

מצעי ספיחה

כרטיס זיהוי של הפעילות

| | |
|---|--------------------------------|
| משאב המים | הפעילות משתלבת |
| הכרת מספר חומרים המשמשים כמצע הסופח מזהמים ממי השתייה. למצעי ספיחה שונים יכולת לספוח מומסים שונים מתוך המים. | רעיון/תכנים |
| ספיחה, שטח פנים, מחליף יונים, קשיות מים, מדדים ותקנים לאיכות מי שתייה, שיטות לבדיקת איכות מים. | מושגים קרובים לנושא |
| תצפית (סדרת מדידות) | סוג הפעילות |
| ביצוע ניסוי, דיווח על ממצאים והסקת מסקנות. | מיומנויות |
| פעילות מקורס מורים מובילים במדעי הסביבה תשע"ב בריכוזה של רבקה משגב. עיבוד במסגרת המרכז הארצי למורי ביולוגיה ולמורי מדעי הסביבה. הניסוי מעובד מהספר "יש לי כימיה עם הסביבה" מכון ויצמן. | הפעילות מבוססת על |

דפים לתלמיד

דפים למורה

רשימת כלים וחומרים

מצעי ספיחה

דפים לתלמיד

פתיח

בפעילות זו נכיר מספר חומרים המשמשים לטיהור מים. החומרים משמשים כמצעים הסופחים מומסים מתמיסות. למצעי ספיחה שונים יכולת לספוח מומסים שונים. בפעילות זו נבחן את כושר הספיחה של חול, פחם פעיל ומחליפי יונים. המומסים שנבדוק הם: צבע מאכל, יוני סידן (הגורמים לקשיות המים) ויוני כלוריד (הגורמים להמלחת המים).

חובה להשתמש בכפפות (תמיסת כסף חנקתי (AgNO_3) משאירה כתמים בידיים ועל בגדים).

הוראות העבודה

א. בדיקת מומסים בתמיסת המוצא - לפני חשיפה למצע ספיחה

לפניכם תמיסת מוצא המכילה מי ברז וצבע מאכל אדום.

- סמנו 2 מבחנות במספרים 1, 2. לכל אחת מהן הכניסו כ- 2 מ"ל תמיסת מוצא.

- למבחנה מס' 1 הוסיפו מספר טיפות תמיסת AgNO_3 . רשמו תצפיותיכם בטבלה.

- למבחנה מס' 2 הוסיפו מספר טיפות תמיסת Na_2CO_3 . רשמו תצפיותיכם בטבלה.

| בדיקת מומסים בתמיסת המוצא - לפני חשיפה למצע ספיחה | |
|---|--|
| תצפיות | |
| | צבע התמיסה ללא תגובה עם חומר כלשהו |
| | תגובה עם $\text{AgNO}_{3(aq)}$ |
| | תגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)}$ |

לידיעתכם, משקע לבן הנוצר בתמיסה בתגובה עם $\text{AgNO}_{3(aq)}$ מעיד על נוכחות יוני כלור בתמיסה.

משקע לבן הנוצר בתמיסה בתגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)}$ מעיד על נוכחות יוני סידן בתמיסה.

ענו על שאלה 1 בהמשך.

ב. הכנת מצעי הספיחה (במזרקים) והעברת התמיסות דרכם

- סמנו 5 כוסות כימיות א-ה; 5 מזרקים א-ה; ו-10 מבחנות: 2 מבחנות א, 2 מבחנות ב וכו'. בכל זוג מבחנות סמנו מבחנה אחת לבדיקת יוני כלור ואחת לבדיקת יוני סידן.
- הכינו את המזרקים:
- לכל מזרק הכניסו חתיכת צמר גפן והדקו אותה לכיוון הפיה של המזרק. פקקו את המזרקים. (ראו הצמר גפן והפקק באיור).
- שקלו 10 גר' חול והעבירו למזרק ב'.
- שקלו 2 גר' פחם פעיל והעבירו למזרק ג'.
- שקלו 10 גר' מחליף קטיונים והעבירו למזרק ד'.
- למזרק א לא מוסיפים דבר פרט לצמר גפן.
- העמידו את המזרקים בתוך הכוסות הכימיות המתאימות. לכל אחד מהמזרקים הכניסו 20 מ"ל מתמיסת המוצא. ערבבו בעדינות באמצעות קיסמי העץ והמתינו כ- 5 דקות.



