

ש 31

סיכום תמציתי

של עיקרים הביאיה

למחברת עצמת כהכנה למקצועות בימיה בלתי באנליטיג-מעבדה א"י
ו- "מבוא לבימיה אנליטיג א"י"

עצמאל איטן - המחלקה לבימיה

יוני, 1987

ס"ן, תשמ"ז

סיכום תמציתי של עיקרים בכימיה

הפחלונים והנייטרונים שבכל חומר מצוי מופיעים
 תמיד בצורה זוגית ("מבולתי"); זוג של פרוטונים ונייטרונים
 מהווה גרעין (פרוטון + נייטרון) ונקרא אטומי
 (בכוח שמציקים יחד אך הפרוטונים ואם הנייטרונים באצין
 אינם כוחות גרביטציה; הם נקראים "כוחות גרעיניים" ונקראים בשייקה)
 זוגן אסביים כל חומר מצוי אינו אלא זיכרון
 של גרעינים אטומיים ואלקטרונים

זיקים
 מגבר שקימים בזולתו רק באמצע סוליות
 זיכרון גרעינים אטומיים ואלקטרונים האוכרים הם:

אטום, מולקולה, יון, מתכת.

אטום - זיכרון של גרעין אטומי אחד ושל אלקטרונים;
 אם האלקטרונים במספר הפרוטונים שבגרעין
 (לדוגמה: האטום כולו נייטרלי מבחינה חשמלית)

זיכרון אטומיים:
 (א) זיכרון של גרעין אטומי, גרעין פרוטון אחד, ואלקטרון אחד
 נקרא "אטום מימן" (HYDROGEN) וסימנו H
 (ב) זיכרון של גרעין אטומי, גרעין שני פרוטונים, ושני
 אלקטרונים נקרא "אטום חמצן" (OXYGEN) וסימנו O.
 (ג) זיכרון של גרעין אטומי, גרעין 10 פרוטונים, וזוג של אלקטרונים
 נקרא "אטום נייאון" וסימנו Ne

ככל הסימנים אטומיים - סמל של אטום מרכיב, תמיד,
 מאת הסימנים אטומיים, או מאת הפואר ואלו קראים

הסיכום זה מובא חומר הרקע הקרוי
 לניסויים שבחוגיך. החומר מובא כאן בהקדמה
 המצומצמת שחיוני לניסויים; אלו חומר לומדים, הפקד
 נובע יותר, במקצועות "מבוא לכימיה אנליטית"
 ו-"כימיה כללית". שליטה בחומר המסופר לעיל,
 לא רק שהיא חיונית להבנת ניסוי המצגים ולתוצאות
 תוצאותיהם, אלא שהיא גם תועלת בעצם הכימיה
 שני המקצועות הנ"ל. כאן לכבוד, שאמנם חומר מצוי
 מתייחס קריאה חוצרת ונפרדת של כל פסקא עד שמבינים
 למאמי את הכוונה בה. בשמיעה אצלנו ולקבלתם,
 יש לפתור אלמנטים ולפרש את צעד שבהתבונן.
 אם נתקלים בקושי, יש לפנות אל מפקד/מרכז המצגים,
 לפני מצג המצגים הראשונים, בהקדמה
 או אל מורה במקצוע "מבוא לכימיה אנליטית".

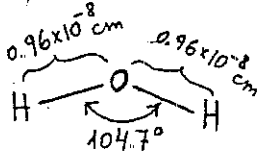
הכימיה עוסקת בחומרים, כל חומר מצוי
 שבזולתו מרכיב משתנה סוגים של איסופים מצדדים
 נקראים: פרוטון, נייטרון ואלקטרון; מספרם אנו
 הפדולוגים הפשוטים ביותר -
 פרוטון - אורך צעיר (מסגל 10^{-24} ג')
 גרעין מטען חשמלי חיובי $+e$
 נייטרון - אורך צעיר (כפרוטון לערך)
 נייטרל מבחינה חשמלית

אלקטרון - אורך צעיר (מסגל קטנה פי 2000 לערך)
 גרעין מטען חשמלי שלילי $-e$ (בומר זהה
 בגודלו המוחלט למשקל הפרוטון, אך כבימון הפק)

(א) מולקולת מים - ציורו של:

שני גרעיני מימן (שכל אחד פרטון אחד)
גרעין חמצן אחד (ובו 8 פרוטונים)
עשרה (10) אלקטרונים

הסימן: H_2O (קרי "אייטש טיים או")



הגרעינים האטומיים מבצעים
מעין תנועת מצולת קטנה
סביב המרכז הממוצע של המולקולה

האלקטרונים: שניים משתפים לגרעין H אחד ולגרעין החמצן
(באחד מהם נמצאים בסביבת גבוהה יחסית בעומק
מיון של הגרעינים האלה); שניים משותפים לגרעין
H השני ולגרעין החמצן, והשאר בזיקר בסביבת גרעין
החמצן.
אנא אומרים: במולקולת המים יש שני קשרים קוולנטיים H-O-H.

(ב) מולקולת חנקן - ציורו של שני גרעינים, שכל אחד מהם
7 פרוטונים ("גרעיני N"), ושל 14 אלקטרונים

הסימן: N_2

המרחק הממוצע בין הגרעינים 1.10×10^{-8} cm (עם סילת המולקולה
קטנה מאוד) יש 3 זוגות של אלקטרונים משותפים, והשאר
נמצאים סביב גרעין N אחד ונמצאים, סביב האחר.

אנא אומרים: יש קשר קוולנטי משולש (TRIPLE BOND)
 $N \equiv N$ ומסומנים

ההבדלת המיוחדת "נוסחת מבנה של מולקולות"

דוגמא N_2 ציורו $N \equiv N$, דוגמא H_2O ציורו $H-O-H$
דוגמא H_2 נצייר H-H (ונאמר שדוגמא כזו בקשר קוולנטי יחיד)
כל ציור כזה, עם קוים, נקרא "נוסחת מבנה של מולקולה" וכל קו
שבין שני גרעינים מציין קיום של זוג אלקטרונים משותפים.
דוגמא מולקולת חמצן (O_2) עניין האלקטרונים המשותפים יותר מורכב
ואין משלים אלא עדיין נוסחת מבנה עם קוים כ"כ.

הסימנים H_2, O_2, H_2O, N_2 נקראים נוסחאות כיוונית
של מימן, חמצן, מים, חנקן, בהתאמה,
ואילו הציורים עם הקוים - "נוסחאות מבנה"

הערה - גדול מאלה הנתן לא הוזכרו מספר

הנייטרונים שבהם גרעין ואלה משום שבכימיה

המאפיין החשוב ביותר של גרעין אטומי הוא מס' הפרוטונים שבו

מולקולתם - ציורו של שני גרעינים אטומיים (או יותר)

ושל אלקטרונים (הציור בואו נטבלו מבחינתו)

דוגמאל

(א) מולקולת מימן - ציורו של שני גרעינים אטומיים, שכל

אחד מהם פרוטון אחד (הם נקראים:
"גרעיני מימן"), ושל שני אלקטרונים.

הסימן: H_2 (קרי: אייטש טיים)

שני גרעיני המימן מבצעים מעין תנועה התקבלה -

התרחקות ממרכזם בק, שהמרחק הממוצע ביניהם
 0.75×10^{-8} cm והפסיטה ממוצעת (זה המרחק בלתי-מבוקר

הממוצעת) קטנה ביותר (יחסית ל 10^{-8} cm) (0.75).

אשר לשני האלקטרונים במולקולת H_2 , הם נמצאים בסביבת

גבוהה יחסית בעומק שבין שני הגרעינים ולכן הם נקראים "אלקטרונים

משותפים לשני הגרעינים (SHARED ELECTRONS). האלקטרונים המשתפים

האלה נאומים לכן שציורו H_2 לא יופקו בקל לשני אטומים H

נפרדים; אומרים על שני הגרעינים שציורו H_2 שם "קשרים

כה אלו זה (BONDED) בקשר קוולנטי (COVALENT BOND)"
האנרגיה של הציורו H_2 נמוכה מהאנרגיה של שני H נפרדים.

(ב) מולקולת חמצן - ציורו של שני גרעינים אטומיים, שכל

אחד מהם 8 פרוטונים (הם נקראים:
"גרעיני חמצן"), ושל 16 אלקטרונים.

הסימן: O_2 (קרי: או טיים)

שני גרעיני החמצן מבצעים מעין תנועה התקבלה -

התרחקות, בק שהמרחק הממוצע ביניהם 1.21×10^{-8} cm והפסיטה

ממוצעת קטנה מאוד. אשר לאלקטרונים, אפשר לומרם כאלו קבוצת

קבוצת הנמצאים סביב גרעין חמצן אחד (בדומה לאלקטרונים שבאלט

חמצן נפרד), קבוצת האלקטרונים הנמצאים סביב הגרעין השני (אם הדומה

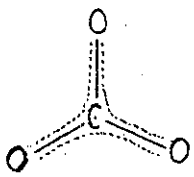
לאלקטרונים שבאלט חמצן נפרד) וקבוצת האלקטרונים המשותפים הנמצאים

בהבדלת גבוהה יחסית בעומק שבין שני הגרעינים ומיוזים קשר

קוולנטי בין הגרעינים.

סיכום הנושא "מולקולה"

$(CO_3)^{2-}$ יון פחמן דו-חמצני (CARBONATE) - מבנהו המולקולרי



כל זווית OCO בת 120°

דקוים C-O מציינים

זווית אלקטרונים משתנים, כנגד

הקווים - מציינים שיש עוד אלקטרונים משתנים

כל אבזעז המציינים בגב-אחור (ולא לצדו מסומן בגודל)

$(PO_4)^{3-}$ יון פוספאט (PHOSPHATE) בעל מבנה טטרהדרלי (צורה

מבנה היון $(NH_4)^+$ ה"ב) - גודליו P מרכז ומרכזיו ס בקודקודים

משל האלקטרונים גדול ב-3 מסבא משל הפחמן שם המרכזים

בעצרה חסובה - חיוב האלקטרונים ייטלטל

לב בחומר מצוי יש איונים (יונים שליליים) שלבים, יהיו בו

ים קטיונים (יונים חיוביים), כם בשלבי החומר "יטלטל"

מבנה השלילי

מינח - חומר שמרכבו מאניונים ומקטיונים נקרא "חומר יוני";

היונים שבו ממשקים מדוי עקב כוח המשיכה שבין

הקטיונים והאניונים ואזורים אצלם שבחומר יש "קשרים יוניים"

צורתם של אטומים יוניים

(א) סידן זרחתי - מורכב מקטיונים Ca^{2+} ואניונים $(PO_4)^{3-}$

הואיל החומר "יטלטל" מבחינה השלילי,

הי שהיחס (מס האניונים) : (מס הקטיונים)

2 : 3

חיוב לילי

ולשל מבטאים בנוסחה הכימית של החומר - $Ca_3(PO_4)_2$

בדרך-כלל משייטים את מרכזיו היונים בכמה הנוסחה הכימית

של חומר יוני את מרכזיו היונים סגובי המעבדה יש לכבד בזה

המציינים המולקוליים המבנה המולקולרי מסומן בילי (מרחקים מסומנים, זווית מסומנת), זמ סיוול ממוזריות קטנות

האלקטרונים - חלקים (וג' H_2 כולם) משתנים

(כלומר מצבים בהסגבלת יבדה

יחסית בין מציינים), ואלה מולצים קטנים שקרויים

"קוולנטיים". הקשרים האלה "משיקים" את המרכזים

המבנה המולקולרי המסומן ומציינים את המרחקים המולקולרי

(אלא-אס"ב) מוקדם המולקולרי אולי מסומן להעבדה

אל הקשרים נאצי" היא מפרקת

הוא השלילי של צבולו מציינים אטומיים ואלקטרונים

מולקולרי

יון (ION) - ציבור של מציינים אטומיים (המסדר כלשהו)

ושל אלקטרונים, ששעור מאטום או מולקולה

בכך, שהציבור אינו יטלטל מבחינה השלילי;

כאשר הציבור טעון חיובית (לוג מספר האלקטרונים קטן

מסבא הפוטונים שם המרכזים)

הוא נקרא קטיון (CATION)

כאשר הציבור טעון שלילי " " אניון (ANION)

צורתם של קטיונים:

Ca^{2+} קטיון סידן - מס הפוטונים שהמרכזיו 20; מס האלקטרונים 18

Al^{3+} קטיון אלומיניום - " " " " 13 ; " " " " 10

$(NH_4)^+$ קטיון אמוניום - גודליו תתקן (7 פוטונים), 4 גודליו ממן

(שבא אחד פוטון אחד) - סה"כ 11 פוטונים

משל האלקטרונים 10

המציינים המבנה המולקולרי מסומן בילי - גודליו H

בקודקודי טטרהדרל וגודליו M מרכז הטטרהדרל (טטרהדר

הוא השלילי לעודי אס דימדר דולק ארבע פאל של אלת ממן

משולש שורה-צבול) כל H קשר אל ב M בקשר קולנטי יחיד H-M

צורתם של אניונים:

F^- יון פלואוריד - 9 פוטונים ועשרה אלקטרונים

דוגמא: המרת אלומיניום הסתמי: Al

הוא אלומיניום שמקומו גם אחד יש 2.23×10^{22}

גרעונים אטומיים. הואיל וכל קטרים מסוי, זרקב

האלקטרונים החופשיים לנוצ ביניים, יהיו שאכלר היה

למחר שנוסחה הוא הנה היא $Al_{2.23 \times 10^{22}}$ (בדומה

לנוסחה H_2 עבור העל הניסוי שמרכיב משני גרעונים

קטורים עקב אלקטרונים משפיים). אין כלפי כן

מסיבה איה הנוחות שבמדידה זו.

