الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية

الطبعة الثامنة

الممارسات المثلى
لطلاب السنتين
الأولى و الثانية
في الجامعات

إصدار
الجمعية الكيميائية الأمريكية
اللجنة المشتركة للسلامة الكيميائية

ACS
Chemistry for Life®

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Safety in Academic Chemistry Laboratories

8TH EDITION

BEST PRACTICES FOR FIRST- AND SECOND-YEAR UNIVERSITY STUDENTS

Translator & Redesigner

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

Reviewer

Dr. Alan Hazari
Department of Chemistry
University of Tennessee
Knoxville, Tennessee
USA

النسخة العربية
Arabic Version

جميع الحقوق محفوظة ٢٠١٧
Copyright © 2017

الجمعية الكيميائية الأمريكية

American Chemical Society
1155 Sixteenth Street, NW
Washingtonm DC 20036
USA

الجمعية الكيميائية الأمريكية

الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية

الاصدار الثامن

الممارسات المثلى لطلاب السنتين الأولى و الثانية في الجامعات

الترجمة و التصميم
أكرم أمير العلي
قسم الكيمياء
الكلية الجامعية بالجموم
جامعة أم القرى - مكة المكرمة
المملكة العربية السعودية

المراجعة العلمية
د. آلان هزاري
قسم الكيمياء
جامعة تينيسي
نوكسفيل - تينيسي
الولايات المتحدة الأمريكية

تقديم من الرئيسة

في الوقت الذي كان فيه التركيز قليل على سلامة المختبرات التعليمية، قامت لجنة السلامة الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية (ACS) بنشر الطبعة الأولى من كتيب الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية (SACL). و الآن، وبعد مضي أكثر من أربعة عقود، خضع هذا الكتيب لسبع تنقيحات، وطبع بثلاث لغات، حيث يعتبر هذا الكتيب واحدا من وثائق توجيه السلامة المخبرية الأكثر استخداما على نطاق واسع من حيث الطباعة وعلى شبكة الإنترنيت. و على الرغم من أنه بالأصل كان مكتوبا لمختبرات الكيمياء التعليمية، إلا أنه يمكن توسيع نطاق المعلومات التي فيه وتطبيق الممارسات الآمنة ليشمل جميع المختبرات والمرافق البحثية وأماكن العمل التي تستخدم فيها المواد الكيميائية.

ومع مرور الوقت، أصبحنا أكثر إدراكا للمخاطر و الخطورات المرتبطة بالمواد الكيميائية المخبرية ، كما سعينا إلى مشاركة هذه المعلومات الجديدة مع الآخرين، وتقوم اللجنة إلى جانب شعبة الصحة والسلامة الكيميائية التابعة للجمعية، بنشر المواد والممارسات والتطورات البحثية الحالية من خلال البرمجة التقنية في الاجتماعات الوطنية والإقليمية، ومقالات في مجلة الصحة والسلامة الكيميائية، و توزيع المنشورات الإرشادية للمؤسسات الأكاديمية والصناعية. وبعد عدة حوادث مخبرية تعليمية ، اعترفت اللجنة بالحاجة الماسة إلى تحسين تعليم السلامة في جميع البيئات التعليمية، و لهذا فقد أعدّ فريق عمل كتاب «تنمية ثقافات السلامة في المعاهد التعليمية» ، وهي وثيقة توجيهية تهدف إلى تحسين ثقافة السلامة في تلك المؤسسات. ولمساعدة الأوساط التعليمية على تعزيز الجانب التعليمي للسلامة، فقد أصدرت اللجنة عدة وثائق إرشادية إضافية. فكتاب المبادئ التوجيهية للسلامة في مختبرات الكيمياء في المعاهد الأكاديمية دمج تعليم الأمن و السلامة في جميع أنحاء المناهج الدراسية لجميع مستويات الكيمياء باستخدام نظام الرواية المختصرة. كما قام معلمي العلوم للمراحل ما قبل الجامعة (المدارس المتوسطة و الثانوية) بدمج السلامة الكيميائية في المنهاج

الدراسي باتباع المبادئ التوجيهية للسلامة في مختبرات الكيمياء في المدارس الثانوية[٣]. كما وفرت اللجنة منشورين لمساعدة معلمي العلوم الابتدائية في مجال التوعية بالأمن و السلامة. و يمكن الحصول على نسخ من كتاب الامن و السلامة في حصص العلوم للمرحلة الإبتدائية (من الصف الأول إلى الصف السادس) و كذلك السلامة الكيميائية للمعلمين والمشرفين(من الصف السابع إلى الصف الثاني عشر) من خلال الجمعية الكيميائية الأمريكية من خلال الموقع في safety@acs.org. كما تتوفر موارد للأمن و السلامة إضافية من خلال التحميل من www.acs.org/safety

وبالنيابة عن اللجنة المعنية بالسلامة الكيميائية، يسرني أن أعرض هذه الطبعة الثامنة من SACL. وأشكر جميع المساهمين الذين ساهموا بسخاء من وقتهم ومواهبهم وخبرتهم لهذه النسخة والطبعات السابقة من هذا الكتيب المتميز. فجهودهم تجعل المختبر التعليمي مكانا أكثر أمانا للعمل والتعلم. فالشكر خاص يذهب إلى ديفيد سي. فينستر، الذي عمل كمحرر والمساهم الرئيسي لهذه الطبعة (SACL-8). فالتنقيحات الجوهرية والأقسام الجديدة هي نتيجة مباشرة لالتزامه و العمل بتفاني في مجال تعليم السلامة الكيميائية. كما تقر مقدمة المحرر الشكر الجزيل لكل من ساهم في هذه الطبعة و الطبعات السابقة، و نخص بالذكر ما قامت به مارتا جوركزيك بتنسيق عمل موظفي الجمعية الكيميائية الأمريكية المشاركين في إنتاج وتوزيع الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية الإصدار الثامن SACL-8.

كما أن جميع التعليقات هي موضع ترحيب هنا ، ويرجى توجيهها إلى لجنة الجمعية الكيميائية الأمريكية للسلامة الكيميائية على العنوان التالي: safety@acs.org.

إليزابيث م. هاوسون
رئيسة لجنة السلامة الكيميائية في الجمعية الكيميائية الأمريكية
مارس ٢٠١٧

مقدمة المحرر

إن الطبعة الأولى من كتيب الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية قد كتبت في العام ١٩٧٢ من قبل أعضاء لجنة السلامة الكيميائية التابعة للجمعية الكيميائية الأمريكية ، تحت إشراف وحث رئيسها ذاك الوقت هوارد فاوسيت ، وقد تم نشره كوثيقة مكونة من ١١ صفحة ، تباعد الأسطر فيها مزدوج و طبعت على آلة النسخ القديمة الميميوجراف . ومنذ ذلك الوقت فقد تم توزيع أكثر من مليون نسخة منه من خلال السبع الطبعات الأولى. وطوال السنوات التي فصلت أول طبعة عن الطبعة الحالية ، فقد تطور مجال الصحة والسلامة الكيميائية تطورا كبيرا، على الرغم من أن بعض المفاهيم الأساسية لم تتغير، و بالتالي فإن هذه الطبعة الحالية تمثل أفضل الممارسات الحالية في سلامة المختبرات التعليمية.