ג. בדיקת מומסים בתמיסה - לאחר חשיפה למצע

- הורידו את הפקקים מהמזרקים והעבירו את התמיסה באמצעות הבוכנה לכוס בה נמצא המזרק.
- העבירו כ- 5 מ"ל מכל כוס לשתי מבחנות מסומנות בהתאם על מנת לבדוק נוכחות יוני כלור (תגובה עם $\text{AgNO}_3(\text{aq})$), ויוני סידן (תגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$). (יש להוסיף טיפות בודדות, טיפה אחר טיפה).
- רשמו את תצפיותיכם בטבלה הבאה.

| סוג המצע | צבע התמיסה ללא תגובה עם חומר כלשהו | תגובה עם $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ (בדיקת נוכחות יוני כלורידים Cl^-) | תגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ (בדיקת נוכחות יוני סידן Ca^{+2}) |
|-----------------------------------|------------------------------------|---|--|
| ללא מצע | | | |
| חול | | | |
| פחם פעיל | | | |
| מחליף קטיונים | | | |
| מחליף קטיונים ואניונים (מרכז מים) | | | |

שאלות

1. על סמך התצפית שערכתם בחלק א, והמידע "לידיעתכם" מה אתם יכולים להסיק על מי הברז?
2. מה ניתן להסיק על מצעי הספיחה:
 - א. מהמשקע שנוצר במבחנות שאליהן הוספתם $AgNO_3$?
 - ב. מהמשקע שנוצר במבחנות שאליהן הוספתם Na_2CO_3 ?
 - ג. מהמבחנות בהן לא נוצר משקע?
3. א. באילו מבחנות נעלם צבעו של צבע המאכל?
ב. מה ניתן להסיק על מצעי הספיחה בקשר לצבע המאכל?
4. בבתים רבים מתקינים מסנני מים. יש מסננים המותקנים במטבח לסינון מי השתייה בלבד, ויש המותקנים בכניסה לבית – לסינון כל המים הנכנסים לדירה.
 - א. איזה מצע ספיחה מתאים לשמירה על איכות מכונת הכביסה ומדיח הכלים. בסטו את תשובתכם על התוצאות שקיבלתם ועל מידע שתקראו על מסנני מים שונים.
 - ב. איזה מצעי ספיחה מתאימים לאזורים בהם יש למים טעם וריח של כלור?
5. במלחמת המפרץ, כשהיה איום של לוחמה כימית, חלקו לתושבים מסכות מגן (מסיכות אב"כ). המסכה מקנה מיגון נשימתי כנגד גז רעיל הנמצא באוויר. חפשו מידע על מסכות אב"כ והסבירו כיצד הן מגנות מפני גזים רעילים באוויר, ומה הקשר שלהן למצעי ספיחה.
6. א. נסחו לפחות 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות הפעילות שביצעתם.
 - ב. בחרו שאלה אחת מהשאלות שהעליתם.
 - ג. נסחו שאלה זאת כשאלת חקר בצורה בהירה ובמידת האפשר כקשר בין שני משתנים.
 - ד. נסחו בצורה בהירה ועניינית השערה המתייחסת לשאלה שבחרתם לחקור.
 - ה. נמקו את השערתכם על בסיס ידע מדעי רלוונטי ונכון.
 - ו. מהי הבקרה לניסוי?
 - ז. ציינו את הגורמים הקבועים שבניסוי.

דפים למורה

מטרות הפעילות

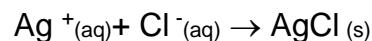
- היכרות עם מצעי הספיחה שונים: חול, פחם פעיל ומחילפי יונים ובדיקת יעילותם.
- הכרת בדיקה איכותית לזיהוי יוני כלור ויוני סידן בתמיסה באמצעות תגובה עם $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ועם $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$.

שיטת העבודה

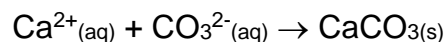
- א. היכרות עם בדיקה איכותית לנוכחות יוני כלור וסידן בתמיסה על ידי משקע שנוצר.
- ב. חשיפת תמיסות למספר מצעי ספיחה ובדיקת המומסים שנשארו בתמיסה אחרי החשיפה.
המומסים הנבדקים בפעילות הם: צבע מאכל, יוני כלור (שהם מדד למליחות מים), יוני סידן (שהם מדד לקשיות מים).

יעילות הספיחה נבדקת בהתאם למומס):

- צבע מאכל - על פי עוצמת הצבע
- יוני כלור - על פי כמות המשקע (איכותי) שנוצר בתגובה עם $\text{AgNO}_3(\text{aq})$



- יוני סידן - על פי כמות המשקע (איכותי) שנוצר בתגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$



רקע עיוני/מדעי

קיימות שיטות רבות לטיהור וחיטוי מים. ספיחה היא אחת מהן, ספיחה היא תהליך בו חומר (גז נוזל או מוצק) נקשר לחלקיקים של חומר מוצק ומצטבר על פניו. חול, פחם פעיל ומחילפי יונים משמשים לתהליכי ספיחה.

