

חומרים במעבדה *

1. הגדרות של חומרים - כללי

קיימים מאגרי מידע רבים המתייחסים להגדרות ולטיפול בחומרים מסוכנים. כמקורות משמשים גם מספר תקנים בינלאומיים העוסקים בטיפול, הובלה ושימוש בחומרים מסוכנים.

התקנים הבינלאומיים מהווים בסיס להגדרות הדרושות לסחר הבינלאומי. מרבית הכימיקלים המסחריים ממוספרים וממוינים בצורה אחידה למטרות סחר ומכס. הנתונים המאפיינים את החומרים נמצאים במאגרי מידע בנושאי בטיחות, המספקים מידע על תכונות החומרים, הסיכונים שבהם ודרכים לטיפול בהם, באופן שוטף וכפסולת מסוכנת.

גיליונות בטיחות (Material Safety Data Sheet) MSDS - מתפרסמים באופן שוטף. המידע הקיים לגבי מרבית החומרים זמין כיום גם באינטרנט.

לאחרונה, במסגרת התקנה המתייחסת לגיליונות בטיחות, משתמשים במושג SDS בלבד.

מספר CAS (Chemical Abstract Service) - מספר הזיהוי של יסוד או של תרכובת כימית, בהתאם לפרסום האגודה הכימית האמריקאית.

מספר או"ם (UN Number) - הגדרה בינלאומית חשובה. זהו מספר בן 4 ספרות לזיהוי חומר מסוכן, או קבוצת חומרים מסוכנים, שקבעה ועדת מומחים של האו"ם להובלת מיטענים מסוכנים. הפרסומים החשובים ביותר מתייחסים להובלה בינלאומית ביבשה (תחבורה ממונעת ורכבות), בים ובאוויר. זאת הסיבה לסטנדרטיזציה שהושגה בהגדרות.

לאור החשיבות הרבה שיש למידע, הוכנו בעולם ובארץ פרסומים המתייחסים לטיפול בחומרים המיועדים למפעלים ולמוסדות השונים, לטיפול בחומרים ברמה האזורית במדינה וכן בתחום הטיפול בפסולת.

הבסיס להגדרת חומרים מסוכנים בארץ הוא "הספר הכתום" של האו"ם, אשר קובע את רשימת החומרים המסוכנים להובלה, והובלתם היא עפ"י "תקנות שירותי הובלה, התשס"א-2001".

בנוסף, יש להביא בחשבון את נושא בריאות הסביבה (טיפול במוצרי מזון וכימיקלים לתרופות). במסגרת **פקודת בריאות העם (1940)** קיימת סידרה של חוקים ותקנות, שיש לה משמעות בטיפול בחומרים מסוכנים - במיוחד חומרים רעילים וחומרים רדיואקטיביים.

בארץ הופקו פרסומי עזר שונים שהוכנו על ידי הרשויות הנוגעות בדבר ועל-ידי המוסד לבטיחות ולגיהות:

"הספר הכתום" ("Orange Book") בהוצאת האו"ם:

Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, כולל המלצות בקשר לאריזה ושינוע חומרים מסוכנים. מספר ארגונים, וביניהם התעשייה הצבאית ורשות הנמלים והרכבות, תירגמו מספר פרקים מן המסמך והכינו **"מדריך בטיחות לשינוע חומרים מסוכנים"**.

* בחוברת שלפניכם אין התייחסות לטיפול שוטף בחומרים מקבוצת הסיכון: מס' 1 - חומרי נפץ; מס' 7 - חומרים רדיואקטיביים.

פרסום עזר נוסף הוא המדריך "טיפול בחומרים מסוכנים - עקרונות יסוד" מאת המהנדס אריה אוקסמן, מהמחלקה להנדסת בטיחות, המוסד לבטיחות ולגיהות (פברואר 2003). הנתונים המוצגים במדריך מתייחסים לפעילויות השונות הדרושות להפעלה תקינה של מעבדה כימית מהיבטים של אחסון, טיפול, תהליכים פיזיקליים וכימיים שונים וטיפול בפסולת. (בנספחים מתוארים מקורות מידע להעמקת הידע לטיפול בחומרים מסוכנים).

המוסד לבטיחות ולגיהות בשיתוף עם משרד התחבורה, אגף התעבורה פירסם בשנת 1994 מדריך בנושא "הובלת חומרים מסוכנים".

2. הגדרת חומרים מסוכנים

הגדרת חומרים מסוכנים מתייחסת להגדרות הבינלאומיות בשינוע חומרים מסוכנים, וכן להגדרות של חומרים בשימוש, כמצוין בחוק החומרים המסוכנים (הרשימות בתוספת הראשונה והשניה).

מבחינת שינוע, החומרים המסוכנים מחולקים ל-9 קבוצות וכן לתת-קבוצות לפי אופיים ומידת הסיכון שלהם. סיווג החומרים ומספרי הזיהוי נקבעים בהמלצות ועדת מומחים של האו"ם ("Orange Book").