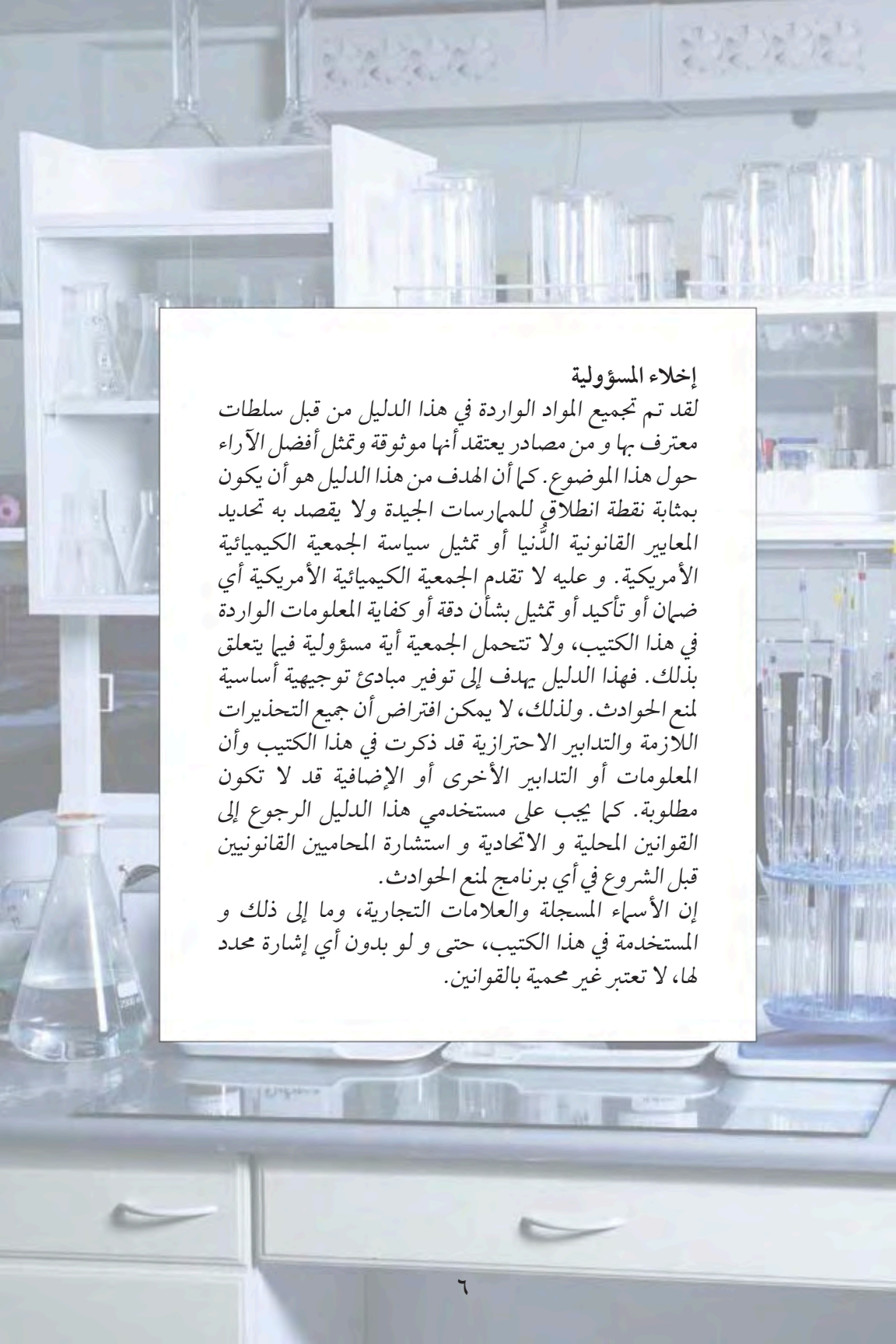
إن الهدف من هذا الكتيب (SACL-8) هو تقديم لمحة عامة عن القضايا الرئيسة المتعلقة بالاستخدام الآمن للمواد الكيميائية في العامين الأولين من برنامج البكالوريوس في الكيمياء. وقد تم التقليل من بعض المعلومات ذات الطبيعة الأكثر تطورا لأن الخوض في مثل هذه الموضوعات كان من شأنه أن يزيد بشكل كبير من حجم الكتيب ولأن الهدف الأولي لاستخدام هذا الكتيب كان وما زال يخصص لمواضيع مناسبة لطلاب الكيمياء للسنتين الأولى و الثانية. فهذا التغيير قد انعكس على العنوان أيضا، إلى جانب التركيز على ثقافة السلامة الإيجابية مع عبارة «أفضل الممارسات».

ورغم أنه قد تم الاحتفاظ بالكثير من المعلومات من الطبعات السابقة ، ألا أن هذه الطبعة تختلف عن الطبعة السابعة SACL-7 بالنقاط التالية :

- عنوان جديد، ليعكس أن الكتيب قد تم تنقيحه لاستهداف الأمور المتعلقة بالسلامة التي يواجهها طلاب الكليات السنتين الأولى والثانية في مختبرات الكيمياء العامة والكيمياء العضوية.
- مقدمة جديدة تحدد المعلومات الأساسية عن سلامة المختبرات في سياق تطوير ثقافة السلامة في المختبرات الكيميائية.
- مراجعة معدات الوقاية الشخصية الشائعة وممارسات السلامة المختلفة في المختبرات.
- دليل للمخاطر الكيميائية، وكيفية التعرف عليها، ومصادر المعلومات عن المخاطر الكيميائية، بما في ذلك النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS.
- نظرة عامة على اهتمامات السلامة لكثير من التقنيات المختبرية المشتركة.
- نظرة عامة على معدات السلامة وإجراءات الاستجابة للطوارئ في حالة الحرائق، والانسكابات، والتعرض للمواد الكيميائية.
- إضافة أشرطة جانبية، للفائدة و سهولة قراءتها ، و فقرات «في المستقبل» لمناقشة بعض قضايا المخاطر الكيميائية الشائعة و التي قد لا تواجهها في المختبرات التمهيدية والعضوية ولكن التي يجب على جميع الطلاب أن يكون على علم بها.
- تحول المحتوى من السلامة القائمة أساسا على قواعد للتعلم إلى تعلم السلامة من خلال مبادئ «رامب»

و حيث أن قائمة الأفراد الذين ساهموا في SACL-8 ، وفي جميع الإصدارات السابقة، طويلة جدا ، فإنه من الصعب هنا أن نذكرهم جميعا في هذه المقدمة. غير أنه من المناسب ذكر مساهمات جاي يونغ (١٩٢٠–٢٠١١) على مدى عقود مضت، بما في ذلك الطبعة الأولى و التي ليست سوى واحدة من العديد من مساهماته طويلة الأمد في عالم السلامة الكيميائية. و لهذه الطبعة بالتحديد كل الشكر للمؤلفين الرئيسيين وهم جورجيا أربوكل–كيل و روبرت هيل الابن بالإضافة إلى ساموبلا سيغمان و ويسلين تالمادج وأنا. كما قدم ديبي ديكر وهاري إلستون وإد موفيتز المراجعات تقنية. و أشكر كلا من كارين مولر، التي قدمت خدمات التحرير و ايمي فيفر من بلوم كريتيف سيرفيسزو التي صممت هذه الطبعة الجديدة الكتيب، وأيضا مارتا غموركزيك (من مكتب الاتصال في الجمعية الكيميائية الأمريكية)، و التي نسقت مع موظفي ACS و المشاركة في انتاج و توزيع SACL-8.

ديفيد سي. فينستر
المحرر
مارس ٢٠١٧



إخلاء المسؤولية

لقد تم تجميع المواد الواردة في هذا الدليل من قبل سلطات معترف بها و من مصادر يعتقد أنها موثوقة وتمثل أفضل الآراء حول هذا الموضوع. كما أن الهدف من هذا الدليل هو أن يكون بمثابة نقطة انطلاق للممارسات الجيدة ولا يقصد به تحديد المعايير القانونية الدُّنيا أو تمثيل سياسة الجمعية الكيميائية الأمريكية. و عليه لا تقدم الجمعية الكيميائية الأمريكية أي ضمان أو تأكيد أو تمثيل بشأن دقة أو كفاية المعلومات الواردة في هذا الكتيب، ولا تتحمل الجمعية أية مسؤولية فيما يتعلق بذلك. فهذا الدليل يهدف إلى توفير مبادئ توجيهية أساسية لمنع الحوادث. ولذلك، لا يمكن افتراض أن جميع التحذيرات اللازمة والتدابير الاحترازية قد ذكرت في هذا الكتيب وأن المعلومات أو التدابير الأخرى أو الإضافية قد لا تكون مطلوبة. كما يجب على مستخدمي هذا الدليل الرجوع إلى القوانين المحلية و الاتحادية و استشارة المحاميين القانونيين قبل الشروع في أي برنامج لمنع الحوادث.

إن الأسماء المسجلة والعلامات التجارية، وما إلى ذلك و المستخدمة في هذا الكتيب، حتى و لو بدون أي إشارة محدد لها، لا تعتبر غير محمية بالقوانين.

تقديم من الرئيسة ٢

مقدمة المحرر ٤

الفصل ١ أن تكون آمنا في المختبر

المقدمة ١٠
عمود جانبي: «رامب» حتى تحقيق السلامة ١١
في المستقبل: **تعلم المزيد حول «رامب»** ١٢
ثقافة السلامة ودورك فيها ١٢
الخلاصة ١٣
المراجع ١٣

الفصل ٢ مسؤوليتك عن السلامة في المختبرات

المقدمة ١٤
عمود جانبي: «رامب» حتى تحقيق السلامة ١٤
في المستقبل: التقليل من خطورة المخاطر ١٥
معدات الوقاية الشخصية ١٥
الشَّعر و الملابس (الملابس الخاصة للمختبر) ١٦
حماية العينين ١٧
القفازات الواقية ١٧
عمود جانبي: هل المادة المصنوع منها القفاز مهمة؟ التعلم من الدروس ١٧
في المستقبل: اختيار القفازات ١٨
بروتوكولات المختبر ١٩
بيئة المختبر ١٩
الزوار في المختبر ١٩
الترتيب العام ١٩
في المستقبل: مواد التنظيف الخاصة ٢٠
ملصقات زجاجيات المواد الكيميائية ٢٠
تنظيف الزجاجيات ٢٠
استنشاق المواد الكيميائية الضارة ٢١
التخلص من المواد الكيميائية ٢٢
الخلاصة ٢٣
المراجع ٢٥

الفصل ٣ الدليل إلى المخاطر الكيميائية

المقدمة ٢٦
عمود جانبي : علامات أم أعراض ٢٨
في المستقبل: المخاطر الكبرى ٢٩
السمومية ٢٩
التعرض للسمومية ٢٩

