المجلد الأول

الأمن والسلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية

الوقاية من الحوادث لطلاب الجامعات والكليات

الإصدار السابع

إصدار الجمعية الكيميائية الأمريكية - اللجنة المشتركة للسلامة الكيميائية

الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية

المجلد الأول

الوقاية من الحوادث لطلاب الجامعات و الكليات

الإصدار السابع

إصدار الجمعية الكيميائية الأمريكية - اللجنة المشتركة للسلامة الكيميائية

حقوق الطبع ، ح ٢٠١٠
الجمعية الكيميائية الأمريكية
واشنطن
جميع الحقوق محفوظة

ردمك الأصل الإنجليزي : ٤-٣٨٦٣-٨٤١٢-٠
طُبع في الولايات المتحدة الأمريكية

تقدير و عرفان للترجمة العربية

الترجمة

أكرم أمير العلي
قسم الكيمياء
الكلية الجامعية بمحافظة الجموم
جامعة أم القرى
مكة المكرمة–المملكة العربية السعودية

المراجعة الرئيسة

آلان هزاري
قسم الكيمياء
جامعة تينيسي – نوكسفيل
تينيسي–الولايات المتحدة الأمريكية

شارك في المراجعة

مها الناشر و هدى عبدالرحيم
برنامج الترجمة الفورية الطبية
كلية ويل كورنيل الطبية
الدوحة – قطر

المتعاونون

لورنس دويمني ، الجمعية الكيميائية الأمريكية–لجنة الأمن و السلامة الكيميائية
إيريك تالي ، الجمعية الكيميائية الأمريكية–لجنة الأمن و السلامة الكيميائية
مارتا جموركزيك ، الجمعية الكيميائية الأمريكية

٢٠١٠

Acknowledgments for the Arabic Translation

Translator

Akram Amir El-Ali
Department of Chemistry
Al-Jomoum University College
Umm Al-Qura University
Makkah, Saudi Arabia

Main Reviewer

Al Hazari
Department of Chemistry
University of Tennessee
Knoxville, Tennessee

Additional Reviewers

Maha Elnashar and Huda Abdelrahim
Medical Interpretation Program
Weill Cornell Medical College
Doha, Qatar

Collaborators

Laurence Doemeny, American Chemical Society-Committee on Chemical Safety
Erik Talley, American Chemical Society-Committee on Chemical Safety
Marta Gmurczyk, American Chemical Society

2010

تقديم الرئيس

عندما قامت لجنة السلامة الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية (ACS) بإصدار الطبعة الأولى من الأمن و السلامة في مختبرات كيمياء التعليمية (SACL) قبل ثلاثين سنة مضت ، كان أنذاك اهتماما قليلا بتدريس السلامة المخبرية ، و خلال السنوات اللاحقة فإن توزيع الطبعات الست السابقة قد قارب الآن من مليون نسخة .

ويعتبر كتاب الأمن و السلامة في المختبرات الكيميائية التعليمية من الكتب الأكثر انتشارا تم طباعتها حاليا في مجال السلامة المخبرية. و على الرغم من أنه قد تم كتابته على شكل رئوس أقلام أو توجيهات للممارسات في المختبرات الكيميائية التعليمية ، ألا أن تطبيقاته غير محصورة في مجال المؤسسات التعليمية.

إن المعلومات المقدمة في هذا الدليل كُتبت لتناسب جميع المختبرات و مواقع العمل التي تستعمل المواد الكيميائية بما في ذلك المختبرات البحثية ، التحليلية ، مراقبة الجودة ، الطبية و المختبرات التطويرية .

كلما عرفنا المزيد حول أخطار المواد الكيميائية في معاملنا ، وجب علينا مشاركة هذه المعرفة مع زملائنا في العمل و مع طلابنا أيضا. فقسم الصحة و السلامة الكيميائية التابع للجمعية الكيميائية الأمريكية يقوم بنشر أحدث الابحاث و المستجدات خلال برامجه التقنية السنوية المحلية و أيضا خلال مجلته"الصحة و السلامة الكيميائية" .

فمدرسين المواد العلمية لمراحل ما قبل الجامعة بدؤوا بإقحام السلامة الكيميائية أثناء تدريسهم في الصفوف التعليمية . و قد قامت لجنة الأمن و السلامة الكيميائية بإصدار نشرتين مرافقتين لمساعدة أولئك المهتمين في تدريس العلوم للمرحلة الإبتدائية و المتوسطة .

فيمكن الحصول على نسخ من « السلامة في صفوف العلوم للمرحة الإبتدائية (الصف السادس) و «السلامة الكيميائية للمدرسين و مشرفيهم : للصفوف من ٧-١٢ « من خلال مكتب الخدمات الإجتماعية في الجمعية الكيميائية الأمريكية.

فيسعدني أن أقدم لكم الطبعة السابعة ، حيث باقورة إنتاج اللجنة ، و أود أن أشكر الكثيرين الذين ساهموا و بلطف منهم بوقتهم و حكمتهم في هذه الطبعة و ما قبلها من طبعات سابقة . فمجهوداتهم ساعدت في جعل من مختبرات الكيمياء التعليمية أماكن أكثر أمنا و قليلة الحوادث و الإصابات .

فقد ساهم جاي يونج في عدة طبعات من الأمن و السلامة في معامل الكيمياء التعليمية ، فقد كان الأكثر مشاركة و عمل كمحرر لهذه الطبعة أيضا .إن شمولية و وضوح هذا الجزء هو النتيجة المباشرة لإصراره و إلتزامه. فمقدمة المحرر أشارت إلى الذين شاركوا في تنقيحات و تعديلات الطبعة السابعة . و تم مراجعة المسودة النهائية من قبل دان ماكدونالد ، روس بيفير و روبي توري . كما قام لاري فونك بتنسيق مجهودات أعضاء الجمعية الكيميائية الأمريكية المشاركين في نشاطات التوزيع و الإنتاج .

جميع المقترحات مرحب بها ، و يمكن توجيهها إلى لجنة السلامة الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية على العنوان التالي :

1155 16th St., NW, Washington, DC 20036.

كينيث بي . فيفيزاني
رئيس لجنة السلامة الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية
أكتوبر ٢٠٠٢

مقدمة المحرر

تم كتابة الطبعة الأولى من هذا الكتاب في عام ١٩٧٢ من قبل أعضاء لجنة السلامة الكيميائية في جمعية الكيميائية الأمريكية بتوجيه و دعم من رئيسها آنذاك هوارد هـ. فاوست (متوفى حاليا) . فقد أصدر ضمن ١١ صفحة على شكل مطبوعة متباعدة الأسطر تم طباعتها على ناسخة الستنسيل. و منذ ذلك الحين تم توزيع ما يقارب المليون نسخة من النسخة الأصلية و ما تبعها من طبعاتها الخمسة اللاحقة . فالأهداف بقيت كما هي دون تغيير ، بينما التفاصيل أصبحت أكثر تعقيدا. فمعرفتنا لأخطار المواد الكيميائية أصبحت معمقة أكثر ، و أصبح للسلامة الكيميائية دورا هاما لمناهج التدريس لكل من ما قبل الكلية و الكليات الجامعية .

حاليا يتم اصدار الأمن و السلامة في مختبرات التعليمية في ثلاثة أجزاء–السلامة في الصفوف العلمية الإبتدائية (الصف السادس الإبتدائي) ، السلامة الكيميائية للمعلمين و مشرفيهم : للصفوف من ٧–١٢ ، و الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية (حاليا ضمن جزئين– هذا الجزء للطلاب الذين يعملون مع المواد الكيميائية في مختبرات الكلية و الجامعة ، و الجزء المرافق للكلية و مساعدين التدريس ، للطلاب المتخرجين و المديرين).

يتعلم الطلاب الصغار في المستويات ما قبل الثانوية و الثانوية بالتوجيه ، و مع تقدمهم بالسن و نضوجهم فإن طريقة تدريسهم تصبح أقل سالبية ، و بالتالي يلعبون دورا هاما في التعليم. و عندما يحين وقت وصولهم لمستوى الكلية أو الجامعة ، فإن مشاركة الطلاب الفعالة يجب أن تلعب دورا أساسيا في العملية التعليمية.

و لكي نركز على المشاركة الفعالة للطلاب الناضجين ، فإننا قمنا بإضافة عنوان جانبي في هذه الطبعة و هو الوقاية من وقوع الحوادث.

أود الإشارة هنا إلى الإقتراحات و المشاركات المفيدة من قبل أعضاء اللجنة المشتركة للسلامة الكيميائية ، و أخص بالشكر أعضاء لجنة التنقيح الفرعيّة روبرت أليمو، تشارلز جرينليف، روبي توري، وجورج واهل ، و إلى آيلين سيجال، روسل فيفر، ستيفن سيتشاك، دان ماكدونالد، وبيرنارد بليس.

جاي أي. يونج
المحرر
أكتوبر ٢٠٠٢

إخلاء المسئولية

إن المادة–المعلومات– التي احتواها هذا الدليل تم تجميعها من سلطات معترف بها و يعتقد بأنها موثوقة و تمثل أفضل المرجعيات في هذا المجال . فهذا الدليل يهدف أن يعمل كنقطة بداية للممارسات الجيدة و لا يهدف إلى تحديد أدنى المعايير القانونية أو تمثيل سياسة الجمعية الكيميائية الأمريكية . فلا يوجد هناك تحذيرات أو ضمانات أو حتى تمثيل من قبل الجمعية الكيميائية الأمريكية حول صحة أو وفرة المعلومات المتوفرة في هذا الدليل، و لا تتحمل الجمعية أية مسئولية حيال التعامل معها . فهذا الدليل يهدف لتوفير المعلومات الأساسية الأولية لمنع الحوادث . لذلك ، لا يمكن الافتراض بأن جميع التحذيرات الأساسية و الإجراءات الاحتياطية تم شملها في هذه الوثيقة ، و أنه لا يلزم أية معلومات أو معايير إضافية أخرى.

يجب على مستخدمي هذا الدليل أن يستشيروا المستشارين القانونيين على المستوي المحلي و الولاية و الإتحاد قبل البدء بأي برنامج لمنع الحوادث.

الأسماء المسجلة و العلامات التجارية ...إلخ المستخدمة في هذا الإصدار ، حتى بدون أي إشعار مسبق ، لا يعني بالضرورة بأنها غير محمية بالقوانين.

مقدمة

قامت اللجنة المشتركة للسلامة الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية بتأليف هذا الكتاب للوقاية أو للحد من الحوادث التي قد تحدث في مختبرات الكيمياء التعليمية في الكليات و الجامعات. و يمكن للمعلومات الواردة هنا الأخذ بها و تطبيقها في جميع المختبرات التي يُستخدم فيها المواد الكيميائية مثل المختبرات البحثية، الطبية ، إدارة الجودة و المختبرات التطويرية و أية مختبرات أخرى ايضا . كما يمكن للمعلومات الواردة في هذا الكتاب أن تلعب دورا رئيسا لتخطيط و كتابة خطة السلامة من خطر المواد الكيميائية أو أية تعليمات أو توجيهات مفصلة أخرى قد تكتب من قبل المسئولين عن منع الحوادث التي قد تحدث في المختبرات الكيميائية.

فهناك طريقة مفصلة للتعامل مع المواد الكيميائية يمكن من خلالها التقليل من احتمالية وقوع الحوادث إلى أدنى مستوى بما في ذلك التعرض للمواد السامة (الخطرة). و للتقليل من احتمالية وقوع الحوادث يجب :

- التدرب و تطبيق متطلبات الأمن و السلامة للحد من الحوادث .
- استخدام أدوات السلامة الشخصية مثل النظارات الواقية ، بالطو المختبر في جميع أوقات الوجود في المختبر .
- استخدام أقل كمية ممكنة من المواد الكيميائية و التي تحقق هدف التجربة .
- كلما أمكن ذلك ، استخدام مواد غير خطرة أو أقل خطورة بدلا من المواد السامة المذكورة في التجربة .
- توقع تسلسل الأحداث التي قد تقع أثناء العمل في المختبر .

قبل البدء في تحضير أو إجراء أية تجربة يجب أن تسأل نفسك « ماذا قد يحدث لو...؟». فالإجابة على هذا السؤال يتطلب معرفة و فهم كامل للأخطار المتعلقة بالمواد الكيميائية و الأدوات المستخدمة بالتجربة . فالنشاط الكيميائي للمادة الكيميائية أو قابليتها للاشتعال أو للتآكل أو حتى سميتها سوف تلعب دورا رئيسا في تحديد المتطلبات الوقائية الواجب اتخاذها. فمثل تلك المعلومات الوقائية قد تشكل الأساس لأي خطوات للسلامة قد تكتب لاحقا.

تتطلب أية برامج فعالة للسلامة دعم فعال و مؤثر من قبل المشرفين و أعضاء هيئة التدريس والطلاب العاملين في المختبرات . كما يجب أن يشمل برنامج الوقاية من الحوادث المخصص لتحقيق الأمن و السلامة للطلاب و العاملين في المختبرات على :

- الكشف المنظم لمتطلبات السلامة على فترات لا تتجاوز الثلاثة أشهر.(التركيز على أدوات السلامة الأكثر استخداما مثل دش السلامة و نافورة غسيل العينين) .
- الكشف المستمر على جاهزية و عمل أنظمة و أجهزة التهوية .
- التأكد المسبق و المستمر على أن الأفراد الموجودين في المختبرات مدربين و مهيئين لاستخدام تعليمات و أدوات السلامة . و أخيرا
- معرفة الخطوات السليمة للتخلص من فضلات المواد الكيميائية .

هذا الكتاب مخصص بالأساس لطلاب مختبرات الكيمياء في الكليات و الجامعات و الكتاب المرافق هو للمشرفين و المسئولين على تلك المختبرات و يؤكد هذا الكتاب على أهمية معرفة الأخطار مسبقا و الخطوات اللازم اتخاذها للحد منها . و لاحقا و عند تخرج الطلاب و عملهم ككيميائيين أو غير ذلك فإنهم سوف يواجهون عدة تحديات و مشاكل تتعلق بالأنظمة الفيدرالية المتعلقة بالمواد الكيميائية و أمور الأمن و السلامة

و عليه فإن هذا الكتاب يركز على العمل المخبري الكيميائي و التي تتماشى مع قانون حفظ و استهلاك المصادر، و قانون الوعي البيئي الشامل للمسئولية و التعويض و قانون السلامة و الصحة المهنية و عليه فإن منع وقوع الحوادث ليس أمرا تعليميا بل هو الأساس الذي تقوم عليه جميع التجارب المخبرية.

القيام بالأمور بطريقة سليمة ليس بالضرورة هي الطريقة المثلى للعمل- فهي الطريقة الوحيدة للقيام بذلك

و يمكن لهذا الدليل أن يشكل الأساس لخطط الأمن و السلامة التي تكتب لاحقا . و هذا الدليل ليس المقصود منه استبدال ما هو موجود من نظم و تعليمات بل هو نقطة بداية لفهم أسس الحد من الحوادث و هناك المزيد من المعلومات المفصلة يمكن الرجوع إليها في الملحق رقم ١ .
أغلب المواضيع و المواد المذكورة هنا هي نتاج خبرة سنوات عديدة لأعضاء اللجنة المشتركة للسلامة الكيميائية بالإضافة إلى معلومات أخرى تم اشتقاقها من عدة تعليمات أخرى.

١ - مسئوليتك لمنع الحوادث :

إن عملية الوقاية أو الحد من الحوادث في المختبرات هي مسئولية جماعية تتطلب توافر جهود جميع العاملين أو الموجودين في المختبر، فكل شخص مسئول عن الحد من وقوع الحادث و خاصة أنت، الشخص الذي يقوم بإجراء التجربة . و عادة تقع الحوادث بسبب :

- سلوك غير مبالي .
- الفشل أو عدم التوفيق في استخدام الحس السليم .
- الفشل أو عدم التوفيق في استخدام أو تطبيق التعليمات و ارتكاب الأخطاء .

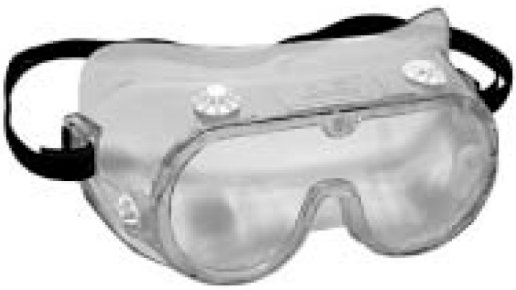
قد تكون أنت ضحية لخطأ أنت ارتكبته ، أو قد تكون ايضا ضحية لخطأ قد يرتكبه طلاب آخرون . فإذا لم تتمكن من التعامل مع ذلك بطريقة صحيحة و قام أحد الزملاء أو الزميلات لك في المختبر بمساعدتك بالقيام بذلك بطريقة صحيحة ، فكن ممتنا لهم ، فقد يكون أو تكون من أنقذ حياتك . و بالعكس إن قام أحدهم بخطأ ما فأعلمه أو أعلمها على الفور . كما أن سلامة المختبر تقع على عاتق مسئول المختبر أو فني المختبر ايضا، فاعمل على كتابة تقرير مفصل له أو لها عن كل حادث قد يقع في المختبر .

و لكي تصبح مسئولا أو مطبقا لتعليمات الأمن و السلامة في الحد من الحوادث يجب اتباع التعليمات التالية :

- اتبع جميع إرشادات الأمن و السلامة بكل دقة .
- لا تقم باللعب أو العبث في مختبر الكيمياء .
- يجب أن تكون واعيا جدا و مطلعا على أماكن وأدوات و أجهزة و ملحقات الأمن و السلامة مثل : مخارج الطوارئ ، و دش السلامة و نافورة غسل العينين .
- قبل الشروع بأي عمل مخبري يجب أن تكون مدركا تماما لخطورة المواد الكيميائية المستخدمة . و كُن ايضا متأكدا من أنك تعرف و تتبع إرشادات الأمن و السلامة التي تحميك و تحمي الآخرين من تلك الأخطار.
- كُن مدركا ايضا لخطورة الأدوات المستخدمة و الخطوات المتبعة في التجربة ، و تعلم ما تقوم به و ما يمكن تجنبه أثناء العمل المخبري .

الحماية الشخصية

حماية العينين



يجب على كل شخص يوجد في المختبر بما في ذلك الزائر أن يلبس النظارات الواقية للعينين أثناء تواجده في المختبر (ليست نظارات السلامة العادية أو ما يشابهها) حتى و إن لم تجرَ أية تجارب في المختبر . فالنظارات الطبية العادية لا توفر الحماية المناسبة للعينين على الرغم من أنها تتماشى مع تعليمات وكالة الأغذية و الأدوية الأمريكية[1] . فلا تعتمد على مثل تلك النظارات العادية لحماية العينين في المختبر .

و تعتمد طبيعة حماية العينين على الظروف القائمة في المختبر . فالعدسات اللاصقة لا توفر أدنى حماية للعينين

١ فحص النظارات العادية و ليس النظارات الواقية موضح في CFR 21 (رمز القانون الفيديرالي) 801410(2)(d) .

تحت أية ظروف يتوقع بها حدوث تطاير أو تبخر للمواد الكيميائية . فالنظارة الواقية المناسبة للعينين هي تلك الموضحة بالشكل في الصفحة السابقة. قُم بلبس النظارة الواقية في جميع الأحوال في المختبر سواء كنت لابسا عدسات لاصقة أو غير ذلك .
عندما تعمل في ظروف تتطلب تخفيضا في الضغط أو أية ظروف حرجة أخرى مثل التفاعلات الديناميكية أو التي يحدث بها انفجارات أو التفاعلات العنيفة فاعمل على استخدام اللوح الواقي الشفاف و لبس النظارات الواقية و لبس قناع الوجه الواقي الشفاف ايضا بحيث يكون كبيرا ليغطي الرقبة و الأذنين[٢] .

الملابس

يجب على الملابس التي تلبس في المختبر أن توفر الحماية من المواد الكيميائية المتطايرة، فيجب أن تكون سهلة النزع أو الخلع في حالة وقوع أي حادث و يجب على الأقل أن تكون مقاومة للحريق . فالمرايل غير القابلـة للاشتعـال و غير المسامية توفر حماية مناسبة و بسعر معقول ، و إذا كنت تلبس معطفا أو بالطو بدلا من المريول فتأكد من أن أزرار المعطف أو البالطو من النوع الكبس و ليس أزرارا عادية و بالتالي يسهل نزعه أو خلعه بسرعة.
و في المختبر البس ايضا حذاء طبقته العليا مصنوعة من الجلد أو من الجلد الصناعي، فلا تذهب إلى المختبر حافي القدمين أو لابسا صندلا . لا تلبس حذاء عالي الكعب أو كاشف لأصابع القدمين أو حذاء طبقته العليا مصنوعة من القماش أو حذاء مشبك .
لبس الملابس القصيرة و الكاشفة للجسم تُعرِّض جسمك بدون أي داع لخطر الحرق و التآكل من قبل المواد الكيميائية و بالتالي فهي غير آمنة في المختبر. و ايضا اعمل على ربط و لمّ الشعر الطويل و تجنب الملابس الفضفاضة. و لا تلبس المجوهرات و الحلي في المختبر مثل الخواتم و العقود و الأساور . فالمجوهرات ممكن أن تُتْلف بسبب أبخرة و رذاذ المواد الكيميائية . فتسرب أو دخول المواد الكيميائية ما بين الجلد و بين قطعة المجوهرات يمكن أن توفر للمواد الكاوية اتصال مباشر مع الجلد ، كما أن لبس المجوهرات في المختبر يزيد من احتمالية حدوث صعقة كهربائية في حالة تلامس قطعة المجوهرات مع المصادر الكهربائية و يمكن للمجوهرات ايضا أن تعلق مع أحد الأجهزة في المختبر و بالتالي تتسبب في وقوع الحوادث . أما لبس الأشمغة و الغُتر في المختبر أثناء العمل المخبري فهو ممنوع تماما ، كما أن لبس النقاب داخل المختبر أثناء العمل المخبري ممنوع ايضا نظرا لما يسببه النقاب من حالة ضيق التنفس أثناء تبخر المواد الكيميائية . كما يفضل أن توضع الأطراف الخارجية من الخمار داخل البالطو .