ההגדרות המופיעות בתקנים הרלוונטיים הן:

CLASS 1: EXPLOSIVES

קבוצה 1: חומרי נפץ

- | | |
|--|---|
| 1.1 Substances and Articles which have a mass explosion hazard. | 1.1 מטענים וחומרים בעלי סיכון התפוצצות מסיבית. |
| 1.2 Substances and Articles which have a projection hazard but not a mass explosion hazard. | 1.2 חומרים אשר באופיים הם בעלי סיכון של התפוצצות אולם לא סיכון של התפוצצות מסיבית. |
| 1.3 Substances and Articles which have a fired hazard and either a minor blast hazard or a minor projection hazard or both, but not a mass explosion hazard. | 1.3 מטענים וחומרים בעלי סיכון לשריפה וסיכון של הדף אויר קטן, אולם לא סיכון של התפוצצות מסיבית. |
| 1.4 Substances and Articles which present no significant hazard. | 1.4 חומרי נפץ אשר אין בהם סיכון משמעותי. |
| | תת קבוצה זו מכילה מטענים וחומרים שיש בהם רק סיכון קטן במקרה של הצתה במשך ההובלה; לענין זה, "סיכון קטן" - סיכון לאריזה הספציפית. |
| 1.5 Very insensitive substances which have a mass explosion hazard. | 1.5 חומרים בעלי רגישות נמוכה מאד אך בעלי סיכון התפוצצות מסיבית. |
| 1.6 Very insensitive substances which have no mass explosion hazard. | 1.6 חומרים בעלי רגישות נמוכה מאוד אשר אין בהם סיכון להתפוצצות מסיבית. |

CLASS 2: GASES

Compressed, liquefied, dissolved under pressure or deeply refrigerated

קבוצה 2: גזים

גזים דחוסים או נוזלים תחת לחץ או קירור -
2.1 גז מתלקח.
2.2 גז דחוס בלתי מתלקח.
2.3 גז רעיל.

CLASS 3: INFLAMMABLE LIQUID

נוזל אשר בשעת ההתחממות פולט אדים שידלקו בטמפרטורה של 60.5 מעלות צלסיוס ומטה (במבחן כלי סגור)

קבוצה 3: חומר מתלקח נוזל

CLASS 4: INFLAMMABLE SOLIDS

4.1 Inflammable solids which under conditions encountered in transport are readily combustible

4.2 Substances liable to spontaneous combustion

תת קבוצה זו כוללת מטענים הגורמים להתלקחות עצמית ספונטנית בתנאי ההובלה בכבישים או להתחממות במגע עם אויר וכתוצאה מכך - להתלקחות.

4.3 Substances which in contact with water, emit inflammable gasses

קבוצה 4: חומר מתלקח מוצק

4.1 מוצקים הנתונים להתלקחות מהירה בתנאי ההובלה בכבישים.

4.2 מוצקים הנתונים להתלקחות עצמית.

4.3 חומרים אשר במגע עם מים פולטים גזים מתלקחים

CLASS 5: OXIDIZING SUBSTANCES

5.1 חומרים מחמצנים שאינם פרוקסידים אורגניים.

5.2 פרוקסידים אורגניים.

CLASS 6: POISONOUS (TOXIC) AND INFECTIOUS SUBSTANCES

6.1 חומרים הידועים כרעילים לבני אדם, וכתוצאה מכך משפיעים על בריאותם באופן מסוכן בזמן הובלתם, או אשר בהעדר נתונים מתאימים על דרגת רעילותם, נחשבים רעילים לבני-אדם.

6.2 חומרים מדבקים - חומרים הכוללים מיקרואורגניזם שונים כולל בקטריית וירוסים וכד' שידועים או חשודים כעלולים לגרום למחלות לאדם או חיה.

קבוצה 6: חומרים רעילים ומדבקים

CLASS 7: RADIOACTIVE SUBSTANCES

חומרים אשר הפעולה הספציפית שלהם גדולה מ-0.002 מיקרוקירי לגרם (0.002 mci/g). המלצות להובלתם הוכנו ע"י הנציגות הבינלאומית לאנרגיה אטומית בהתייעצות עם האו"ם.

קבוצה 7: חומרים רדיואקטיביים

CLASS 8: CORROSIVES

קבוצה 8: חומרים מאכלים קורוזיביים

חומרים אשר בפעולה כימית גורמים לנזק רב במגע עם רקמה חיה או, במקרה של נזילה, לנזק לציוד או משלוחים אחרים.

CLASS 9: MISCELLANEOUS DANGEROUS

קבוצה 9: חומרים מסוכנים שונים

חומרים אשר אין להם תכונות אופי כמוגדר לעיל, אבל עלולים להוות סכנה לבריאותם ובטחונם של בני אדם, בתנאי ההובלה בכבישים.



3. איפיון של נוזלים דליקים [Flammable] ובעירים [Combustible]

טיפול בנוזלים דליקים ובעירים מותנה בהגדרה נכונה של סוג הנוזל. יש להתייחס לכך שהנוזלים הדליקים ו/או הבעירים הם בד"כ בעייתיים גם, מבחינת רעילותם ו/או השפעתם השלילית על איכות הסביבה.

החלוקה של נוזלים לדליקים או בעירים, מתייחסת ל"נקודת ההבזק" (הבזקה) - (Flash Point). נקודת הבזק של נוזל היא הטמפרטורה המינימלית שבה נוצרים מעל פני הנוזל אדים של הנוזל, בריכוז המספיק ליצירת תערובת ברת הצתה (Ignitable). לדוגמה: נקודת ההבזק של כוהל מתילי (מתנול) היא 10°C . בטמפרטורה הזאת ובגבוהות יותר, נוצרים מעל פני הכוהל אדי כוהל בריכוז המאפשר הצתה.

מקור הנתונים מצוי ב- NFPA-45.