عمود جانبي: المواد السامة ٣٠
مسار الدخول / التعرض ٣٠
الجُرعة ٣١
مدة و تواتر التعرض ٣١
عمود جانبي: الأعضاء المستهدفة ٣١
مجموعات المواد الكيميائية المعروف عنها بأنها مثيرة للتأثيرات السمية ٣٢
قابلية الاشتعال ٣٣
المذيبات ٣٣
المواد الصلبة القابلة للاشتعال ٣٤
التآكلية (الإئتكالية) ٣٥
المواد الكاوية ٣٥
عمود جانبي: المركز و المخفف ٣٥
الحموض ٣٥
في المستقبل: الحموض التي يمكن أن تكون خطرة بشكل خاص ٣٦
القواعد ٣٦
التفاعلية ٣٧
في المستقبل: المواد الكيميائية غير المتوافقة و تخزين الكيماويات بطريقة سليمة ٣٧
المؤكسدات ٣٧
عمود جانبي: يحتوي على حمض النيتريك- لا تضيف المذيبات العضوية ٣٨
المذيبات المشكلة لفوق الأكاسيد ٣٨
في المستقبل: مواد خطرة بشكل خاص ٣٩
التعرف على مخاطر المواد الكيميائية: مصادر المعلومات ٤٠
أستاذ المادة أو مستشار السلامة ٤٠
النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS ٤٠
عناصر النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS ٤٠
في المستقبل: فهم النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS ٤٢
ملصق الشركة المصنعة للمادة الكيميائية ٤٢
بطاقة بيانات السلامة (SDS) للمادة الكيميائية ٤٣
عمود جانبي: تصميم بطاقة بيانات السلامة ٤٣
في المستقبل: المصطلحات السمية و التنظيمية ٤٤
الخلاصة ٤٤
المراجع ٤٥

الفصـــل ٤ تقنيات مخبري موصى بها

المقدمة ٤٦
عمود جانبي: التسلسل الهرمي للضوابط ٤٧
العمل مع المواد الكيميائية و الأدوات و الأجهزة ٤٧
الاهتمامات العامة عند العمل في المختبر ٤٨
التعرض غير المقصود للمواد الكيميائية ٤٨
عمود جانبي: «الكيمياء الخضراء» ليست مجرد عبارة ملفتة للنظر ٤٩
الأدوات الزجاجية العلمية ٤٩
العمل مع السوائل أو الغازات القابلة للاشتعال ٤٩

خزانات طرد الغازات المخبرية ٥٠
في المستقبل: الوقاية من الانفجارات ٥٠
التقطير ٥١
في المستقبل: التشغيل غير المراقب للأجهزة ٥١
الاستخلاص ٥٢
احتياطات استخدام الاجهزة الكهربائية ٥٢
الثلاجات ٥٣
أجهزة الطرد المركزي ٥٣
الهواء عالي الضغط ٥٤
مصابيح الأشعة فوق البنفسجية ٥٤
اعتبارات عامة عند التحكم بدرجات الحرارة ٥٤
في المستقبل: الحمامات الثلجية للثلج الجاف و النيتروجين السائل ٥٥
حمامات التبريد ٥٥
تعيين درجة الإنصهار ٥٥
استخدام موقد بنسن ٥٥
تسخين أنبوبة الإختبار ٥٦
الضغط المخفض ٥٦
الخلاصة ٥٧
المراجع ٥٧

الفصـــل ٥ معدات السلامة و الاستجابة في حالات الطوارئ

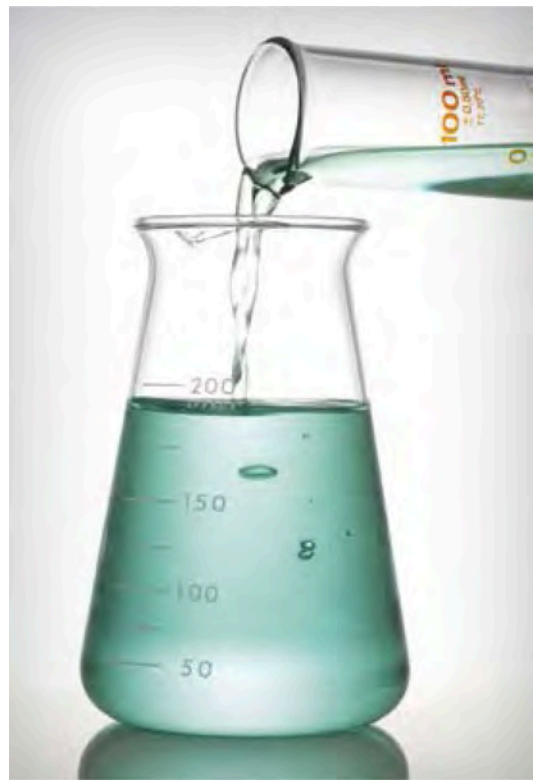
المقدمة ٥٨
الحرائق ٦٠
الوقاية من الحرائق ٦٠
عمود جانبي: قابل للاحتراق أم قابل للاشتعال؟ ٦٠
الإستعداد للاستجابة في حالة وجود حريق ٦١
عمود جانبي: تصنيف الحرائق ٦٢
الإستعداد للاستجابة للإصابات الشخصية التي تنطوي على الحرائق ٦٣
التلوث الكيميائي على الجلد والملابس والعيون ٦٤
الحد من ملامسة المواد الكيميائية الجسم ٦٤
الإستعداد للاستجابة لملامسة المواد الكيميائية ٦٤
في المستقبل: معالجة التعرض لحمض الهيدروفلوريك ٦٦
إصابات شخصية أخرى ٦٧
الحد من الإصابات الشخصية الأخرى ٦٧
التحضير للاستجابة لوقائع الإصابات الشخصية الأخرى ٦٧
انسكابات المواد الكيميائية ٦٨
منع الانسكابات الكيميائية ٦٨
الإستعداد للاستجابة لتسرب المواد الكيميائية ٦٨
عمود جانبي: الانسكابات الكيميائية– الصغيرة و الكبيرة ٦٩
الخلاصة ٦٩

الملحق : الإنترنيت كمصدر لمعلومات السلامة ٧٠

أن تكون آمنا في المختبر

المقدمة

تُظهر مختبرات الكيمياء مخاطرا أكثر من تلك الموجودة عادة في مختبرات العلوم الأخرى. ومن المثير للاهتمام، أن كل تلك الخصائص التي نهتم بها ونقدرها في بعض المواد الكيميائية هي نفسها ما يجعلها خطيرة. فعلى سبيل المثال، نحب الحقيقة العلمية القائلة أن بعض المذيبات العضوية تُذوِّب الجزيئات العضوية بصورة جيدة جدا، ولكن أيضا تلك الميزة نفسها هو السبب في جفاف بشرتنا عندما تلامسها. كما أننا نستغل التفاعلات التي توفرها الحموض والقواعد من أجل إحداث تغيير كيميائي، ولكن أيضا تلك التفاعلات نفسها تجعلها خطرة إذا لامست الجلد أو تم بلعها. كما نحب الحقيقة العلمية أن النيتروجين السائل و الثلج الجاف كلاهما بارد جدا و أننا نحتاج إليهما في التفاعلات التي تتطلب درجات حرارة منخفضة جدا، ولكن التعامل مع هذه المواد بأيدٍ عارية أو بدون لبس القفازات المناسبة خطر جدا لأن كلاهما بارد جدا. و أيضا نحب الحقيقة القائلة أن الغاز الطبيعي يمكن أن يشتعل في موقد بنزن مثلا، و لكن إذا ما تم وجود هذا الغاز في مكان مغلق و بصورة تراكمية فإن أي شرارة ممكن أن تسبب في انفجاره.



وفي أي مختبر – سواء كان مختبر للكيمياء أو أي مختبر للعلوم الأخرى – حيث يتم استخدام المواد الكيميائية، فإنه سوف تكون هناك مخاطر مرتبط بها. فعلى الكيميائيين وأيضا الطلاب المتعلمين جيداً أن يدركوا مخاطر المواد الكيميائية و التفاعلات الكيميائية المختلفة من أجل العمل بأمان في المختبر. فمن أجل إمكانية العمل بأمن و سلام، فإنه من الضروري ليس فقط التعرف على الخطر بحد ذاته ولكن أيضا تقييم المخاطر الفعلية التي يشكلها ذلك الخطر. فمثلا يمكن أن يكون المذيب العضوي شديد الاشتعال ، و لكن يمكن الحد من ذلك الخطر إذا ما تم احتوائه في زجاجة أو وعاء مناسب أو تم استعماله بكميات قليلة جدا و كان بعيدا عن مصادر الاشتعال، و بالمثل فقد

تكون المادة الكيميائية شديدة السمية إذا تم ابتلاعها، ولكن إذا تجنبنا الظروف التي يمكن أن تبتلع فيها فإن الخطر ينخفض. كما يمكن للحمض القوي أن يكون كاويا جدا للجلد ، ولكن إذا اتخذنا ممارسات لتجنب ملامسته الجلد ، فإن خطورته تقل. و عموما يمكننا القول أن في مختبرات الكيمياء، دائما هناك بعض المخاطر وبعض الخطورة. فأحد أهداف هذا الكتيب هو مساعدتك على تعلم كيفية التعرف على المخاطر وكيفية تقليل الخطورة.