סיכום החומר עז כאל

כל חומר מצוי אינו אלא ציבור של גרעונים

אטומיים ושל אלקטרונים ויש 4 סוגים עקריים של

ציבורים שמוכר בשמות: אטום, מולקולה, יון, מטבת

חומר שמרכיב אטומיים נפרדים (באין יאון) קרא "חומר אטומי"

"חומר מולקולרי" נקרא "חומר מולקולרי"

"חומר יוני" (מקטיון ומאניונים) קרא "חומר יוני"

ההבדל מוחות - "קשר כימי" - שם כאל

ל - קשר קוולנטי, קשר יוני, קשר מטבתי

המשק

המסה מוחות - 'סוז כ'א' במצב חופשי -

חומר (אטומי, מולקולרי, או מטבתי) שבכל מצב אינו אטומי או

יש אלו מספר של פירטורונים (אשר לנייטורונים שגרעונים,

"גבול משהים שונים גרעונים שונים) מס' הפירטורונים

שכל גרעון נקרא "המס' האטומי" של המס' "אטומי"

(ג) איון זכרתי - $(NH_4)_3(PO_4)$

(ד) סידן סממני - $CaCO_3$ (משקל מולי) (משקל יוני)

הסוג הכימי של צרכים גרעונים אטומיים ואלקטרונים
מאשר להלן:

מתכות (כחומר כאלמי, אך קציפה)

אלא מולקולרית למחלה נפרדת זו מצו במלים אחרות כל
מה נקודת שבאמך הכחמה נגן למחר ע"ו קו דמיון שואר
כאלו בעקב המכתי

ההבדלה: ציבור של כל הגרעונים האטומיים שבחמה

הכזיה הדיוני ושל אלקטרונים (הציבור כאלו ניטלי

מבחינה משמאל); חלק מאלקטרונים חופשיים לנוצ בין

ומכרה לכל הגרעונים האטומיים - אלקטרונים אלה

"שמותיים" לכל הגרעונים, מולקולרית או כל התכולה הניחמה

שמאפיינה מטבת (מולקולרית וציורית של חומר ושל חום,

תכולה מכילה מיחמה, בהק אפייני...). האלקטרונים

המשמפיע האלה הם גם המונעים פדוק של המכתי

למטומיים נפרדים. האלקטרונים האחרים דומים

לאלקטרונים שבאטומים, כומר שם אחד מהם מסביבה

גרעון אטומי אחד ואינו חופשי "לנדוד" למכתי גרעון

אחר (אין יורם למחילה המשמאל).

אומר: "הגרעונים קטרים צי של צד, כולם יחד,

הקשר מטבתי" במלים אחרות, "קשר מטבתי"

הוא המונח שבו אנו מציינים את המכתי שכוללת בין הגרעונים
הקשר האלקטרונים שונים בין הגרעונים

2 נקרא "חומצת החמצן" כי גרעין החמצן שלה
"חופשיים" מקשר את גרעין המים אחר

דוגמאות לסיכום: אבץ, חמצן, מימן, אלוטוניום
דוגמאות למימן יסוד: מים (H₂) - יש בו שני סוגי
גרעינים - גרעין פרוטון אחד
וגרעין נייטרון אחד

סיכום הנושא "יסוד"

מסומן ב"י" של

שם מסומן של יסוד אינו אלא ציון של מספר פרוטונים

שגרעין האטומי לדוגמה. השם מתייחס מציין - פרוטון אחד גרעין
" חמצן " - פרוטונים גרעין -

מספר הפרוטונים שגרעין נקרא "המספר האטומי" של היסוד
לדוגמה: המספר האטומי של חמצן הוא 8.

יסוד במצב החופשי - כל הגרעינים הם של היסוד הנצון
(זה לא גלוי קשר כימי ביניהם)

יסוד בתרכובת - יש גרעינים של היסוד,
קשרים בקשרים כימיים אלו גרעינים

הסמל של יסוד - כסמל האלפא של אלמנט היסוד

לדוגמה: הסמל של היסוד חנקן (NITROGEN) הוא N; אין זה אומר
שתקן חופשי מורכב מהכמה אטומים - בידוע, בטמפרטורה
קבועה הוא מורכב דו-אטומי, מולקולות N₂.

השמה המשמעותית לעצם נובע, שכל סמל של יסוד משמש

מספר מסומן ייחודי של פרוטונים בגרעין, אומר

מספר אטומי מסומן, לדוגמה: מספר N מסומן מספר אטומי 7,
אומר 7 פרוטונים בגרעין

הסמלים של כל היסודות המוכרים כשומים קטנה
המוכרת בשם "הטבלה (או המערכת) המחזורית";
הם שומים לפי סדר מספריהם האטומיים

איזוטופים

בשפה היוונית, "איזו" פירושו "אותו",

ו-"טופוס" פירושו "מקום"; "איזוטופים" פירושו: "תופים
שמי מקום (אחד משני) הטבלה המחזורית". נבדיל ע'
בדוגמה

תרכובת (COMPOUND) - חומר, שיש

בו לפחות שני סוגי אטומים אטומיים
(הם שונים במספר הפרוטונים שהם) בקשרים זה אל זה
בקשר כימי בלבד, ושגורם אחר ע' נוסף כימי

לדוגמה: H₂O (תרכובת קוולנטית)
CaF₂ (" " יונית)

דוגמאות לחומר שיש בו שני סוגי גרעינים אטומיים אך איננו
תרכובת - אלויר. אלויר הוא בעקרו תרכובת
של 80% מולקולות N₂ ו- 20% מולקולות O₂;
אין קשר בין גרעין O לבין גרעין N.

"יסוד כימי בתרכובת"

(תהיה מהמנת "יסוד כימי במצב החופשי" שהוצג לעיל)

ההבדל ע' דוגמא: אומרים "היסוד חמצן מופיע

הטבע, וכן במצב החופשי (כמולקולת O₂, למשל) וכן
בתרכובת (למשל ב-H₂O וב-Ca₃(PO₄)₂).

היסוד זכרון מופיע הטבע רק בתרכובת, בעיקר
בתרכובת Ca₃(PO₄)₂, שממנה מופקים זכרון חופשי
בתעשייה (הזכרון מקבל אצ"ב כמולקולת P₄)

באורנו לתרכובת H₂O מופיע היסוד חמצן
ומימן, באותו אופן שיש בתרכובת גרעין חמצן גרעין מימן
קשרים בקשר כימי.

תגובה כימית - תהליך שבו נשנים

חומרים מסוימים (או רק חומר אחד) ובו-זמנית נוצרים

חומרים אחרים; התהליך אינו אלא

שינוי בצירופים של גרעינים אטומיים ושל אלקטרונים

(השינוי הוא בצירופים; אין שינוי בסוגי הגרעינים

האטומיים או במספרי הגרעינים או האלקטרונים - אלא

נשנים לא אטומיים)

דוגמא: אם משרידיים מימן (H₂) וחמצן (O₂), די בניצול

בזר כדי שתתחיל תהליך שבו המימן והחמצן הולכים ונשנים,

ובו-זמנית נוצרת מולקולה מים (H₂O).

נניח שהתהליך זה נשנה N מולקולות O₂.

2N גרעיני החמצן שבו ה-N מולקולות אלה מופיעים בסוג

(מסהיים התהליך, משתמשת התגובה הכימית הנשונה)

ק- 2N מולקולות H₂O, לא פחות ולא יותר, כי מספר

גרעיני החמצן אינו משתנה. האטומים אחרת, הולכים

וגרעיני O מופיעים בתחילה אך ורק במולקולות O₂, ולסוף,

אך ורק במולקולות H₂O, והואל ומספר גרעיני אלה

אינו משתנה, ח"כ מספר מולקולות ה-H₂O שנוצרו

להיות גדול פי 2 ממספר מולקולות ה-O₂ שנישנהו.

נבדוק זאת כך:

$$\frac{\text{מס' מולקולות H}_2\text{O שנוצרו}}{\text{מס' מולקולות O}_2 \text{ שנישנהו}} = \frac{2}{1}$$

שקול דוגה עבר גרעיני H מגיב למשוואה דוגה

$$\frac{\text{מס' מולקולות H}_2 \text{ שנישנהו}}{\text{מס' מולקולות H}_2\text{O שנוצרו}} = \frac{1}{1} = \frac{2}{2}$$

אם שני השווונים האחרונים נואל לסכמ כך:

התהליך תדון, שבו צוינו בקירור נוסמל החומרים הנשנים

(H₂! O₂) וניסמל החומרים המתקבלים (הקדם רק חומר אחד, H₂O,

חייבים לשיזקאם היוחסים הבאים:

$$\left(\begin{matrix} \text{מס' מולקולות H}_2 \\ \text{שנישנהו} \end{matrix} \right) : \left(\begin{matrix} \text{מס' מולקולות O}_2 \\ \text{שנישנהו} \end{matrix} \right) : \left(\begin{matrix} \text{מס' מולקולות H}_2\text{O} \\ \text{שנישנהו} \end{matrix} \right) =$$

$$= 2 : 1 : 2$$

אם נשנה רק אט סדר הגדלים נקבל

$$\left(\begin{matrix} \text{מס' מולקולות H}_2 \\ \text{שנישנהו} \end{matrix} \right) : \left(\begin{matrix} \text{מס' מולקולות O}_2 \\ \text{שנישנהו} \end{matrix} \right) : \left(\begin{matrix} \text{מס' מולקולות H}_2\text{O} \\ \text{שנישנהו} \end{matrix} \right) =$$

$$= 2 : 1 : 2$$

למל מוסכמ לבטל בקנה הבא



החומר (ים) הנוצר (ים) החומר (ים) הנשנהו
נשנים לזר צנה החץ נשנים לזר צנה החץ

כנה זה נקל "משוואה כימית מאוזנת" ("אאוגר מצין

שם אלה מס גרעינים, מסל סוג, מסל עברי החץ)

המשוואה H₂ + O₂ → H₂O אומים ערטל התמל מימן חמצן

והנוצרות מים, אך אלו היא משמל אל היוחסים שדמל לזקאם

הן מסדי החוקולת של החומרים שנישנהו/נוצרים ולכן היא עטל

"לזל מאוזנת". כדי לבזן משמל כימית בל-מאזנת יש

למבול מקדמים מספריים לניסמל, כך, שברל כל סוג גרעינים

אטומיים, מספריים הבולל ברז ארז של החץ יהיה שול למספריים הבולל

ברז השני של החץ.

חוקים וביטויים מקבלים:

- המקדמים המספריים המשמל כנה מאוזנת נקראים

"מקדמים סטויכיומטריים"

בק, למשל, אמרנו. הגורם $\frac{1}{2}$ המולקולות O_2 שצדדים בגלגל עם המולקולות H_2 שצדדים בגלגל

ח"ב? יהיה זהו יחס התצומת הסטוכיומטרי $\frac{1}{2}$

נמצא את המונים ואלו המתקן שבהם N_{avg} וקבלנו

$$\frac{1}{2} = \frac{\text{מס המולים } O_2 \text{ שצדדים בגלגל}}{\text{מס המולים } H_2 \text{ שצדדים בגלגל}}$$

מצדד נאמר: היחס שבין שני מצדדים סטוכיומטריים (של שני

חומרים כלשהם X, Y, שמופיעים במשוואה כימית מאוזנת)

מבטא את היחס שבין מספר המולים של החומר X, Y)

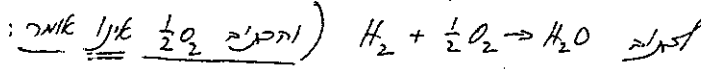
שצדדים או שנוצרו בתגובה (ולאו דווקא את היחס שבין

מספר המולים של החומרים בתחילה או בסוף, כי בתחילה אנו

יכולים לזרז את החומרים בכל יחס שרצוננו)

הואיל והיחס שבין מצדדים סטוכיומטריים אינו משתנה

בכלבים, או במתמקים, את כולם בשלל גורם, נוכל גם



"חצי מולקולות O_2). לעומת זאת נוח להשתמש במצדדים שלם שלמים

היעדרה לאמורה: "משקל אטומי של יסוד" (ראה דף 6 לעמוד)

למחרת התצדד "משקל אטומי" בממד 6 לעמוד, ולאחר התצדד

החומר "ח"ב" (לעמוד, במחזורי כלשהם של חומר זה) נמצא,

שהמשקל האטומי של יסוד כלשהו, X, אינו אלא: היחס

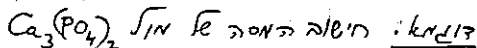
של ח"ב X מסתו, יש המצדידים את השם

"מסה מולרית של יסוד" זה השם "משקל אטומי של יסוד"

במצדדים: (המסה המולרית של חומר הוא נוסחה מלאה

היא המסה של ח"ב אחד של החומר ומתקיים אותה

הצדדים המספר המולרית (המשקל האטומי) של היסודים שבחומר.