נוזלים ברי הצתה נחלקים ל-2 קבוצות: **דליקים ובעירים**. המבדיל בין שני סוגי הנוזלים היא הטמפרטורה 37.8°C (100°F) כדלקמן:

נוזלים דליקים - נקודת ההבזק שלהם נמוכה מ- 37.8°C . הם מסומנים כולם כקבוצה I (CLASS I) ונחלקים ל-3 תת-קבוצות:

- תת-קבוצה I-A - (CLASS I-A) - נזלים שנקודת ההבזק שלהם נמוכה מ- 22.8°C ונקודת הרתיחה שלהם נמוכה מ- 37.8°C .

- תת-קבוצה I-B - (CLASS I-B) - נזלים שנקודת ההבזק שלהם נמוכה מ- 22.8°C ונקודת הרתיחה שלהם גבוהה מ- 37.8°C .

- תת-קבוצה I-C - (CLASS I-C) - נזלים שנקודת ההבזק שלהם נמצאת בתחום שבין 22.8°C - 37.8°C (ללא קשר לנקודת הרתיחה שלהם).

רמת הסיכון יורדת, לפי הסדר שהוצג.

נוזלים בעירים - נקודת ההבזק שלהם גבוהה מ- 37.8°C . הם נחלקים ל-3 תת-קבוצות:

- תת-קבוצה II - (CLASS II) - נזלים שנקודת ההבזק שלהם היא בין 37.8°C - 60°C .

- תת-קבוצה III-A - (CLASS III-A) - נזלים שנקודת ההבזק שלהם היא בין 60°C - 93.4°C .

- תת-קבוצה III-B - (CLASS III-B) - נזלים שנקודת ההבזק שלהם גבוהה מ- 93.4°C .

רמת הסיכון יורדת לפי הסדר שהוצג. ככל שנקודת ההבזק גבוהה יותר סכנת ההצתה נמוכה יותר.

הגדרות נוספות המשמשות להגדרת סיכוני נוזלים דליקים ובעירים הן:

- **Ignition Temperature - טמפרטורת התלקחות** - הטמפרטורה הנמוכה ביותר בה מתלקח חומר דליק ללא סיוע מקור הצתה.

- **Flammable/Explosive Limits - גבולות התפוצצות** - הגבול המינימלי והמקסימלי של ריכוז אדים או גז באוויר, שמתחתיו או מעליו לא תיתכן התקדמות בעירה בנוכחות אש גלויה. ריכוז האדים או הגז באוויר נמדדים באחוזי נפח (%VOL).

- **LEL - גבול התפוצצות תחתון** - ריכוז מינימלי של אדים דליקים בתערובת עם האוויר, אשר מתחתיו לא תתקיים בעירה.

- **UEL - גבול התפוצצות עליון** - ריכוז מקסימלי של אדים דליקים בתערובת עם האוויר, אשר מעליו לא תתקיים בעירה.

- **תחום הבעירה/התפוצצות** - זהו התחום שבין גבולות הנפיצות - התחתון והעליון.

4. איפיון של חומרים רעילים

א. כללי

רעילות היא פוטנציאל הנזק שגורם חומר ע"י פעולה כימית ישירה עם רקמות הגוף. רעילות נגרמת כתוצאה מהפרעה של החומר לתפקודים שונים של מערכות הגוף. חדירת כמות קטנה של רעל לתוך תאי הגוף עלולה לפגוע ביכולת קליטת החמצן של התא.

רעילותם של חומרים תלויה בכמות החומר, ביחס למשקל גופו של המשתמש, שיש בה כדי להזיק לבריאותו. די בגרם אחד של מלח שולחן להרוג עכבר. אספירין וחומצה בורית גורמים נזקים לילדים קטנים הבולעים אותם.

קשה לבדוק את השפעתו הישירה של הרעל על תאי הגוף. הניסויים לקביעת דרגת הרעילות של חומר נערכים על בעלי חיים. מהתוצאות נעשית השלכה לגבי ההשפעה על בני אדם.

הרעלה יכולה להיות מקומית או פנימית.

הרעלה מקומית: החומר גורם נזק רק לאזור עמו הוא בא במגע.

הרעלה פנימית: החומר גורם נזק למערכת פנימית כלשהי, לאחר שנספג והועבר עם מחזור הדם.

מיון נוסף של הרעלות מסווג אותן כהרעלות מיידיות והרעלות כרוניות:

הרעלה מיידיה מתרחשת כתוצאה של מגע חד פעמי עם הרעל.

הרעלה כרונית מוגדרת כהרעלה המתרחשת לאחר תקופה ארוכה של מגע מצטבר עם החומר.

ב. יחידות מידה להגדרת רעילות

• **LD₅₀** - כמות הרעל בבליעה המספיקה לקטילתם של 50% מבעלי החיים שנחשפו אליו. מבוטאת במיליגרם של חומר למשקל (ק"ג) של גוף (mg/kg).

• **LC₅₀** - ריכוז הרעל המספיק לקטילתם של 50% מבעלי החיים שנחשפו נשימתית אליו, למשך זמן מסוים. מבוטאת בחלקיקים למיליון (ppm).

• **TLV-TWA** - ריכוז מירבי מותר, מבוטא במיליגרם חומר למ"ק אוויר, או ב-ppm ל-8 שעות עבודה.

ג. צורות חשיפת הגוף לרעלים

קיימות 4 צורות של חשיפת הגוף לרעלים: מגע עם העור והעיניים, שאיפה, בליעה והזרקה.