سوف يطلب منك معلمك قراءة هذا الكتيب بحيث يُمكِّنك العمل بأمان في المختبرات التي تحتوي على مواد كيميائية، فإجراء تجارب الكيمياء يمكن أن تكون ممتعة و مرضية فكريا و هادفة – ولكن فقط إذا أجريت هذه التجارب بأقصى قدر ممكن من السلامة و الأمان. فالهدف نهاية كل يوم في المختبر هو أن ترجع إلى بيتك كما جئت منه – بدون وجود إصابات أو أمراض كنتيجة لتجربتك المخبرية.

و من أجل العمل بأمان في أول مساقات المختبر، سوف تتعلم الكثير من القواعد حول المواد الكيميائية وكيفية التعامل معها، و حيث أن هذا الكتيب حقيقة مليء بتلك القواعد أيضا. ولكن هناك مبادئ للسلامة (رامب) وراء كل تلك القواعد، وتعلُّم تلك المبادئ هو أيضا هدف هذا الكتيب. فالقواعد في هذا الكتيب تتعامل مع العديد من الحالات التي سوف تواجهها في مقررات الكيمياء للسنتين الأولى و الثانية. ولكن هناك العديد من المخاطر الإضافية التي قد تواجهها في المقررات الأكثر تقدما وأيضا في المشاريع البحثية. و لذلك، و أثناء تعلم بعض القواعد، فإنه يجب عليك أيضا البدء في تطوير مبادئ ومفاهيم حول السلامة التي يمكن تطبيقها في حياتك العملية في المستقبل، حتى و لو لم تعمل على وجه التحديد في مختبر الكيمياء. و أما بالنسبة إلى التخصصات العلمية غير الكيمياء، فإن مختبرات «غير الكيمياء» ستستخدم في كثير من الأحيان المواد الكيميائية، وعليه يجب أن نتذكر المثل القائل، «المواد الكيميائية لا تعرف المختبر الذي توجد فيه.» كما أن العديد من المواد الكيميائية تستخدم في المنزل أيضا، لذلك فإن التعامل مع واستخدام المواد الكيميائية بسلامة و أمان له مجموعة واسعة من التطبيقات.

لقد تم تصميم كتيب الأمن و السلامة في مختبرات الكيمياء التعليمية لاستخدامه كوسيلة مساعدة في تدريس السلامة أثناء تدريس مساقات الكيمياء خلال العامين الأولين، وعليه

رامب حتى تحقيق السلامة

دعونا نلقي الضوء على فكرة إدارة الخطورة و دراستها بصورة أعمق ونطور نموذجا لكيفية العمل دائما بسلامة قدر الإمكان في المختبر . هناك نموذج بسيط للعمل بأمان في المختبر و هو :

- التعرف على المخاطر .
- تقييم خطورة المخاطر .
- التقليل من خطورة المخاطر .
- الإستعداد لحالات الطوارئ.

ما سبق يعرف بالإنجليزية باسم رامب RAMP[1] ، اختصارا لأول كلمات *أو ممارسات بالإنجليزية ذكرت في العبارات السابقة. فتلك الطريقة سهل جدا تذكرها* ، حيث تعتبر مفتاح لتنمية ثقافة *السلامة في العمل المخبري في الكيمياء .*

إن التعرف على المخاطر هو أحد الاهداف الرئيسة لهذا الكتيب، حيث في الفصل الثالث، سوف تتعلم حول فئات المخاطر والسمات العامة لها. كما أن تقييم وتقليل المخاطر قد تم مناقشتها لمساعدتك على تعلم كيفية العمل بأمان عند التعامل مع المركبات أو الإجراءات الخطرة بطبيعة حالها .

وأخيرا، هناك عدد لا بأس به من الأسباب التي قد تسبب الوقائع المؤسفة في المختبر، لذلك فمن الحكمة و الفطانة أن تكون على إستعداد لحالات الطوارئ. فإذا كنت تتبع بروتوكول رامب في كل من المختبرات الخاصة بك ولجميع التجارب الخاصة بك، فإن الاحتمال بالإصابة أو المرض منخفض جدا ربما تقريبا صفر ، و في الواقع وبسبب التعليم الجيد للسلامة، فإن هذه البيئات الخطرة بطبيعتها حالها هي في الواقع أماكن آمنة جدا للعمل.

1 تم عرض و مناقشة رامب بمزيد من التفصيل في كتاب: *Laboratory Safety for Chemistry Students* للمؤلف *Hill, R. H.; Finster*، *الطبعة الثانية . الناشر Wiley & Sons: Hoboken, NJ*, سنة ٢٠١٦.

فقد تم مراجعة معظم التجارب المخبرية بعناية للعامين الأولين لمادة الكيمياء من أجل السلامة من قبل أعضاء هيئة التدريس في قسم للكيمياء. فمخاطر تلك التجارب قد تم الحد منها بشكل كبير، كما أن هناك رقابة كبيرة على تلك التجارب المبكرة.

في المستقبل : تعلم المزيد حول رامب

بعد العامين الأولين في دراسة الكيمياء ، سوف تشارك في مختبرات أكثر تقدما، والتي سوف توفر لك المزيد من حرية التعلم المستقل، وسوف تتطلب هذه التجارب المخبرية المتقدمة أن تكون أكثر مسؤولية و أن تعرف المزيد عن المخاطر و الخطورة المخبرية، كما سوف تحتاج أن تكون أكثر تفاعلية و جدية حيال مبادئ السلامة حيث: التعرف على المخاطر وتقييم وتقليل خطورة المخاطر، و أن تكون دائما على إستعداد لحالات الطوارئ. و لا تنسى بأنه يمكن تطبيق مبدأ «رامب» على حياتك اليومية أيضا!

ثقافة السلامة ودورك فيها

تتأثر معرفة السلامة والمهارات التي تتعلمها في مساقات الكيمياء الخاصة بك إلى حد كبير بثقافة السلامة في مؤسستك التعليمية، كما أن مكونات ثقافة السلامة القوية تتطلب منك القيام بدورك على أكمل وجه. فهناك أربعة مجالات يجب أن تلقى اهتمامك: القيادة، وسلامة التعلم، وبناء موقف إيجابي للسلامة، وتعلم الدروس من وقائع السلامة. يمكنك معرفة المزيد عن ثقافة السلامة من خلال قراءة تنمية ثقافات السلامة في المعاهد التعليمية و الذي هو متوفر أيضا باللغة العربية.

تلعب القيادة دورا هاما في نوع ثقافة السلامة التي سوف تتبناها المؤسسة التعليمية. وعلى الرغم من أنه قد لا يكون لديك أي دور في إدارة المؤسسة التعليمية، ألا أنه قد يكون لك دورا قياديا في مجال السلامة. وكما هو الحال في جوانب الحياة الأخرى للحياة، فأنه يتم تعزيز و تشجيع السلامة من خلال المثال الجيد . ويمكنك إظهار قيادتك من خلال اتباع تعليمات السلامة التي يقدمها لك المدرسون و المدربون و ذلك من خلال ارتداء معدات الوقاية الشخصية المطلوبة دائما(مثل نظارات السلامة والقفازات ومعطف المختبر)، و أيضا من خلال الإبلاغ عن جميع وقائع السلامة (مهما كانت طفيفة)، و عن طريق أخذ الوقت للنظر في المخاطر التي تنطوي عليها التجربة.

و أثناء تعلمك للكيمياء ، فسوف تتعلم أيضا المزيد عن المخاطر المخبرية والكيميائية وكيفية تقليل خطورة تلك المخاطر في المختبر و التي هي نفسها عناصر السلامة المخبرية. فمن المهم جدا لسلامتك الشخصية (وسلامة الآخرين) أن تحاول جديا التعلم والتعرف وفهم المخاطر في المختبر، حيث يمكن أن يوفر هذا الفهم لك أو للآخرين الوقاية من الإصابات أو غيرها من الوقائع المؤسفة. إن فهم سبب كون المواد الكيميائية أو المواقف خطرة هو جزء مهم من التعلم ليكون آمنا. فمثلا، إذا كنت تعرف لماذا ذلك شيء قابل للاشتعال، فإنك سوف تكون أكثر قدرة على التعامل مع المواد القابلة للاشتعال في المستقبل. كما أن أثناء تعلمك للكيمياء، يجب أن تسعى إلى تعلم الكثير عن السلامة ما استطعت ، و نأمل أن تتعلم عن السلامة خلال مراحل التعليم الجامعية و أن لا ينظر للسلامة و كأنها مجموعة من القواعد للحفظ فقط . إن تعليم السلامة يتضمن بناء معرفة كبيرة عن المخاطر الكيميائية والمخبرية المختلفة، حيث تعلّم كيفية تقييم خطورة تلك المخاطر، وتعلّم كيفية تقليل خطورة جميع المخاطر التي قد تواجهها، وأيضا الإستعداد لحالات الطوارئ التي قد تنشأ مع هذه المخاطر أثناء العمل المخبري، و لاحظ هنا أننا نتحدث عن «رامب» مرة أخرى.