القفازات الواقية

تعتبر القفازات الواقية واحدة من الأمور الهامة في مجال الحماية الشخصية ، و معلمك قد يلجأ إليها عند الحاجة. هناك العديد من القفازات و المواد المصنعة لها مثل: اللاتكس و النيوبرين و المطاط البيوتيلي و غيرها . كما أن القفازات تختلف من حيث الطول ايضا ، فمنها ما يغطي الكفين فقط و منها ما يغطي الذراعين و أخرى الساعدين .
فالأشخاص الذين يتحسسون من اللاتكس يجب عليهم أن لا يلبسوا ذلك النوع من القفازات. و على الرغم من أن القفازات المصنوعة من القماش أو الجلد تحمي من الأجهزة و الأدوات الساخنة أو الباردة ، ألا أنه لا يمكن الاعتماد عليها للوقاية من خطر المواد الكيميائية . فالقفازات القماشية مسامية و القفازات المطاطية يمكن أن تتلوث من استخدام مسبق .

٢ كلا من الثلاثة اللوح الواقي الشفاف و النظارات الواقية و القناع الواقي تحمي فقط من الانفجارات البسيطة

اعمل على استخدام القفازات بطريقة صحيحة ، و تأكد دائما من سلامتها قبل الاستخدام و التأكد ايضا من خلوها من العيوب أو الثقوب الصغيرة . و لتجنب التلوث الكيميائي غير المقصود ، اعمل على نزع أو خلع القفازات قبل مغادرتك منطقة العمل و قبل التعامل مع الأشياء الأخرى مثل التلفونات و أدوات الكتابة و مقابض الأبواب و المذكرات العملية و الكتب الدراسية .

و يجب التأكيد هنا على أنه لا يوجد نوع قفاز معين يوفر الحماية الدائمة . فالسوائل مثلا ممكن أن تخترق بعض أنواع معينة من القفازات . و عندما يتم استخدام أنواع معينة من القفازات مع بعض السوائل ، فإن نفاذية تلك السوائل قد تستغرق عدة دقائق . و لكن نفاذية المواد المصنعة لتلك القفازات تختلف من مادة لأخرى حسب المصنع الصانع لها ، لذلك اعمل على الرجوع إلى المعلومات التي يوفرها المصنع الصانع لتلك القفازات للتعامل معها بطريقة صحيحة . فإذا ما انتشرت مادة كيميائية خلال القفاز فإنها سوف تحتجشز ما بين الجلد و القفاز و بالتالي سوف تسبب أذى شديدا أكثر من أنه لو لم تكن هناك قفازات أصلا .

لا تستخدم أو تعيد استخدام قفازات سبق و أن تم استخدامها للتعامل مع مادة كيميائية ضارة . فلا يمكن أن تستخدم تلك القفازات مرة ثانية لأنه لا يمكن إزالة تلك المادة الضارة بالكامل ، و هنا يجب التعامل مع مثل تلك القفازات على أنها مخلفات خطرة يجب رميها و التخلص منها في حاوية المخلفات الخطرة حسب تعليمات أستاذ المادة . و لكن إذا أمكن تنظيفها و التأكد تماما من أنها نظيفة فإنه في تلك الحالة فقط يمكن استخدامها .

بروتوكول المختبر

إن مختبر الكيمياء هو مكان للتعلم و العمل الجاد ، فلا يسمح إطلاقا المزاح الخشن في المختبر ، كما أن أي تعديل في خطوات التجربة بما في ذلك تغيير المواد المستخدمة في التجربة أو بكمياتها قد يسبب أخطارا جمة في المختبر . فاعمل على سؤال مدرس المادة قبل القيام بأي تغيير في خطوات العمل . فالتعديلات أو التغييرات في سياق التجربة يجب أن يتم تحت معرفة و إشراف و موافقة أستاذ المادة .

زوار المختبر

يجب على جميع زوار المختبر بغض النظر عن الفترة الزمنية لزيارتهم أن يلبسوا النظارات الواقية، كما يجب على الكيميائيين و العلماء الآخرين أن ينتبهوا لسلوك و تعليمات الأمن و السلامة المتبعة في المختبر .

الزوار الآخرين للمختبرات مثل الأصدقاء و الأقارب و خاصة الأطفال لا يدركون أو يعون تماما خطورة المكان الذي هم فيه و بالتالي يمكن أن يتصرفوا بطريقة غير آمنة . و هنا يجب عليك أن تأخذ الإذن المسبق من مشرف المختبر قبل أن تدعوا أي زوار للمختبر .

السلوكيات في المختبر

وظيفتك كطالب هي التعلم و هذا يشمل واجب التعلم للوقاية من الحوادث في أي مكان توجد فيه في المختبر. و هذا الأمر يتطلب منك أن تحقق من السلوكيات التالية :

- البس دائما النظارة الواقية للعينين سواء كنت أنت تعمل أو غيرك يعمل بالمواد الكيميائية أو بالأجهزة الكيميائية .
- اعرف مسبقا أخطار المواد الكيميائية التي تنوي التعامل معها .

• البس مريول أو معطف أو بالطو المختبر ، و لا تلبس الملابس القصيرة أو البلوزات القصيرة، و لا تلبس الأحذية ذات الكعب العالي أو الأحذية التي تكشف أصابع القدم أو الصنادل أو الأحذية المصنوعة من الصوف .
• اعمل على لـمّ (تصفيط) الشعر الطويل و تضييق الملابس الفضفاضة .
• اعمل على غسل يديك و ذراعيك بالماء و الصابون قبل خروجك من المختبر ، حتى و لو كنت تلبس القفازات و اعمل ايضا على غسل معطف المختبر أو المريول جيدا للتخلص من المواد الكيميائية التي وقعت عليها و لكن بعيدا عن أو منفصلة عن الملابس العادية .
• لا تعمل أبداً لوحدك في المختبر .
• لا تُحضر أو تُخزن و لو مؤقتا الأطعمة و المشروبات في المختبر . و لا تأكل أو تشرب في مختبر الكيمياء.
• لا تمضغ العلكة أو تُدخن السجائر و التبغ أو حتى تستخدم مساحيق التجميل أو السواك في المختبر . احذر من أن مواد التجميل و التبغ في العلب المفتوحة و أعواد السواك المكشوف يمكن أن تمتص أبخرة المواد الكيميائية .
• لا تلبس أو تُحضر مريول أو معطف أو بالطو المختبر في الأماكن التي تُستهلك فيها الأطعمة .
• لا تقم بشفط المواد الكيميائية بالفم . استخدم مالئة الماصة .
• لا تعبث بالعدسات اللاصقة في المختبر ، إلا إذا اقتضت الضرورة إلى نزعها لغسل العينين بنافورة غسيل العينين .
• لا تجر أبدا أية تجارب غير منصوص عليها في كراسة العملي .
• عندماَ تتحرك في المختبر تجنب التصادم أم التدافع غير المقصود مع الآخرين ، فإذا ما تعثرت أو وقعت و أنت حاملا لأداة زجاجية أو مادة كيميائية . فاعمل فورا على إزالتها بعيدا عنك و عن الآخرين .
• لا تقم أبدا بنقل أي مواد كيميائية من المختبر بدون اذن مسبق من المسئول عن المختبر .
• احفظ المواد و الأدوات الكيميائية بعيدا عن حواف طاولة العمل أو أية أماكن عمل أخرى.
• لا تمارس المزاح الخشن أو الزائد عن الحد أو أية تصرفات صبيانية أو غير مقبول بها في المختبر .
• سجل أو دوِّن أية انتهاكات لقواعد الأمن و السلامة في المختبر و سلمها إلى أستاذ المادة ، فبذلك قد تنقذ حياتك و حياة الآخرين .

الترتيب العام

في المختبر و في أي مكان آخر ، جعل الأشياء مرتبة و نظيفة يساعد على توفير بيئة تجنب وقوع الأخطار ، و ايضا من خلال التأكد من أن أدراج الطاولات و أبواب الخزانات مغلقة أثناء العمل.
لا تعمل أبدا على تخزين الأدوات أو المواد و خاصة الكيميائية على الأرفف حتى و لو لفترة قصيرة . اعمل على الحفاظ على منطقة العمل أن تكون نظيفة من الزجاج المكسور و بقايا المواد الكيميائية و مخلفات الورق . واعمل على أن تبقى الممرات خالية من المعوقات مثل الكراسي و الصناديق و سلات القمامة .
تجنب خطر الانزلاق من خلال المحافظة على نظافة الأرضيات من السوائل المنسكبة و الثلج و السدادات و دقائق الزجاج و أية مواد دقيقة أو صغيرة . اتبع إرشادات المختبر للتخلص من مخلفات المواد الكيميائية.

تنظيف الزجاجيات

نظف الزجاجيات المتسخة في حوض خاص في المختبر أو الدش الخاص بتنظيف الزجاجيات في المختبر . استخدم مواد تنظيف مقبولة بيئيا مثل الصابون و المنظفات الاعتيادية . استخدم الماء الساخن إذا لزم الأمر، كما يمكن استخدام مسحوق تنظيف خشن إذا لزمر الأمر ايضا . البس القفازات الواقية المناسبة و استخدم الفراشي المناسبة لعملية التنظيف ، و تجنب تراكم العديد من الأدوات في منطقة التنظيف و الغسيل .

عادة تكون المنطقة المحيطة بحوض الغسيل ضيقة و بالتـالي تكديس الزجاجيات المتسخة أو حتى النظيفة قد يسبب في كسرها . كما يجب الملاحظة من أن الماء الـمُعكَّر قد يخفي تحته الحواف و النتوءات الحادة لِقطع الزجاجيات المكسورة التي كُسرت أثناء الغسيل . فلو كُسرت أي زجاجة في الحوض اعمل فورا على تفريغ الحوض من الماء و إزالة الزجاج المكسور باستخدام قفازات مقاومة للقطع مثل قفازات كيلفر أو ما يشابهها.

و للتقليل من كسر الزجاجيات ، يجب أن يكون قاع حوض الغسيل مغطى بطبقة من البلاستيك أو المطاط الطري بحيث لا تغلق مصرف الحوض .

لا تستخدم مواد تنظيف قوية مثل حمض النيتريك و حمض الكروميك و حمض الكبريتيك أو أية مواد مؤكسدة قوية إلا إذا أوصي تحديدا باستخدامها ، و يتم ذلك فقط عند لبس جميع الملابس الوقائية . فقد تم تسجيل العديد من الحوادث المرتبطة باستخدام مواد التنظيف المؤكسدة القوية . لا تستخدم مطلقا المذيبات القابلة للاشتعال لعملية التنظيف ما لم يطلب منك ذلك.

استنشاق المواد الكيميائية الضارة

يعتقد البعض بأنهم إذا شموا المواد الكيميائية فإنهم سوف يصابون بالضرر ، و هذا ليس بالضرورة صحيحا . و لكن يكون ذلك صحيحا إذا ما تم شم مادة كيميائية و استنشاقها . فبعض المواد الكيميائية الضارة لا رائحة لها و البعض منها يسبب شللا لحاسة الشم و البعض منها لها رائحة لا يمكن الكشف عنها بحاسة الشم عند الإنسان عند التراكيز الضارة . و هناك بعض المواد الكيميائية حتى و لو أن لها رائحة كريهة ملحوظة فقد تكون غير ضارة إذا ما استنشقت، و باختصار وجود رائحة لا يعني بالضرورة وجود خطر ، و غياب الرائحة لا يعني بالضرورة غياب الخطر .

فالعديد من المواد التي لها أو ليس لها رائحة تكون ضارة إذا ما تم استنشاق أبخرتها أو غبارها أو رذاذها. فالملصق الموجود على العبوة و بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية سوف يوضح الأخطار المتعلقة بالاستنشاق إذا ما كان لها أية أخطار بهذا الشأن (للمزيد من المعلومات انظر «بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية» صفحة (١٣) .

لا تتعامل مطلقا مع مثل تلك المواد على طاولة العمل الاعتيادية في المختبر . تعامل معها في خزانة طرد الغازات. انظر «خزانات طرد الغازات المخبرية» صفحة (٢٨) .

التقطير

التقطير هي عملية شائعة تستخدم لفصل و تنقية المواد و تستخدم في التجارب و العمليات المخبرية و الصناعية. و تنبع خطورة هذه العملية من الضغط الجوي المستخدم فيها و استخدام المواد القابلة للاشتعال و تكون تفاعلا طاردا للحرارة متسلسلا ، و استخدام حرارة لتبخير المواد الكيميائية الداخلة في التفاعل .

تم تصميم العديد من أنظمة التقطير لتحقق و تنجز عملية التقطير عند الضغط الجوي ، و أخري تحت ضغط جوي خامل و ثالثة عند ضغط جوي متخلخل أو الضغط المخفّض (التقطير التخلخلي) و رابعة يتم إضافة بخار إلى خليط التقطير (التقطير البخاري) .

و لأنظمة التقطير يتطلب تصميم و تركيب محكم و دقيق لتحقيق أقصى فعالية لعملية الفصل لتجنب أي تسرب ممكن أن يؤدي إلى حدوث حرائق أو تلوث في منطقة العمل . فمن الحكمة التأكد دائما من سلاسة التسخين أثناء عملية التقطير لتجنب الفرقعة و التي قد تؤدي إلى فصل أجزاء من القِطَع الداخلة في تركيب الجهاز أو التسبب في حدوث أخطار أخرى . فتقليل خليط التقطير (باستخدام جهاز التقليب المغناطيسي مثلا) هي الطريقة المثلى و الوحيدة لمنع التفرقع .

و على صعيد آخر ، يمكن لقطع صغيرة من الرخام (فتاتات الغليان) أن تكون ذات فائدة لعمليات التقطير التي تحدث عند الضغط الجوي العادي. استخدم فتاتات رخام جديدة لغلي السائل بدون تحريك ، لا تقم أبدا بإضافة فتاتات الرخام أو أية مواد صلبة أخرى للسائل عند درجة غليانه أو الاقتراب منها ، لأنه مثل تلك الإضافة يمكن أن تجعل السائل الساخن يثور فجأة و يغلي بزيادة ، و بدلا من فتاتات الرخام استخدم أنبوب زجاجي قصير مغلق من طرف واحد ، و قبل البدء بعملية التقطير ، ضع الأنبوب الزجاجي في السائل المراد تسخينه بشكل عمودي تقريبا ، بحيث يكون الطرف المفتوح لأسفل، فإذا ما توقفت عملية التقطير و لزم لاحقا استئناف عملية التقطير فإنك بحاجة إلى أنبوب زجاجي آخر ، و تستطيع أن تزيل الأنبوب الزجاجي الأصلي و تفريغ محتوياته من السائل المغلي و وضعه في السائل للاستخدام مرة ثانية .

إن مصدر الحرارة أو التسخين يعتبر عاملا هاما جدا للوقاية من وقوع الحوادث أثناء عملية التقطير ، و يمكن القيام بعملية التسخين على أكمل وجه باستخدام سخان مقعر مغطى من الداخل بالسيراميك (سخان مانتل)، أو استخدام الملفات البخارية أو الحمام المائي أو حمام تسخين لسائل غير قابل للاشتعال . و قبل استخدام سخان المانتل يجب عليك أن تفحصه من خلوه من التشققات و التمزقات في السلك الكهربائي و في جسم السخان، و ايضا العيوب الصناعية و الوصلات المفكوكة أو المرخية و العيوب الواضحة في القماش المغطي للتجويف . لا تستخدم أبدا المانتل إذا وجدت به مثل تلك العيوب ، كما يمكن استخدام زيت السيلكون أو أي زيت آخر ذو درجة غليان مرتفعة للتسخين لدرجات حرارة عالية على السخان الكهربائي العادي .

إن السخانات الكهربائية العادية ليست بالضرورة خالية من العيوب ، و إن الشرار قد يتطاير منها ، فتأكد من سلامتها قبل الاستعمال .

عند القيام بعملية التقطير لسائل قابل للاشتعال لا تستخدم السخان الكهربائي إلا إذا تأكدت تماما من سلامته و أن الشرار لا يتطاير منه . و أحيانا قد تسير عملية التقطير بطريقة منحرفة أو غير التي خططت لها ، و عند حدوث ذلك فإنه من المستحسن إزالة مصدر الحرارة من أسفل أجهزة التقطير ، لذلك يجب تثبيت قطع جهاز التقطير بطريقة تجعل من السهل إزالة جهاز التسخين من تحتها إذا ما اقتضت الضرورة لذلك .

في بعض الأحيان يتم إضافة مقياس للحرارة بالقرب من منتصف قاع دورق التقطير و ذلك للتنبه لأية تفاعلات طارد للحرارة قد تحدث و لتجنب حدوث تلك التفاعلات ، لا تقم بتسخين المواد المراد تقطيرها لدرجات حرارة أعلى من تلك المنصوص عليها في خطوات التجربة .

لا تقم أبدا بتقطير المركبات العضوية أو تبخيرها حتى الجفاف قبل أن تتأكد من أنها خالية تماما من فوق الأكاسيد . فأغلب الإيثرات بما في ذلك الإيثرات الحلقية تشكل فوق أكاسيد قابلة للانفجار بصورة خطرة عند تعرضها للهواء و الضوء ، و ايضا العديد من الكحولات و الهيدروكربونات غير المشبعة و مواد أخرى غيرها ممكن أن تشكل فوق الأكاسيد . انظر صفحة (٢٦) حول موضوع فوق الأكاسيد العضوية و أنواعها ، و ايضا صفحة (٣٣) تحت عنوان «العمل مع الضغط المخفض» لمعرفة المزيد حول الضغط المخلخل، و انظر صفحة (٣٠) تحت عنوان «استخدام البخار» لمعرفة المزيد حول التقطير البخاري .

الاستخلاص

يمكن لعملية الاستخلاص أن تشكل خطرا بسبب الضغط الناتج عن المذيب المتطاير و الطور المائي غير الممتزج. كما أن أقماع الفصل الزجاجية المستخدمة في التجارب المخبرية معرضة بالذات للعديد من المشاكل بسبب إمكانية اندفاع سداداتها و صنابيرها للخارج أثناء عملية الاستخلاص و بالتالي تسبب خروج السائل من القمع ، كما أن الضغط الناتج عن هز و خض القمع يمكن أن يتسبب في اندفاع سداداتها أو في كسره .

استخدم قمع الفصل بطريقة صحيحة ، فإذا كان قمع الفصل مزودا بصنبور زجاجي تأكد من أن الصنبور مُشحَّم قبل الاستخدام في عملية الاستخلاص ، أما الصنابير المصنوعة من التفلون فإنه يجب أن لا تشحم . عندما يتطلب الأمر استخلاص مواد ساخنة أو باردة بقمع الفصل ، انتظر حتى تبرد تلك المواد قبل الاستمرار بعملية الاستخلاص . عند استخدام مذيب متطاير في قمع الفصل ، يجب عليك أن تُهوِّي (تفتح) قمع الفصل من حين لآخر للسماح لبعض المذيب بالتبخر و بالتالي طرد الهواء . و من ثم أغلق قمع الفصل بالسـدادة بشكل جيـد ، و اقلبه بحيث يصبح الصنبور لأعلى و من ثم افتح الصنبور لتحرير الهواء أو البخار . قم بتلك الخطوات و أنت متأكد تماما من أنك تمسك طرف الصنبور بيديك و أصابعك لضمان أن الصنبـور في مكانـه و مغلق تماما.

لا تعمل أبدا على تهوية قمع الفصل بالقرب من مصادر اللهب أو الاشتعال و بالطبع قم بتهوية قمع الفصل بعيدا عنك و عن زملائك ، و يفضل القيام بذلك في خزانة طرد الغازات. و من ثـم أغلق الصنبـور و قـم بهـز و خض الصنبور بطريقة مائلة و اعمل فورا على فتح الصنبور لإخراج الهواء و البخار . كرر العملية إذا لزم الأمر و طبق نفس خطوات التهوية المتبعة . إذا كان من الضرورة استخدام قمع الفصل حجمه أكبر من واحد لتر لعملية استخلاص مذيب متطاير فإن قوى الضغط المطبقة على السدادة العلوية للقمع تكون كبيرة جدا بحيث يمكن أن تدفع السدادة بقوة أكبر إلى الخارج ، لذلك قم بعملية الاستخـلاص بكميـات صغيرة و على دفعات .

الثلاجات و المبردات

إن الثلاجات المستخدمة لحفظ المواد الكيميائية عند درجات حرارة منخفضة يجب أن تُعلّم و يكتب عليها الغرض من استخدامها ، يجب ايضا أن تكون مقاومة للانفجار . لا تستخدم أبدا الثلاجات المنزلية لغايات حفظ المواد الكيميائية .

يجب وضع المواد الكيميائية المراد حفظها في الثلاجات على أرفف و صوان ذات حواف عالية و مصمتة بحيث لا يتسرب منها أية مواد كيميائية و بالتالي احتواء المادة أو المواد المتسربة التي توجد على الصينية . اعمل دائما على التأكد من إغلاق المواد الكيميائية بصورة محكمة و لو أمكن إعادة تغليفها بطريقة مزدوجة ، و اكتب عليها اسمها الكيميائي و تاريخ وضعها في الثلاجة ، و قم فورا بالتخلص من المواد الكيميائية القديمة بعد مرور الفترة الزمنية المحددة لها بالحفظ . احفظ المواد المشعـة في ثلاجات خاصـة معدة لتـلك الغاية تغلق بإحكام ، و أن يكتب عليها من الخارج الغاية منها . لا تقم أبدا و مطلقا و تحت أية ظروف بتخزين الأطعمة و المشروبات في الثلاجات المستخدمة في المختبر لحفظ المواد الكيميائية و المواد المشعة.

التخلص من المخلفات و الفضلات

إن التعامل المناسب مع النواتج الثانوية للتفاعل أو مخلفات المواد الكيميائية و المواد الملوثة ايضا، يعتبر عاملا هاما و أساسيا للحد من وقوع الحوادث . يجب على كل طالب أن يكون مدركا و مسئولا على أنه يجب التعامل

مع مثل تلك المخلفات بطريقة تقلل من الأخطار الشخصية و ايضا مدركا لخطورتها على تلوث البيئة .
عادة يتم التعامل مع النواتج الثانوية و مخلفات المواد الكيميائية أو الحد من خطورتها كخطوة من خطوات إجراء التجربة . كما أن معلم المادة سوف يوجهك إلى كيفية استخدام حاويات مُعَلَّمة للتخلص من المخلفات، و في العادة يتم استخدام عدة حاويات كل منها مخصص لنوع من أنواع المواد الكيميائية . قم بالتعامل مع مخلفات المواد الكيميائية الخاصة بك كما يوضح لك أستاذ المادة .