1) מגע עם העור והעיניים

המגע יוצר בתחילה גירוי או פצע בעור. אח"כ חודר הרעל דרך העור גם לחלקי גוף שונים.

מגע של רעל בעיניים, ובמיוחד חומצות ובסיסים, מסוכן באופן מיוחד בגלל גישותן הרבה של העיניים ומפאת הסיכון של אובדן הראייה.

2) שאיפה

שאיפת גזים; אדים; אבק; או עשן של חומרים רעילים, מסוכנת מאד - לאחר חדירתו עלול החומר הנשאף להתפשט בגוף עם מחזור הדם במהירות רבה.

3 בליעה

ניתן למנוע בליעה של חומרים רעילים ע"י הימנעות מאכילה ומשתייה בתוך המעבדה ושמירת המזון מחוץ למעבדה.

4 הזרקה והחדרה

צורת המגע הפחות שכיחה. החדרה עלולה להיגרם בפציעה מזכוכית או עצם חד אחר, המזהמים בחומר הרעיל.

5. דוגמאות של חומרים מסוכנים

ניתן לאפיין את החומרים במעבדה כימית בצורות שונות, בהתאם למטרות השימוש בהם.

קיימים חומרים שיש בהם עניין כללי, משותף לסוגים רבים של מעבדות ומפעלים, בעיקר מפעלים כימיים, וישנם חומרים האופייניים לתעשיות מסוימות שונות. לדוגמה: חומרים בתעשייה הכימית המשמשים כחומרי הדברה לחקלאות, הם בד"כ חומרים רעילים. לעומתם, תרכובות הנמצאות בשימוש בייצור מוצרים צבאיים, הן באופיין חומרים מסוכנים מהיבטי דליקה ופיצוץ. במעבדות של מוסדות לימוד יכולים להימצא חומרים אשר אינם נמצאים באופן רגיל במעבדות ייצור - כמו נתרן, לדוגמה, המשמש לניסויים בפני תלמידים.

חומצות חזקות

יש לנקוט באמצעי זהירות קפדניים בטיפול בחומצות מרוכזות כמו חומצה גפרתית, חנקתית או כלורית. חומצה הידרופלואורית, חומצה כלורוסולפונית, חומצה כרומית ואוליאוים (Uleum) מסוכנות וקורוזיביות מאוד. כל החומצות האלה גורמות לכוויות כימיות חמורות בבואן במגע עם עור האדם. יש לזכור כי גם חומצות אורגניות חלשות יותר, כמו חומצת חומץ, חומצת נמלים וחומצה כלורואצטית, גורמות כוויות כימיות. תמיד יש להוסיף את החומצות המרוכזות למים ולא להיפך. ההוספה חייבת להיות איטית ולהתבצע בזהירות. חומצה אצטית אל-מימית היא דליקה ונפיצה.

בסיסים חזקים

בסיס הנתרן (סודה קאוסטית), בסיס האשלגן, בסיס הסידן ואמוניה - בין בתמיסה ובין במצב לא מומס - תוקפים, כולם את העור וגורמים לכוויות כימיות.

פתיחת בקבוקים המכילים תמיסת אמוניה מרוכזת תיעשה בזהירות ובאטיות, תוך שחרור הדרגתי של הלחץ אשר נוצר בתוך הבקבוק.

מתכות אלקליות

מתכות אלקליות מגיבות תגובה נמרצת עם מים, ועם טיפות מים או רטיבות באוויר, תוך כדי שחרור מימן. אחסון מתכות אלה ייעשה בתוך כלים סגורים המכילים נפט. מתכות אלקליות מגיבות בצורה נמרצת גם עם תרכובות הלוגן-אורגניות, בעיקר פחמן טטרה-כלוריד (CCl_4).

זהירות מירבית נדרשת בטיפול באשלגן ובסילוקו.
אשלגן ש'הזדקן' באחסון, כלומר - אשלגן מצופה בתחמוצות, הוא חומר מסוכן מאוד ועלול להתפוצץ כאשר מנסים לגרד ממנו את התחמוצות.
רמת הסיכון של נתרן, פחותה מזאת של האשלגן אך גם הוא מהווה סיכון חמור. גושי נתרן ניתן לחתוך בסכין מתכת רק כאשר הנתרן טבול כולו בכלי עם נפט. כאשר משתמשים בנתרן לייבוש ממיסים, יש לסמן בצורה ברורה את הכלים אליהם הוסיפו את המתכת.
בגמר השימוש בכלי לפני השלכתו ו/או רחיצתו תסולקנה ממנו שאריות הנתרן. המתכת האלקלית השלישית - ליתיום, היא הפחות ריאקטיבית מבין השלוש, אך אמצעי הזהירות והבטיחות הנדרשים עבורה זהים לאלה של הנתרן.

הלוגנים: ברום, כלור, פלואור

בקבוקים המכילים ברום עלולים להיסדק כאשר הם מטולטלים בעוצמה, וזאת בגלל צפיפותו הגבוהה של החומר. הברום הנוזלי ואדיו גורמים לכוויות כימיות קשות.
כלור נשמר במיכלי לחץ, ובדומה לברום גם הוא רעיל וקורוזיבי.
הטיפול בברום ובכלור ייעשה במינדפים בלבד.
פלואור הוא חומר קורוזיבי ורעיל מאוד, העלול לגרום לדליקה בבואו במגע עם חומרים אורגניים.
הטיפול בפלואור מחייב שימוש באמצעים מיוחדים.