و إذا كنت تتعلم باستمرار حول السلامة خلال الأعوام الدراسية الجامعية الخاصة بك و أنك باستمرار تعزز أهمية السلامة لديك ، فإنه يجب أن يكون قد تولد عندك حضور ايجابي حول السلامة ، و هذا ما يعرف أحيانا باسم أخلاقيات السلامة. و لو كنت دائما تخصص وقتا لمراجعة المخاطر وتدابير السلامة

حول كل تجربة، فإنك سوف تكون أيضا محافظا على الحضور الإيجابي حول السلامة الخاص بك. كما ينعكس الموقف السليم للسلامة في أخلاقيات السلامة، حيث قيمة السلامة والعمل بأمان، و الحد من السلوك الـمُعرِّض للخطر، وتعزيز السلامة، وقبول المسؤولية عن السلامة. فالموقف الإيجابي للسلامة سوف يكون مُتوقعا و مطلوبا من قبل صاحب العمل الخاص بك في المستقبل.

وأخيرا، و على الرغم من أننا نسعى جميعا جاهدين على الحفاظ أن تكون جميع التجارب في المختبر آمنة ألا أنه يمكن أن تقع الوقائع المؤسفة في بعض الأحيان ، و قد تم تعلُّم الكثير من تلك الوقائع أو الأخطاء عن ما هو معروف حول الأمن و السلامة المخبرية. و حتى عندما تقع الوقائع –و إن كانت بسيطة – فإنه يجب العلم بها و مشاركتها مع الآخرين حتى نتمكن جميعا من تعلم الدروس من الأخطاء التي ارتكبت. كما ينبغي أن يتم تشارك تلك الوقائع دائما بطريقة غير نفعية. فتعلم الدروس هو جزء مهم من عملنا كعلماء و باحثين، لذلك أبق هذا في عين الاعتبار خلال تعلمك للكيمياء و للسلامة أيضا.

و على ما سبق يمكنك القول من خلال هذا الفصل التمهيدي ، أن السلامة تلعب دورا رئيسا في الكيمياء. و تنطبق مخاوف السلامة على جميع مجالات الكيمياء والمجالات ذات الصلة، فالسلامة هي في الواقع تخصص في علم الكيمياء، تماما مثل الكيمياء العضوية أو غيرالعضوية أو التحليلية أو الفيزيائية أو الحيوية. و كل شخص يستخدم الكيمياء في حياته المهنية يحتاج إلى المعرفة و المهارات و المواقف الكافية حول السلامة للعمل بأمان في المختبر. فضع الأمن و السلامة في طليعة تعلم الكيمياء والعلوم الأخرى ، وسوف تخدمك على أكمل وجه.

الخلاصة

إن العمل في المختبرات يتطلب منك تطبيق مفاهيم «رامب» و هي : التعرف على المخاطر و تقييم خطورة المخاطر والتقليل من خطورة المخاطر والاستعداد لحالات الطوارئ . و التعلم حول سبب المخاطر و خطورتها و الممارسات و الطرق المصممة خصيصا لحمايتك هو الأساس لقواعد السلامة . فلو فهمت السبب فإنك غالبا ما تتبع إجراءات السلامة و قواعد السلامة.

المراجع

[1] Hill, R. H.; Finster, D. C. Laboratory Safety for Chemistry Students, 2nd ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, 2016.

[2] ACS Joint Board–Council Committee on Chemical Safety. Creating Safety Cultures in Academic Institutions: A Report of the Safety Culture Task Force of the ACS Committee on Chemical Safety; American Chemical Society: Washington, DC, 2012.www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/academic-safety-culture-report-final-v2.pdf (accessed March 6, 2017).

[3] Hill, R. H. The Safety Ethic: Where Can You Get One? Chem. Health Safety. 2003, 10, 8–11. http://dx.doi.org/10.1016/S107400025-(03)9098-X

مسؤوليتك عن السلامة في المختبرات

المقدمة

إن الوقاية من الوقائع هي مسؤولية جماعية، و هذا الأمر يتطلب التعاون الكامل من الجميع في المختبر. فمسؤولية السلامة في المختبر تقع عليك بالإضافة إلى زملائك، و المدرسين ، والمؤسسة التعليمية، و على الرغم من أن الجميع مسؤول عن السلامة في المختبر، ألا أن أنت، الذي تجري التجربة ، يمكنك أن تمنع بشكل مباشر الوقائع المؤسفة.

و غالبا ما تنتج الوقائع عن:

- موقف غير مبال تجاه السلامة.
- عدم التعرف على المخاطر أو المواقف الخطرة.
- عدم تقييم المخاطر التي ينطوي عليها العمل الجاري القيام به؛
- عدم الانتباه إلى البيئة المحيطة بك.
- عدم اتباع التعليمات أو التدابير للحد من المخاطر، و
- عدم التعرف على مدى قصور أو حدود معرفتك و خبرتك.

و عليه فقد تكون ضحية لخطأ أرتكب من قِبَلك أو من قِبل شخص آخر، و إذا كنت تقوم بالتجربة في المختبر بطريقة خاطئة و قام أحدهم بلفت نظرك حيال ذلك فيجب عليك أن تكون شاكرا له لأنه بقيامه بذلك يكون قد أنقذ حياتك، و إذا لاحظت أن زميل لك قد قام بعمل خاطئ في المختبر قم بإعلامه فورا. وبالإضافة إلى ذلك، يجب الإبلاغ عن الممارسات غير الآمنة للمدرس الخاص بك، بحيث لا تتكرر الأخطاء مرة ثانية.

إن الإرشادات الواردة في هذا الفصل تم عرضها لمساعدتك على تطوير الوعي حيال دورك في الحفاظ على بيئة مخبرية آمنة. كما أن معظم هذه المبادئ التوجيهية والقواعد سوف تنطبق على المساقات المخبرية التمهيدية التي تأخذها كطالب جامعي. و في بعض الحالات، يتم توفير المزيد من المعلومات لإرشادك كُلما تعمقت أكثر في التجارب المخبرية. و في نهاية الفصل سوف تجد ملخصا لقائمة الإرشادات أو قواعد السلامة، و هذه الإرشادات هي نتيجة لتطبيق سنوات من الدروس المستفادة و التي هي جزء من «رامب»: حيث التقليل من خطورة المخاطر.

و كلما تعمقت أكثر في الكيمياء، فإنك سوف تتعلم المزيد حول المخاطر (الفصل الثالث)، ولكن قبل أن تدخل المختبر، تحتاج إلى معرفة بعض الأساسيات حول معايير و معدات السلامة، و التي يتطلب منك مراجعة تلك المعايير من حين لآخر كلما تذكرتها.

«رامب» حتى تحقيق السلامة

الأحداث، و الوقائع، والوقائع قد تحدث أحيانا أحداث غير متوقعة وغير مرغوب فيها في المختبرات. في هذا الكتيب، نستخدم مصطلح «وقائع» بدلا من «حادث» حتى لا يعني أن هذه الأحداث تحدث بشكل عشوائي أو حتما. و يمكن منع جميع المجريات عمليا إذا تم اتباع المبادئ الارشادية ومبادئ السلامة الواردة في هذا الكتيب.

معدات الوقاية الشخصية

إن معدات الوقاية الشخصية (و المعروفة اختصارا ب PPE) تعتبر واحدة من أهم الطرق الرئيسة لحمايتك من الأذى عند العمل في المختبر ، و من المهم أن تدرك لماذا يطلب منك معلمك دائما استخدام معدات الوقاية الشخصية في المختبر.

تُستخدم معدات الوقاية الشخصية للحد من أو تقليل التعرض لبعض المخاطر التي قد تواجهها عند

في المستقبل : التقليل من خطورة المخاطر

في مقررات المختبرات للسنة التمهيدية و الكيمياء العضوية فمن غير المرجح أن تعمل مع المواد تحت ضغط غير العادي أو أن تعمل مع مواد ذات طاقة عالية ينتج عنها تفاعلات عنيفة مثل التسخين العالي أو الغليان تحت الضغط أو حتى الانفجارات البسيطة و التي هي نادرا جدا الحدوث. فمثل ذلك النوع من التجارب تتطلب استخدام خزانات طرد الغازات من نوع خاص والواقيات الشفافة التي توضع على الطاولات و النظارات الواقية الخاصة لحماية العينين و أيضا واقيات الوجه بحيث تكون طويلة بحيث تغطي الرقبة و الأذنين.

العمل في مختبر الكيمياء، فمعدات الوقاية الشخصية تشمل عناصر مُصمَّمة لحماية مناطق معينة من الجسم، مثل العينين و اليدين، و عادة تشمل معدات الوقاية الشخصية القفازات، و واقيات العينين، و معاطف المختبر، و المريول، و مع ذلك لا تعتمد فقط على معدات الوقاية الشخصية لحمايتك من أي واقعة، لأنها على الأغلب تكون هي الحاجز النهائي بينك و بين تعرضك للخطر.

