

הכנת דלק ארוז

עבדאללה ח'לאילה*



הסבר לתופעה

אם משתמשים בכהלים בעלי מסיסות נמוכה במים, שיש להם זנב פחמימני הידרופובי גדול יחסית, אז נוצרות עם המים שתי שכבות. כאשר מערבבים תערובת זו עם תמיסה מימית רוויה של סידן אצטטי, אין הכוהל מתערבב עם התמיסה המימית של סידן אצטטי ובוודאי אינו מתקרב לסידן אצטטי שנמצא בפזה המימית, לכן לא נוצר הג'ל המבוקש. לפיכך, פונים לכהלים מסיסים במים.

מה קורה במקרה זה? ההשערה היא שהסידן האצטטי מייצר רשת בתוך התמיסה המשותפת לו ולכוהל המסיס במים. רשת כלשהי אשר לוכדת את המולקולות של הכוהל. רק אם מולקולות הכוהל המסיס במים מספיק גדולות, הכוהל נלכד ע"י הרשת שיוצרה על ידי הסידן האצטטי בתוך התמיסה המשותפת. כל זה חל על הכהלים אתאנול, ופרופאנול, 2 פרופאנול, 2 מתיל, 2 פרופאנול אשר נמסים היטב במים, וכך הרשת של הסידן האצטטי מצליחה ללכוד אותם



וליצור ג'ל.

כל האמור לעיל אינו חל על מתאנול. פירושו של דבר שהרשת של הסידן האצטטי בתוך התמיסה המשותפת אינה מצליחה ללכוד את מולקולות המתאנול בגלל שהללו קטנות דיין, והן מצליחות להסתגל מתוך הרשת שנוצרה על ידי הסידן האצטטי. לכן עם המתאנול לא נוצר הג'ל - הדלק הארוז המבוקש.

כנראה ישנה התאמה בין מידת התמוססותו של הכוהל

האם חשבתם על כך, חברי הקוראים, שבטיולכם הרגלי הבא תוכלו לקחת לכם חתיכת דלק ארוז שהכנתם מראש כדי להדליק אותה, ולהכין עליה כוס קפה להנאתכם?

האם חשבתם שבחג החנוכה תכינו לכם חתיכה דומה, מעורבת בכל מיני מלחים כמו נחושת כלורי, סטרונציום כלורי, באריום כלורי ועוד, על מנת ליצור ממנה להבה בצבעים מרהיבים?

עדי פבלוקאס, מורה ומדריכה לכימיה בביה"ס מטרוויסט ברעננה, הציעה לי כיצד ליישם רעיון מעין זה. לשם כך יש לערבב תמיסות מסוימות ליצירת תערובת חצי מוצקה שניתן לצקת לתבנית של קוביות קרח, בלי להכניס למקרר, וכך במקום קוביות קרח, נוצרות קוביות דלק ארוז שניתן להשתמש בהן בעת הצורך. את אותו הרעיון ניתן לנצל כדי לעשות נרות.

בשורות הבאות אפרט על שני ניסויים להכנת דלק ארוז לעת הצורך.

הרעיון שמסתתר מאחורי הניסוי הראשון הוא יצירת ג'ל מערבבים שני נוזלים: 1. תמיסה רוויה של סידן אצטטי במים; 2. אתאנול בריכוז של 95% לפחות או כל כוהל אחר מסיס במים (במקום הכוהל אפשר להשתמש באצטון).

הג'ל הוא בדרך כלל מערכת קולואידית שמכילה נוזל, במקרה זה כוהל או האצטון, שמפוזר בתוך מוצק, סידן אצטטי במקרה שלנו.

* עבדאללה ח'לאילה, מורה לכימיה בתיכון סכנין, מדריך לכימיה במגזר הערבי.

בד"כ כלל סבונים נוצרים כאשר שומנים או שמנים מגיבים עם נתרן הידרוקסיד. השומנים או השמנים הם אסטרס גדולים אשר מכילים שלוש מולקולות של חומצות שומן. זוהי תגובת הידרוליזה בסיסית של השמן או השומן שבעקבותיה נוצרים סבון וגליצרין.

הניסוי השני שלנו הוא תגובה של ייצור סבון מסוג אחר. הוא אינו תגובת הידרוליזה, אלא תגובה בין חומצה לבסיס שבעקבותיה בנוסף למים נוצר המלח, הלוא הוא הסבון.

גם בניסוי השני שמבוצע תוך כדי חימום על פלטה חשמלית ולא על אש עם להבות, יש ללבוש כפפות. ניתן לערבב את התערובת עם כל מיני מלחים כמו נחושת כלורי, סטרונציום כלורי ובאריום כלורי ועוד – בדומה לניסוי הראשון.