تعليمات عامة للتخلص من الفضلات

• عند التخلص من مخلفات المواد الكيميائية ضع كل مادة في الحاوية المخصص لها.
• لا تقم أبدا بصب أو التخلص من المواد الكيميائية في حوض الغسيل أو في مصارف الصرف الصحي ما لم يخبرك أستاذ المادة بأن مثل تلك المواد مصرح لها بالتخلص منها في الصرف الصحي حسب الأنظمة و القوانين المحلية . فمثلا يمكن للماء و المحاليل المائية لكلوريد الصوديوم و السكر و الصابون الموجودة في المختبر أن يتم التخلص منها مباشرة في أحواض الصرف الصحي .
• قم بوضع المخلفات الورقية في حاوية أو سلة المخلفات الورقية . و إذا كانت الورقة ملوثة بأحد المواد الكيميائية فقم برميها أو وضعها في حاوية خاصة بها . يجب التعامل مع مثل هذه المخلفات الورقية الملوثة بالمواد الكيميائية كمخلفات كيميائية .
• ضع مخلفات الزجاج المكسور في حاويات خاصة بها ، أما مقاييس درجات الحرارة المكسورة فإنها قد تحتوي على الزئبق ، فلذلك يجب وضعها في حاويات خاصة بها .

عدم متابعة عمل الأجهزة

إن التفاعلات التي تترك دون مراقبة طوال الليل و لفترات طويلة تعتبر المصدر الرئيس للحرائق و الانفجارات و انسكاب المواد الكيميائية . لا تترك أبدا الأجهزة مثل المقلبات و السخانات الكهربائية و المانتلات و المكثفات المائية تعمل طوال الليل بدون أن تزود بأجهزة أمان توقف عملها تلقائيا عند الحاجة أو بدون معرفة أستاذ المادة . قم بالتأكد من سير التفاعلات من وقت لآخر ، و ايضا اترك ورقة معلقة في مكان بارز تحتوي على أرقام الهواتف و العناوين بحيث يسهل الوصول إليك أو إلى أستاذ المادة عند حدوث طارئ لا سمح الله . و تذكر هنا إلى أنه و خلال منتصف الليل فإن الحماية الشخصية تعتمد بالكامل على التعليمات و التوجيهات الصحيحة.

٢ – الدليل إلى أخطار المواد الكيميائية

يمكن أن تسبب المواد الكيميائية أخطارا إذا ما لم يتم التعامل معها بطريقة صحيحة، فمثلا يمكن أن تكون سامة ، قابلة للاشتعال ، كاوية أو مشعة . فبعض المواد الكيميائية قد يكون لها خطر واحد من الأخطار المذكورة أعلاه مثلا أو قد تجمع بين اثنين أو أكثر .

فكل مادة كيميائية حتى الماء[٣] قد تكون خطرة بطريقة أو بأخرى ، و تختلف درجة الخطورة فيما بينها ، فقد تكون الخطورة كبيرة أو قليلة أو ما بين ذلك . فمثلا كلّا من الجازولين و الكحول قابليْن للاشتعال و لكن الجازولين أكثر اشتعالا من الكحول . فالجازولين سهل الاشتعال و يحترق بعنف أو أنه قابل للانفجار مقارنة مع الكحول. و في جميع الأحوال يمكنك أن تعمل بسلامة من خلال أخذ التحذيرات المكتوبة على الملصق الخاص بالمادة الكيميائية و ايضا من بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية MSDS .

و يمكن ايضا لمدرس المادة أو مشرف المختبر أن يبين لك خطورة المواد التي تستخدمها و كذلك الخطوات الوقائية التي يجب أن تتبعها أثناء عملك في المختبر .

السمية

إن ما يناقش هنا هو مُقدِّمة بسيطة لموضوع السمية ، فقد عرف سابقا بأن أي شيء يهضم بكمية كبيرة يمكن أن يكون قاتلا . ففي القرن السادس عشر كتب جراح حربي و كيميائي في نفس الوقت يعرف باسم «باراسيلسوس» (اسمه الحقيقي فيليبوس أوريولوس ثيوفاراستوس بومباست فون هوهينهيم) قائلا : «ما هو الشيء الذي هو غير سام ؟ كل الأشياء سامة و لا يوجد أي شيء بدون سمومية ، فالجرعة فقط من يجعل المواد غير سامة» .

أي مادة قد تكون ضارة للكائنات الحية ، و لكن توجد هناك علاقات أو عوامل معقدة بين المادة و تأثيرها الفسيولوجي على الإنسان . أهم تلك العوامل تشمل الجرعة (كمية المادة التي يتعرض لها الشخص و فترة زمن التعريض)، و طريقة التعرض للمادة (الاستنشاق ، البلع ، الامتصاص خلال الجلد ، العين أو حتى الحقن)، و عوامل أخرى عديدة مثل الجنس، العمر و المرحلة العمرية أو دورة التطور و نمط الحياة و الحساسية المسبقة و عوامل الحساسية و النمط الجيني ، و حتى ما إذا ما كان ذلك اليوم جيدا أو سيئا للضحية . فمثل تلك العوامل و أخرى يمكن أن تحدد مدى خطورة التعرض للمادة الكيميائية . فإذا لم تكن تعلم بتلك التفاصيل كما يجب فإنه

يمكن للمواد السامة أن تدخل الجسم من خلال أربعة مسارات :

الاستنشاق : من خلال الجهاز التنفسي « الرئتين» أثناء عملية التنفس .

الهضم : من خلال الجهاز الهضمي . يمكن أن يحدث ذلك أثناء الأكل ، مضغ العلكة ، و استخدام السواك، و مواد التجميل ، أو التدخين في المعمل . استخدام كأس ملوثة لشرب القهوة أو الشاي مثلا ممكن أن يتسبب بتسمم الضحية و تناول الطعام و الشراب بدون غسل اليدين بعد العمل في المعمل ممكن أن يتسبب في حالات التسمم أيضا .

الامتصاص : من خلال فتحات الجسم مثل الأذنين ، حدقة العين ، الجروح الموجودة في الجسم ، أو حتى الاتصال المباشر مع الجسم حيث مسامات الجلد .

الحقن : من خلال إقحام المادة السامة بالجسم بسبب جرح حصل بسبب آلة حادة أو سكين ملوثة. و أيضا يشمل ذلك التعامل الخاطئ و غير الحذر مع الزجاج المكسور و الآلات و الأدوات الحادة مثل السكاكين أو الإبر الحقنية.

٣ من وجهة نظر ثانية ، يعتبر الماء من أخطر المواد الكيميائية على الإطلاق . فمن بين جميع الحوادث الصناعية التي سببها التفاعلات الكيميائية لوحظ بأن التفاعلات التي يدخل فيها الماء تكون الأخطر على الإطلاق .

مـن الضـروري أن تعمـل و كأنك تعتقد بأنك قد تكون عرضة للعديد من التداعيات السمية و بالتالي يجب عليك أن تتبع جميع التحذيرات عند العمل مع المواد الكيميائية في المختبر .

عند التعامل مع المواد الكيميائية في المعمل :

- تذكر أن تقرأ و تعي الملصق الموجود على علبة المادة الكيميائية قبل أن تستخدمها.
- اتبع إرشادات الأمن و السلامة المكتوبة في ملصق معلومات السلامة للمادة الكيميائية ، و
- اتبع دائما إرشادات مدرس المادة .

فالتأثيرات السمية يمكن أن تكون لحظية أو متأخرة ، عكسية أو غير عكسية ، داخلية أو خارجية . و يمكن لها أن تتراوح ما بين أن تكون معتدلة (خفيفة) و عكسية (مثال: صداع حفيف عند الاستنشاق الأولي لأبخرة خلات الإيثيل تختفي عند استنشاق الضحية للهواء النقي) ، و خطيرة و غير عكسية (مثال: اضطرابات في عملية الولادة عند التعرض الشديد لمادة التيراتوجين خلال فترة الحمل أو الإصابة بمرض السرطان عند التعرض المفرط لمادة مسرطنة) .

بعض التفاصيل الهامة حول التأثيرات السمية

- السمية الحادة : و هي مرتبطة بهضم أو التعرض السريع للمادة السامة . فعلى الأغلب و لكن ليس دائما يكون التأثير موجع أو مؤلم جدا أو حتى قاتل . و يمكن أن يحدث ذلك عادة من خلال التعرض الأولي للمادة. مثال : التسمم بأحادي أكسيد الكربون و التسمم بمادة السيانيد .
- السمية المزمنة : و هي مرتبطة مع التعرض المتكرر للمادة السامة مع فترة تقاس بالأشهر أو حتى بالسنوات[٤]. أعراض التسمم قد لا تظهر في لحظتها . مثال : التسمم بالرصاص أو بالزئبق ، و التعرض للمبيدات الحشرية.
- مزيج المواد مع بعضها البعض: و هذا قد ينتج عنه تأثيرات صحية خطيرة جدا . عند وجود مادتين خطرتين أو أكثر مع بعضها البعض ، فإن لتأثير الناتج عنها يكون أكبر من التأثير الناتج عـن أحدها مفـردا . و المثال على ذلك التعرض للمذيبات الكحولية و الكلورية. و المفارقة في الموضوع بأن العكس قد يحدث ايضا، فوجود مادتين سامتين مع بعضهما البعض قد يلغي تأثير أحداهما الأخرى ، و هذا يعرف باسم التأثير المضاد. و المثال على ذلك : السيانيد و نيتريت الإيميل .
- المواد المثيرة للحساسية : و هي مواد تسبب في رد فعل مناعي ، و قد يُتعرض لها أثناء العمل في المختبر . أعراض الحساسية الشائعة متنوعة و تشمل التهاب في الجلد و أخرى تشبه أعراض الربو .

ليس كل شخص معرض للحساسية ، فالشخص المعرض للحساسية لن يعاني من أية تأثيرات للحساسية إلا إذا أثير بمادة تمَّ التعرض لها مسبقا .و هناك بعض المواد المثيرة للحساسية لا تسبب أية أعراض إلا إذا تعرض لها الشخص لعدة مرات . أبلغ مدرس المادة إذا كان لديك فرط في الحساسية أو تحسس عند تعرضك للمواد الكيميائية .

و بغض النظر عن التعرض للمواد المثيرة للحساسية ، فإن التأثيرات السمية للمادة الكيميائية تعتمد على مدى خطورة التعرض لها . و على وجه العموم فإن التعرض الزائد للمادة الكيميائية أو الأكثر تكرارا يؤدي إلى عواقب وخيمة ، و عليه يمكن تجنب ذلك من خلال التقليل أو المنع من التعرض للمادة الكيميائية ، و الفقرة التالية توضح لك ذلك.

٤ التعرض الحاد هو الذي ينتج عن تعرض الشخص للمادة ٢٤ ساعة أو أقل ، بينما التعرض المزمن هو التعرض للمواد الكيميائية لثلاثة أشهر و ما فوق. التعرض الذي يظهر في فترة أقل من شهر يعرف باسم التعرض دون التعرض الحاد و الذي يتراوح ما بين شهر و ثلاثة أشهر يعرف باسم دون التعرض المزمن .

حدود التعرض للمادة الكيميائية

يمكن للمواد السامة أن تسبب ضررا إذا ما تم بلعها ، لذلك لا تأكل أو تشرب أي شيء في المختبر ، و لا تضع أصابعك أو يديك في فمك . كما أن المادة الكيميائية يمكن ايضا أن تدخل الجسم بعدة طرق أخرى تم الإشارة لها مسبقا . و حتى تغسل يديك جيدا و تغادر المختبر ، ابق يديك بعيدا عن العينين و الأذنين و الأنف ، كما اعمل على إبقاء يديك بعيدة عن أية جروح أو حروق أو خدوش في الجلد . فإذا كان من الضروري استخدام الإبر أو التعامل مع الزجاج المكسر ، فتدرب جيدا للقيام بذلك لتجنب جرح نفسك .

هناك بعض المواد السامة يمكن أن تمتص مباشرة من خلال مسامات الجلد . فإذا وجدت تلك المادة فإن الملصق الموجود على عبوة المادة و ايضا بطاقة المعلومات للمادة الكيميائية -ايضا- سوف توضحان تلك الخطورة . فعند التعامل مع مثل تلك المواد تأكد من أنك تلبس قفازات مقاومة للمواد الكيميائية ، و تخلص منها بعد الاستخدام مباشرة كما يوضح لك أستاذ المادة . اغسل يديك جيدا بالماء بعد نزع القفازات .

إذا سُكبت أو دُلقت أو وقعت مادة كيميائية على جلدك أو ملابسك ، اغسلها فورا بالماء لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة . دائما اغسل يديك جيدا قبل مغادرتك للمختبر .

هناك طريق أخرى أشير إليها مسبقا يمكن من خلالها التعرض للمواد الكيميائية ، ألا و هي التنفس . فجميعنا يتنفس و بالتالي يمكن أن تستنشق الأبخرة و الغبار و الرذاذ الموجود في هواء المختبر . سوف تكون في المختبر فقط لعدة ساعات طوال الأسبوع ، فإذا لم يكن مدرس المادة متأكدا من أن تراكيز الأبخرة السامة و الغبار و الرذاذ دون مستوي قيم حدود العتبة TLV أو حدود التعرض المسموحة PEL ، فإنك عُرضَة للضرر من خلال الاستنشاق .لقد تم لاحقا شرح مصطلحي TLV و PEL في فقرة « فهم بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية MSDS ».

مصدر المعلومات

بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية MSDS

عَرّفت إدارة الصحة و السلامة المهنية OSHA المادة الخطرة بأنها أية مادة تُظهر خطورة إما تحت الظروف الطبيعية أو أية ظروف أخرى متوقعة (كما قد توقعت على الأرجح ، أغلب المواد الكيميائية هي مواد خطرة حسب تعريف OSHA) .

فبطاقات معلومات السلامة للمادة الكيميائية MSDS توضح خطورة المواد الكيميائية و الاحتياطات اللازم اتباعها لتجنب ضررها . و تلزم OSHA العاملين في المختبر توفير بطاقات MSDS للمواد الكيميائية الخطرة لأي عامل أو عمال قد يحتاجوا إليها . و على الرغم من أن الطلاب ليسوا عمالا أو موظفين في المختبر على الأغلب ، فإن أغلب المعاهد و الكليات التعليمية تزودهم ببطاقات MSDS . و يمكن لبطاقات MSDS أن تكون مفيدة من الناحية التعليمية على الرغم من أن بعضها قد يحتوي على معلومات يصعب فهمها أحيانا بصورة واضحة[٥] .

و لا تلزم OSHA أو تفضل أية صيغة أو تصميم معين لمحتوى بطاقات MSDS ، و لكن تلزم OSHA أن تكون بطاقات MSDS باللغة الإنجليزية و تحتوي المعلومات التالية :

- اسم المادة الكيميائية الخطرة (لو كانت خليطا ، أسماء المكونات الخطرة الموجودة بنسبة ١ ٪ أو أكثر ، أو ٠,١ ٪ أو أكثر إذا كانت مسرطنة) .
- بعض الصفات و الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمادة (مثال : الضغط البخاري ، درجة الغليان ، الكثافة) .
- الأخطار الفيزيائية للمادة الكيميائية (مثال: ما إذا كانت قابلة للاشتعال أو للانفجار).

٥ قد ترغب بدراسة سجل معلومات المادة الكيميائية (CLIP) قبل محاول فهم بطاقة MSDS للمادة الكيميائية . معلومات CLIP مكتوبة بلغة إنجليزية و منشورة في مجلة تعليم الكيمياء .

• الأخطار الصحية للمادة الكيميائية (مثال : ما إذا كانت كاوية ، أو قارضة أو ضارة للكليتين ، و كيفية دخولها للجسم (تعرف باسم طرق الدخول : الاستنشاق، أو البلع أو غيرها) .
• معلومات عن PEL و TLV إذا لزم الأمر . (انظر فهم بطاقات MSDS لاحقا) .
• ما إذا كانت المادة الكيميائية مسببة للسرطان حسب معلومات توفرها هيئات معتمدة (مثل : برنامج السمومية الوطني) .
• الاحتياطات اللازم اتخاذها عند التعامل مع المادة الكيميائية .
• معايير التحكم بخطوات العمل و أدوات و أجهزة الحماية الشخصية اللازم استخدامها و تشمل :
– خطوات الأمن و السلامة و الإسعافات الأولية .
– تاريخ التحضير أو إذا تم مراجعتها تاريخ المراجعة .
– عنوان و اسم الشركة المصنعة .

و تقسم بطاقات MSDS إلى عدة أقسام أو فقرات حيث يُخصَّص الأقسام العلوية للمواضيع التي تتماشي مع متطلبات OSHA ، و عادة يكون أسماء أقسام البطاقة إلى تعريف بالمنتج ، المكونات الخطرة ، المعلومات الفيزيائية ، معلومات الأخطار الصحية ، معلومات حول قابلية الاشتعال أو الانفجار ، معلومات حول نشاط أو فعالية المادة و أدوات السلامة المستخدمة ، و خطوات التخلص من مخلفات المادة الكيميائية ، و معلومات خاصة و احتياطات خاصة ، و أخيرا أية تعليمات أو معلومات خاصة للمادة .

و يختلف طريقة و ترتيب تلك الأقسام من مُصنِّع لآخر . فبعض المصنعين للمواد الكيميائية الخطرة يستخدمون التصميم أو الشكل العام لبطاقة MSDS المصممة من قبل معهد المقاييس الوطني الأمريكي ANSI ، و يعرف التصميم باسم ANSI-Z400.1 ، و هو يعتبر تصميم اختياري ، و بالتالي هناك بعض الشركات تعتمد تصميمات أخرى .

فهم بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية MSDS

حيث إنك معنيٌّ بقراءة و فهم بطاقة MSDS ، فإنك ستجد بأن التعريفات التالية هامة . إن المصطلحات المذكورة أدناه مستخدمة في العديد من بطاقات MSDS ، فقراءة الشرح لتلك المصطلحات يساعدك لفهم بطاقات MSDS .

رقم CAS التسجيلي : قامت سُلطة البحوث الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية بوضع رقم خاص لأي مادة كيميائية معروفة أو مكتشفة أو مصنعة يعرف باسم رقم CAS التسجيلي .

حدود السقف : بعض المواد الكيميائية الخطرة جدا تتميز بما يعرف باسم حدود السقف بالإضافة إلى حدود التعرض المسموحة PEL ، و قيم حدود العتبة TLV . حدود السقف وهي التراكيز بالجزء لكل مليون أو بالمليجرام لكل متر مكعب (ملجم/ م^{٣})، و التي يجب أن لا يتم تجاوزها خلال فترة من الزمن ، عادة ١٥ دقيقة.

الاسم الكيميائي : عادة يتم استخدام الاسم المعروف من قبل الاتحاد العالمي للكيمياء التطبيقية و البحتة – الأيوباك IUPAC أو الاسم المعروف من قبل CAS ، و لكن قد يستخدم ايضا الاسم التجاري أو الشائع ايضا . فمثلا اسم جلايكول الإيثيلين أكثر قبولا من اسم الأيوباك : ١،٢ – إيثانديول .

تركيب المخاليط : و هي تشمل كل المكونات الخطرة الموجودة بتراكيز أعلى من ١٪، و جميع المواد المسرطنة أعلى من ٠,١ ٪ .

معايير التحكم : و تشمل قائمة لملابس الوقاية و القفازات و أدوات حماية الجهاز التنفسي . فإذا وجب التعامل

مع مادة ما في خزانة طرد الغازات أو في صندوق القفازات Glove Box أو في نظام تهوية إضافي ، فإن مثل تلك التوصية قد توضع تحت هذا القسم أو تحت هذا العنوان (لاحظ هنا إن استخدام أغلب أقنعة التنفس يتطلب تدريبا و فحصا من قبل طبيب مختص) .

معلومات خطر الحريق و الانفجار : تشمل معلومات الموجودة في هذا القسم ما يلي :

درجة الوميض : أقل درجة حرارة يمكن لبخار المادة الكيميائية أن تشتعل باللهب عندما يتم تسخين المادة الكيميائية ببطء في أجهزة خاصة . هناك عدة طرق لتعيين درجة الوميض ، فالطريقة المستخدمة لتعيين درجة الوميض يجب أن تكون محددة و لكن غالب الأمر تكون غير ذلك .

درجة الاشتعال الذاتي : أقل درجة حرارة يمكن عندها المادة الكيميائية أن تشتعل تلقائيا في الهواء .

حدود الاشتعال : جميع المواد الكيميائية القابلة للاشتعال و المتطايرة (القابلة للتبخر) لها تراكيز أدنى و قصوى في الهواء ، بحيث أعلى من ذلك أو أدنى لا يمكن أن تشتعل . فحدود الاشتعال هي قيم تقريبية[٦] يُعبّر عنها بنسب حجمية في الهواء عند الضغط الجوي و درجة الحرارة المحيطة . و لاحظ هنا أنه كلما زادت درجة الحرارة فإن حدود الاشتعال الدنيا تقل و حدود الاشتعال العليا تزداد ، و ايضا الزيادة في الضغط يسبب في انخفاض في حدود الاشتعال الدنيا و زيادة في حدود الاشتعال العليا .

وسيلة إطفاء الحرائق الموصي بها : هناك بعض المواد الكيميائية عندما تكون مشتعلة مثل المغنيسيوم تزداد اشتعالا و بشدة عند محاولة إطفائها بالماء و بثنائي أكسيد الكربون .

الإسعافات الأولية : وصف لخطوات السلامة للإسعافات الأولية اللازم اتخاذها عند الطوارئ . تأكد من أنك تستطيع القيام بالإسعافات الأولية على أكمل وجه و إلا تنحى جانبا لتعطي فرصة لشخص مؤهل للقيام بذلك عند الضرورة و أثناء ذلك قم بالاتصال بالإسعاف إذا لزم الأمر .

معلومات الأخطار الصحية : و هذه الفقرة تشمل أحد أو بعض النقاط التالية :

الجرعة القاتلة خمسون LD_{50} : و هي الجرعة القاتلة للمادة الكيميائية (عادة بالبلع) بالمليجرام لكل كيلوجرام من وزن الحيوان (ملجم/ كجم) و التي يتوقع أن تقتل ٥٠٪ من عدد حيوانات التجارب التي تناولت المادة الكيميائية ضمن زمن معين .