الشَّعر و الملابس (الملابس الخاصة للمختبر)

إن الملابس التي سوف ترتديها في المختبر يجب أن توفر لك الحماية الأساسية للجلد من رذاذ و انسكابات المواد الكيميائية. فالملابس القصيرة و كذلك التنانير القصيرة، والقمصان الكاشفة للبطن سوف تعرض جسمك بدون أي داع للإنسكابات المحتملة، و عليه فإنه من الحكمة دائما التقليل من كمية الجلد المعرضة للبيئة المخبرية. كما أن الملابس الواسعة أو الفضفاضة ليست مناسبة للعمل في المختبر. فالأكمام الفضفاضة ممكن أن تصطدم بزجاجات المواد الكيميائية دون قصد أو أن تلوث بالمواد الكيميائية المنسكبة أو أن تتعرض لخطر الحريق عند التعامل مع اللهب. و ينصح أيضا أن يتم خلع الشماغ أو الغترة و تعليقها في مكان مناسب بعيدا عن المواد الكيميائية ، كما ينصح الطالبات اللاتي يرتدين الحجاب أن يثبتن أطراف الحجاب بحيث لا تلامس المواد الكيميائية. أما الطالبات اللاتي يرتدين النقاب أو الخمار و لضمان الخصوصية لهن فإنه يقترح أن يجرين التجارب الخاصة بهن في مختبر خاص و بوجود مشرفة المختبر أو أستاذة المادة شريطة خلع النقاب أو الخمار أثناء العمل نظرا لخطورة غازات بعض المواد الكيميائية.كما يفضل أن تكون الملابس مصنوعة من الألياف الطبيعية مثل القطن. و من هنا قد يطلب منك أو يلزمك معلمك أو مؤسستك التعليمية ارتداء المعاطف أو المريول أثناء العمل المخبري، فالمعاطف غير القابلة للاشتعال وغير المسامية توفر لك الحماية الأكثر قبولا والأقل تكلفة. و إذا كنت ترتدي جاكيت أو معطف مختبر بدلا من المريول، فإنه يجب أن يكون الجاكيت أو المعطف مزودا بالسحَّاب بدلا من الأزرار بحيث يسهل خلعها في حالة الطوارئ.

و في المختبر أرتدِ الأحذية التي وجهها العلوي مصنوع الجلد أو الجلد الصناعي و التي تغطي تماما قدميك و أصابع القدم أيضا (الأحذية المغلفة للقدم تماما)، حيث سيوفر هذا لقدميك أفضل حماية من انسكابات المواد الكيميائية و العناصر الساقطة، و عندما تختار الحذاء الذي سوف تذهب به إلى المختبر، ضع في عين الاعتبار أن الأحذية التي سوف ترتديها في المختبر يجب أن توفر الحماية لأصابع القدمين بالإضافة إلى الثبات و الاستقرار أثناء المشي.

و اعمل دائما على تقييد الشعر الطويل والملابس فضفاضة، فالشعر الطويل يمكن بسهولة أن يتشابك مع الاجهزة، و يمكن أيضا أن يتعرض للمواد الكيميائية، أو يمكن أن تولع به النيران عن طريق التعرض المباشر للهب موقد بنزن. كما يجب في المختبر تجنب ارتداء المجوهرات، مثل الخواتم والأساور والقلائد و معاصم اليد، فالمجوهرات ممكن أن تتلف بسبب الغازات والأبخرة الكيميائية و انسكابات المواد الكيميائية المختلفة. كما أن تسرب المواد الكيميائية بين المجوهرات والجلد يمكن أن يسبب تآكل و تهيج في الجلد و احتجاز للمواد الكيميائية هناك. و لا ننسى أن المجوهرات يمكن أيضا أن تتشابك مع الأدوات و الأجهزة مما ينتج عن ذلك بعض الإصابات.

حماية العينين

يجب على كل شخص في المختبر بما في ذلك الزوار ارتداء و اقي للعينين في جميع الأوقات حتى و لو لم يكن هناك أي تجارب كيميائية، فهناك بعض التجارب يتطاير منها رذاذ المواد الكيميائية مما يتطلب ارتداء نظارات واقية ذات تهوية غير مباشرة. أما للتجارب الأخرى العادية فإن نظارات الواقية العادية أو البسيطة يمكن أن تكون كافية. و لكونك لا ترغب في شراء نوعين من النظارات الواقية، فمن الحكمة استخدام نظارات أكثر وقائية لبيئات متغيرة، لذلك فإن النظارات الواقية المعتمدة للوقاية من رذاذ المواد الكيميائية تعتبر الأفضل . و عليه فإن قسم الكيمياء في مؤسستك التعليمية سوف يقيم المخاطر في المختبر الخاص الذي سوف تعمل فيه و بالتالي تحديد الحماية الأنسب للعينين للتجارب التي تجرى في مختبراتهم التعليمية. و يجب التنويه هنا إلى أن النظارات الطبية العادية لا توفر الحماية المناسبة للعينين في المختبر ضد شظايا الانفجارات أو من رذاذ المواد الكيميائية الخطرة، وللأسف فقد نتجت إصابات خطيرة عن ارتداء النظارات الطبية العادية بدلا من النظارات الواقية أو نظارات السلامة.

القفازات الواقية

تعتبر القفازات الواقية من أهم وسائل الوقاية الشخصية ، و لذا فإن مدرسك سوف يُقيم خطورة المخاطر التي سوف تواجهها و سوف يطلب منك استخدام القفازات كلما لزمت الحاجة و بالنوع المطلوب، فنوع القفازات الواقية يجب أن يتم اختياره بناء على نوع المواد الكيميائية المستخدمة. فقبل أن تستخدم القفازات قم دائما بفحص القفازات و خلوها من التشققات أو الثقوب الصغيرة. و لتجنب الانتشار غير المقصود للمواد الكيميائية، قم بخلع القفازات قبل أن تخرج من منطقة العمل و قبل أن تلامس الأشياء الأخرى مثل الهاتف الجوال ، الآلات الحاسبة والكمبيوترات

هل المادة المصنوع منها القفاز مهمة؟ التعلم من الدروس

في أغسطس من العام ١٩٩٦، عملت الدكتورة كارين ويترهان و هي باحثة ناشطة جدا، في مختبرها على مشروعها الذي تعمل عليه، و الذي كان يتطلب تصنيع مركب قياسي من خلال ربط مركب للزئبق بالبروتين ليتم دراسته بواسطة طيف الرنين المغناطيسي (NMR). وكان المركب الموصى به لعملية الربط هذه هو ثنائي ميثيل الزئبق ، و هو مركب سام جدا. وإدراكا للمخاطر، قامت الدكتورة ويترهان بعدة محاولات لتحضير مركب قياسي باستخدام أملاح كلوريد الزئبق الأقل سمية. و عندما أعطت تلك المركبات نتائج مخيبة للآمال، قررت المضي قدما في استخدام ثنائي ميثيل الزئبق لإعداد المركب القياسي.

كانت الدكتورة ويترهان تعمل في خزانة طرد الغازات، و كانت مرتدية لقفازات اللاتكس (المطاط الطبيعي)، واستخدمت الممارسات المخبرية الحكيمة و المقبولة ، و لكن أثناء عملية النقل، سقطت قطرتان صغيرتان من ثنائي ميثيل الزئبق على قفاز اللاتكس ، و لكن للأسف لم تدرك خطورة هذا، أنها أنهت عملها لذلك اليوم، و نظفت مكانها، ولم تبلغ عن الواقعة. في غضون عام، ظهرت علامات وأعراض حادة للتسمم الحاد بالزئبق، و تدهورت حالتها في نهاية المطاف إلى غيبوبة حتى توفيت. لاحقا اختبر زملاؤها زمن اختراق ثنائي ميثيل الزئبق طبقة اللاتكس ووجدوا أن الزمن لذلك هو ١٥ ثانية أو أقل. أحد الدروس التي يمكن تعلمها من هذا الحادث المأساوي هو التأكد من أن القفازات التي تختارها قد تم إختبارها من قبل الشركة المصنعة للمواد الكيميائية المستخدمة وأن يتم اتباع توصيات الشركة المصنعة – وخاصة بالنسبة للمواد الكيميائية حيث يمكن أن يكون خطأ واحد كارثيا.

لقراءة القصة الكاملة انظر : تحية لكارين ويترهان

المحمولة (اللابتوب) و مقابض الأبواب و أدوات الكتابة و المذكرات و الكتب أيضا، كما يجب عليك أن تغسل يديك جيدا قبل الخروج من منطقة العمل حتى و لو كنت لابسا للقفازات من قبل.

هناك أنواع كثيرة و مختلفة من المواد التي تصنع منها القفازات الواقية مثل : النيوبرين و المطاط البيوتيلي و أنواع أخرى كثيرة، كما أن هناك أنواع مختلفة من القفازات لها أطوال مختلفة ، فالبعض منها يغطي الذراع بالكامل و البعض الآخر يغطي اليد فقط و البعض الثالث يغطي لحد الكوعين، و يجب الإشارة هنا إلى أن الأشخاص الذين لديهم حساسية من اللاتكس يجب عليهم عدم ارتداء القفازات الواقية المصنوعة من اللاتكس.

و على الرغم من أن القفازات المصنوعة من القماش أو من الجلد تحمي من الاجسام الباردة أو الساخنة ألا أنه لا يمكن الاعتماد عليها للوقاية من أخطار المواد الكيميائية. فمدرس المادة و كذلك الكلية التي تدرس بها مسؤولون عن تقييم خطورة المخاطر و أيضا عن اختيار القفازات الأنسب لكل تجربة.

