

**המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה
המתלקה להנדסת ביוטכנולוגיה ע"ש פרופ' אפרים קציר**

בטיחות תהליכים

ד"ר לאה מור וד"ר יעל אונגר

אפריל 2013

בעבודה המצורפת מתוארים נהלי הבטיחות עליהם יש להקפיד תוך כדי עבודה בתהליכי מעבדה שונים.

תוכן הענינים

4	1. ציוד מגן אישי
4	1.1 הגנת הפנים והעיניים
5	1.2 הגנת הידיים
6	1.3 הגנת דרכי הנשימה והריאות
6	1.4 הגנת הרגלים
6	2. תהליכים כימיים
6	2.1 עבודה עם חומרים כימיים מסוכנים
6	2.1.1 סיווג חומרים מסוכנים
7	2.1.1.1 חומרים נפיצים
7	2.1.1.2 גזים דחוסים
7	2.1.1.3 נוזלים דליקים
7	2.1.1.4 מוצקים דליקים
7	2.1.1.5 חומרים מחמצנים
8	2.1.1.6 חומרים רעילים ומדבקים
8	2.1.1.7 חומרים רדיואקטיביים
8	2.1.1.8 חומרים מאכלים (משתכים, קורוזיביים)
9	2.1.1.9 חומרים מסוכנים שונים
9	2.1.1.10 חומרים מסרטנים
9	2.1.2 שימוש בכימיקלים
10	2.1.2.1 דוגמאות לעבודה עם חומרים מסוכנים
10	2.1.2.1.1 עבודה עם חומצות ובסיסים חזקים
10	2.1.2.1.2 מתכות אלקליות
10	2.1.2.1.3 הלוגנים
10	2.1.2.1.4 כספית
10	2.1.3 עבודה במנדף כימי
10	2.1.3.1 יעוד המנדף
11	2.1.3.2 הגדרות
11	2.1.3.3 כללים בסיסיים לשימוש במנדף כימי
12	2.1.4 גמר השימוש בחומר מסוכן
12	2.1.5 פינוי חומרים כימיים
12	2.1.6 עבודה עם חומרים נדיפים
12	2.2 בטיחות אש
12	2.3 בטיחות בזמן ביצוע עבודות שונות במעבדה
12	2.3.1 חימום
13	2.3.2 בחישה
14	2.3.3 השבת ממסים ומיצוי
14	2.3.3.1 הוראות המתייחסות לסוג החומרים
14	2.3.3.2 הוראות המתייחסות לסוג הציוד
14	2.3.3.2.1 משפך מפריד
14	2.3.3.2.2 זיקוק
14	2.3.3.2.3 זיקוק מפריד
15	2.3.3.2.4 זיקוק בואקום
15	2.3.3.2.5 מעבים

15	2.3.4 פעולות הפרדה בסרכוז (צנטריפוגה)
16	2.3.5 משאבות וואקום
16	2.3.6 תנורים
17	2.4 עבודה עם כלי זכוכית
18	2.5 הכנת תרכובות אורגניות
18	3. תהליכים ביולוגיים
18	3.1 עבודה עם מיקרואורגניזמים
19	3.1.1 קבוצות סיכון
19	3.1.2 הנחיות לעבודה עם גורמים ביולוגיים
20	3.1.2.1 עבודה עם גורם ביולוגי מסוכן ברמות בטיחות 1
20	3.1.2.2 עבודה ברמת בטיחות 2
20	3.2 עבודה עם בעלי-חיים
20	3.2.1 בעקבות נשיכה ע"י בע"ח
21	3.3 עבודה עם מחטים
21	3.3.1 לאחר דקירה ע"י מחט
21	3.4 טיפול בפסולת ברמת בטיחות 2 (BSL2)
21	3.5 מנדף ביולוגי
22	3.5.1 הפעלה נכונה של מנדף ביולוגי
22	4. תהליכים הנדסיים
22	3.1 בחישה
22	4.2 השבת ממסים ומיצוי
22	4.3 מילוי וריקון
23	4.4 שימוש בצינורות גמישים
23	4.5 גלילי גזים דחוסים
23	4.5.1 הוראות בטיחות כלליות בשימוש בגלילי גזים דחוסים
24	4.5.2 הוראות פרטניות בהתאם לסוג הגז
25	מקורות מידע

1. ציוד מגן אישי

עבודת מעבדה דורשת שימוש בציוד מגן אישי, המותאם לסוגי הסיכונים השונים הכרוכים בעבודה. לפני תחילת השימוש, יש להכיר את סוגי הסיכונים ואת אמצעי ההגנה המתאימים להם.

1.1 הגנת הפנים והעיניים

הפנים והעיניים הינם מהחלקים הרגישים ביותר בגוף האדם. פני האדם חשופים לסיכונים כימיים – חומרים צורבים, אבק מסוכן וגזים מגרים. הגנת עיניים – משקפי המגן מהווים ברוב המקרים את אמצעי ההגנה העיקרי לעיניים. תפקידם של משקפי המגן הוא להגן על העיניים מפני חדירת גופים זרים (אבק, שבבים), טיפות ניתזות של חומרים המסכנים את הבריאות (חומצות, בסיסים, חומרים מותכים), ניצוצות, חום וקרנה מסוכנת. על משקפי המגן להיות בעלי שדה ראייה רחב, עדשות צלולות מבחינה אופטית, מסגרת נוחה ונעימה להרכבה, מגני צד ועדשות בטיחות העומדות בתקנים בינלאומיים. על משקפי המגן להתאים ליעודן – משקפיים למניעת פגיעה מכימיקלים הם מוצר שונה לחלוטין ממשקפיים להגנה מפני אור אולטרה סגול או קרינת לייזר.

כ-43% מכלל העובדים זקוקים למשקפי ראייה. את משקפי המגן ניתן להרכיב גם על משקפי ראייה. **יודגש כי משקפיים אופטיים לכשעצמם אינם נותנים מענה בטיחותי לצורך הגנה על העיניים במעבדה !!!**

עדשות מגע – הן עזרי ראייה ואינן מגינות על העיניים. בכל עבודה שמסכנת את העיניים, אדם המשתמש בעדשות מגע חייב להרכיב גם משקפי מגן.

אחסון ואחזקה – על משקפי המגן להיות נקיים. יש לאחסן בצורה נאותה משקפי מגן שאינם בשימוש כדי לשמור על ניקיונם ולהגן עליהם מפני נזקים. דרושה בדיקה תקופתית של משקפי המגן.



עבודה עם חומרים מאכלים בלחץ

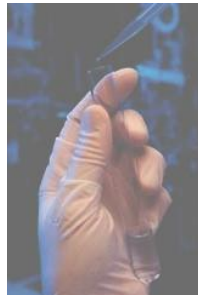


משקפי מגן לעבודת מעבדה רגילה



הגנת פנים – יש מסיכות מסוגים שונים בהתאם לסוג העבודה הנעשית.

1.2 הגנת הידיים



יש להשתמש בכפפות לשם הגנה בפני כוויות, הגנה בפני חומרים מאכלים והגנה בפני חשיפה לכימיקלים. את הכפפות נבחר לפי הפרמטרים הבאים:

- סוג הכימיקלים (ממסים) איתם עובדים
- תדירות וזמן המגע עם החומר
- התאמת הכפפות ליד
- הטמפרטורה בה עובדים
- עמידות הכפפה בפני שחיקה

כללי בטיחות לשימוש בכפפות מגן:

יש להתאים את סוג הכפפות לחומרים איתם הן באות במגע!

- כפפות חד פעמיות מלטקס מיועדות למוצקים או לתמיסות מימיות, אך לא לממסים אורגניים, בהיותן חדירות לממסים אורגניים רבים. עבור חומרים אורגניים ניתן בד"כ להשתמש בכפפות חד פעמיות מפולימר ניטרילי.
- כדאי להסתייע בגיליון הבטיחות (MSDS) בבחירת הכפפות המתאימות.
- השתמשו בכפפות בגודל מתאים לידכם.
- לפני שימוש, וודאו תקינות ושלמות הכפפות.
- הסרת הכפפות תיעשה באופן המונע זיהום בזמן ההסרה.
- יש לשטוף ידיים לאחר הסרת הכפפות.
- אין להשתמש בכפפות חד פעמיות יותר מפעם אחת.
- יש לקחת בחשבון שכפפות המגן עשויות מחומר העלול להיות דליק.

- יש להתייחס לכפפות משומשות כאל כפפות המזוהמות בכימיקלים בהם השתמשתם. יש לכך משמעות מבחינת סילוק האשפה, ומבחינת האפשרות של קיום ריאקציות בין חומרים בלתי תואמים, כתוצאה ממגע מיקרי בין כפפות שונות הנמצאים בפח האשפה.
- בשום מקרה אין להסתובב עם כפפות מזוהמות בחומר כימי מסוכן מחוץ למעבדה או לגעת איתן בצידוד כגון טלפון, מקלדות, ידיות וכו'.

