 5 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$.

לכן, 5 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ המתקבלים בתמיסה השנייה, אינם כמות מספקת לתגובה מלאה עם התמיסה החומצית ויוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ נשארים בעודף.

לאחר ערבוב של התמיסה השנייה עם התמיסה החומצית מתקבלת תמיסה חומצית, $\text{pH} < 7$.

שאלה 14

ביצעו ניסוי שבו הכניסו לכל אחד מארבעה כלים 200 מ"ל תמיסה של חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$, בריכוז 0.1M.

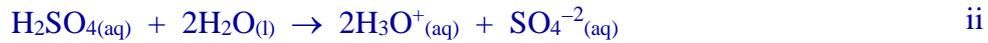
סעיף א'

לכלי א' הוסיפו 200 מ"ל מים.

- i קבע אם ה- pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.
- ii חשב את ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה החדשה. פרט את חישוביך.

התשובה:

i ה-pH של התמיסה עלה מכיוון שהוסיפו מים מבלי לשנות את מספר המולים של החומצה. לכן ריכוז יוני ההידרוניום ירד וה-pH עלה.



בתמיסה המקורית:

מספר המולים של יוני ההידרוניום: 0.04 mol

0.02 mol

הריכוז של יוני ההידרוניום: 0.2 M

בתמיסה החדשה:

נפח: 0.2 liter + 0.2 liter = 0.4 liter

הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בתמיסה החדשה: $\frac{0.04 \text{ mol}}{0.4 \text{ liter}} = 0.1\text{M}$

לפי החישוב ניתן לאשר את התשובה לסעיף הקודם. ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה המקורית היה 0.2M ובתמיסה החדשה 0.1M.
או:

ממול חומצה מתקבלים שני מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, ולכן בתמיסה המקורית מחומצה בריכוז 0.1M מתקבלים יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.2M.
הכנת התמיסה החדשה היא מיהול פי שניים של התמיסה המקורית.
לכן הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בתמיסה החדשה נמוך פי שניים מריכוזם בתמיסה המקורית: 0.1M.

סעיף ב'

לכלי ב' הוסיפו 200 מ"ל תמיסה של חומצה חנקתית, $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$, בריכוז 0.1M.

i קבע אם בתום הוספת החומצה החנקתית ה-pH של התמיסה גבוה, נמוך או שווה ל-7. נמק.

ii קבע אם ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

iii חשב את ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה לאחר הוספת החומצה. פרט את חישוביך.

התשובה:

i בתום הוספת החומצה החנקתית ה-pH של התמיסה נמוך מ-7.
בערבוב של שתי תמיסות חומציות, ריכוז יוני ההידרוניום גבוה (מריכוז יוני ההידרוניום) והתמיסה נשארת חומצית, כלומר $\text{pH} < 7$.

ii ה-pH של התמיסה עלה.
בשתי התמיסות ריכוז החומצה שווה.

בחומצה גופרתית ממול חומצה מתקבלים 2 מול יוני הידרוניום ואילו בתמיסה השנייה ממול חומצה מתקבלים רק מול יוני הידרוניום.

לכן ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הראשונה גבוה מריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה השנייה.

בהוספת תמיסה חומצית בה ריכוז יוני ההידרוניום נמוך מריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה המקורית, ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה יורד וה- pH יעלה.

iii ריכוז יוני ההידרוניום שווה 0.15M.

מספר מולי החומצה הגופרתית: $0.2 \times 0.1 = 0.02$ מול.

ממול חומצה גופרתית מתקבלים שני מול יוני הידרוניום, לכן מספר מולי ההידרוניום בתמיסה הראשונה שווה 0.04 מול.

מספר מולי החומצה החנקתית: $0.2 \times 0.1 = 0.02$ מול.

ממול חומצה חנקתית מתקבלים מול יוני הידרוניום, לכן מספר מולי ההידרוניום בתמיסה השנייה שווה 0.02 מול.

כלומר, לאחר ערבוב התמיסות, יש 0.06 ($0.02 + 0.04$) מול יוני הידרוניום בתמיסה בנפח 400 מ"ל.

ריכוז יוני ההידרוניום:

$$0.06 / 0.4 = 0.15 \text{ M}$$

סעיף ג'

לכלי ג' הוסיפו 100 מ"ל של תמיסה מימית אתאנול, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})}$, בריכוז 0.5M. קבע אם ה- pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

התשובה:

ה- pH של התמיסה עלה.

מים



אתאנול מתמוסס בצורה מולקולרית ואינו משפיע על רמת ה- pH של התמיסה.

אבל, ה- pH של התמיסה עלה מכיוון שהוסיפו תמיסה מימית מבלי לשנות את מספר המולים של החומצה. לכן ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה ירד וה- pH עלה.

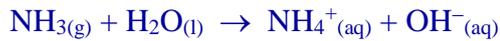
סעיף ד'

לכלי ד' הזרימו גז אמוניה, $\text{NH}_3_{(\text{g})}$.

קבע אם ה- pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

התשובה:

גז אמוניה מגיב כבסיס בנוכחות מים ונוצרת תמיסה בסיסית:



ה-pH של התמיסה עלה מכיוון שגז האמוניה הגיב כבסיס עם יוני ההידרוניום וריכוזם בתמיסה ירד בעקבות התגובה.

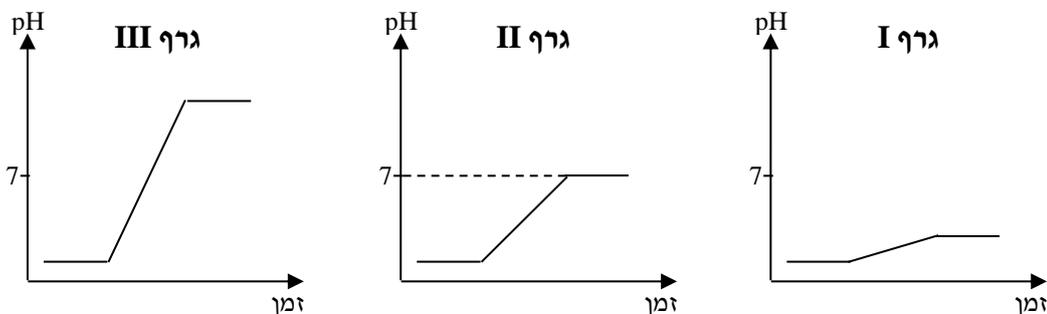
שאלה 15

הכינו 1 ליטר תמיסה על ידי המסה של 0.04 מול $\text{HCl}(\text{g})$ במים. את התמיסה חילקו לשלושה כלים (1)-(3). לכל כלי הכניסו 250 מ"ל מהתמיסה.

הוסיפו חומרים שונים לכל אחת מהתמיסות ומדדו pH התמיסה בתום ההוספה. בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על החומרים שהוספו.

מספר הכלי	החומר שהוסף	כמות החומר שהוסף
(1)	$\text{NaOH}(\text{s})$	0.4 גרם
(2)	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$	80 מ"ל תמיסה מימית בריכוז 0.125 M
(3)	מים מזוקקים	250 מ"ל

בשלושה גרפים III-I שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב-pH התמיסה במהלך ההוספה בכל אחד מהכלים. התאם כל אחד מהגרפים לכלי. פרט את חישוביך ונמק.



התשובה:

גרף I מתאים לכלי (3) – הוספת מים מזוקקים.

גרף II מתאים לכלי (1) – הוספת $\text{NaOH}(\text{aq})$.

גרף III מתאים לכלי (2) – הוספת $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$.

הכנה של תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$:



הריכוז המולרי של תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ ושל יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$: 0.04 M

לפני הוספת החומרים, ה-pH בתמיסות בשלושת הכלים היה חומצי - נמוך מ-7.

$$0.04 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.25 \text{ liter} = 0.01 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \text{ ב- } 250 \text{ מ"ל תמיסה:}$$

בכלי (3):

בוצע מיהול פי 2 של תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$. הריכוז של $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ירד פי 2.

לכן ה-pH בתום המיהול היה גבוה מה-pH של התמיסה המקורית, אך נשאר בתחום החומצי -

נמוך מ-7.

לכן גרף I מתאים לכלי (3).

בכלי (1):

$\text{NaOH}_{(\text{s})}$ התמוסס במים של התמיסה שהייתה בכלי, והתרחשה התגובה:



המסה המולרית של $\text{NaOH}_{(\text{s})}$: $40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

$$\frac{0.4 \text{ gr}}{40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{NaOH}_{(\text{s})} \text{ שהכניסו לכלי (1):}$$

יחס המולים בניסות תגובת הסתירה בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ויוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הוא 1:1,

לכן יונים אלה הגיבו בשלמות, וה-pH בתום התגובה היה 7.

לכן גרף II מתאים לכלי (1).

בכלי (2):

מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ב-80 מ"ל תמיסה בריכוז 0.125 M:

$$0.125 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.08 \text{ liter} = 0.01 \text{ mol}$$

מ-1 מול $\text{Ca}(\text{OH})_2$ מתקבלים 2 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, לכן בתמיסה היו 0.02 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$.

(0.02 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ נשארו ב-330 מ"ל תמיסה.)

בכלי התרחשה התגובה:



יחס המולים בניסות תגובת הסתירה בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ויוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הוא 1:1,

לכן הגיבו 0.01 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ עם 0.01 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, ונשאר עודף יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$.

לכן ה-pH בתום התגובה היה בתחום הבסיסי - גבוה מ-7.

לכן גרף III מתאים לכלי (2).

**מאגר שאלות מבחינות הבגרות בנושא "חומצות ובסיסים",
 שעברו עיבוד והתאמה לתוכנית הלימודים 30-70,
 ותשובות לשאלות אלה.**

שאלה 1 ז', בגרות תשע"ז 2017, שאלון 037381

הכינו 50 מ"ל של כל אחת מן התמיסות: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$, $\text{HNO}_3(\text{aq})$, $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ ומדדו את ה-pH שלהן. לכל אחת מן התמיסות הוסיפו 50 מ"ל מים. איזו מן השורות 1-4 בטבלה שלפניך מציגה נכון את השינוי שחל ב-pH של כל אחת מן התמיסות?

	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	$\text{HNO}_3(\text{aq})$	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$	
1.	לא השתנה	ירד	עלה	
2.	לא השתנה	עלה	ירד	
3.	ירד	ירד	עלה	
4.	עלה	עלה	ירד	

הנימוק

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	HNO_3	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	החומר המומס
מלח	חומצה	בסיס	סוג החומר המומס
שווה ל-7	קטן מ-7	גדול מ-7	pH התמיסה המקורית

ההבדל בין שלושת התמיסות הוא בריכוז של יוני ההידרוניום. ב-pH ניטרלי, ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ קטן מאוד ושווה לריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$, לכן מיהול התמיסה לא ישפיע על ה-pH שלה והוא יישאר שווה ל-7. תמיסת $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ היא בסיסית יש בה בעיקר יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$. לאחר מיהול התמיסה ריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ יקטן ו-pH התמיסה ירד אך יישאר בתחום הבסיסי (יהיה פחות בסיסי), ז.א. יהיה גדול מ-7. תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ היא חומצית, יש בה בעיקר יוני ההידרוניום. לכן לאחר מיהול התמיסה ריכוז יוני ההידרוניום יקטן, ו-pH התמיסה יעלה אך יישאר בתחום החומצי (פחות חומצי), ז.א. יהיה קטן מ-7.

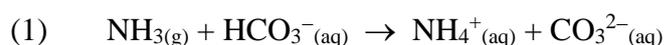
שאלה 6, בגרות תשע"ז 2017, שאלון 037381

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בתגובות של שני חומרים: אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, וחומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{l})$. שני החומרים האלה משמשים בתעשייה הכימית, בין השאר לייצור דשנים.

סעיף א'

בתנאים מסוימים אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, מגיבה עם תמיסה המכילה יוני מימן פחמתי, $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$, על פי תגובה (1):



תת-סעיף i

תגובה (1) היא תגובת חומצה-בסיס. הסבר מדוע.

התשובה:

בתגובה (1) יש מעבר פרוטונים (H^+) מיוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ למולקולות $\text{NH}_3(\text{g})$.
או:

בתגובה (1) למולקולות $\text{NH}_3(\text{g})$ מגיבות כבסיס וקושרות פרוטונים, ויוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ מגיבים כחומצה ומאבדים (או: מוסרים) פרוטונים.

תת-סעיף ii

750 מ"ל $\text{NH}_3(\text{g})$ הגיבו עם 150 מ"ל תמיסת נתרן מימן פחמתי, $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$. המגיבים הגיבו בשלמות. בתנאי התגובה, הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר. חשב את הריכוז המולרי של יוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ בתמיסה. פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של $\text{NH}_3(\text{g})$ שהגיבו: $\frac{0.75 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.03 \text{ mol}$

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין $\text{NH}_3(\text{g})$ ליוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ הוא 1:1.

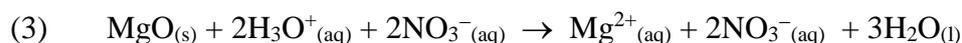
מספר המולים של יוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ שהגיבו: 0.03 mol

חישוב

ריכוז יוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ בתמיסה: $\frac{0.03 \text{ mol}}{0.15 \text{ liter}} = 0.2 \text{ M}$

סעיף ב'

תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ מגיבה עם מגנזיום חמצני, $\text{MgO}(\text{s})$, על פי תגובה (3):



בכל אחד משני כלים A ו-B יש 200 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 0.5 M.

לכלי A הכניסו 1.0 גרם $\text{MgO}(\text{s})$.

לכלי B הכניסו 1.5 גרם $\text{MgO}(\text{s})$.

בתום התגובה, ה-pH של התמיסה בכל אחד מן הכלים A ו-B עדיין היה חומצי.

קבע באיזה משני הכלים - A או B - ה-pH בתום התגובה היה נמוך יותר. נמק את קביעתך.

התשובה:

בכלי A.

בכל אחד משני הכלים A ו-B היה אותו מספר מולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

המסה של $\text{MgO}(\text{s})$ שהכניסו לכלי A הייתה קטנה יותר, ולכן מספר המולים של $\text{MgO}(\text{s})$ שהגיבו

בכלי A היה קטן יותר.

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שהגיבו בכלי A היה קטן יותר.

ולכן בתום התגובה, מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שנותרו בכלי A היה גדול יותר.

בתום התגובה, הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שנותרו בכלי A היה גדול יותר, ולכן ה-pH של התמיסה

בכלי A היה נמוך יותר.

אפשר לקבל גם נימוק על פי חישוב:

$$0.5 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.1 \text{ mol} \quad \text{היה ב-A ו-B: מספר המולים של יוני } \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \text{ בכל אחד משני הכלים A ו-B היה:}$$

בכלי A הגיבו 0.025 מול $\text{MgO}(\text{s})$ ובכלי B הגיבו 0.037 מול $\text{MgO}(\text{s})$.

בכלי A הגיבו 0.05 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ובכלי B הגיבו 0.074 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

בתום התגובה בכלי A נותרו 0.05 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ובכלי B נותרו 0.026 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

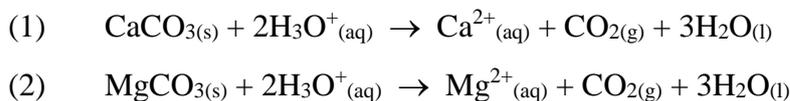
בתום התגובה הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בכלי A היה גדול יותר, ולכן ה-pH של התמיסה בכלי A

היה נמוך יותר.

שאלה 8, בגרות תשע"ז 2017, שאלון 037303

פתיח לשאלה

תחושת צרבת נגרמת מעודף חומציות בקיבה.
 נוגדי חומצה הם תרופות הסותרות את עודף החומציות בקיבה ומקלות את תחושת הצרבת.
 יש נוגדי חומצה המכילים סידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, ומגנזיום פחמתי, $\text{MgCO}_3(\text{s})$, המגיבים עם תמיסה חומצית על פי התגובות (1) ו-(2).



בטבלה שלפניך מוצג מידע על המסה של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ו- $\text{MgCO}_3(\text{s})$ בטבלייה אחת של שני נוגדי חומצה, A ו-B.

מסה של $\text{MgCO}_3(\text{s})$ (גרם)	מסה של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ (גרם)	טבלייה של נוגד חומצה
0.100	0.650	A
0	0.750	B

תלמידים הכינו תמיסת חומצה מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{aq})$ בריכוז 0.1M וביצעו שני ניסויים.

סעיף א'

בניסוי הראשון קבעו התלמידים את הנפח של תמיסת 0.1M $\text{HCl}(\text{aq})$ הדרוש לתגובה מלאה עם טבלייה אחת של נוגד חומצה A.

תת-סעיף i

חשב את הנפח של תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ בריכוז 0.1M הדרוש לתגובה זו. פרט את חישוביך.

התשובה:

מסה המולרית של $\text{CaCO}_3(\text{s})$: $100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר המולים של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ בטבלייה אחת של נוגד חומצה A: $\frac{0.650 \text{ gr}}{100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0065 \text{ mol}$

מסה המולרית של $\text{MgCO}_3(\text{s})$: $84 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר המולים של $\text{MgCO}_3(\text{s})$ בטבלייה אחת של נוגד חומצה A: $\frac{0.100 \text{ gr}}{84 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0012 \text{ mol}$

על פי יחס המולים בניסוח תגובות (1) ו-(2) מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שהגיב עם כל החומר הפעיל בטבלייה אחת של נוגד חומצה A:

- $2 \times 0.0065 \text{ mol} + 2 \times 0.0012 \text{ mol} = 0.0154 \text{ mol}$

הנפח של תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$:

$$\frac{0.0154 \text{ mol}}{0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}} = 0.154 \text{ liter} = 154 \text{ ml}$$

תת-סעיף ii

חשב את הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ הנפלט בתגובה זו. פרט את חישוביך.
בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר.

התשובה:

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין $\text{CaCO}_3(\text{s})$, $\text{MgCO}_3(\text{s})$ לבין $\text{CO}_2(\text{g})$ הוא 1:1.
מספר המולים של $\text{CO}_2(\text{g})$ שנוצרו בתגובה של טבלייה אחת של נוגד חומצה A:

$$0.0065 \text{ mol} + 0.0012 \text{ mol} = 0.0077 \text{ mol}$$

הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלט:

$$0.0077 \times 25 = 0.19 \text{ liter}$$

פתיח לסעיפים ב'-ג'

בניסוי השני הכניסו התלמידים לכל אחד משני כלים I ו-II נפח של תמיסת $0.1\text{M HCl}(\text{aq})$ השווה לנפח התמיסה שחישבת בתת-סעיף א' i.

סעיף ב'

לכלי I הכניסו טבלייה אחת של נוגד חומצה B.
קבע אם בתום התגובה עם טבלייה אחת של נוגד חומצה B, יש בתמיסה יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שלא הגיבו. נמק.

התשובה:

כן, בתום התגובה יש בתמיסה יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שלא הגיבו.
המסה המולרית של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ גדולה מהמסה המולרית של $\text{MgCO}_3(\text{s})$.
בטבלייה אחת של נוגד חומצה B יש פחות מולים של חומר שמגיב עם יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ מאשר בטבלייה אחת של נוגד חומצה A, ולכן בתום התגובה יש בתמיסה יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שלא הגיבו.

או:

$$\frac{0.750 \text{ gr}}{100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0075 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{CaCO}_3(\text{s}) \text{ בטבלייה אחת של נוגד חומצה B}$$

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שהגיבו עם טבלייה אחת של נוגד חומצה B הוא:

$$0.0075 \text{ mol} \times 2 = 0.015 \text{ mol}$$

(בכלי I היו 0.0154 מול של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.)

בתום התגובה נותרו בתמיסה יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שלא הגיבו.

סעיף ג'

לכלי II הוסיפו בהדרגה תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בריכוז 0.075M עד השגת $\text{pH} = 7$.

תת-סעיף i

רשום ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה בכלי II.

התשובה:



תת-סעיף ii

חשב את הנפח של תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ 0.075M שנדרש עד השגת $\text{pH} = 7$. פרט את חישוביך.

התשובה:

(מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ שהגיבו: 0.0154 mol).

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ ויוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ הוא 1:1.

מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ שהגיבו: 0.0154 mol

$$\frac{0.0154 \text{ mol}}{0.075 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}} = 0.2053 \text{ liter} = 205.3 \text{ ml} \quad \text{נפח של תמיסת } \text{NaOH}_{(aq)}$$

סעיף ד'

שאלו את התלמידים אם אפשר להשתמש בתמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ בריכוז 0.075M או בתמיסת

אתאנול, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)}$, בריכוז 0.075M כדי להקל את תחושת הצרבת.

לפניך שתיים מן התשובות של התלמידים.

קבע עבור כל אחת מן התשובות a ו-b אם היא נכונה או לא נכונה.

a. אפשר להשתמש רק בתמיסת $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)}$, כיוון שיש בה יוני OH^- .

b. אי אפשר להשתמש בתמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ כי ה-pH של תמיסה זו הוא 7.

התשובה:

a. לא נכון (לכוהל מסיסות מולקולרית במים ולכן אין יונים בתמיסה).

b. נכון

שאלה 6, בגרות תשע"ו 2016, שאלון 037381

נתונות שתי תמיסות מימיות חסרות צבע, A ו-B.