תרכובות לא יציבות

פראוקסידים, כלורטים, פרכלורטים, אזידים אורגניים ואנאורגניים, הם במקרים רבים בלתי יציבים ועלולים להתפרק תוך פיצוץ.
תרכובות ניטראורגניות מהוות סיכון פיצוץ פוטנציאלי.
לעתים, יש לבצע את פעולות הטחינה או הייבוש במיתקנים מוגנים מיוחדים בלבד.

מימן פראוקסיד (מי-חמצן)

תמיסות מרוכזות של מי-חמצן תוקפות עור חשוף ורקמות חיות.
נוכחות עקבות של מתכות עלולה לגרום לפירוק מהיר של החומר. אור שמש גורם לפירוק מי החמצן. יש לאחסן מימן פראוקסיד בבקבוקים כהים.

מימן גפרי (H₂S)

מימן גפרי הוא גז רעיל מאוד (ברמת רעילות קרובה לזאת של מימן ציאני).
נסיונות עם מימן גפרי ייערכו תמיד במינדפים.
אחד המאפיינים המוזרים (והמסוכנים) של גז זה הוא העובדה שבריכוזים נמוכים מאוד ניתן להריח אותו (ריח של ביצים מקולקלות), אך בריכוזים גבוהים מסוכנים לא מאפשר חוש הריח של האדם להבחין בו.

כלוריד אלומיניום

כלוריד אלומיניום עלול לגרום להידבקות פקקי בקבוקים מה שעלול להוביל להתפתחות לחצים בתוך הכלי, בגלל היווצרות של מימן כלורי.
פתיחת בקבוקים כאלה תיעשה בזהירות, בעיקר אם אוחסנו זמן ממושך.

חומצה גפרתית

חומצה גפרתית שייכת לקבוצת סיכון 8: חומרים קורוזיביים.
יש לסמן את אריזות החומצה בצורה ברורה ואובלטה, באמצעות האתאימות.



ובנוסף - להשתמש בשלטי אזהרה כגון:

גורם לכוויות חמורות!

להרחיק מחומרים דליקים!

זהירות רעל!

חומר מסוכן!

אין לשפוך מים לחומצה גפרתית!

ובסמלי אזהרה אחרים.

באקרה של פגיעה, יש לשטוף את האקוס הפגוע בכמות גדולה של מים זורמים במשך 15 דקות לפחות. יש להשתמש באקחת חירום ובאטשפת ציניים.

חומצה גפרתית מיוצרת בריכוזים שונים. הספק חייב לסמן על התוויות על גבי האריזות את הריכוז ולציין את הסיכונים הייחודיים הנובעים מכך.

בנזן

השימוש בבנזן יוגבל למקרים חריגים, שבהם אי אפשר למצוא לו תחליף. הבנזן, מעבר להיותו חומר דליק, מהווה גם סיכון בריאותי חמור לאדם וידוע כמסרטן. יש לעשות כל מאמץ שלא להשתמש בו. אם אין מנוס - יש להשתמש במינדף, ובו בזמן לוודא שבעמדות העבודה לא מורגש ריח של בנזן. אין להחזיק בנזן כחומר סטנדרטי על מדפי המעבדה, וכמובן - יש לעמוד בדרישות 'תקנות הבנזן'.

פחמן דו-גפרי

פחמן דו-גפרי (CS_2) הוא ממיס דליק מאוד הניצת בטמפרטורה של $100^{\circ}C$. הוא עלול להידלק ממגע בצינור קיטור חם או נורת חשמל. הוא גם רגיש להתפרקות של חשמל סטטי. החומר רעיל מאוד. הטיפול בחומר זה חייב להיעשות רק לאחר ביצוע סקר סיכונים יסודי ונקיטת כל אמצעי הבטיחות הנגזרים מסקר כזה.

פחמימנים מוכלרים

פחמימנים מוכלרים כמו ג'נקלין (טריכלורואתן), טריכלורואתילן ופריאונים למיניהם, נחשבים לרעילים במידה זאת או אחרת (קיימת עבורם רמת ריכוז מירבי מותר), ויש לצמצם את החשיפה אליהם. כלורופורם מוכח כמסרטן לבעלי חיים, אך עדיין ללא הוכחות לגבי גרימת סרטן לאדם. הג'נקלין והפריאונים מהווים מיפגע אקולוגי מוכח (פגיעה בשיכבת האוזון), וייצורם הולך ומצטמצם.

דיאזומתן

דיאזומתן הוא גז המשמש, בתמיסות אתריות, כמרכיב בתהליכים אורגניים. החומר רעיל מאוד ובצורתו הגאזית עלול להתפרק (בחימום מעל $100^{\circ}C$), תוך כדי התפוצצות.

די אתיל אֶתֶר

די אתיל אתר הוא נוזל חסר צבע, נדיף מאוד, אשר בחשיפה לאוויר ולאור עלול לייצר פראוקסידים נפיצים. החומר רגיש לחשמל סטטי ועלול להידלק אפילו מפְּיָה חשמלית (פלטה) מחוממת (נקודת ההצתה שלו - $180^{\circ}C$). האֶתֶר מכיל פראוקסידים אותם יש לפרק לפני זיקוק החומר.