1.3 הגנת דרכי הנשימה והריאות

- ציוד מגן הנועד להגן על העובד בפני הסיכונים הטמונים באטמוספירת הסביבה עקב נוכחות חומרים רעילים או מזיקים. החומרים הרעילים מתפזרים באוויר בצורות שונות (גזים, אדים, חלקיקים). חשוב להבדיל בין צורות הפיזור השונות, ויש לכך משמעות רבה בשיקולי הבחירה של הציוד והשימוש בו. להלן סוגי הציוד האישי השונים, והמטרות עבורן הם מיועדים:
- מסכות הדוקות לראש בעלות מסנן ועיניות (מסכות אב"כ) מיועדות לגזים, ומבטיחות קבלת אויר נקי ממזהמים בדרך של ספיחה. מרבית המסננים הסופחים משתמשים בפחם פעיל מטופל בצורה כזו או אחרת. הפחם הפעיל יעיל כנגד מולקולות אורגניות, אבל בעל יעילות פחותה כנגד מולקולות קטנות כגון CO או ציאנידים. מכיוון שמרבית המסכות האזרחיות מותאמות למספר מוגבל של סוגי מזהמים, יש להתאים את דגם המסכה והמסנן לחומרים הרעילים הנמצאים במעבדה. זאת בניגוד למסכות האב"כ בהן מוספג הפחם הפעיל בתוספים (נחושת חמצנית / כרום שש ערכי / מלחי כסף) המאפשרים טיפול גם בכימיקלים שאינם נספחים על פני פחם פעיל, כדוגמת פוסגן וציאנידים.
 - מסכות פה-אף ללא מסנן סופח (בד"כ חד-פעמיות) מיועדות למניעת חדירה של חלקיקים לדרכי הנשימה. יש לוודא שימוש במסכה בעלת מעברים הקטנים מקוטר החלקיקים, ולא לצאת ידי חובה ע"י עצם השימוש במסכה. לבעיה זו חשיבות הולכת וגדלה עם הגברת השימוש בננו-חלקיקים.
 - כדאי להסתייע בגיליון הבטיחות (MSDS) בבחירת הכפפות המתאימות.

1.4 הגנת הרגלים

הסיכונים העיקריים לרגליים הם: נפילת חפץ כבד על הרגל, מכה בקרסול מחפצים חדים, חדירת עצם חד לכף הרגל דרך הסוליה, החלקה על כתם שמן או על מים וכד'. יש מספר סוגים של נעלי בטיחות שתפקידם להגן על הרגל בפני מכות, חפצים נופלים, הקטנת סכנת החלקה ותמיכה אורתופדית לרגל.

2. תהליכים כימיים

2.1 עבודה עם חומרים כימיים מסוכנים

2.1.1 סיווג חומרים מסוכנים

המיון הבטיחותי מסווג את החומרים ל-9 קבוצות סיכון, לפי הסיכונים הפוטנציאליים שהם יוצרים במהלך השימוש. חומר מסוכן הנו חומר המהווה סכנה לחיי אדם ובריאותו, כתוצאה משאיפת אדים, בליעה, מגע בעור, מגע בעיניים, פיצוץ או קרינת חום. יודגש כי כימיקל כלשהו עשוי להיות משויך למספר קבוצות.

2.1.1.1 חומרים נפיצים



חומרים אשר עלולים לעבור ריאקציה אקזותרמית מהירה (גם ללא נוכחות חמצן אטמוספירי), ואף להגיע לשריפה מואצת או לפיצוץ.

2.1.1.2 גזים דחוסים



קטגוריה זו כוללת גזים דחוסים, מנוזלים, מומסים בלחץ או בקירור עמוק. המשותף לכל סוגי הגזים הוא הסיכון בהובלה עקב הכלתם במיכלים תחת לחץ.

2.1.1.3 נוזלים דליקים



נוזלים הפולטים, בשעת התחממות, אדים שיידלקו בטמפ' של עד 60.5°C (במבחן הכוסית הסגורה).

2.1.1.4 מוצקים דליקים



חומרים הנוטים להתלקחות ספונטנית, או המשחררים גזים דליקים בבואם במגע עם מים.

2.1.1.5 חומרים מחמצנים



חומרים מחמצנים (שאינם פראוקסידים אורגניים) עלולים לגרום או לתרום להתלקחות חומרים אחרים.

פראוקסידים אורגניים מכילים קבוצת O-O לא יציבה. הם נוטים להתפרקות המלווה בפיצוץ ו/או עוברים שריפה מהירה ו/או רגישים למכות ו/או נוטים לתגובות כימיות מסוכנות עם חומרים אחרים ולכן הם נוטים לגרום נזקים לבריאות.

2.1.1.6 חומרים רעילים ומדבקים



חומרים רעילים: חומרים העלולים לפגוע בבריאות האדם או לגרום למותו. חומרים אלו עלולים לחדור לגוף האדם ב-4 דרכים עיקריות: דרך מערכת הנשימה - ספיגה בריאות או דרך דפנות דרכי הנשימה, דרך העור - בספיגה או באופן ישיר בחדירה דרך חתכים, דרך מערכת העיכול - בבליעת חומר וקליטתו בדרכי העיכול, ודרך העיניים - בספיגה ישירה ו/או המסה בדמעות. סיכון חומרים אלו תלוי ברמת הרעילות ובמידת החשיפה (כמות, משך הזמן, דרך החשיפה).

מבחינים בין הרעלה חריפה לבין הרעלה כרונית:
הרעלה חריפה - נובעת כתוצאה מחשיפה במשך זמן קצר לריכוזים גבוהים של חומר, וגורמת לתגובה מיידית.
הרעלה ממושכת (כרונית) - נובעת מחשיפה לריכוזים נמוכים של חומר לאורך זמן. החומר מצטבר בגוף וגורם בהדרגה לנזק בריאותי.

חומרים מדבקים: חומרים המכילים מיקרואורגניזמים חיים הידועים או חשודים כגורמי מחלות בבני אדם ובעלי חיים.

2.1.1.7 חומרים רדיואקטיביים



חומרים הפולטים קרינה מייננת מסוג α , β , γ , X בעוצמה גדולה מ-0.0002 מיקרוקירי לגרם חומר.

2.1.1.8 חומרים מאכלים (משתכים, קורוזיביים)



חומרים אשר בפעילותם הכימית עלולים לגרום נזק קשה לרקמה חיה, או לגרום נזקים לאמצעי האריזה והשינוע. בקבוצה זו נכללים גם חומרים שאינם משתכים (קורוזיביים) במצבם הטבעי, אבל יכולים להפוך לקורוזיביים כאשר הם באים במגע עם מים (כולל הלחות שבעור).

2.1.1.9 חומרים מסוכנים שונים



חומרים שאינם כלולים בקבוצות החומרים 1-8 אך עלולים להוות סיכון לבריאותם ולביטחונם של בני אדם.

2.1.1.10 חומרים מסרטנים

עלולים לגרום להופעת גידולים ממאירים אצל מי שנחשף להם. עבור חלקם יש הוכחות ברורות שהם מסרטנים לבני אדם. לגבי אחרים, אין עדיין הוכחות חד משמעיות, ולכן הם נחשבים כחשודים למסרטנים.

2.1.2 שימוש בכימיקלים

אין להוציא חומר כימי מאריזתו ללא קריאה מוקדמת של גיליון הבטיחות. אין להשתמש בחומר כלשהוא מבלי לקרוא קודם לכן את גיליון הבטיחות של החומר.

אין להשתמש בחומר שזהותו ותכונותיו אינן ידועות בוודאות.

בעבודה עם חומרים כימיים – יש להקפיד להשתמש בציוד מגן אישי כנדרש. משקפי מגן וכפפות הם חובה בכל מקרה.

אין לגעת בחומרים כימיים בידיים, אלא באמצעות כלים, כגון מרית, כפית, מלקטת ומלקחיים.

תהליכים ניסיוניים ותהליכי זיקוק יבוצעו אך ורק בתוך מנדפים תקינים ומופעלים.

יש לסגור מיד את הבקבוק/כלי הקיבול ממנו נלקח חומר, ולהחזיר אותו למקום אחסונו הבטוח.

אין להשאיר בקבוקים או כלי קיבול אחרים בקצה השולחן או על גבי משטחים רעועים, לבל יפלו.

אין להכניס חומר לתוך אריזה או כלי המזוהמים בחומר שונה.

בתהליך בו צפויה היווצרות גזים – יש להרכיב מלכודת לספיגת הגזים, ולחדש את תמיסת הספיגה לפי הצורך. מערך הציוד יותאם לכמויות הגזים השונות האפשריות.

אין להשליך פסולת כימית כלשהי (מוצקים או נוזלים) לתוך כוורים ופתחי ניקוז. פסולת תוכנס לאריזה מתאימה, כל קבוצת סיכון בנפרד.

במקרה של פיזור/שפיכת חומר, יש לדאוג לאיסופו המיידי לתוך אריזה מתאימה וניקוי המקום. יש להודיע לאחראי הבטיחות על כל אירוע של שפיכת חומר, גם אם לכאורה לא נגרם כל נזק.

2.1.2.1 דוגמאות לעבודה עם חומרים מסוכנים

2.1.2.1.1 עבודה עם חומצות ובסיסים חזקים

מניעת התלקחות

עבודה עם חומצות ובסיסים חזקים עלולה לגרום לתגובה חזקה הפולטת חום, אשר עלולה לגרום להתלקחות. אל תערבב חומצות ובסיסים חזקים! השתמש בכלים חסיני חום.

מיהול חומצה

הוספת חומצה למים ולא להיפך: Always Add Acid - AAA. ההוספה חייבת להיות איטית ולהתבצע בזהירות.

בסיסים

בסיס הנתרן, בסיס האשלגן, בסיס הסידן ואמוניה – בין בתמיסה ובין במצב לא מומס – תוקפים את העור וגורמים לכוויות כימיות. פתיחת בקבוקים המכילים תמיסת אמוניה מרוכזת תעשה בזהירות ובאיטיות, תוך שחרור הדרגתי של הלחץ אשר נוצר בתוך הבקבוק.

2.1.2.1.2 מתכות אלקליות

מתכות אלקליות מגיבות תגובה נמרצת עם מים, ועם טיפות מים או רטיבות באוויר, תוך שחרור מימן. בשעת ביצוע ניסוי בחומרים מסוכנים כגון נתרן זרחן יש להשתמש בכמויות זעירות בלבד של החומר, ולהזהיר את הסטודנטים מהסכנה שבחומרים אלה.

אחסון מתכות אלה יעשה בתוך כלים סגורים המכילים נפט.

2.1.2.1.3 הלוגנים

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 במנדפים בלבד.