אי-נחוג לו נפתרה במק

לכחול H_2 שיש בה N_{avg} מולקולות H_2 קובצם "1 מול H_2 "

(כסדר, $N_{avg} = 6 \times 10^{23}$), מצדדיו, במקום למחר, למשל,

1.5×10^{24} מולקולות H_2 ; אמרנו: 2.5 מול H_2

ובאופן כללי

$$\text{מס מול קולות } H_2 = \frac{\text{מס מול } H_2}{N_{avg}}$$

הפרדה כללית של מושג המול

1 מול של חומר, שמופיעים ע"י נוסחה כימית נכונה,

הוא כולל כולו של החומר, שיש בה N_{avg} יחידות,

או קבוצות של יחידות, שהכולן מצביעות הנוסחה

צדדים מאלו, ק"1 מול H_2 יש N_{avg} יחידות (מולקולות) H_2

ק"1 מול H " " " " (אטומים) H

ק"1 מול $Ca_3(PO_4)_2$ יש N_{avg} קבוצות של יונים,

כשהם קבוצת 3 יוני Ca^{2+} ו 2 יוני $(PO_4)^{3-}$; כלומר גסהם

יש N_{avg} 3 יוני Ca^{2+} (שהם 3 מול Ca^{2+}) ו $2N_{avg}$ יוני $(PO_4)^{3-}$

(שהם 2 מול $(PO_4)^{3-}$) דרך אגב, החומר $Ca_3(PO_4)_2$ היונים

Ca^{2+} ו $(PO_4)^{3-}$ אינם קשורים זה אל זה בקבוצתם כאלו, אלא:

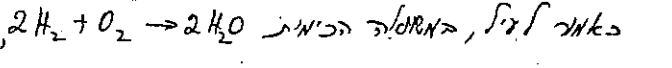
כל קיון Ca^{2+} נמשך אל כל אינן $(PO_4)^{3-}$ גסהם וכל אינן $(PO_4)^{3-}$

נמשך אל כל קיון Ca^{2+} גסהם. ורק מתחבב מספרים היונים

אחד קבוצתם של $Ca_3(PO_4)_2$ יש N_{avg} קבוצת יונים כאלו.

חישובים סטוכיומטריים בחומרים - חישובי כמות של

חומרים שמתקיים בהתאמה כימית, בחומרים



יחס התצומת הסטוכיומטריים (המצדדים לפני הנוסחה)

מבטאים את מספר המולקולות שנוצרו/נצטמו בתגובה

לכתיבה דווקא כן: $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$. בחימום תוחמת סה
 עדי לקטוף מספק גבולות, יוצאים המים ונשארת נחושת
 אסידת גאלבן אלו מימית $CuSO_4$.

התמצית חממו 4.74 ג' של גביש קובלט כלורידו
 מימית, שנסתגם $CoCl_2 \cdot xH_2O$, ולאחר טיזונו ב
 מי היקש נלגנו 2.58 ג' קובלט כלורידו אלו מימי

$CoCl_2$. חשב אג א. תשובה: 6
 תשובות: משקלים אטומיים יש לציין עדי לסייגרת האמצע

חוק הגזים האידיאליים

המאמר עשיר והתרגילים ברור, שחישרי בחינה
 של חומרים נח ביתר להצד כשהכמות מבטאלת בחינים
 כי יחסי התקדמים הסטוכיומטריים מאמצים אתני
 יצר יחסי מולים, והמספרים שהם נוסדה (כמו ק' $(Ca_3(PO_4)_2)$
 אלו הם "מבדקם אלינו" בחינים (ב מולים Ca^{2+} הם מול
 של $Ca_3(PO_4)_2$ ובדומה...), לכן, אם נענה לנו כאלו חומר בתחום
 ראשינו נהפוך אלנו לחינים. כן גם נענה אם נקח בחינה
 בחינה אחרת. ואומנם, בחינה של גזים נהיה לקרא
 בחינים (תוך ציון תחיל וההמשוואה של הגז) ולענין יחידה אגן
 מבדקם מחינה אלו לחינים, ולהפך.

נראה להצדמנו כלי שפחו V ליטר ובו מ מולים של

גז כשהוא, המשוואה $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ (קני' ת מצולת צ'יסוס) אם

נמדוד את בלחץ של הגז שבלחץ, נמצא שהוא שווה, קבולה,

לאבל $\frac{P \cdot V}{n} = R \cdot T$, כאשר R הוא קבוע מולים,
 שנקרא "קבוע הגזים"

$$R = 0.082 \frac{lit \cdot atm}{mole \cdot deg}$$

כפועים נתון הלחץ בחינה "מילימטרים כספית" (mm Hg);

$$1 atm = 760 mm Hg$$

כאמר לעיל, הלחץ המדוד שווה כן בקבוצה לביטוי
 הגז. מעבר, שמינה הסטייה משוויון גלוייה בסוף הגז, היםה ודחכל
 $(\frac{P}{P_0})$ בדיק לל, ככל שהריצו יתר נאיך ולאו הטמפרטורה גבוהה
 הסטייה משוויון בין הלחץ המדוד לביטוי $\frac{P \cdot V}{n \cdot R \cdot T}$ הולכת וקטנה,
 לאלו תלוג בסוף הגז !!

הואיל ובאלון עקרוני אספר לקבל מול $Ca_3(PO_4)_2$
 ע"י תגובה כימית בין 3 מול Ca, 2 מול P ו 8 מול O

והואיל ובתגובה כימית אין שינוי המצאה במסה, הכי ג.

$$8 \cdot \left(\frac{מסקל אטומי}{מסקל אטומי} \right) + 2 \cdot \left(\frac{מסקל אטומי}{P} \right) + 3 \cdot \left(\frac{מסקל אטומי}{Ca} \right) = \text{המסה של מול } Ca_3(PO_4)_2$$

מחנה מקובל: משקל מולקולרי - המסה המולרית

של חומר שמרכה מחלקולת גדולה נוסדה נתונה

לקבוצה: המשקל המולקולרי של מים (H_2O) הוא 18 ג' מול

תרגילים

1. מכלו האלו המשקלי של כזחון בסידן כמות 7
 תשובה: 20%
 פתרון מסודר - ג' 32, אמצע: צ'יסוס בוק
 לאהר שמאמצים להגיר ללא עברה.

2. $\frac{2}{3}$ הנצין למחוללה הוא בעקרו גערה של מולקולת
 גדולה הנוסדה בכללית $C_n H_{2n+2}$ (פחמימן רוויים)
 עם ערכי n שגין 6 ל-10. המנוח מתחלף בעזרה;
 טובי תגובה כימית בין מולקולת הנצין ובין חמצן
 (מבולור) שגוצכדי העקריים CO_2 ו- H_2O (יש גם מוט
 מהגז המשקל רזיל CO)

התרגילים: ננה שמערה גים 43.0 ג' של $C_6 H_{14}$ עם
 160 ג' חמצן ומאפשרים תגובה ביניהם שבה נוצר
 CO_2 ו- H_2O ג' 63 ננא שנתגובה מתחלף עם תחם
 מכלו המשקלי של כל סוג חומר (תרכובת) שיהיה להסול הכלי 2
 תשובה: 132 ג' CO_2 ; 63 ג' H_2O ; 8 ג' O_2 (שכל לא הגיה)
 פתרון מסודר ג' 32

3. קבוע מוצק (ולפעמים גם נאכל) מכונה "גבישו"
 אם הגופים שבו (אטומים, מולקולות, יונים)
 מסודרים בסדר מרחבי מסוים ביותר למשל, הגירג
 סוכר, מולקולת מסודרת בסדר מרחבי; גירג מל
 ביטול, קטיון לא ואניון של מסודרים במרחב
 מחזקת המרחב, גביש "מאלין" בבאל מיטריאל ג'ניוין
 צוילוג שאלימיוג לל סוג חומר. יש גבישים שמכילים
 מולקולת מים (מי ג' 18) $CuSO_4 \cdot (H_2O)_5$ (ניתוח משל מ

שביא למחצה מה טנקו, "לאוויר לא", הכל הנפח V

ובטמ' T, הלחץ יהיה

$$P = \frac{(n_1 + n_2 + n_3)RT}{V}$$

הנפח

הנפח $\frac{nRT}{V}$ נקרא "הלחץ החלקי של גז א"ו

ואצל זה הוא הלחץ שהיה בכל הנפח (הכל הנפח V

ובטמ' T) אילו היה בו, החומר של גז א' בלבד.

אם הלחץ החלקי של גז א' מקושר לטווח ק - P_a

תכונה. ע"ג גלאוויר לא, הלחצים החלקיים של

n_1, n_2, n_3 ו- n_4 הם P_1, P_2, P_3, P_4 . הכול

הלחץ הכולל הוא סכום הלחצים החלקיים.

לחץ אדים של חומר (נוזל או מוצק)

הגז שמשו הוא נוזלים או מים לתחילה חומר

(ובש משו לקרה) יהיו תחילה אדי מים (נוזל של גז

שכנים לאחד הנפח)  נוח לא גמיש חומר

הלחץ החלקי של אדי המים בגז שמשו לחים ולמי

הטמפרטורה - כאן זה 14 מוצקת המדבבה

תכונה הנפח שמשו מים יש גז מול A, הטמ' $29^\circ C$

(גזי גז טמפרטורה המים). הלחץ הכולל בגז atm

(אטמוספירה אחת). כגוף קטני עבור הלחץ החלקי של

הגז A. (לפי שצ"ח הגבוה, נסה לעזר בעזק)

הגבוה / האופן של $P = P_A + P_{H_2O}$

הגז נפח $P = 1$

וזמורה, מ' 14, $P_{H_2O}(29^\circ C) = 30 \text{ mmHg} = \frac{30}{760} \text{ atm}$

ואצל $P_A = (1 - \frac{30}{760}) \text{ atm}$

הגז האדיאלי עבורנו הוא גז שגדולו מקיים

השוויון $P = \frac{nRT}{V}$ הכל התקיים

כי א"ש" י"ס עלו ממונה נחה לחישה עם מולק (ה)

אנך P, V ו- T לכן נקרא השוויון הזה

"חוק הגזים האדיאליים" (אמית)

אילו נקראו בשוויון זה, בקבלה, גז עבור גזי א"ש

מפירה, פאנולים א-אבדו אחריו טמפרטורה,

של מים בלבד, מנג' $-273^\circ C$. באמה, הנכירוף

$273 + t$ לעולם אינו גלילי. צירוף זה אמתי

ק- T $T = t + 273$

אנא נקרא "טמפרטורה המוחלטת" (כי אין היא

יחסית לאבדו שפירג' בלבד, כמו טמ' המעלה

בלסינס, שביא יחסית לטמ' שהיה קפואים מים

(נשק קרה) הלחץ ו אטמ')

הטמפרטורה המוחלטת (ABSOLUTE TEMP.)

אם נקראו טמפרטורה הסקלה של קל'ין"

ומקושר לטווח ק' K (וועמ' ק' א' $^\circ K$), אזוהאל:

$27^\circ C = 300 K$ או $300^\circ K$

חוק הגזים האדיאליים הוא, אפוא:

$PV = nRT$

תעבורת גזים אדיאליים - לחצים חלקיים

עבור גז עבור של n_1 מולים של אדיאלי א'ו

גז n_2 מולים של אדיאלי ב', גז n_3 מולים של

אדיאלי ג' (למשל, תעבורת n_2, n_3 מולים של H_2 ,

המונחים "מחומר" (SOLVENT) ו"מחומרים" (SOLUTE)

המונח "מחומר" מתייחס לזרם המומס, בעוד ש"מחומרים" מתייחס לזרם המומס. המונח "מחומר" מתייחס לזרם המומס, בעוד ש"מחומרים" מתייחס לזרם המומס.