לתמיסה A $\text{pH} = 5$

לתמיסה B $\text{pH} = 9$

מהו ההיגד הנכון?

- א. 6% הוספת מים לתמיסה A גורמת לירידה ב- pH של התמיסה.
- ב. 9% הוספת מים לתמיסה B גורמת לעלייה בריכוז יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, בתמיסה.
- ג. 1% אי אפשר להבחין בין תמיסה A לתמיסה B בעזרת האינדיקטור פנולפתלאין.
- ד. 84% הזרמת גז מימן ברומי, $\text{HBr}_{(\text{g})}$, לתמיסות גורמת לירידה ב- pH של כל אחת

משתי התמיסות.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד.

הגז מימן ברומי, $\text{HBr}_{(\text{g})}$, מגיב עם מים ליצירת יוני ההידרוניום על פי התגובה:



עלייה בריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה גורמת לירידה ב- pH של התמיסה.

הוספת מים לתמיסה A מוהלת את התמיסה, לכן ריכוז יוני ההידרוניום יורד, ולכן ה- pH עולה.

מסיח ב אינו נכון, כי ה- pH של המים הוא 7. לכן הוספת מים לתמיסה B גורמת לירידה בריכוז

יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, בתמיסה.

מסיח ג אינו נכון, כי כן אפשר להבחין בין תמיסה חומצית A לתמיסה בסיסית B בעזרת

האינדיקטור פנולפתלאין. הוא סגול בתמיסה בסיסית וחסר צבע בתמיסה חומצית.

שאלה 7, בגרות תשע"ו 2016, שאלון 037381

אבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$, הגיב עם תמיסה X המכילה יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, על פי התגובה:



בתגובה זו נוצרו 0.2 מול מימן, $\text{H}_{2(\text{g})}$.

איזו מן התמיסות א-ד שלפניך היא תמיסה X?

א. 200 מ"ל תמיסת $1\text{M HCl}_{(\text{aq})}$

ב. 200 מ"ל תמיסת $2\text{M HCl}_{(\text{aq})}$

ג. 200 מ"ל תמיסת $0.5\text{M H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$

ד. 100 מ"ל תמיסת $1\text{M H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב.

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ב- 200 מ"ל תמיסת $2\text{M HCl}(\text{aq})$: $2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.4 \text{ mol}$
יחס המולים בניסוח התגובה בין $\text{H}_2(\text{g})$ לבין יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ הוא 2:1,
לכן כדי ליצור 0.2 מול $\text{H}_2(\text{g})$ צריכים להגיב 0.4 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.
מסיחים א, ג, ד אינם נכונים:

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ב- 200 מ"ל תמיסת $1\text{M HCl}(\text{aq})$: $1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ב- 200 מ"ל תמיסת $0.5\text{M H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$:

$1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ב- 100 מ"ל תמיסת $1\text{M H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$:

$2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$

שאלה 13, בגרות תשע"ו 2016, שאלון 037381

פתיח לשאלה

במעבדה הכינו 4 תמיסות מימיות (1)-(4) בנפחים שווים.
בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על התמיסות.

ריכוז התמיסה (M)	החומר שהוכנס למים	התמיסה המימית
0.01	$\text{KOH}(\text{s})$	(1)
0.01	$\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s})$	(2)
0.02	$\text{HNO}_3(\text{l})$	(3)
0.02	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	(4)

סעיף א'

תת-סעיף i

נסח את התהליך המתרחש כאשר מכניסים בנפרד למים את כל אחד מארבעת החומרים.

התשובה:

- (1) $\text{KOH}(\text{s}) \xrightarrow{\text{מים}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- (2) $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{מים}} \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
- (3) $\text{HNO}_3(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- (4) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \xrightarrow{\text{מים}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$

תת-סעיף ii

דרג את התמיסות (1)-(4) לפי ה-pH, מהנמוך לגבוה.

התשובה:

$$(3) < (4) < (1) < (2)$$

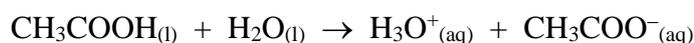
(כל התמיסות הן שוות נפח.)

בהמסה במים של חומרים (1) ו-(2) במים נוצרים יוני הידרוקסיד המעלים את ה-pH של התמיסה, אבל, ממול $\text{Ba(OH)}_{2(s)}$ נוצרים 2 מול יוני הידרוקסיד ואילו ממול $\text{KOH}_{(s)}$ מתקבלים רק מול יוני הידרוקסיד. לכן בתמיסה (2) ריכוז יוני ההידרוקסיד גבוה יותר וה-pH גבוה יותר.

בהוספת חומר (3) למים נוצרים יוני הידרוניום אשר מורידים את ה-pH, $\text{pH} < 7$.
חומר (4) מתמוסס בצורה מולקולארית ולא נוצרים יוני הידרוקסיד או יוני הידרוניום והתמיסה היא ניטרלית, $\text{pH} = 7$.

סעיף ב'

כאשר מכניסים חומצה אצטית, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$, למים מתרחשת התגובה:



תת-סעיף i

הוסיפו תמיסה מימית של חומצה אצטית, לתמיסה (1) ולתמיסה (4).
קבע באיזו מן התמיסות, (1) או (4), התרחשה תגובה. נמק את קביעתך.

התשובה:

תמיסת $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ הגיבה עם תמיסה (1).
תמיסת $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ היא תמיסה חומצית (או: בתמיסת $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ יש יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$).
לכן היא הגיבה בתגובת סתירה עם תמיסה (1), שהיא תמיסה בסיסית (או: מכילה יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$).
(תמיסה (4) היא תמיסה ניטרלית, ולכן היא אינה מגיבה עם תמיסה חומצית).

תת-סעיף ii

כתוב ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה.

התשובה:

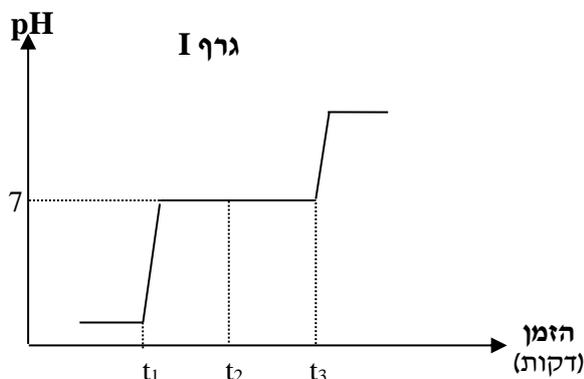


ערכו שני ניסויים בהם הכניסו את שלושת המוצקים (1), (2) ו-(4) לכלי המכיל מים.

סעיף ג'

בגרף I שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב-pH במהלך הניסוי הראשון.

הזמנים שבהם הוסיפו את שלושת המוצקים בניסוי הראשון מסומנים t_1 , t_2 , t_3 .



תת-סעיף i

קבע מהו המוצק שהוסיפו בזמן t_1 . פרט את חישוביך ונמק.

התשובה

בזמן t_1 הוסיפו את המוצק A (או: 0.56 גרם $\text{KOH}_{(s)}$).

על פי הגרף אפשר לראות שבזמן t_1 , לאחר הוספת המוצק, ה-pH של התמיסה שווה ל-7, כלומר

התרחשה תגובת סתירה מלאה. (לכן בזמן t_1 הוסיפו אחד מהמוצקים $\text{KOH}_{(s)}$ או $\text{Ba(OH)}_{2(s)}$).

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ ב-100 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3_{(aq)}$:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.01 \text{ mol}$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ שדרוש לסתירה מלאה של

$$0.01 \text{ mol}$$

תמיסת $\text{HNO}_3_{(aq)}$:

$$56 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{KOH}_{(s)}$:

ב-1 מול $\text{KOH}_{(s)}$ יש 1 מול יוני OH^- .

$$\frac{0.56 \text{ gr}}{56 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני OH^- במוצק A:

או:

$$171 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Ba(OH)}_{2(s)}$:

$$\frac{1.71 \text{ gr}}{171 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Ba(OH)}_{2(s)}$ שהוסיפו:

ב-1 מול $\text{Ba(OH)}_{2(s)}$ יש 2 מול יוני OH^- , ולכן מספר המולים של יוני OH^- במוצק B הוא:

$$0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$$

לכן המוצק שהוסיפו בזמן t_1 היה המוצק A.

תת-סעיף ii

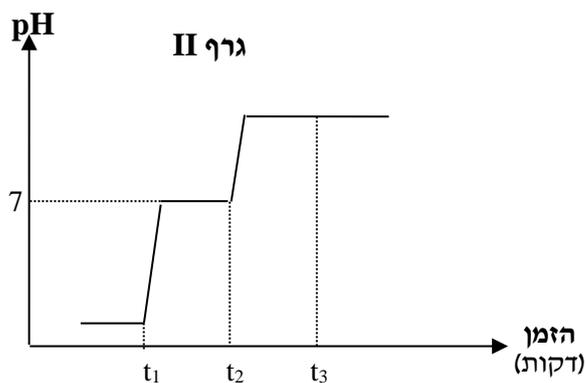
מהו המוצק שהוסיפו בזמן t_2 ? נמק.

התשובה

בזמן t_2 הוסיפו את המוצק C (או: 1.8 גרם $C_6H_{12}O_6(s)$).
גלוקוז, $C_6H_{12}O_6(s)$, אינו מגיב כחומצה או כבסיס.
הוספת גלוקוז אינה גורמת לשינוי בריכוז וני $H_3O^+(aq)$ (או: יוני $OH^-(aq)$) בתמיסה,
ולכן אינה משנה את ה-pH של התמיסה.
לכן המוצק שהוסיפו בזמן t_2 היה המוצק C - $C_6H_{12}O_6(s)$.

סעיף ד'

בניסוי השני הוסיפו את שלושת המוצקים בסדר אחר.
בגרף II שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב-pH במהלך הניסוי השני.
קבע מהו סדר הוספת המוצקים בניסוי השני.



התשובה:

- בזמן t_1 הוסיפו את המוצק A.
- בזמן t_2 הוסיפו את המוצק B.
- בזמן t_3 הוסיפו את המוצק C.

שאלה 9, בגרות תשע"ו 2016, שאלון 037381

ניתוח קטע ממאמר מדעי.

דשנים חנקניים - אֵלִיָּה וְקוֹץ בָּה

חנקן הוא אחד מן היסודות הדרושים להתפתחות תקינה של צמחים. הגז חנקן, $N_2(g)$, הוא מרכיב עיקרי של האוויר, אך הצמחים אינם יכולים לנצל אותו ישירות. הצמחים קולטים את החנקן הדרוש להתפתחותם מן הקרקע, בצורה של יוני אמוניום, $NH_4^+(aq)$, או בצורה של יונים חנקתיים, $NO_3^-(aq)$.

לפני כמאה שנה מצא הכימאי פריץ הבר את התנאים שבהם החנקן שבאוויר, $N_2(g)$, מגיב עם מימן, $H_2(g)$. בתגובה זו נוצר הגז אמוניה, $NH_3(g)$. מן האמוניה אפשר להפיק חומרים רבים ובהם דשנים חנקניים מלאכותיים כגון אמוניום חנקתי, $NH_4NO_3(s)$, ואשלגן חנקתי, $KNO_3(s)$, המספקים לצמחים את החנקן הדרוש להתפתחותם. מאז שהחלו לייצר דשנים מלאכותיים ולהשתמש בהם, עלתה כמות היבולים החקלאיים, וגדלה כמות המזון בעולם. פריץ הבר קיבל פרס נובל בכימיה בשנת 1918 על תרומתו לאנושות בזכות התגלית. אולם נמצא שהצמחים קולטים רק כמחצית מכמות הדשנים החנקניים שמוסיפים לקרקע. הדשנים מתמוססים היטב במים ונקלטים על ידי הצמחים. העודפים שנשארים בקרקע עלולים לחלחל למקורות מי השתייה, להגדיל בהם את הריכוז של יוני $NO_3^-(aq)$ מעבר למותר, ובכך לגרום לנזקים בריאותיים.

בקרקע יש חיידקים ההופכים את יוני NO_3^- למולקולות N_2 בתהליך רב-שלבי המכונה דֵנִיטְרִיפִיקַצְיָה.

החלקיקים הנוצרים בשלבים השונים של תהליך הדניטריפיקציה מוצגים בתרשים הבא:



הדניטריפיקציה באמצעות החיידקים אינה מקטינה במידה רצויה את ריכוז יוני $NO_3^-(aq)$ שמקורם בדישון ומחלחלים למי השתייה, לכן כימאים מחפשים דרכים נוספות לכך. באחת מן השיטות שפותחו לאחרונה עושים כימאים שימוש בננו-טכנולוגיה כדי להפוך ישירות את יוני $NO_3^-(aq)$ ל- $N_2(g)$, וכך לצמצם במידה ניכרת את הפגיעה באיכות מי השתייה.

מקורות:

א"ר טאוונסנד ור"ו הווארטס, "תיקונה של בעיית החנקן בעולם", סיינטיפיק אמריקן ישראל, יוני 2010.

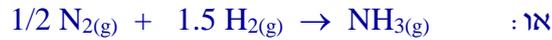
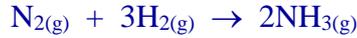
<https://www.utwente.nl/en/news/!/2015/1/357005/nanoparticles-for-clean-drinking-water>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Denitrification>

סעיף א'

על פי הקטע, נסח ואזן את התגובה לקבלת $\text{NH}_3(\text{g})$.

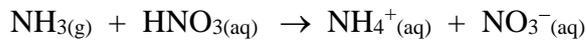
התשובה:



סעיף ב'

בקטע מוזכר הדשן אמוניום חנקתי, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$.

תמיסת הדשן $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$ מתקבלת בתגובה בין $\text{NH}_3(\text{g})$ ובין תמיסה מרוכזת של $\text{HNO}_3(\text{aq})$,
על פי התגובה:



קבע אם תגובה זו היא תגובת חמצון-חיזור או תגובת חומצה-בסיס. נמק.

התשובה:

זאת תגובת חומצה-בסיס.

יש מעבר פרוטונים (H^+) ממולקולות HNO_3 למולקולות NH_3 .

או: מולקולות NH_3 מגיבות כבסיס וקושרות פרוטונים.

מולקולות HNO_3 מגיבות כחומצה ומוותרות על פרוטונים (או: מוסרות פרוטונים).

שאלה 1 ו', בגרות תשע"ה 2015, שאלון 037303

סלע גיר מכיל אחוז גבוה של סידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$.

נתונה התגובה:



מהי הקביעה הנכונה?

1. אפשר להבחין בין תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ לבין תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ על פי התגובה שלהן עם $\text{CaCO}_3(\text{s})$.
2. כאשר מטפטפים תמיסה מימית של חומצה על סלע גיר, מבחינים בהיווצרות בועות.
3. אפשר להבחין בין המוצקים $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ו- $\text{MgCO}_3(\text{s})$ על פי התגובה שלהם עם תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$.
4. התגובה הנתונה משמשת לזיהוי הגז פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$.

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 2.

סידן פחמתי הוא מלח קשה תמס המכיל יוני CO_3^{2-} , הפועלים כבסיס, ולכן מגיבים עם יוני H_3O^+ (aq). בתגובה זו נוצרת חומצה פחמתית, H_2CO_3 (aq), המתפרקת למים ופחמן דו-חמצני, CO_2 (g), שמסיסותו במים נמוכה, ולכן נוצרות בועות.

מסיה 1 אינו נכון, כי אבן גיר מגיב עם יוני הידרוניום, ז.א. עם תמיסה מימית של כל חומצה. (קצב התגובה בתגובות של שתי החומצות יהיה מהיר, כי שתיהן חומצות חזקות.) בתגובות של שתי החומצות עם אבן גיר נוצרות בועות של הגז - פחמן דו-חמצני.

מסיה 3 אינו נכון, כי שני המלחים מכילים יוני CO_3^{2-} , שמגיבים עם יוני H_3O^+ (aq) עם היווצרות הגז - פחמן דו-חמצני.

מסיה 4 אינו נכון, כי הגז CO_2 (g) הוא חסר צבע, ולכן אי אפשר לזהות אותו על פי התגובה הנתונה. כמו כן, במטרה לזהות חומר יש להגיב אותו בתהליך בו ניתן לבחון ברמת התופעה את התוצרים.

שאלה 1 ז', בגרות תשע"ה 2015, שאלון 037303

הכינו תמיסה של חומצה גופרתית, H_2SO_4 (aq), ה-pH של התמיסה היה $\text{pH} = 2$. הוסיפו לתמיסה חומר מסוים, ובעקבות זאת ה-pH של התמיסה ירד. מהו החומר שהוסיפו לתמיסת H_2SO_4 (aq)?

1. HBr (g)

2. NH_3 (g)

3. H_2O (l)

4. NaOH (s)

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 1.

ה-pH התמיסה ירד, כלומר התמיסה חומצית יותר - הריכוז יוני הידרוניום, H_3O^+ (aq), בה גבוה יותר. מבין החומרים הנתונים, רק הוספת HBr (g) תגרום לעלייה בריכוז של יוני H_3O^+ (aq) בתמיסה. HBr (g) מגיב עם מים על פי התגובה:



מדובר בהוספת גז ולכן השינוי בנפח התמיסה המימית זניח.

מסיה 2 אינו נכון, כי אמוניה מגיבה עם מים כבסיס, נוצרים יוני OH^- (aq) המגיבים עם יוני

H_3O^+ (aq) ליצירת מים. הריכוז של יוני H_3O^+ (aq) בתמיסה יורד, ו-pH של התמיסה עולה.

מסיה 3 אינו נכון, כי pH של המים הוא ניטרלי. הוספת מים לתמיסה מוהל אותה וריכוז היונים

בתמיסה יורד. הריכוז של יוני H_3O^+ (aq) בתמיסה יורד, ו-pH התמיסה עולה.

מסוה 4 אינו נכוך, כו NaOH(s) הוא חומר יוני שמתמוסס במים תוך פירוק ליונים. יוני OH⁻(aq) מגיבים עם יוני H₃O⁺(aq) ליצירת מים. הריכוז של יוני H₃O⁺(aq) בתמיסה יורד, ו-pH התמיסה עולה.

שאלה 7, בגרות תשע"ה 2015, שאלון 037303

פתיח לשאלה

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.

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

סעיף א'

באיזו מן התמיסות החומציות שבטבלה ריכוז יוני הידרוניום, H₃O⁺(aq), הוא הגבוה יותר? נמק.

התשובה:

התמיסה של חומצה לשימוש ביתי. התמיסות החומציות הן חומצה לשימוש ביתי וחומץ תפוחים. ככל שה-pH נמוך יותר, ריכוז יוני H₃O⁺(aq) בתמיסה גבוה יותר. ה-pH של תמיסת החומצה לשימוש ביתי נמוך מה-pH של תמיסת חומץ תפוחים.

סעיף ב'

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



תת-סעיף i

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

התשובה:

אחת מהאפשרויות:

- חומצה לשימוש ביתי וסודה לשתייה
- חומצה לשימוש ביתי וחלב מגנזיה
- חומץ תפוחים וסודה לשתייה
- חומץ תפוחים וחלב מגנזיה

תת-סעיף ii

לאחר ערבוב שתי התמיסות שציינת בתת-סעיף ב i הוסיפו לתמיסה שהתקבלה כמה טיפות של האינדיקטור "מי כרוב אדום", וערבבו. התקבל גוון ורוד. הסבר מדוע התקבל גוון ורוד.

התשובה:

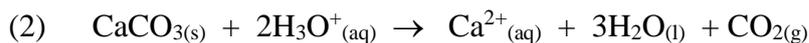
מספר המולים של יוני H_3O^+ (aq) בתמיסה החומצית היה גדול ממספר המולים של יוני OH^- (aq) בתמיסה הבסיסית.

לאחר הערבוב יש בתמיסה עודף של יוני H_3O^+ (aq) שלא הגיבו (או: ה-pH של התמיסה קטן מ-7), ולכן גוון התמיסה בנוכחות האינדיקטור הוא ורוד.

סעיף ג'

סידן פחמתי, 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, HCl (aq).

תמיסת HCl (aq) מגיבה עם CaCO_3 (s) על פי תגובה (2):



חשב את המסה של CaCO_3 (s) שאפשר להסיר באמצעות 240 מ"ל תמיסת HCl (aq) בריכוז 0.3M. פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של חומצת HCl (aq): $0.24 \text{ liter} \times 0.3 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.0072 \text{ mol}$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול CaCO_3 (s) מגיב עם 2 מול יוני H_3O^+ (aq).

מספר המולים של CaCO_3 (s) שהגיבו: $\frac{0.072 \text{ mol}}{2} = 0.036 \text{ mol}$

המסה המולרית של CaCO_3 (s): $100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

המסה של CaCO_3 (s): $0.036 \text{ mol} \times 100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 3.6 \text{ gr}$

סעיף ד'

במעבדה הכינו תמיסות מימיות של שלושה חומרים : חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{l})$,
אשלגן חנקתי, $\text{KNO}_3(\text{s})$, ואמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$. כל תמיסה הוכנה בכלי נפרד.

תת-סעיף i

נסח את התהליך שהתרחש כאשר הכינו כל אחת משלוש התמיסות.