פלואור הוא חומר קורוזיבי ורעיל מאוד, העלול לגרום לדליקה בבואו במגע עם חומרים אורגניים. הטיפול בפלואור מחייב שימוש באמצעים מיוחדים.

2.1.2.1.4 כספית

כספית ואדיה הם רעלים בעלי השפעה כרונית מצטברת בגוף. הם מסוכנים הן לנשימה והן לקליטה דרך העור. ניסויים בכספית ובמכשירים שנמצאת בהם כספית יש לערוך על "מגש-כספית" (מגש בעל שוליים בגובה 4-5 ס"מ, ללא חריצים, הקולט כל טיפה שתישפך ומגלה אותה). בגלל רמת הרעילות הגבוהה, יש חשיבות עליונה בניקוי מוחלט של כל שפך של כספית. לאיסוף טיפות תהיה מוכנה "מלקטת כספית", כעין צבת או מספריים שקצותם רבעי כדור או חצאי-כדור. אם תישפך כספית, צריך לקלוט את כולה, ולאורר את החדר במשך מספר ימים. ניתן לבטל נדיפות של טיפות כספית זעירות או כספית אשר חדרה לסדקים ואיננה ניתנת לשאיבה ע"י החדרת אבקת אבץ או גופרית לסדקים, ליצירת אמלגם.

2.1.3 עבודה במנדף כימי

2.1.3.1 יעוד המנדף

מנדף הוא תא עבודה סגור, המונע יציאת גורמים מסוכנים כימיים מסביבת העבודה אל סביבת המפעיל, ופולט את הגורמים המסוכנים לאוויר החיצון באמצעות מערכות שאיבה ופליטה מתאימות. המנדף מיועד למנוע בריחת הגזים/חלקיקים אל חלל החדר, ע"י שאיבתם אל מחוץ למבנה, או לכידתם ע"י מסננים מתאימים. לכן, כל עבודה עם חומרים נדיפים, רעילים ו/או דליקים תתבצע אך ורק בתוך מנדף כימי תקין ומופעל (למעט עבודה עם אבקות, בה אין לעבוד במנדף מופעל)

ישנם מספר גורמים המשפיעים על עבודת המנדף כמו: מהירות שפה, רמת הרעילות של החומרים שבהם נעשה שימוש, נדיפות החומרים, קיום רוח פרצים במעבדה, ציוד המוצב בתוך המנדף ועוד.

2.1.3.2 הגדרות

נדפים – מזהמי אוויר בצורת גזים, אדים או חלקיקים מוצקים.

מנדף – התקן סגור חלקית הכולל את התכונות הבאות:

- מונע פיזור נדפים לחלל החדר.
 - מאוורר, ע"י זרימה מאולצת של אוויר דרך המפתח שבחזיתו.
 - מסלק את הנדפים, בעזרת מערכת יניקה, אל מחוץ למבנה – למרחק ולגובה נדרשים.
- מערכת יניקה** – הצנרת, המפוח והציוד הנלווה, המותקנים בין נקודת החיבור למנדף, ובין נקודות שחרור האוויר והנדפים אל האטמוספירה החיצונית.
- מהירות חזיתית** – מהירות האוויר העובר דרך מפתח המנדף, הנמדדת בניצב למישור המפתח.
- לחץ אוויר שלילי** – לחץ הנמוך מהלחץ האטמוספירי.
- מהירות לכידה** – המהירות החזיתית המינימלית המבטיחה 'סחיפה' של המזהמים והאוויר הסובב אותם לכיוון מערכת היניקה. בעיקרון – יעילותו של מנדף נמדדת במהירות הלכידה.

לשימוש מעבדתי רגיל, המהירות החזיתית המומלצת היא $0.5 \frac{m}{sec}$. עבור חומרים רעילים המהירות

המתאימה היא $1 \frac{m}{sec}$.

2.1.3.3 כללים בסיסיים לשימוש במנדף כימי

לפני תחילת העבודה במנדף:

- יש להכיר מיקום המפסקים השולטים על האספקות למנדף (מפסק למפוח, חשמל, וואקום, וכו').
- יש להפעיל המפוח ולוודא שזרימת האויר תקינה. יש להודיע למדריך על כל תקלה במנדף.
- מכיוון שהמנדף הוא – בעיקרון – אזור מועד לפורענות, אין להחזיק מלאי כימיקלים במנדף, ובמיוחד לא כימיקלים בלתי תואמים. יש לזכור שריבוי עצמים על שולחן המנדף עלול לפגוע במשטר הזרימה במנדף.
- יש להשאיר מרווח של לפחות 10 ס"מ משולי משטח העבודה ועד לדופן המנדף.
- על המאוורר להיות במצב מופעל בכל מצב של שימוש במנדף, והמצאות חומרים נדיפים בו.
- יש להציב אזהרות באזור המנדף תוך פרוט התהליכים המתבצעים בו, שם האדם האחראי למערכת המופעלת, ואמצעי התקשרות מהירים אל האדם האחראי.
- בניסוי שעלול לצאת משליטה ויש סכנה לפיצוץ, יש להשאיר את דלת המנדף סגורה.
- יש לשמור על חלון המנדף מורד ככל שניתן. כאשר חלון המנדף פתוח בזמן העבודה – יש להשתמש בציוד מגן אישי מתאים.
- על קצב השחרור של גזים רעילים או דליקים להיות מינימלי ע"י תכנון הנדסי מתאים של מערכות הניסוי.
- לפני תחילת העבודה יש לוודא את פעילותו התקינה של המנדף: קיום יניקה יעילה - נורית דולקת; תווית הבדיקה של המנדף בתוקף.
- עם גמר השימוש או בזמן ביצוע ריאקציה, על החלון הקדמי של המנדף להיות סגור.
- יש לוודא שעל משטח העבודה במנדף אין חומרים מיותרים, העלולים להוות סיכון כלשהו במהלך העבודה, או במקרה של שפך חומר כימי.
- אין להניח כלים עם חומרים מסוכנים בקצה משטח העבודה של המנדף, אלא לפחות 10 ס"מ כלפי פנים. כמו כן, אין למקם כלים וציוד לאורך דפנות המנדף.
- אין לאחסן כימיקלים וציוד מיותר על גבי משטח העבודה של המנדף. במנדף ימצאו רק החומרים והציוד המיועדים לעבודה שוטפת.
- כאשר מערכת היניקה של המנדפים משתבשת תוך כדי עבודה, ופעולתה נפסקת, על העובד במנדף לסגור מיידית את הכלים הפתוחים שבמנדף ולהתרחק מהמעבדה עד לבירור פשר התקלה.

2.1.4 גמר השימוש בחומר מסוכן

לסגור היטב את פתח הכלי ולאחסנו בארון מתאים, המסומן בהתאם.

2.1.5 פינוי חומרים כימיים

- אין להשליך חומר או פסולת מכל סוג שהוא לתוך כיורים או פתחי ניקוז. שפיכת תוצרי הניסוי לכיור תגרום לאיכולו ולאיכול מערכת הצינורות.
- אין לשפוך חומר כימי מרוכז כלשהו, כגון חומצות, בסיסים, ממיסים אורגניים וכד' למערכת הביוב העירונית.
- יש לשפוך פסולת כימית אך ורק לתוך כלי הקיבול המתאים. אין לערבב בין סוגי פסולת שונים.
- שפיכת נוזלים תיעשה למטה מגובה העיניים, ולא בכיוון שנמצא בו בן-אדם.
- יש להכניס פסולת כימית מוצקה לשקיות פלסטיות, ולאחסן אותן בתוך מכלים שיועדו לכך, עד לפינוין. אין לזרוק פסולת מוצקה לתוך פחי פסולת רגילים.
- שיירים (ניירות, ספוגים, ניילון, רידי מתכת, מבחנות וכד') יזרקו ע"י המייצרים אותם לפחי האשפה הכלליים.
- חלקים מזכוכית (פיפטות, וכד') יזרקו לתוך המכלים המיועדים לפסולת זכוכית.
- במנדף הכימי תיאסף פסולת כימית במיכלים קטנים המסומנים בצורה ברורה. על המיכלים להיות סגורים היטב, למעט בזמן מזיגת נוזלים לתוכם.

2.1.6 עבודה עם חומרים נדיפים

לא לקרבם לבונזן דולק.

2.2 בטיחות אש

- אל תערבב חומצות ובסיסים חזקים.
- בעבודה עם חומצות ובסיסים חזקים השתמש בכלים חסיני חום.
- לא לקרב חומרים נדיפים לבונזן דולק.
- יש לזכור את העובדה שקרני השמש הפוגעות במכלים המלאים נוזלים עשויות להתרכז (אפקט של זכוכית מגדלת) ולגרום להתלקחות.
- בשעת חימום כלים או מכשירים אין להחזיקם ביד אלא באמצעות מאחז מתאים, עשוי חומר שהוא מוליך חום גרוע (אטב עץ וכו').
- לא להשאיר אש גלויה ללא השגחה. כבה את הבונזן בסיום העבודה וודא שכל הברזים סגורים.
- מבערי גז יהיו תמיד רחוקים משפת השולחן, וייקבעו בצורה יציבה. להפסקה קצרה משאירים את השלהבת רק כשהיא צהובה (כדי שיראו אותה ולא ייכוו); להפסקה ממושכת מכבים את המבער, ומוודאים כי ברזי הגז סגורים.
- בעבודה עם פלטה חשמלית, הרחק את חוטי החשמל מהפלטה ומנע קצר חשמלי.
- אל תשתמש במכשיר חשמלי בו חוטי החשמל חשופים.
- יש לאסוף שיער ארוך.

2.3 בטיחות בזמן ביצוע עבודות שונות במעבדה

2.3.1 חימום

התאונות הקשורות לפעולות חימום שונות במעבדות, נמצאות במקום השני בשכיחות התאונות במעבדות (לאחר התאונות הקשורות לכלי זכוכית).