التركيز القاتل خمسون LC_{50} : و هي تركز المادة الكيميائية في الهواء و يعبر عنها بجزء من المليون للغازات و الأبخرة أو بالمليجرامات لمادة (غبار أو رذاذ لكل لتر (ملجم/ لتر) من الهواء و التي يتوقع أن تقتل ٥٠٪ من عدد حيوانات التجارب التي استنشقت المادة الكيميائية ضمن زمن معين .

حدود التعرض المسموحة PEL : و هي كمية تركيز المادة الكيميائية الخطرة في الهواء معبرٌ عنها بوحدات جزء من المليون أو مليجرام/ متر مكعب . تم تحديد تلك الكمية من قبل OSHA بعد أخذ استشارة الأطباء و العلماء و اتحادات العمال و مصانع المواد الكيميائية و ذلك لتعيين أقصى تركيز من المادة الكيميائية الخطرة في الهواء الذي نتنفسه بدون وجود ضرر على صحة العمال البالغين لمدة ثمان ساعات عمل يوميا ، أي ٤٠ ساعة عمل أسبوعيا ، على افتراض أن العامل بصحة جيدة .

الخصائص الفيزيائية و الكيميائية : و عادة يشمل هذا الجزء المعلومات التالية :

درجة الغليان : عادة يعبر عن درجة الغليان إما بالدرجة السيليزية أو الفهرنهايتية عند الضغط الجوي العادي أو عند ضغط جوي منخفض إذا نص على ذلك .

درجة الانصهار : عادة يُعبّر عن درجة الانصهار إما بالدرجة السيليزية أو الفهرنهايتية .

---

٦ تقاس حدود الاشتعال في المختبر تحت ظروف مُتحكم بها. و عادة تكون تلك الظروف التي قيست بها ليست نفس الظروف الموجودة في المعمل حيث يستخدم السائل القابل للاشتعال ، و عليه فإن قيم الاشتعال تقريبية للقيم الحقيقية لحدود الاشتعال تحت ظروف المختبر الحقيقية .

الضغط البخاري : يُعبّر عن الضغط بوحدة (التور) عند درجة حرارة معينة أو عند درجة حرارة الغرفة إذا لم تحدد درجة الحرارة .
الوزن النوعي : مقدار الكثافة مقارنة مع الماء عند درجة حرارة معينة أو عند درجة حرارة الغرفة إذا لم تحدد درجة الحرارة .
الذائبية : القيم الموضحة للذائبية هي قيم تقريبية لذائبية المادة في الماء عند درجة حرارة الغرفة إلا إذا نصّ على غير ذلك .
الشكل و المظهر و الرائحة : و تشمل حالة المادة حيث سائلة ، صلبة أو غازية عند درجة حرارة الغرفة . و ايضا اللون و الحالة البلورية أو غير ذلك و ما إذا كان لها رائحة أم لا و أية مظاهر أخرى .
معدل التبخر : و عادة يكون مقارنة بالنسبة إلى خلات البيوتيل العادي أو إلى أي مادة متطايرة أخرى يتم ذكرها .
تحذيرات بخصوص المادة المدلوقة أو المسكوبة و طريقة التنظيف : و يشمل هذا القسم وصفا للخطوات الأنسب لتنظيف المسكوب من المادة الكيميائية و في هذا القسم أو الجزء يتم في العادة توضيح أنسب الطرق للتخلص من المخلفات و إذا أمكن التخلص من المادة في مصارف الصرف الصحي أو في مكبات EPA المعتمدة .
النشاط/ الفعالية : بعض المواد الكيميائية تتفاعل بعنف مع المواد الكيميائية الأخرى ، و البعض الآخر غير مستقر و تتفكك بعنف إذا تم الخل بها ، فهذا القسم يشمل تلك الخصائص .
حدود التعرض قصيرة الأمد STEL : و هي كمية تركيز المادة الكيميائية بجزء من المليون أو بالمليجرام لكل متر مكعب ، و التي يجب أن لا يتم تجاوزها لفترة قصيرة (عادة ١٥ دقيقة) .
فإذا أشارت القياسات على أن تركيز المادة الخطرة قد تجاوز حد التركيز لمعتمد ضمن الفترة الزمنية المحددة فإن قيم المعدل الوزني مع مرور الوقت TWA سوف يكون لا فائدة منها و PEL و TLV سوف تكون قد تم تجاوزها و انتهاكها [٧].
العضو الهدف : في هذا القسم يتم ذكر العضو أو الأعضاء (مثال: الكبد ، الكلية، الجلد ، العينين، الرئتين ... الخ) أو الجهاز أو الأجهزة (مثال: الجهاز التنفسي ، الجهاز العصبي المركزي) التي يتوقع لها أن تصاب بخطر أو بضرر عند التعرض الزائد للمادة الكيميائية .
المعدل الوزني مع مرور الوقت TWA : عمليا يجب قياس معدلات تعرض العمال للمادة/ المواد الكيميائية لفترة ٨ ساعات عمل . فإذا كان معدل TWA للعمال لا تتجاوز معدلات PEL أو TLV ، فإن العامل سوف لن يكون معرضا للخطر . و لكن هناك احتمالية بالطبع و خلال فترات زمنية قصيرة من اليوم العملي أن يتم تجاوز معدلات PEL و TLV ، حتى و لو لم يتم تجاوز قيم TWA و في هذه الحالة يتم الرجوع إلى قيم STEL .
قيم حدود العتبة TLV : و يشمل هذا الرقم حدود التركيز ، فهذه القيم مشابهة لقيم PEL على الرغم من أنه قد تم استنباطها من قبل المؤتمر الأمريكي لأطباء الصناعات الحكومية ACGIH بدلا من OSHA . فلجنة ACGIH تعمل على تحديث قوائمها سنويا بينما قائمة PEL نادرا ما تحدث . فالمواد المذكورة في قائمة PEL تم ذكرها في قائمة TLV بالإضافة إلى مواد أخرى زيادة عليها . فبعض القيم العددية لنفس المادة تختلف في كلا من PEL و TLV . فقيم الـ PEL قيم قانونية ، بينما قيم الـ TLV قيم تطوعية موصى بها .
و بسبب كون القيم المذكورة في TLV معرضة للمراجعة من حين لآخر ، فأغلب الهيئات و من أجل الحماية من خطر التعرض الزائد للمواد الكيميائية ، تعتمد على قيم TLV بدلا من قيم PEL .

---

٧ معلومات إضافية ليست ذات صلة بهذا النقاش موضحة في 29CFR1910.1000

الملصقات

أغلب الملصقات الموجودة على زجاجات و أوعية المواد الكيميائية يجب أن تتوافق مع متطلبات النسخة الحالية لملصق ANSI القياسي الاختياري للمواد الكيميائية الصناعية الخطرة – الملصق التحذيري Z129.1 –

خطر : تدل على أن خطورة المادة الكيميائية ممكن أن تسبب إصابات خطيرة (مثل العمي ، أو فقدان أحد الأطراف) أو حتى الموت .
تحذير : تدل على أن خطورة المادة الكيميائية ممكن أن تسبب إصابات أقل خطورة.
انتبه : تدل على أن المستخدمين يجب أن يكون حذرين عند استخدام أو التعامل أو حفظ المادة الكيميائية .

و هذا الملصق القياسي يجب أن يحتوي على :

- اسم المادة الكيميائية الموجودة داخل العبوة / الزجاجة .
- واحدة من الكلمات التحذيرية الثلاثة : خطر، تحذير أو انتبه للإشارة إلى درجة خطورة أو أخطار المادة الكيميائية .
- الخطر أو الأخطار المتوقعة للمادة الكيميائية عند التعامل معها .
- معايير السلامة التي سوف تحمي المستخدمين للمادة من التأثيرات الضارة لتلك المادة الخطرة .
- تعليمات الإسعافات الأولية إذا لزم الأمر لتخفيف أو منع تفاقم الإصابة قبل توفر المساعدة الطبية .
- تعليمات في حالة حدوث حريق لا سمح الله .
- طرق و تعليمات للتعامل مع المسكوب أو المدلوق من المادة الكيميائية إن حدث ذلك .
- تعليمات إذا تطلبت المادة الكيميائية إلى تعامل خاص أو طرق تخزين خاصة .
- اسم و عنوان و رقم هاتف الشركة المصنعة أو الشركة الموردة .

قراءة الملصقات و ملصقات MSDS

تستخدم الملصقات و ملصقات MSDS بعض العبارات مثل « تجنب ملامسة » و « استخدم المادة مع توفير تهوية مناسبة » و عبارات تحذيرية أخرى ، تكون دلالاتها ليست واضحة تماما . و الجدول التالي يوضح العديد من الفقرات و التحذيرات التي يجب عليك الأخذ بها .

كلمات و فقرات شائعة تستخدم في الملصقات العادية و ملصقات MSDS

الجملة	الوصف	التحذير
(قد تسبب) حساسية في الجلد	الاتصال المستمر أو المطول مع هذه المادة قد يسبب حساسية في الجلد إذا كنت سريع التأثر بها .	تجنب الاتصال المباشر أو المطول . اغسل العضو المصاب جيدا بعد الاستخدام أو بعد التعامل معها ، حتى لو أنت متأكدا من إنها لم تلامس جلدك .
(قد تسبب) حساسية في الجهاز التنفسي	الاستنشاق المستمر أو المطول مع هذه المادة قد يسبب حساسية في الجهاز التنفسي إذا كنت سريع التأثر بها .	استخدم خزانة طرد الغازات . لا تستنشق الغبار أو الرذاذ أو الأبخرة أو سحب المادة . اعمل على أن تبقى عبوة المادة مغلقة بإحكام .

تجنب استنشاق (الرذاذ، الأبخرة ، السحب)	قـد تسبـب أضـرارا لو تـم استنشاقها.	تعلم أن تكون حذرا عند استخدام أو التعامل مع هذه المادة لتجنب استنشاق الرذاذ و الأبخرة و السحب . أبق عبوة المادة محكمة الإغلاق عندما لا تستخدم .
تجنب ملامستها العينين	تسبب تهيجـات في العينيـن و أحيانا قد تسبب العمي .	البس النظارات الواقية . إذا دخلت المادة إلى أحد العينين اغسلها جيدا بالماء لمدة ١٥ دقيقة أثناء استدعاء الطبيب المعالج . إذا لامست المادة العدسات اللاصقة التي تلبسها اخلعها فورا مع الغسل المستمر .
تجنب ملامستها الجلد أو الملابس	اتصالها مع الجلد قد يسبب ضـررا ، كمـا أن اتصالها مع الملابـس قد يعمـل على انتقالها إلى الجلد .	في حالة اتصالها مع الجلد اغسل الجلد المصاب بالماء جيدا. اخلـع الملابـس و الأحذيـة و الساعـات اليدويـة الملوثـة و اعمل على غسل الملابس منفصلا عن الملابس الأخرى قبل أن تلبسها مرة ثانية . تخلص من الأحزمة و أحزمة الساعات و الأحذية و تعامل معها كمخلفات ضارة .
مسرطنة	مادة يتوقع أو معروف عنها أنها مسرطنة.	تدرب جيدا أن تتعامل مع هذه المادة بكل حذر و أن يكون ذلك في منطقة معزولة في المختبر . تجنب أن تستنشق أبخرتها و تجنب ملامسـتها للجـلد أو الملابـس و العينيـن و البس الملابس الواقية المناسبة و استخدم الأدوات المناسبة عند التعامل معها .
تسبب حروقا مؤلمة و خطيرة في العينين	قـد تسبب جروحا خطيرة في العينين أو قد تسبب العمي إذا لامست العينين.	البس كلا من النظارات الواقية و قناع الوجه. إذا دخلت المادة إلى أحد العينين اغسلها جيدا بالماء لمدة ١٥ دقيقة أثناء استدعاء الطبيب المعالج . إذا لامست المادة العدسات اللاصقة التي تلبسها اخلعها فورا مع الغسل المستمر .
قابلة للاحتراق	يصدر عنها أبخرة قد تشتعل أو تحتـرق في ظروف المختبـر العاديـة .	أبق العبوة محكمة الإغلاق . و حيث أن تلك الأبخرة لا يمكن رؤيتها و يمكن أن تنتقل لمسافات عدة ، فأبق تلك المواد سواء كانت سائلة أو صلبة بعيدة عدة أقدام عن مصادر اللهب و الحرارة و الشرار .
كاوية	ملامستها للجلد سوف تتلفه كمـا أنها تتلف الأجهزة التي تلامسها .	البس النظارات الواقية و تجنب استنشاق أبخرتها و تجنب ايضا ملامستها للجلد أو العينين أو الملابس . استخدم أدوات السلامة مثل قناع الوجه و أجهزة التنفس.
خطر	قد تسبب أضرارا صحية خطيرة.(مثل: فقدان أحد الأعضاء أو الأطراف أو البصر أو حتى الحياة) إذا لم يتخذ الإجراءات الوقائية .	اتبع التعليمات المذكورة على ملصق العبوة و في بطاقات MSDS . تعامل معها بكل حذر .
لا تسمح لها أن تلامس العينين	قد تسبب تهيجات أو حتى العمي إذا لامست العينين .	البس كلا من النظارات الواقية و قناع الوجه. إذا دخلت المادة إلى أحد العينين اغسلها جيدا بالماء لمدة ١٥ دقيقة أثناء استدعاء الطبيب المعالج . إذا لامست المادة العدسات التي تلبسها اخلعها فورا مع الغسل المستمر .

لا تسمح لها أن تلامس الجلد	قد تسبب أضرارا لو لامست الجلد حيث تتلفه أو حتى تخترق الطبقات الداخلية للجلد .	قبل التعامل مع هذه المادة البس قفازات نظيفة مقاومة لتلك المادة لعدة دقائق على الأقل . و انتبه هنا إلى أنه لا يوجد قفاز مقاوم لأي مادة كيميائية لفترات طويلة .إذا لامس المادة الجلد اغسله فورا بالماء لمدة طويلة .
قابلة للانفجار	يعرف عن هذه المادة أنها قابلة للانفجار عند ظروف معينة .	تعامل معها بكل حذر . و تجنب الصدمات (الوقوع و الصدام) و الشرار و اللهب و الحرارة و غيرها .
قابلة للاشتعال بشدة	قد تشتعل أبخرتها عند التعامل معها في الظروف الاعتيادية .	أبق العبوة محكمة الإغلاق عند عدم الاستخدام . و حيث أن تلك الأبخرة لا يمكن رؤيتها و يمكن أن تنتقل لمسافات عدة ، فأبق تلك المواد سواء كانت سائلة أو صلبة بعيدة عدة أقدام عن مصادر اللهب و الحرارة و الشرار .
(قد تكون) قاتلة لو تم استنشاقها	تسببت في موت ٥٠٪ من حيوانات التجارب التي استنشقت تلك المادة .	لا تستنشق أبخرة أو رذاذ أو سحب تلك المادة . استخدم خزانة طرد الغازات عند التعامل معها . أو لو كنت مدربا و مؤهلا من قبل طبيب لأن تستخدم أجهزة الاستنشاق ، استخدم تلك الأجهزة لتجنب خطر تلك المادة .
(قد تكون) قاتلة لو تم بلعها	تسبب الوفاة إذا تم بلع كمية كافية من تلك المادة . لبعض المواد السامة كمية أقل من جرام واحد تكفي أن تكون قاتلة.	تعامل معها بكل حذر ، و اغسل يديك و ما تحت أظافرك جيدا بالماء قبل مغادرتك المختبر . لو تم بلعها أو هناك شك في بلعها استدع الطبيب حالا . لا ترغم الضحية على الاستفراغ ما لم ينصحك الطبيب بذلك .
قابلة للاشتعال	قد تشتعل أبخرتها عند التعامل معها في الظروف الاعتيادية .	أبق العبوة محكمة الإغلاق عند عدم الاستخدام . و حيث أن تلك الأبخرة لا يمكن رؤيتها و يمكن أن تنتقل لمسافات عدة ، فأبق تلك المواد سواء كانت سائلة أو صلبة بعيدة عدة أقدام عن مصادر اللهب و الحرارة و الشرار .
ضارة لو تم استنشاقها	سببت ضررا لحيوانات التجارب التي استنشقتها.	تجنب استنشاق أبخرة أو الهواء الذي يحتوي على هذه المادة .
ضارة لو تم بلعها	قد تسبب عدم ارتياح أو غثيان أو إغماء أو أية أضرار أخرى.	تعامل معها بكل حذر ، و اغسل يديك جيدا بالماء قبل مغادرتك المختبر . لو تم بلعها أو هناك شك في بلعها استدع الطبيب حالا . لا ترغم الضحية على الاستفراغ ما لم ينصحك الطبيب بذلك .
مهيجة	تسبب تهيجات في الجلد و العينين و الجهاز التنفسي	تجنب استنشاق أبخرة و رذاذ و سحب تلك المادة و ملامستها للجلد و العينين
أبقها بعيدا عن مصادر اللهب و الحرارة و الشرار .	أبخرتها قد تشتعل و / أو تنفجر .	أبق العبوة محكمة الإغلاق و أبق المادة بعيدا عن مصادر اللهب و الحرارة بعدة أقدام قبل استخدامها و التعامل معها .
مسيلة للدموع	لها تأثير مهيج و حارق على العينين و تعتبر كمياتها القليلة خطيرة.(عادة مجرد فتح العبوة يسبب في تسييل الدموع)	أفتحها فقط في خزانة طرد الغازات ، لا تستنشق الأبخرة . تجنب ملامستها للجلد و العينين . و تجنب تسخينها ايضا .

متطفرة	تسبب تلفا في الكروموسومات	تدرب جيدا أن تتعامل مع هذه المادة بكل حذر و أن يكون ذلك في منطقة معزولة في المختبر . تجنب أن تستنشق أبخرتها و تجنب ملامستها للجلد أو الملابس و العينين و البس الملابس الواقية المناسبة و استخدم الأدوات المناسبة عند التعامل معها .
مؤكسدة	سوف تؤكسد أي مادة قابلة للتأكسد، مثال : مادة قابلة للاحتراق مثل العوامل المختزلة.	أبقها بعيدا عن الملابس و العوامل المختزلة . أبق العبوة محكمة الإغلاق عند عدم التعامل معها .
مشكل لفوق الأكسيد	تشكل فوق الأكاسيد أو فوق الأكاسيد الهيدروجينية عند الاحتفاظ بها لفترة طويلة أو عند ملامستها للهواء.	العديد من فوق الأكاسيد قابلة للانفجار! لا تفتح أي عبوة لماد مشكلة لفوق الأكاسيد دون إذن مسبق من أستاذ المادة. فطريقة فتح العبوة يمكن أن يتسبب في انفجارها .
سامة جدا	لها تأثيرا خطيرة جدا و غير عكسية على الجسم . هذه المواد خطيرة جدا عند استنشاقها أو بلعها أو حتى ملامستها للجلد، و إذا تم تعاطي كميات مناسبة منها يحدث الوفاة . و عادة و لكن ليس دائما توضع على عبواتها علامة الجمجمة و العظمتين.	تجنب جميع أنواع الاتصال مع هذه المادة . تدرب جيدا أن تتعامل مع هذه المادة بكل حذر و أن يكون ذلك في منطقة معزولة في المختبر . تجنب أن تستنشق أبخرتها و تجنب ملامستها للجلد أو الملابس و العينين و البس الملابس الواقية المناسبة و استخدم الأدوات المناسبة عند التعامل معها .
سريعة الاشتعال	تشتعل فورا عند ملامستها للهواء.	فقط عرضها للهوا و تعامل معها عند أخذك جميع الاحتياطات المناسبة .
أخطار تناسلية	تسبب الطفرات و تشوهات خلقية	تدرب جيدا أن تتعامل مع هذه المادة بكل حذر و أن يكون ذلك في منطقة معزولة في المختبر . تجنب أن تستنشق أبخرتها و تجنب ملامستها للجلد أو الملابس و العينين و البس الملابس الواقية المناسبة و استخدم الأدوات المناسبة عند التعامل معها .
مسببة للحساسية	قد تسبب حساسية عند التعرض لها لمرة ثانية أو ثالثة.	تجنب التعرض لها من المرة الأولى .
الجلد	عبارة يقصد بها بأن هذه المواد يمكن امتصاصها من قبل الجلد و تسبب تأثيرات جلدية .	تجنب ملامستها للجلد و العينين و الملابس ، و في حالة ملامستها للجلد اغسله فورا بالماء .
تشوهات خلقية	تسبب تشوهات خلقية و / أو ينتج عن ذلك الوفاة أو تشوهات في الأعضاء و الأجهزة الحيوية.	تدرب جيدا أن تتعامل مع هذه المادة بكل حذر و أن يكون ذلك في منطقة معزولة في المختبر . تجنب أن تستنشق أبخرتها و تجنب ملامستها للجلد أو الملابس و العينين و البس الملابس الواقية المناسبة و استخدم الأدوات المناسبة عند التعامل معها .

سامة	تسبب أضرار على الصحة عند استنشاقها و بلعها و حقنها و اتصالها مع الجلد . قد تسبب ضررا بليغا عن التعرض لها لفترات قصيرة أو طويلة .	تجنب اتصالها مع الجلد . لا تستنشق أبخرتها أو رذاذها أو سحبها . عند التعامل معها البس الملابس الواقية المناسبة .
استخدمها مع وجود تهوية مناسبة.	استنشاق أبخرة و رذاذ و بخار هذه المادة قد يكون ضارا .	أبق تراكيز هذه المادة في الهواء الجوي الذي تتنفسه أقل من تراكيز PEL أو TLV (أيهما أقل) . ما لم تكن متأكدا من أن التهوية في المختبر مناسبة لأن تبقي تراكيز PEL أو TLV ضمن المعايير المحددة ، استخدم تلك المادة في خزانة طرد الغازات . أو لو كنت مدربا و مؤهلا من قبل طبيب لأن تستخدم أجهزة الاستنشاق ، استخدم تلك الأجهزة لتجنب خطر تلك المادة .

خصائص المواد الكيميائية

بالإضافة على أمور الأمن و السلامة ، فإن بطاقات MSDS توفر معلومات أخرى مهمة من خلالها تستطيع أن تتعرف على الذوبانية و قابلة التطاير أو التبخر و خصائص أخرى بالإضافة إلى كيفية تصنيف الشركة المصنعة للمواد الكيميائية و إمكانية معرفة المزيد من المعلومات محدودة بالزمن و الجهد المبذول في دراسة تفاصيل العديد من بطاقات MSDS .