גורמים המשפיעים על יעילות הספיחה

- שטח הפנים (גרגרי, נקבובי)
- קצב זרימת המים דרך המצע
- הדרך שהמים עושים בתוך/על המשטח הסופח
- ריכוז המזהמים במים
- סלקטיביות המשטח הסופח (משטח טעון חשמלית)

1. ספיחה ע"י חול

החול הוא מוצק גרגרי, ולכן שטח פניו גדול יחסית. כ- 99% מהחול הוא למעשה התרכובת הידועה בשם סיליקה, שנוסחתה היא SiO_2 . זוהי תרכובת שעל שטח הפנים שלה מצויים בעיקר אטומי חמצן היכולים ליצור קשרים בין מולקולאריים עם חומרים שונים המומסים במים ובצורה זו להוות מצע סופח למזהמים. יעילות החול מוגבלת לעומת מצעים אחרים. גרגרי החול גדולים למדי יחסית לגרגרים של מצעי ספיחה אחרים ולכן לחול אין שטח פנים סגולי גדול בהשוואה למסננים אחרים.

2. פחם פעיל

פחם פעיל עשוי מחלקיקי פחם אשר עברו תהליך שהגדיל את פני השטח שלהם וכך את יכולתם לספוג מגוון רחב של מזהמים. שטח הפנים שלו גבוה - 500 מ²/גר' או יותר, והוא נקבובי.

הפחם מתאים במיוחד להרחקת חומרים אורגניים וגזים. יעילותו נמוכה מאוד בהורדת קשיות מים ולגבי חיידקים.

3. מחליף יונים

מחליפי יונים עשויים מחומר פולימרי היוצר רשת תלת ממדית מוצקה. החומר הוא בעל קבוצות פעילות טעונות המשמשות ללכידת יונים מתמיסות המועברות דרך מחליף היונים. תהליך חילוף היונים הוא תהליך הפיך, וניתן לטעון או להעמיס על המחליף את היון המבוקש באמצעות שטיפה בכמות גדולה של היונים הללו.

מחליפי יונים יכולים להיות מחליפי קטיונים עבור חלקיקים הטעונים במטען חשמלי חיובי, או מחליפי אניונים עבור חלקיקים הטעונים במטען חשמלי שלילי.

אחד השימושים הנפוצים ביותר למחליפי יונים הוא ריכוך מים. למטרה זו משמש חומר המחליף אניונים וקטיונים במקביל. בתהליך זה מוזרמים דרך החומר הפעיל מים "קשים" (המכילים כמות גבוהה יחסית של יוני סידן או מגנזיום), ובעת המעבר מתרחש חילוף קטיוני סידן (Ca^{+2}) ומגנזיום (Mg^{+2}) מהמים לחומר הסופח, כנגד נתרן (Na^{+1}) או מימן (H^{+1}) היוצאים מהחומר הסופח. מתקבלת תמיסה מימית שבה ריכוז יוני הסידן והמגנזיום נמוך יחסית ואלה נקראים "מים רכים".

הערות והמלצות למורה

- חובה להשתמש בכפפות (תמיסת כסף חנקתי משאירה כתמים בידיים ועל בגדים).
- לתלמידים בעלי רקע בכימיה ניתן להשמיט את המידע "לידיעתכם", וכן את ההפניה למידע זה בשאלה 1.

- לכיתות עם אוריינטציה כימית ניתן להוסיף מדידות כמותיות על ידי טיטרציה, לגבי ריכוז יוני כלור ויוני סידן לפני מעבר התמיסה בחומר הסופח ואחרי, וכך להעריך את איכות החומר הסופח.

תשובות לשאלות

א. תוצאות המדידות בסעיף 1.

| תצפיות בבדיקת מומסים בתמיסת המוצא - לפני חשיפה למצע | |
|---|---|
| תצפיות | |
| אדום | ללא תגובה עם חומר כלשהו |
| לבן | תגובה עם $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ |
| לבן | תגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ |

ה. רשמו את תצפיותיכם בטבלה המצורפת.