ישנן מספר דרכים לחימום:

1. חימום במבערי גז
 - אין לבצע כל פעולה בלהבה גלויה במעבדה, אלא אם היא חיונית ואין לה תחליף.
 - חימום כוסות כימיות וארלנמיירים ייעשה מעל רשת בלבד (אין להשתמש ברשתות אסבסט).
 - חימום נוזל ייעשה במיכל שאינו מלא ופי המיכל לא יהיה מוטה בכיוון שנמצא בו בן-אדם, ויהיה מורחק מהם.
 - בעת חימום מבחנה יש להפנות את פי המבחנה באופן שהאדים היוצאים בזמן החימום לא יפגעו באנשים.
 - בשעת חימום יש להפנות לשלהבת ולגופים החמים את גב-היד, ולא את כף-היד (ככל האפשר).
 - לעולם אין מחזיקים חומרים חמים מעל ראשי העובדים.
 - אין להניח גוף חם אפילו לרגע ללא הגנה או השגחה מעולה, כדי למנוע היכוות.
 - כלים חמים יש להניח על לוח פח או על משטח עמיד לחום/לאש, ולא על שולחן עץ, העלול להתלקח.
 - לפני הדלקת אש או מחמם כלשהו יש לבדוק אם אין חומר דליק בקרבת מקום.
 - אין לחמם נוזל דליק בכלי פתוח.
 - חומרים רעילים יחוממו במנדף, ובהעדר מנדף - בקרבת חלון פתוח.
 - אין להריח אדים של חומר כלשהו.

2. חימום בחשמל

רוב הפעולות המבוצעות במעבדה נעשות באמצעות מחממים חשמליים. חימום בצורה זו פחות מסוכן מאשר חימום באש גלויה, במיוחד במקרה של חימום נוזלים דליקים.

אמצעי החימום החשמליים כוללים: פלטות, כריות חימום, אמבט שמן, תנורים ועוד.

שימוש לא נכון בחשמל מהווה סיכון להתחשמלות וסיכון של אש. מומלץ לבצע פעולות בציוד חשמל מהסוג המוגן מהתפוצצות.

על מנת להרתיח נוזלים בבטיחות יש לחמם את החומר בהדרגה. נוזלים נוטים לעיתים קרובות להתחמם חימום נקודתי, מעבר לנקודת הרתיחה שלהם, והם מתאדים תוך כדי התפרצות. התופעה גורמת לגלישת הנוזל ולהתפרצותו דרך המעבה. ניתן למנוע את התופעה המסוכנת ע"י הוספה של חלקיקי זכוכית, חרסינה או חימר בעלי קצוות חדים הנקראים אבני רתיחה. אבני הרתיחה מספקות לנוזל פני שטח, עליו נוצרות בועות קטנות של גז.

אין להוסיף אבני רתיחה לנוזלים חמים.

אבני הרתיחה אינן מתאימות לחימום נוזל בואקום. במקרה כזה, ניתן למנוע את תופעת "ההתפרצות" ע"י הכנסת צינוריות קפילריות לתוך הנוזל, כאשר קצה אחד שלהן טבול בנוזל והקצה השני בולט מעל פני הנוזל שבכלי. צינוריות אלו תבטחנה זרימה סדירה של בועות הגז, ללא תופעת ההתפרצות.

חימום מגביר את הסכנה הקיימת בנוזלים שהם דליקים ו/או רעילים. בכל מקרה של ספק – בדוק את נתוני החומר והתייעץ עם הגורם האחראי.

2.3.2 בחישה

אמצעי הבחישה המצויים במעבדה כוללים: בוחשים חשמליים, בוחשים מגנטיים, מכשירי טלטול וניעור, משאבות קטנות לנוזלים ומאיידים סיבוביים המשמשים בד"כ לסילוק ממיסים.

מומלץ להשתמש באמצעי בחישה בתוך מנדף. יש לוודא קיום אפשרות לכבוי הבוחש מהצד החיצוני של המנדף במקרי חירום.

כל המנועים המשמשים את מכשירי הבחישה צריכים להיות מנועי השראה ללא ניצוצות חשמליים.

אמצעי בחישה מופעלים לעיתים קרובות זמן ארוך ללא השגחה רצופה. קיים חשש כי בהעדר השגחה יכולות להיגרם תאונות בעקבות כשל בבחישה, הפסקות חשמל או היתפסות של האימפלר של המתקן.

2.3.3 השבת ממסים ומיצוי

השבת ממסים ומיצוי כולל מספר שיטות עבודה ושימוש במספר מכשירים שונים. המשותף לכולם הוא שימוש בממסים נדיפים ודליקים.

2.3.3.1 הוראות המתייחסות לסוג החומרים

- אין לבצע את הפעולות בסביבה של להבות פתוחות או מקורות הצתה אחרים.
- אין לזקק חומרים אתריים לפני שנבדקה אי נוכחות של פראוקסידים בתוכם.
- יש לחמם את החומר בצורה הדרגתית, כדי למנוע רתיחה פתאומית מסוכנת.
- אין לחמם את הנוזל מעל לטמפרטורה המומלצת לביצוע הזיקוק, ולהיזהר מפני עליה חריגה בטמפרטורה של נוזל הזיקוק.

2.3.3.2 הוראות המתייחסות לסוג הציוד

מתקנים להשבת ממסים ומיצוי עשויים לרוב מזכוכית, ובמקרה של אחזקה וטיפול לא נכונים הם מסוכנים מבחינה בטיחותית. הסכנה המיידית היא שבירת הזכוכית כתוצאה מחום גבוה הנפלט ממנה. להלן הוראות ספציפיות לסוגים שונים של מתקני השבה ומיצוי.

2.3.3.2.1 משפך מפריד

בעת ביצוע פעולות מיצוי באמצעות משפך מפריד עלול להיווצר לחץ בתוכו. יש לשחרר מדי פעם את הלחץ ע"י הפיכת הכלי, תוך הצמדת הפקק למפתח ופתיחה זהירה של הברז. בזמן פתיחת הברז יש להרחיק את המשפך מאזור העיניים ומסביבה של להבה פתוחה.

2.3.3.2.2 זיקוק

- יש להתקין תרמומטר שקצהו יגיע לתחתית כלי הזיקוק.
- יש להתקין מגן מתאים למקרה של פגיעה כלשהי במערכת הזיקוק.
- כאשר מבצעים זיקוק ברתיחה – יש להקפיד שלא להזרים את האדים בקצב מהיר מדי, שאינו מאפשר למעבה לתפקד ביעילות.

2.3.3.2.3 זיקוק מפריד

הרכבת המתקן והצבתו

- מאחר ומתקן הזיקוק עשוי זכוכית עדינה ומורכב מחלקים שונים, יש להקפיד על זהירות בעת הרכבתו.
- יש להבטיח שהחיבורים בין החלקים יהיו יציבים.
- יש לוודא שמערכת העיבוי הממוקמת מעל לכלי המילוי מתאימה לממס המטופל.
- יש לבדוק שצינורות הגומי יהיו מחוברים למעבה כראוי ולא יהיו מתוחים מדיי ויבטיחו זרימה חופשית של מים.
- יש להציב את המתקן על משטח יציב, במקום אופקי ובצורה שתלמידים יוכלו להביט בתהליך מטווח ביטחון. יש לייצב את המתקן באמצעות כן מתאים.
- המתקן יונח במקום ישר על גבי שולחן העבודה.

תהליך החימום

- יש להבטיח את יציבות מתקן החימום.
- הפעלת מתקן החימום תיעשה על ידי המרצה בלבד, והוא יבדוק את תקינות המתקן לפני הפעלתו.

תהליך הזיקוק

- אין להחזיק את כלי הקיבול ביד בעת ביצוע התהליך.

פירוק המתקן

- לפני פירוק המתקן יש לסגור את מכשיר החימום ולהמתין להפסקת הרתיחה במתקן.
- יש לסגור את אספקת המים ולהמתין להתקררות המכשיר והנוזל בגולה.

2.3.3.2.4 זיקוק בואקום

- כל זיקוק בוואקום יבוצע תמיד מאחורי מגן מתאים.
- לפני השימוש, יש לבחון בזהירות את חלקי הציוד לזיקוק. יש לפסול כל חלק שרוט או סדוק. זיקוק בואקום מבצעים רק בבקבוקים בעלי תחתית קמורה.
- יש להשתמש במלכודת מתאימה בין מקור הוואקום לבין המכשיר.
- לפני תחילת החימום - יש לבטל את הוואקום השורר במכשיר, ולבדוק את שלמותו ואת עמידותו בדליפות.
- אין לחמם בלהבה במגע ישיר, עדיף להשתמש בכריות חימום חשמליות או באמבטיות שמן עם חימום חשמלי. כאשר דרושה טמפרטורה גבוהה יותר ניתן להשתמש באמבטיות אוויר בחימום גז.
- אסור שהמכשיר יהיה נתון לשינויי לחץ תכופים ו/או מהירים.
- בסוף תהליך הזיקוק יש לקרר את המכשיר באיטיות, לפני שמאפשרים כניסה איטית מאוד של אוויר.
- אין להשתמש בפקקי גומי בציוד זיקוק - פקקי גומי מתרככים בחימום, והם עלולים להישאב אל תוך בקבוקי הזיקוק.
- אין להשתמש במעבה עם קירור מים כאשר טמפרטורת התזיקה הנכנס למעבה גבוהה מ-120°C.

2.3.3.2.5 מעבים

- יש להקפיד לחזק את קצות הצינור הגמיש במהדקים תקינים ומתאימים - כגון סרטי הידוק.
- יש לוודא שכל חיבורי צינורות הגומי המגיעים אל המעבה תקינים ואינם דולפים.
- אין לקרר מעבים במים בלחץ גבוה.
- יש לבדוק את זרימת המים לעיתים קרובות. הזרימה אינה יציבה בגלל תנודות בלחצי המים ברשת. בנוסף, הזרימה עלולה להיחלש בגלל התנפחות האטם של הברז.