מימן ציאני, ציאנידים אנאורגניים

מימן ציאני הוא גז (או נוזל) רעיל מאוד. הוא נוצר כאשר לדוגמה, ציאניד אשלגן או ציאניד נתרן באים במגע עם חומצות. מפעלים המשתמשים במימן ציאני חייבים לנקוט באמצעים ארגוניים ורפואיים מיוחדים, כמו הצטיידות בערכות הצלה רפואיות לשימוש של הצוות הרפואי, וידוע בית חולים סמוך על הימצאותו של חומר זה ברשות המפעל - כדי להבטיח עזרה רפואית מהירה ויעילה בשעת צורך. מימן ציאני הוא חומר דליק מאוד.

ציאנידים אורגניים יטופלו בזהירות רבה, בהתאם להוראות בטיחות מיוחדות עבורם. שאריות של תמיסות המכילות ציאנידים ו/או פסולת תהליכית, לא

תישפכנה למערכת הביוב הכללית אלא תיארזנה - בהתאם להוראת בטיחות המתייחסת לאיסוף ומשלוח של פסולת רעילה לאתר השמדה.

גזים ניטרוזיים

גזים ניטרוזיים בגוון חום אדום הם רעילים מאוד. העבודה עם גזים אלה תיעשה תמיד במינדפים.

כספית

כספית ואדיה הם רעלים בעלי השפעה כרונית מצטברת בגוף. הם מסוכנים הן לנשימה והן לקליטה דרך העור. בגלל רמת הרעילות הגבוהה יש חשיבות עליונה בניקוי מוחלט של כל שפך של כספית. ניתן להיעזר לצורך זה ביונק, אותו אפשר להכין מצינור קפילרי דק המחובר לבקבוק 'ארלנמאייר' ומשאבת ואקום (זרם מים).

ניתן לבטל נדיפות של טיפות כספית זעירות או כספית אשר חדרה לסדקים ואיננה ניתנת לשאיבה - ע"י החדרת אבקת אבץ או גופרית (פרחי גופרית) לסדקים, ליצירת אמלגם.

חומצה פרכלורית

חומצה פרכלורית היא חומר מחמצן חזק. יש להיזהר בשימוש בה בסמוך לחומרים אורגניים.

אצטילידיים

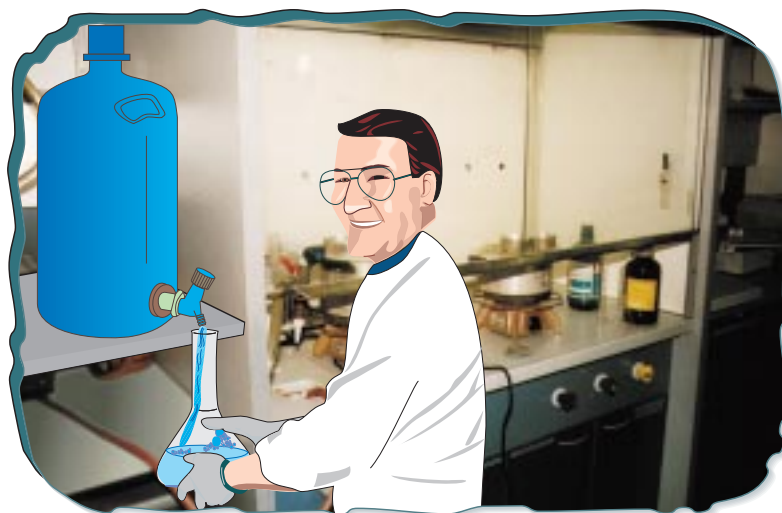
נגזרות נחושת או כסף יבשות של אצטילן מהוות סיכון חמור של פיצוץ בהשפעת מכה או חיכוך.

6. עבודה עם חומרים מסוכנים (חומ"ס)

כ ל י

- העבודה חייבת להתבצע על-פי הוראות ברורות, שאושרו ע"י מנהל המעבדה או אחראי מטעם הארגון.
- בעבודה עם חומרים כימיים - הקפד להשתמש בציוד מגן אישי כנדרש. משקפי מגן וכפפות הם חובה בכל מקרה.
- תהליכים ניסיוניים ותהליכי זיקוק יבוצעו אך ורק בתוך מינדפים תקינים ומופעלים.
- יש לסגור מיד את הבקבוק/כלי הקיבול ממנו נלקח חומר והחזר אותו למקום אחסונו הבטוח.
- אל תשאירו בקבוקים או כלי קיבול אחרים בקצה השולחן או על גבי מישטחים רעועים, לבל יפלו.
- אל תכניסו חומר לתוך אריזה או כלי המזוהמים בחומר שונה.
- בתהליך שבו צפויה היווצרות גזים - יש להרכיב מלכודת לספיגת הגזים ולחדש את תמיסת הספיגה לפי הצורך. מערך הציוד יותאם לכמויות הגזים השונות האפשריות.
- במקרה של שפיקה/פיזור חומר כימי - יש להצטייד בציוד מגן אישי מתאים, למנוע תנועה ומעבר אנשים במקום המזוהם ולפעול בהתאם להנחיות שבגיליון הבטיחות המתאים.

- אל תשליכו פסולת כימית כלשהי (מוצקים או נוזלים) לתוך כיורים ופתחי ניקוז. פסולת תוכנס לאריזה מתאימה, כל קבוצת סיכון בנפרד, ותטופל בהתאם להגדרות הנוהל אשר הוכן במיוחד עבור **סילוק פסולת תעשייתית**.