התשובה:



תת-סעיף ii

לכל אחת משלוש התמיסות הוסיפו כמה טיפות של האינדיקטור "מי כרוב אדום".
קבע באיזו מן התמיסות התקבל גוון כחול-ירוק. נמק.

התשובה:

תמיסת $\text{NH}_3(\text{aq})$.

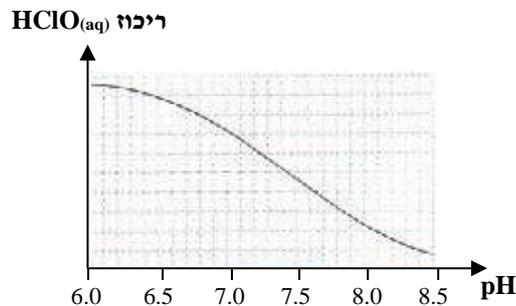
גוון התמיסה כחול-ירוק, כלומר התמיסה היא בסיסית (בתמיסה בסיסית יש יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$).

שאלה 2, בגרות תשע"ה 2015, שאלון 037303

ניתוח קטע ממאמר מדעי.

לשחות בתוך כימיה

בִּרְכוֹת שחייה הן מקום לבילוי, להנאה ולפעילות גופנית. במים שבבִּרְכוֹת השחייה עלולים להתרבות חיידקים ולכן, כדי לשמור על בריאות המתרחצים, מים אלה עוברים חיטוי. באחת משיטות החיטוי מוסיפים למי הבִּרְכָה תמיסה מימית מרוכזת של נתרן תת-כלוריתי, $\text{NaClO}_{(aq)}$. בתמיסה זו יש יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$, יוני $\text{ClO}^-_{(aq)}$ וכן מולקולות של חומצה תת-כלוריתית, $\text{HClO}_{(aq)}$. החומר הפעיל הפוגע בחיידקים הוא $\text{HClO}_{(aq)}$. ככל שריכוז $\text{HClO}_{(aq)}$ במי הבִּרְכָה גבוה יותר, החיטוי יעיל יותר. הריכוז של $\text{HClO}_{(aq)}$ תלוי, בין היתר, ב-pH. הגרף שלפניך מתאר באופן סכמתי את השפעת ה-pH על הריכוז של $\text{HClO}_{(aq)}$ במי הבִּרְכָה.



בבִּרְכוֹת שחייה שומרים על תחום pH שבין 7.2 ל-7.4. בערכי pH אחרים מי הבִּרְכָה גורמים לגירויים בעור ובעיניים. לעתים במי הבִּרְכָה יש חומצה אורית, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3_{(aq)}$, תרכובת שמקורה בזיעה ובעיקר בשתן של המתרחצים. חומצה אורית מגיבה עם $\text{HClO}_{(aq)}$, ובעקבות זאת נוצרים, בין היתר, חנקן תלת-כלורי, $\text{NCl}_3_{(l)}$, שהוא נוזל נדיף, והגז ציאנוגן כלורי, $\text{CNCl}_{(g)}$. חומרים אלה גורמים לגירויים בדרכי הנשימה, בעור ובעיניים, ואחראיים לריח האופייני של בִּרְכוֹת השחייה, ריח המיוחס בטעות לעודף של חומר חיטוי במים. למען בריאות המתרחצים חייבים לשמור בקפדנות על תחום ה-pH, על ריכוז מתאים של החומר הפעיל ועל ריכוז נמוך של תוצרי התגובות של חומצה אורית. שמירה על אלה והתנהגות אחראית של המתרחצים יבטיחו הנאה מהשהות בבִּרְכָה.

מעובד על פי:

1. "Swimming pool urine combines with chlorine to pose health risks", Science Daily, April, 2014
2. <http://www.pahlen.com/users-guide/ph-and-chlorine>

על פי המידע שבקטע :

סעיף א'

קבע באיזה pH - 6.5 או 7.3 - החיטוי יעיל יותר. נמק.

התשובה :

ב- pH = 6.5 .

יעילות החיטוי תלויה בריכוז של החומר הפעיל $\text{HClO}_{(\text{aq})}$ במי הברכה.

על פי הגרף, ב- pH = 6.5 הריכוז של $\text{HClO}_{(\text{aq})}$ גדול יותר מאשר ב- pH = 7.3 .

לכן החיטוי יעיל יותר ב- pH = 6.5 .

סעיף ב'

ציין שני גורמים שיכולים להוריד את ריכוז החומר הפעיל $\text{HClO}_{(\text{aq})}$, במי הברכות.

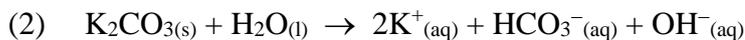
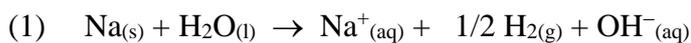
התשובה :

שניים מבין הגורמים :

- כמות החיידקים במים בברכות השחייה.
- עלייה ב- pH של המים בברכות השחייה.
- עלייה בריכוז החומצה האורית.

שאלה 1 ז', בגרות תשע"ד 2014, שאלון 037303

לפניך ניסוחים של שלוש תגובות (1)-(3) :



מהי הקביעה הנכונה?

1. בתגובה (1) מגיב $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ כחומצה.
2. בתגובה (2) מגיב $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ כבסיס.
3. כאשר מכניסים למים $\text{K}_2\text{CO}_{3(\text{s})}$ מתקבלת תמיסה שה- pH שלה קטן מ- 7 .
4. כאשר מזרימים $\text{CO}_{2(\text{g})}$ לתוך תמיסת סידן הידרוקסיד, $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$,

ה- pH של התמיסה יורד.

הנימוק:

לפי תגובה (3) ניתן לקבוע כי כאשר מזרימים $\text{CO}_2(\text{g})$ לתוך תמיסת סידן הידרוקסיד, $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$, מתרחשת תגובה שבתוצרים שלה אין יוני הידרוקסיד. לפיכך, ריכוז יוני ההידרוקסיד בתמיסה יורד. כאשר ריכוז יוני הידרוקסיד יורד, pH התמיסה יורד.

מסיח 1 אינו נכון, כי בתגובה (1) מים אינם מגיבים כחומצה. מולקולות המים לא מוסרות פרוטונים, אלא משמשות כמחמצן בתגובת חמצון-חיזור. זו לא תגובת חומצה-בסיס מסיח 2 אינו נכון, כי בתגובה (2) שהיא תגובת חומצה-בסיס, מים אינם מגיבים כבסיס אלא כחומצה. מולקולות המים מוסרות פרוטונים ליוני CO_3^{2-} .

מסיח 3 אינו נכון, כי התמיסה שמתקבלת בתגובה (2) מכילה יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$, לכן ה-pH שלה גדול מ-7.

שאלה 7, בגרות תשע"ד 2014, שאלון 037303

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על ארבע תמיסות מימיות (1)-(4).

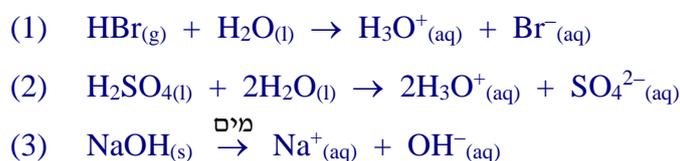
ריכוז (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	נוסחת החומר שהוכנס למים	התמיסה
0.03	300	$\text{HBr}(\text{g})$	(1)
0.02	200	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$	(2)
0.03	300	$\text{NaOH}(\text{s})$	(3)
?	200	$\text{HI}(\text{g})$	(4)

סעיף א'

תת-סעיף i

נסח את התהליך שמתרחש כאשר מכניסים למים כל אחד משלושת החומרים: $\text{NaOH}(\text{s})$, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$, $\text{HBr}(\text{g})$.

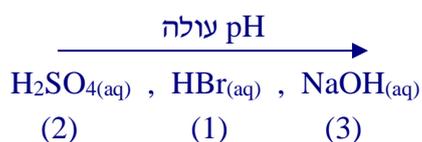
התשובה:



תת-סעיף ii

דרג את שלוש התמיסות (1)-(3) לפי ה-pH, מהנמוך לגבוה.

התשובה:



תת-סעיף iii

ה- pH של תמיסה (4) שווה ל- pH של תמיסה (2). קבע מהו הריכוז של תמיסה (4). נמק.

התשובה:

0.04 M.

ה- pH של שתי התמיסות שווה. המסקנה: ריכוז יוני H_3O^+ בשתי התמיסות שווה.

(הריכוז של תמיסת H_2SO_4 הוא 0.02 M.)

הריכוז של יוני H_3O^+ בתמיסת H_2SO_4 הוא 0.04 M, כי מ- 1 מול של חומצה

נוצרים 2 מול יוני H_3O^+ (או: H_2SO_4 היא חומצה דו-פרוטית).

לפיכך גם הריכוז של יוני H_3O^+ בתמיסת HI הוא 0.04 M.

לכן הריכוז של תמיסת HI הוא 0.04 M. HI היא חומצה חד-פרוטית).

סעיף ב'

תת-סעיף i

ערבבו 200 מ"ל תמיסה (1) עם 100 מ"ל תמיסה (3).

ציין את כל סוגי היונים בתמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב. נמק.

התשובה:

יוני H_3O^+ , יוני Na^+ , יוני Br^- .

ב- 200 מ"ל תמיסה (1) יש 0.006 מול יוני H_3O^+ ו- 0.006 מול יוני Br^- .

ב- 100 מ"ל תמיסה (3) יש 0.003 מול יוני Na^+ ו- 0.003 מול יוני OH^- .

כאשר מערבבים את שתי התמיסות מתרחשת תגובת סתירה בין יוני H_3O^+ ליוני OH^- .

0.003 מול יוני OH^- מגיבים עם 0.003 מול יוני H_3O^+ .

בתמיסה שהתקבלה יש יוני H_3O^+ שלא הגיבו (או: שהיו בעודף), יוני Na^+ ויוני Br^- (שהם

יונים משקיפים) שלא השתתפו בתגובת הסתירה.

תת-סעיף ii

ל- 100 מ"ל של תמיסה (1) הוסיפו תמיסת NaBr .

ה- pH של התמיסה שהתקבלה היה גבוה מה- pH של תמיסה (1). הסבר מדוע.

התשובה:

ה- pH נקבע על ידי ריכוז יוני H_3O^+ בתמיסה. ככל שריכוז יוני H_3O^+ בתמיסה נמוך יותר, ה- pH של התמיסה גבוה יותר).

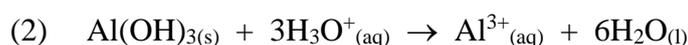
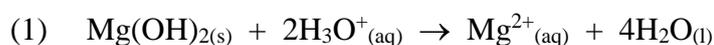
יוני Na^+ ויוני Br^- שבתמיסת $\text{NaBr}_{(\text{aq})}$ אינם מגיבים עם יוני H_3O^+ שבתמיסה (1).
כאשר מוסיפים תמיסת $\text{NaBr}_{(\text{aq})}$ לתמיסה (1), נפח התמיסה גדל (או: מוהלים את התמיסה), ריכוז יוני H_3O^+ בתמיסה קטן וה- pH עולה.

סעיף ג'

נוגדי חומצה משמשים תרופות הסותרות עודף חומציות בקיבה.

טבלייה אחת של נוגד חומצה מסוים מכילה 0.2 גרם מגנזיום הידרוקסיד, $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$, ו- 0.2 גרם אלומיניום הידרוקסיד, $\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{s})}$.

כאשר נוגד חומצה זה בא במגע עם הסביבה החומצית שבקיבה מתרחשות תגובות (1) ו-(2):



חשב את המספר הכולל של המולים של יוני H_3O^+ המגיבים עם טבלייה אחת של נוגד חומצה זה. פרט את חישוביך.

התשובה:

המסה המולרית של $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$: 58 גרם למול.

מספר המולים של $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ בטבלייה אחת של נוגד חומצה: $0.2/58=0.00345 \text{ mol}$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ מגיב עם 2 מול יוני H_3O^+ ,
לכן מספר המולים של יוני H_3O^+ שהגיבו: $0.00345 \text{ mol} \times 2 = 0.0069 \text{ mol}$
המסה המולרית של $\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{s})}$: 78 גרם למול

מספר המולים של $\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{s})}$ בטבלייה אחת של נוגד חומצה: $0.2/78=0.00256 \text{ mol}$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול $\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{s})}$ מגיב עם 3 מול יוני H_3O^+ ,
לכן מספר המולים של יוני H_3O^+ שהגיבו: $0.00256 \text{ mol} \times 3 = 0.00768 \text{ mol}$
מספר המולים הכולל של יוני H_3O^+ המגיבים עם טבלייה אחת של נוגד החומצה:
 $0.0069 \text{ mol} + 0.00768 \text{ mol} = 0.01458 \text{ mol}$

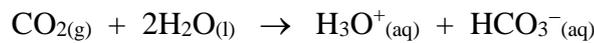
שאלה 2, בגרות תשע"ד 2014, שאלון 037303

ניתוח קטע ממאמר מדעי.

דלק "ירוק" מאצות



בשרפה 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 היתר, לשינויי אקלים ולעלייה בחומציות של מי הים. $\text{CO}_2(\text{g})$ מגיב עם מים, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 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 מהם תערובת של תרכובות פחמן הדומה בתכונות הבערה שלה לנפט. תערובת זו היא "דלק ירוק", מכיוון שבעת שרפתה לא נפלטים לאוויר חומרים מזהמים כמו אלה הנפלטים בשרפת נפט או פחם. התערובת נוצרת במתקן ניסיוני 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 ברכות 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)

סעיף ב'

תת-סעיף i

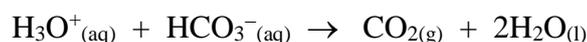
כאשר מכניסים פחמן דו-חמצני למים, מתרחשת התגובה הרשומה בקטע. קבע אם במהלך התגובה יש עלייה ברמת ה-pH, ירידה או אין ללא שינוי ברמת ה-pH. נמק.

התשובה:

יש ירידה ברמת ה-pH במהלך התגובה נוצרים יוני הידרוניום ולכן יש ירידה ברמת ה-pH.

תת-סעיף ii

בתנאים מסוימים מתרחשת התגובה ההפוכה:



זהה את החומצה ואת הבסיס בתגובה. נמק.

התשובה:

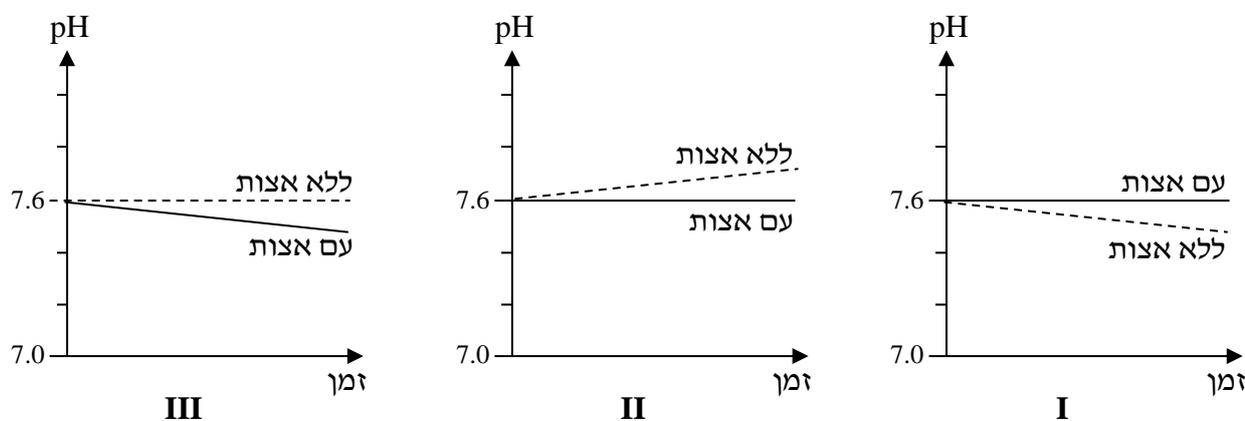
יוני הידרוניום החומצה ויוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ בסיס.

יש מעבר של יוני H^+ מיוני ההידרוניום ליוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

סעיף ב'

לשתי ברכות, שהכילו אותו נפח של מי ים, הזרימו $\text{CO}_2(\text{g})$ באותו קצב. רק באחת מהברכות היו אצות. שאר התנאים היו זהים.

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



התשובה:

גרף I.

בברכה שבה גדלות אצות, ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ נקלט על ידי האצות ואינו מגיב עם המים (או: אינו מתמוסס במים), ולכן אין שינוי ב-pH של מי הברכה.

בברכה שבה אין אצות (הקולטות $\text{CO}_2(\text{g})$) ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ מגיב עם המים.

נוצרים יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ הגורמים לעלייה בחומציות (או: לירידה ב-pH) של מי הברכה.

שאלה 1 ז', בגרות תשע"ג 2013, שאלון 037303

תה מצמח לבנדר יכול לשמש אינדיקטור לחומצות ולבסיסים.
 צבע התה הוא ורוד ב- $\text{pH} < 7$, סגול ב- $\text{pH} = 7$, וירוק ב- $\text{pH} > 7$.
 הוסיפו תה לבנדר לארבע תמיסות מימיות שונות.
 איזו מהשורות 1-4 בטבלה שלפניך מציגה נכון את הצבע של כל תמיסה לאחר הוספת התה?

$\text{KBr}_{(\text{aq})}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{aq})}$	$\text{KOH}_{(\text{aq})}$	$\text{HBr}_{(\text{aq})}$	
ירוק	ירוק	ורוד	סגול	1.
ירוק	ורוד	סגול	ורוד	2.
סגול	סגול	ירוק	ורוד	3.
ורוד	ירוק	סגול	ירוק	4.

הנימוק:

$\text{KBr}_{(\text{g})}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{l})}$	$\text{KOH}_{(\text{s})}$	$\text{HBr}_{(\text{g})}$	חומר מוצא
$\text{KBr}_{(\text{s})} \rightarrow \text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{Br}^-_{(\text{aq})}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{l})} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{aq})}$	$\text{KOH}_{(\text{s})} \rightarrow \text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$	$\text{HBr}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-_{(\text{aq})}$	תהליכים המתרחשים בהוספת החומר למים
נייטרלית	נייטרלית	בסיסית	חומצית	התמיסה שנוצרה בסיסית/נייטרלית/חומצית
$\text{pH} = 7$	$\text{pH} = 7$	$\text{pH} > 7$	$\text{pH} < 7$	תחום ה- pH של התמיסה
סגול	סגול	ירוק	ורוד	צבע התמיסה לאחר הוספת תה לבנדר

שאלה 1 ז', בגרות תשע"ג 2013, שאלון 037303

ערבבו 100 מ"ל תמיסת בריום הידרוקסיד, $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$, בריכוז 0.01M עם 100 מ"ל תמיסה מימית של חומצה. התרחשה תגובה, ובסיומה נמצא כי ה- pH של התמיסה היה קטן מ-7.
 מהי התמיסה המימית של החומצה?

1. תמיסת $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ בריכוז 0.01M
2. תמיסת $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ בריכוז 0.02M
3. תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ בריכוז 0.01M
- 4. תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ בריכוז 0.02M**

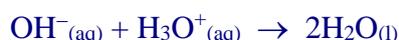
הנימוק:

קביעה של מספר המולים של יוני הידרוקסיד בתמיסת בריום הידרוקסיד הנתונה:

מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ב- 100 מ"ל תמיסה	ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ (M)	ריכוז התמיסה (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	התמיסה
0.002	0.02	0.01	100	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$

כל התמיסות שבתשובות הן תמיסות חומציות. לאחר הוספה של תמיסה חומצית לתמיסת

$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ מתרחשת תגובת סתירה:



לסתירה מלאה של 0.002 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ נדרשים 0.002 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$.

כדי שבסיומה של התגובה ה-pH של התמיסה יהיה קטן מ-7, מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

צריך להיות גדול יותר ממספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ (גדול מ-0.002 מול).

בסיום התגובה התקבלה תמיסה	מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ב- 100 מ"ל תמיסה	ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (M)	ריכוז התמיסה (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	התמיסה
בסיסית	0.001	0.01	0.01	100	$\text{HNO}_{3(\text{aq})}$
ניטרלית	0.002	0.02	0.02	100	$\text{HNO}_{3(\text{aq})}$
ניטרלית	0.002	0.02	0.01	100	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$
חומצית	0.004	0.04	0.02	100	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$

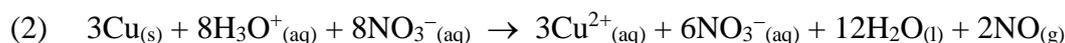
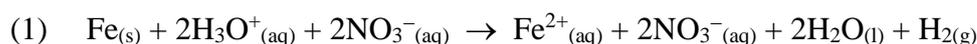
שאלה 7, בגרות תשע"ג 2013, שאלון 037303

חומצה חנקתית, $\text{HNO}_{3(\text{l})}$, משמשת בין היתר לייצור דשנים וחומרי נפץ. בתעשייה בכימית

מפיקים $\text{HNO}_{3(\text{l})}$ מאמוניה, $\text{NH}_{3(\text{g})}$.

סעיף א'

תמיסת $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ מגיבה עם ברזל, $\text{Fe}_{(\text{s})}$, ועם נחושת, $\text{Cu}_{(\text{s})}$ על פי תגובות (1)-(2).