2.3.4 פעולות הפרדה בסרכזת (צנטריפוגה)

- יש לקיים בקפדנות אחר הוראות ההפעלה כפי שנמסרו ע"י יצרן הצנטריפוגה.
- אין למלא את תאי הצנטריפוגה יותר מאשר 2/3 מנפחם.
- הפעלת הסרכזת: לפני ההפעלה יש לוודא שמבחנות הנוזל, אותו אנו מעוניינים להפריד, תחולקנה בין תאי הצנטריפוגה במידה שווה. אם נחוצ, ניתן להשלים תכולת התאים עם נוזל (בעל אותו משקל סגולי) באותו סוג של מבחנות המשמשות נוזל המיועד להפרדה.
- יש להקפיד שגומיות הריפוד תהיינה ממוקמות כראוי במקומן.
- לפני הפעלת הצנטריפוגה יש לבדוק את סגירת הברגים והמכסים.
- יש לבצע את הניסוי במהירות מתונה בלבד.
- אין לפתוח את מכסה הצנטריפוגה בסוף פעולת הסחרור, לפני היעצרותה המוחלטת של הסרכזת.
- אין לנסות לעצור את הצנטריפוגה ביד.

2.3.5 משאבות וואקום

- יש לחבר מלכודת קרה בקו שבין המערכת לבין המשאבה כדי ללכוד חומרים נדיפים ולמנוע את הגעתם אל השמן במשאבת הוואקום. שימוש באוויר או בחנקן נוזלי כאמצעי קירור יכול ליצור סיכון של דליקה.
- למניעת הצטברות גזים קורוזיביים או רעילים ממפלט משאבת הוואקום – יש לחברו בעזרת צינורית אל תוך המנדף, או להפנותו לאוויר הפתוח מחוץ למעבדה. ניתן להקטין את הסיכון מגזי הפליטה ע"י המסתם בתמיסה המתאימה.
- לפני הפעלת המשאבה יש לוודא שהיניקה מחוברת לאובייקט הנשאב והפליטה החוצה. דבר זה הוא קריטי במשאבות מטיפוס דחייה חיובית.

2.3.6 תנורים

- תנורי מעבדה חשמליים, המשמשים לייבוש או חימום של חומרים שונים, מהווים סיכון בתחום רחב של טמפרטורה ולחצים. הם משמשים לרוב לסילוק של מים או ממיסים אחרים מדגימות של כימיקלים, וכן לצורך ייבוש כלי זכוכית מעבדתיים.
- בתנורים המעבדתיים קיימים שני סוגי סיכונים עיקריים:
- התלקחות של אדים דליקים.
 - סיכון מחומרים כימיים בלתי יציבים בחום.

סיכונים משניים נוספים:

- סיכון רעילות של ממיסים נדיפים או גזים הנוצרים כתוצאה מהתפרקות חומרים בטמפרטורה גבוהה.
- התחשמלות כתוצאה מחיבור חשמל לקוי, גם בחיבורים או בגופי החימום.
- סיכונים פיזיקליים, כמו רסיסי זכוכית המועפים כתוצאה מכשל חלון הזכוכית בתנור וואקום.
- כווייה במגע.

יש להימנע ממדידת טמפרטורה בחלק העליון של התנור ע"י תרמומטר המכיל כספית. עדיף להשתמש בתרמומטר מטיפוס צמד תרמי.

בחירת סוג התנור חייבת להיות מותאמת לצרכי השימוש בו. תנורים המבוססים על הסעת חום, יכולים לשמש לייבוש כלי זכוכית, או לסילוק מים או ממיסים שאינם דליקים. הם אינם מתאימים לנידוף חומרים דליקים. אין להכניס לתנורים אלה כלי זכוכית שנשטפו בנוזלים דליקים (כמו אצטון או אלכוהול), אלא רק לאחר שיובשו תחילה באוויר, לצורך סילוק כל האדים הדליקים מתוכם.

תנור וואקום עשוי לשמש לסילוק אדים דליקים, בתנאי שהוא מצויד באביזרים הבאים:

1. מפסק בלתי תלוי, המפסיק את פעולת החימום כאשר בקר הטמפרטורה הראשי אינו מתפקד מסיבה כלשהי. התקן זה אמור להתאים לטמפרטורה השוררת בתנור וכן לטמפרטורה במקום בו נמצא אלמנט החימום. המפסק אמור להיות מכוון לטמפרטורה הגבוהה ב-5°C מעל לטמפרטורה של בקר התנור. בגמר השימוש בתנור, יש להשאיר את המפסק במצב כבוי עד לכיוונו מחדש באופן ידני. נורה דולקת או סימן אחר אמור לציין שהתנור נמצא במצב עבודה.
2. דלת תנור הסגורה באמצעות וואקום (לא באמצעות סגר). הסגירה ואטימות התנור מושגות באמצעות אטם גומי עמיד בטמפרטורה גבוהה, או באמצעות מהדקים מגנטיים, או בכל אמצעי אחר – שיבטיח את פתיחת הדלת כאשר הלחץ עולה, כדי למנוע נזק לדלת או לתנור.
3. מלכודת או כל התקן דומה אחר המצוי בקו הוואקום, המונע את זיהום מערכת הוואקום, ומגן על התנור במקרה שקווי הוואקום מזדהמים מסיבה כלשהיא.
4. קו לאספקת גז אינרטי לצורך 'שבירת' הוואקום ללא חדירת אוויר.

כללי:

ניתן לחמם בבטיחות בתנור חומר שהיציבות התרמית שלו ידועה למשתמש, אם מתמלאים התנאים הבאים:

1. קיים בתנור בקר-מפסק בלתי תלוי, המפסיק את פעולת החימום במקרה שבקר הטמפרטורה הראשי יצא מכלל פעולה. עליו להיות מכוון כ-10°C-5 מעל הטמפרטורה שנקבעה לבקר הראשי. אסור לכוונו לטמפרטורה הגבוהה ב-85% מטמפרטורת ההצתה העצמית של החומר המחומם. יודגש כי תנאים אלו אינם מספיקים עבור ייבוש של חומרים נפיצים.
2. בתנור המשמש לחימום מוצקים עלול להיווצר זיהום על גבי הדפנות, עקב פיזור אבק או תהליכי המראה (סובלימציה) של החומרים שבייבוש. בהמשך העבודה עלול הזיהום להוות גורם בעל סכנת התפוצצות, במיוחד כאשר מעלים את טמפרטורה העבודה של התנור. על כן יש לנקות את תא התנור המזוהם (בחומר שעבר סובלימציה, חומר אבקתי או נוזל שנשפך) לאחר כל שימוש. אם משתמשים בממס לצורך ניקוי התנור – יש לדאוג לייבוש קפדני של התנור באוויר יבש לאחר הניקוי.

2.4 עבודה עם כלי זכוכית

- יש לבדוק כלי זכוכית לפני השימוש, כדי לוודא שאין בהם פגמים.
- על הסטודנט להודיע על כל פגם בזכוכית לאחראי על המעבדה.
- יש להוציא משימוש כלי זכוכית שפני השטח שלהם נפגמו.
- אין להשתמש בכלי זכוכית סדוקים, שרוטים, שבורים חלקית או שקצותיהם חדים.
- אסור לאסוף שברי זכוכית בידיים. שברי זכוכית גדולים ייאספו בעזרת מטאטא ויעה. את השברים הקטנים יש לאסוף בניגוב, בעזרת סמרטוט רצפה לח, או ע"י שאיבה באמצעות שואב אבק. יש להשליך את השברים לתוך מיכל ייעודי ומשולט, שיוצב בפינת המעבדה. אין לזרוק זכוכית שבורה לפח האשפה הרגיל - עובדי הניקיון ואחרים עלולים להיפצע משברי זכוכית הנמצאים במיכל לא מסומן.
- אין לשלוף בכוח פקק גומי מכלי זכוכית. במקרה ופקק הגומי נתקע, יש לחתוך אותו במקביל לציר הכלי ולחלץ אותו מהכלי. במקרה הצורך, ימסור הסטודנט את הבקבוק לידי המרצה או הלברנט.
- אין לשאת כלי זכוכית בידיים רטובות.
- אין להחזיק בקבוקים בצווארם אלא רק בגופם ובבסיסם. את הבקבוקים יש לשאת בנושאים סטנדרטיים. אין להעמיס על הנושא יותר בקבוקים מיכולת הנשיאה שלו.
- בזמן נייעור, יש לאחוז בקבוקים ארוכי צוואר גם בצווארם וגם בחלקם הרחב.
- צינורות או מוטות זכוכית יובלו תמיד במאונך.
- בעת העברת חומרים נוזליים מבקבוקים יש להחזיק את תחתית הבקבוק ביד אחת ואת צווארו ביד שנייה.
- יש להוציא, מיד אחרי השימוש, חלקי זכוכית ותרמומטרים מתוך צינור גומי או פקק, אליהם חוברו.
- אין להפעיל כוח בטיפול כלשהו בכלי זכוכית.
- כדי להרחיק או להכניס זכוכית מ/אל צינורות ופקקים, יש להזיזה בתנועות סיבוב זהירות, כאשר הידיים מוגנות במגבת או בסחבות. אם אין הזכוכית נפרדת מהפקק או מהצינור, חותכים את הגומי או את הפלסטיק, ומנקים היטב.
- הכנסת צינור או משפך זכוכית דרך פקק מנוקב מגומי, שעם או פלסטיק תיעשה בתנאי הזהירות האלה: התאמת גודל הנקב לקוטרו של הצינור, הגנה על הידיים בכפפות בעלות עובי מספק או במספר שכבות של בד. הכנסת הצינור בתנועה סיבובית (ולא בדחיפות בכוח), שימון הצינור בשמן סיכה או בחומר סיכה אחר (גליצריין) או הרטבתו במים.
- בניסויים בלחץ-אוויר יש להעדיף בקבוק עגול על בקבוק בעל קרקעית שטוחה.
- בניסויים בלחץ אוויר או בוואקום יש לעטוף את הכלי במגבת, למניעת התזת שברים.
- אין למלא בקבוקי זכוכית בריאגנטים, בכמות העולה על 90% מן הנפח הרשום של הבקבוקים. יש להשאיר לפחות 10% מהנפח פנוי למקרה של התפשטות הנוזל במקרה של עליית הטמפרטורה.
- יש להתייחס לכל אירוע של חתך בעור מכלי זכוכית שנשבר כאל אירוע הכולל חדירת הכימיקל שבכלי הזכוכית אל תוך הגוף.
- חייבת להיות אפשרות גישה לכלי הזכוכית שבמדפים העליונים, ללא צורך בשרפרף או סולם.
- יש להגן על אנשים וציוד מפני ההשלכות של קריסה פנימה (implosion) של מערכות ואקום עשויות מזכוכית ובכלל זה תרמוסים (דיוארים). דבר זה ניתן להשגה ע"י חציצה (מפלסטיק שקוף או

