



בשנים האחרונות מתחדשת הנטייה המבורכת להרבות בניסויי מעבדה בלימודי הכימיה. מצאנו לנכון לרענן את כללי הזהירות במעבדה.

עבודה בטוחה במעבדות כימיות

מעובד ומותאם לבתי ספר על פי מאמר של אביו מולר
הכותב הוא הממונה על הבטיחות והגיהות בחברת תדיראן סוללות בע"מ

הקדמה

העבודה במעבדה כימית טומנת בחובה סכנות פוטנציאליות רבות. מעבדות כימיות קיימות במגוון תחומים: תעשייה, מכוני מחקר, חקלאות בתי ספר ועוד. על כל מעבדה כימית חלים חוקי הבטיחות והגיהות המחייבים במדינת ישראל. כמורים, אנו אחראים לשלום תלמידינו, ושומה עלינו להביא לידיעתם את הסכנות הכרוכות בעבודה במעבדות בית הספר ואת אמצעי הזהירות שיש לנקוט כדי להימנע מהן.

גורמי הסיכון במעבדות

ניתן לחלק את סכנות העבודה במעבדה לשתי קבוצות:
א. הסכנות השגרתיות הקיימות בכל מקום, כגון: פציעה מכלי חד, שבר זכוכית, נפילה, הרמה לא נכונה, התחשמלות ועוד.
ב. סכנות ייחודיות למעבדות בית ספר:

- ציוד בעל פוטנציאל סיכון
- חומרים מאכלים
- חומרים דליקים, כגון ממסים אורגניים
- חומרים נפצים, בעיקר בתנאים מסוימים, כגון אצטילן, אתר ומימן
- חומרים מחמצנים

מהן הסכנות השכיחות ביותר במעבדה, וכיצד נימנע מהן?

התפוצצות

התפוצצות עלולה להתרחש כתוצאה מנגיעה, משפשוף או מהתחממות, בעת עבודה עם תרכובות נפיצות או לא יציבות.

בדליפת גז דליק, כגון מימן או אצטילן, יש סכנת התפוצצות. כשעובדים עם חומרים אלה, יש לדאוג לאווור המעבדה ולאסור שימוש באש גלויה. יש להיזהר מאוד מניידים חשמליים, כגון סלולר, שעלולים לגרום להתפוצצות. נקודת ההתלקחות של כוהל אתילי היא 13°C . כתישה של פרכלורט, כגון KClO_4 , עלולה לגרום לפיצוץ. אדים של נזלים דליקים המאוחסנים בכלי שאינו סגור הרמטית, עלולים לגרום להתפוצצות או לשריפה.

הגבה כימית ללא שליטה

תגובה כימית בין מרכיבים כימיים שונים, המלווה בפליטת חום, עלולה לצאת משליטה בתנאים מסוימים ולגרום להתזת נזלים חמים או לפליטת אדים מסוכנים. מומלץ להוסיף את המרכיבים הנחוצים לכלי שבו מתבצעת התגובה הכימית לפי סדר וכמויות שנקבעו מראש. רק לאחר זמן קירור מתאים ניתן להוסיף עוד מנה. הוספת חומר אבקתי לנוזל הנמצא על סף רתיחה עלולה לגרום לפליטה פתאומית של אדים, תיתכן גלישת הנוזל והיווצרות לחץ בכלי. כדי למנוע תופעות אלה, יש להוסיף את האבקה לנוזל בכמויות קטנות.

איך לשפוך מים לחומצה?

כאשר מוהלים חומצות מרוכזות, חייבים להזרים את החומצה **לאט** לתוך המים, תוך בחישה מתמדת. הבחישה מפזרת את האנרגיה המשתחררת, וכך מונעת רתיחה מקומית של מים והיווצרות כמות גדולה של אדים שתגרום להתזת תמיסת החומצה. **אסור להוסיף מים לחומצה!**

סימון לא נכון על גבי אריזת החומר עלול לגרום לשימוש מוטעה בחומרים, שיגרום לתגובה כימית לא נשלטת בין חומרים שונים. יש להקפיד שעל כל אריזה תימצא מדבקה עם סימון ברור וקריא. לפני השימוש בחומר, יש לקרוא היטב את הכתוב על גבי התווית. לעולם אין להחזיר כימיקלים לכלי הקיבול שלהם, בגלל החשש מחדירת חומרים זרים, בין אם מסוכנים ובין אם סתם כאלה שיפגעו בניקיון החומר. העבודה עם החומצה HF מסוכנת ביותר, גם במנדף; אדי החומצה עלולים לפגוע בעצמות.