קבע אם במהלך כל אחת מן התגובות (1) ו-(2) ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה.

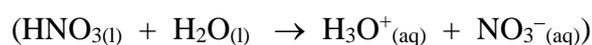
נמק.

תשובה:

במהלך שתי התגובות ה-pH של התמיסה עולה.
בשתי התגובות ריכוז יוני H_3O^+ יורד (או: יוני H_3O^+ מגיבים), ולכן ה-pH של התמיסה עולה.

סעיף ב'

הכניסו 10 גרם אשלגן מימן פחמתי, $\text{KHCO}_3(\text{s})$, לתוך 120 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 1M.
התרחשה התגובה:



קבע אם בתום התגובה ה-pH של התמיסה שהתקבלה היה גדול מ-7, קטן מ-7, או שווה ל-7.
פרט את חישוביך, והסבר.

תשובה:

בתום התגובה ה-pH של התמיסה היה קטן מ-7.

$$100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{KHCO}_3(\text{s})$:

$$\frac{10 \text{ gr}}{100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.1 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{KHCO}_3(\text{s})$ שהוסיפו:

$$0.12 \text{ liter} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.12 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני H_3O^+ בתמיסה:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה 1 מול $\text{KHCO}_3(\text{s})$ מגיב עם 1 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

לכן מספר המולים של $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שיגיבו: 0.1 mol

בתום התגובה יש בתמיסה יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שלא הגיבו, ולכן ה-pH של התמיסה קטן מ-7.

שאלה 2, בגרות תשע"ג 2013, שאלון 037303

ניתוח קטע ממאמר מדעי.

סוכר וחיידקים מנקים את הסביבה

ניקוי יבש הוא תהליך של ניקוי בגדים באמצעות ממס שאינו מים. בעבר הרבו להשתמש בממס פרכלורואתן (PCE), שנוסחתו $C_2Cl_4(l)$. לאחרונה התברר כי ממס זה מזיק לבריאות. באזורים שבהם היו מפעלים לניקוי יבש, מי השפכים, שהכילו PCE בריכוז גבוה, גרמו לזיהום של הקרקע ושל מקורות מי השתייה. בארץ, הריכוז המרבי המותר של PCE במי השתייה הוא 5 מולקולות PCE על כל 10^9 מולקולות מים. מי שתייה המכילים ריכוזים גבוהים יותר של PCE מסוכנים לבריאות.

לניקוי קרקע ולניקוי מקורות מים מעודפי ה-PCE משתמשים בשיטת טיפול חדשנית, המכונה ביורמדיציה. שיטה זו מנצלת חיידקים לטיפול בחומרים המזהמים את הסביבה. בשיטה זו מוסיפים מולסה לקרקע או למקורות המים. מולסה היא נוזל סמיך עשיר בגלוקוז, $C_6H_{12}O_{6(aq)}$, המתקבל בתהליך הייצור של סוכר מקנה סוכר. גלוקוז מאפשר תנאים מיטביים להתרבות חיידקים מסוימים המצויים בקרקע או במקורות מים. בעזרת הגלוקוז חיידקים אלה הופכים את מולקולות ה-PCE למולקולות אתן, C_2H_4 , בתהליך חמצון-חיזור רב-שלבי. לפניך הניסוח הכולל של התהליך:

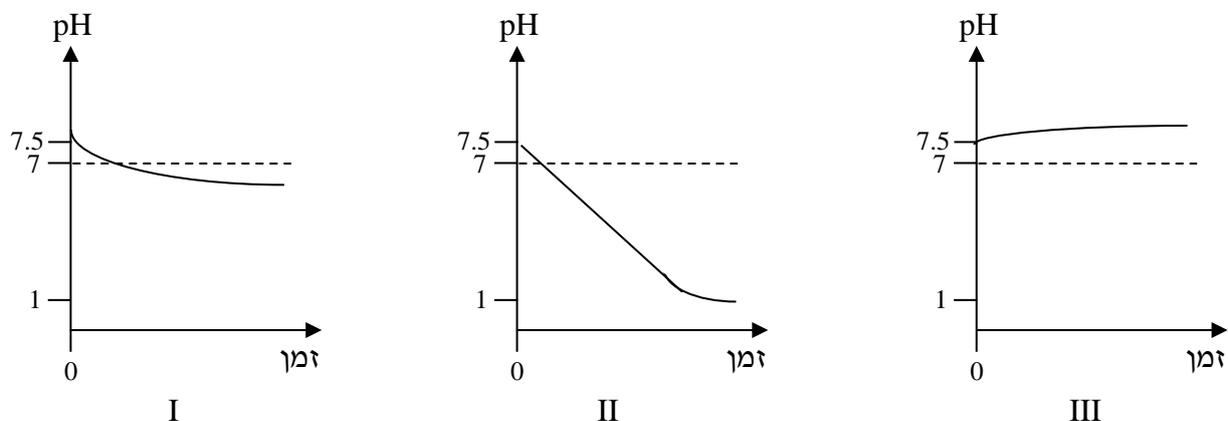


חוזרים על הטיפול פעמים אחדות, עד שריכוז ה-PCE מגיע לריכוז המותר. בשנים האחרונות השימוש בשיטה זו הולך ומתרחב.

(מעובד על פי: (Argentine, C. "Microbes and Molasses A Successful Partnership" ChemMatters, April 2012

סעיף א'

עקבו אחרי התקדמות הניקוי של מקור מי שתייה באמצעות מדידת ה-pH . איזה מהגרפים III-I שלפניך מתאר נכון את שינוי ה-pH של המים עם הזמן? נמק.



התשובה:

גרף I .

בתגובה הנתונה נוצרים יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, ולכן ה-pH של מי השתייה יורד .
ה-pH של מי השתייה צריך להיות קרוב ל-7 (או : ה-pH של מי השתייה לא יכול להיות נמוך מאוד , ולכן גרף II אינו מתאים).

סעיף ב'

כאשר מוסיפים גיר, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, לתמיסה חומצית מתרחשת התגובה :



לקרקעות שבהן מבצעים את הטיפול המתואר בקטע ממליצים להוסיף גיר .
הסבר מדוע מוסיפים גיר לקרקע.

התשובה:

במהלך הטיפול נוצרים יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ורמת ה-pH יורדת .
הגיר , מגיב עם יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$. הוספת הגיר מונעת עלייה בחומציות הקרקע (או : מונעת ירידה ב-pH של הקרקע).

שאלה 1 ז', בגרות תשע"ב 2012, שאלון 037303

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?

1. לכל התמיסות אותו pH .
2. ה-pH של תמיסה B הוא הגבוה ביותר.
3. הריכוז של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה A הוא הגבוה ביותר.
4. **תמיסה C היא התמיסה בה ה-pH הוא הגבוה ביותר.**

הנימוק:

מוצאים ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בכל אחת מהתמיסות :

ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ (M)	מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ב- 1 מול תרכובת	ריכוז התמיסה (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	התמיסה	
0.3	1	0.3	150	$\text{KOH}_{(\text{aq})}$	A
0.2	1	0.2	300	$\text{KOH}_{(\text{aq})}$	B
0.4	2	0.2	75	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	C
0.2	2	0.1	150	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	D

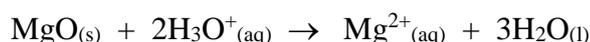
ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה C הוא הגבוה ביותר, לכן זוהי התמיסה שה-pH שלה הוא הגבוה ביותר.

שאלה 6, בגרות תשע"ב 2012, שאלון 037303

אבקת מגנזיום חמצני, $MgO_{(s)}$, בדרגת ניקיון גבוהה, משמשת בין היתר לייצור תוספים לדלק. מגדירים את דרגת הניקיון כאחוז של $MgO_{(s)}$ טהור בדגימה, המחושב על פי הנוסחה:

$$100\% \cdot \frac{\text{מסת } MgO_{(s)} \text{ טהור בדגימה}}{\text{מסת הדגימה}}$$

ביצעו שני ניסויים לקביעת דרגת הניקיון של אבקה המכילה מגנזיום חמצני. בניסוי הראשון לקחו דגימה של 8 גרם מגנזיום חמצני. הוסיפו לדגימה, במנות קטנות, תמיסה מימית של חומצת מימן כלורי, $HCl_{(aq)}$, בריכוז 0.45 M. התרחשה התגובה:



התגובה הסתיימה כשהגיבו 860 מ"ל תמיסת $HCl_{(aq)}$.

סעיף א'

כיצד קובעים שהתגובה הסתיימה?

התשובה:

אחת מהתשובות:

- קובעים שהתגובה הסתיימה בעזרת אינדיקטור מתאים, שהצבע שלו משתנה במעבר מתמיסה חומצית לתמיסה ניטרלית.
- בדיקה ב-pH-מטר.
- המוצק נעלם
- תמיסה עכורה הופכת לצלולה.

סעיף ב'

תת-סעיף i

חשב את המסה של $MgO_{(s)}$ שהגיבה עם תמיסת $HCl_{(aq)}$. פרט את חישוביך.

התשובה:

$$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.860 \text{ liter} = 0.387 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של HCl ב- 860 מ"ל תמיסה:}$$

מ- 1 מול HCl נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני $H_3O^+_{(aq)}$, מספר המולים של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ב- 860 מ"ל תמיסה: 0.387 mol

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 2 מול יוני $H_3O^+_{(aq)}$ מגיבים עם 1 מול $MgO_{(s)}$,

לכן מספר המולים של $MgO_{(s)}$ שהגיב:

$$\frac{0.387 \text{ mol}}{2} = 0.194 \text{ mol}$$

$$40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.194 \text{ mol} = 7.76 \text{ gr}$$

המסה המולרית של $MgO_{(s)}$:

המסה של $MgO_{(s)}$ שהגיב:

תת-סעיף ii

חשב את דרגת הניקיון. פרט את חישוביך.

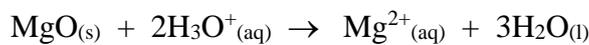
התשובה:

$$\frac{7.76 \text{ gr}}{8 \text{ gr}} \times 100\% = 97\% \quad \text{דרגת הניקיון של מגנזיום חמצני שבדגימה:}$$

סעיף ג'

בניסוי השני לקחו דגימה של 8 גרם מגנזיום חמצני. הוסיפו לדגימה תמיסה מימית של חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בריכוז 0.45 M.

התרחשה התגובה:



קבע אם בניסוי השני התגובה הסתיימה לאחר הוספה של 860 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, הוספה של יותר מ-860 מיליליטר או הוספה של פחות מ-860 מ"ל. נמק.

התשובה:

התגובה הסתיימה לאחר הוספה של פחות מ-860 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$.

מ-1 מול HCl נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

מ-1 מול H_2SO_4 נוצרים בתמיסה מימית 2 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

לכן יידרש נפח קטן פי שניים של תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ באותו ריכוז כמו תמיסת HCl. (לקבל גם חישוב כנימוק.)

סעיף ד'

בתהליך הייצור של $\text{MgO}(\text{s})$ מתקבל תוצר לוואי - מגנזיום הידרוקסיד, $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$. אם הדגימה מכילה גם $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$, הקביעה של דרגת ניקיון אינה מדויקת. הסבר מדוע.

התשובה:

הקביעה של דרגת ניקיון תהיה לא מדויקת, כי גם $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$, שבהמסת המוצק במים מתקבלת תמיסה בסיסית, יגיב עם תמיסת החומצה.

סעיף ה'

תנונת שלוש תמיסות מימיות: תמיסת חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{aq})$, תמיסת אמוניה, $\text{NH}_3(\text{aq})$,

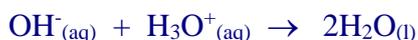
תמיסת אשלגן כלורי, $\text{KCl}(\text{aq})$.

קבע, עבור כל אחת משלוש התמיסות, אם היא מגיבה עם $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$.

אם כן - נסח את התגובה. אם לא - הסבר מדוע.

התשובה:

מגנזיום הידרוקסיד מתמוסס במים, ונוצרים יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$. כלומר, מתקבלת תמיסה בסיסית. תמיסה החומצית, חומצה חנקתית, תגיב עם יוני ההידרוקסיד בתגובת חומצה בסיס:



תמיסת $\text{NH}_3_{(\text{aq})}$ אינה מגיבה עם בסיס $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$, כי גם האמוניה היא בסיס. תמיסת מלח $\text{KCl}_{(\text{aq})}$ אינה מגיבה עם בסיס $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$, כי אין בתמיסה חלקיקים המתנהגים כחומצה.

שאלה 7, בגרות תשע"ב 2012, שאלון 037303

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על שלוש תמיסות מימיות, I - III.

התמיסה	שם החומר המומס	נוסחת החומר המומס	ריכוז התמיסה (M)	pH של התמיסה
I	חומצה חנקתית	$\text{HNO}_{3(\text{l})}$	0.1	1
II	חומצה אצטית	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{l})}$	0.1	2.9
III	חומצת מימן כלורי	$\text{HCl}_{(\text{g})}$?	1.7

סעיף א'

תת-סעיף i

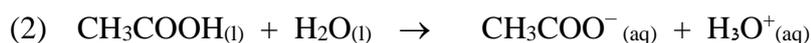
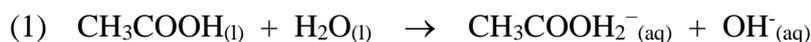
נסח את התהליך שמתרחש כאשר מכניסים למים כל אחת מהחומצות $\text{HNO}_{3(\text{l})}$ ו- $\text{HCl}_{(\text{g})}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע איזה משני הניסוחים (1)-(2) שלפניך הוא הניסוח הנכון עבור התגובה של $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{l})}$ עם מים. נמק.



התשובה:

ניסוח (2)

בטבלה נתון כי לתמיסה $\text{pH} < 7$, כלומר התמיסה חומצית. חומצה אצטית מגיבה כחומצה ולכן נוצרים יוני הידרוניום בתמיסה.

סעיף ב' - הרחבה (לא בסילבוס)

תת-סעיף i

בתמיסה של חומצה חנקתית יש רק יונים ניידים ומולקולות מים, ואילו בתמיסה של חומצה אצטית יש יונים ניידים, מולקולות מים וגם מולקולות של חומצה אצטית. העזר בנתון והסבר מדוע ה-pH של תמיסה II גבוה מה-pH של תמיסה I.

התשובה:

לפי הנתון בפתח, בתמיסה של חומצה אצטית רק חלק ממולקולות החומצה מגיב עם מולקולות המים ליצירת יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ויוני $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$. חומצה חנקתית היא חומצה (חזקה) המגיבה במלואה עם המים ליצירת יונים. לכן ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה II נמוך מריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה I. ככל שריכוז יוני ההידרוניום נמוך יותר, ה-pH של התמיסה גבוה יותר. לכן ה-pH של תמיסה II גבוה מה-pH של תמיסה I.

תת-סעיף ii - הרחבה (לא בסילבוס)

מדדו את המוליכות החשמלית של תמיסות I ו-II. קבע אם המוליכות החשמלית של תמיסה I גבוהה מהמוליכות החשמלית של תמיסה II, נמוכה ממנה או שווה לה. נמק.

התשובה:

המוליכות החשמלית של תמיסה I גבוהה מהמוליכות החשמלית של תמיסה II. הריכוזים של התמיסות אמנם שווים, אך בכל תמיסה ריכוזי היונים שונים. חומצה אצטית אינה מגיבה במלואה עם מולקולות מים. לכן ריכוז היונים בתמיסה II נמוך מריכוז היונים בתמיסה I. ככל שריכוז היונים בתמיסה גדול יותר המוליכות החשמלית של התמיסה גבוהה יותר. המוליכות החשמלית של תמיסה I גבוהה יותר.

סעיף ג'

קבע אם הריכוז המולרי של תמיסה III גדול מהריכוז המולרי של תמיסה I, קטן ממנו או שווה לו. נמק. שתי החומצות מגיבות בצורה מלאה עם המים.

התשובה:

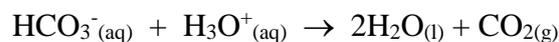
הריכוז המולרי של תמיסה III נמוך מהריכוז המולרי של תמיסה I. נתון כי pH של תמיסה I גבוה מה-pH של תמיסה II. כלומר, ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה I גבוה יותר. שתי החומצות חד-פרוטיות. ממול של כל חומצה נוצר מול יוני ההידרוניום. לכן בתמיסה III לה ריכוז נמוך יותר ייווצרו פחות יוני ההידרוניום וה-pH של התמיסה גבוה יותר.

סעיף ד'

תת-סעיף i

ל- 100 מ"ל של תמיסה III הוסיפו סודה לשתייה, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$.

התרחשה התגובה:



קבע אם לאחר ההוספה ה-pH של תמיסה III עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

התשובה:

ה-pH של התמיסה עלה.

בתמיסת $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ יש יוני $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

יונים אלה מגיבים כבסיס עם יוני הידרוניום שבתמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$.

ריכוז יוני הידרוניום בתמיסה ירד ולכן ה-pH של התמיסה עלה.

תת-סעיף ii

ערבבו 100 מ"ל תמיסה I עם 50 מ"ל תמיסת $0.1\text{M HCl}(\text{aq})$.

קבע אם לאחר הערבוב ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

התשובה:

ה-pH של התמיסה לא השתנה.

ערבבו תמיסות שוות ריכוז של שתי חומצות חד-פרוטיות.

ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ לא השתנה. לכן ה-pH של התמיסה לא השתנה.

ניתן לפתור סעיף זה גם בדרך חישובית ולהראות שריכוז יוני ההידרוניום לא השתנה.

שאלה 2, בגרות תשע"ב 2012, שאלון 037303

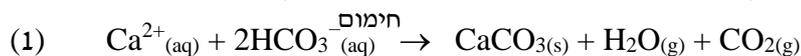
ניתוח קטע ממאמר מדעי.



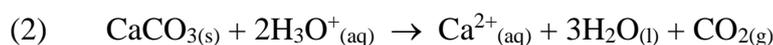
כימיה במטבח - האבנית והסרתה

דרך נוחה להרתיח מים להכנת קפה או תה היא באמצעות קומקום. אם המים "קשים", במשך הזמן מצטברת בקומקום שכבה של מוצק לבן, המכונה אבנית. המרכיב העיקרי של האבנית הוא סידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$. "מים קשים" הם מים עשירים ביוני סידן, $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$, וביוני מימן פחמתי $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

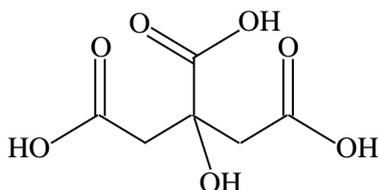
כאשר מרתיחים מים "קשים", מתרחשת תגובה (1) והאבנית שוקעת:



הסרת האבנית מתבצעת בסביבה חומצית. סידן פחמתי מגיב עם תמיסות מימיות של חומצות על פי תגובה (2):

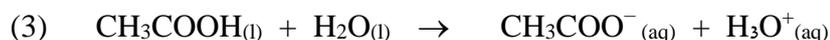


כדי להסיר את האבנית אפשר להשתמש במסירי אבנית מסחריים, המכילים חומצה זרחתית, H_3PO_4 , או חומצה סולפאמית, HSO_3NH_2 . גם המוצרים הנמצאים בבית כמו התבלין "מלח לימון", מיץ לימון או חומץ יכולים להסיר את האבנית. "מלח לימון" הוא גבישים של חומצת לימון, שנוסחתה:



לימון ופירות הדר אחרים מכילים חומצת לימון, המקנה להם את טעמם החמוץ.

חומץ הוא תמיסה מימית של חומצה אצטית, $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$, המגיבה במים בתגובה (3):



חומצה זו מקנה לחומץ את טעמו ואת ריחו האופייניים. החומצה האצטית היא נוזל בתנאי החדר, $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$.

כדי להסיר את האבנית מקומקום, מכסים אותה בתמיסה של חומצת לימון או בחומץ. כעבור שעה כל האבנית מגיבה. שופכים את התמיסה ושוטפים היטב את הקומקום במים.

סעיף א'

ב- 100 מ"ל חומץ ביתי יש 5.25 גרם חומצה אצטית, CH_3COOH .

תת-סעיף i

חשב את מספר המולים של חומצה אצטית ב- 100 מ"ל חומץ ביתי. פרט את חישוביך.

התשובה:

המסה המולרית של חומצה אצטית:

$$60 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\frac{5.25 \text{ gr}}{60 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.087 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של חומצה אצטית ב- 100 מ"ל חומץ:}$$

תת-סעיף ii

חשב את הריכוז המולרי של חומצה אצטית בחומץ ביתי. פרט את חישוביך.

התשובה:

$$\frac{0.087 \text{ mol} \times 1 \text{ liter}}{0.1 \text{ liter}} = 0.87 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של חומצה אצטית בליטר חומץ:}$$
$$0.87 \text{ M} \quad \text{הריכוז המולרי של חומצה אצטית בחומץ:}$$

סעיף ב'

כמה גרם אבנית אפשר להסיר באמצעות 100 מ"ל של חומץ ביתי? פרט את חישוביך.

התשובה:

(מספר המולים של חומצה אצטית ב- 100 מ"ל חומץ: 0.087 mol)

מ- 1 מול $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$ נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ (תגובה 3).

לכן על פי תגובה (2) יגיבו 0.087 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$.