טבלה: תצפיות במהלך בדיקת מומסים בתמיסות - לאחר חשיפה למצע

| סוג המצע | צבע התמיסה ללא תגובה עם חומר כלשהו | תגובה עם $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ (בדיקת נוכחות יוני כלורידים Cl^-1) | תגובה עם $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ (בדיקת נוכחות יוני סידן Ca^{+2}) |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|--|
| ללא מצע | אדום | משקע לבן בתוך תמיסה ורודה | משקע לבן בתוך תמיסה ורודה |
| חול | אדום | משקע לבן בתוך תמיסה ורודה | משקע לבן בתוך תמיסה ורודה |
| פחם פעיל | חסר צבע יתכן ורוד בהיר | משקע לבן בתוך תמיסה שקופה | משקע לבן בתוך תמיסה שקופה |
| מחליף קטיונים | אדום | משקע לבן בתוך תמיסה ורודה | אין משקע |
| מחליף קטיונים ואניונים (מרכז מים) | אדום | אין משקע יתכן עכירות קלה | אין משקע יתכן עכירות קלה |

1. על סמך התצפית שערכתם בחלק א (לעיל) והמידע "לידיעתכם" מה אתם יכולים ללמוד על מי הברז?

במים הנבדקים יש נוכחות של יוני כלור Cl^-1 ויוני סידן Ca^{+2} , ששקעו כמלחים קשה תמס.

2. מה ניתן להסיק על מצעי הספיחה:

א. מהמשקע שנוצר במבחנות שאליהן הוספתם AgNO_3 ?

הופעת משקע מוכיחה שנשארו בתמיסה יוני כלור. מכאן ניתן להסיק שהמצעים שתמיסות

אלה עברו דרכם לא ספחו יוני כלור.

ב. מהמשקע שנוצר במבחנות שאליהן הוספתם Na_2CO_3 ?

הופעת משקע מוכיחה שנשארו בתמיסה יוני סידן. מכאן ניתן להסיק שהמצעים שתמיסות אלה עברו דרכם לא ספחו יוני סידן.

ג. מהמבחנות בהן לא נוצר משקע?

אי הופעת המשקע מעידה על העדר היונים בתמיסה. מכאן ניתן להסיק שהמצעים שתמיסות אלה עברו דרכם ספחו את יוני הסידן ויוני הכלור.

3. א. באילו מבחנות נעלם צבעו של צבע המאכל?

הצבע האדום נעלם במבחנות שהכילו פחם פעיל

ב. מה ניתן להסיק על מצעי הספיחה בקשר לצבע המאכל?

העלמות הצבע מעידה על כך שהפחם הפעיל סופח את המולקולות של צבע המאכל.

4. בבתים רבים מתקינים מסנני מים. יש מסננים המותקנים במטבח לסינון מי השתייה בלבד, ויש המותקנים בכניסה לבית – לסינון כל המים הנכנסים לדירה.

א. איזה מצע ספיחה מתאים לשמירה על איכות מכונת הכביסה ומדיח הכלים. בסט את תשובתכם על תוצאות הפעילות ומידע שתקראו על מסנני מים שונים.

כאשר המטרה העיקרית היא הגנה על מכשירים כמו מכונות כביסה ומדיח כלים, חשוב שהמצע יספח מלחים ויקטין את קשיות המים, לכן מתאים להשתמש במחליפי קטיונים ואניונים.

ב. איזה מצעי ספיחה מתאימים לאזורים בהם יש למים טעם וריח של כלור?

טעם וריח של כלור במים מעידים על מליחות גבוהה של המים. לכן באזורים בהם יש טעם וריח של כלור לעיתים תכופות כדאי להשתמש במסננים עם מחליף קטיונים ואניונים.

5. במלחמת המפרץ, כשהיה איום של לוחמה כימית, חלקו לתושבים מסכות מגן (מסכות אב"כ).

המסכה מקנה מיגון נשימתי כנגד גז רעיל הנמצא באוויר. חפשו מידע על מסכות אב"כ והסבירו כיצד הן מגנות מפני גזים רעילים באוויר, ומה הקשר שלהן למצעי ספיחה.

תהליך הטיהור במסכות אב"כ נעשה בשלוש דרכים: פילטרציה (סינון פשוט), ספיחת הרעלים, ותגובה כימית. תהליך הפילטרציה מתבסס, בדומה למסננת, על מעבר של האוויר דרך חומר שבו חורים כה זעירים עד שאינם מאפשרים למולקולות הרעלנים (הגדולות ממולקולות האוויר) לעבור דרכם. תהליך הספיחה מתבצע כאשר האוויר זורם דרך חומר בעל פעילות כימית הסופחת את החומר הרעיל.