تعلم الكيمياء من بطاقة MSDS

إن المعلومات التطبيقية الموجودة في قسم النشاط/ الفعالية في بطاقة MSDS يمكن أن تكون ذات فائدة عند التخطيط لإجراء تجربه عملية . فمثلا تستطيع أن تستخدم القسم المتعلق في نشاط المواد الكيميائية في بطاقة MSDS و الذي يحتوي على معلومات حول عدم توافق المواد الكيميائية كأساس للتجارب المخبرية التي تتطلب التعامل مع المواد الكيميائية .

فمثلا إذا كنت تنوي إضافة حمض الخليك إلى أكسيد الكروميك أو حمض النيتريك أو حمض البيركلوريك أو برمنجنات البوتاسيوم أو إلى أي عامل مؤكسد كجزء من التجربة فإنك سوف تعلم و من خلال بطاقة MSDS إنه بالنسبة لحمض الخليك و لأي مادة أخرى تنوي استخدامها بأن التفاعل سوف يكون عنيفا ، فإذا لم يتم التقليل من لمواد الكيميائية المستخدمة ، فإن شدة التفاعل سوف تكون كارثية . و سوف تكتشف بأنه لا يجب عليك أن تخلط مخلفات تحتوي على حمض الخليك مع مخلفات أخرى تحتوي على حمض النيتريك مثلا . فإذا وجب عليك أن تخلط حمض الخليك مع أحد المواد الأخرى غير المتوافقة ، فإنك عرفت الآن إنه يجب أن تتحكم بظروف التجربة بكل حذر .

ايضا و بوجود التخزين الآمن المحكم فإنك و من خلال ما تعلمته من قسم الفاعلية بأنه لا يجوز حفظ حمض الخليك بالقرب من حمض النيتريك أو أكسيد الكروميك أو حمض البيركلوريك أو برمنجنات البوتاسيوم أو بجانب أية مادة مؤكسدة أخرى .

مثال آخر : الاختلاف في معدل الذوبانية في الماء : أيّ المواد الكيميائية قابلة للذوبان في الماء؟ جميع النيتريتات و لكن فقط بعض الكلوريدات و الكبريتيدات . فبعض الكلوريدات غير ذائبة شحيحة الذوبان في الماء الدافئ

و أخرى لا تذوب . و تعتمد ايضا ذائبية بعض الكبريتيدات على قيمة الرقم الهيدروجيني pH . فمعرفة التفاوت في الذائبية في الماء و في المذيبات الأخرى يعتبر أمرا هاما بالنسبة إلى الكيميائي التحليلي .
بعض الأملاح متعادلة و البعض الآخر إما حمضية أو قاعدية، فانظر إلى تلك التفاصيل و غيرها في بطاقة MSDS لمعرفة المزيد عن المواد الكيميائية التي تستخدمها . فخصائص المواد الكيميائية فريدة و تختلف لعدة أسباب ، و تذكر بأن مثل تلك المعلومات هامة جدا بالنسبة لطلاب الكيمياء الجادين .

تصنيف المواد الكيميائية الخطرة

هناك الملايين من المواد الكيميائية و لكل منها مخاطرها الخاصة بها . فإذا رغبت في منع وقوع الحوادث أثناء العمل مع المواد الكيميائية في المختبر ، فإنه يتوجب عليك أن تعرف خطورة المواد الكيميائية التي تتعامل معها. كطالب سوف تتعامل مع العديد من المواد الكيميائية ، فكيف يمكنك أن تعرف خطورة كل تلك المواد ؟
الإجابة بسيطة : التصنيف . يمكن تصنيف أخطار المواد الكيميائية إلى عدة أصناف ، و أهم تلك الأصناف التي يجب الأخذ بها و دراستها للوقاية من وقوع الحوادث موجودة في المربع أدناه .

الصنف	أمثلة
عوامل مؤكسدة	التيتريتات و البرمنجناتات و الكروماتات.
عوامل مختزلة	الهيدروجين ، الكربون ، الهيدروكربونات ، الحموض العضوية.
مواد كاوية	الحموض و القواعة القوية و بعض الضعيفة، الهالوجينات.
مواد تتفاعل مع الماء	الفلزات القلوية و بعض الهيدريدات و الفوسفيدات و الكربيدات .
مواد تتفاعل مع الهواء	الفلزات القلوية .
مواد سامة جدا	المواد المسرطنة و السيانيدات و الفينول.
مواد أقل سمية	الإيثانول و الهكسان العادي و حمض الخليك.
مواد ذاتية التفاعل	حمض البكريك و تي إن تي و مركبات الديازو.
مواد غير متوافقة	الحموض مع القواعد ، و العوامل المؤكسدة مع العوامل المختزلة .

الملحق ٢ يبين بعض الأمثلة للمواد و المركبات غير المتوافقة مع بعضها البعض، فلو قُدِّر لها أن تتفاعل مع بعضها البعض سوف تنتج موادا سامة و ضارة . للقائمة كاملة يرجى الرجوع إلى كتاب "مرجع بريثريك لأخطار المواد الكيميائية النشطة ، تأليف أوربين بي، جي ، الطبعة السادسة ، بوتروورث–هينمان– لندن ٢٠٠٠ .

المذيبات و أخطارها

بالتأكيد يعتبر الماء أكثر المذيبات شيوعا على الإطلاق ، و كما ذكر سابقا فإن العديد من المواد الكيميائية تتفاعل مع الماء بلطف و البعض الآخر يتفاعل بعنف .و ايضا يتم استخدام بعض المذيبات العضوية (مثل : الأسيتون ، الهكسان ، الإيثر البترولي ، و ثلاثي كلورو الإيثيلين) على الرغم من إنها تظهر خطورة قابلية الاشتعال . و من المدهش ملاحظة أن السائل القابل للاشتعال لا يشتعل من تلقاء نفسه كسائل ، بينما أبخرة ذلك السائل هي التي تشتعل . و يعتمد معدل إنتاج السائل على الأبخرة القابلة للاشتعال على معدل تبخر السائل والذي يزداد مع زيادة درجة الحرارة ، و عليه فإن السائل قابل للاشتعال أكثر خطورة عند درجات الحرارة المرتفعة ، مقارنة مع درجات الحرارة العادية . كما أنه يجب حفظ جميع المواد السائلة أو الصلبة القابلة للاشتعال بعيدا عن المواد المؤكسدة و بعيدا عن مصادر الحريق.

هناك بعض المذيبات العضوية تستطيع أن تخترق مسامات الجلد ، و عند ملامستها للجلد فإن جميع المذيبات العضوية تسبب جفافا و تشققات في الجلد ، كما أن أبخرة جميع المذيبات العضوية سامة و البعض منها أكثر سمومية من الآخر . و لكن الأعراض الشائعة للتعرض الزائد للمذيبات العضويـة يشمل الدوخة أو الدوار و التلعثم في الكلام و فقدن الوعي و نادرا الوفاة . أما الأعضاء الأكثـر إصابة فهـي الجهـاز العصبـي المركزي و الكبد و الكليتين ، لذلك تجنب ملامسة تلك المذيبات للجلد . و عندما تكون ضمن الهواء الذي نتنفسه ، فإن أبخرتها يجب أن تكون ضمن تراكيز أقل من تلك المسموح بها في PEL و TLV .
القليل من المذيبات العضوية (مثل : الإيثرات ، بعض الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة العطرية) يمكن أن تشكل فوق الأكاسيد القابلة للانفجار ، و مثل تلك المذيبات خطيرة جدا إذا ما تم السماح لها بالتبخر إلى درجة قريبة من الجفاف . و يمكن لمعلمك أن يعطيك المزيد من التفاصيل حيال ذلك . دائما ارجع إلى بطاقات MSDS قبل الشروع بالعمل في المختبر لمعرفة المزيد حول المذيبات العضوية التي تستخدمها .

الحموض و القواعد

جميع الحموض و القواعد القوية و بعض الحموض الضعيفة و بعض القواعد قليلة الذوبان (مثل : حمض الخليك الثلجي، حمض الهيدروفلوريك، حمض الهيدروبروميك، و هيدروكسيد الكالسيوم) تعتبر مواد كاوية ، و عندما تلامس العينين أو الجلد فإنها تتلف و تحرق الأنسجة الحية بالكامل . فكلما كان الحمض أو القاعدة أكثر تركيزا و/ أو كلما كانت مدة ملامستها بالعضو أكثر وقتا فإن إتلاف ذلك العضو يكون مؤثرا و بليغا . فبعض الحموض و القواعد تبدأ في إتلاف الأنسجة الحية و غيرها خلال ١٥ ثانية من وقت ملامستها للعضو.
جميع الهاليدات الهالوجينية حمضية ، و محاليلها المائية سامة و أبخرتها مهيجة بصورة خطيرة للجهاز التنفسي ، و يعتبر فلوريد الهيدروجين من أخطرها . فغاز فلوريد الهيدروجين و المحلول المائي منه تعتبـر سامـة جـدا ، و يمكن لأي منهما أن يمتص بسهولة خلال الجلد حيث تخترق الجلد بعمق و تتلف الأنسجة الباطنية للجلد. الاتصال مع محلول مخفف لحمض الهيدروفلوريك يكون بدون ألم لعدة ساعات ، و لكن بعد ذلك تظهر حروقا و تقرحات بالغة في الجلد مع تأثرات داخلية عكسية ، و ألم مبرح جدا . و الإسعافات الأولية لخطر حمض الهيدروفلوريك معقدة ، و تتطلب تجهيزات مسبقة لهلام (جل) خاص و توافر إعدادات مسبقة ، و يمكن معرفة المزيد حيال ذلك من خلال قراءة بطاقة MSDS الخاصة بحمض الهيدروفلوريك . و قبل التعامل مع أو استخدام هذا الحمض تأكد من إنك قرأت و اطلعت جيدا على جميع المعلومات الموفرة في بطاقة MSDS الخاصة بحمض الهيدروفلوريك، كما أن أستاذ المادة يجب أن يعرف مسبقا اسم مستشفى للطوارئ (أو طبيب مختص لمعالجة حروق حمض الهيدروفلوريك) .
حمض الكبريتيك المركز يعتبر حمضا قويا للغاية ، و عامل إزالة للماء قوي جدا. فجميع محاليل حمض الكبريتيك ما عدا الخفيف جدا منها تعتبر عوامل مؤكسدة ، و يوجد حمض الكبريتيك ايضا على شكل حمض الكبريتيك المدخن (أوليوم) . ففي شكله هذا و الذي يحتوي على المزيد من SO_3 يعتبر عاملا مؤكسدا قويا . و عند تحضير محاليل مائية منه ، أضف الحمض و ببطء إلى الماء أثناء التحريك و التقليب ، و تذكر إلى أن حرارة المحلول سوف تعمل على رفع درجة الحرارة إلى مرحلة قد تسبب في غلي أو تناثر المحلول .
حمض النيتريك يعتبر ايضا عاملا مؤكسدا قويا ، و عادة يتفاعل بسرعة أكثر من حمض الكبريتيك . فإذا وقع حمض النيتريك على الجلد و لم يغسل جيدا و بالكامل فإنه يحول لون الجلد المصاب إلى اللون البني المصفر بسبب حدوث تفاعل تكسير البروتين الموجود في الجلد .

حمض الفوسفوريك حمضا ضعيفا ، و الحمض المركز منه عبارة عن سائل لزج و يشبه حمض الكبريتيك من حيث كونه عامل إزالة للماء قوي . و عند تحضير المحاليل المائية منه دائما أضف الحمض إلى الماء مع التحريك المستمر للمحلول . و بخلاف أغلب الحموض و الذي لها طعم لاذع ، فإن المحاليل المخففة لحمض الفوسفوريك لها طعم حلو ، و في الحقيقة يستخدم محلول حمض الفوسفوريك المخفف كعامل تحلية في أغلب صناعات المشروبات الغازية ، و مع ذلك لا تقم أبدا بتذوق أو بلع حمض الفوسفوريك الموجود في المختبر .
يعتبر حمض البيركلوريك عاملا مؤكسدا قويا ، و خاصة عند درجات الحرارة العالية . فيمكن أن يتفاعل بعنف مع المركبات العضوية و مع العوامل المختزلة الأخرى . و علية يجب استخدام حمض البيركلوريك في خزانة مزودة بدش للماء ، مصممة أو معدة خصيصا لهذه الغاية . لا تستخدم أبدا هذا الخزانة قبل التأكد تمام من أن دش الماء يعمل جيدا .لا تتعامل مع حمض البيركلوريك على طاولات مصنوعة من الخشب أو رفها العلوي مصنوع من الخشب أو أية مادة أخرى قابلة للاشتعال . احفظ زجاجات حمض البيركلوريك في طبق أو صينية مصنوعة من الزجاج أو السيراميك ذات حواف عالية بحيث تلم كل الحمض في حالة كسر الزجاجة لا سمح الله . دائما أهضم (عالج) المادة العضوية بحمض النيتريك قبل اضافة حمض البيركلوريك إليها. و يجب ملاحظة أنه إذا تم إضافة حمض الكبريتيك إلى حمض البيركلوريك ، فإنه يتسبب في إزالة الماء منه و بالتالي تكون حمض البيركلوريك اللامائي و الذي هو قابل للانفجار عند درجات الحرارة العادية . لا تقم أبدا بخلط حمض الفوسفوريك و حمض الكبريتيك مع حمض البيركلوريك . لإستيرات البيركلورات تفجير تدميري كالذي هو للنيتروجليسرين ، و ايضا يمكن لبيركلورات الفلزات أن تكون قابلة للانفجار.
حمض البكريك الجاف شديد الانفجار ، و يجب عليك أن تستخدمه فقط عند الضرورة شريطة أن تكون مطلعا و مدركا أخطار هذا الحمض . و على الرغم من أن حمض البكريك ليس قابلا للانفجار عندما يكون رطبا ، ألا أن احتمالية تبخر الماء واردة و بالتالي يصبح جافا و صلبا و خطرا . تأكد من أن محتويات حمض البكريك رطبة قبل أن تفتح العبوة أو الزجاجة ، مع أخذ الحيطة من انه قد تتشكل فوق الأكاسيد القابلة للانفجار في حزوز الغطاء ، فإذا كان هناك استفسار حول كيفية فتح عبوة أو زجاجة حمض البكريك قديمة بكل سلامة و أمن ، اعمل على غمس الزجاجة / العبوة في الماء و في ببطء شديد افتح الغطاء حتى يتسنى للماء أن يذوب أية بلورات قد تشكلت ، و من ثم يمكن إضافة الماء ليصبح حمض البكريك مميئا .
إن أكثر القواعد استخداما في المختبرات الأكاديمية هي هيدروكسيدات الفلزات القلوية و المحاليل المائية للأمونيا. تعتبر مادة هيدروكسيد الصوديوم و هيدروكسيد البوتاسيوم من القواعد القوية ، و هما مادتين متلفتين للجلد و العينين. فكن حذرا جدا عند تحضيرك لمحاليل مركزة من تلك المادتين . حرارة المحلول العالية لكل منهما يمكن أن ترفع درجة الحرارة إلى مستويات خطيرة – عالية جدا لدرجة يمكن أن تتسبب في تناثر و تطاير المحلول – لذلك يجب التعامل معها بكل حذر . تعتبر الأمونيا في المحلول المائي مادة قاعدية ضعيفة ، و أحيانا و على نحو خاطئ يطلق عليها اسم هيدروكسيد الأمونيوم ، كما أن أبخرة محاليل الأمونيا المائية مهيجة و سامة، لذلك تعامل معها بكل حذر .

بعض الأمثلة على المواد السامة

الهالوجينات : جميع الهالوجينات عوامل مؤكسدة و سامة و خصوصا الفلور فهو نشط جدا لأن يستخدم ككاشف في المختبرات التدريسية . الكلور ايضا عامل مؤكسد قوي فلا تتعامل مع الكلور إلا إذا وُفِّرت لك جميع احتياطات السلامة الخاصة التي تساعدك للتعامل معه . البروم سائل كاوٍ و متطاير ، و يسبب حروقا خطيرة عند ملامسته للجلد ، و هو ايضا مسيّل للدموع لذلك يجب التعامل معه في خزانة طرد الغازات .

الزئبق : إن الزئبق المنسكب أو المدلوق قابل للتبخر و بالتالي سوف يملأ الهواء المحيط بالأبخرة السامة، و أبخرة الزئبق تعتبر سموما تراكمية ، في حالة انسكاب الزئبق فإنه سوف يتدحرج عندما يصطدم بسطح صلب و بالتالي يتناثر إلى قطرات ، البعض منها صغير جدا بحيث لا يرى ، حتى القطرات المرئية يمكن لها أن تلتصق بالأسطح الناعمة ، لذلك يجب أن يكون التنظيف شاملا .

يجب تنظيف المكان من الزئبق المسكوب أو المندلق بسرعة و بطريقة شاملة باستخدام أداة شفط أو مكنسة شفط خاصة و لا تستخدم المكنسة الكهربائية العادية ، فأبخرة الزئبق يمكن لها أن تمر من خلال الكيس الورقي أو القماش الخاص بمكنسة الشفط الكهربائية العادية . فبخار أو رذاذ أو قطرات الزئبق المعاد انتشارها يمكن لها أن توسع من دائرة التلوث البخاري لاحقا . راجع أستاذ المادة للمزيد من المعلومات حيال ذلك ، فوجود وحدات لتنظيف الزئبق يعتبر ضروريا لإزالة بقايا الزئبق المتناثرة .

أما بقايا الزئبق المنتشرة في تشققات طاولة العمل ، فيمكن الحد من خطر تبخرها أو تطايرها من خلال عملية الملغمة مع مسحوق الخارصين أو مسحوق القصدير ، هذا إذا كنت متأكدا تمام من أن دقائق الفلز سوف تخترق الشقوق الضيقة عميقا للوصول إلى قطرات الزئبق الدقيقة .

القواعد القوية : جميع تلك المواد كاوية و يمكن أن تسبب حروقا كيميائية خطيرة و تتلف العضو المصاب ، بما في ذلك احتمالية الإصابة بالعمى . و يمكن وصف القواعد القوية بأنها غدارة و ماكرة ، فالمحاليل المركزة للقواعد القوية غالبا لا تسبب أي ألم ، حتى يسبب الحرق إتلافا تدميريا في العضو المصاب . و على الرغم من أنه يمكن وصفها بأنها مخففة ، ألا أن المحاليل المشبعة للقواعد القوية مثل هيدروكسيد الكالسيوم تعتبر موادا كاوية قوية .

الفورمالدهيد : الفورمالدهيد غاز عديم اللون و قابل للذوبان في الماء و ذو رائحة نفاذة ، و عادة يوجد الفورمالدهيد على شكل فورمالين ، و هو المحلول المائي للفورمالدهيد بتركيز يتراوح ما بين ٣٧-٥٦ ٪ ، و غالبا يحتوي على ١٥٪ ميثانول .

يوجد الفورمالدهيد ايضا على شكل متبلمر يعرف باسم «بارافورمالدهيد» و يمكن للبارافورمالدهيد أن يتفكك إلى مونومير بالتسخين . استنشاق أبخرة الفورمالدهيد من الفورمالين أو البارافورمالدهيد أن يتسبب بتهيجات حادة في حويصلات الجهاز التنفسي العليا ، و بالتالي تتسبب بحدوث مرض الربو . لا تتنفس أبدا أبخرة الفورمالدهيد فيحتمل ايضا بأنها قد تسبب مرض السرطان ، و ايضا تتسبب في حدوث تهيجات حادة في العينين ناتجا عن ذلك تأثيرات لاحقة لا يمكن علاجها بغسل العينين .و ايضا يمكن أن تتولد حساسية في الجلد نتيجة للتعرض المتكرر للمحاليل السائلة منه ، لذلك يجب تجنب ملامسة محاليل الفورمالدهيد للجلد و ذلك من خلال لبس قفازات النيوبرين أو المطاط البيوتيلي أو قفازات متعدد كلوريد الفينيل . و لاحظ هنا إلى أن هذه القفازات يمكن أن تقاوم من نفاذية الفورمالدهيد لفترة محدودة ، كما انه يجب التعامل و استخدام الفورمالدهيد في خزانة طرد الغازات المصممة لذلك .

السيانيدات و النيتريلات : تعتبر السيانيدات و النيتريلات موادا سامة سريعة التأثير ، فالتعرض الزائد لها قد يكون قاتلا ، و عادة تظهر أعراض التسمم لها إذا ما تم بلعها أو استنشاقها أو امتصاصها من قبل الجلد. فاستنشاق القليل من مادة سيانيد الهيدروجين مثلا يمكن أن يتسبب في اختلال عقلي و الاستنشاق الزائد منها قد يسبب الوفاة . كما أن بعض السيانيدات الفلزية يمكن أن تتمياً في المحاليل المائية ناتجا عنها سيانيد الهيدروجين ، كما أن جميعها يتحول إلى سيانيد الهيدروجين في وجود الحمض .

قبل العمل مع السيانيدات تأكد من توافر حبوب نيتريت الإيميل كمادة إسعاف أولية ، و ايضا تأكد من أن

معلمك يعرف اسم طبيب يستطيع التعامل مع حالات التعرض الزائد للسيانيد و يستطيع التعامل مع محاليل نيتريت الصوديوم و محاليل ثيوكبريتات الصوديوم كما هو يجب .