كما يجب عدم إعادة استخدام القفازات التي تستخدم لمرة واحدة أو القفازات التي تم تلويثها بالمواد الكيميائية، فالقفازات لا يمكن إعادة استعمالها مرة ثانية لأنه من الصعب إزالة المواد الكيميائية منها، و عليه لذلك فإن القفازات الملوثة ممكن اعتبارها بأنها مخلفات خطرة و لكن لا تكمن هنا الحكاية، فيجب و في جميع الظروف التخلص من القفازات الملوثة في حاويات خاصة معدة خصيصا للمخلفات الخطرة ، أو أن يتم التخلص منها حسب توجيهات أستاذ المادة.

في المستقبل : اختيار القفازات

يجب أن تدرك جيدا أنه لا توجد مواد تصنع منها القفازات يمكن أن توفر حماية دائمة، حيث في نهاية المطاف سوف تتخلل السوائل جميع مواد القفازات و يتم تصنيف مواد التي تصنع منها القفازات من قبل الشركة المصنعة باستخدام وقت الاختراق (الوقت الذي تستغرقه مادة كيميائية معينة ملامسة للقفاز أن تخترقه). بالنسبة للعديد من المذيبات العضوية، يمكن أن يكون وقت الاختراق فقط بضع دقائق، و لكون نفاذية القفازات المصنوعة من نفس المادة أو مادة مماثلة يمكن أن تختلف من قبل الشركة المصنعة، فإنه يجب مراجعة المعلومات المقدمة من قبل الشركة المصنعة للقفازات للحصول على توجيهات محددة أو خاصة . فإذا اخترقت مادة كيميائية القفاز و انتشرت من تحته فإن بشرتك سوف تكون بِتَلامُس مباشر مع المادة الكيميائية ، و يمكن أن يسبب ذلك ضررا أكثر مما لو لم تكن ترتدي قفازا على الإطلاق. ويمكن الحصول على معلومات إضافية أكثر من الشركة المصنعة للقفازات، كما أن البحث من خلال الإنترنيت عن «اختيار القفازات الكيميائية» سوف يقودك إلى العديد من المواقع الإلكترونية و التي تقدم المزيد من المعلومات المفيدة.

بروتوكولات المختبر

بيئة المختبر

يمكن أن يوفر مختبر الكيمياء ثروة من فرص التعلم، ولكن أثناء العمل في المختبر، يجب أن تبقى في حالة تأهب لأفعالك و لأفعال من حولك. فمثلا التغيير في خطوات عمل التجربة، بما في ذلك التغيير في المواد الكيميائية أو كمياتها التي سيتم استخدامها، يعتبر خطر جدا. و لذلك إي تعديلات في التجربة يجب أن يتم فقط من خلال معرفة وموافقة معلمك.

قبل العمل في المختبر، تعرف على ما يحيط بك، و حدد مواقع المخارج ، و أماكن الإنذار المبكر عن الحرائق، و نوافير غسيل العينين، و دُشات السلامة، و بطانيات الحريق، و صناديق الإسعافات الأولية، وطفايات الحريق و اعمل على التدرب للوصول إليها، فما سبق هو الجزء الثاني من «رامب»: حيث الإستعداد لحالات الطوارئ.

كما يجب عدم الأكل أو الشرب مطلقا في المختبرأو حتى استخدام السواك تحت أي ظرف و هذا يضمن عدم وجود احتمال لحدوث تلوث ناتج عن ابتلاع المواد الكيميائية. كما يجب عدم نقل الطعام أو الشراب أو تخزينه في المختبر.

الزوار في المختبر

يجب على جميع زوار المختبر بغض النظر عن الفترة الزمنية لزيارتهم أن يلبسوا النظارات الواقية،. فالزوار 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.

الترتيب العام

في المختبر و في أي مكان آخر ، جعل الأشياء مرتبة و نظيفة يساعد على توفير بيئة أكثر أمنا . فاعمل على أن تبقى الممرات الموصلة لمعدات السلامة خالية من أية معوقات مثل الكراسي و الصناديق والأدراج المفتوحة، وحقائب الظهر ، وسلات النفايات.

تجنب خطر الانزلاق من خلال المحافظة على نظافة الأرضيات من السوائل المنسكبة و الثلج و السدادات و حبيبات أو قضبان الزجاج و أية مواد دقيقة أو صغيرة. اعمل على الحفاظ على منطقة العمل أن تكون نظيفة من الزجاج المكسور و بقايا المواد الكيميائية

و الأدوات الزجاجية الوسخة. كما يجب دائما التخلص من الأدوات الزجاجية المكسورة في حاويات مخصصة للتخلص من الزجاج المكسور، و لا تتلق أبدا الزجاج المكسور في سلة المهملات العادية. و أعلِم أستاذك فورا إذا تم كسر الزجاج أو تسرب للمواد الكيميائية. اتبع الإجراءات اللازمة الخاصة بالمختبر الذي تعمل فيه للتخلص من المخلفات الكيميائية والمواد الكيميائية غير المستخدمة، و امسح طاولة العمل قبل مغادرة المختبر، حتى لا يلمس الآخرين بغير قصد بقايا المواد الكيميائية. و لا تترك المواد الكيميائية على الموازين، لأن ذلك قد يعرض المستخدم التالي لهذه لمادة الكيميائية دون داع؛ و بالإضافة إلى ذلك، فإن الموازين الإلكترونية باهظة الثمن ويمكن أن تتلف بسهولة بسبب المواد الكيميائية المسببة للتآكل.

في المستقبل : مواد التنظيف الخاصة

تم تسجيل العديد من الوقائع المؤسفة حيال استخدام محاليل المواد المؤكسدة القوية كمواد للتنظيف مثل حمض النيتريك و خليط حمضي الكروميك–الكبريتيك. لا تستخدم أبدا المذيبات القابلة للاشتعال كمواد للتنظيف إلا إذا خص أستاذ المادة باستخدامها لتلك الغاية ، لا تستخدم مواد تنظيف قوية مثل حمض النيتريك أو حمض الكروميك أو حمض الكبريتيك أو أية مواد مؤكسدة قوية ما لم يطلب منك ذلك شريطة أن تتوفر جميع وسائل الحماية و الوقاية الشخصية.

ملصقات زجاجيات المواد الكيميائية

إن وضع ملصقات غير مناسبة على المواد الكيميائية أو قليلة المعلومات تسببت في حدوث وقائع ضارة عديدة. و يتم عادة تصنيف الملصقات إلى ملصقات أصلية أو مصنعية (تلك الملصقات التي تضعها الشركة المصنعة) و إلى ملصقات ثانوية . فمن المهم عدم تغيير ملصق المصنع أو تغطيته أو تغييره إلا بعد التحقق من أن الزجاجة أو العبوة فارغة تماما، و في كثير من الأحيان، يتم إعادة استخدام العبوات الفارغة لتخزين المحاليل التي يحضرها الطلاب على سبيل المثال. وقبل إعادة استخدام الزجاجة لمحلول آخر ، يجب إزالة الملصق القديم تماما و غسل الزجاجة جيدا و السماح للهواء بتجفيفها، كما أنه من غير المقبول استخدام أقلام التخطيط للكتابة على ملصق الشركة المصنعة للزجاجة مباشرة، و في أي حال من الأحوال يجب التأكد من عدم وجود ملصقين على نفس الزجاجة على كل جانب.

كما أنه يمكنك إعداد المحاليل وتخزينها في درج خاص بك في مختبرات الكيمياء العضوية والتمهيدية و يمكن استخدام ملصق ثانوي مؤقتا (طوال أو خلال الفصل الدراسي أو حتى يتعدى ذلك للفصول الدراسية القادمة) يحمل اسم المادة الكيميائية واسم الشخص الذي عبأ الزجاجة وتاريخ تعبئتها و الأخطار الكيميائية. يجب أن يكون ملصق الزجاجة المعدة للتخزين الأطول يلبي معايير النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية (GHS) (انظر الفصل الثالث).

تنظيف الزجاجيات

نظف زجاجاتك المتسخة في حوض المختبر باستخدام الماء و مواد تنظيف مقبولة بيئيا و فراشي للتنظيف بأحجام و أشكال مناسبة ، و لا تضغط على الفرشاة و تدخلها بقوة داخل الزجاجة المراد تنظيفها ، و أعمل دائما على لبس النظارات الواقية من الرذاذ المتطاير و كذلك القفازات إن لزم الأمر. كما أن العديد من الحنفيات الموجودة في المختبرات لديها فوهات مسننة بحيث يمكن أن تنتج تيار مائي عالي التدفق. وعند استخدام هذه النوع من الحنفيات، فإنه عليك دائما ضبط تدفق الماء ببطء دون وجود أي أدوات زجاجية تحتها. فالماء المتدفق بشدة يمكن أن يخرج بقوة و أن يرتد إلى وجهك أو أن يضرب الأدوات الزجاجية ويوقعها من يديك. كما اعمل على تجنب تراكم العديد من العناصر في منطقة التنظيف.