בניסוי הזה, לאחר ירידת הטמפרטורה מסירים את שארית הנוזל מתחתית הכוס שבה התרחשה התגובה, יוצקים אותה לתוך בקבוק מתאים, סוגרים את הבקבוק, מרחיקים אותו מן המקום ושומרים אותו לניסויים הבאים. מסירים את הכפפות, זורקים אותן, רוחצים היטב את הידיים במים ובסבון ומייבשים אותן. לאחר הרחקת כל הנוזלים האורגניים הדליקים מן המקום כשהם בבקבוקים סגורים היטב, ניתן להדליק את הדלק הארוז השני שלנו בתוך הכוס הכימית שבה הוא נמצא.

לפני הדלקת הגל ניתן להוסיף לו מלחים כמו המלחים שהזכרנו לעיל (נחושת כלורי, באריום כלורי, סטרונציום כלורי וכו'), ואין להיבהל מהדלקת הגל בתוך הכוס הכימית. אם נכבה את האורות נראה צבעים מרהיבים שנוצרו עם המלחים הנ"ל. אין חשש שהזכוכית תיסדק או תישבר אם משאירים את הבעירה (או הדליקה) לדקה-שתיים. אם אתם מחליטים לכבות את הלהבה בתוך הכוס הכימית, דאגו לכסות את הכוס בנייר לבן רגיל (נייר שכפול), והלהבה תיכבה מיד. וכדי שהקוראים הנכבדים יוכל לבצע את שני הניסויים הנ"ל, אני מביא בשורות הבאות את מהלכו של כל אחד משני הניסויים.

במים לבין כמות הגל הנוצר. תוצאה זו אינה חלה על מתאנול. ואפשר לשער שככל שמידת התמוססותו של הכוהל במים גדולה יותר, כן כמות הגל הנוצר גדולה יותר ולהיפך. כאמור, כל זה אינו חל על מתאנול.

כל מה שחל על כהלים מסיסים במים, חל גם על אצטון אשר יוצר ג'ל כשמערבבים אותו עם התמיסה המימית של הסיידן האצטטי.

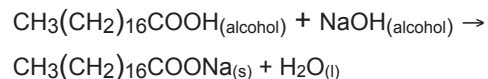
כל הגלים אשר הזכרו לעיל ניתנים לשימוש כדלק ארוז.

שימו לב, לפני שמדליקים את הדלק הארוז, יש לסחוט אותו בידיים עטויות כפפות דרך משפך לתוך בקבוק מתאים, לסגור את הבקבוק היטב, להרחיקו מן המקום לפני הדלקת הדלק הארוז ולשמור אותו לניסויים הבאים. את הדלק הארוז ניתן לשים על רשת קרמית אשר נמצאת על חצובה ולהדליקו. לפני ההדלקה יש להסיר את הכפפות ולהשליכן, לשטוף היטב ידיים במים ובסבון, לייבש אותן ולהרחיק את כל הנוזלים האורגניים הדליקים מן המקום כשהם נתונים בבקבוקים סגורים היטב.

ומה הרעיון שמסתתר מאחורי הניסוי השני?

הרעיון הוא יצירת ג'ל מסוג אחר. מערבבים אחת מחומצות השומן שהיא חומצה סטיארית עם נתרן הידרוקסיד ועם אתאנול. כאן מתרחשת תגובת חומצה-בסיס ובעקבותיה נוצר המלח נתרן סטיאראט שהוא למעשה סבון, והוא אשר הצליח ללכוד את האתאנול וליצור את הג'ל המבוקש. הג'ל החצי מוצק הזה הוא למעשה הדלק הארוז השני שלנו.

התגובה בין חומצה סטיארית לבין נתרן הידרוקסיד היא הבאה:



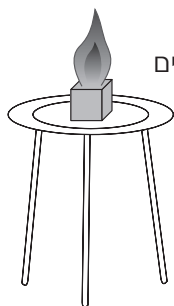
חומצה סטיארית שהיא חומצת שומן, אינה נמסה במים כלל, נמסה מעט בכוהל בטמפרטורת החדר, ואילו בתוך כוהל חם היא נמסה היטב (מדוע?). המלח של חומצת שומן שהוא נתרן סטיאראט הוא הסבון.



הניסוי הראשון: הכנת דלק ארוז

חומרים וציוד

מים מזוקקים	C_2H_5OH לא פחות מ-95% סידן אצטטי $Ca(CH_3COO)_{2(s)}$ כפפות
2 ביקרים של 100 מ"ל כל אחד	משקפי מגן
רשת	אירלנמייר 250 מ"ל עם פקק מתאים
גפרורים	משורה של 10 מ"ל
חצובה	משורה של 100 מ"ל
מאזניים	משפך רגיל



מהלך הניסוי

זהירות: לבשו משקפי מגן, כבו להבות מסביב, ודאו שאין להבות במעבדה כשאתם עובדים. יש להקפיד על כל ההוראות לעיל, כולל הרחקת נוזלים דליקים כאשר מדליקים את הדלק הארוז.