فوق الأكاسيد العضوية و مُشكِّلات فوق الأكاسيد :

فوق الأكاسيد العضوية هي نوع خاص من المركبات تظهر مشاكل في عدم استقرارها ، و تعتبر فوق الأكاسيد واحدة من بين أخطر المواد الكيميائية يتم التعامل معها في المختبرات الكيميائية و الصناعية ايضا . و كتصنيف تعتبر فوق الأكاسيد العضوية موادا قابلة للانفجار و لكن بدرجة قليلة ، و لكن تكمن خطورتها في كونها حساسة جدا للصدمات و الشرار و الحرارة أو أي شكل آخر مثير لها بالانفجار . فالعديد من فوق الأكاسيد التي يتعامل معها بشكل يومي أو روتيني في المختبرات أكثر حساسية للصدمات من المواد المتفجرة المعروفة مثل تي إن تي .
كما أن لفوق الأكاسيد نصف عمر معين أو معدل محدد لتتفكك تحت أية مجموعة ظروف ، فمعدل التفكك البطيء قد يتسارع تلقائيا إلى انفجار عنيف خاصة في وجود كميات كبيرة من فوق الأكاسيد ، فهي حساسة جدا للحرارة و الاحتكاك و الصدمات و الضوء و ايضا للعوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة . لا تفتح أبدا أية عبوة إذا شككت أنها ملوثة بفوق الأكسيد فالمحتوى قابل للانفجار ايضا . كما أن جميع فوق الأكاسيد العضوية قابلة للاشتعال بشدة ، فالحرائق التي يدخل فيها كميات كبيرة من فوق الأكسيد يجب التقرب منها بحذر شديد، و ايضا يمكن لفوق الأكسيد الموجود كمادة ملوثة في المذيب أن يغير مسار التفاعل المخطط له .
فيما يلي مجموعة من المركبات تُكون أو تُشكّل فوق الأكاسيد :

- الألدهيدات .
- الإيثرات و خصوصا الإيثرات الحلقية و الإيثرات المشتقة من الكحولات الأولية و الثانوية. من الضروري جدا الكتابة على زجاجات و عبوات إيثيل إيثر و أيسوبروبيل إيثيل إيثر تاريخ وصولها إلى المختبر ، بحيث يمكن للمستخدم أن يتخلص من محتوى العبوة أو الزجاجة خلال ثلاثة أشهر من تاريخ الاستلام . لا تقم أبدا بتقطير الإيثر حتى تتأكد تماما بأنه لا يحتوي على فوق الأكسيد ، و مع ذلك لا تقطر الإيثر حتى الجفاف .
- المركبات التي تحتوي على ذرات الهيدروجين البنزيلية ، فمثل تلك المواد مسئولة عن تشكيل فوق الأكسيد إذا كانت ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون الثلاثية (مثال الكيومين – بنزين أيسوبروبيلي–).
- مركبات تحتوي على تركيب أليلي ($-CH_2=CHCH_2$) و يشمل ذلك أغلب الألكينات .
- الكيتونات و خصوصا الكيتونات الحلقية .
- مركبات الفينيل و الفينيليدين (مثال: خلات الفينيل و كلوريد الفينيليدين) .

أمثلة على مركبات كيميائية يمكن أن تشكل تراكيز خطيرة من فوق الأكاسيد عند تعرضها للهواء :

- الهكسان الحلقي .
- الأوكتان الحلقي .
- ديكالين (عُشاري هيدرونفثالين).
- باراديكوسان.
- إيثيل إيثر .
- أيسوبروبيل إيثر .
- رباعي هيدروفيوران THF .
- تترالين (رباعي هيدرونفثالين)

تأكد من أن أستاذ المادة يعلم مسبقا إذا كنت تنوي العمل مع تلك المركبات .

٣ – تقنيات مختبرية ينصح بها

التعامل مع الأدوات و الأجهزة

اتباع التوصيات التالية سوف يساعدك على القيام بالعمل بسهولة و يجعل التعامل مع الأجهزة أكثر سلامة :

• خطط للعمل قبل الشروع بالقيام بالعمل في المختبر . تأكد من أنك تعلم ما سوف تعمل إذا تعرضت أنت أو أي شخص آخر لحادث أثناء العمل .

• حافظ على أن تكون منطقة العمل خالية من أية معوقات .

• جهز أدواتك بحيث تكون نظيفة و جافة و محكمة التوصيل بعيدا عن حافة طاولة العمل . و انتبه ايضا لمدى قرب زجاجات الكواشف من مواقد اللهب أو العاملين الآخرين و أجهزتهم . اختر مكانا مناسبا يحتوي على أدوات التجربة و اسمح لعلى الأقل ٢٠ ٪ من منطقة العمل أن تكون فارغة تماما من أية معوقات .

• ما عدا الوصلات الزجاجية و السيقان الزجاجية للتحريك و المخابير المدرجة ، استخدم أجهزة زجاجية مصنوعة من البوروسيليكات (مثل : البيركس) . افحص الأدوات الزجاجية بدقة للتأكد من خلوها من العيوب و التشققات و الكسور . فالزجاجيات المكسورة يجب أن تصلح إذا أمكن ذلك (راجع أستاذ المادة)، أو أن يتم التخلص منها في حاوية مخصصة لذلك .

• يجب أن تكون الأجهزة الأخرى خالية من العيوب كالتشققات و الكسور و الأسلاك المحروقة و العيوب الواضحة . إذا كان لديك أي استفسارات أخرى يرجى مراجعة أستاذ المادة .

• وضع صينية كبيرة تحت وعاء التفاعل لتعمل كأداة احتواء ثانية لأي مادة سائلة قد تنسكب في حالة كسر الزجاج .

•استخدم واجه الحماية عند التعامل مع المخاليط الفعالة و النشطة . ضع واجهة الحماية في مكان مناسب لحمايتك و حماية الآخرين . و تأكد من أن واجهة الحماية مثبتة بأثقال أو بأي أداة تثبيت بحيث لا تقع ، و ايضا البس النظارة الواقية و قناع الوجه عند استخدام واجهات الحماية .

• عند التعامل مع الغازات أو السوائل القابلة للاشتعال :

– لا تبق أي مصادر للهب أو للحريق في منطقة العمل إلا إذا وجهك أستاذ المادة للقيام بذلك .

– استخدم المحابس و المكثفات أو الشفاطات لضمان عدم تسرب المادة إلى الوسط المحيط .

– إذا أردت أن تستعمل السخان الكهربائي أو المانتل ، فلا تقم بأي عمل حتى تكون مطلعا على درجات الاشتعال التلقائي لجميع المواد الكيميائية التي تتعامل معها للتأكد من أن درجة الحرارة أقل من درجة الاشتعال التلقائي .

– تأكدت من أن جهاز التحكم بدرجة لحرارة و جهاز التقليب أو التهوية (إن وجدت) لا يتطاير منها الشرار.

• كلما أمكن الأمر استخدم جهاز تسخين كهربائي (سخان كهربائي) محكم الإغلاق و لا يتطاير منه الشرار، أو استخدم البخار بدلا من موقد اللهب . استخدم الأجهزة التي لا يتطاير منها الشرار في مختبرات الكيمياء عند التعامل مع المواد الكيميائية القابلة للاشتعال .

• ثبت بطريقة محكمة أقماع الفصل الكبيرة و أملئها بحيث لا تفلت صنابير و محابس أقماع الفصل من أماكنها بسبب الجاذبية . استخدم حلقات التثبيت لضمان ثبات الصنابير و المحابس .

• استخدم ملاقط محكمة لتثبيت المكثفات ، و تأكد من تثبيت أنابيب التوصيل بسلك أو ملقط .

• قم بتثبيت الدوارق أو أوعية التجارب مع أجهزة التحريك بطريقة محكمة لضمان ثباتها. و بالطبع يفضل المقلب المغناطيسي في حالة المواد غير اللزجة .

• ثبت الأجهزة المعلقة بحامل حلقي بحيث يكون مركز الثقل للنظام أو الجهاز في الوسط و ليس مائلا لأحد الأطراف . ركب الجهاز أو النظام بحيث يسهل إزالة السخانات أو الحمامات المائية من أسفله بسرعة. الحوامل المهيأة لحمل الأوزان الثقيلة يجب أن تكون مثبتة بإحكام على السطح العلوي للطاولة . أدوات الارتكاز يجب أن تثبت بإحكام من الأعلى و الأسفل .
• لا تضع أي جهاز أو أداة أو صناديق معبأة أو فارغة أو زجاجيات للمواد الكيميائية أو أي أجسام أخرى على الأرض .
• لا تسخن أي وعاء مغلق . تأكد من أن وعاء التسخين مزود بفتة تهوية .
• قبل أن تسخن أكثر من عدة مليلترات من السائل في وعاء لا يتطلب تحريك ، أضف بعض فتاتات الرخام (فتاتات الغليان) أو أنبوب زجاجي قصير مغلق من طرف واحد . فلو كان هناك احتمالية – كما هو الحال في بعض تجارب التقطير الأخرى – لحدوث تفاعل طارد للحرارة خطر أو تفكك للمادة ، فاستخدم مقياس للحرارة بحيث يكون طرفه الأسفل في السائل . و هذا الأمر يوفر تحذير عن سير التفاعل و قد يسمح بتوفير الوقت لإزالة الحرارة و توفير نظام تبريد خارجي .
• استخدم محبس مناسب للغاز في حالة احتمالية تصاعد الغازات أو الأبخرة السامة .
• خزانات طرد الغازات تعتبر مناسبة و موصي بها لجميع التجارب التي ينتج عنها أو يدخل فيها الأبخرة السامة أو القابلة للاشتعال . أغلب الأبخرة القابلة للاشتعال كثافتها أعلى من كثافة الهواء و بالتالي تستقر على السطح العلوي للطاولة أو على الأرض و التي قد تنتشر إلى موقد اللهب أو أي مصدر حرارة آخر و بالتالي تشتعل ثانية بصورة راجعة .فإذا لم يتم التحكم بالأبخرة القابلة للاشتعال – ضمن خزانة طرد الغازات على سبيل المثال – فإنها يمكن أن تتطاير و تنتشر و تتعدى فوهة الوعاء الذي هي فيه و من ثم يمكن لها أن تنتقل على مستوى سطح الأرض و بصورة غير مكتشفة و إلى مسافات بعيدة . فإذا كان هناك مصدر للهب من مسافة فإن سيل البخار سوف يشتعل بصورة راجعة إلى الوعاء و الذي ينتج عن ذلك إما اشتعال السائل في الوعاء أو التسبب في انفجار الأبخرة الموجودة بالقرب من الوعاء.
• استخدم خزانة طرد الغازات عند التعامل مع نظام يعمل بضغط منخفض و الذي قد ينفجر داخليا . أغلق خزانة طرد الغازات ليعمل كواجهة حماية و لكن لاحظ هنا ما لم تكن خزانة طرد الغازات مهيأة و مصممة لهذا الاستخدام ، فإن مثل تلك الخزانات لا يمكن الاعتماد عليها في حالة حدوث أي انفجارات .

استخدام الأدوات

خزانات طرد الغازات المخبرية

تعمل خزانات طرد الغازات على التحكم بمدى التعرض للأبخرة السامة و القابلة للاشتعال، فهي تحمي من الانفجارات الضمنية و الداخلية و ليس من الانفجارات العادية . فإذا توجب عليك إجراء تجارب ينتج عنها انفجار فقم بذلك من وراء واجهة حماية مصممة و مصنوعة لهذه الغاية . فخزانات طرد الغازات العادية ليست قوية لدرجة كافية لتتحمل القوى الناتجة عن أية انفجارات و لو كانت بسيطة .
قبل بداية العمل تأكد من أن خزانة طرد الغازات تعمل بصورة صحيحة ، فإذا كان لديك أي سؤال اسأل أستاذ المادة فورا . فلا تعتمد على ملاحظة أن خزانة طرد الغازات تستطيع أن تشفط منديل ورقي و أن الشفط يعمل جيدا ، ففي أفضل الحالات ذلك يعني بأن خزانة طرد الغازات تستطيع أن تشفط بعض الهواء إلى الخارج . فخزانة طرد الغازات التي تعمل بصورة جيدة ذات مجرى هوائي مناسب و فعال و غياب أية مشاكل أو اضطرابات فعالة .

لا تغلق أبدا حتى و لو كان جزئيا وصلات التهوية أو الفتحات أو الشقوق الموجودة في الجدار الخلفي أو في سقف خزانة طرد الغازات . لا تقم أبدا بتحويل مجرى سيل الهواء إلى الخارج إلى داخل الغرفة ، و خصوصا المجاري الهوائية الموجودة في سقف الغرفة و التي هي بالقرب من خزانة طرد الغازات .
يمكن للمجاري الهوائية لخزانة طرد الغازات أن تغلق بسبب الأوراق أو الملوثات القادمة من الشبابيك أو الأبواب أو حتى بسبب تغيير أماكن العاملين على خزانة طرد الغازات . لذلك عن العمل على خزانة طرد الغازات أبق الشباك السحاب للخزانة مغلقا أو أبقه مفتوحا لأقصر مسافة ممكنة .
أبق وجهك بعيدا عن مسار الشباك السحاب ، و ضع أدواتك في خزانة طرد الغازات و أبق نفسك بعيدا عن الخزانة بمسافة لا تقل عن ١٥ سم من الحافة الخارجية للخزانة . كما اعمل على إجراء التجربة في الجهة البعيدة أو الخلفية من الخزانة و لكن لا تغلق فتحات التهوية الخلفية .
فإذا كان من الضروري أن تحتوي التجربة أو كان من الضروري أن يتم تجميع المذيبات أو الأبخرة السامة ، فإن الجهاز أو النظام المستخدم في التجربة يجب أن يكون محكما التثبيت بمكثفات و محابس و مشابك حسب الحاجة .
كما أن خزانات طرد الغازات ليست الوسيلة المناسبة للتخلص من مخلفات المواد الكيميائية الخطرة أو المذيبات المتطايـرة. و يجدر التنويه هنا إلى أن في حالة حمض البكريك هناك خزانات خاصة مصممة للتعامل مع تلك المادة .
و ايضا خزانات طرد الغازات ليست المكان المناسب لحفظ المواد الكيميائية و غيرها . فالمواد الكيميائية المخزنة في خزانة طرد الغازات يمكن أن تتفاعل مع أنظمة المشغلة للخزانة ، و بالتالي تتلف تلك الأنظمة ، كم أن في حالة وقوع حادث أو حريق فإن كل مادة توجد في الخزانة سوف تشتعل و تدخل في الحريق .

تحذيرات حول استخدام الأجهزة الكهربائية

إن التيارات الكهربائية و ذات الفولتية و الأمبيرية المنخفضة و تحت ظروف معينة يمكن أن تتسبب في حدوث صدمة مميتة . فالفولتية الأقل من ٢٤ فولت للتيار الكهربائي المتردد ممكن أن تكون خطيرة و تسبب تهديد قاتل أو مميت . و بالمقارنة فإن دوائر التيار الثابت ذات الفولتية المنخفضة في العادة لا تظهر أية أخطار لحياة الإنسان على الرغم من احتمالية حدوث بعض الحروقـات المؤلمـة . فالاتصـال المستمـر بالدارة الحيـة يزيـد من التلف و الخراب و خاصة الحروق ، لذلك اتبع التعليمات التالية :

- فقط الأشخاص المؤهلين بالتدريب أو الخبرة يجب عليهم أن يصلحوا أو يركبوا الأجهزة و الأدوات الكهربائية .
- لا تستعمل الأسلاك الكهربائية كدواعم ، و لا تسحب الأسلاك الشغالة .
- فورا قم بتدوين و تسجيل أي أعطال كهربائية أو أي مؤشرات تدل على ارتفاع درجة حرارة الجهاز.
- قم بفحص جميع الأجهزة الكهربائية من حين لآخر و بصورة دورية لتكون متأكدا من أن العوازل الموجودة على الأسلاك و الوصلات ليست بالية أو ممزقة أو مخدوشة أو عطلانه . افحص القوابس و تأكد من أنها ليست منحنية أو عطلانه و تأكد من أن السلك الثالث موصول بالأرضي .

أجهزة الطرد المركزي

يجب أن تكون أجهزة الطرد المركزي الموضوعة فوق طاولة العمل مثبتة جيدا بحيث يضمن عدم «حركتها» إلى حافة الطاولة أو أن تصطدم بأية أجهزة أو أدوات . يجب تطبيق التعليمات التالية لضمان العمل الآمن مع أجهزة الطرد المركزي :

• إذا حدث هناك أي اهتزاز ، أوقف جهاز الطرد المركز فورا و افحص توزيع الثقل في الجهاز ، فإذا حدث ذلك قم بإعادة توزيع الأنابيب في الصينية الدوارة .
• دائما أغلق غطاء جهاز الطرد المركزي قبل الشروع بالعمل و أبقه مغلقا طوال فترة عمل الجهاز .
• لا تترك جهاز الطرد المركزي حتى تتأكد من أنه قد وصل إلى السرعة المطلوبة و إنه يعمل بسلاسة بدون أية اهتزازات .
• إذا لم يكن جهاز الطرد المركزي مدعما بكابح ، اسمح لجهاز الطرد المركزي أن يتوقف لوحده ، أما إذا كان مزودا بكابح استخدم الكابح و لا تستخدم يدك لتوقف دوران الجهاز.
• إذا طلب منك ذلك فقط و من قبل أستاذك ، اعمل على تنظيف محركات جهاز الطرد المركزي و الأنابيب و التجاويف الداخلية بانتظام و استخدم محلول تنظيف معتدل غير كاوٍ.

استخدام البخار

بعض المختبرات مزودة بمخارج بخار (صنابير بخار) توجد على طاولات المختبر و لكن في بعض المختبرات الأخرى يقوم الطلاب بتجهيز أدوات لضخ البخار كلما احتاجوا لذلك . فالبخار ساخن جدا و يمكن أن يتسبب بحروق مؤلمة و شديدة و بالغة في الجلد و الأنسجة الباطنية . عند التعامل مع البخار البس قفازات مصنوعة من القماش السميك أو من الجلد ، و البس ايضا النظارات الواقية و قناع الوجه و معطف أو مريول المختبر ، و لا تعمل أبدا على توجيه البخار نحو أي شخص .
عند إجراء التقطير البخاري قلل من تجمع المكثَّف في دورق التقطير ، و تذكر أن حرارة تكثيف البخار عالية جدا. فالتعبئة الزائدة غير المرغوب بها للدورق إذا كان المكثف الداخل من أنبوب البخار مغلقا أو إذا كان الدورق مسخن أو معزول لمنع التكثيف الزائد . لا تعمل على غمر المكثف من خلال تمرير البخار بسرعة كبيرة.

استخدام الهواء المضغوط

أغلب المختبرات مزودة بمخارج للهواء المضغوط ، فالهواء المضغوط الموفَّر في المختبرات يعتبر مصدرا للخطورة ، فإذا وُجِّه الهواء المضغوط نحو الجلد فإنه سوف يخترقه بدون ملاحظة أية جروح أو فتحات في الجلد و بالتالي يجعل منطقة الجلد المصابة منتفخة مثل البالون ، و للأسف الألم الناتج عن ذلك يعتبر مبرحا للغاية و الضرر الناتج عن ذلك يتطلب تدخل المستشفى ، لذلك لا تقم أبدا بتوجيه الهواء المضغوط نحوك أو نحو أيّ شخص آخر .

مصابيح الأشعة فوق البنفسجية

هناك نوعان من الأخطار مرتبطان مع استخدام مصابيح الأشعة فوق البنفسجية ، الخطر الأول يتعلق بالأشعة بحد ذاتها و الآخر متعلق بطريقة التعامل أو العمل مع مصابيح الأشعة فوق البنفسجية .
جميع الإشعاعات التي لها طول موجي أقل من ٢٥٠ نانومتر يجب اعتبارها خطرة ، لذلك قم بتشغيل الأشعة فوق البنفسجية في صندوق مانع للإشعاع محكم للغاية . البس النظارات الواقية ذات العدسات الماصة للأشعة فوق البنفسجية ، فإذا لم تفعل فإن عينيك معرضتان للضوء عند ذلك الطول الموجي . البس بنطلون طويل و قميص أو بلوزة ذات الكُم الطويل لضمان حماية جسمك من خطر الأشعة ، كما أن الجلد المعرض للأشعة فوق البنفسجية سوف يحترق بألم مبرح مشابه لحروق أشعة الشمس .

يجب المحافظة على مصابيح الزئبق المستخدمة في توليد الأشعة فوق البنفسجية باردة إلى حد ما ، و العمل معها ضمن نظام مغلق للحد أو لمنع أي خطر ناتج عن انفجار أو انكسار المصباح و بالتالي تسرب بخار الزئبق . تأكد من أن المصباح الذي تتعامل معه مجهزا بكل عناية . لا تقم أبدا بالتعامل مع مصابيح الزئبق و يديك عاريتين. فبقع الزيت من جلدك تتلف سطح الزجاج الخارجي . فإذا لم يتم تنظيف بقع الزيت بكل عناية و دقة فإنها سوف تحترق على الزجاج و بالتالي تتسبب في تولد حرارة زائدة على السطح خلال تشغيل المصباح ، و عليه يمكن للغطاء الخارجي أن ينكسر.

عند الوصول إلى نهاية العمر الافتراضي للتشغيل الآمن لمصباح الزئبق ، فإن المرشحات الماصة للأشعة فوق البنفسجية الموجودة في الجدران الزجاجية من الداخل ممكن أن ترفع من درجة الحرارة إلى درجات حرارة أعلى مما هو آمن ، لذلك تأكد من أن عداد حساب العمر الافتراضي أو زمن التشغيل يعمل و بالتالي يمكنك معرفة الزمن الكلي لساعات التشغيل .

التحكم في درجات الحرارة

العديد من التفاعلات يجب أن تبدأ بالتسخين و بسبب كون معدلات تفاعل أغلب التفاعلات الكيميائية ترتفع بارتفاع درجات الحرارة لأن التفاعلات الشديدة الطاردة للحرارة يمكن أن تصبح خطيرة ، إلا إذا أخذ بعين الاعتبار توفير تبريد مناسب . بعض التفاعلات الطاردة للحرارة لديها فترة استقرار أولية ، ففي مثل تلك التفاعلات إذا تم إضافة المزيد من المواد في البداية فإن التفاعل سوف يصبح عنيفا جدا بسبب تولد أبخرة التكثيف فوا انتهاء من فترة الاستقرار ، لذلك يجب توفير حوض تبريد مسبقا و أن يكون جاهزا للاستعمال فورا لتبريد دورق أو وعاء التفاعل . و تذكر هنا أن السوائل اللزجة تنقل الحرارة بصورة ضعيفة و بالتالي تتطلب تدبير وقائي خاص .

تتطلب العديد من التفاعلات بعض التحكم في درجة الحرارة ، لذلك ركب أجهزة و أدوات التجربة بطريقة تمكنك من التفاعل بكل من التبريد و التسخين ، أي: بطريقة تسهل عملية تسخين و تبريد التفاعل بسهولة عند الحاجة . فمثلا عند تسخين محتوى أنبوبة اختبار بواسطة موقد للهب ، فمن السهل زيادة التسخين و السماح لمحتويات الأنبوب أن تغلي بالكامل ، و لتجنب ذلك امسك أنبوبة الاختبار بواسطة ماسك الأنبوب و سخن الأنبوب بلطف على طول الأنبوب و ليس من طرف الأنبوب السفلي ، أو قم بتسخين محتويات الأنبوب في حمام مائي ساخن و لا تقم أبدا بتوجيه فوهة الأنبوب نحويك أو نحو أيٍّ من زملائك .