שימוש בחומרים

- יש לקרוא את גיליונות הבטיחות של החומרים שבהם אתם משתמשים בעבודתכם וללמוד להכיר את תכונותיהם.
- אין להכניס חומר חדש לשימוש בטרם התקבל עבורו גיליון בטיחות.
- אין להכניס חומר חדש לשימוש ללא ידיעתו ואישורו של המנהל הישיר.
- יש לבדוק את התאמת סוג החומר וטיבו, להזמנה ולרישום בתעודות הניפוק.
- דאגו לאחסון מסודר בשטח האחסון (לגבי חביות) ו/או במחסן כימיקלים, והקפידו על הפרדה ברורה בין קבוצות וסוגי חומרים, עם מירווחים בין האחד לשני.
- דאגו לסימון זיהוי ברור של החומרים השונים.
- השתמשו בצידוד מגן אישי (משקפיים, כפפות) בזמן קבלת חומרים וסידורם במקום האחסון.
- במקרה של פיזור/שפיכת חומר, דאגו לאיסופו המיידי לתוך אריזה מתאימה וניקוי המקום.
- נזילות: אם המפעל מייצר פסולת תעשייתית מסוכנת יש לנטרל, לספוג, לאסוף לאריזה ולפנות לסילוק, עפ"י נוהל "סילוק פסולת תעשייתית".
- העברת בקבוקי כימיקלים ממקום למקום תיעשה בזהירות, בתוך אריזות רכות (דליים מפלסטיק או מגומי).

אסור להשתמש בחומר שזהותו ותכונותיו אינן ידועות בוודאות

7. אחסון חומרים כימיים

ר ק ע

תכנון מחסנים לכימיקלים הוא נושא מורכב. התכנון צריך להביא בחשבון את סוגי הכימיקלים ואת הכמויות הדרושות. אם המעבדה היא חלק ממפעל כימי, יש לשמור במעבדה רק כמות מיזערית של כימיקלים הנמצאים בשימוש שוטף בייצור. במקרים אחרים - מרבית הכימיקלים יימצאו במעבדה. כאשר המעבדה היא מחלקה עצמאית - יש צורך במחסן עבור האריזות הגדולות של החומרים, ובארונות מותאמים לאריזות קטנות של חומרים לשימוש השוטף. אין לאחסן בארון אחד חומרים בעלי איפיוני סיכון שונים, ללא הפרדה מתאימה, במגמה למנוע אפשרות של תגובה ביניהם.

תאימות בין חומרים באחסון

החלוקה הפונקציונלית של מחסן וסידור החומרים בו, יותאמו למאפייני הסיכון והבטיחות של החומרים הכימיים:

- חומרים דליקים;
- חומרים קורוזיביים;
- חומרים מחמצנים;
- חומרים רעילים;
- חומרים אחרים;
- אריזות ריקות.

משפחות חומרים, לדוגמה, אותן אסור לאחסן יחד:

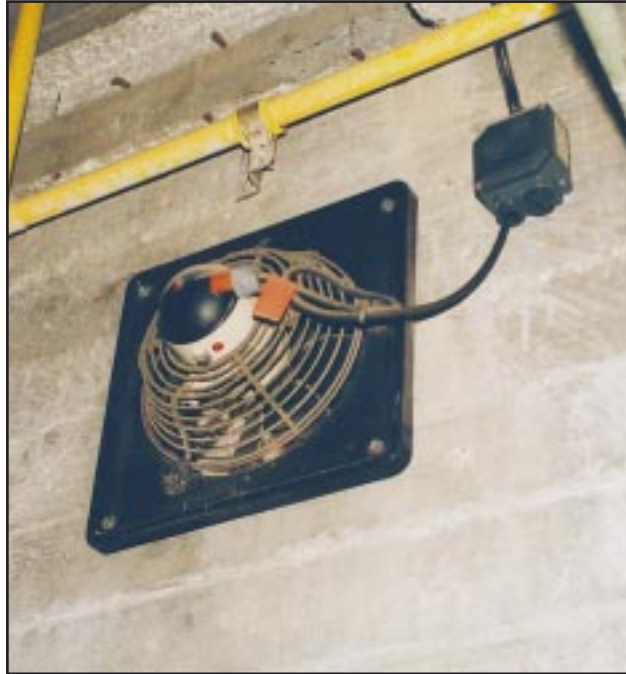
- חומצות חזקות עם בסיסים חזקים;
- חומרים מחמצנים עם חומרים אורגניים;
- חומרים מחמצנים עם חומצות חזקות;
- חומרים אורגניים עם חומצות חזקות, מרוכזות;
- חומרים המגיבים ביניהם בריאקציה אקזותרמית.

פעולות באחסון חומרים

- חומרים כימיים יאוחסנו בתנאים ובמקומות בטוחים: בצל; בטמפרטורות נמוכות ככל האפשר; במקומות מאווררים היטב; הרחק מגופים חמים ואש גלויה; מוגנים בפני נפילה או פגיעה מכנית.
- החומרים במחסן כימיקלים, יאוחסנו במדורים נפרדים, בהתאם לסיווג תכונותיהם.