שריפה

חומרים דליקים וחומרים מחמצנים הנמצאים בשכנות עלולים לגרום להתלקחות. יש להקפיד שלא להשתמש בחומרים דליקים ובחומרים מחמצנים בעת ובעונה אחת. אם מכינים תערובות מחומרים כאלה, יש להכין רק כמויות קטנות ולהימנע מחימומן. שימוש במבער בקרבת נזלים דליקים נדיפים עלול לגרום לשריפה. אם יש צורך לחמם, מומלץ להשתמש באמבט מים או שמן על גבי פלטת חימום חשמלית.

מכשירים חשמליים היוצרים ניצוצות עלולים לגרום לשריפה. חובה להרחיק מכשירים חשמליים ממקומות שבהם משתמשים בנוזלים או בגזים דליקים.

אם אין מסלקים את החום מהמערכת במהלך זיקוק של נוזל דליק, קיים חשש רציני שאדי הנוזל ייפלטו החוצה ויתלקחו.

יש לדאוג להידוק טוב של צינורות המים המחוברים לצינור העיבוי.

הרתחת נוזל דליק בתוך גולת תגובה מזכוכית אינה אחידה לפעמים, ומלווה בהתזה פתאומית של נוזל. כדי להסדיר קצב רתיחה מתון, יש להכניס לתוך הגולה כמה כדוריות זכוכית, אבני רתיחה או שברי חומר קרמי.

אדי נוזל דליק מתפזרים במהירות ומהווים סיכון גבוה לפריצת שריפה.

הרעלה

כימיקלים רבים (במצבי צבירה שונים: גזים, נוזלים ומוצקים), אשר לחץ האדים שלהם גבוה יחסית, הם חומרים רעילים בשאיפה לגוף האדם.

ניסויים בחומרים נדיפים ורעילים (או סתם מסריחים), יש לבצע בתוך מנדף.

שטיפת כלי זכוכית מלוכלכים בממיסים אורגניים, כגון אצטון, אלכוהול, או ממיסים פחמימניים נדיפים, גורמת לפליטת אדים מזיקים. מומלץ, ככל האפשר, לנקות כלי זכוכית מלוכלכים במדיח כלים ייעודי למעבדות.

למילוי פיפטה, יש להשתמש תמיד בפיפטור, כדי למנוע בליעת חומרים רעילים.

אין לטעום שום חומר כימי הנמצא במעבדה.

אין לאכול או לשתות במעבדה.

אין להחזיק מזון או משקה במקרר המיועד לכימיקלים.

אין לחמם מזון בתנור מעבדה.

אין להריח חומר כימי על ידי קירוב האף אל הכלי - אלא על ידי נפנוף זהיר של כף היד מעל הכלי להפניית אדי החומר לעבר האף.

כוויות כימיות

כוויות כימיות נגרמות כתוצאה ממגע עם חומרים משתכים מסוימים, שיכולים להימצא במצב צבירה מוצק, נוזלי או גזי. חומרים שעלולים לגרום לכוויות כימיות הם: חומצות חזקות, בסיסים חזקים, מלחים מסוימים, הלוגנים, פנולים, ועוד שורה ארוכה של תרכובות כימיות. בזמן העברת הנוזלים מכלי לכלי, קיימת סכנה של התזה או שפיכה של חומר על התלמיד. יש לעבוד בזהירות רבה ובמידת הצורך, להשתמש בכפפות.

עדשות מגע עלולות לספוח חומרים משתכים ולגרום נזק לעיניים. בכל ניסוי, יש להשתמש במשקפי מגן.

חימום ישיר של כלי זכוכית על להבה עלול לגרום להתבקעות הכלי ולהתזת החומר. יש להקפיד ולהניח רשת מתכת כחציצה בין כלי הזכוכית לבין הלהבה. חימום מבחנה המכילה

נוזל ייעשה מעל ללהבה לא חמה מדי, תוך כדי נענוע המבחנה מצד לצד, כדי להבטיח את אחידות הטמפרטורה לאורך המבחנה. בשעת חימום או ביצוע הגבה כימית, אין לכוון את המבחנה כלפי תלמיד אחר או כלפי המורה.

חובה להתקין בכל מעבדה מקלחות חירום המופעלות באמצעות שרשרת יד או דוושה. כמו כן, יש להתקין משטפת עיניים ייעודית. במקרה של התזת חומר על תלמיד, יש לשטוף מייד את המקום בהרבה מים, וכן את הבגד ו/או השולחן שבאו במגע עם החומר.

כוויות חום (תרמיות)

כוויות חום עלולות להיגרם על-ידי מים או שמן חמים או רותחים, מתכת חמה או להבה גלויה.

יש להקפיד שלא למלא אמבט בנוזלים חמים מעל לנדרש. כלי זכוכית המכיל נוזל נדיף עלול להתבקע בהיטבולו באמבט חם. יש להקפיד לעבוד עם כלי זכוכית שלמים, ללא סדק, ועמידים להלם תרמי. הכלים ייטבולו באמבט החם בהדרגה. כוויות קור נגרמות ממגע בחומרים קריוגניים המשמשים לסמפרטורות נמוכות, כגון קרח יבש. חומרים כאלה יש לתפוס אך ורק במלקחיים. כדי לקרר כלי קיבול, יש לטבול אותו באיטיות באמבט הקר.