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 2 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ מגיבים עם 1 מול $\text{CaCO}_{3(s)}$,

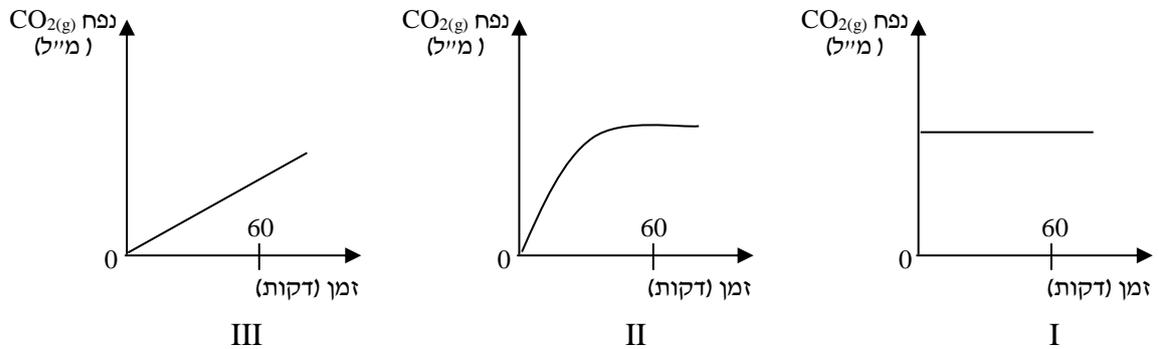
$$\frac{0.087 \text{ mol}}{2} = 0.0435 \text{ mol} \quad \text{לכן מספר המולים של } \text{CaCO}_{3(s)} \text{ שייגיבו:}$$

המסה המולרית של $\text{CaCO}_{3(s)}$: $100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

$$100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.0435 \text{ mol} = 4.35 \text{ gr} \quad \text{המסה של } \text{CaCO}_{3(s)} \text{ שתגיב:}$$

סעיף ג'

במהלך ניסוי להסרת האבנית באמצעות חומץ ביתי נמדד הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלט. קבע איזה מהגרפים III-I שלפניך, יכול לתאר נכון את הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ כתלות בזמן. נמק את קביעתך.



התשובה:

גרף II.

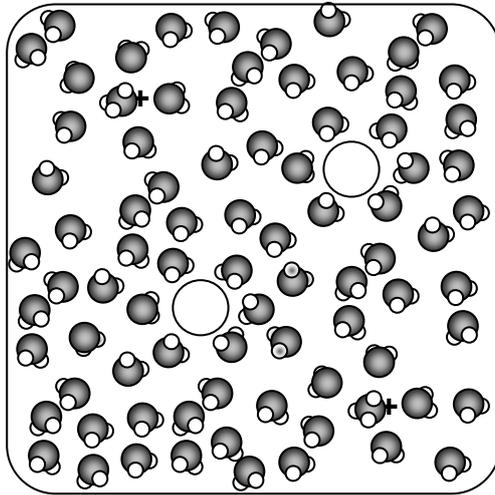
ככל שכמות האבנית שמגיבה הולכת וגדלה, הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ הולך וגדל. כעבור שעה, כשכל האבנית הגיבה אין יותר שינוי בנפח הגז.

שאלה 1 ו', בגרות תשע"א 2011, שאלון 037303

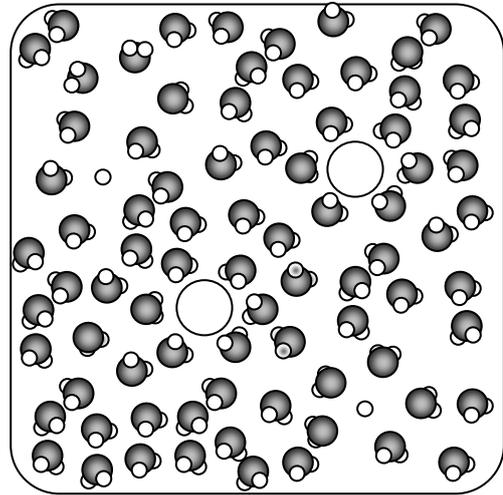
איזה מהאיורים 1-4 שלפניך הוא תיאור סכמתי המתאים לתמיסה מימית שהתקבלה לאחר הוספת

מימן כלורי, $\text{HCl}_{(g)}$ למים?

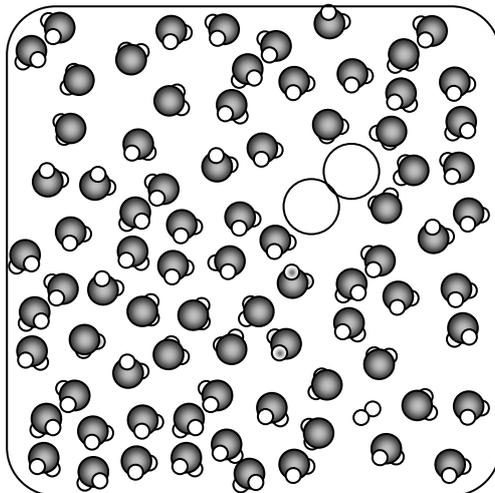
מקרא: ● אטום חמצן ○ אטום מימן ⊖ יון כלור ○ אטום כלור



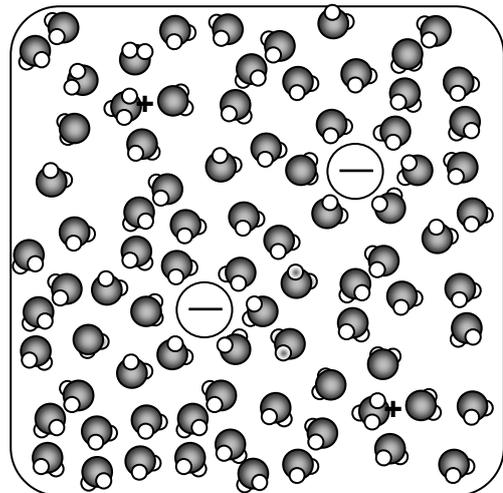
2



1



4



3

הנימוק:

כאשר מוסיפים מימן כלורי, $\text{HCl}_{(g)}$ למים, מתרחשת התגובה:



בתגובה נוצרים יוני הידרוניום ויוני כלור ממוימים.

באיור 3 מופיעים התוצרים הנכונים, כלומר יוני הידרוניום ויוני כלור ממוימים - מוקפים במולקולות מים.

באיור 1 מופיעים אטומי מימן ואטומי כלור המוקפים במולקולות מים.

באיור 2 מופיעים יוני הידרוניום מוקפים במולקולות מים, אולם גם אטומי הכלור.

באיור 4 מופיעות מולקולות דו-אטומיות של מימן ומולקולות דו-אטומיות של כלור המוקפות במולקולות מים.

שאלה 1 ז', בגרות תשע"א 2011, שאלון 037303

במעבדה נמצאו שלושה בקבוקים בלי תוויות, ובתוכם תמיסות שונות.

בקבוק אחד הכיל 100 מיליליטר תמיסה של חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{aq})$, בריכוז 1 M

בקבוק שני הכיל 100 מיליליטר תמיסה של נתרן גפרתי, $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, בריכוז 1 M

בקבוק שלישי הכיל 100 מיליליטר תמיסת של חומצה גפרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, בריכוז 1 M

כדי להבחין בין שלוש התמיסות הוצעו ארבע בדיקות.

כיצד אפשר לזהות בוודאות את תכולת כל אחד מהבקבוקים?

1. לבדוק אם המוליכות החשמלית של כל אחת מהתמיסות טובה או זניחה.

2. למדוד את ה-pH של כל אחת מהתמיסות.

3. להוסיף מים לכל אחת מהתמיסות ולבדוק אם יש שינוי בטווח ה-pH (גדול, קטן או שווה שבע).

4. להוסיף נתרן הידרוקסידי, $\text{NaOH}(\text{s})$, לכל אחת מהתמיסות.

הנימוק:

ערכו של pH התמיסה הוא פונקציה של ריכוז יוני ההידרוניום.

ה-pH של שתי התמיסות החומציות יהיה נמוך מ-7, לעומת ה-pH של תמיסת הנתרן הגפרתי

שיהיה שווה ל-7. ההבדל ב-pH של שתי התמיסות החומציות נובע מההבדל בריכוז יוני

ההידרוניום שבתמיסות. החומצה הגפרתית היא חומצה דו-פרוטית ואילו החומצה החנקתית

חומצה חד-פרוטית. לכן בתמיסה של החומצה הגפרתית ריכוז יוני ההידרוניום יהיה כפול

מריכוזם בתמיסה של החומצה החנקתית.

ככל שריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה גבוה יותר ה-pH נמוך יותר. לכן יימדדו שלושה ערכי pH

שונים בכל אחת מהתמיסות.

מסווח 1 שגוי. כל התמיסות מוליכות חשמל מכיוון שבכולן יש יונים ניידים.

מסווח 3 שגוי. בהוספת מים ריכוז היונים יורד. אבל תמיסה שהייתה חומצית תישאר חומצית,

תמיסה שהייתה בסיסית תישאר בסיסית וכנ"ל גם תמיסה ניטרלית.

מסווח 4 שגוי מכיוון שלא ניתן להבחין בהבדל ברמת התופעה (רמת המאקרו) במתרחש בכל אחת

מהתמיסות – לא תהיינה תצפיות שונות. בכל שלוש התמיסות תתרחש המסה של הנתרן

ההידרוקסיד במים, כאשר בתמיסות החומציות תתרחש גם תגובת סתירה.

שאלה 7, בגרות תשע"א 2011, שאלון 037303

פתיח לשאלה

סיד שרוף - סידן חמצני, $\text{CaO}_{(s)}$ - הוא מרכיב חשוב של בטון, מלט וחומרי בנייה נוספים.
סיד כבוי - סידן הידרוקסיד, $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ - משמש לבנייה ולצביעה.

סעיף א'

לקבלת סיד כבוי מגיבים סיד שרוף עם מים. נסוח התגובה:



את הסיד הכבוי מכניסים למים.

תת-סעיף i

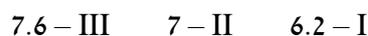
נסח תהליך מתאים המתאר את המתרחש בהוספת הסיד הכבוי למים.

התשובה:



תת-סעיף ii

לפניך ערכים שונים, III-I :



איזה משלושת הערכים מתאר תמיסה של סיד כבוי? נמק.

התשובה:

III- 7.6

בהמסת המוצק נוצרים יוני הידרוקסיד, כלומר מתקבלת תמיסה בסיסית עבורה $\text{pH} > 7$.

סעיף ב'

מי סיד צלולים, שהם תמיסת $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$, משמשים לזיהוי פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(g)$, על פי תגובה (2).



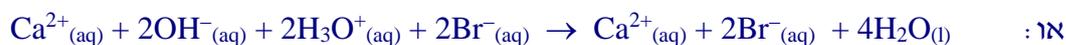
בכל אחד מהכלים I ו-II יש 200 מיליליטר תמיסת $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$ בריכוז 0.02 M.

לכלי I הוסיפו 200 מיליליטר תמיסה מימית של חומצת מימן ברומי, $\text{HBr}_{(aq)}$, בריכוז 0.02 M. התרחשה תגובה.

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה שהתרחשה בכלי I.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע אם ה-pH של התמיסה שהתקבלה בכלי I לאחר התגובה - גדול מ-7, שווה ל-7 או קטן מ-7. נמק את קביעתך.

התשובה:

pH התמיסה שהתקבלה לאחר התגובה גדול מ-7.

התמיסות הן שוות נפח ושוות ריכוז, אך 1 מול $\text{Ca}(\text{OH})_2$ מכיל 2 מול יוני OH^-

ומ-1 מול HBr נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני H_3O^+ .

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול יוני H_3O^+ מגיב עם 1 מול יוני OH^- ,

לכן בתמיסה שהתקבלה לאחר התגובה יישארו יוני OH^- , ו-pH התמיסה יהיה גדול מ-7.

או:

מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ב-200 מיליליטר תמיסת:

$$0.02 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.004 \text{ mol}$$

1 מול $\text{Ca}(\text{OH})_2$ מכיל 2 מול יוני OH^- , מספר המולים של יוני OH^- ב-200 מיליליטר תמיסת:

$$0.004 \text{ mol} \times 2 = 0.008$$

mol

מספר המולים של HBr ב-200 מיליליטר תמיסה: $0.02 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.004 \text{ mol}$

מ-1 מול HBr נוצר בתמיסה מימית 1 מול יוני H_3O^+ , מספר המולים של יוני H_3O^+

ב-200 מיליליטר תמיסת: 0.004 mol

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול יוני H_3O^+ מגיב עם 1 מול יוני OH^- ,

לכן בתמיסה שהתקבלה לאחר התגובה יישארו יוני OH^- , ו-pH התמיסה יהיה גדול מ-7.

תת-סעיף iii

לכלי II הוסיפו 200 מיליליטר תמיסה מימית של חומצת גפרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בריכוז 0.02 M. התרחשה תגובה. קבע אם ה-pH של התמיסה שהתקבלה בכלי II לאחר התגובה - גדול מ-pH התמיסה שהתקבלה בכלי I, קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.

התשובה:

pH התמיסה שהתקבלה לאחר התגובה נמוך מ-pH התמיסה שהתקבלה בכלי I, (והוא שווה ל-7). התמיסות הן שוות נפח ושוות ריכוז. 1 מול $\text{Ca}(\text{OH})_2$ מכיל 2 מול יוני OH^- ומ-1 מול H_2SO_4 נוצרים בתמיסה מימית 2 מול יוני H_3O^+ . על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול יוני H_3O^+ מגיב עם 1 מול יוני OH^- , לכן התמיסה שהתקבלה לאחר התגובה היא נייטרלית, ה-pH שלה שווה ל-7. או:

מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ב-200 מיליליטר תמיסה:

$$0.02 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.004 \text{ mol}$$

1 מול $\text{Ca}(\text{OH})_2$ מכיל 2 מול יוני OH^- , מספר המולים של יוני OH^- ב-200 מיליליטר תמיסה:

$$0.004 \text{ mol} \times 2 = 0.008 \text{ mol}$$

מספר המולים של H_2SO_4 ב-200 מיליליטר תמיסה:

$$0.02 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.004 \text{ mol}$$

מ-1 מול H_2SO_4 נוצרים בתמיסה מימית 2 מול יוני H_3O^+ ,

מספר המולים של יוני H_3O^+ ב-200 מיליליטר תמיסה:

$$0.008 \text{ mol}$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול יוני H_3O^+ מגיב עם 1 מול יוני OH^- ,

לכן התמיסה שהתקבלה לאחר התגובה היא נייטרלית, ה-pH שלה שווה ל-7.

סעיף ד'

לאחר סיום העבודות באתר הבנייה נשארו 444 גרם סיד כבוי, $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})}$. נטרלו אותו באמצעות תמיסה מימית המכילה 6 מול חומצה A. התרחשה תגובה שבה המגיבים הגיבו בשלמות. קבע אם תמיסת החומצה A היא תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ או תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$. פרט את חישוביך ונמק.

התשובה:

תמיסת החומצה היא תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$.

המסה המולרית של $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$:

$$74 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\frac{444 \text{ gr}}{74 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 6 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ ב- 444 גרם

1 מול $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ מכיל 2 מול יוני OH^- , מספר המולים של יוני OH^- : $\text{mol } 12 = 2 \times \text{mol } 6$.
 על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול יוני OH^- מגיב עם 1 מול יוני H_3O^+ ,
 לכן 12 מול יוני OH^- מגיבים עם 12 מול יוני H_3O^+ .

מספר המולים של יוני H_3O^+ הנוצרים בתמיסה מימית		חומצה
מ- 6 מול חומצה	מ- 1 מול חומצה	
6	1	HNO_3
12	2	H_2SO_4

שאלה 7, בגרות תש"ע 2010, שאלון 037303

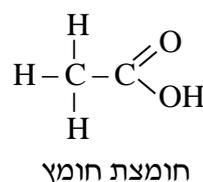
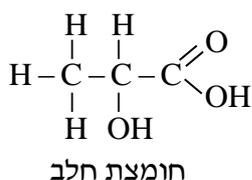
כבר בשנת 2400 לפני הספירה בני אדם החמיצו מלפפונים. החמצה היא תהליך של שימור מזון באמצעות יצירה של סביבה חומצית, שמונעת התפתחות של מיקרואורגניזמים הגורמים לקלקול המזון.

ידועות שתי שיטות להחמצת מלפפונים:

- הוספת מלח בישול שמסייע להיווצרות חומצת חלב.

- הוספת חומץ (תמיסה מהולה של חומצת חומץ).

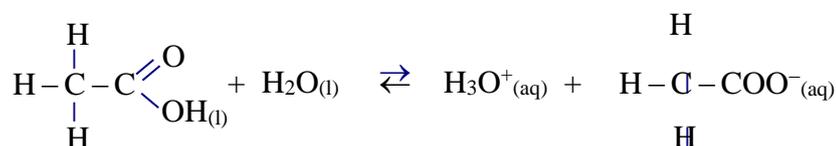
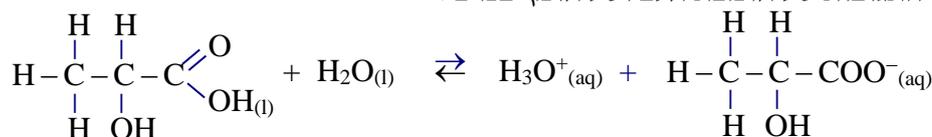
לפניך נוסחאות מבנה של שתי החומצות:



סעיף א'

תת-סעיף i

לפניך ניסוח התגובות של חומצת חלב ושל חומץ במים:



קבע עבור כל אחד משני החומרים אם ה-pH של התמיסה גדול מ-7, קטן או שווה 7. נמק.

התשובה:

ה-pH שמתקבל בכל אחת משתי התגובות הינו קטן מ-7 כלומר חומצי. נוכחות יוני הידרוניום בתמיסה מעיד על סביבה חומצית.

סעיף ב'

אכילה מוגזמת של מלפפונים חמוצים יכולה להעלות את רמת החומציות בקיבה ולגרום לצרבת. יש המטפלים בבעיה זו על ידי שימוש בתמיסה מימית של סודה לשתייה.

תת-סעיף i

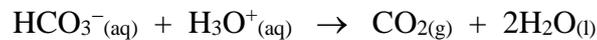
נסח את תהליך ההמסה במים של סודה לשתייה, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$.

התשובה:



תת-סעיף ii

נתון ניסוח התגובה הבאה:



הסבר מדוע שימוש בתמיסה מימית של סודה לשתייה מהווה טיפול בבעיה המוזכרת בסעיף ג 1.

תשובה:

על פי התגובה הנתונה ניתן לראות כי יוני ה- $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ שמקורם בסודה לשתייה מגיבים עם יוני ה- $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ שמקורם מהמלפפונים החמוצים. ריכוז יוני ה- $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ יורד ולכן ה-pH עולה.

סעיף ג'

כדי להכין 0.5 ליטר תמיסה להחמצת מלפפונים, הוסיפו מים ל-10 מיליליטר חומץ שריכוז חומצת החומץ בו הוא 0.85 M. חשב את הריכוז של חומצת החומץ בתמיסה שהוכנה. פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של חומצת חומץ ב-10 מיליליטר תמיסה בריכוז 0.85 M:

$$0.85 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.01 \text{ liter} = 0.0085 \text{ mol}$$

$$\frac{0.0085 \text{ mol}}{0.5 \text{ liter}} = 0.017 \text{ M} \quad \text{הריכוז של } \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \text{ בתמיסה שהוכנה:}$$

סעיף ד'

בטבלה שלפניך מוצגים ערכי pH של שלוש תמיסות מימיות של חומצות. התמיסות הן שוות ריכוז.

(3)	(2)	(1)	
חומצת מימן כלורי HCl	$H_2SO_{4(aq)}$	$H_2SO_{4(aq)}$	החומצה
2	2.5	2	רמת pH

תת-סעיף i

סדר את שלוש התמיסות המימיות שבטבלה לפי סדר עולה (מהנמוך לגבוה) של ריכוז יוני $H_3O^+_{(aq)}$. נמק.

התשובה:

$$(3) = (1) > (2)$$

ככל ש-pH התמיסה נמוך יותר, ריכוז יוני $H_3O^+_{(aq)}$ בתמיסה גבוה יותר.

תת-סעיף ii

לתמיסה (1) הוסיפו מים. קבע אם ה-pH עלה, ירד או נשאר ללא שינוי. נמק.

התשובה:

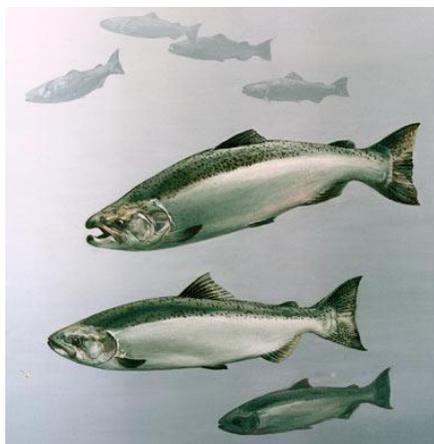
ה-pH עלה.

הוספת מים מוהלת את התמיסה, ריכוז יוני ההידרוניום ירד וה-pH עלה.