לדוגמה: גז, המומס הוא מים; אגף המומס (המומס המומס) הוא NaCl

המונח "ריכוז" (CONCENTRATION) של מומס

פירוט - ריכוז של מומס במים הוא כמות המומס ביחס לזרם המומס (או לזרם המומס)

דוגמאות:
 1) במים NaCl מומס, מסומנים לזרם המומס 0.1 מול NaCl, כמות המומס המומס לזרם המומס הוא 0.5 ליטר (בארצות הברית).
 2) במים NaCl מומס, מסומנים לזרם המומס 0.1 מול NaCl, כמות המומס המומס לזרם המומס הוא 0.5 ליטר (בארצות הברית).

$$\frac{0.1 \text{ mole}}{0.5 \text{ lit}} = 0.2 \frac{\text{mole}}{\text{lit}} = 0.2 \text{ M}$$

הסמן M הוא קיצור ל- $\frac{\text{mole}}{\text{lit}}$ ונקרא מול לטר (או לטר מול)

הריכוז של NaCl במים "0.2 מול לטר"
 ופירוט: במים נפרט המומס (ב-1 ליטר) יש 0.2 מול של NaCl מומס

(2) הריכוז של מומס (M) הוא קיצור ל- $\frac{\text{mole}}{\text{lit}}$

מומס NaCl 0.2 M (קרי: 0.2 מול לטר)
 הוא מומס של מים, לזרם המומס 0.2 מול NaCl לזרם המומס

תחילתו (גוף של מומס המומס) T (מחומר המומס)

$$P = 0.95 \text{ atm}$$

$$d = 1.7 \times 10^{-3} \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$$

$$T = 300^\circ \text{K}$$

$$R = 0.082 \frac{\text{lit atm}}{\text{mole deg}}$$

 44 $\frac{\text{gm}}{\text{mole}}$

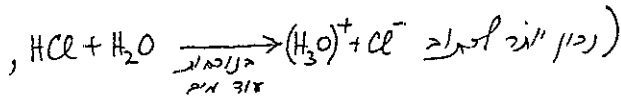
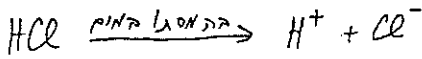
תחילת

פירוט: ריכוז של מומס במים
 (הריכוז) הוא מומס המומס - קיצור ל- Na⁺ ונקרא מול לטר
 - מומס NaCl במים המומס, המומס המומס
 שמומס (פירוט) הוא מומס המומס
 מומס המומס (מומס המומס) שמומס המומס
 "מומס המומס" וקרי "מומס המומס" שמומס המומס
 במים המומס המומס, המומס המומס המומס המומס
 עם מומס המומס - מומס המומס (מומס המומס) שמומס המומס
 קיצור ל- (מומס המומס), שמומס המומס "מומס המומס" שמומס המומס
 וקרי "מומס המומס" שמומס המומס NaCl
 יצוא מומס המומס - מומס המומס או מומס המומס
 מומס המומס, מומס המומס המומס המומס המומס
 או מומס המומס המומס המומס המומס

פירוט: מומס המומס (מומס המומס) שמומס המומס
 של מומס המומס או מומס המומס

מומס המומס, מומס המומס המומס המומס "מומס המומס"

החומר הקרוי "מימן כלורי" הינו גם, מטאמטרגר המצד, שמורכב ממולקולות H-Cl (קטן קוולנטי יחיד); למשל, למאמס במים, מתחיל פיזור ליונים -



(נכון יותר להגב $(H_3O)^+$ ו Cl^-)
אך ההגיבה הקודמת, עם H^+ , אינה מולידה שלילית בחישובם שלני עולם המדע (1)

בסיס (ALKALI או BASE) (הגדרה קצרה והצורה המלאה)

חומר, שהמסה במים, מפיק

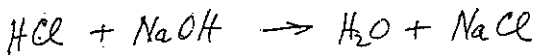
ליונים $(OH)^-$ (אניון הידרוקסיד) וקטיונים כלשהם

דוגמה: נגיד הידרוקסיד (SODIUM HYDROXIDE), NaOH,

לשמה טהור, הוא מוצק חסר צבע; לבעור הממסה

במים, מתקבלת תמיסה של אניונים $(OH)^-$ וקטיונים Na^+ .

תגובה בין בסיס ובין חומצה (סינתזה, יטלרטיבל)



במ נמצא גם מוצר התגובה בין NaOH טהור (מוק) ובין HCl טהור (גז). כך גם אפשר לכתוב את התגובה

מתחילת עקב עקב תמיסה מימית של NaOH עם תמיסה

מימית של HCl, אבל למקרה זה, בין המתמזג והן הנוצר

מפוזרים ליונים ואמזעה רק יוני H^+ ו OH^- (הוא) הם

המתמזג $(H^+ + OH^- \rightarrow H_2O)$ ושאר היונים Cl^-, Na^+ ,

ממשיכים "לשטט" גם תמיסה שלילית

תגובה

(1) אם נתונה רק תמיסה של NaCl מוגס, אז

נכון נוסף על תמיסה זו כדורש כדי למד את ריכוזה

בתיקור M? ענה את המטלה הדרושה לשיה האקלים

תמידה הטור הסקרים, מא 33, גצג שמשל למה

(2) מהו הריכוז של Ca^{2+} ו Cl^- ב $CaCl_2$ 0.3M

ענין: התואר מוצר מקטיונים Ca^{2+} ומאניונים Cl^-

וניתה החומר מטה, ששל מול $CaCl_2$ יש 2 מול Cl^-

ומול אחד Ca^{2+} . לכן, אם בלתי תמיסה יש

0.3 מול $CaCl_2$, הכי שיש בו 0.3 מול Cl^-

ועם 0.3 מול Ca^{2+}

התמיסה זו אינה ומידה ממשיגה הלה הנטיה $CaCl_2$

אלא יש רק יחידה Ca^{2+} ו Cl^- . זו הטיה שיש

הנמצים מכינו תמיסה זו "תמיסה 0.3M $CaCl_2$ ",

ומכנים אלה, "תמיסה 0.3F $CaCl_2$ " (קני: 0.3 פולמטה)

בכינוי זה מקרים להידים, שההכנת התמיסה המשו

0.3 מולים של החומר הלה בנוסחה (FORMULA) הנתונה

$(CaCl_2)$, ללא לשיה גמיסה, אך אינו אומרים שלמים

ממשיג דרך הנטיה הנמוכה את "מטטט" בתמיסה

(3) ראה להלן, עמ 32.

תגובה - "חומצה" ו- "בסיס"

חומצה (ACID) (הגדרה קצרה והמלאה)

חומר, שהמסה במים, מפיק

ליונים H^+ ולאניונים כלשהם

דוגמה: חומצה מלחית (HYDROCHLORIC ACID)

ענינה של תמיסה HCl במים ← המזיק

הפדרג מוניה: שקלאה (המסקל האקויוולנטי)

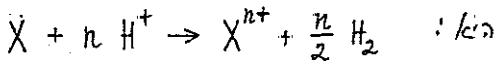
של מתכת כלשהי X

(המסדה צרה): מסקל המגבר שדרוש כדי

למג'ר עם מול אחד של קטיוני מימן (H⁺) ביצירת מימן חופשי (H₂) וקטיונים של המתכת

בהפדרג: אם קטיוני המתכת שנוצרים הם Xⁿ⁺

(n מס' שלם), הרי שהמשוואה הכימית של התגובה הנצטר



מכאן ברור, שחול אחד של X מגיב עם n מולים H⁺,

ולכן השקלאה (המסקל האקויוולנטי) של X הוא:

$$\frac{\text{המספר האטומי של X}}{n}$$

לעיל הואצברו רק קטיוני H⁺ וקטיוני Xⁿ⁺, מאין

מאליו שיש בתמיסה גם אניונים (למשל Cl⁻, אם מקור

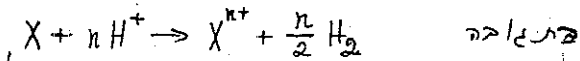
ה H⁺ הוא בתומצה מלחית), אלא שאין הם משתנים

במהלך התגובה הנדרשת ולכן לא נכנסו.

הכרעה ההפדרגה הנל

שקלאה של חומר שמתגל בתגובה שבה

הוא מוסר או מקבל אלקטרונים



כל מול X מוסר n מולים אלקטרונים

ואם מול H⁺ מקבל מול אלקטרונים

במקום לאר Xⁿ⁺ מוסר אלקטרונים, מקבל לאר OXIDATION
X עובר תהליך תמצ"ח

ניסוח מילולי של התגובה: גרמיה בין ג'ס

ובין תומצה מתקלים מים וזוה תוצר שמכונה

ג'ס הנלף מל"מ (בדומה ל"ג" הוא מלף הניסוח

אם התגובה מתבטאת בתמיסה (לומר

שלם התמיסה וים התוצרים בתמיסה), הרי שהתגובה

היא בין קטיוני H⁺ ובין אטומי (Xⁿ⁺), ביצירת מים,

והמלך שנוצר מוסר בקטיונים (מהקטיונים) ובאטומים

(מתומצת) "שט"מ" בתמיסה.

תרגיל למעק בקבוק אלקלמי (כל' מס' 4 במחזור 9

ובמחזור 11 שהמחבת המזדקת) יצקו 10 מ"מ * מלך

בקבוק של תמיסה HCl גריבזה אינו יבוצע (נמא גולא

M X, קרי "X מולר", לומר X $\frac{\text{מל HCl}}{\text{ליטר תמיסה}}$)

מסילוג של נחמ בתמיסה הקבוצה הסיפא לאריליטאר

עוד 20 מ"מ מים וכמה טעמ תמיסה

פנולפיתרלין (חומר שצברו אדום לצהוב בתמיסה ג'ס, ו

והוא חסר-צבע לצהוב בתמיסה תומצת). מלך ביוק"ה

(כל' מס' 3 במחזור 9 ובמחזור 11 ובמחבת המזדקת)

טעמו לאריליטאר ה"ל תמיסה 0.2 M NaOH ומצ"ח

שתמיסה קבלה מן אצוס בקוד טעמ תמיסה

הקטיון שדומם מהקוטרה העז ל' 13.5 מ"מ

(א) חבא אר ריבז התומצה שבקבוק תשובה מ 0.27

(ב) בחול הדרכוב המוקד ג'סיל' א, האם יש להגמב

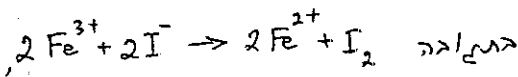
בין שהוסיפו לאריליטאר ק' 20 מ"מ מים? נמך

קרא הערה בראש מחזור 33

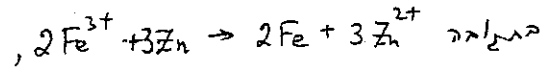
* מס' - מל' ליט' - אלקסית ליט' - נפח שווה,

בקיבוב טוב ל' 10 מ"מ

בהקדמה מפיצה הסתעפות "בתגובה הנצונה" יש



כל מול Fe³⁺ מקבל מול אחד של אלקטרונים ולכן הקולה של Fe³⁺ היא: מול אחד של Fe³⁺



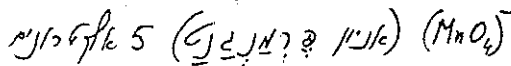
כל מול Fe³⁺ מקבל גולגול מול של אלקטרונים ולכן הקולה של Fe³⁺ היא $\frac{3}{2}$ (אלי מול Fe³⁺)

ההסתעפות "בתגובה הנצונה" מדגישה שיש לזכור

באילו תגובה מדובר, כשמשכימים קולה של חומר

תכנית: הרכבה שבה צדד הקולה של מבנה איזל משימה ליד צדד קולה בתגובה המצוין חיצונית

תכנית: בתגובה המצוין חיצונית מסוימת מקבל אנון



(ואם שמנה H⁺ משיג אזי ומקבלים סה"כ 4H⁺ + 4e⁻)

נוסף להצדד של מצד מחומר מסדר את האלקטרונים

לכרמנט) מה תפיה הקולה (האקוולנט) של

החומר Mg(MnO₂)₂? תשובה: עשירי מול נאק

נורמליות של תמיסת חומר מסוים/מקבל אלקטרונים

הצדד המנות:

צדד הרכיב של החומר במיצונו שקולה ליטר

(בצדד, שקולה גם נקראת אקוולנט)

לצדדמא: בתמיסת (MnO₂) 0.1N (קני: 0.1 גולגול)

יש, בה ליטר תמיסה, 0.1 שקולה (אקוולנט) של (MnO₂)

המקום לאמר "H⁺ מקבל אלקטרונים, מקבל לאמר REDUCTION" H⁺ עובר תפלק חיצונית

הכללה: אם בתגובה כלשהי, חומר כלשהו A מוסר אלקטרונים (ואזי חיה להשתל בתגובה עם

חומר שמקבל אלקטרונים; נסמן אותו ב-B),

אומרים: "A עובר חמצון"

(ועל B אומר "B עובר חיצונית")

המקרה זה גם מקובל לאמר:

"A חיצונית את B", וגם "B חמצונית את A"

או, "B חוצונית A", וגם "A חמצונית B"

כל ההיטוים הללו מהטלים את תפלק --

A מוסר אלקטרונים! B קבל אלקטרונים.

כל תגובה יש בה חומר שמוסר אלקטרונים וחומר

שקבל אלקטרונים נקראת "תגובה המצוין חיצונית" REDOX REACTION

אם בתגובה המצוין חיצונית מסוימת, מול של X

(X מבטא הסדר חומר כלשהו) מוסר או מקבל

ל מול של אלקטרונים, אומרים: "הקולה

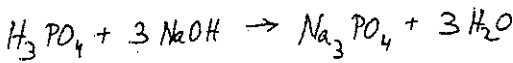
(האקוולנט) של X היא: $\frac{מול X}{n}$

בתמיסה את כמות: שקולה של חומר X (בהקשר

לתגובה המצוין חיצונית מסוימת) היא כמות החומר

שמוסר/מקבל מול אחד של אלקטרונים בתגובה הנצונה

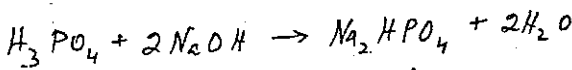
ע' אקויוולנט של H_3PO_4 (חומצה צורמית) מהו?
תשובה: תלוי בתגובה שתבחר. כפי שילמד
 בהמשך, אפשר שתגובה תהיה



ואזי מול H_3PO_4 סותר שלוש מול OH^- ולכן

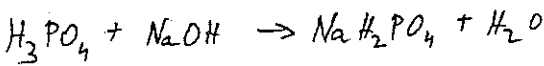
אקויוולנט של H_3PO_4 הוא $\frac{1}{3}$ מול

אפשר שתגובה תהיה



ואזי אקויוולנט של H_3PO_4 הוא $\frac{1}{2}$ מול

ואפשר שתגובה תהיה



ואזי אקויוולנט של H_3PO_4 הוא מול של H_3PO_4 .

כאמור: בהקדמה לאמר לאזי אקויוולנט בתגובה

חומצת-חמצן (במחזור הקדום בצד שמאל) הרי גם

בתגובה סתירה בין בסיס ובין חומצה, כאלו צניח

באקויוולנט של חומצה/בסיס, תיונן לחדור באיזו

תגובה יתחיל; כמה H^+ / OH^- יסתכן

מול של החומצה/הבסיס.