התחשמות

יש לבדוק לעתים מזומנות את תקינות הכבלים והשקעים. פגם בבידוד חשמלי עלול לגרום לדליפת זרם אל מעטפת המכשיר. חובה לוודא שכל מעטפות מכשירי החשמל מוארקות היטב.

אין לגעת במכשיר חשמלי בידיים רטובות. בגמר העבודה, יש לנתק כל מכשיר מרשת החשמל. הניתוק ייעשה על-ידי אחיזה בתקע והוצאתו מהשקע, ובשום פנים ואופן לא על-ידי משיכת הכבל החשמלי.

פציעות שונות

- צנטריפוגות המסתובבות במהירויות גבוהות, ואינן סגורות היטב, עלולות לגרום לפגיעה חמורה.
- כלי זכוכית שבורים, חיתוך של צינוריות זכוכית, ניקוב פקקים משעם או מגומי במנקב, החדרת צינור זכוכית בידיים חשופות לתוך צינור או פקק גומי, הכנסת פיטה בכוח לתוך פיפטור - כל אלה הן פעולות העלולות לגרום לפציעה.
- מומלץ להחליק את הקצוות החדים של כלי הזכוכית מעל ללהבה, למרוח מעט חומר סיכה סיליקוני על קצה הצינור ולהשחיל את הצינור בתנועה סיבובית, כאשר החלקים עטופים בבד.

- כלי זכוכית שבורים הנזרקים לפח האשפה עלולים לגרום לפציעת עובדי הניקיון של המעבדה. את כלי הזכוכית השבורים הניתנים לתיקון, וגם כאלה שאינם ניתנים לתיקון, יש לאסוף במתקנים ייעודיים.

כלל ראשון במעבדה - זהירות!





נ א ל ה כ י ר :

מקורות: חוברות שונות של Journal of Chemical Education
 רק כאשר מבינים את הסיכונים, יודעים איך להישמר מפניהם.
 נביא סיכום קצר על מספר חומרים המשמשים אותנו במעבדה. נלמד על הסכנות בעת השימוש בחומרים אלו, וכך נדע להיזהר מפניהן. על פי מידע זה אפשר להכין כרטיסיות של חומרים לשימוש במעבדה.

שימו לב!

0 - כמעט או בכלל לא 1 - מועט 2 - בינוני 3 - גבוה 4 - חמור

שם החומר	פנול פתלאין
נוסחה	$C_{20}H_{14}O_4$
תכונות פיזיקליות	צבעה של התמיסה: ורוד $8 < pH < 11$ חסרת צבע בשאר ה-pH 30 טור
לחץ אדים ($20^{\circ}C$)	3
רעילות	1
דליקות	1
תלוי ביחס בין מים לאלכוהול*	1
מסוכן לעור ו/או עיניים	1
נספג דרך העור	1
מגיב עם.....	לא ידוע
הערות	*המסו את החומר באתנול ודללו בכמות שווה של מים

שם החומר	נתרן הידרוקסידי (נתר מאכל, סודה קאוסטית)
נוסחה	NaOH
תכונות פיזיקליות לחץ אדים (20°C) טמפ. היתוך טמפ. רתיחה	מוצק לבן ושמנוני, מגיב במים ואלכוהול זניח 318°C 1390°C
רעילות	3
דליקות	0
מסוכן לעור ו/או עיניים	4
חודר דרך העור	0
מגיב עם.....	חומצות, הלופתמימנים, Al, Zn, מתכות נוספות
הערות	עם חומצות חזקות מגיב במהירות, התגובה מאד אכסותרמית. תגובה מהירה עם הלופתמימנים עלולה לפלוט גזים רעילים, חלקם דליקים.

שם החומר	בורקס
נוסחה	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
תכונות פיזיקליות לחץ אדים (20°C) טמפ. היתוך טמפ. רתיחה	מוצק, אבקה לבנה דקה, חסרת ריח, מאוד מאבקת זניח 75°C 320°C
רעילות	3
דליקות	0
מסוכן לעור ו/או עיניים	3
חודר דרך העור	1
מגיב עם.....	*זירקוניום
הערות	*תגובה מהירה כאשר המתכת חמה או בצורת אבקה.

שם החומר	n-הכסאן
נוסחה	C_6H_{12}
תכונות פיזיקליות טמפ. היתוך טמפ. רתיחה	נוזל נדיף חסר צבע, בעל ריח כשריכוזו מעל 130 ppm -95°C 69°C
רעילות	3
דליקות	3
מסוכן לעור ו/או עיניים	1
חודר דרך העור	0
מגיב עם.....	*חומרים מחמצנים
הערות	* עלולה לפרוץ אש