שאלה 2, בגרות תש"ע 2010, שאלון 037303

ניתוח קטע ממאמר מדעי.

מה לסלמון באלסקה ולפליטת גז $\text{CO}_2(\text{g})$ לאטמוספירה?

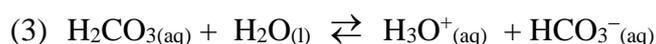
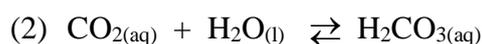
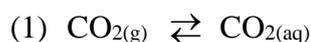


דייגים באלסקה מדווחים על ירידה בשלל דגי הסלמון. חוקרים מאוניברסיטת אלסקה מצאו במי מפרץ אלסקה רכיכות וסרטני ים כמעט ללא שריון הנחוץ לקיומם. אחד מסוגי הרכיכות - "פרפר ים" - הוא מרכיב חשוב במזון של דגי סלמון.

החוקרים סבורים, שהידלדלות השריון של הרכיכות היא תוצאה של עלייה בחומציות של מי מפרץ אלסקה.

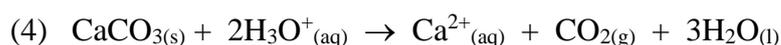
כשליש מהפחמן הדו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, שנפלט לאטמוספירה בכל שנה, מתמוסס במי האוקיינוסים ונוצרת חומצה

פחמתית, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ (ראה תגובות (1)-(3)).



ליד חופי אלסקה העלייה בחומציות של מי האוקיינוס מהירה וגדולה יותר מאשר במקומות אחרים. הדבר נובע מתנאי האקלים הייחודיים, ביניהם הטמפרטורה הנמוכה של המים. ככל שטמפרטורת המים נמוכה יותר, המסיסות של $\text{CO}_2(\text{g})$ גדולה יותר.

השריון של רכיכות ושל סרטני ים בנוי בעיקר מסיידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, המגיב עם החומצה על פי תגובה (4):



התרחסות תגובה זו גורמת להרס השריון.

החוקרים משערים שהפגיעה בשריון של הרכיכות מביאה לירידה בגודל האוכלוסייה שלהן, ולפיכך לצמצום במקורות המזון של דגי הסלמון.

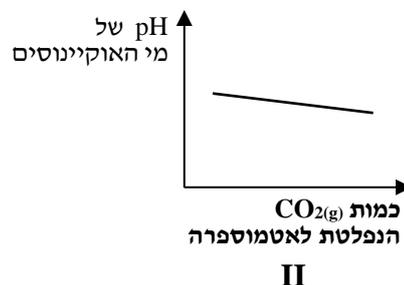
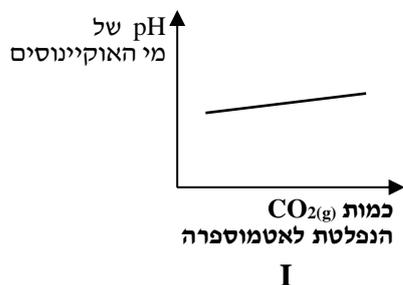
העלייה בחומציות של מי האוקיינוסים יכולה לגרום לתופעות נוספות, כגון האטה בהתפתחות אלמוגים, שהשלד שלהם בנוי אף הוא מסיידן פחמתי.

שיתוף פעולה כלל עולמי בהקטנת הפליטה של $\text{CO}_2(\text{g})$ לאטמוספירה יעזור גם במניעת העלייה בחומציות של מי האוקיינוסים.

(מעובד על פי: [http://www.sfos.uaf.edu/oa/\(Jeremy Mathis, University of Alaska Fairbanks.](http://www.sfos.uaf.edu/oa/(Jeremy%20Mathis,%20University%20of%20Alaska%20Fairbanks))

סעיף א'

איזה מהגרפים II-I שלפניך, עשוי לתאר נכון, באופן סכמתי, את המגמה של שינוי ה-pH של מי מפרץ אלסקה כתלות בכמות ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ הנפלטת לאטמוספירה? נמק את בחירתך.



התשובה:

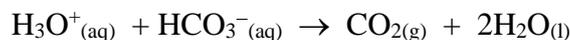
גרף II.

על פי הקטע, חומציות מי האוקיינוסים עולה כשגדלה כמות $\text{CO}_2(\text{g})$ הנפלטת לאטמוספירה. (חומציות היא מדד לריכוז יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, בתמיסה.) ככל שחומציות התמיסה גבוהה יותר, pH התמיסה נמוך יותר.

סעיף ב'

תת-סעיף i

התוצרים של תגובה (3) יכולים להגיב ביניהם. לפי התגובה הנתונה :



קבע מה סוג התגובה ונמק קביעתך.

תשובה:

סוג התגובה חומצה בסיס, ישנו מעבר יון H^+ בתגובה מהיון H_3O^+ אל היון HCO_3^- . נוצרת חומצה פחמתית, H_2CO_3 , שמתפרקת לפחמן דו חמצני ומים.

תת-סעיף ii

התרחשות של תגובה (4) שבקטע והתרחשות של התגובה הנתונה בתת-סעיף ב' i, עשויות למתן את העלייה בחומציות של מי האוקיינוסים. הסבר מדוע.

התשובה:

בשתי התגובות יוני הידרוניום הם המגיבים, ולכן במהלך התגובה הריכוז שלהם יורד והחומציות קטנה.

או: בשתי התגובות נוצר $\text{CO}_2(\text{g})$, שחלק ממנו (שאינו מתמוסס בחזרה במים) נפלט לאטמוספירה.

תת-סעיף iii

יש מדענים הטוענים שההתחממות של כדור הארץ (כולל מי האוקיינוסים) תמתן את העלייה בחומציות של מי האוקיינוסים שנובעת מהמסת $\text{CO}_2(\text{g})$. הסבר טענה זו על פי הקטע.

התשובה:

בקטע כתוב שככל שטמפרטורת המים נמוכה יותר, מסיסות $\text{CO}_2(\text{g})$ גדולה יותר. אם מי האוקיינוסים יהיו חמים יותר, מסיסות $\text{CO}_2(\text{g})$ בהם תהיה נמוכה יותר. בתגובות (1) – (3) ניתן לקבוע כי בהוספת $\text{CO}_2(\text{g})$ למים נוצרת תמיסה חומצית, ולכן במסיסות נמוכה יותר של הגז החומציות של מי האוקיינוסים תעלה פחות.

סעיף ג'

25 מול של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ הגיבו עם סידן פחמתי שבשריון סרטני הים על פי תגובה (4).

תת-סעיף i

חשב את המסה של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ שהגיב בתגובה זו. פרט את חישוביך.

התשובה:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה,

1 מול של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ מגיב עם 2 מול של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

מספר המולים של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ שיגיבו עם 25 מול של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$: $\frac{25 \text{ mol} \times 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 12.5 \text{ mol}$

המסה המולרית של $\text{CaCO}_3(\text{s})$: $100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

המסה של $\text{CaCO}_3(\text{s})$: $100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 12.5 \text{ mol} = 1250 \text{ gr}$

תת-סעיף ii

חשב את הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$ שהתקבל בתגובה זו, בהנחה שנפח של מול גז בתנאים שבהם מתרחשת התגובה הוא 23.5 ליטר. פרט את חישוביך.

התשובה:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה,

בתגובה של 2 מול של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, מתקבל 1 מול של $\text{CO}_2(\text{g})$.

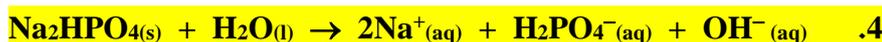
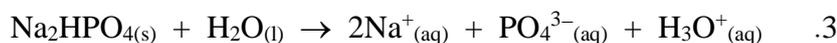
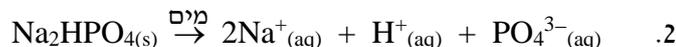
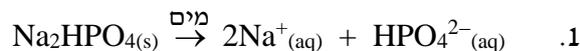
מספר המולים של $\text{CO}_2(\text{g})$ שיתקבל בתגובה שבה יגיבו 25 מול של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$:

$$\frac{25 \text{ mol} \times 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 12.5 \text{ mol}$$

הנפח של $\text{CO}_2(\text{g})$: $23.5 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} \times 12.5 \text{ mol} = 293.75 \text{ liter}$

שאלה 1 ו', בגרות תשס"ח 2008, שאלון 037303

כדי לייצר סבון שנותן pH בסיסי בסביבה מימית, מוסיפים במהלך הייצור שלו מעט $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{s})$. איזה ניסוח התגובה שלפניך מדגים את התגובה הנדרשת מהחומר $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{s})$?



הנימוק:

תמיסה בסיסית היא תמיסה בה יש יוני הידרוקסיד – ניסוח (4) בלבד.

שאלה 7, בגרות תשס"ח 2008, שאלון 037303

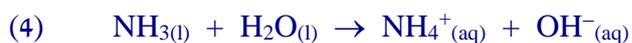
בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על ארבע תמיסות מימיות (1), (2), (3), (4).

מספר התמיסה	נוסחת החומר המומס	ריכוז התמיסה (M)	pH של התמיסה
(1)	$\text{HNO}_3(\text{l})$	0.01	2
(2)	$\text{HNO}_3(\text{l})$	X	3.4
(3)	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$	0.01	12.3
(4)	$\text{NH}_3(\text{g})$	0.01	10.6

סעיף א'

מכניסים לכלים המכילים מים את חומרים (2)-(4). נסח את המתרחש בכל אחד משלושת הכלים.

התשובה:



סעיף ב'

תת-סעיף i

קבע אם הריכוז של תמיסה (2) (הערך של X), גבוה מהריכוז של תמיסה (1) (0.01 מולר), קטן ממנו או שווה לו. נמק.

התשובה:

הריכוז של חומצה (2) נמוך מ- 0.01M
נתון בטבלה כי לתמיסה (2) pH גבוה מרמת ה-pH של תמיסה (1).
ככל שרמת ה-pH גבוהה יותר, החומציות נמוכה יותר. (שתי החומצות זהות) ולכן הריכוז של חומצה (2) נמוך מהריכוז של חומצה (1).

תת-סעיף ii

הסבר מדוע לתמיסה (3) מוליכות חשמלית גבוהה מהמוליכות של תמיסה (4).

התשובה:

לתמיסה (3) מוליכות חשמלית יותר גבוהה, כי ריכוז היונים בתמיסה זו גבוה יותר.
רמת ה-pH של תמיסה (3) גבוהה יותר, לכן ריכוז יוני ההידרוקסיד גבוה יותר ובהתאם ריכוז כלל היונים בתמיסה.

סעיף ג'

ערבבו 100 מיליליטר של תמיסת (1) עם 100 מיליליטר של תמיסה (3).

תת-סעיף i

נסח את התגובה שהתרחשה.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע אם ה-pH של התמיסה שהתקבלה אחרי התגובה גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7. נמק.

התשובה:

ה-pH של התמיסה יהיה גדול מ-7.
מספר המולים של יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ גדול יותר ממספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ (התמיסות שוות נפח ושוות ריכוז).
יונים אלה מגיבים ביחס 1:1, לכן יישאר עודף של יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$.

סעיף ד'

100 מיליליטר של תמיסה מימית של חומר A (שאינו בטבלה) בריכוז 0.01 M הגיבו בשלמות עם 100 מיליליטר תמיסה (1), והתקבלה תמיסה ניטרלית. רשום נוסחה אפשרית לחומר A. נמק.

התשובה:

לדוגמה, $\text{NaOH}_{(s)}$. (או כל בסיס שמול אחד שלו משחרר בתמיסה מול אחד של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$). בתגובה של תמיסה (1) עם תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ מתקבלת תמיסה ניטרלית, כי מספר המולים של יוני ההידרוניום יהיה שווה למספר המולים של יוני ההידרוקסיד, והם יגיבו במלואם ליצירת מים. (התמיסות שוות נפח ושוות ריכוז).

סעיף ה'

מן הארובות של תחנות הכוח נפלטות בין היתר תחמוצות גזיות המגיבות עם מי הגשמים. כך נוצרות חומצות המעלות את רמת החומציות של הגשם וגורמות נזק לסביבה. כדי להקטין את הנזק לסביבה, נהוג להעביר את הגזים הנפלטים מהארובות דרך אחת מהתמיסות (1), (2), (3), (4). איזו מהתמיסות מתאימה ביותר למטרה זו? נמק.

התשובה:

תמיסה (3). במטרה לסתור חומצה נדרשת תמיסה בסיסית: תמיסה (3) או תמיסה (4). אבל, בתמיסה (3) ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ גדול יותר מהריכוז שלהם בתמיסה (4) (רמת ה-pH גבוהה יותר). לכן דרוש נפח קטן יותר של תמיסה (3) לעומת תמיסה (4).

שאלה 1 ג', בגרות תשס"ז 2007, שאלון 918651

נתונות שלוש תמיסות מימיות: $\text{HCl}_{(aq)}$, $\text{KCl}_{(aq)}$, $\text{NH}_3_{(aq)}$. מהי הקביעה הנכונה?

1. בכל אחת משלוש התמיסות אין קשרי מימן בין מולקולות המומס לבין מולקולות המים.
2. ה-pH של כל אחת משלוש התמיסות שונה מ-7.
3. כל אחת משלוש התמיסות מוליכה חשמל.
4. תמיסת $\text{KCl}_{(aq)}$ מוליכה חשמל, ושתי התמיסות האחרות אינן מוליכות.

הנימוק:

$\text{HCl}_{(aq)}$ - מגיב עם מים ונוצרים יוני הידרוניום ויוני כלור.
 $\text{KCl}_{(aq)}$ - מתמוסס במים ונוצרים יונים ניידים.
 $\text{NH}_3_{(aq)}$ - מגיב עם מים ונוצרים יוני הידרוקסיד ויוני אמון
(3) נכון היות ובכל התמיסות נוצרים יונים ממוימים המאפשרים הולכה חשמלית, ולכן היגד (4) אינו נכון.
(2) לא נכון היות ובתמיסת $\text{KCl}_{(aq)}$ לא נוצרים יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד.

שאלה 1 ה', בגרות תשס"ז 2007, שאלון 918651

מה קורה כאשר מוסיפים מימן ברומי, $\text{HBr}_{(g)}$, למים?

1. אלקטרונים עוברים ממולקולות המימן הברומי למולקולות המים.
2. פרוטונים עוברים ממולקולות המימן הברומי למולקולות המים.
3. פרוטונים עוברים ממולקולות המים למולקולות המימן הברומי.
4. אלקטרונים עוברים ממולקולות המים למולקולות המימן הברומי.

הנימוק:

בתגובה יש מעבר של יוני מימן (פרוטון) ממימן ברומי למים ולכן היגד (2) נכון ולא היגד (3).
בתגובה אין שינוי בדרגות החמצון של החומרים, ולכן אין מעבר אלקטרונים והיגדים (1) ו-(4) שגויים.

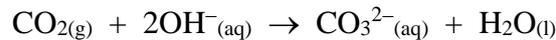
שאלה 6 , בגרות תשס"ז 2007, שאלון 918651

פתיח לשאלה

100 מיליליטר תמיסה מימית מכילה 0.05 מול חומר יוני שהוא בסיס.

הזרימו לתמיסה 0.05 מול גז פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_{2(g)}$.

התרחשה תגובה מלאה על פי הניסוח:



סעיף א'

תת-סעיף i

כמה מול יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ השתתפו בתגובה? פרט את חישוביך.

התשובה:

יחס המולים בתגובה הוא 1:2

על פי יחס המולים, מספר המולים של $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ שהגיבו הוא: $0.1 \text{ מול} = 0.05 \times 2 \text{ מול}$

תת-סעיף ii

קבע מהי הנוסחה האמפירית של הבסיס: MOH , $\text{M}(\text{OH})_2$ או $\text{M}(\text{OH})_3$?

(M מייצג יסוד מתכתי). נמק.

התשובה:

$\text{M}(\text{OH})_2$

התמיסה מכילה 0.05 מול של הבסיס ו- 0.1 מול יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$.

(1 מול בסיס נותן 2 מול $\text{OH}^{-}_{(aq)}$).

תת-סעיף iii

מה היה הריכוז של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה? פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ שהיה בתמיסה: 0.1 מול
נפח התמיסה: 0.1 ליטר
ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ שהיה בתמיסה: $\frac{0.1 \text{ מול}}{0.1 \text{ ליטר}} = 1 \text{ M}$

תת-סעיף iv

קבע אם במהלך התגובה ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

התשובה:

ה-pH ירד.
ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ קטן, כי הם מגיבים עם $\text{CO}_2_{(\text{g})}$.

סעיף ב'

תת-סעיף i

נסח את התהליך המתרחש כאשר מכניסים למים את הבסיס. בניסוח השתמש בנוסחה האמפירית שקבעת בתת-סעיף א ii.

התשובה:



תת-סעיף ii

נסח את התהליך המתרחש כאשר מכניסים למים גז מימן כלורי, $\text{HCl}_{(\text{g})}$.

התשובה:



סעיף ג'

לסתירה מלאה של תמיסה מסוימת של הבסיס שאת נוסחתו קבעת, נדרשו 250 מיליליטר תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ בריכוז 2M.

תת-סעיף i

נסח את התגובה שמתרחשת בין תמיסה הבסיס לבין תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

כמה מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ השתתפו בתגובה? פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ שנדרשו:

$$0.25 \times 2 = 0.5 \text{ mol}$$

יחס המולים בתגובה הוא 1:1, לכן הגיבו 0.5 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$.

שאלה 2, בגרות תשס"ז 2007, שאלון 918651

ניתוח קטע ממאמר מדעי.

במוסף של "ידיעות אחרונות" התפרסמה ידיעה על אדם שנפגע בעיניו. הוא קנה ערכה לפתיחת סתימות בכיורים, והשימוש בחומרים של הערכה גרם לפגיעה בעיניו.

הערכה כוללת בקבוק המכיל תמיסה מימית של נתרן הידרוקסיד, $\text{NaOH}_{(aq)}$, ומבחנה המכילה גרגרי אלומיניום, $\text{Al}_{(s)}$. בדף הוראות השימוש, המצורף לערכה, כתוב שצריך לשפוך את גרגרי האלומיניום לפתח הכיור, לשפוך עליהם תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$, לחכות מעט ולשטוף בהרבה מים.

בתגובה המתרחשת בין גרגרי $\text{Al}_{(s)}$ ובין יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ נוצרים יוני $\text{Al}(\text{OH})_4^-_{(aq)}$ ומימן, $\text{H}_2(g)$:



בתגובה זו משתחררת בפרק זמן קצר מאוד כמות רבה של הגז מימן. הגז דוחף את החומרים היוצרים את הסתימה ומסייע לפתיחתה.

גם האנרגיה הנפלטת בתגובה מסייעת לפתיחת הסתימה. טמפרטורות ההיתוך של חלק מהשומנים שבסתימת הכיור הן בין 80°C ל- 300°C .

בנוסף לכך, תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ מגיבה עם השומנים שבסתימה, והם מתפרקים לתוצרים שחלקם מסיסים במים.

האדם שהשתמש בהערכה לא פעל על פי הוראות השימוש. הוא הכניס את גרגרי האלומיניום לבקבוק המכיל את תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$. הבקבוק התפוצץ, והחומר שניתז ממנו פגע בעיניו.

(מעובד על פי: ד' עובדיהו, "ידיעון כימיה טכנולוגיה חברה", גיליון 81, אייר התש"ס, 2000)

סעיף א'

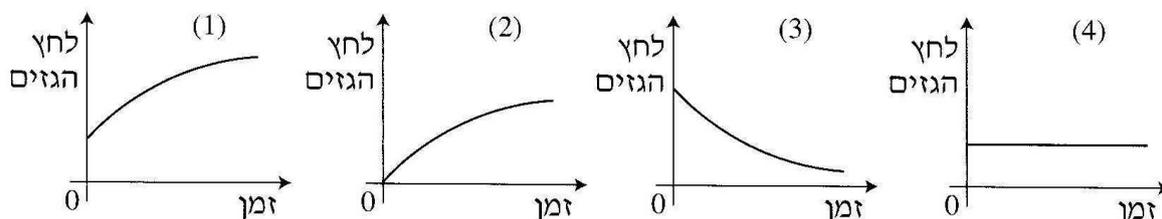
במהלך התגובה הרשומה בקטע, ה- pH של התמיסה יורד. הסבר מדוע.

התשובה:

ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ יורד כי הם מגיבים.

סעיף ב'

הכניסו לכלי שחצי מנפחו מלא בתמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ וחצי מנפחו מלא אוויר, וסגרו את הכלי. איזה מבין ארבעת הגרפים (1), (2), (3), (4) שלפניך עשוי לתאר נכון את השתנות לחץ הגזים בכלי? נמק.



התשובה:

גרף (1)

לחץ הגזים בבקבוק עולה, כי מתרחשת תגובה בין $\text{Al}_{(s)}$ לתמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ שבה נוצר הגז מימן. לפני שהתגובה מתרחשת, לחץ הגזים בבקבוק היה גדול מאפס, כי היה אוויר בבקבוק.

סעיף ג'

אילו תהליכים עשויים לעבור השומנים שבסתימת הכיור, כאשר שופכים לפתח הכיור הסתום גרגרי $\text{Al}_{(s)}$ ועליהם תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$? ציין שני תהליכים, והסבר כיצד תהליכים אלה עוזרים לפתיחת הסתימה. (אין צורך לנסח תהליכים).