ע' פ' הפדס, אקויוולנט חומצה סותר

בדיוק אקויוולנט של בסיס

נורמאליות של תמיסה חומצה מבטא

את ריכוז יוני H^+ שבה $\frac{N}{V}$ (וגם זהה,

אזי ההקדמה ה'ת' לריכוז רמיסה אקויוולנט חומצה

נורמאליות של בסיס = $\frac{N}{V} \times \frac{1}{\text{מול } OH^-}$

השימוש בריכוז הנורמאלי

לאור הדדקלוג הסקולה (אקויוולנט), יהיו

שבתגובה חמצון-חיזור, שקולה (אקויוולנט) של

מקבל אלקטרונים תגובה בדיוק עם שקולה אחר

(אקויוולנט אחד) של מס' אלקטרונים. זו הנוחה

אפשרות הסקולה (אקויוולנטים) ומכאן גם הנוחה

שהי'סו: ריכוז של מקבל/מס' אלקטרונים

נורמאלי (מ' אקויוולנטים קלטה), כמובן קלטה:

לג' שנתנה לנו תמיסה חומר שמקבל אלקטרונים

זריכוזה 0.2 N (20 נורמל) ואין מצא

שפה, ו' קלטה של תמיסה זו דרוש כ' כ' כ' כ'

החומר מס' האלקטרונים לתמיסה אחרת הקלטה

נ' V_2 . האזי ומצדד - V_1 0.2 N שקולה

(אקויוולנטים) של מקבל האלקטרונים, הרי שבהכרח

זה גם עם הסקולה (אקויוולנטים) של מס' האלקט

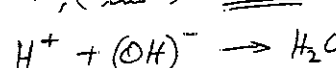
נה'ו קלטה V_2 של תמיסה אחרת-אלקטרונים,

וכיכזה הראשון היה, איסוף, $\frac{0.2V_1}{V_2}$ נורמל

אקויוולנטים ונורמאליה בחומצות/בבסיסים

אקויוולנט של חומצה (בסיס) היא כמה סותר

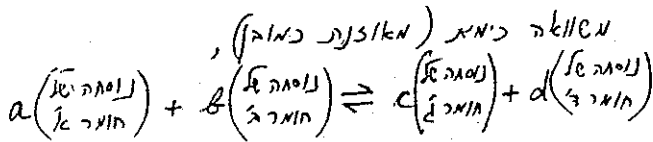
מול אחד של OH^- (H^+), לפי התגובה



לפיכך:

ע' אקויוולנט של HCl הוא מול של HCl

(כי הוא מותר בתמיסה מול H^+ סיטיגי מול אחד)



a, b, c, d הם המקדמים הסטויכיומטריים ואל אחד מהחומרים א', ב', ג', ד' הוא מוּיָאָם בתמיסה החדשה (ולא המומס או מוצק, שבהם נדון במחקר) מפרדי, שלבשמשך התגובה לא צבב שמ"כ, כיבולו בחומרים א', ב', ג', ד' יקיימו משוואה מסוימת בלבד, והיו הכיבולים התחלואניים (לפי שהוטל שיהיה) אלה יהיו; המשוואה היא:

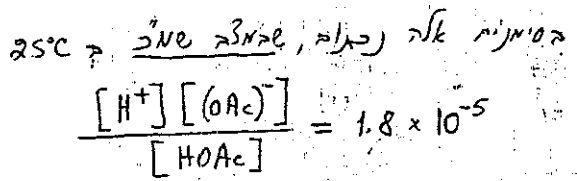
$$K = \frac{d(\text{כיבול חומר ד'})^d \cdot c(\text{כיבול חומר ג'})^c}{a(\text{כיבול חומר א'})^a \cdot b(\text{כיבול חומר ב'})^b}$$

המונח הממוצע של המומס בתמיסה החדשה
 הממוצע של המומס בתמיסה החדשה

המונח: מכפלה של ארס שבה הוא כיבול המומס, שנצבר באגף הימני של המשוואה, בחזקת המקדם הסטויכיומטרי שלו.

המכפלה: מכפלה של ארס שבה הוא כיבול המומס, שנצבר באגף השמאלי של המשוואה, בחזקת המקדם הסטויכיומטרי שלו.

כל כיבול שנצבר במשוואה זו הוא כיבול במצב שמ"כ !!!
 לא גלגל שולח עשויים להדגיש במילים שונות בדרך כדי להקציף מצב שמ"כ !!!
 K הוא קבוע מסויים (אילו משתנה עם ארס זרבי הריבואם משתנים), ערכו אופייני למראה תדוניה (למראה אחר יהיה או ערך אחר, דפדוק-בלל), למומס שבה הוא מרכיב (במים ובאלגוריתם זהו ארס זרבי שונים, דפדוק בלל), קטמפוטורב שבה מחזקת כל המומס שבה מרכיב התמיסה החדשה, ולמחרת מה יהיה בלעדיו שיהיה על המומס.



שוויון זה יתקיים (ב-25°C), בקיבול אחרת, כל תמיסה מימית (בלומר שבמומס הוא מים), יש בה H^+ , OAc^- , $HOAc$, התנאי שמענינים במן מה (שם אפילו שניה) לקבלת שיווי המשקל הכימי

$$HOAc \rightleftharpoons H^+ + OAc^-$$

השוויון יתקיים אפי אלא ב קבוצת המקובלת של האפיונים שמענינים בשיווי המשקל הכימי; כן, לניגוד אם ממומס במים $HOAc$ ולפי HCl (שמפדוק למדי' למונים על ו- H^+), כיבול H^+ יוסע מכמה HCl שמומס בה קטור, ונלף על הילוף מוסע ממינה הברוק למונים של $HOAc$ (כיבול H^+ הפדוק יהיה שונה מכיבול OAc^-), ובפל-צאל יתקיים השווייון ה"ל. במילים אחרות, און העברה על כיבול בלעדיו, אק יש מנין העברה ממימית "קואקטואט" כן שהביטוי כולו, $\frac{[H^+][OAc^-]}{[HOAc]}$, חיה לשלג ל- 1.8×10^{-5} .

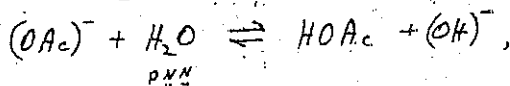
הנצף מ- 1.8×10^{-5} נקרא "קבוצ שיווי המשקל" של התגובה $HOAc \rightleftharpoons H^+ + OAc^-$ ב-25°C

הצדקה בלעדיו של קבוצ שיווי המשקל

נצוף התגובה כלשהי, שמרכיב בתמיסה ומצביו אחר שיווי המשקל הכימי שניתן לעלולו.

תוספת

(1) אם היחס $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]}$ גדול, אז $[OAc^-]$



אם K קטן, כושרם של ריכוזי המולקול קטן יותר

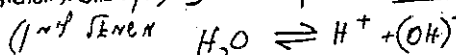
המולקול הם נקבה

$$\frac{[HOAc][OH^-]}{[OAc^-]} = K$$

(2) פתח את המשוואה, $K = 5.6 \times 10^{-10}$, $25^\circ C$

הסדר הנורמלי יתכן כי יחסי סטיוכימטרי של 2

המשוואה נוספת: פירוק מים ליונים (הקטלוג המסומן)



$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} M, 25^\circ C$$

הצרכי תמיכה שיוו משקל כימי של מקבל

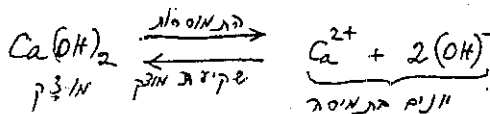
המים שהורים והם תמיכה אחת

(3) אם מוצק שהוק (או נוסף שהוק) משתל בתמיכה

אם כושרם של ריכוזי המולקול קטן יותר, שיוו המשקל. הסדר גיאומטרי - כי יחסי סטיוכימטרי של 2

המשוואה: $Ca(OH)_2$ מוצק ותמיכה אחת בלשהי; מקבל

שיוו המשקל הכימי



(למכור: שמיך קטן קצת שיהיה לפני הכיוונים)

$$[Ca^{2+}][OH^-]^2 = K$$

(3) לנתונתנו, נוסח את K ימין המשוואה קבוע - שיוו המשקל $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]}$ ונכריב:

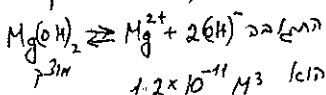
$$\frac{[OH^-]}{[OAc^-]} = K$$

אם מוצקים גבישוי $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]}$ ריכוזים שק"מים

באלו צדדין אין שמיך, הצדק של $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]}$ שונה מ-K

אם $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]} < K$, צד ימין של המשוואה גדול יותר
אם $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]} > K$, צד שמאל של המשוואה גדול יותר

המשוואה: נאמרים: $K = 1.2 \times 10^{-11}$, $18^\circ C$, קבוע שיוו המשקל של

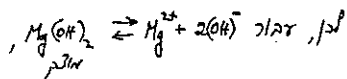


הוא $1.2 \times 10^{-11} M$

אנשים נוספים $MgCl_2$ $1M$ $MgCl_2$ מפרק בתמיכה

ליוני Mg^{2+} יחדיו $18^\circ C$, יוני Mg^{2+} יחדיו עם איוני OH^- שמיים, ביצירת $Mg(OH)_2$ מוצק?

התשובה: בתמיכה הנוכחית, $[Mg^{2+}] = 1M$, $[OH^-] = 10^{-14} M$



$$\frac{[OH^-]}{[OAc^-]} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1 \times (10^{-14})^2 = 10^{-28} M$$

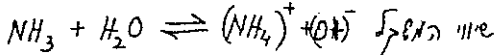
התשובה: הנוכחית אין שמיים באלו המסמלים של המשל הכימי ולכן $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]}$ שונה מ-K (התשובה)

הצדק שהתקבל גדול יותר הוא $10^{-14} M$ והוא קטן מקבוע שיוו המשקל (שהוא $1.2 \times 10^{-11} M$) מסתבר - התגובה לא תתרחש

הערה: בתמיכה זו יש לא יתגבן התגובה בכיוון \rightarrow כי אין בל $Mg(OH)_2$ מוצק. ואולם, אם נוסף לל $Mg(OH)_2$ מוצק תתרחש התגובה $Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2$; ריכוז Mg^{2+} י- אם יצלו ולכן $\frac{[OH^-]}{[OAc^-]}$ יגדל עד שיגיע הצדק של קבוע שיוו המשקל.

גלגלה זו מכירה מהו NaOAc במים
 אלו בסיסי (יש בה כיוון יוני (OH^-) גדול מאשר במים)
 (טהורים)

(4) אמניה (NH_3) היא בסיס חלש; בהוספת מים מתקבל



$$\frac{[(\text{NH}_4^+)] [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

(5) כאשר נשים על הקבלק "תמיסה $0.1 \text{ M NH}_4\text{OH}$ "
 הכוונה היא שלצורך הכנת ליטר של תמיסה זו נשים

במים 0.1 מול NH_3 ; אין הכוונה לאשר יש

בתמיסה קטיונים NH_4^+ בכיכוב 0.1 M , או יש בה

מולקולות NH_4OH בכיכוב 0.1 M (הנכון הוא, יש

בה קטיונים NH_4^+ בכיכוב X ; אניונים (OH^-)

בכיכוב X ומולקולות NH_3 בכיכוב $(0.1 - X)$ מול.

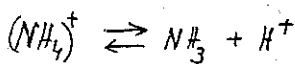
$$\frac{X^2}{0.1 - X} = 1.8 \times 10^{-5}$$

בק: יש

שוב, נכון יותר לשים על הקבלק NH_4OH 0.1 F

(6) המלח NH_4Cl , לשיטת המומסים במים, מתפרק

ליונים NH_4^+ ו- Cl^- באופן מלא. היון NH_4^+
 מוגל לז"ב בגלגלה



וזכר התמיסה חומצית; יש בה כיוון H^+ גדול

מזה במים טהורים
 (נכון יותר לציין $(\text{NH}_4)^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + (\text{H}_3\text{O})^+$)
 (לך הערה הקדמה למשוואה איננה מלידה טהורה
 בה שובים)

כדי-אילו נאלץ במה מילים $\text{Mg}(\text{OH})_2$ יתמוססו

בתמיסה זר שיגדל מזה שמ"כ?

תשובה: X מילים הם ליטר תמיסה ואז

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1 + X ; [\text{OH}^-] = 10^{-7} + 2X$$

$$\text{כך סגרתים } 1.2 \times 10^{-11} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$$

$$\text{לדואר } (1 + X) (10^{-7} + 2X)^2 = 1.2 \times 10^{-11}$$

כיון פגיון $X \ll 1$ ולכן בסכום $(1 + X)$

משנימים את X בהשוואה ל-1 ומקבלים

$$(10^{-7} + 2X)^2 = 1.2 \times 10^{-11}$$

$$X = 1.7 \times 10^{-6} \text{ מול מול } \frac{\text{ליטר תמיסה}}$$

מ'צ' צ'מ'ן

(1) HOAc מכונה "חומצה חלשה" משום שסיוקה ליונים

בתמיסה איננו שלם; HCl , במים, מתפרקת ליונים

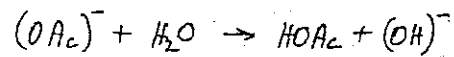
באופן מלא ולכן היא מכונה "חומצה חזקה"

(2) המלח NaOAc (נכון לצדקטי), לשיטת המומסים

במים, מתפרק במלואו ליוני Na^+ ו- (OAc^-) .