حمامات الرمل و الزيت

عندما تستخدم الرمل الساخن أو الزيت الساخن خذ الحذر بأن تتجنب الرذاذ المتطاير إذا ما وقع الماء أو أي سائل عضوي آخر في الرمل أو الزيت الساخن . تجنب التسخين الزائد للحمام الزيتي ، و راقب أدخنة الزيت المتصاعدة ، فالزيت المدخن يعني أنه ساخن جدا و يمكن أن ينفجر إلى لهب في أية لحظة . فإذا تصاعدت أدخنة الحمام الزيتي قم فورا بفصل مصدر الحرارة و استدع أستاذ المادة . فلا تترك الحمام الزيتي أو الرملي تحت العمل بدون أي انتباه أو أن تتركه يعمل لوحده ، إلا إذا كان الحمام مزودا بجهاز حساس لدرجات الحرارة العالية يقطع التسخين تلقائيا و مزودا بمؤشر يدل على ذلك (زيت ساخن- رمل ساخن) .

تأكد ايضا أن الأدوات الزجاجية المستخدمة في الحمام الرملي أو الزيتي خالية من التشققات و العيوب. لا تستخدم الحمام الرملي أو الزيتي إلا إذا كان مزودا بمقياس للحرارة أو بأي جهاز آخر يدل على درجة الحرارة. كما أن الحمام الزيتي يجب أن يكتب عليه اسم الزيت المستخدم و درجات الحرارة الآمنة للاستخدام . و خذ

جميع الاحتياطات اللازمة لاحتواء أي انسكاب للزيت الساخن أو الرمل الساخن و الناتج عن انكسار أو انقلاب الحمامات .

حمامات التبريد و مغلفات التبريد

عندما يكون المبرِّد ليس باردا بكفاية لأن يستخدم كحمام تبريد أو كمغلف للتبريد فإن الملح و الثلج يمكن استعمالهما لهذه الغاية . و لدرجات الحرارة المنخفضة فإن الثلج الجاف مع سائل عضوي يمكن أن يستعمل . و إذا تطلب الأمر درجات حرارة أكثر انخفاضا يمكن استعمال سوائل .

حمامات التبريد الثلج الجاف و مغلفات التبريد

اتبع الإرشادات التالية عند استخدام الثلج الجاف . فغالبا ما يقال و لكن بصورة خاطئة بان الثلج الجاف يمكن أن «يحرق» الجلد . و لكن الصحيح أن يقال : «ما لم يُتخذ الإجراءات الوقائية المناسبة فإن الثلج الجاف سوف يتلف الأصابع أو الأيدي من خلال تبريدها» . فمثلا لا تمسك أو تتعامل مع الثلج الجاف باليدين المجردتين ، فإذا كان جلدك رطبا و لو قليلا فإنه قد يتسبب بتجميد مُبرح . استخدم الملقط أو قطعة قماش سميكة أو البس قفازات من الجلد أو الكرايو عند التعامل مع الثلج الجاف . لا تضع مطلقا الثلج الجاف في فمك و البس النظارات الوقائية عند تقطيعك و تكسيرك للثلج . و الثلج الجاف قابل للتسامي ناتجا عن ذلك غاز ثنائي أكسيد الكربون و هو غاز خانق . تأكد من أنك محميا جدا بنظام تهوية مناسب عند تعاملك و استخدامك للثلج الجاف . لا تخفض رأسك انو تضع رأسك في صندوق الثلج الجاف . فإنه لا يتوفر أكسجين بكفاية و بالتالي يمكن أتن يتسبب عن ذلك الاختناق .

أحيانا يتطلب الأمر استخدام حوض التبريد الثلج الجاف – السائل العضوي و بالتالي يتطلب الأمر إلى إجراءات وقائية إضافية . فمثلا و لكي يتم استخدامها بأمن و سلامة مع الثلج الجاف فإن السائل العضوي النموذجي يجب أن يحقق الخصائص الخمسة التالية :

١ – غازاته غير سامة .
٢ – لزوجته قليلة .
٣ – غير قابل للاشتعال .
٤ – قليل التطاير و التبخر .
٥ – درجة تجمده مناسبة .

كما أن الاختبار النهائي للسائل سوف يعتمد ايضا على متطلبات درجات الحرارة ، فلا يوجد سائل يحقق جميع الشروط السابقة . و فيما يلي أمثلة على سوائل يجب أن لا تستخدم (الأرقام ما بين القوسين تدل على رقم الشروط السابقة التي تتوافق معه) :

- إيثيل أيثير (٣ و ٤)
- أسيتون (٣ و ٤)
- بيوتانون (٣ و ٤)

و بالطبع هناك سوائل أخرى إلى حد ما قابلة للاشتعال و متطايرة (٣ و ٤) لا يمكن استعمالها كسوائل في أحواض التبريد ، و لكن السوائل التالية يمكن أن تكون مناسبة للاستخدام .

- ٦٠ ٪ جلايكول الإيثيلين ، ٤٠ ٪ ماء (٢)

• ٦٠ ٪ جلايكول البروبيلين ، ٤٠ ٪ ماء (٢)
• كحول أيسوبروبيلي (٣)
• إيثانول (١ و ٣)
بعد اختبار السائل أضف إليه بعض القطع الصغيرة من الثلج الجاف بالتدريج أو أضف السائل و بكميات قليلة و على دفعات إلى الثلج الجاف ، و في كلا الحالتين أو الطريقتين انتظر لحدوث الرغوة للتوقف قبل الشروع بالإضافة التالية .

أحواض تبريد السوائل المجمدة و مغلفات التبريد

تدرب أن تكون حذرا عند استخدام السوائل المجمدة كمواد للتبريد . اتبع التعليمات و الإرشادات الموجودة في بطاقات MSDS حول السائل المجمد الذي تنوي استخدامه . احذر من كل مادة مبردة ذات درجة حرارة منخفضة مثل سائل النيتروجين حيث تعمل على تكثيف أكسجين الهواء الجوي على الفور و يمكن أن يسبب انفجارا لو اتصل مع أية مادة قابلة للاشتعال . و فيما يلي بعض احتياطات الأمن و السلامة اللازم الأخذ بها :
• استخدم القفازات و قناع الوجه ، اغمس الجسم المراد تجميده في السائل المجمد ببطء لتجنب أي غليان مفاجئ أو انسكاب للسائل المجمد .
• استخدم حاويات جيدة التهوية عند نقل السوائل .
• دوارق ديوار الزجاجية يجب أن تكون مصنوعة من زجاج البوروسيليكات و محمية من خلال احتوائها بقطعة قماش تغلفها بالكامل أو موضوعة في غلاف معدني و ذلك لاحتواء أي قطع تتناثر عند حدوث انفجار أو انكسار .
• إن حافة دورق ديوار قابلة للكسر لذلك تجنب أن تصب سائل التبريد على حافة دورق ديوار عند ملئه و ذلك لاحتمالية كسرة و تناثره . و لنفس السبب لا تصب السائل المجمد خارج دورق ديوار . استخدم محقان لتلك العملية ، و ايضا يفضل استخدام دورق ديوار معدني أو بلاستيكي لتجنب مشكلة الانكسار .
• لا تستخدم الثيرموس المنزلي أو أي وعاء معزول بدلا من دورق ديوار . إن الثيرموس و أية أوعية حفظ أخرى معزولة مصممة لحفظ السوائل المستهلكة الباردة العادية و هي ليست مصممة بدرجة كافية لأن تستعمل في المختبرات .

العمل مع الضغط المخفض

احم نفسك من المجففات المخلخلة من خلال تغليفها بقطعة قماش تغلفها بالكامل أو احتوائها بصندوق متين أو قوي أو في وعاء واق معتمد لضمان عدم تطاير الزجاج المتناثر عند انكسارها . احفظ أو خزِّن فقط السوائل المراد إزالة الماء منها أو التي يراد حمايتها من الرطوبة . قبل أن تفتح المجفف المخلخل تأكد من أن الضغط الجوي قد تم معادلته ، و أحيانا قد يلاحظ بأن غطاء المجفف قد يكون مجمدا في مكانه بعد معادلة الضغط الجوي . حاول أن تستخدم سكين أو مشرط كإسفين و قم بالطرق على طرف السكين أو المشرط طرقا خفيفا بواسطة مطرقة خشبية لتحرير الغطاء .
أحط أو طوق الأدوات التي تعمل تحت الضغط بغطاء واق . فلو كنت تستخدم مضخات تفريغ الهواء ، ضع مغلف التبريد ما بين الزجاجيات و بين مضخة التفريغ ، بحيث المواد المتطايرة من التفاعل أو من عملية التقطير لا تذهب إلى المضخة الزيتية أو إلى الخارج حيث الهواء الجوي في المختبر .

و كلما أمكن ذلك اجعل مخارج التهوية الخاصة بالمضخات باتجاه خزانة طرد الغازات في المختبر ، كما أن مضخات تفريغ الهواء المزودة بسير ناقل للحركة يجب أن تزود بجهاز واق من السير و أخطاره .
تستخدم مضخة الترشيح المائية ذات الضغط المنخفض لغايات الترشيح و لبعض التجهيزات الدوارة .
استخدم الزجاجيات المصنوعة أو المهيأة للعمل عل الضغط المنخفض ، فمثلا استخدم دورق ترشيح ذو جدار سميك مصمم لهذا الغاية ، و لا تقم أبدا باستخدام دوارق أخرى غير مهيأة لهذه الغاية . عندما تستخدم مضخة الترشيح المائية لتقليل الضغط استخدم وعاء حاجز و تأكد من أن التوصيلات ما بين مضخة الترشيح و الأجهزة و الأدوات المرتبطة بها بحيث لا يسمح للماء أن يرجع إلى النظام في حالة انخفاض ضغط الماء بطريقة غير متوقعة أثناء الترشيح .
إن التسخين الزائد و الغليان المضطرد (الغليان المفاجئ) يحدث عادة عندما يستخدم الضغط المنخفض أثناء التقطير . لذلك من الضروري التأكد من أن الأجهزة المركبة و الحرارة المستخدمة موزعة بانتظام ما أمكن ذلك، و استخدم المانتل إذا توفر ما أمكن ذلك ايضا . انظر قسم التقطير في الصفحة (٧) . قم بتفريغ النظام بانتظام لتقليل احتمالية الغليان .
إن التحريك المستمر أو استخدام أنبوب ضخ النيتروجين أو أي غاز خامل آخر (لا تستعمل الهواء) يمكن أن يوفر تبخير جيد يساعد على الحد من الغليان أو التسخين الزائد و تفكك المادة . استخدم الواجهة الواقية لتحيط بالنظام بالكامل للوقاية من حدوث أي انفجار لا سمح الله .
بعد الانتهاء من عملية التقطير بالضغط المنخفض ، اسمح للنظام أن يبرد قبل ضخ الهواء فيه ، فالأكسجين الموجود في الهواء الداخل إلى النظام الذي لا يزال ساخنا قد يتسبب في كسر النظام . و بالطبع يفضل استخدام النيتروجين أو أي غاز خامل أثناء عملية التقطير و ايضا لتبريد النظام .

٤ – أدوات السلامة و إجراءات الطوارئ

معلومات عامة

إن مختبرات الكيمياء مزودة بنافورة لغسيل العينين واحدة أو أكثر و ايضا بدش السلامة . فأي شخص يستخدم تلك المختبرات يجب أن يكون مطّلعا على أماكن وجودها في المختبر و كيفية استخدامها . كما أن المختبرات المجهزة جيدا تحتوي ايضا على طفايات الحريق ، فلا تقم أبدا باستخدام طفايات الحريق ما لم تكن مدربا جيدا على استخدامها من قبل رجل إطفاء معتمد .

فمختبرك مزودا بخطة للإخلاء يجب اتباعها من قبل الجميع عند الضرورة ، فتأكد من أنك تعرف طرق الإخلاء الرئيسية و الفرعية و كذلك الإجراءات للتجمع خارج المبنى، و عدّ أو إحصاء كل شخص كان موجودا في المختبر.

في حالة الطوارئ و كلما أمكن ذلك ، اتبع إجراءات السلامة الموضوعة و التي تدربت عليها ، فأول و أهم خطوة في أية إجراءات سلامة في حالات الطوارئ هي :

قبل أن تساعد أي شخص آخر ، قيِّم الخطر المحيط بك، فلو كنت تريد المساعدة و أنت مصاب ، فإنك لا تستطيع أن تقدم المساعدة لأي شخص آخر.

و عند حدوث أي طارئ ، فإن الإجراءات التالية موصى بها :

- اعلم أستاذك بطبيعة و مكان حالة الطوارئ ، و إذا كان ضروريا اعلم وحدة الإسعاف أو المطافئ المناسبة. إبدأ باسمك و موقعك و رقم الهاتف الذي تستخدمه . و أخبر أين تريد أن تلاقي سيارة الطوارئ فإذا كان هناك مصابين حدد عددهم و ما إذا كانوا فاقدين للوعي ، محروقين ، أو محتجزين داخل المنشاة و ايضا ما إذا حدث هناك انفجار و ما إذا حصل حريق كيميائي أو كهربائي لا سمح الله.
- أعلم الآخرين في المنطقة حول طبيعة حالة الطوارئ .
- لا تقم أبدا بتحريك أو إزاحة الأشخاص المصابين ما لم يكن هناك خطر محدق بهم نتيجة لتعرضهم لمواد كيميائية أو حريق . أبق أجسامهم دافئة . فالتحريك اللاضروري لهم قد يُفاقم من إصابات الرقبة المعقـدة و الكسور ايضا .
- قابل طاقم الإسعاف أو المطافئ في المكان الذي حددته لهم أو أرسل شخصا آخر إذا لم تستطع الذهاب.
- لا تقم بإجراء أي محادثات هاتفية أخرى ما لم تكن مرتبطة مباشرة بالتحكم في حالة الطوارئ .

الحرائق

منع الحريق

إن أفضل طريقة لمقاومة الحريق هي المنع من حدوثه . يمكنك أن تمنع حدوث الحرائق و التقليل من خطورتها من خلال الترتيب و التنظيم المنسب و التفكير العقلاني لما سوف تقوم به ، و هذا يشمل :

- توفير مخارج و ممرات غير معيقة .
- تخزين كميات قليلة و محددة من المواد القابلة للاشتعال .
- التخلص المناسب و الأمثل من مخلفات المواد الكيميائية .
- فصل السوائل القابلة للاشتعال عن المواد القابلة للحرق مثل الصناديق الورقية و المناديل .

تنحى جانبا و ألق نظرة ، و اسأل نفسك :

- هل هناك أي أسلاك محترقة ؟
- هل المحرك المقلب الذي يصدر منه الشرار يستخدم لتحريك السائل القابل للاشتعال ؟
- هل تلك الزجاجيات قريبة جدا من حافة طاولة العمل ؟
- هل منطقة العمل مكتظة ؟
- هل أنا مدركا تمام لكل خطر محدق بي لما أنوي القيام به ؟
- هل أنا مهيئا مسبقا لاتخاذ أية إجراءات وقائية ؟

التعامل مع الحريق

عند حدوث الحريق فإن الإجراءات التالية موصى بها :

• الحريق الذي ينشب في وعاء صغير يمكن احتواءه ، فمثلا استخدم زجاجة ساعة لاحتواء حريق شب في كأس زجاجي من خلال تغطية فتحة الكأس الزجاجي . لا تحمل أبدا الوعاء الذي شب فيه الحريق ، و لا تقم بتغطيته بقطعة قماش أو منديل جافة . و استخدم قطع القماش أو المناديل الرطبة أو المبللة . أزل المواد القابلة للاشتعال لتجنب انتشار الحريق .

• شغل إنذار الحريق و أبلغ أستاذك و العمال المساعدين .

• إذا انتشر الحريق على مساحة واسعة بحيث يصعب احتوائه بسرعة و سهولة ، يجب على كل شخص أن يخلي المنطقة ما عدا أولئك الذين تدربوا و هُيئوا لمكافحة الحرائق .

• استخدم السلالم لإخلاء المبنى و لا تستخدم المصاعد . اتبع إجراءات الإخلاء المنصوص عليها و التي قمت بالتدرب عليها مسبقا .

• من السهل الاستخفاف بالحريق ، فلا تحاول أبدا أن تستعمل طفاية الحريق إلا إذا كنت قد تدربت على استخدامها و أن تعرف أنها مناسبة لإطفاء الحريق . فإذا كنت قد تدربت على استخدام طفاية الحريق فاعمل أن يكون مكانك ما بين الحريق و مخرج الهروب (باب الطوارئ مثلا) و ابدأ في مقاومة الحريق من ذلك المكان، و لكن تأكد جيدا من أنك تستطيع الهروب عند الحاجة . إن الحرائق الصغيرة و التي اشتعلت بلحظتها يمكن مقاومتها و لكن ليس دائما ، فإذا لم يتم مقاومتها و إطفاءها فإنه سرعان ما تمثل تلك الحرائق خطرا عليك و على العاملين في المختبر .

الجروح الشخصية الناتجة عن الحرائق

عندما تحترق ملابس شخص ما فإنه يتوجب عليك أن تقوده إلى دش السلامة ، فهناك بعض الأشخاص و بعفوية يركضون بعشوائية إذا احترقت ملابسهم و هذا يؤجج من الحرائق و يزيد من جروحهم . فإذا أمكن أوقف الأشخاص من الركض .

فإذا لم يتوافر دش السلامة ، صب على الشخص المحترق الماء ، و امسكه و أوقعه على الأرض و اجعله يتدحرج حتى ينطفئ الحريق ، و من ثم حاول أن تطفئ أية حرائق صغيرة ما زالت مشتعلة بالصفق عليها . قاوم و أطفئ الحرائق التي حول الرأس و الأكتاف و مرورا للأسفل نحو القدمين . و من ثم غط الضحية بغطاء كبير أو بطانية ، أو أي شيء متوفر على أن تترك الرأس غير مغطى تماما . لا تستخدم بطانية الحريق حتى تتأكد تماما من أن الحريق قد تم السيطرة عليه[٨] . و أثناء لبسك للقفازات الواقية إذا تطلب الأمر أزل أية ملابس قد تلوثت بالمواد الكيميائية ، و لتجنب تلوث

٨ إذا كانت الضحية واقفة ، فإن لفها ببطانية الحريق أو غيرها سوف يدفع بالحريق نحو الوجه و الرقبة، و إذا ما تم لفها بشدة حول الضحية فإن ذلك سوف يؤدي بالضغط بشدة بحبيبات ما كان يعرف سابقا بألياف النسيج البوليميري على الجلد المحروق و بالتالي زيادة في معاناة الضحية.

العينين استخدم مقص لإزالة القمصان و البلوزات . غط المناطق المحترقة بملابس نظيفة مبللة و باردة ، و غط الضحية لتجنب أي صدمة أو انكشاف للجسم المصاب و اعمل على الاتصال بوحدة الإسعاف فورا .

المواد الكيميائية على الجلد و الملابس و العينين

في حالة الكميات القليلة من السوائل المسكوبة على الجلد ، قم فورا بغسل المنطقة المصابة بالماء لـ١٥ دقيقة على الأقل . و من ثم قم بإزالة أيّ مجوهرات أو حلي للتأكد من زوال أي بقايا للسائل احتجزت تحتها ، فإذا لم يلاحظ أية إصابات أو جروح أو حروق ، اغسل المنطقة المصابة بالماء الدافئ و الصابون ، و راجع بطاقات MSDS لبيان ما إذا كانت لتلك المادة مضاعفات مستقبلية متوقعة . و يفضل الحصول على العلاج الطبي لأي حروق مهما كانت صغيرة . و هنا يجب الملاحظة و كما أشير سابقا بأن لحمض الهيدروفلوريك معالجات خاصة يجب الأخذ بها .
أما المواد الصلبة التي دُلقت على الجلد يمكن تنظيفها و إزالتها بدون أية مضاعفات ملحوظة. و بالطبع يجب وضع المادة الصلبة التي تم إزالتها في حاوية الفضلات الخطرة . إذا التصقت المادة الصلبة على جلدك استدع أستاذ المادة فورا .
الكميات الكبيرة من السوائل المدلوقة أو المسكوبة على الجلد أو الملابس ممكن أن تسبب عواقب وخيمة . لا تضيع وقتك في إزالة و تنظيف المادة المسكوبة ، أذهب فورا إلى دش السلامة ، و قف تحت الدش و أثناء هطول الماء انزع جميع الملابس الملوثة و الأحذية و المجوهرات ، و لا تضيع وقتك بالخجل و الاحتشام ، و حاول أن تتجنب انتشار المواد الكيميائية على وجهك و خصوصا العينين . لا تلوث عينيك أثناء نزع السترة أو القميص الصوفي ، فيجب أن يكون هناك شخص آخر يقوم بنزع الملابس عنك بالمقص في غرفة منعزلة ، بينما تكون أنت تحت الدش . اغمر المنطقة المصابة بالماء لمدى ١٥ دقيقة ، و كرر ذلك إذا عاود الألم . لا تستخدم الكريمات و المراهم و اللوشنات و احصل على المساعدة الطبية حالا . و قم بغسل الملابس الملوثة بصورة منفصلة عن الملابس الأخرى كما هو موصى به في بطاقات MSDS .
لا تقم أبدا بالتعامل مع المواد الكيميائية في مختبر ما إلا إذا كان مزودا بدش للسلامة تم فحصه خلال فترة ستة أسابيع ماضية ، يجب أن يكون هناك سجل لصيانة دش السلامة مثبت بالقرب منه ، موضحا فيه تاريخ تجريب الدش و اسم المجرب . بالنسبة للرذاذ المتطاير في العينين قم فورا بغسل العين المصابة بكمية مناسبة من الماء من مصدر قريب لعلى الأقل ١٥ دقيقة .
استخدم إبهامك و أصبع السبابة لرفع الجفن عن مقلة العين ، و اعمل على تحريك عينيك باستمرار لأعلى و أسفل و لليمين و اليسار ، و ذلك لغسل أية مواد عالقة خلف الجفنين و خلف مقلة العين نفسها . يجب استخدام نافورة غسل العينين و لكن إن لم توجد النافورة فإن الشخص المصاب يستلقي على ظهره و بلطف يُصب الماء على جوانب العينين ١٥ دقيقة على الأقل. و بعد كل عملية إسعاف أولية للعينين قم بزيارة أحد الأطباء الموجودين في الكلية أو بطبيب عيون مختص لدراسة و بيان حالة و مدى تضرر العينين من المادة الكيميائية .
لا تقم أبدا بالتعامل مع المواد الكيميائية في مختبر ما إلا إذا كان مزودا بنافورة لغسيل العينين تم فحصه خلال فترة ستة أسابيع ماضية ، يجب أن يكون هناك سجل لصيانة نافورة غسيل العينين مثبت بالقرب منه ، موضحا فيه تاريخ تجريب الدش و اسم المجرب .