התשובה:

תגובה בין $\text{NaOH}_{(aq)}$ לשומנים.

הסבר: תוצרי התגובה מתמוססים במים.

היתוך שומנים

הסבר: בתגובה בין $\text{NaOH}_{(aq)}$ ובין $\text{Al}_{(s)}$ נפלט חום והשומנים ניתכים ואז החסימה נפתחת.

סעיף ד'

בפתיחת הסתימה בכיור אין מסתפקים בתמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בלבד, ומוסיפים גם גרגרי $\text{Al}_{(s)}$. ציין שני גורמים המסייעים לפתיחת הסתימה הודות להוספה זו, והסבר כיצד הם מסייעים לפתיחתה.

התשובה:

היווצרות גז מימן (או: לחץ) ושחרור חום (בתגובה בין $\text{NaOH}_{(aq)}$ ובין $\text{Al}_{(s)}$).

הגז (או: הלחץ) דוחף את החומרים בסתימה.

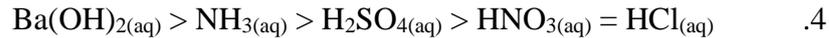
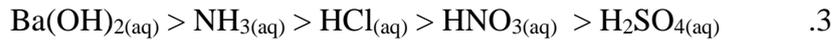
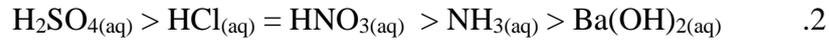
החום גורם להיתוך השומנים.

שאלה 1 ז, בגרות תשס"ו 2006, שאלון מפמ"ר (037303)

נתונות התמיסות המימיות הבאות, כולן בריכוז 1M :



מהו הדרוג הנכון עבור ה-pH של התמיסות?



הנימוק:

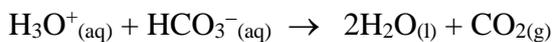
$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ ו- $\text{NH}_3(\text{aq})$ יוצרים תמיסות בסיסיות. אבל ממול $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ מתקבלים שני מולי הידרוקסיד לעומת האמוניה, ולכן ריכוז יוני הידרוקסיד גבוה יותר ו-pH גבוה יותר. שלושת החומרים האחרים חומצות ובכולם $\text{pH} < 7$. החומצות $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ ו- $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ הן חומצות חד פרוטיות ולכן בריכוזים שווים ה-pH שווה. החומצה $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ דו-פרוטית ולכן ריכוז יוני ההידרוניום יהיה גדול יותר ו-pH נמוך יותר.

שאלה 7, בגרות תשס"ו 2006, שאלון מפמ"ר (037303)

פתיח לשאלה

אכילת מזון גורמת לירידה ב-pH בפה. פעילות חיידקים המפרקים את שיירי המזון יוצרת חומצה לקטית, $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-COOH}$, שהיא חומצה. הרוק המופרש לחלל הפה מכיל יוני HCO_3^- המנטרלים חלק מן החומצה הלקטית.

התגובה בין יוני HCO_3^- לתמיסה של החומצה הלקטית:



סעיף א'

תת-סעיף i

איזה סוג חלקיקים מהמשתתפים בתגובה הרשומה למעלה, מתפקד כחומצה, ואיזה סוג חלקיקים מתפקד כבסיס? נמק.

התשובה:

$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ - כחומצה, $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ - כבסיס

יש מעבר של יוני מימן מיון הידרוניום ליון $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$

סעיף ב'

בקיבה מופרשת חומצה מימן כלורית, $\text{HCl}(\text{aq})$, ה- pH בקיבה הוא בסביבות 2.
נסח תגובה שבאמצעותה אפשר להסביר את ה- pH הנמוך בקיבה.

התשובה:



סעיף ג'

הפרשה מוגברת של חומצה בקיבה גורמת לעתים לצרבת. אפשר לטפל בצרבת באמצעות תרופות נוגדות צרבת. סוג מסוים של תרופות אלו מכיל סודה לשתייה, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$.
הסבר כיצד עוזרות תרופות שמכילות סודה לשתייה להקלה בתחושת הצרבת.

התשובה:

סודה לשתייה הוא בסיס המגיב עם יוני הידרוניום על פי התגובה המנוסחת בפתיח של השאלה, ומוריד את ריכוזם.
לכן יש הקלה בתחושת הצרבת הנגרמת כתוצאה מהפרשה של חומצה.

סעיף ד'

במטרה לקבוע את אחוז החומר הפעיל - NaHCO_3 בתרופה ביצעו הניסוי הבא:
ל- 1 גרם תרופה זו הוסיפו 35 מיליליטר תמיסת HCl בריכוז 0.2M. החומרים הגיבו בשלמות.

תת-סעיף i

כיצד אפשר לקבוע במעבדה שהתגובה התרחשה בשלמות?

התשובה:

אחת מהתשובות:

- שימוש באינדיקטור מתאים לחומצה בסיס.
- מעקב אחר המוליכות החשמלית של התגובה.
- מעקב אחר שינוי ה- pH במהלך התגובה.

תת-סעיף ii

מהו מספר המולים של חומר פעיל ב- 1 גרם תרופה שנלקח לבדיקה? פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של HCl ב- 35 מ"ל תמיסה בריכוז 0.2M :

$$0.2 \text{ mol/l} \times 0.035 \text{ l} = 0.007 \text{ mol}$$

חישוב על פי הניסוח: $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

יחס המולים בניסוח תגובה הוא 1:1, לכן בתגובה הגיבו 0.007 מול $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ שהוא החומר הפעיל בתרופה.

מספר המולים של חומר פעיל ב- 1 גרם תרופה שנלקח לבדיקה 0.007 מול.

תת-סעיף iii

מהי המסה של חומר פעיל ב- 1 גרם תרופה שנלקח לבדיקה? פרט את חישוביך.

התשובה:

המסה של החומר הפעיל, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$, ב- 1 גרם תרופה:

$$84 \text{ gr/mol} \times 0.007 \text{ mol} = 0.588 \text{ gr}$$

תת-סעיף iv

מהו האחוז של החומר הפעיל בתרופה? פרט את חישוביך.

התשובה:

אחוז החומר הפעיל בתרופה:

$$\frac{0.588 \text{ gr} \times 100\%}{1 \text{ gr}} = 58.8\%$$

שאלה 1 ו', בגרות תשס"ו 2006, שאלון 918651

כלי מכיל 100 מיליליטר תמיסה מימית של $\text{HCl}(\text{aq})$ בריכוז 0.1M.

באיזו מהפעולות שלפניך לא ישתנה ה-pH של התמיסה?

1. הוספת 100 מיליליטר מים.
2. הוספת 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 0.01M.
3. הוספת 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 0.1M.
4. הוספת 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 1M.

הנימוק:

ערכו של pH התמיסה הוא פונקציה של ריכוז יוני הידרוניום. יש לבדוק בכל אחד מהניסויים אם, כתוצאה מהפעולה, חל שינוי בריכוז יוני הידרוניום בתמיסה. הריכוז של יוני הידרוניום לא משתנה רק בניסוי 3, כי בו מערבבים שתי תמיסות של אותו חומר בעלות אותו ריכוז. בניסוי 1 מוסיפים מים. הדבר יגרום להגדלת הנפח של התמיסה ללא שינוי במספר המולים של HCl, לכן הריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה יקטן ו-pH התמיסה יעלה. בניסוי 2 מוסיפים 100 מיליליטר של תמיסה מהולה יותר ל-100 של התמיסה המקורית. הדבר יגרום למיהול התמיסה המקורית - הריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה יקטן ו-pH התמיסה יעלה. בניסוי 4 מוסיפים 100 מיליליטר של תמיסה מרוכזת יותר ל-100 של התמיסה המקורית. הדבר יגרום להגדלת הריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה ו-pH התמיסה ירד.

שאלה 4, בגרות תשס"ו 2006, שאלון 918651

פתיח לשאלה

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים חלקיים של שתי תמיסות מימיות, שהוכנו בכלים I ו-II:

נוסחת החומר שהומס	מספר המולים של החומר שהומס	נפח התמיסה	הריכוז המולרי של החומר בתמיסה	סוגי היונים בתמיסה
Ba(OH) ₂	0.02		1M	
	0.04	0.1 ליטר		H ₃ O ⁺ (aq) SO ₄ ²⁻ (aq)

סעיף א'

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הנתונים החסרים. פרט את החישובים של נפח התמיסה ושל הריכוז המולרי.

התשובה:

נוסחת החומר שהומס	מספר המולים של החומר שהומס במים	נפח התמיסה	הריכוז המולרי של החומר בתמיסה	סוגי היונים בתמיסה
Ba(OH) ₂	0.02	0.02 ליטר	1M	Ba²⁺(aq) OH⁻(aq)
H₂SO₄	0.04	0.1 ליטר	0.4M	H ₃ O ⁺ (aq) SO ₄ ²⁻ (aq)

$$\frac{0.02 \text{ mol}}{1\text{M}} = 0.02 \text{ liter (= 20 ml)}$$

נפח התמיסה של Ba(OH)_{2(aq)}:

$$\frac{0.04 \text{ mol}}{0.01 \text{ liter}} = 0.4 \text{ M}$$

ריכוז מולרי של H₂SO_{4(aq)}:

סעיף ב'

העבירו חצי מהתמיסה שבכלי II לכלי ריק III .
קבע אם ה- pH של התמיסה בכלי III גבוה מה- pH בכלי II , נמוך ממנו או שווה לו. נמק.

התשובה:

pH בכלי III שווה ל- pH בכלי II , כי לא היה שינוי בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.
(או: לא היה מיהול; לא הייתה תוספת חומצה או בסיס.)

סעיף ג'

כמה מולים של החומר המומס נשארו בכלי II ?

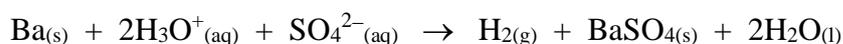
התשובה:

0.02 מול.

חלקו את התמיסה בצורה שווה לשני כלים, לכן בכל כלי יהיו מחצית ממספר המולים שהיו בכלי המקורי.

סעיף ד'

לתמיסה שבכלי III הוסיפו 0.02 מול בריום, $\text{Ba}(\text{s})$. הבריום הגיב בשלמות על פי התגובה :



מהו ה- pH של התמיסה בכלי III בתום התגובה : בסיסי, חומצי או ניטרלי? נמק.

התשובה:

ה- pH בתום בתגובה הוא ניטרלי.

מספר המולים של H_2SO_4 בתמיסה שבכלי III הוא 0.02 מול.

מספר המולים של $\text{Ba}(\text{s})$ הוא 0.02 מול.

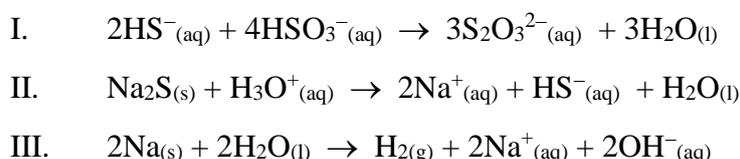
יחס המולים בניסוח תגובה הוא 1:1 , לכן התגובה תתרחש בשלמות

(או: לכן תתרחש תגובה בלי עודפים).

שאלה 5, בגרות תשס"ו 2006, שאלון 918651

פתיח לשאלה

נתונים ניסוחים של תגובות I, II, III :



סעיף א'

תת-סעיף i

עבור כל אחת מהתגובות I, II, III ציין אם היא תגובת חמצון-חיזור או תגובת חומצה-בסיס.

התשובה:

I - תגובת חמצון-חיזור.

II - תגובת חומצה-בסיס.

III – תגובת חמצון חיזור.

תת-סעיף ii

קבע מהו המחמצן ומהו המחזור בכל אחת מהתגובות שמתרחש בהן חמצון-חיזור. נמק.

התשובה:

I - $\text{HS}^-_{(\text{aq})}$ מחזור, כי דרגת החמצון של אטומי הגופרית ב- $\text{HS}^-_{(\text{aq})}$ עולה (או: כי אטומי הגופרית איבדו אלקטרונים).

$\text{HSO}_3^-_{(\text{aq})}$ מחמצן, כי דרגת החמצון של אטומי הגופרית ב- $\text{HSO}_3^-_{(\text{aq})}$ יורדת (או: כי אטומי הגופרית קיבלו אלקטרונים).

III - $\text{Na}_{(\text{s})}$ מחזור, כי דרגת החמצון שלו עולה (או: כי אטומי הנתרן איבדו אלקטרונים).

$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ מחמצן, כי דרגת החמצון של אטומי המימן במים יורדת (או: כי אטומי המימן קיבלו אלקטרונים).

תת-סעיף iii

קבע מהי החומצה ומהו הבסיס בכל אחת מהתגובות שמתרחש בהן תהליך חומצה-בסיס. נמק.

התשובה:

II - $\text{Na}_2\text{S}_{(\text{s})}$ (או $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$) בסיס, כי חלקיקים אלה קלטו פרוטונים.

$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ חומצה, כי חלקיקים אלה איבדו פרוטונים.

סעיף ב'

במפעל מסוים מטפלים בשפכים חומציים על ידי הוספת בסיס.
במפעל יש שני מכלים: במכל אחד יש $\text{NaOH}_{(s)}$, ובמכל השני יש $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$.
בכל אחד מהמכלים יש אותו מספר מולים של המוצק.
כדי לטפל בשפכים החומציים רוצים להשתמש בכל התכולה של אחד המכלים.
בתכולה של איזה מכל כדאי להשתמש, כדי לנטרל כמות גדולה יותר של החומצה בשפכים? נמק.

התשובה:

בתכולה של מכל עם $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$.
מ-1 מול $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ מתקבלים 2 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, ואילו מ-1 מול $\text{NaOH}_{(s)}$ מתקבל רק
1 מול יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$.

שאלה 1 ו', בגרות תשס"ד 2004, שאלון 918651

- נתונות התמיסות: $\text{LiI}_{(aq)}$, $\text{HI}_{(aq)}$, $\text{LiOH}_{(aq)}$.
לכל אחת מהתמיסות הוסיפו מים.
באיזו תמיסה עלה ה-pH?
1. באף אחת מהתמיסות
2. בתמיסת $\text{LiI}_{(aq)}$
3. בתמיסת $\text{HI}_{(aq)}$
4. בתמיסת $\text{LiOH}_{(aq)}$

הנימוק:

תמיסת $\text{HI}_{(aq)}$ היא תמיסה חומצית המכילה יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$. הוספת מים, שה-pH שלהם שווה ל-7, לתמיסה מקטינה את ריכוז יוני הידרוניום ולכן ה-pH התמיסה עולה.
תמיסת $\text{LiI}_{(aq)}$ היא תמיסה ניטרלית של מלח שמכילה יונים שלא מתנהגים כחומצה וכבסיס. לכן ה-pH של תמיסה זו הוא ניטרלי, שווה ל-7. הוספת מים, שה-pH שלהם שווה ל-7, אינה משנה את ה-pH התמיסה.
תמיסת $\text{LiOH}_{(aq)}$ היא תמיסה שמכילה יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, לכן ה-pH של תמיסה זו הוא בסיסי, גדול מ-7. הוספת מים לתמיסה מקטינה את ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$, לכן ה-pH התמיסה יורד.

שאלה 5, בגרות תשס"ד 2004, שאלון 918651

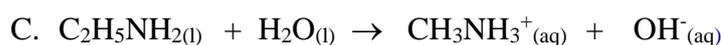
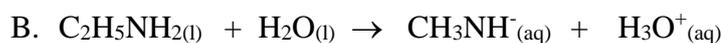
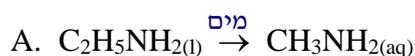
סעיף א'

לחומרים $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ ו- $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{l})$ יש מוליכות חשמלית זניחה.
כאשר מוסיפים מים לחומרים אלה, המוליכות עולה.
בהוספת $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{l})$ לתמיסה של $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, ה- pH של התמיסה עולה.
i נסח את התהליך המתרחש בהוספת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ למים.

התשובה:



ii לפניך שלושה ניסוחי תגובה, A-C:



איזה משלושת ניסוח התגובה, C-A, מתאים לתגובה המתרחשת כאשר מוסיפים $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{l})$ למים. נמק.

התשובה:

תגובה C

A לא מתאים כי נתון שבהוספת מים לכל אחד משני הנוזלים - המוליכות עולה. כלומר, נוצרו יונים בתמיסה.
B לא מתאים כי בהוספת $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{l})$ לתמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ ה- pH של התמיסה החומצית עולה. כלומר, התרחשה תגובת סתירה בהוספת החומר, התמיסה המימית של $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{l})$ מכילה יוני הידרוקסיד (לא הוסיפו מים).

ii מערבבים שתי תמיסות, האחת מכילה 200 מ"ל תמיסת $0.2\text{M H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ והשנייה 200 מ"ל תמיסת $0.2\text{M C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{aq})$. האם בתום הערבוב התמיסה תהייה חומצית, בסיסית או ניטרלית? נמק ללא חישובים.

התשובה:

התמיסה תהייה חומצית.

נלקחות שתי תמיסות בנפחים שווים ובריכוזים שווים. לכן מספר המולים של המומסים שווה. אבל, בהמסה של החומצה מתקבלים שני מול יוני הידרוניום ובהמסה של הבסיס מתקבל רק מול יוני הידרוקסיד. לכן ריכוז יוני ההידרוניום גבוה יותר והתמיסה בתום התגובה תהייה חומצית. ניתן גם לענות על בסיס חישובי מולים של יוני הידרוניום ויוני הידרוקסיד.

סעיף ב'

לתמיסה מימית של HCl מוסיפים תמיסה מימית של CH_3NH_2 . מתרחשת תגובה. מהו ה-pH בתום התגובה: גבוה מה-pH של התמיסה מימית של HCl, נמוך ממנו או שווה לו? נמק.

התשובה:

ה-pH גבוה יותר.

התרחשה תגובת סתירה וריכוז יוני H_3O^+ ירד. (התמיסה הבסיסית של CH_3NH_2 סתרה את החומציות של תמיסת HCl).

שאלה 1 ו', בגרות תשס"ג 2003, שאלון 918651

מהו המשפט הנכון?

1. כאשר ממסים מעט $\text{NaOH}_{(s)}$ בתמיסה מימית של $\text{NaCl}_{(aq)}$, ה-pH של התמיסה אינו משתנה.
2. כאשר ממסים מעט $\text{NaCl}_{(s)}$ בתמיסה מימית של $\text{NaOH}_{(aq)}$, ה-pH של התמיסה אינו משתנה.
3. בתום התגובה בין 100 מ"ל תמיסה מימית של $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$ בריכוז 1 M לבין 100 מ"ל תמיסה מימית של $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 1 M, תתקבל תמיסה ניטרלית.
4. בתום התגובה בין 100 מ"ל תמיסה מימית של $\text{NaOH}_{(aq)}$ בריכוז 1 M לבין 100 מ"ל תמיסה מימית של $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 1 M, תתקבל תמיסה בסיסית.

הנימוק:

תמיסה מימית של $\text{NaOH}_{(aq)}$ מכילה יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ וה-pH שלה בסיסי. $\text{NaCl}_{(s)}$ מתפרק במים ליוני Na^+ ו- Cl^- , ולא משנה את ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסה.

שאלה 3, בגרות תשס"ג 2003, שאלון 918651

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על חמישה חומרים: I, II, III, IV, V.

חומר	טמפרטורת היתוך ($^{\circ}\text{C}$)	מסיסות במים	pH של התמיסה המימית המתקבלת לאחר הוספת המים
I	-182	לא	-
II	450	כן	בסיסי
III	254	כן	ניטרלי
IV	-13	כן	חומצי
V	1610	לא	-

נוסחאות החומרים בטבלה הם: LiNO_3 , CH_4 , SiO_2 , HNO_3 , LiOH .

סעיף א'

זהה כל אחד מנוסחאות תמיסה חומרים I - V.

התשובה:

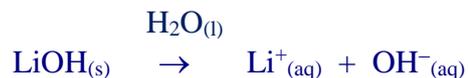
SiO_2 - V HNO_3 - IV LiNO_3 - III LiOH - II CH_4 - I

סעיף ב'

תת-סעיף i

נסח את התהליך המתרחש בעת ההוספה למים של חומר II.

התשובה:



סעיף ג'

כאשר מוסיפים אחד מארבעת החומרים האחרים לתמיסה של חומר II, ה-pH של התמיסה ירד.

תת-סעיף i

זהה את החומר שהוסף לתמיסה המימית של חומר II.

התשובה:

חומר IV, HNO_3

תת-סעיף ii

הסבר מדוע ה-pH של התמיסה ירד.

התשובה:

ה-pH ירד, כי התרחשה תגובת סתירה.
חומר IV, $\text{HNO}_3(\text{aq})$ הוא חומצה המשחררת יוני הידרוניום לתמיסה. יוני ההידרוניום מגיבים עם יוני ההידרוקסיד. ריכוז יוני ההידרוקסיד ירד וכתוצאה מכך ה-pH של התמיסה ירד.

שאלה 4, בגרות תשס"ג 2003, שאלון 918651

פתיח לשאלה

בכל אחד משלושת הכלים I, II, III יש 100 מ"ל מים, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

סעיף א'

לכלי I הוסיפו $\text{HCl}(\text{g})$.