- רשת צפופה, לדוגמה) בין המערכת ובין המפעיל, או ע"י הדבקת סרט דביק על כלי הזכוכית בכדי למנוע העפה של רסיסים.
- ככלל, אין להשתמש בכלי זכוכית במערכות בעלות לחץ על-אטמוספרי.

2.5 הכנת תרכובות אורגניות

- אין להשאיר ריאקציה בלתי מוכרת ללא השגחה.
- יש לבחור את גודל הכלי בזהירות. יש לוודא שנפחו יאפשר התפשטות מתקבלת על הדעת של נפח החומרים המגיבים. החומרים המגיבים צריכים למלא לא יותר מ-2/3 של נפח המיכל.
- נפח המעבה צריך להיות גדול בהרבה מכמות החומר הצפוי לעיבוי, כדי להקטין סיכונים של עליית הלחץ.
- יש לדאוג לאפשרות מהירה לסילוק מקור החימום. לפני תחילת הניסוי יש לוודא שיש גישה פנויה למפסיקי חשמל ולברזי הגז.
- יש להשתמש במנדף לביצוע כל הניסויים המסוכנים וכל ההכנות הכרוכות במגיבים רעילים, תוצרי לוואי רעילים וכדומה.
- יש להשתמש בכמות מינימלית של מגיבים בניסויים ראשונים הכרוכים בתהליכים מסוכנים כמו: תהליכי אלקילציה, הלוגנציה, פולימריזציה, חמצון בחומצה חנקנית ועוד, בהם ניתן לאבד שליטה על התהליך.
- רצוי שלא להוסיף קטליזטורים פעילים בטמפרטורות גבוהות. כאשר נדרש – יש לערוך ניסוי משנה בקנה מידה מצומצם, כדי לבדוק את בטיחות הפעולה.
- כאשר מתקיימים מספר ניסויים במקביל – יש לשמור על מרחק מתאים בין המתקנים, כדי למנוע תקלות שרשרת.
- יש לכבות כל מבער שאינו בשימוש.
- יש להגביל את כמות אבני הרתיחה המוספים לנוזל. גם אבנים קטנות יחסית עלולות לשבור תחתית של בקבוק זיקוק; במקומן רצוי להשתמש באבקות. את האבנים/אבקות יש להוסיף כאשר הנוזל נמצא בטמפרטורה נמוכה בהרבה מנקודת הרתיחה שלו.
- יש לנגב ולייבש היטב את שולחן העבודה הסמוך למקום בו נערך ניסוי הכולל מתכות אלקליות.

3. תהליכים ביולוגיים

3.1 עבודה עם מיקרואורגניזמים

- מיקרואורגניזמים הם גורמים ביולוגיים, היכולים לגרום לנזק בריאותי ישיר על ידי חדירתם והתרבותם בגוף האדם, או לנזק בריאותי עקיף על ידי חומרים המופרשים מהם לסביבה.
- המיקרואורגניזמים נחלקים לארבע קבוצות עיקריות:
 - חיידקים – הם מתרבים ע"י חלוקה לשניים וחלקם מסוגלים ליצור צורות עמידות בתנאי סביבה קשים (חום, יובש).
 - נגיפים ופריונים – לשם התרבות, הנגיף חודר לתוך תא חי. הנזק הבריאותי נגרם עקב מות התאים. הפיריון הוא אורגניזם שעשוי מחלבון בלבד.
 - טפילים – חיים בגוף המאכסן פרקי זמן שונים, עד הגעתם לבגרות או לתמיד.
 - פטטריות – חלקן גורמות מחלות וחלקן מפרישות רעלים מסוכנים, העלולים לגרום הרעלות ואף מוות. הסכנה נובעת מחוסר בחומרי רפואה המותאמים ללחימה בפטריות ומהיכולת של פטריות לפתח עמידות לכימיקלים.
- הגורמים הביולוגיים יכולים לחזור לגוף בצורות שונות: דרך דרכי הנשימה העליונות עד לריאות, דרך מערכת העיכול, דרך הריריות (אף, עיניים) ודרך העור.

3.1.1 קבוצות סיכון

קבוצת סיכון 1 – החשיפה לגורם ביולוגי מדבק היא בעלת סיכוי מזערי או אפסי להדבקות בגורם ביולוגי מדבק.

קבוצת סיכון 2 – החשיפה לגורם ביולוגי מדבק היא בעלת סיכון ניכר להדבקות בגורם ביולוגי מדבק.

קבוצת סיכון 3 – החשיפה לגורם ביולוגי מדבק עלולה לגרום למחלות קשות, לנכות ולמוות.

קבוצת סיכון 4 – החשיפה לגורם ביולוגי מדבק עלולה לגרום למחלות קשות, נכות, מוות והתפרצות של מגפות.

3.1.2 הנחיות לעבודה עם גורמים ביולוגיים

- יש להגביל את הכניסה למעבדה בזמן ביצוע העבודה.
- יש לחטא את משטח העבודה לפחות פעם אחת ביום, ואחרי כל שפך חומר ביולוגי.
- יש לחטא כל פסולת לפני הוצאתה מהמעבדה.
- יש לרחוץ ידיים בתום טיפול בגורם ביולוגי, ולפני עזיבת המעבדה.
- יש לבצע את כל התהליכים תוך הקפדה על הימנעות ככל שניתן מיצירת אירוסולים.
- יש לסגור במכלים מוגני נזילה חומרים מזהמים שאמורים לעבור חיטוי מחוץ למעבדה.
- יש ללבוש חלוק כל זמן השהייה במעבדה. יש לכבס את חלוק הבד פעם בשבוע. במקרה שהחלוק מזדהם בגורם ביולוגי, יש לחטא אותו באוטוקלב לפני הכביסה.
- יש להשליך את כל פריטי הציוד החדים כמות שהם למיכל קשיח, המיועד לכך והנושא את הסמל של סיכונים ביולוגיים.
- יש לדווח למנהל המעבדה על תאונות ושפכים המלווים בחשיפה משמעותית לגורם הביולוגי.
- יש להימנע מנגע בעיניים, באף או בעור בעת עבודה בכפפות.
- בזמן עבודה בחומר מזהם יש לסגור את דלת חדר העבודה ולתלות שלט אזהרה בנוסח: "כניסה באישור בלבד – סיכון ביולוגי – BIOHAZARD".
- יש להקפיד על סדר וניקיון במעבדה. הגישה אל משטחי העבודה תהיה פנויה ממכשולים ומציוד וחומרים שאינם נחוצים לעבודה.
- בכל עבודה במעבדה יש להרכיב משקפי מגן.
- עבודה בכמויות חומר גדולות תעשה תוך שימוש בהתקן שאיבה.
- יש להרים חפצים חדים ממשטחים במלקטת או ביעה.
- ערבוב, ריסוק וסירכוז (הפרדה ע"י צנטריפוגציה) יעשו במבחנות בעלות מכסה אטום.
- יש לפתוח אפולות המכילות חומר מיובש תוך עיטוף בגזה טבולה בחומר חיטוי או בצינורית גומי. רצוי לעשות זאת במנדף ביולוגי.
- יציקת תרביות תיעשה באיטיות ובזהירות מירבית.
- יש לעטוף מחטים בגזה לפני שליפתן מבקבוקונים בעלי פקק גומי.
- לשאיבת נוזלים בפטיפטה יש להיעזר בהתקן מתאים.
- אין לאכול, לשתות, לעשן או להתאפר בשטח העבודה.
- אין לאחסן מזון במקררים או ארונות המעבדה.
- אין לקפל, לשבור או להחזיר מחטים לכיסוין.
- אין להריח תרביות כלשהן.
- אין לצאת בחלוקים לאזורים שמחוץ למעבדה – ספרייה, חדר אוכל וכדומה.
- אין לעזוב את מקום העבודה לפני הסרת הכפפות.
- אין לגעת בחפצים כמו טלפון, ידידות וכדומה עם כפפות.
- אין לעבוד בעדשות מגע.
- אין לערבב תרבית בפטיפטה.
- אין לנשוף מפטיפטה את הטיפה האחרונה.
- אין לגעת ביד חשופה בחומר ביולוגי.

3.1.2.1 עבודה עם גורם ביולוגי מסוכן ברמות בטיחות 1

יש לעבוד במידת האפשר עם כלים חד פעמיים. כאשר חייבים להשתמש בכלי זכוכית, יש להבטיח את תקינותו לפני השימוש.