حوادث شخصية أخرى

أي شخص تعرض بكميات كبيرة للدخان و الأبخرة يجب أن ينقل للهواء النقي و العمل على علاجه من الصدمة . تذكر أن تُقيِّم و توضح الأخطار المحتملة للمنقذ قبل دخوله أو بقائه في بيئة سامة .

فلو تم بلع مواد كيميائية خطرة ، اتبع تعليمات الإسعافات الأولية المذكورة في بطاقة MSDS . لا تعط أي شيء بالفم للشخص الفاقد الوعي . حاول أن تعرف طبيعة المادة التي تم بلعها و ابلغ ذلك الطبيب المعالج (أحيانا أثناء نقل الضحية إلى المستشفى) . ارجع على بطاقة MSDS لمعرفة المزيد حول العلاج . إذا كان الشخص المصاب لا يتنفس قم بإجراء التنفس الصناعي له ، فإذا كان لا نبض له قم بإجراء الصدمة القلبية له CPR .

إذا كان الشخص المصاب ينزف بشدة ، تحكم بمعدل النزيف من خلال الضغط على الجرح بقطعة قماش أو أي شيء متوفر ، فإذا أمكن ارفع العضو المصاب إلى مستوى أعلى من مستوى القلب ، فإذا كان الدم متدفق ضع ضمادة مباشرة على الجرح و اضغط جيدا عليه ، و حاول في جميع الأمور السابقة أن تتجنب ملامسة الدم إن أمكن . غط الشخص المصاب لتجنب الصدمة الحرارة و وفر له العناية الطبية اللازمة حالا . و في حالة الجروح الأقل حدة غط الشخص المصاب لتجنب الصدمة ايضا (ما عدا في حالة الجروح الطفيفة) و وفر له العناية الطبية اللازمة .

يجب أن يُضغط على الضمادة الموضوعة على الجرح بقوة لضمان انقطاع النزيف . فقط الأشخاص المؤهلين و المدربين على الإسعافات الأولية هم المخولين لاستخدام و سائل قطع النزيف .

لا تلمس أبدا الشخص المتصل مباشرة مع الدائرة الكهربائية العاملة ، فافصل التيار الكهربائي أولا و إلا سوف تصاب بخطر فادح .

تنظيف المسكوب من المادة الكيميائية

قم بتنظيف المواد المسكوبة فورا و بطريقة شاملة و دقيقة ، و استدع أستاذ المادة للمزيد من المعلومات ، و حذر كل الأفراد الذين من حولك و المعرضين لخطر المادة لتجنيبهم خطر المادة و الحد من انتشار رقعتها . و في العادة يتم التركيز هنا على سمومية المادة و ليس كمية المادة المسكوبة .

فإذا دلقت أو سكبت مادة قابلة للاشتعال ، حذر الآخرين لمقاومة كامل اللهب و إيقاف تشغيل جميع الأجهزة التي قد تتطاير منها الشرار و اترك منطقة العمل فورا . يجب التعامل مع المواد السامة و القابلة للاشتعال في خزانة طرد الغازات فإذا حدث هناك أي سكب للمادة أغلق باب الخزانة فورا و استدع أستاذ المادة .

قم فورا بتنظيف و احتواء جميع المواد المسكوبة على الطاولات و الأرض ، فكلما كانت منطقة التلوث صغيرة ، كلما كان الضرر أقل و أسهل للتنظيف . اتبع تعليمات أستاذ المادة في هذا الخصوص .

يمكن للعديد من المواد السائلة المسكوبة على الأرض أو الطاولات و التي حجمها أقل من ٢٠٠ مل أن يتم تنظيفها و امتصاصها بمناديل أو رمل أو أي مادة ماصة . و بالطبع أي مادة أو أداة استخدمتها لعملية التنظيف أصبحت ملوثة و بالتالي يجب التعامل معها و كأنها مادة خطرة و يجب التخلص منها و التعامل معها على هذا الأساس. و تأكد جيدا من أن المواد السائلة القابلة للاشتعال الممتصة خلال عملة التنظيف لا تمثل أية خطورة للاحتراق . أغلب المواد الصلبة يمكن كنسها و تجميعها و إلقاؤها في حاوية المخلفات الصلبة المناسبة ، و لكن تدرب جيدا على ذلك لتجنب التفاعلات الخطرة مع المواد الكيميائية الأخرى الموجودة مسبقا في الحاوية . لا تترك الأدوات و المواد التي استخدمتها في عملية التنظيف في وعاء أو حاوية مفتوحة . اتبع و بدقة تعليمات أستاذ المادة .

أحجز أو طوِّق الكميات الكبيرة المسكوبة على الأرض من المواد السائلة بمادة ماصة لها . و يمكن استخدام مواد تجارية أو حتى مصنوعة منزليا لهذه الغاية . و لو أمكن الأمر استخدم مواد ماصة تعمل على تعادل السوائل (الجير الصوديومي أو كربونات الصوديوم في حالة الحموض و محلول ثيوكبريتات الصوديوم للبروم ...الخ) . يمكن استخدام مواد ماصة تجارية (مثل: أوييل دري و زورب أول) ، الفيرميكولايت أو ورق مناديل خاص أو أية مادة صلصالية ماصة مناسبة .

استخدم لقاطة الكناسة (المجرود) و الفرشاة و البس القفازات المناسبة لتنظيف البقع الجافة و السوائل الممتصة التي تم امتصاصها من قبل مادة ممتصة . و البس قفاز من الجلد أو من أي مادة أخرى واقية عند تنظيف الزجاج المكسور ، و بعد ذلك و أثناء لبس القفازات الواقية نظف المنطقة الملوثـة بالمـاء و الصابون و جففـها جيدا . و أثناء عملية التنظيف ضع علامة تحذيرية (الأرضية مبلولة و زلقة) أو رش بعض المواد الماصة على البقـع . و لاحظ أن الفيرميكولايت و مناديل التنظيف و أية مادة أخرى ممكن أن تسبب خطر الانزلاق إذا بقيت على الأرضية المبللة .

ملحق ١ : الإنترنيت كمصدر لمعلومات السلامة

يوفر الإنترنيت مصدرا وافرا لمعلومات السلامة .و للأسف العديد منها يحتوي على خليط من المعلومات الصحيحة و الخاطئة . فالبعض منها صراحة لا يمكن الوثوق بها لدرجة أنها تستخف بالسلامة المتعلقة بالمواد الكيميائية و البيئة .

مواقع الإنترنيت الموصي بها

يمكن الوصول إلى صفحة الإنترنت الخاصة بقسم السلامة و الصحة الكيميائية CHAS التابع للجمعية الكيميائية الأمريكية من خلال موقع الجمعية chemistry.org (اضغط على Tech Divisions ، ثم على Division Home page) .الموقع الأخير سوف يقودك إلى مواقع أخرى تم تقييمها و وجدت بأنها موثوقة من قبل أعضاء CHAS الذين قاموا بمراجعتها و وجدوا بأن معلومات السلامة الكيميائية فيها مُعتمدٌ عليها عموما. هذا الموقع يقود إلى الوكالات (المكاتب) الفيدرالية التي تنشر القوانين المتعلقة بالسلامة، و تقود ايضا إلي المؤسسات ، الشركات ، و الجمعيات الأخرى التي لها اهتمامات في السلامة الكيميائية.

اضغط على الرابط OSHA أو إذهب مباشرة إلى www.osha.gov لمعرفة ما يجري في OSHA ، بما في ذلك الاحصائيات ، وصف عن الوكالة ، غرفة الأخبار الخاصه بها (الخطابات ، الأخبار الجديدة ، التصريحات، الاصدارات) و قوانين و أنظمة OSHA. من الأمور المثير للاهتمام المعايير -CFR ٢٩ (تشير بأنها نشرت في المجلد ٢٩ من Code of Federal Regulations). و القسم"١٤٥٠-١٩١٠-التعرض المهني لأخطار المواد الكيميائية في المختبرات" و المعروف على وجه شائع باسم " المعايير المخبري" له أهمية خاصة.للحصول على هذه المعلومات أكتب"١٤٥٠ , ١٩١٠" في مربع البحث.

مواقع مفيدة أخرى

- المركز الكندي للصحة و السلامة المهنية www.ccohs.ca
- وكالة حماية البيئة الأمريكية ، www.epa.gov
- المعهد الوطني للصحة و السلامة المهنية www.cdc.gov/niosh/homepage.html
- المكتبة الوطنية للطب www.nlm.nih.gov

بالطبع توجد هناك مواقع أخرى موثوقة، على سبيل المثال تلك الخاصة ببعض الجامعات و الكليات و أخرى تحت إشراف الإتحادات و الجمعيات العامة النشطة، و على كل حال ، لا يمكن حصرها جميعا هنا و فرزها عن تلك غير الموثوقة. قد يلزم أن تعتمد على التوصيات الشخصية للمصادر الأخرى.

ملحق ٢ : المواد الكيميائية غير المتوافقة

استخدم الجدول التالي للإسترشاد فقط. المواد غير المتوافقة الخاصة موجودة في بطاقات MSDS. إرجع إلى كتاب (مرجع بريثريك لأخطار المواد الكيميائية النشطة ، تأليف أوربين بي، جي ، الطبعة السادسة ، بوتروورث- هينمان- لندن ٢٠٠٠ ، الكتاب و القرص المدمج) للحصول على القائمة الكاملة و ايضا من خلال مناقشة المواد الكيميائية غير المتوافقة.

المادة الكيميائية	غير متوافقة مع
الأزيدات	الحموض.
أسيتيلين	الكلور، البروم، النحاس، الفلور، الفضة، الزئبق.
أسيتون	حمض النيتريك ، حمض الكبريتيك ، أية عوامل مؤكيدة أخرى.
الأكسجين	الزيوت، الشحوم، الهيدروجين، و أية عوامل مختزلة أخرى ، بما في ذلك السوائل القابلة للاشتعال، المواد الصلبة القابلة للاشتعال و الغازات القابلة للاشتعال.
أكسيد الكالسيوم	الماء.
أمونيا (نقي ، لا مائي)	الزئبق (مثال: الموجود في المانومتر) ، الكلور ، هيبوكلوريت الكالسيوم ، اليود ، البروم ، حمض الهيدروفلوريك.
أنيلين	حمض النيتريك، فوق أكسيد الهيدروجين.
برمنغنات البوتاسيوم	الجليسرين، جلايكول الإيثيلين، بنزالدهيد، أية عومل مختزلة أخرى ، حمض الكبريتيك.
البروم	انظر الكلور.
البوتاسيوم	رباعي كلوريد الكربون، ثناني أكسيد الكربون، الماء.
ثلاثي أكسيد الكروم (حمض الكروميك)	حمض الخليك ، النفثالين ،كافور ، جليسرين ، الكحولات ، السوائل القابلة للاشتعال.
ثناني أكسيد الكلور	أمونيا، الميثان، الفوسفين، كبريتيد الهيدروجين.
حمض الخليك	العوامل المؤكسدة ، مثل حمض الكروميك، حمض النيتريك، مركبات الهيدروكسيل، جلايكول الإيثيلين، حمض البيركلوريك، فوق الأكاسيد، البرمنغناتات.
حمض الأكساليك	الفضة، الكلوريتات ، اليوريا.

المادة الكيميائية	غير متوافقة مع
حمض البيركلوريك	العوامل المختزلة مثل أسيتيك إنهيدرايد ، البزموث و سبائكه ، الكحولات، الورق ، الخشب، الشحوم، الزيوت.
حمض الكبريتيك	برمنجنات ، الماء ، المحاليل المائية ، العوامل المختزلة ، الكلورات ، فوق الكلورات ، حمض النيتريك.
حمض النيتريك	حمض الخليك ، الأنيلين، حمض الكبريتيك ، حمض الكروميك، حمض الهيدروسيانيك، كبريتيد الهيدروجين، السوائل القابلة للاشتعال/ للاحتراق، الغازات القابلة للاشتعال/ للاحتراق، النحاس، البراس، الفلزات الثقيلة ، القلويات.
حمض الهيدروسيانيك (لا مائي)	القلويات.
حمض الهيدروفلوريك	برمنغنات البوتاسيوم ، حمض الكبريتيك.
الزئبق	أسيتيلين، حمض الفولمينيك ، أمونيا.
السوائل القابلة للاشتعال	نيترات الأمونيوم، حمض الكروميك، فوق أكسيد الهيدروجين، حمض النيتريك، فوق أكسيد الصوديوم، الهالوجينات.
السيانيد	الحموض.
الصوديوم	رباعي كلوريد الكربون، ثناني أكسيد الكربون، الماء.
الفلزات القلوية و القلوية الترابية	الماء، رباعي كلوريد الكربون، أية مركبات هيدروكربونية مُكلورة ، ثاني أكسيد الكربون، الهالوجينات.
الفوسفور الأبيض	الهواء ، الأكسجين ، القلويات ، الهالوجينات ، أكاسيد الهالوجينات ، العوامل المؤكسدة.
فوق أكسيد الصوديوم	ميثانول، إيثانول، حمض الخليك الثلجي، أسيتيك إنهيدرايد، بنزالدهيد، ثنائي كبريتيد الكربون، جليسرين، جلايكول الإيثيلين، خلات الإيثيل، خلات الميثيل ، فورفورال.
فوق الكلورات	انظر الكلورات.
الكبريتيدات	الحموض.
كبريتيد الهيدروجين	أكاسية الفلزات ، مسحوق النحاس ، الغازات المؤكسدة.
الكربون (نشط)	هيبوكلوريت الكالسيوم، العوامل المؤكسدة الأخري.

المادة الكيميائية	غير متوافقة مع
الكلور	أمونيا، أسيتيلين، بيوتادين، بيوتان، ميثان، بروبان (أو أية غازات بترولية أخرى)، هيدروجين، كربيد الصوديوم، بنزين، مسحوق الفلزات ، تربنتين.
الكلورات	أملاح الأمونيوم، الحموض، مسحوق الفلزات، الكبريت، المواد العضوية المسحوقة جيدا، المواد القابلة للاشتعال المسحوقة جيدا.
المواد الزرنيخية	العوامل المختزلة
النيتراتات	مساحيق الفلزات ، مساحيق اللافلزات ، كبريتيدات الفلزات ، السوائل القابلة للاشتعال / للإحتراق .
نيترات الأمونيوم	الحموض، بودرة (مساحيق) الفلزات ، السوائل القابلة للاشتعال، الكلورات، النيتريت، الكبريت، المواد العضوية المسحوقة جيدا، المواد القابلة للاشتعال المسحوقة جيدا.
النتريتات	أملاح الأمونيوم ، الأميدات ، الفوسفيدات ، العوامل المختزلة.
النحاس	الأسيتيلين ، فوق أكسيد الهيدروجين
النيتروبارافينات	الحموض ، القواعد ، الأمينات ، الهاليدات .
الهيبوكلوريتات	الحموض ، الكربون النشط ، أمونيا .
الهيدروكربونات (مثال: بيوتان ، بروبان ، بنزين)	الفلور ، الكلور ، البروم ، حمض الكروميك ، فوق أكسيد الصوديوم ، العوامل المؤكسدة الأخرى.
اليود	أسيتيلين ، أمونيا (مائي أو لا مائي) ، هيدروجين.

الفهرس

أجهزة الطرد المركزي، ٢٩
أجهزة كهربائية، ٢٩ ، ٣٨
أحذية، ٤ ، ٦ ، ١٨ ، ٣٧
أخطار المواد الكيميائية، ١١-٢٦
إخلاء، ٣٥ ، ٣٦
إدارة الصحة و السلامة المهنية، ١٣-١٦ ، ٤٠
أدوات السلامة، ١ ، ٣ ، ١٤ ، ١٨ ، ٣٥
استخلاص ٩
استنشاق، ١١-١٤ ، ١٧
إسعافات أولية، ١٤-١٧ ، ٢٣ ، ٢٥ ، ٣٧ ، ٣٨
أشعة فوق بنفسجية، ٣٠-٣١
أشمغة، ٤
أطعمة و مشروبات في المختبر، ٦ ، ٩
امتصاص المواد الكيميائية السامة، ١١-١٣
إنترنيت، ٤٠
انتهاكات قواعد الأمن و السلامة، ٦
أنظمة التقطير، ٧ ، ٢٨ ، ٣٤
بخار، ٧-٩ ، ١٣ ، ١٥-١٦ ، ٢١ ، ٢٥ ، ٢٧-٢٨ ، ٣٠-٣١
بروتوكول، ٥
بطاقة معلومات السلامة للمادة الكيميائية ،١١ ، ١٣-١٤ ، ١٧ ، ٢١-٢٣ ، ٣٣ ، ٣٧-٣٨ ، ٤١
تأثير مضاد ، ١٢
تأثيرات صحية، ١٢
تبغ، ٦
تحكم في درجة الحرارة، ٣١
تخلص، ١ ، ٩-١٠ ، ١٦ ،
تدخين، ١١
تدوين ، ٦ ، ٢٩
ترتيب، ٦ ، ٣٥
تركيز قاتل، ١١ ، ١٢ ، ١٥
تلفون ، هاتف ، ٥ ، ١٧ ، ٣٥
تنفس صناعي، ٣٨
ثلاجة، ٩
جدول المواد الكيميائية، ١٧-٢١
حدود الاشتعال، ١٥
حدود التعرض المسموحة، ١٣-١٦ ، ٢١ ، ٢٣
حدود التعرض قصيرة الأمد، ١٦
حدود السقف، ١٤
حرائق، ٨ ، ١٠ ، ٢٦ ، ٣٥-٣٦
حقن، ١١ ، ٢١
حمام رملي، ٣١-٣٢
حمام زيت، ٣١
حماية العينين، ٣-٥
حماية شخصية ، ٣-٤ ، ١٠ ، ١٤
حموض ، ٢٣-٢٤
حوض تبريد، ٣١-٣٣
خزانة طرد الغازات،٧ ، ٩ ، ١٤ ، ١٧ ، ١٩ ، ٢٤-٢٥ ، ٢٨-٢٩ ، ٣٤ ، ٣٨
خطوات الطوارىء، ١٠ ، ٣٥-٣٦
خمار، ٤
درجة الاشتعال التلقائي، ١٥ ، ٢٧
درجة الوميض، ١٥
دُش السلامة، ١ ، ٣ ، ٣٥-٣٧
رقم CAS التسجيلي، ١٤
زجاج مكسور،٦ ، ١٠ ، ١١ ، ٢٧
زجاجية، ٦-٧ ، ٢٧-٢٩ ، ٣١
زوار، ٥
سام،١١ ، ١٣ ، ١٩-٢٥ ، ٢٨-٢٩ ، ٣٢ ، ٣٧-٣٨
سخان، ٨ ، ١٠ ، ٢٧
سلوكيات، ٥
سمومية، ١١ ، ١٤ ، ٢٣ ، ٣٨
سواك، ٦
شعر، ٦ ، ٧
صدمة قلبية، ٣٨
صدمة، ٢٩ ، ٣٦-٣٨
ضغط منخفض، ١٥ ، ٢٨ ، ٣٤
ضغط،٤ ، ٧-٩ ، ١٣ ، ١٥-١٦ ، ٢٨ ، ٣٣-٣٤
طفايات الحريق ، ٣٥ ، ٣٦
عدسات لاصقة، ٣ ، ٦ ، ١٨
عدم متابعة عمل الأجهزة، ١٠
علكة، ٦
غتر، ٤
غسل اليد ، ٦ ، ١٣ ، ١٩
غسل معطف المختبر، ٦
فتاتات الغليان، ٨ ، ٢٨
فوق أكسيد ، و مُشكلات فوق الأكسيد ، ٨ ، ٢٠ ، ٢٣-٢٤ ، ٢٦ ، ٤١
قفازات، ٤-٧ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٩ ، ٢٥ ، ٣٣ ،
قناع الوجه، ٤ ، ١٨ ، ٢٧ ، ٣٠ ، ٣٣
قواعد، ٢٣-٢٤
قيم حدود العتبة، ١٣-١٤ ، ١٦ ، ٢١ ، ٢٣

كيماويات خطرة، ١-٥ ، ٢٢-٢٦
كيماويات غير متوافقة، ٢١ ، ٤١-٤٣
ماصة،٦
مجوهرات، ٤ ، ٣٧
مذيب، ٧ ، ٩ ، ١٢ ، ٢٢-٢٣ ، ٢٦ ، ٢٩
مرايل، ٤، ٦ ، ٣٠
مساحيق التجميل ، ٦
مصاعد، ٣٦
مصباح قوس الزئبق، ٣١
المعدل الوزني مع مرور الوقت، ١٦
معطف، ٤ ، ٦ ، ٣٠
مغلفات التبريد، ٣٢-٣٣
ملابس، ٤ ، ٦ ، ١٤ ، ١٨ ، ٢٠ ، ٣٦ ، ٣٧
ملصق، ٧، ١١-١٣ ، ١٧-١٨
مواد سامة، ٢٢
مواد كيميائية مسكوبة، ٣٧
مواد مثيرة للحساسية ، ١٢
مواد مشعة، ٩ ، ١١
مواقع انترنيت، ٤٠
نافورة غسيل العينين،١ ، ٣، ٦ ، ٣٥ ، ٣٧
نزف، ٣٨
نظارات واقية، ١ ، ٣-٤ ، ١٧ ، ١٩ ، ٣٠ ، ٣٢
نقاب، ٤
هضم، ١١
وسائل قطع النزيف، ٣٧
وسيلة اطفاء الحرائق، ١٥
وقاية من الحوادث،١-١٠، ٣٥-٣٦