במסכות אב"כ נעשה שימוש במצע ספיחה - פחם פעיל, שהוא פחם שעבר טיפול מיוחד, היוצר בו כמות גדולה מאוד של חורים מיקרוסקופיים, המגדילים מאוד את שטח הפנים שלו, ומאפשרים שטח ספיגה גדול. כאשר האוויר עובר דרכו, נספגות בו המולקולות של החומר הרעיל ונשארות בתוכו.

6. א. נסחו לפחות 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות הפעילות שביצעתם.

בסעיף זה כל שאלה לגטימית ולא חייבת להיות שאלת חקר

שאלות לדוגמה:

1. האם הפחם הפעיל יכול לקשור כל כמות צבע אדום?
2. אם נשים יותר מצע האם התמיסה תסתכן טוב יותר?
3. מה הקשר בין סוג מצע הספיחה לבין מהירות זרימת התמיסה?
4. מה הקשר בין סוג מצע הספיחה לבין היונים הנספחים על ידו?
5. האם מחליף היונים יחליף יונים נוספים מלבד יוני הכלוריד?

ב. בחרו שאלה אחת מהשאלות שהעליתם.

שאלה מספר 1

ג. נסחו את השאלה שבחרתם כשאלת חקר, בה יבוא לידי ביטוי קשר בין שני משתנים.

שאלת חקר: מה הקשר בין כמות החומר הסופח (הפחם) ובין יעילות הספיחה (=ריכוז צבע

האדום שיישאר בתמיסה)?

או: כיצד משפיע משך הזמן שהתמיסה שווה עם מצע הספיחה על יעילות הספיחה (כמות

החומר שיישאר לאחר המעבר במצע הספיחה)?

ד. נסחו ונמקו בצורה בהירה ומבוססת ידע מדעי השערה המתייחסת לשאלה שבחרתם

לחקור.

השערות:

ככל שכמות החומר הסופח תהייה גדולה יותר, יישאר פחות צבע בתמיסה, מאחר ולפחם הפעיל יש כמות מוגבלת של אתרי ספיחה, וככל שכמותו תהייה גדולה ייווצרו יותר קשרים בין חלקיקי המצע לבין מולקולות הצבע, כלומר הוא יספח יותר מולקולות צבע, ופחות מולקולות יישארו בתמיסה לאחר המעבר (יעילות הספיחה תהייה גדולה יותר)

ככל שמשך הזמן להיווצרות הקשרים בין המצע לבין התמיסה יהיה גדול יותר כך הוא יספח מהתמיסה כמות גדולה יותר של המזהם, ופחות ממנו ייצא בתמיסה שיוצאת (יעילות הספיחה תהייה גדולה יותר).

ה. מהי הבקרה לניסוי?

הבקרה תהייה על בסיס של השוואה, ובנוסף מבחנה אחת עם צמר גפן בלבד (ללא תוספת

מצע כלשהו).

ו. ציינו את הגורמים הקבועים שבניסוי.

גורמים קבועים – בהתאם לניסוי: אותה כמות תמיסה/מצע ספיחה בכל מצע, אותו מקור

מים, מהירות הזרמת התמיסה במצעים השונים.

רשימת כלים וחומרים לקבוצה

| חומרים | ציוד |
|--|---------------------------------|
| 20 גרם חול | 12 מבחנות זכוכית רגילות |
| 2 גרם פחם פעיל אבקתי | מעמד למבחנות |
| 15 גרם מחליף קטיונים* | 2 משורות בנפח 25 מ"ל |
| 15 גרם מחליף אניונים וקטיונים (מרכז מים)* | 5 מזרקים בנפח של 30 מ"ל |
| 120 מ"ל תמיסת צבע מאכל אדום שהוכנו במי ברז (מים קשים) – תמיסת המוצא | 10 כוסות כימיות בנפח של 100 מ"ל |
| 15 מ"ל תמיסת AgNO_3 בריכוז 0.5M יש לשקול 135 גרם מהחומר המוצק ולהמיס ב- 1 ליטר מים מזוקקים | 10 קיסמי עץ (שיפודים) |
| 15 מ"ל תמיסת Na_2CO_3 בריכוז 0.5M יש לשקול 53 גרם מהחומר המוצק ולהמיס ב- 1 ליטר מים מזוקקים. | מספר טפי חד-פעמי |
| | כפיות פלסטיק לשקילה |
| | טוש לסימון המבחנות |
| | כפפות |
| | משטפת מים מזוקקים |

* ניתן להשיג אצל ספקים שונים של ציוד וחומרים למעבדות.