יש להשתמש רק בפיפטה מכנית או חשמלית לכל עבודה שבה נדרשת עבודה עם פיפטה.

השימוש בפריטי ציוד חדים (כגון מחטים במזרקים) יוגבל להכרחי בלבד. יש להיזהר מאוד מדקירה. יש להשליך את כל פריטי הציוד החדים כמות שהם למיכל קשיח, המיועד לכך, והנושא את הסמל של סיכונים ביולוגיים.

אין לשפוך לכיור או למיכל איסוף תמיסות המכילות פסולת ביולוגית לא מטופלת. השמדת מיקרואורגניזמים תבוצע ע"י הוספת היפוכלורייט (אקונומיקה) לריכוז סופי 0.5-1%, או חומר חיטוי אחר, והשהיה ל-20 דקות. לחילופין, ניתן לעקר תמיסות המכילות גורמי סיכון ביולוגי בעזרת האוטוקלב, בהתאם לנוהלי העיקור באוטוקלב.

3.1.2.2 עבודה ברמת בטיחות 2

בעת עבודה מחוץ למנדף עם דגימות פתוחות של גורמי סיכון (מדרגה 2 ומעלה) – חובה להרכיב משקפי בטיחות וכפפות.

יש לבצע את כל התהליכים תוך המעטה, ככל שניתן, ביצירת אירוסולים. יש לבצע כל תהליך שבו משתחררים אירוסולים (לדוגמה, פתיחת צנטריפוגה) במנדף ביולוגי תקין או תוך כדי שימוש בציוד מגן אישי אחר (כגון: מגן פנים או במסיכת נשימה) (נישמית) (בדרגה P2 לפחות).

אין לעבוד עם חומרים מידבקים או חומרים שעלולים להיות מידבקים כאשר ישנם פצעים פתוחים בידיים.

העובדים הבאים אינם מורשים להיכנס למעבדה שבה עובדים עם סיכונים ברמת בטיחות 2 ומעלה:
סובלים מבעיות במערכת החיסונית (כגון חולי סכרת ומחלימים מסרטן)
מקבלים טיפולים או תרופות אשר משפיעים על המערכת החיסונית
נמצאים (מסיבה כלשהיא) בסיכון מוגבר להידבקות

בעבודה בגורם ביולוגי בקבוצת סיכון 2 ומעלה יש לעטות כפפות. מומלץ להחליף כפפות לעיתים קרובות, ולהקפיד על רחיצת ידיים לאחר הסרתן. אם קיים חשש שהכפפות נקרעו (יתכן שהיה מגע עם גורם סיכון), חובה לשטוף מיד את הידיים עם הרבה מים וסבון ולדווח למנהל המעבדה.

אין לצאת מהמעבדה עם כפפות, אלא בעת העברת גורמים ביולוגיים בין המעבדות. בכל מקרה, יש להחליף את הכפפות לפני עזיבת המעבדה.

3.2 עבודה עם בעלי-חיים

כשמטפלים בבעלי-חיים העלולים לנשוך יש להגן על הידיים בכפפות מתאימות. כל פעולה המחייבת הכנסת יד לתוך הכלוב תיעשה בדרך שתמנע נשיכות. לאחר כל טיפול בבעלי-חיים או בכלובים יש לרחוץ היטב את הידיים במים ובסבון או בחומר ניקוי אחר. לאחר השימוש במזרק, סגור את המחט (ראה 3.3 סעיף 5) והשלך אותה למיכל המיועד לפינוי מחטים. במקרה של נשיכה יש לרחוץ את מקום הנשיכה או הדקירה במים וסבון או בחומר חיטוי, ולהודיע לצוות המעבדה שיפעל בהתאם לנוהל הפניית אדם שננשך ע"י בע"ח.

3.2.1 בעקבות נשיכה ע"י בע"ח

במקרה של נשיכת אדם ע"י בע"ח יש לבצע את הפעולות הבאות:
1. הפניית הנשוך לחובש, רחיצת המקום במים וסבון או בחומר חיטוי.

2. בידוד מיידי של בעל-החיים הנושך בכלוב מיוחד, והודעה לרשות התברואתית המוסמכת במקום ולמנהלת המעבדה.

3.3 עבודה עם מחטים

- אין להסיר את המחט מהמזרק.
- אין להחזיר את המחט לכיסוי.



- אין לכופף או לשבור מחטים.
- את המזרקים והמחטים המשומשים יש להשליך כמו שהם לפחים ייעודיים.
- במידת הצורך, כאשר הפרוטוקול מחייב, ניתן להחזיר את המחט לנדן בשיטת "יד אחת" כאשר הנדן מוחזק בתוך אביזר ייעודי, בדומה לאביזר בתמונה.



- אין להשאיר מחט חשופה על שולחן העבודה ו/או במנדף ו/או בתוך מכשיר בו מתבצעת ההזרקה.
- אין להסתובב במעבדה עם מחט חשופה.

3.3.1 לאחר דקירה ע"י מחט

- יש לעודד דימום מהפצע תוך שטיפה עם מים וסבון במשך מספר דקות ולטפל בחומר חיטוי (תמיסת יוד).
- במידה והפציעה כוללת גם חשיפה לגורם סיכון ביולוגי או כימי, יש לקבל ייעוץ רפואי. לייעוץ הרפואי יש להגיע עם ה-MSDS של החומרים שהיו בתוך המזרק.
- יש לדווח למנהל/ת המעבדה ולאחראי בטיחות/יו"ר ועדת בטיחות מחלקתית.

3.4 טיפול בפסולת ברמת בטיחות 2 (BSL2)

יש לאסוף את הפסולת הביולוגית המוצקה במעבדה למיכל מוגן מפני נזילה ומסומן בסימון "Biohazard" ובו שקית "Biohazard" ייעודית מתאימה.

פסולת ביולוגית יש לאסוף לכלי קשיח (מסומן בסמל "Biohazard") בעל מכסה, עמיד לעיקור.

פסולת, חפצים חדים ושברי זכוכית יש לאסוף בכלי קשיח, בעל מכסה, עמיד באוטוקלב, מוגן מפני נזילות ומסומן עם הסמל "Biohazard".

גופות של חיות ניסוי יש לאחסן במיכל ייעודי עמיד לאוטוקלב ולהקפיאן עד להעברה להשמדה בשריפה.

3.5 מנדף ביולוגי

תא עבודה סגור המונע את יציאת הגורמים המסוכנים הביולוגיים הנמצאים בתוכו לסביבת העבודה ופולט אותם לאוויר החיצון.

מנדף ביולוגי מסוג 1 – מנדף ביולוגי שבו הפתח הקדמי פתוח ונכנס לתוכו אוויר מבחוץ.

מנדף ביולוגי מסוג 2 – מנדף ביולוגי שבו הפתח הקדמי פתוח. בתוך המנדף קיימת זרימת אוויר מסונן שכבתית (למינרית) – אופקית ואנכית, והאוויר הנפלט החוצה מסונן.

3.5.1 הפעלה נכונה של מנדף ביולוגי

- כל הכללים שפורטו בסעיף 1.1.3 בנוגע למנדפים כימיים רלוונטיים גם למנדפים ביולוגיים. ובנוסף:
- יש להמעיט בתנועת אנשים בחדר.
- יש להשתמש בטכניקות עבודה סטריליות.
- יש להפעיל את המנדף לפחות 5 דקות לפני תחילת העבודה.
- יש להמתין 3 דקות לשטיפת הציוד באוויר המסונן.
- בתום העבודה יש להמתין 3 דקות נוספות לשטיפת האוויר.
- יש להכניס למנדף רק את הציוד והחומרים הדרושים.
- רצוי להמעיט את השימוש במבער במנדף.

4. תהליכים הנדסיים

3.1 בחישה

- אמצעי הבחישה המצויים במעבדה כוללים: בוחשים חשמליים, בוחשים מגנטיים, מכשירי טלטול וניעור, משאבות קטנות לנוזלים ומאיידים סיבוביים המשמשים בד"כ לסילוק ממיסים.
- מומלץ להשתמש באמצעי בחישה בתוך מנדף. יש לוודא קיום אפשרות לכבוי הבוחש מהצד החיצוני של המנדף במקרי חירום.
 - אמצעי בחישה מופעלים לעיתים קרובות זמן ארוך ללא השגחה רצופה. יש להימנע מלהשאיר אמצעים ללא השגחה בשל החשש לתאונות בעקבות כשל בבחישה, הפסקות חשמל או היתפסות של האימפלר (בוחש) של המתקן.

4.2 השבת ממיסים ומיצוי

- אין לטפל בממיסים נדיפים ודליקים בסביבה של להבות פתוחות או מקורות הצתה אחרים. מקורות החימום בביצוע מיצוי יהיו אמבט מים, אמבט קיטור או אמבט שמן מחומם בחשמל.
- כאשר מבצעים זיקוק מפריד - יש לוודא שמערכת העיבוי הממוקמת מעל לכלי המילוי מתאימה לממס המטופל.

4.3 מילוי וריקון

- יש להצטייד בציוד מגן אישי מתאים.
- עבור חומרים דליקים יש לחבר מהדקי הארקה בעת מילוי או ריקון.
- יש לוודא כי משאבת ההעברה תקינה ונקייה.
- יש לפתוח את מכסה האריזה בזהירות.
- יש לסגור את מכסה האריזה בגמר פעולת המילוי/ההרקה.
- במקרה של שפיכה/פיזור - יש לדאוג לניקוי מידי של הזיהום, בהתאם להנחיות שבגיליון הבטיחות המתאים.
- מילוי וריקון בתוך מעבדות יבוצעו בתוך מנדפים תקינים.
- אין לשאוב נוזל באמצעות הפה.
- אין להעביר חומר מסוג אריזה אחד לסוג שונה - כל חומר יחזק אך ורק בתוך האריזה המתאימה לו.
- כאשר חייבים למזוג נוזל מתוך כלי מאוחסן, יש להציב מיכל בעל נפח מתאים מתחת לברז של המיכל המקורי.
- אין להשתמש באריזה ריקה למילוי חוזר של החומר, לפני שנוקתה ביסודיות, נבדקה ונמצאה מתאימה עבור החומר המיועד למילוי מחדש.