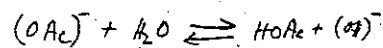
(3) היון (OAc^-) מוגל ל"שוקר" מולקולת מים ל- (OH^-)

ו- H^+ (לדוא מסתח לצדמו ביצירה (HOAc) ;



תגובה זו נקראת "היצדוקטי" (שיבת מים, ביוני)

ז"ו (OAc^-) וגילא מלידה זר מהדה לן מלח במים;



7) גבול שמקיימים בו מספר שיווי משקל כימיים, במצב שישו משקל כימי חייב להיות קיים בו-זמנית חייבת להיות קיימת משאלת קבוצת שיווי משקל לכל אחד (סימולטני) שלוש המשאלות הבאות:

$$\frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = K_1 ; \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} = K_2$$

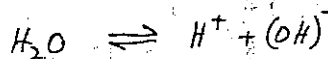
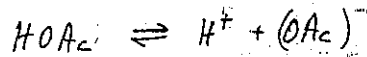
$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

K_1, K_2 הם קבוצת שיווי המשקל לתגובות המשאלות

הפרק איננו משוואה סימולטנית כאלה נזונים בהמשך.

מאגום שיווי המשקל הכימיים

לזיווג: אם היחס ביניהם NH_3 ו- $HOAc$ יתקבלו בגמיסה כל שיווי המשקל הבאים:



לכן, יחסם לעקבים כל המשאלות הבאות:

$$\frac{[(NH_4)^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\frac{[H^+][OAc^-]}{[HOAc]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

מקובל היא תגובה של שיווי המשקל שיווי המשקל

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

במקרה כזה אומרים בגמיסה הנדונה יש שלושה שיווי משקל כימיים סימולטניים

pH של גמיסה

בכל תמיסה מימית, יהיו המיונים שבה אצל ידיו,

אם רק ממנונים מספרן זמן, חייב לעקב"פ (בין זוג

שיווי המשקל האקסטרמיים), אם שיווי המשקל $H_2O \rightleftharpoons H^+ + (OH)^-$

קבוצת שיווי המשקל לתגובה זו, $K = 10^{-14}$, $25^\circ C$, M^2

באומדן: במצב שמי, K תמיסה מימית, $25^\circ C$,

חייבת להיות קיימת המשאלה: $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$

נבדד: בגמיסה מימית שבה $[H^+] = 1M$, חייב $[OH^-] = 10^{-14}M$

$[H^+] = 10^{-14}M$, $[OH^-] = 1M$

הואיל וברוב הגמיסות השימושיות ריכוז H^+

או ריכוז $(OH)^-$ אינו זולה של $1M$, נובע שגמיסה

הריכוז של H^+ או של $(OH)^-$ בגמיסה השימושית

הוא בין $10^{-14}M$ ובין $1M$

מאד לא נוח לעטא, בטבע או בעד מספרים

עם חשק גדולה (בדרך מחוץ) ולכן מקובל לציין,

לכל אג $[H^+]$ שבתמיסה כשמי, אלא את $-\log_{10}[H^+]$

ואיננו כה מכונה "pH של התמיסה";

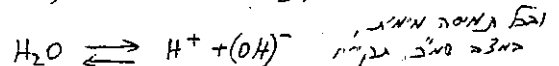
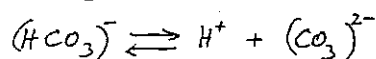
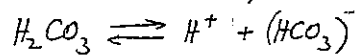
זאת נוסבר לשיווי משקל כימיים סימולטניים:

סמן-ז'חמצני (CO_2) בהתמוססו במים,

יוצר חומצה במימית (H_2CO_3 בעלת נוסחה

המקרה $H-O-C(=O)-O-H$); זוהי חומצה חלשה

שמפיקת איונים בקלות:



בכל תמיסה מימית במצב שמי בגמיסה

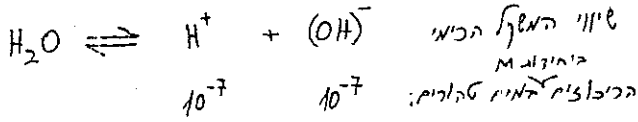
תוכן: בתצורה זו יהיה $[H^+] = 0.01 M$

(כי HCl מאתר ליונים ראשוניים) ולכן $pH = 2$

נראה צפוי שהחיסול הזה מקורה, אך בדבריה קרוב

מצוינת; החיסול האדוק:

הן במים טהורים והן בתמיסת HCl חזים להתקיים



$10^{-7} + 10^{-2}$
 10^{-7}
 הכובלים הראשונים "הראש" הנחמד
 הוא זה 10^{-7}

במקרה "הראש" הנחמד של HCl ב $\frac{1}{10^2}$ צדד התמיסה

תקול מקביל שיווי המשקל של (10^{-14}) ולכן התגובה

תתרחש מימין לשמאל (\leftarrow); כובלים (OH^-) ו- H^+

יבדל, עד שמבטלים זה את זה 10^{-14} , באופן זה יתקבל

ש"כ. נראה שיהיה יחד בל אמצע שני הכובלים

(הרד המס HCl ועד לקצה מצד שמאל) $\frac{1}{10^2} \times \frac{1}{10^2}$

באופן שמתבטל שיווי המשקל הכימי שנתן יהיו הכובלים:

$[H^+] = (10^{-2} - x)$, $[OH^-] = (10^{-7} - x)$

$(10^{-2} - x)(10^{-7} - x) = 10^{-14}$

תקיר אולם האם כפונקציה של x מתקבל שהתגובה

המשמעותית מבחינה פיסית היא חזית לגילוי של 10^{-7}

ולכן נראה להצגה אחרת x בהמשך של 10^{-2} ולכן:

$10^{-2}(10^{-7} - x) = 10^{-14}$

$x = 10^{-7} - 10^{-12}$ זמנא

$[H^+] = 10^{-2} - 10^{-7} + 10^{-12}$ זכרון

ולכן לפי, כשהצגתו הראשונית מתגלגלת $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

$[H^+] = 10^{-2} M$ קבולנו

$pH = -\log_{10} [H^+]$

אמאמר אצלנו נראה, ש-pH בתמיסה המעוטפת

ביותר נצ' בתוסים שלפין 0 ופין 14

במים טהורים, $[OH^-] = [H^+]$, כי כל מולקולה מים

שמפסקת יוצרת יון אחד מכל סוף ואין מקור אחר ליונים.

הואיל ומבטלים הכובלים 10^{-14} , קרי של אמצע מדמ 10^{-7}

ולכן $pH = 7$. במים טהורים, שבהם כמותן לא חומציים

לא קיים יעם (ניטרליים); זה של תמיסה מימית שבה

$pH = 7$ נראה שיהיה "תמיסה ניטרלית" (ולא חומצית)

בתמיסה חומצית כובל H^+ יגדל מאשר במים טהורים

(כמה תצורה חומצה דומים 13), באופן $[H^+] > 10^{-7} M$

ולכן $pH < 7$

בתמיסה בסיסית כובל (OH^-) יגדל מאשר במים טהורים

(כמה תצורה בסיסית דומים 13), באופן $[H^+] < 10^{-7} M$

ולכן $pH > 7$

ס'כום: בתמיסה בסיסית $pH > 7$

" ניטרלית (שהיא) $pH = 7$ "

" חומצית $pH < 7$ "

כל שיהי pH נמוך יותר, בתמיסה חומצית יותר

" "

חיסול pH בתמיסה שנונית

1) אולי pH בתמיסה HCl $0.01 M$? ננסה להראות

לפי המצבים הקיימים!!

הנחיה כללית בחישובי pH

(א) בגמישה חומצה אבה כיבוצ H^+ מהחומצה
 מספיק גדול בהשוואה ל- 10^{-7} , אפשר להגדיל את
 כיבוצ H^+ בלי להזדקק לתגובה $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$
 (ב) עשן לעיל המשוואה הכוללת בגמישה HCl (0.1M)

(ב) אם כיבוצ H^+ מהחומצה איננו מספיק גדול
 בהשוואה ל- 10^{-7} , חייבים להתחשב בתגובה
 $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

שאלה: מהו pH בגמישה HCl $10^{-8} M$?
 (הנחה: $pH = 8$, כי זה HCl בגמישה בסיסית)

פתרון: בתקופה גדולה לעומן המצדק עובר תוספת $[H^+]$
 בגמישה HCl 0.001M (צדד 23, צדד 23 שאלה)
 נסה תחילה להגיד בעצמך! הנחה
 $[H^+][OH^-] = (10^{-7} + 10^{-8}) \times 10^{-14} > 10^{-14}$

ואז שם שיתקבל יהיה
 $[H^+][OH^-] = (10^{-7} + 10^{-8} - x)(10^{-7} - x) = 10^{-14}$

לאחר פתרון המשוואה, נמצא שם
 $[H^+] = 1.05125 \times 10^{-7} M$

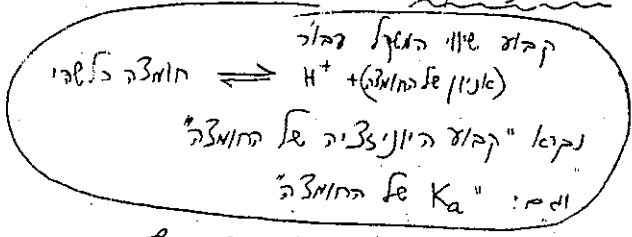
$pH = 7 - \log 1.05 = 6.98$

(ב) הכולל המקריב אין מציינים pH בדיוק הדולה על
 סדרת האילוף

(2) מהו pH (ב-25°C) בגמישה ממג שבה שני

מומסים, $0.1M HOAc$ ו- $0.001M NaOAc$?
פתרון: קבוצ שיווי המשקל עובר $HOAc \rightleftharpoons H^+ + OAc^-$
 ב-25°C ובגמישה ממג, הוא $1.8 \times 10^{-5} M$

קבוצ שיווי המשקל



במונח זה נאמר: ה- K_a של חומצה חזקה, ב-25°C,
 הוא 1.8×10^{-5}

פתרון: המלח $NaOAc$, לשימוש $0.001M$ הוא

מספק באופן מלא ליונים Na^+ ו- OAc^- (כל, "הרע" $0.001M$)
 בכמה הגמישה הוא זה יונים Na^+ ו- OAc^- ; הוא זה

אם קטיונים H^+ (בכיבוצ $10^{-7} M$, מפניק מים ליונים),

והוא זה גם אנפוקולוג $HOAc$ (בכיבוצ $0.1M$)

באמור בעמוד 20, הצד שמאל, אם, "הרע"

הכנה הגמישה, $\frac{(כיבוצ_{OAc^-})}{(כיבוצ_{HOAc})} \times \frac{(כיבוצ_{H^+})}{(כיבוצ_{HOAc})}$
 $1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.001}{0.1}$

צדדי שמתולד בגמישה התארה $HOAc \leftarrow H^+ + OAc^-$;

אם קט 1.8×10^{-5} , תתחילת מרע $HOAc \rightarrow H^+ + OAc^-$.

נציג את הכיבוצים ההתחלתיים ונקבל

$\frac{10^{-7} \times 0.001}{0.1}$ לומר עקב קט 1.8×10^{-5}

והתארה תתרחש בכיוון \rightarrow עד לקבלת שמש

נניח שצד לקבלת אולגו מצב שמש יכד כיבוצ $HOAc$

ב- x ; $\frac{[H^+]}{[OAc^-]}$ משוואה התארה $HOAc \rightleftharpoons H^+ + OAc^-$

ממייב שכיבוצי H^+ ו- OAc^- יעלו, ל- B נאמר

ב- x ; $\frac{[H^+]}{[OAc^-]}$ ולכן נאלץ לכתוב (במצב שמש):

$[HOAc] = 0.1 - x$, $[H^+] = 10^{-7} + x$, $[OAc^-] = 0.001 + x$

וכיבוצים אלה אמורים לקיים את משוואת קבוצ השמש

הצורה של הקיבול והצורך בתיוסוב ה"ה"

באשר תוספת החומצה או הבסיס (למעשה התרכיב) קטנה בהשפעה למעט החומצה החלשה ולמעט הנייטרל של (שבתמיסה המכילה) מבוזר (ע"י סגנון מדידת של המשוואה שהתקבלה לעיל) ש- X קבול מאלו לצד תוספת החומצה או הבסיס; כך נקבעה המשוואה לעיל. מציאת ה- X היא בתוספת חומצה חלשה ומצד שני של המשוואה. אצ"ל תמיסה מכילה חומצה חלשה, שבה כמות החומצה הנחשבת קטנה מאשר לנ"ל, לכן תוספת החומצה החלשה, והיא יכולה המיצוב התוספת של החומצה החלשה (ק- 0.01 מול בדומה לצד), וכמות האניונים קטנה באמצע המידה.

בתמיסה המכילה חומצה חלשה (לפני התוספת של החומצה) מוצאים, ע"י חישוב בדומה משוואה קבוצ שיווי משקל והרכיבונים הפורמלים של החומצה החלשה ושל הנייטרל שלה (0.01 מול, בדומה לצד).