1. שימו 10 מ"ל של תמיסה A לתוך ביקר אחד של 100 מ"ל.
 2. כנ"ל 60 מ"ל של תמיסה B בתוך הביקר השני.
 3. שפכו באטיות את תוכן תמיסה A אל הביקר שכולל את תמיסה B.
 4. כאשר התמיסות מתערבבות, הן יוצרות בהתחלה ג'ל בצורה מיידית. צפו במתרחש ורשמו את תצפיותיכם.
 5. הוציאו את הג'ל ידנית (בידיים עטויות כפפות), סחטו אותו היטב מכל הנוזל שבו והניחו אותו על הרשת שעל החצובה. את הנוזל שנסחט העבירו דרך משפך לתוך בקבוק מתאים, סגרו היטב את הבקבוק, הרחיקו אותו מן המקום ושמרו אותו לפעם הבאה.
 6. הסירו את הכפפות, שטפו היטב את ידיכם במים ובסבון ויבשו אותן.
 7. הדליקו את הג'ל כשהוא על הרשת.
 8. צפו במתרחש ורשמו תצפיותיכם.
- * הג'ל שקיבלתם הנו דלק שאפשר לקחת לטיולים ולהשתמש בו להכנת כוס קפה.

הוראות להכנת התמיסות

- תמיסה A:** תמיסה רוויה של 35 גרם של סידן אצטטי $Ca(CH_3COO)_{2(s)}$ בתוך 100 מ"ל מים חמים. שמרו אותה בתוך האירלנמייר של 250 מ"ל.
- תמיסה B:** אתאנול בריכוז של 95% לפחות.
9. חזרו על הניסוי אבל הפעם השתמשו בנוזלים אחרים במקום בתמיסה B: אצטון וכהלים אחרים. האם אתם צופים באותה תופעה בכל הנוזלים? מה אתם מסיקים מכך?

הניסוי השני: דרך נוספת להכנת דלק ארוז

חומרים וציוד

5	גרם חומצה סטיאירית $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}_{(s)}$	רשת קרמית	כפפות
100	מ"ל כוהל אתילי 95% לפחות	חצובה	2 ביקרים של 250 מ"ל
4	גרם נתן הידרוקסידי $\text{NaOH}_{(s)}$	גפרורים	תרמומטר
	פלטה חשמלית (ולא גזייה)	משקפי מגן	משפך

מהלך הניסוי

זהירות: לבשו משקפי מגן, כבו להבות מסביב, ודאו שאין להבות במעבדה כשאתם עובדים. יש להקפיד על כל ההוראות לעיל, כולל הרחקת נוזלים דליקים כאשר מדליקים את הדלק הארוז.



1. המס את חמשת הגרמים של החומצה הסטיאירית בתוך 50 מ"ל של אתאנול שנמצאים בתוך ביקר של 250 מ"ל.
2. שימו 50 מ"ל אתאנול בתוך הביקר השני של 250 מ"ל. הוסיפו את ארבעת הגרמים של נתן הידרוקסידי. השתמשו בכפפות. אל תגעו בידיכם בנתן הידרוקסידי, כי הוא חומר קורוזיבי.
3. שימו את שני הביקרים על אותה פלטה חשמלית חמה. חממו אותם עד שכל המוצק יתמוסס באתאנול. לא לתת לטמפרטורה לחצות את ה-60 מעלות צלזיוס. מדוע לדעתכם?
4. הוסיפו את תמיסת החומצה הסטיאירית לתמיסת הנתן ההידרוקסידי לאט, בזהירות ותוך כדי ערבוב. צפו במתרחש.
5. לאחר שהתערובת התקררה, שפכו את יתרת הנוזל אשר נשארה לאחר הערבוב לתוך בקבוק דרך משפך וסגרו אותו היטב בפקק מתאים. הרחיקו את הבקבוק ושמרו אותו לפעם הבאה. הסירו כפפות. רחצו היטב את ידיכם במים ובסבון ויבשו אותן.
6. את הביקר שקיבלתם בסעיף 4 הניחו בזהירות במקום בטוח, לאחר שסילקתם ממנו את הנוזל שהתקבל בסעיף 5. ודאו שאין בקרבתכם כלים פתוחים שמכילים כוהל או כל נוזל דליק אחר. הדליקו בגפרור את הגיל שבתוך הביקר, כשהוא נמצא על רשת קרמית שעל חצובה. נוצרת להבה חזקה, אך אל תיבהלו, התוצאה יפה ומרשימה. כבו אורות מסביב. צפו במתרחש.
7. רשמו את תצפיותיכם.
8. אם אתם מחליטים לכבות את הלהבה, כסו בנייר רגיל (של שכפול) את הכוס הכימית שבתוכה הדלק הארוז, הלהבה נכבית מייד, והנייר אינו נשרף. מדוע?

מקורות

Summerlin, L. R., Borgford C. L. (1988) Chemical Activities. Washington Dc: American Chemical Society
Summerlin, L. R., Borgford C. L. & Ealy J. B. (1988) Chemical Demonstrations. Washington Dc: American Chemical Society

דפים של ד"ר יהושע סיוון