- יש לסמן את תוכן האריזה על גבי תוויות מתאימות ולסמלה בתוויות אזהרה.

4.4 שימוש בצינורות גמישים

- צינורות גמישים מיועדים לקטעים קצרים בלבד. עבור קטעים ארוכים יש להתקין צנרת קבועה.
- הצינור הגמיש צריך להתאים לחומר שיעבור דרכו - כדי למנוע התקשות, סדיקה ודליפה אפשרית של החומר.
- יש לבדוק את תקינותו, שלמותו וניקיונו של הצינור הגמיש מפני פגיעה מכנית אפשרית.
- אין להשתמש בצינור אחד עבור חומרים שונים, יש לזרוק מיד צינור גמיש שנפסל לשימוש.
- יש להקפיד לחזק את קצות הצינור הגמיש במהדקים תקינים ומתאימים.

4.5 גילי גזים דחוסים

- גזים דחוסים הם חומרים כימיים, אשר בהיותם בלחץ אטמוספרי נמצאים בצורת גז, ובצורה דחוסה בתוך גליל הם גזים או נוזלים. מערכת גזים דחוסים כוללת גליל אחד או יותר מחוברים באמצעות סעפת ומערכת חיבורים, עם ווסתי לחץ, מדי לחץ וצנרת העברת גזים.
- מאפייני גילי גזים דחוסים: לחץ גבוה, סכנת דליפה עקב דיפוזיה, אפשרות של דליקות, נפיצות או רעילות.
- תאונות אפשריות: פיצוץ וגל הלם, זיהום האוויר בגזים רעילים, פיצוץ ושריפה וכד'.
- יש לקבל הסברים מהמדריך לפני השימוש בגזים הנמצאים בגלילים, כולל סדר פתיחה וסגירה של הברזים והווסטים. יש להשתמש בכלים יעודיים ומפתחות מתאימים לגלילים.

4.5.1 הוראות בטיחות כלליות בשימוש בגילי גזים דחוסים

- אחסון גילי הגזים הדחוסים יהיה במקום מיוחד, מוצל, בטוח, יבש ומאוורר היטב, ללא מגע עם חומרים קורוזיביים. יש למנוע את אחסונם במעבדה או במעבר המוביל אל המעבדה.
- אין לאחסן או להתקין גילי גז דחוס המכילים גזים דליקים או רעילים בתוך המעבדה.
- אין לחשוף גילי גזים דחוסים להשפעות חום מלהבה גלויה או מכל מקור חום אחר.
- הגלילים צריכים לעמוד זקופים כששסתומיהם כלפי מעלה, ולהיות מאובטחים באמצעים אמינים לקיר או לשולחן - עם שרשרת או מתקן מיוחד - מפני נפילה.
- יש להשתמש אך ורק בגלילי גז מסומנים בצבע היכר תקני ובאותיות ברורות. יש להגן על שסתומי גלילים שאינם בשימוש באמצעות כיפה על ראש הגליל. כיפה כזו חייבת להיות כל אימת שהגליל איננו אזוק, וזאת בכדי להגן מפני ההשלכות של שבירת הראש במקרה של נפילת הגליל.
- גלילים ריקים יאוכסנו בנפרד ויסומנו בשלט: 'ריק'. יש לדאוג להחזרתם ליצרן לצורך מילוי.
- אין לזרוק גליל גז ואין לגרור אותו. יש למנוע נפילת גליל אחד על אחר.
- את פריקת הגלילים והעמסתם יש לבצע בעדינות, ולהימנע מחבטות בקרקע או במשטח הרכב.
- אין להשתמש בגלילים - גם אם הם ריקים - לשום מטרה אחרת, כגון תמיכה, ייצוב וכד'.
- אין להרים גלילים או להובילם במנוף אלקטרומגנטי.
- יש להוביל את הגלילים בעגלות המיועדות למטרה זו.
- הגלילים יטולטלו - ריקים או מלאים - כשכיפת המגן מורכבת על הגליל. הגלילים יסודרו לצורך ההובלה כך שכל השסתומים יופנו לכיוון אחד.
- לפני חיבור הגליל לקו אספקה או לווסת - יש לוודא שהחיבורים מתאימים לסוג הגז המיועד לשימוש. יצוין כי ישנם גזים (כדוגמה מימן) שהווסת שלהם הוא בעל הברגה שמאלית.
- יש להשתמש בווסת לחץ תקני המיועד לגז הנמצא בשימוש. פתח את הברז באיטיות רבה, כדי למנוע פגיעה בווסת (כתוצאה משינוי לחץ פתאומי).
- בעת פתיחה או סגירה של מגופי מיכל גז דחוס, יש לעמוד בצד הנגדי של הגליל, עם הגנה מתאימה של העיניים והפנים. יש לכוון את פיית צינור הגז הרחק ממך ומשכנך.
- יש להשתמש במלכודת ובשסתום אל-חוזר בין גליל הגז והציוד אליו הוא מחובר.

- יש להשתמש במהדקים מתאימים לחיבור צינור גמיש בין הגליל לבין הציוד. יש לדאוג שהצינור יהיה נקי מבפנים ומותאם ללחץ העבודה.
- בגמר העבודה – יש לסגור תחילה את ברז הגליל, ורק לאחר מכן את ברז הלחץ הנמוך של הווסת.
- אין לתקן באופן עצמאי גליל גז או אחד מאביזריו. כל טיפול ותיקון ייעשה על ידי יצרן הגז, או ע"י גורם מוסמך.
- כאשר פורץ גז מן הגליל – יש לסגור מיד את ברז הלחץ הגבוה (על הגליל) ולהוציא את הגליל אל מחוץ לבניין לשטח פתוח, הרחק מכל מקור אש וחום.
- יש לדאוג שלכל מי שעובד עם מכלי גז יהיה הידע בשימוש בהם ובכללי הבטיחות המתאימים.
- עבור כל סוג של גז חייב להיות וסת לחץ, המיועד לו בלבד.
- יש להפריד בין גלילים המכילים גזים מחמצנים וחומרים דליקים.
- בשימוש בגז קורוזיבי או רעיל יש להעדיף גליל בנפח הקטן ביותר, ולאחסנו כשהוא מוחזק היטב ומסומן בצורה בולטת – בתוך מנדף מאוורר, תוך שמירה על התנאים הבטיחותיים המיוחדים לשימוש בגז זה.
- יש להאריק גלילי גזים דליקים כדי למנוע הצטברות חשמל סטטי.
- מקטיני הלחץ והמנומטרים לחמצן יסומנו בצורה בולטת – ויזהירו מפני השימוש בשומנים לסיכה ומפני טיפול בגלילי בידיים מזוהמות בשומנים.
- יש להקפיד שלא לרוקן גליל גז דחוס עד הסוף.
- על מנהל המעבדה לדאוג לפרסם נהלים כלליים מקיפים לשימוש וטיפול בגלילי גז דחוס.

4.5.2 הוראות פרטניות בהתאם לסוג הגז

יש להתייחס לגזים השונים כאל כימיקלים מסוכנים לכל דבר, בנוסף להתייחסות הנוגעת למצב הצבירה וללחץ בו הם נתונים. להלן התייחסות למספר קבוצות חומרים מרכזיות:

גזים דליקים

הוראות כלליות:

- אין להשאיר להבה או מקור חום דולק ללא פיקוח בקרבת גלילים של גזים דליקים.
 - גלילי גז דליקים ימוקמו מחוץ לחדרי העבודה.
 - צנרת העברת הגז תהיה ממתכת או חומר קשיח אחר.
 - אין למקם גזים דליקים בסמוך ללוחות חשמל.
 - אין לאחסן מלאי גלילי גז דליק במעבדה.
 - ברזי היציאה יהיו פתוחים רק בעת שימוש בגז.
- מימן** – גז מאוד דליק ונפיץ
- המימן מתחמם בהתפשטות אדיאבטית.
 - מימן בתערובת של 80% עם אוויר עלול להתפוצץ בתגובה למקורות הצתה וחימום קלים ביותר.
 - מימן קל מאוויר ולכן עלול להצטבר בכיסים גבוהים בסמוך לתקרה ופינות סגורות אחרות. למניעת מצב זה מומלץ לגרום לזרימה ולתחלופות אוויר תדירות.
 - מומלץ להשתמש בגנרטור ליצירת מימן במקום בגלילי מימן.

גזים מחמצנים

- בקבוצה זו נכלל הגז חמצן. תגובתו היא תגובת חימצון מהירה ויש לקחת בחשבון את התכונות הריאקטיביות בעבודה עם גזים אלה.
- מגע עם חומר זר עלולים לגרום להתפוצצות ושריפה. יש לנקות היטב את הצנרת וכל שאר אביזרי המערכת לפני שימוש בגזים מחמצנים.
- בעבודה עם גזים מחמצנים יש להשתמש רק בווסתים ומדי לחץ המיועדים למטרה זו, עם סימון הגז המיוחד עליהם.

מקורות מידע

1. חוזר מנכ"ל משרד החינוך: בטיחות, ביטחון ושעת חירום 5, 1 בפברואר 2002.
2. דו"ח הוועדה לגיבוש נהלי בטיחות במעבדות להנדסה כימית בעקבות המלצות הוועדה להערכת איכות בתחום הנדסה כימית, פברואר 2011.
3. הוראות בטיחות לסטודנטים במעבדות הוראה, המחלקה לבטיחות גיהות ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, ספטמבר 2009.