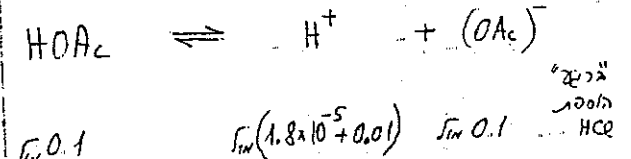
ש בקיבול טוב, $[H^+] = K_a \frac{\text{הרכיב החלש}}{\text{פ. הנייטרל}} \frac{\text{הרכיב החלש}}{\text{פ. הנייטרל}}$

(כשכל, הרכיב החלש הוא הרכיב המיוצג M) לרי נתוני ההכנה של התמיסה -- מספר החומרים של מומס שהיאם לצורך הכנת פטר תמיסה. $pH = pK_a + \log \frac{\text{רכיב חלש}}{\text{רכיב חומצה}}$

$pK_a = -\log K_a$ ואם מוספרים חומצה חלשה נפקה כמות קטנה יחסית לכמות הנייטרל, נאן למעלה (ולצד) המשוואה (המיוצגת) $\frac{\text{הרכיב החלש}}{\text{פ. הנייטרל}} = \frac{\text{כמות החומצה} - \text{המספר שהתחבר}}{\text{כמות החומצה} + \text{פ. הנייטרל}}$

(כמות 0.01 מול) תמיסה 1M HCl, נכנסו לתמיסה

0.01 מול H^+ נכנסו לתמיסה של התמיסה השונים הרכיב של כך:



כמות אלו ניכר, עקב גילגול, ומשקלה גבוהה שיהיו:

$(0.1-X)$ מול $(1.8 \times 10^{-5} + 0.01 - X)$ מול $(0.1-X)$ מול

הנפח הכללי יהיה $1.00 + 0.01 = 1.01$ ליטר

המצב של פ. הנייטרל, שומרו:

$$\frac{(1.8 \times 10^{-5} + 0.01 - X) \cdot (0.1 - X)}{1.01} = 1.8 \times 10^{-5}$$

בקיבול טוב, שמקבל ע"י הצגה $X = 0.01$ המכנה והביטוי שסולגרים קטנים דומה, מקבלים:

$$2.2 \times 10^{-5} M$$

$pH = -\log 2.2 \times 10^{-5} = 4.66$

לפני תוספת החומצה היה $pH = 4.76$, כמות שהוספה גרמה לקיבול ק- 0.1 יחידה pH

אם תוספת חומצה קטנה מ"מ, קיבול pH 7.00 - 5.00 יחידה pH

תרגיל 1 חשב את הקבול של גמיס
 בדרך אצטט 0.1M 1:1 (קרי: "אצט לאצ")
 והכונה ריכוזים שווים של HOAc ושל NaOAc; ב-לאצ
 (0.1M) מהם

הדרכה: חשב בעזרת הנוסחה ל-pH של גמיס
 בדרך שמוספית לך כמה קצת של חומצה חזקה
 (זו 26, כדבר שמאל). אף כי מעבר לסוף
 שהפעם מדובר בגופסג שאינה קטנה בולר יחסית
 לריכוז המל/החומצה החלשה, בל-לאצ גוצאג עדינה
 מדו"קת לאד"; בתוצאה מצויק מ'עצום למשואב
 קבוצ יווי מ'על (דומה במידת מה לזו שבמזוא 26,
 כדבר ימין, באמצע) ומעבר שהפכוון המצויק שונה
 אך במדט מהפכוון המקרה שמקבל מנוסחה ה-pH
 בגמיס בדרך.

אם מסתנים ק-ט את קבול הבקר, משאז
 שמוספג ב מולים חומצה חזקה (HCl) ל'טכר
 גמיס בדרך אמרה להכניז את ה-pH ק-1.00.
 משמשים בנוסחה ה-pH שבמזוא 26, כדבר שמאל
 ל'טה וקבלים $0.082 = C$. כדבר את החישוב
את קבול יקבל זמ למספג בסיס - הכב.
 זאג משאז שמדובר בבוקר 1:1. לא-כך בבוקר
 אחר, במדצמ זגנמל הבא.

תרגיל 2 חשב את הקבול (חומצה ו'אסיים) של
 גמיס בדרך אצטט 0.2M NaOAc + 0.1M HOAc
 גשבה. למדצמ 0.15 מ'ל; ל'סיים 0.086 מ'ל
 חישוב מהלך במזוא 34 (זו לעדין בו לפני שמספיק לע'ג)

תרגיל גמיס בדרך מוליים מומג חומצה
 חלשה ב'טה, ז'סיין ק- HA בריכוז 0.1M
 ו'מל של גמיס חומצה, NaA בריכוז 0.2M.
 ב-pH גמיס בדרך זו הוא 5.30
 א) מהו ה-pH של קבול אם ל-200 מ'ל של
 גמיס הבוקר נוסיף 10 מ'ל 0.2M NaOH?
 ב) מהו ה-pH בתמיסג HA 0.1M?
 גשבה: 3.00. בתכוון מהלך הכול הספוא,
 א' 34
הנחה לפכוון חלק אל יש להנה ת'מלה
 נוסחה ל-pH של גמיס בדרך שמוספית
 לך כמה קצת יחסית של בסיס חזק, בהקרה
 מ'מלה ל'נוסחה ש'מלה ע'דור גופסג של
 חומצה חזקה (במזוא בקוצם).
התשובה המקבלת 5.37

הצרכה מנוח
קבול של ב'ו'סר - מספר המולים של
 חומצה חזקה, או של בסיס חזק,
 שיש לעוסף לע'טכר אחד של גמיס הבוקר
 כדי לקבל שנוי pH ביחודה אתה.
 (בהנחה שנה החומצה/בסיס המוסף זנה בהמשך ל'טה).

הדרכה: אם כמה החומצה החלשה שבבוקר שונה
 מכמות המל של, קבול הבוקר למדצמ שונה
 מהקבול ל'סיים, במדצמ לע'גן (תרגיל 2)

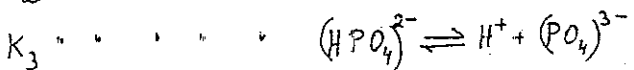
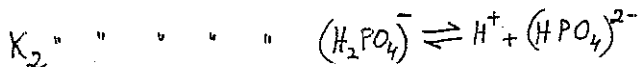
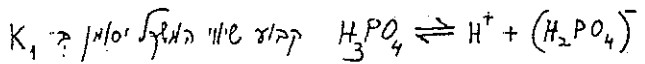
מחזור (אינדוקטור) לחומצה/בסיס

חישבו יום של חץ ושל כיכאזי אניונים
בתמיסת חומצה חלשה בעלת מספר פרואטונים
(מבואר להתייגן בשלבים); בתמיסה עשויים
להיות מומסים גם מלחים שלה ו/או חומצה חזקה
ו/או בסיס חזק - להילן דרך חישוב כאלה

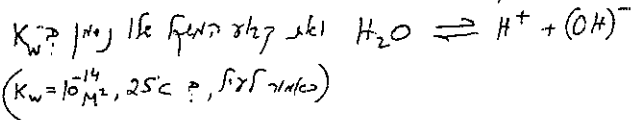
היכרות - חומר שהוא עצמו חומצה חלשה (או בסיס
חלש) שמאפיינת בבק, שצבעה (צבעו) שונה מצבע
האניון שלה (הקטיון שלו, אם מצמד בבסיס חלש).

ההכרה: נניח שחומצה חלשה מסוימת יש נוסחה
 HIn , כלומר שאניון שלה מסומן In^- , ונניח
שאניון זה צבע שונה מאשר לחומצה שלה HIn .
נניח K_{In} את קבוע היוניזציה של החומצה.
בתמיסה, שבה נמצאת החומצה במומס, היחס בין
כיכאזי סניון לחומצה יהיה

תבוא החומצה הנדוניה H_3PO_4 (חומצה כרתית),
שמומסת להתייגן בשלושה שלבים;



נעסוק בתמיסה מומסת, שבה חייב יהיה להתקיים
אם שני המעגל



$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{K_{In}}{[H^+]}$$

$$\log \frac{[In^-]}{[HIn]} = pH - pK_{In}$$

כנ/ת/יוני: קבוצי שיווי המשקל, K_w, K_3, K_2, K_1
(ה נתוני הכנה של התמיסה) (כלבים בומלטים);

מסקנה

כאשר $pH = pK_{In}$, היחס $\frac{[In^-]}{[HIn]}$ שווה ל-1

כאשר $pH = pK_{In} + 1$, היחס " שווה ל-10 (הצבע של In^- ונמסיה)

כאשר $pH = pK_{In} - 1$, היחס " שווה ל-1/10 (הצבע של HIn ונמסיה)

כל אלה מפרקים						נסחה המומסת	עם קטיון (לצד אניון)
ליוני במולקול							
NaOH	HCl	Na ₃ PO ₄	Na ₂ HPO ₄	NaH ₂ PO ₄	H ₃ PO ₄	a	ב
f	e	d	c	b	a		

מסבדי החומים עשויים להיות, בחלקם, אבסוס
הכרה: כל מלח של החומצה מפרק ליוני באופן מלא,
(לדוגמא $Na_2HPO_4 \rightarrow 2Na^+ + HPO_4^{2-}$) בק שמתקם
למחר ב מלחים Na_2HPO_4 אכנה למחר ב מל Na^+
 HPO_4^{2-} " ב !

כלומר, צבע התמיסה משתנה עם שנייה - pH
באור מסומים אכנה ל- $pH = pK_{In}$ (כאה טבלה)
אנדוקטורית בחומה המצדקה, עמ 21

הצדקה: חישוב ה- pH בתמיסה הנל ומשה כיכאזי
אניונים שונים (הצבע ש"ס)

פתרון - שימוש במשוואת שימור החומר ובמשוואת האלקטרון-טריאנג

סה"כ המולים של P (שמוצג ב- $PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, H_2PO_4^-, H_3PO_4$) הוא $a + b + c + d$ (מכונה $a+b+c+d$)
 סה"כ המולים של P לא ישתנה עקב פירוקה המכונה לעיל (כי הן באון מאוזן) - אי-השתנה
 זו מכונה "חוק שימור החומר" (ההפסד של P). לאור זאת נכלל להלן:

$$[H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}] = a + b + c + d$$

סה"כ המולים של P בלטר המסה המצב שמימין

סה"כ המטען החשמלי של כל הקטיונים שבתמיסה שווה תמיד (בטימן הכוון) לסה"כ המטען של כל האניונים.
 זהו כלל האלקטרון-טריאנג. ובצורת משוואה (המצב שמימין):

$$\frac{[Na^+]}{f + 3d + 2c + b} + [H^+] = [Cl^-] + [OH^-] + [H_2PO_4^-] + 2[HPO_4^{2-}] + 3[PO_4^{3-}]$$

מקובל בתמיסה חסרה

הריבוי של יון הברז שטען $\pm n$ מוכפל ב- n מוסר ומוסר של יון כזה שקול כריבוי n מולים של יון הברז שטען ± 1 ; לדוגמה. לומר PO_4^{3-} שטען מריבוי 3 (בצדק מתחשב) מהטען של מול Na^+ .

המצב שמימין חיבור לתקיים גם 4 משוואות קבוצי שיש להשתמש ב- K_1, K_2, K_3, K_w ;

$$\frac{[H^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]} = K_1 ; \frac{[H^+][HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]} = K_2 ; \frac{[H^+][PO_4^{3-}]}{[HPO_4^{2-}]} = K_3 ; [H^+][OH^-] = K_w$$

אביד משוואת קבוצי שיש להשתמש בשתי המשוואות הקודמות (שימור חומר ואלקטרון-טריאנג) מהלך

6 משוואות עם 6 הנעלמים $[H_3PO_4], [H_2PO_4^-], [HPO_4^{2-}], [PO_4^{3-}], [OH^-], [H^+]$

סבירן / משוואת קבוצי שיש להשתמש מקבלים:

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$$

$$[H_2PO_4^-] = \frac{K_1}{[H^+]} [H_3PO_4] ; [HPO_4^{2-}] = \frac{K_1 K_2}{[H^+]^2} [H_3PO_4] ; [PO_4^{3-}] = \frac{K_1 K_2 K_3}{[H^+]^3} [H_3PO_4]$$

נציב ביטויים אלה עבור כריבוי האניונים של התמיסה והאניון H^+ , הן במשוואת שימור החומר והן במשוואת האלקטרון-טריאנג (לאחר שישוואת האלקטרון-טריאנג נציביר תמיד את $[OH^-] + [Cl^-]$ מאליף ימין לאליף שמאל) ונחלק את שתי המשוואות שתתקבלנה, זו בזו, כך שישבטלם כריבוי $[H_3PO_4]$.

הקדמה מיוחדת (שיטת מדויקת)

שיטת צ'י - תהליך שבו קובעים את הכמות של חומרי צ"י תאגיד כמות של צד כמות ידועה של חומר אחר, B.
לדוגמה: קביעת ריכוז של תמיסת HCl במנאר
לפי, במדויק 14 בצד ימין

באשר מציינים שיטת צ'י, בדיוק כפי יש גמיסר
את הבלי ומספרים לפי צד, במנה מדויקת, תמיסה
אחרת; לאחר כל תוספת של מנה כזו, מדדים אדרי
של pH גדלה מעט מעט (לעומת רק בדיוקים את
צד התמיסה, ולא מדויקת מדויקת). יצר שגור
אם הולך למצד לאחר כל תוספת, כל צד סוף
שה כל המנה שהוסף צד לתוספת נדונה, נקרא
"עקומת שיטת צ'י". מנה כזה נגן הדק כל
למטה, באילו מהתוספת הסגורה התחילה בין
החומרים יתקיימה צד צד (למשל HCl עם NaOH)
ומכאן נגן למטה את הכמות הידועה ידוע

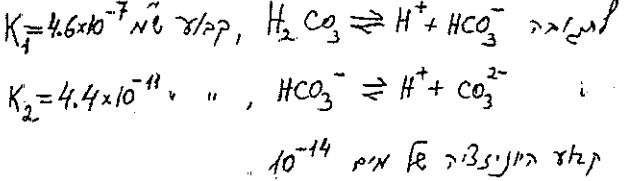
בשיטת צ'י של חומרים צ"י בסיסים (או חומרים),
מקובל לראות את pH שבתמיסה כפונקציה של
סה"כ נפח תמיסה החומרים, או הבסיס שהוסף לכל
עד לקבוצה הנשאלת.