תת-סעיף i

נסח את התהליך שהתרחש בכלי. ציין מצבי צבירה.

התשובה:



תת-סעיף ii

מהו ה-pH בתום התהליך: גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7? נמק.

התשובה:

ה-pH קטן מ-7, כי נוצרו יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בתהליך.

תת-סעיף iii

האם המים פעלו בתהליך כחומצה, כבסיס או רק כממס? נמק.

התשובה:

המים פעלו כבסיס כי קלטו פרוטון.

סעיף ב'

לכלי II הוסיפו $\text{NH}_3(\text{g})$.

תת-סעיף i

נסח את התהליך שהתרחש בכלי. ציין מצבי צבירה.

התשובה:



תת-סעיף ii

מהו ה-pH בתום התהליך: גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7? נמק.

התשובה:

ה-pH גדול מ-7, כי נוצרו יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ בתהליך.

תת-סעיף iii

האם המים פעלו בתהליך כחומצה, כבסיס או רק כממס? נמק.

התשובה:

המים פעלו כחומצה, כי איבדו פרוטון.

סעיף ג'

לכלי III הוסיפו $\text{KI}(\text{s})$.

תת-סעיף i

נסח את התהליך שהתרחש בכלי. ציין מצבי צבירה.

התשובה:



תת-סעיף ii

מהו ה-pH בתום התהליך: גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7? נמק.

התשובה:

ה-pH שווה ל-7, כי לא נוספו יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ולא יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$.

תת-סעיף iii

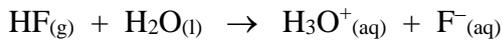
האם המים פעלו בתהליך כחומצה, כבסיס או רק כממס? נמק.

התשובה:

המים פעלו רק כממס, כי לא קלטו פרוטון ולא איבדו פרוטון.

סעיף ד'

במפעל מסוים לייצור שבבי מחשב נוצרת פסולת מסוכנת, המכילה תמיסה של חומצה מימן פלואורית, $\text{HF}_{(aq)}$. החומצה מגיבה במים לפי הניסוח הבא:



מנטרלים תמיסה זו באמצעות מי-סיד, $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$.

במפעל הצטברה פסולת של 150 ליטר חומצה מימן פלואורית בריכוז 0.01M.

למפעל היו באותה עת 10 ליטר מי-סיד בריכוז 0.12M.

אחד העובדים טען שיש להזמין מיד מי-סיד כדי לנטרל את כמות הפסולת

שהצטברה, ואילו עובד אחר טען שיש די מי-סיד כדי לנטרל אותה.

מי מהעובדים צדק? נמק בעזרת חישוב.

התשובה:

העובד שטען שיש די מי-סיד לנטרל את החומצה צדק.

מספר המולים של $\text{HF}_{(aq)}$ שהצטברו: $n_{\text{HF}} = 0.01 \frac{\text{מול}}{\text{ליטר}} \times 150 \text{ ליטר} = 1.5 \text{ מול}$

מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$ במפעל: $n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 0.12 \frac{\text{מול}}{\text{ליטר}} \times 10 \text{ ליטר} = 1.2 \text{ מול}$

יחס המולים: $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$ מול 1 מגיבים עם 1 מול $\text{HF}_{(aq)}$

לכן יש די $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$ לנטרול $\text{HF}_{(aq)}$.

(לנטרול $\text{HF}_{(aq)}$ שהצטבר דרושים 0.75 מול $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$).

או:

כל מול של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$ משחרר 2 מול יוני הידרוקסיד לכן מספר מולי ההידרוקסיד הוא 2.4 מול

המגיבים בתגובת סתירה עם 1.5 מול של מימן פלואורי.

שאלה 1 י"א, בגרות תשס"א 2001, שאלון 918651

נתונות התמיסות המימיות: 100 מיליליטר 1 M $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$;

100 מיליליטר 1 M $\text{HBr}_{(aq)}$.

מהו המשפט הנכון?

1. לשתי התמיסות הנתונות יש pH זהה.
2. לסתירה של כל אחת משתי התמיסות הנתונות דרושה אותה כמות מולים של $\text{NaOH}_{(aq)}$.
3. כשנוסיף מים לכל אחת משתי התמיסות הנתונות, ירד ה-pH שלהן.
4. כשמערבבים את שתי התמיסות הנתונות, מתקבלת תמיסה שה-pH שלה נמוך מה-pH של תמיסת $\text{HBr}_{(aq)}$ הנתונה.

הנימוק:

מספר מולים של יוני הידרוניום שמקורם בתמיסת מימן ברומי - 0.1 מול.

מספר מולים של יוני הידרוניום שמקורם בתמיסת חומצה גופרתית - 0.2 מול.

סה"כ מספר מולים של יוני הידרוניום בתמיסה לאחר הערבוב - 0.3 מול.

נפח התמיסה לאחר הערבוב 200 מיליליטר.

חישוב הריכוז החדש של יוני הידרוניום, בתמיסה לאחר הערבוב: $1.5 \text{ M} = \frac{0.3 \text{ מול}}{0.2 \text{ ליטר}}$

ריכוז זה גבוה מריכוז יוני הידרוניום בכל אחת מהתמיסות המקוריות (1 M), כלומר התמיסה

חומצית יותר וה-pH שלה נמוך יותר.

מסיח 1: חומצה גופרתית היא דו-פרוטית. ריכוז יוני הידרוניום יהיה גדול פי 2 מריכוזם בתמיסת

מימן ברומי ולכן ה-pH של שתי התמיסות לא יהיה שווה.

מסיח 2: חומצה גופרתית היא דו-פרוטית. ריכוז יוני הידרוניום יהיה גדול פי 2 מריכוזם בתמיסת

מימן ברומי ולכן תידרש כמות כפולה של מולי נתרן הידרוקסיד לסתירה מלאה.

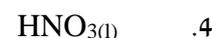
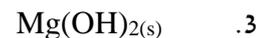
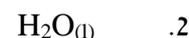
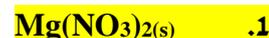
מסיח 3: הוספת מים (מיהול) מורידה את ריכוז יוני הידרוניום, התמיסה פחות חומצית ולפיכך

ה-pH גבוה יותר.

שאלה 1 י"ב, בגרות תשס"א 2001, שאלון 918651

ארבעה כלים מכילים תמיסה מימית של $\text{HCl}_{(aq)}$. לכל כלי מוסיפים חומר אחד מבין החומרים 1-4.

איזה חומר לא ישנה את ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסה?



הנימוק:

חומר (1), מגנזיום חנקתי, הוא חומר יוני שאינו מגיב עם יוני הידרוניום ולכן ריכוזם בתמיסה לא משתנה.

מים מגדילים את נפח התמיסה ומורידים את ריכוזי היונים.

חומר (3) הוא בסיס המגיב עם יוני הידרוניום בתגובת סתירה.

חומר (4) הוא חומר חומצי המעלה את ריכוז יוני הידרוניום בתמיסה.

שאלה 5, בגרות תשס"א 2001, שאלון 918651

פתיח לשאלה

הכינו 1 ליטר תמיסה על-ידי המסה של 0.04 מול $\text{HCl}_{(g)}$ במים. את התמיסה חילקו לארבעה כלים. לכל כלי הכניסו 250 מיליליטר מהתמיסה.

סעיף א'

לכלי אחד הוסיפו 0.4 גרם $\text{NaOH}_{(s)}$.

תת-סעיף i

נסח את התגובה שהתרחשה בכלי.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע אם בתום התגובה התמיסה היא חומצית, ניטרלית או בסיסית. נמק.

התשובה:

התמיסה ניטרלית.

חילקו את התמיסה לארבעה כלים, ולכן מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בכל כלי:

$$\frac{0.04 \text{ מול}}{4} = 0.01 \text{ מול}$$

מספר המולים של $\text{NaOH}_{(s)}$:

$$\frac{0.4 \text{ גרם}}{\frac{\text{גרם}}{\text{מול}} 40} = 0.01 \text{ מול}$$

על-פי יחס המולים 1 : 1 בתגובה המנוסחת, מתקבלת תמיסה ניטרלית.

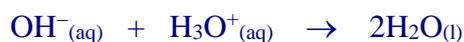
סעיף ב'

לכלי שני הוסיפו 80 מיליליטר תמיסה מימית של 0.125 M $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$.

תת-סעיף i

נסח את התגובה שהתרחשה בכלי.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע אם בתום התגובה התמיסה היא חומצית, ניטרלית או בסיסית. נמק.

התשובה:

התמיסה בסיסית.

$$\text{מספר המולים של יוני } \text{OH}^-_{(\text{aq})} : 0.02 \text{ מול} = 2 \times 0.125 \times \frac{\text{מול}}{\text{ליטר}} \times \frac{80}{1000} \text{ ליטר}$$

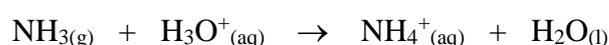
מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ המגיבים הוא: 0.01 מול

יש עודף של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתום התגובה.

סעיף ג'

לכלי שלישי הוסיפו 300 מיליליטר $\text{NH}_3(\text{g})$, בתנאים שבהם נפח 1 מול גז הוא 25 ליטר.

התרחשה התגובה:



קבע אם בתום התגובה התמיסה היא חומצית, ניטרלית או בסיסית. נמק.

התשובה:

בתום התגובה התמיסה בסיסית.

מספר המולים של אמוניה:

$$0.012 \text{ מול} = \frac{0.3 \text{ ליטר}}{25 \frac{\text{ליטר}}{\text{מול}}}$$

מספר המולים של $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ המגיבים הוא: 0.01 מול

יש עודף NH_3 בתום התגובה, לכן התמיסה בסיסית



סעיף ד'

לכלי רביעי הוסיפו 0.1 גרם $\text{CaCO}_3(\text{s})$.

התרחשה התגובה:



קבע אם בתום התגובה התמיסה היא חומצית, ניטרלית או בסיסית. נמק.

התשובה:

התמיסה חומצית.

מספר המולים של $\text{CaCO}_3(\text{s})$:

$$0.001 \text{ מול} = \frac{0.1 \text{ גרם}}{100 \frac{\text{גרם}}{\text{מול}}}$$

מספר המולים של $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ המגיבים הוא: 0.002 מול

נשאר עודף מהחומצה.

שאלה 1 י"א, בגרות תשנ"ט 1999, שאלון 918651

ערבבו תמיסה מימית של סידן הידרוקסיד, $\text{Ca(OH)}_{2(\text{aq})}$, עם תמיסה מימית של חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$. נוצר משקע לבן והמוליכות החשמלית של הנוזל שמעל המשקע הייתה נמוכה. מהי הקביעה הנכונה?

1. התרחשו תגובת שיקוע ותגובת בסיס-חומצה.

2. התרחשה תגובת חמצון-חיזור.

3. התרחשה תגובת שיקוע.

4. התרחשה תגובת חומצה בסיס.

הנימוק:

ניסוחי המסה במים של שני החומרים:

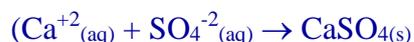


נתון כי המוליכות של התמיסה נמוכה, כלומר ריכוז היונים בתמיסה נמוך. בהתאם הגיבו כל היונים (בתגובת סתירה ובתגובת שיקוע).

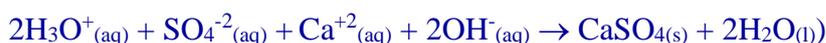
תגובת חומצה בסיס: מעבר של יוני מימן מיון הידרוניום ליון ההידרוקסיד.



וגם תהליך שיקוע בו היונים המשקיפים יוצרים מוצק קשה תמס.



התגובה הכוללת:



במהלך התגובה אין שינוי בדרגות-חמצון של החומרים, ולכן התגובה אינה חמצון חיזור.

שאלה 1 י"ב, בגרות תשנ"ט 1999, שאלון 918651

בתגובה של תמיסה המכילה 0.2 מול חומר A עם 200 מ"ל תמיסת $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ 2.0 M, התקבלה תמיסה ניטרלית.

מה עשויה להיות הנוסחה של חומר A ?

1. $\text{HBr}_{(\text{g})}$

2. $\text{Ba(OH)}_{2(\text{s})}$

3. $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{l})}$

4. אי-אפשר לקבוע.

הנימוק:

נתון כי התקבלה תגובה ניטרלית, לכן הגיב חומר חומצי המשחרר יוני הידרוניום- חומר 1 או 3.
מספר המולים של $\text{KOH}_{(\text{aq})}$:

$$2.0 \times 0.2 = 0.4 \text{ mol}$$

בהמסה של המוצק במים, יחסי המולים הוא 1:1, ולכן מספר מולי $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ שווה 0.4 מול.
כדי לקבל 0.4 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ מ-0.2 מול חומר. יש להגיב עם חומצה דו פרוטית, שבה מול חומצה משחררים 2 מול יוני הידרוניום.

שאלה 1 י"ג, בגרות תשנ"ט 1999, שאלון 918651

נתונות שתי תמיסות מימיות:

תמיסה A – 100 מ"ל תמיסה מימית של $0.1 \text{ M Ba}(\text{OH})_2$.

תמיסה B – 50 מ"ל תמיסה מימית של 0.2 M NaOH .

מהי הקביעה הנכונה?

1. ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה A קטן פי 2 מריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה B.
2. ה-pH של תמיסה A קטן מה-pH של תמיסה B.
3. ה-pH של תמיסה A שווה ל-pH של תמיסה B.
4. ה-pH של תמיסה A גדול מה-pH של תמיסה B.

הנימוק:

רמת pH של תמיסה תלויה בריכוז $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ או ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$.

ככל שריכוז $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ עולה רמת pH עולה, וככל שריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ עולה, רמת pH יורד.

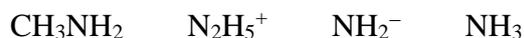
הריכוז של החומר בתמיסה A נמוך פי 2 מהריכוז של החומר בתמיסה B.

אבל, בהתמוססות של חומר A נוצרים שני מולים של הידרוקסיד, ולכן ריכוז יוני ההידרוקסיד זהה בשתי התמיסות ורמת ה-pH בשתי התמיסות שווה.

הערה: חשוב לשים לב שרמת pH מושפעת מריכוז היונים ולא ממספר המולים של היונים.

שאלה 2, בגרות תשנ"ט 1999, שאלון 918651

לפניך ארבעה חלקיקים המכילים אטומי חנקן:



סעיף א'

בתגובה בין $\text{NaNH}_2(\text{s})$ למים נפלט הגז $\text{NH}_3(\text{g})$.

לפניך ניסוח מאוזן לתגובה:



האם התגובה היא תגובת חמצון-חיזור או תגובת בסיס-חומצה? נמק.

התשובה:

התגובה היא תגובת בסיס-חומצה.

- יש מעבר פרוטונים מן המים (חומצה) ליוני NH_2^- (בסיס).
- אין שינויים בדרגות החמצון של האטומים, לכן אין זאת תגובת חמצון-חיזור.

סעיף ב'

כאשר מכניסים חומר המורכב מיוני $\text{NH}_2^-(\text{aq})$ למים, רמת ה-pH של התמיסה עולה.

תת-סעיף i

הסבר מדוע בהוספת חומר לתמיסה מימית רמת ה-pH של התמיסה עולה.

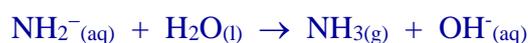
התשובה:

רמת pH של תמיסה מושפעת מריכוז יוני ההידרוניום והידרוקסיד בתמיסה. היון NH_2^- מגיב עם מים ונוצרים יוני ההידרוקסיד. ריכוז יוני ההידרוקסיד עולה ולכן רמת ה-pH עולה.

תת-סעיף ii

רשום ניסוח מאוזן לתגובה זו.

התשובה:



סעיף ג'

בתגובה בין $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$ למים נוצרים יוני $\text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq})$ וה- pH של התמיסה עולה.

תת-סעיף i

רשום ניסוח מאוזן לתגובה זו.

התשובה:



תת-סעיף ii

האם התגובה היא תגובת חמצון-חיזור או תגובת בסיס-חומצה? נמק.

התשובה:

התגובה היא תגובת בסיס-חומצה.

- יש מעבר פרוטונים מן המים (חומצה) ל- $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$ (בסיס).
- אין שינויים בדרגות החמצון של האטומים, לכן אין זאת תגובת חמצון-חיזור.

סעיף ד'

בתגובה של שני הגזים, $\text{HI}(\text{g})$ עם $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g})$ - נוצר המוצק היוני $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}(\text{s})$.

תת-סעיף i

קבע אם התגובה חומצה בסיס.

אם כן- קבע איזה מהחומרים הוא הבסיס, אם לא- נמק.

התשובה:

התגובה היא תגובת חומצה בסיס.

הבסיס הוא $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g})$ (מוסר יוני מימן למימן יודי).

תת-סעיף ii

למוצק מסיסות גבוהה במים. קבע אם לתמיסה המימית המתקבלת מוליכות חשמלית גבוהה או נמוכה. נמק בעזרת ניסוח המסה.

התשובה:

לתמיסה מוליכות חשמלית גבוהה.

נוצר מוצק יוני. בהתמוססות של המוצק במים מתקבלים יונים ניידים המאפשרים מוליכות חשמלית טובה.



שאלה 3, בגרות תשנ"ט 1999, שאלון 918651

(חלק מהסעיפים מתייחסים לנושא "מבנה וקישור")

פתיח לשאלה

בטבלה שלפניך מצויים נתונים על שישה חומרים המסומנים באופן שרירותי באותיות A – F.

תגובה עם $\text{HCl}_{(aq)}$	מוליכות במצב נוזל	מוליכות במצב מוצק	מצב הצבירה בטמפרטורת החדר	החומר
מגיב	+	+	מוצק	A
אינו מגיב	–	–	גז	B
אינו מגיב	–	–	נוזל	C
מגיב	–	–	גז	D
מגיב	+	–	מוצק	E

סעיף א'

התאם לכל אחת מן האותיות שבטבלה חומר אחד מרשימת החומרים שלהלן:

CH_4 (מתאן) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (בריום הידרוקסיד) Br_2 (ברום)
 Hg (כספית) Mg (מגנזיום) NH_3 (אמוניה)

שים לב: הרשימה כוללת חומר שאינו בטבלה.

התשובה:

$\text{Ba}(\text{OH})_2$: E NH_3 : D Br_2 : C CH_4 : B Mg : A

סעיף ב'

i רשום ניסוחים מאוזנים לתגובה של שני החומרים D, ו-E עם $\text{HCl}_{(aq)}$.

התשובה:



i ציין את החומצה ואת הבסיס בתגובה של חומר D עם מים.

התשובה:

חומר D הוא הבסיס, ומימן כלורי (יוני הידרוניום) היא החומצה.

שאלה 6, בגרות תשנ"ט 1999, שאלון 918651

סעיף א'

לפניך שלוש תרכובות: $\text{HI}_{(g)}$, $\text{KI}_{(s)}$, $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$:
הכניסו בנפרד כל תרכובת למבחנה עם מים. התקבלו שלוש תמיסות מימיות.

תת-סעיף i

לאיזו תמיסה pH קטן מ-7, לאיזו תמיסה pH גדול מ-7, ולאיזו תמיסה pH שווה ל-7?

התשובה:

לתמיסת $\text{HI}_{(aq)}$ $\text{pH} < 7$

לתמיסת $\text{KI}_{(aq)}$ $\text{pH} = 7$

לתמיסת $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$ $\text{pH} > 7$

תת-סעיף ii

רשום ניסוח מאוזן לתגובה שהתרחשה עם הכנסת כל אחת משלוש התרכובות למים.
שים לב: על הניסוחים לבטא את ה-pH שקבעת לכל אחת מהתמיסות בסעיף i.

התשובה:



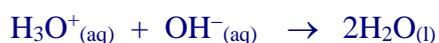
סעיף ב'

ערבבו 10 מ"ל תמיסה מימית של $\text{HI}_{(aq)}$ שריכוזה 0.2 M עם 10 מ"ל תמיסה מימית של $\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ בריכוז 0.2 M. התקבלה תמיסה צלולה.

תת-סעיף i

רשום ניסוח מאוזן לתגובה שהתרחשה.

התשובה:



תת-סעיף ii

האם בתום התגובה יהיה ה-pH של התמיסה חומצי, בסיסי או ניטרלי? נמק.

התשובה:

לתמיסה pH בסיסי.

$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$		
0.002	0.004	מספר מולים שעורבבו:
0.002	0.002	מספר מולים שהגיב:
–	0.002	מספר מולים שנותר:

סעיף ג'

מהלו במים את התמיסה שהתקבלה מהמסת $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$. האם כתוצאה מכך ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה? נמק.

התשובה:

ה-pH של התמיסה ירד.

עקב המיחול ירד ריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ ולכן ה-pH ירד.

סעיף ד'

תת-סעיף i

לתמיסה מימית של KI הזרימו $\text{HI}(\text{g})$. האם ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה? נמק.

התשובה:

ה-pH של התמיסה ירד.

ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ עלה עקב תגובת $\text{HI}(\text{g})$ עם המים ולכן ה-pH ירד.

תת-סעיף ii

לתמיסה מימית של HI הכניסו גביש קטן של $\text{KI}(\text{s})$. האם ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה? נמק.

התשובה:

ה-pH של התמיסה לא השתנה

המסת KI אינה משנה את ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ או את ריכוז $\text{OH}^-(\text{aq})$.