מחסן חומרים כימיים עם מיתקן אוטומטי לכיבוי אש המותקן בתוכו



”זנטה” לאיוורור מחסן חומרים כימיים

- בקבוקים המכילים חומרים דליקים ורגישים יאוחסנו במחסן מקורר ומוגן במערכת כיבוי אוטומטית.
- החביות בשטח אחסון פתוח, תוצבנה כך שכל סוג חומר יאוחסן בנפרד ובצורה שתאפשר גישה נוחה.
- חביות של חומרים דליקים תוצבנה על הקרקע, ותצוידנה בכבל הארקה ומהדק הארקה, אשר יחוברו בעת העברת הנוזל מכלי לכלי - זאת, כדי למנוע אפשרות היווצרות חשמל סטטי והסיכונים בפריקתו.
- יש לשמור פראוקסידים וחומרים בלתי יציבים בקירור ובאפלה, באחסון נפרד.
- חומרים רעילים או דליקים מאוד יאוחסנו בארונות פח נעולים.
- יש לאבטח בקבוקים וכלי קיבול נגד נפילה; אין לאחסן בקבוקי זכוכית בגובה, ללא הגנה מתאימה.
- המלאי המאוחסן במעבדות/במיתקן לא יעלה על הצריכה השוטפת. החומרים יימצאו באריזות סגורות, כאשר כל קבוצת סיכון מוחזקת בנפרד.
- יש לוודא סימון ברור של תוכן האריזה (בקבוק, חבית וכו') עפ"י ת"י 2302.
- הבקבוקים שבשימוש יוחזקו בתוך מגשים/אמבטיות לאיסוף, למניעת פיזור במקרה של שפיכה או גלישה.

ודאו שילוט ורישום מתאימים

הדגשים

- תאי האחסון יופרדו לחלוטין זה מזה באמצעות קיר בנוי, ממיפלט הרצפה ולכל גובה המחסן, כך שלא תתאפשר אינטראקציה בין אדי החומרים מקבוצות סיכון שונות.
- החיבורים בין רצפת המחסן, המישקים בין הרצפה לקירות ובין קירות סמוכים, יהיו מעוגלים ורציפים - כדי לאפשר ניקוי.
- כל אריזה של כימיקלים תאוחסן אך ורק בתא אליו היא שייכת, בהתאם לסיווג סיכון החומר ובאזור הספציפי שיועד לו.
- כל תא ישולט בשילוט המצביע על קבוצת הסיכון, הסימול המתאים לזיהוי הסיכון, ופירוט הוראות ו/או הנחיות בטיחות כלליות.
- המדפים לחומרים דליקים ורעילים יהיו עשויים ממתכת. מדפים לחומרים משתכים - מעץ ספוג בחומר עמיד באש.
- הגובה בין המדפים יהיה 30 ס"מ לפחות, כדי לאפשר איורור טבעי.
- לכל אורך חזית המדף ומצדדיו יהיו מעקים, למניעת נפילה של האריזות. כמו-כן, מומלץ להשתמש בתבניות איסוף מחומרים עמידים, כדי להקל על סילוק החומר כאשר האריזה נפגמת והחומר נשפך.
- האריזות תוצבנה על המדפים כשהתוויות מוצגות כלפי חוץ.
- הורדת אריזות או הרמתן אל מדפים גבוהים תיעשה אך ורק מעל מישטח מדרגות יציב וייעודי, עליו עומד העובד.
- בכל מחסן יוכנו חומרים לטיפול בשפך של חומרים: לספיגה, איסוף, ניטרול וכד' - לפי הצורך.
- יש להקפיד שהמעברים במחסן יהיו נקיים ופנויים מכל מכשול.

שימו לב !

המחסן חייב להיות נעול כל זמן שאין שינוע של חומר למחסן וממנו. המפתח יימצא בידי האחראי או ממלא מקומו. על דלת הכניסה למחסן יירשם שמם ומספרי הטלפון שלהם. מפתח נוסף יימצא בתא זכוכית סגור, כשהזכוכית ניתנת לשבירה. התא מיועד לשעת חירום בלבד, במקרה שהאחראי לא נמצא במקום (מקרה שריפה לדוגמה).

- בקירבת מחסן כימיקלים, במקום בולט וידוע לעובדים, יש להציב:
1. מקלחת חירום ומיתקן שטיפת עיניים. המיתקנים יהיו תקינים ויעברו ביקורת תקופתית.
 2. ציוד מגן לשימוש במקרי חירום הכולל: מסכות להגנה על כל הפנים; מסננים מתאימים; סינר; כפפות מגן ומגפיים עמידים בפני כימיקלים.
 3. גיליונות בטיחות של החומרים המסוכנים המאוחסנים במחסן (SDS).
 4. לחצן חירום, לניתוק מפסק הזרם הראשי של המבנה. ליד הלחצן ייקבע שילוט מזהה. נדרשת ביקורת תקופתית של הלחצן, על מנת להבטיח את תקינותו. במקום תודבק תווית אישור תקינות.

חדרי אחסון ומקררים

מחסני המעבדה והמקררים המאחסנים כימיקלים ייבדקו תקופתית. אין לשמור באחסון כימיקלים מסוכנים לאורך זמן - בגמר פרויקט/משימה יש לסלקם בצורה מבוקרת.

דגימות נוזליות של כימיקלים תאוחסנה במקררים במיכלים סגורים, ותוצבנה בתוך מגשים למניעת שפך לתוך המקררים.

יש לזכור כי חיבורי חשמל/מתגי חשמל בתוך מקרר אינם מוגנים בפני התפוצצות (explosion-proof). לכן, יש לוודא כי החומרים המאוחסנים אינם מהווים סיכון מבחינת התפוצצות/דליקה, כתוצאה מניצוץ חשמלי.

יש לבצע הפשרה תקופתית של המקררים.

אין לאחסן דברי מאכל ו/או משקה בחדרי אחסון/מקררי אחסון מעבדתיים.