תרגילים

1) חשב וצייר עקומת שיטת צ'י עבור שיטת צ'י
של 50 מ"ל תמיסת HCl 0.1N צ"י תמיסה

0.1N NaOH (לא תיבחר N - נאומל - במדויק 15).
חשב את ה-pH עבור התוספת (סוף המנה) הבאה
של תמיסה הבסיס (במדויק למד, מ"ל): 0, 20, 45,
49, 49.9, 50.1, 51, 60. מנה מונה לאחר
כל תוספת מתחילת - תחילה הסתיימה צד תמיסה.
צייר את ה-pH כנגד התוספת. לאחר צורת הדק, איילו
מתונים (אינדיקטורים) מתאימים לנפח נקודת
הפנה בשיטת צ'י זו? הסבר. (תעזר בטבלה שבאותה
המצב, עמוד 21)

2) חשב וצייר עקומת שיטת צ'י עבור שיטת צ'י של
25 מ"ל תמיסת Na_2CO_3 0.1M צ"י תמיסת HCl 0.1N
נתונים



הצורה: יא) שים את לסיקה האמורה במדויק 30,
ולפיה רשם את נפחי ההפנה עבור התמיסה לאחר
התוספת, בהי"ב, א"מ תמיסה חומרה (באור
בתנאי ההפנה יופיע X).

ה) כתוב משוואה דוגה לכו שבוש במדויק 30
(היא מתקבלת בקלות צ"י הצד $a = b = c = K_3 = 0$
ובמקום צד זמורה יז לתוב $d = 2 - m$? במקנה
שגור המאפיין יופיע רק d אלא e בדר המאפיין,
בסוף א של הצורה זו, בסוף של X).
חלף את X (שהיה, לדוג, באיז שגור, ושל הסגור
באור ימין) חשב באיז היומן שנקרא $\frac{X}{m}$ זמורה
מתחברות הבאים של pH ואילו צייר את pH כנגד X.

ב מה מולים סופי הנכנסו לצד א' בלבד
 במסה המולרית המלאה
 הסדר נוסף. מנין "נכנס" שהיה 4.75 מול O_2 ?
 והקצוות בטווח וטווח נכנס.

$$\frac{\text{מה מול } O_2 \text{ שהיה}}{\text{מה מול } C_6H_{14} \text{ שהיה}} = \frac{\frac{19}{2}}{1}$$

מה מול C_6H_{14} שהיה יהיו
 19 המולים שהיו מולתיו (0.5) כי יש מספר חסר למספר
 המולרים אג מה מול O_2 שהיה ומקבלים 4.75.

תוספת למחזור 13, 33 ימין

צד א' 3. צד ב' 2.5 קילי תמיסה HCl 0.1 M
 צד א' 1.5 קילי תמיסה $NaOH$ 0.2 M מהו היחס
 היחסי שמקבלת? נמוך יותר מזה שיש.

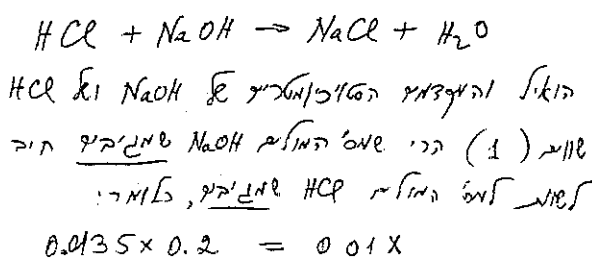
תמיסה	כמות	מולי
	0.075 M	Na^+
	0.0125 M	OH^-
	0.0625 M	Cl^-

המולי מולתו (יש להוסיף תמיסה אחרת)

בכרון מספר למולט שהיה 14, 33 ימין

הקבוצה האלקטרוניקה
 (למה 0.0135 קילי) תמיסה HCl X M, צד א' הוספה

13.5 מ"ל (למה 0.0135 קילי) תמיסה $NaOH$ 0.2 M
 למה, צד א' הוספה 0.0135×0.2 מולים $NaOH$,
 היה ב' 0.0135 המולים HCl של המספר:



זרבי ב' pH יש לצד א' האלף הימני;
 11.7 (מקבל מהו X קילי מול; למחזור זה
 ב' pH המולי Na_2CO_3 0.1 M לפני שמסופים HCl ;
 5.0, 5.5, 7.0, 7.5, 9.0, 9.5, 10.0, 11.0
 2.0, 2.5, 3.0, 3.5

עדיפה מסודרת של האלף שבצד א' מול
 אג המולי ומקבלת אג המולי שהיה צד א'.

לאור התקום למקבל, יש להעדיף:
 א) האלף זרבי pH יש להוסיף תבונה בדבר?
 ב) באזהרה ממון (אינדיקטור) נכון למחזור לפני
 הקצה שממנה למה גישה ג' 25 מ"ל
 מים HCl 0.1 M, והשיפה ממון למולי
 התרופה של 50 מ"ל נמק. (הצד א' המולי
 המולר המצד א', צד א')

בכרון מספר - צד א' 10 מולי 1

המול אג $Ca_3(PO_4)_2$ (שמה 310 ג')
 י. 2 מול P (שמה 62 ג')
 $\% \text{ מהקילי P} = \frac{62}{310} \times 100 = 20\%$

בכרון מספר - צד א' 10 מולי 2

C_6H_{14}	$\frac{19}{2} O_2$	$6 CO_2$	$7 H_2O$	המולי
43	160	0	0	מה מולים בתמיסה
86	32	0	0	
0	0	0	0	
0	0	0	0	
-0.5	-4.75	+30	+35	המולי (נכנסו)
0	0.25	30	35	מה מולים למולי

הערה מאד חשובה

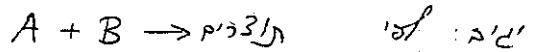
התוצאה הנל מקימה שיהי מאז שמוסיף לקרבם ריכוז של מומס כלשהו A בעצרת תגובה בין לבין מומס B שבתוספת איתו הריכוז ידוע

מכניסים לארנאמאיך נפה ידוע של אמת הגמסוג, נניח נפה V_A של התמיסה A

שכיכוסה בלתי ידוע (נמאן אמת V_B) אמת התמיסה של A הוא $C_A V_A$ אמת התמיסה של B

הריכוז ידוע (C_B) ומצאם אמת הנהפ התמיסה יש להוסיף (נמאן אמת V_B)

כדי של החומר A שהיה בתמיסה הארנאמאיך



מספר המולים של B שהוספו הוא $C_B V_B$

זכרי המשואה הכמותית היא קהילה שזהו גבולך אמת המוצע של A שיהי אמת תמיסה הארנאמאיך

$$C_A V_A = C_B V_B$$

ומאן מתוצרת אמת התמיסה C_A (שאר התוצרים ידועים)

פתרון מפורט לתרגיל 3, עמ' 32 מהספר

התגובה שמבוצרת			
HCl	$+$	$NaOH$	$\rightarrow H_2O + NaCl$
2.5×0.1		1.5×0.2	
$0.25 \frac{mol}{liter}$		$0.3 \frac{mol}{liter}$	
-0.25		-0.25	
0		$0.05 \frac{mol}{liter}$	
			$+0.25$
			$0.25 \frac{mol}{liter}$

נפה התמיסה הקרה = טכום נפה התמיסה שערבבו

(בדרך כלל נכונה משואה זו בקרב טמ, אך אינ

היא מדויקת אמרו והעודוה מספר מדויקת

מתמיסה במק שהנהפ עשו אמת טונה מסלם הפחית)

$$2.5 + 1.5 = 4.0 \text{ liter}$$

ולכן הריכוז בגמסוג הסוגר הם:

$$0.0625 M \leq \frac{0.25}{4} NaCl$$

$$0.0125 M \leq \frac{0.05}{4} NaOH$$

הואל ומומסים אמת מסלקים אמרו איונום, יש

המדדצרים לאמת במק: הריכוזים בגמסוג הסוגר הם:

$$Na^+ \text{ כמות התמיסה} \leq \frac{1.5 \times 0.2}{4.0} \leq 0.075 M$$

(יון זה לא השתנה, אמרו, כהתמיסה שהתמיסה ולכן

מבצע זכאול התמיסה, שנה אמת הסוגר, ולכן,

אם נסכא אמת ריכוזי $NaCl$ ו- $NaOH$ הסוגר, אמת אמת

$$0.0125 + 0.0625 = 0.075$$

$$Cl^- \text{ כמות התמיסה} \leq \frac{2.5 \times 0.1}{4.0} \leq 0.0625 M$$

$$OH^- \text{ כמות הסוגר} \leq \frac{0.05}{4.0} \leq 0.0125 M$$

(היון H^+ שהנהפ זכאול $H_2O + H^+ + OH^-$ ולכן יש

אמת זכאול הסוגר)

HT יתק טלו

פתרון מפורט - עמ' 13, תרגיל 1

תמיסה $NaCl$ $0.2 M$ נמאן אמת $0.2 M$ $NaCl$

(שעקל 11.6) $(0.2 \times (23 + 35))$ בקולומים אמת. אמת 0.2

התמיסה 1011.6 אמת $(11.6 + 1000)$ אמת. נפה

$$\frac{0.2 \text{ מול}}{1011.6} = \frac{0.2 \text{ מול}}{1011.6}$$

NaA כמות	(HA כמות)	
$0.2 \times 0.2 = 0.04$	$0.1 \times 0.2 = 0.02$	לפני התוספת
$0.04 + 0.002 =$ <u>0.042</u>	$0.02 - 0.002 =$ <u>0.018</u>	אחרי התוספת

לכן, אחרי תוספת הבסיס אמיני הזוג

$$\text{pH} = 5.0 + \log \frac{0.042}{0.018} = 5.3679$$

וזכרתי

$$\text{pH} = 5.37$$

סדרון זעיר לזיהוי 27, 23 ימין

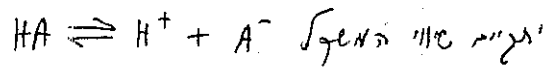
(א) בגמישה הבופר הנמוכה,

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{\text{כמות בסיס}}{\text{כמות חומצ}} \frac{0.2}{0.1}$$

$$5.3 = \text{pK}_a + \log \frac{0.2}{0.1}$$

$\text{pK}_a = 5.0$
 $\text{K}_a = 10^{-5} \text{ M}$

בגמישה 0.1 M HA (זוג ביוק 0.1 F)



ובניכוחם באיזון שמי: $0.1 - x \quad x \quad x$

כמות אלה ניימו את משווא קבוצ

שמי המערכת: $\frac{x^2}{0.1 - x} = 10^{-5}$

צדו סדרון של x קטן מאוד בהשוואה

ל-0.1; לכן נבנה יתג x במכנה ונקוד:

$$x^2 = 10^{-6}$$

$$x = 10^{-3}$$

(אלו קטן בעלי סדר גודל בהשוואה ל-0.1)

והתוצאה היתה מוצדקת

$$\text{pH} = -\log 10^{-3} = 3.00$$

(ב) תוספת 10^{-3} M NaOH

כיוון תוספת $0.2 \times 0.01 \leq 0.002 \text{ M HA}$

ובקירוב שלבדר בזמן 26, 27, 28, תוספת

15 גרמים אסצטת 0.002 M HA ולכן

לצורך 0.002 M NaA

בסדרון מסוים לגיניל 2 - זר 27 בזר שטול, שטול

בגמישה הבופר

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{0.2}{0.1}$$

נסימן c את הקבוצ 0.1 ונאמר, נאמר, תוספת c

שמי חומצה חזקה אלו תוספת בופר ולכן את pH

ביחידות c את. אלו המשואה של זמן 26, 27

$$\text{pH} - 1 = \text{pK}_a + \log \frac{0.2 - c}{0.1 + c}$$

נחסר משוואה 15 מקודמת ונקבל

$$1 = \log \left(2 \frac{0.1 + c}{0.2 - c} \right) \rightarrow 10 = 2 \frac{0.1 + c}{0.2 - c}$$

$$c = 0.15$$

את נסימן את הקבוצ 0.1 ונאמר, נאמר, תוספת c'

$$1 = \log \left(\frac{1}{2} \frac{0.2 + c'}{0.1 - c'} \right) \rightarrow c' = 0.086$$

2025/5/27 20:26

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

I II

1 H 1.008

3 Li 6.94	4 Be 9.01																	2 He 4.003			
11 Na 22.99	12 Mg 24.31																	10 Ne 20.18			
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.55	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	54 Xe 131.30			
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 98.91	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30	86 Rn 222			
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	103 Lr (260)			
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 Ac (227)	104 (Rf) (261)	105 (Haf) (262)	106													106	107	108	109

III IV V VI VII

Lanthanides

Actinides

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (249)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

(available radioactive isotope of longest half-life)