إن مساحة العمل حول الحوض عادة ما تكون محدودة، وتراكم الأواني الزجاجية الوسخة أو تنظيفها يمكن أن يؤدي إلى كسر بعضها، و تذكر أن المياه الوسخة أو المعكرة في حوض الغسيل قد تخفي الحواف الحادة أو الخشنة من الأواني الزجاجية المكسورة التي كانت سليمة عندما تم وضعها سابقا في الماء، فإذا ما كُسرت زجاجة أثناء الغسيل اعمل فورا على التخلص من الماء في الحوض، واستخدم زوجا من قفازات المقاومة للقطع أو ملقط لإزالة قطع الزجاج المكسور، و لا تنسى أن تكون حذرا بشكل خاص عند تنظيف منطقة الصرف، لأن القطع الزجاجية يمكن أن يتم حجزها في الثقوب ويكون من المستحيل تقريبا الكشف عنها. ولتقليل الكسر في الأدوات الزجاجية، يمكن أن تحتوي قيعان أحواض الغسيل على حصائر مطاطية أو بلاستيكية لا تمنع صرف المياه .

استنشاق المواد الكيميائية الضارة

إذا ما تم الطلب منك استنشاق أي شيء في المختبر استخدم يدك لتوجيه الأبخرة نحو وجهك و شمها بلطف ، و لا يجب مطلقا شم المادة الكيميائية مباشرة من خلال وضع انفك مباشرة فوق عبوة المادة الكيميائية . فوجود رائحة لا يعني بالضرورة أن تكون المادة ضارة ، كما أن عدم وجود رائحة لا يعني أن المادة غير ضارة.

فبعض الأشخاص يعتقدون أنه إذا شموا رائحة من مادة كيميائية ذلك يعني أنها تسبب لهم ضررا، و هذا ليس صحيحا إلى حد ما. فذلك يكون صحيحا إذا شممت مادة كيميائية وقمت باستنشاقها. كما أن هناك بعض المواد الكيميائية الضارة ليس لها أي رائحة والبعض الآخر يمكن أن يشل حاسة الشم، و أيضا هناك موادا كيميائية لا يمكن الكشف عنها من خلال الأنف البشري عند التراكيز الضارة، و هناك بعض المواد الأخرى وعلى الرغم من أنها قد يكون لها رائحة كريهة ، فإنها تعتبر ليست ضارة إذا استُنشقت.

و العديد من المواد التي قد يكون أو لا يكون لها رائحة ممكن أن تكون ضارة إذا تم استنشاق

أبخرتها أو غبارها أو رذاذها، فالملصق الموجود على العبوة أو بطاقة بيانات السلامة (SDS) للمادة الكيميائية (انظر الفصل الثالث) تحتوي على تحذيرات وافية بشأن مخاطر الاستنشاق، و عموما سوف يوجهك أستاذ المادة إلى كيفية التعامل مع هذه المواد و معالجتها في خزانة طرد الغازات.

التخلص من المواد الكيميائية

إن التعامل السليم مع المنتجات الثانوية، والفائضة، و نفايات المواد الكيميائية، والمواد الملوثة هو عنصر رئيس في الوقاية من الوقائع، وهناك قواعد صارمة جدا للتخلص من المواد الكيميائية، فقد يؤدي التخلص غير السليم إلى إلحاق أضرار جسيمة بالبيئة ويمكن أن يؤدي أيضا إلى قضايا قانونية للمؤسسة التعليمية التابع لها. كما أن كل طالب مسؤول عن ضمان أن يتم التعامل مع هذه النفايات بطريقة تقلل من المخاطر الشخصية و أن يدرك تماما خطورة احتمالية حدوث تلوث بيئي.

وفي العادة، سوف يتم التخلص من المنتجات الثانوية للتفاعل والمواد الكيميائية الفائضة في سلة خاصة للنفايات الخطرة و التي بدورها سوف يتم التخلص منها بالطرق المناسبة. و عليه فسوف يقوم أستاذك بتوجيهك لاستخدام حاويات للنفايات خاصة ، و على الأرجح أنه سوف يتم استخدام عدة حاويات مختلفة لمواد مختلفة. وبناء على ماسبق تعامل مع نفايات المواد الخاصة بك كما يرشدك أستاذ المادة و بالطريقة التي يحددها. فقد يؤدي صب النفايات في الحاوية الخاطئة إلى حدوث تفاعلات سلبية غير متوقعة مما قد يؤدي إلى نشوب حرائق أو انفجارات (انظر « يحتوي على حمض النيتريك- لا تضيف المذيبات العضوية» في الفصل الثالث)، وتَذكَّر أن تنتبه أكثر أو أن تتبع التعليمات بجدية أكثر.

في بعض الأحيان يمكن معادلة المنتجات الثانوية أو الحد من نشاطها كجزء من التجربة التي تقوم بها، وهذا يمكن أن يساعد على الحد من معالجة النفايات، و بالتالي التقليل من تكلفة التخلص منها. وبمجرد نقل المنتجات الثانوية الخاصة بك بعيدا عن التجربة، فإنها تخضع للوائح النفايات الخطرة التي أقرتها قوانين حماية البيئة الخاصة بدولتك و وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA).

بعض المبادئ التوجيهية العامة للتخلص من نفايات المواد الكيميائية:

- عندما تقوم بالتخلص من نفايات المواد الكيميائية ، ضع كل صنف من المواد الكيميائية في الحاوية المخصصة للتخلص منها، و قم بقراءة ما هو مكتوب على حاوية النفايات لمزيدا من التأكد ، كما اعمل على تغطية الحاوية فورا بالغطاء الخاص بها.
- لا تصب المواد الكيميائية مباشرة في الحوض أو في شبكة الصرف الصحي ما لم يخبرك أستاذك بأن القوانين المحلية تسمح بوضع هذه المواد في نظام شبكة الصرف الصحي. فمثلا يمكن التخلص من المياه و المحاليل المائية لكلوريد الصوديوم والسكر والصابون في الحوض مباشرة أو من خلال شبكة الصرف الصحي.
- ضع سلة للنفايات العادية داخل الحاوية المخصصة للنفايات الكيميائية. فالمواد الأخرى الملوثة بالمواد الكيميائية، مثل المناديل المستخدمة لتنظيف الطاولات و المناشف المستخدمة لمسح بقايا انسكابات المواد الكيميائية ، يجب أن توضع في حاويات محددة خصيصا لهذا الاستخدام. سوف يخبرك أستاذك ما إذا كانت مواد التنظيف تحتاج إلى أن يتعامل معها كنفايات خطرة أو وضعها في حاويات الزبالة العادية.
- يتم وضع الزجاج المكسور في حاويات خاصة به، فإذا كان الزجاج المكسور ملوثا بالمواد الكيميائية، فاسأل أستاذ المادة أين يتم التخلص من ذلك الزجاج، كما أنه قد لا يزال يتم استخدام موازين الحرارة التي تحتوي على الزئبق في الكلية التي تدرس فيها على الرغم من أنه قد تم استبدالها بموازين أخرى تحتوي على الكحول ، فإذا كنت تستخدم مقياس حرارة زئبقي و حدث أنه قد كُسر لسبب ما ، فقم فورا بإبلاغ مدرس المادة ، فعملية تنظيف الزئبق المتناثر تتطلب إجراءات خاصة ، كما أنه لا ينبغي تجاهل تلك الواقعة نظرا لسمومية الزئبق، وقد تحتوي موازين الحرارة المكسورة على الزئبق في شظاياها ، و عليه فإنه يجب التخلص من الزجاج المكسور و الملوث بالزئبق في حاوية خاصة به.

الخلاصة

إن أغلب ما نعرفه في العلوم نتعلمه في مكان ما في المختبر. فالمختبرات يمكن أن تكون أماكن شيقة للتعلم، ولكنها يمكن أن تكون أيضا أماكن للمواد الكيميائية و المعدات الخطرة. و من أجل حماية نفسك وزملائك، من المهم أن تكون واعيا لهذه المخاطر و الخطورات وتجنب الإجراءات التي قد تؤدي إلى وقائع قد تسبب إصابة لك وزملائك أو أضراراً للمختبر. وتشمل واجباتك كطالب منع الوقائع حيثما كنت موجودا في مختبر الكيمياء.

تلخص القائمة التالية المبادئ التوجيهية الأساسية (للحد من خطورة المخاطر) و التي من شأنها مساعدتك على الوفاء لهذه المسؤولية الهامة. فحيثما كنت في المختبر:

السلوك المناسب في المختبر

- لا تعمل لوحدك.
- لا تقم أبدا بإجراء تجارب غير مصرح بها أو تغيير في خطوات عمل التجربة بدون موافقة.
- أنتبه جيدا لما يحيط بك، و تحرك لسبب هادف حول الآخرين.
- لا تقم مطلقا بإزالة المواد الكيميائية من المختبر دون الحصول على التصريح المناسب، و يجب أن تبلغ المدرس عن أي إزالة غير مصرح بها للمواد الكيميائية من قبل الآخرين.
- لا تقم أبدا بعمل الحيل أو الخدع في مختبر الكيمياء ، كما لا تمزح المزاح الخشن في مختبر الكيمياء.
- قم بإبلاغ أستاذ المادة إذا لاحظت أية انتهاكات لقواعد السلامة الخاصة بالمختبر الذي تعمل فيه. فبذلك قد تنقذ حياة شخص ما.

اللباس المناسب للمختبر

- امنع تعرض جلدك للمواد الكيميائية عن طريق تغطية بشرتك كاملا.
- يجب أن تكون القدم مغطاة بالكامل ، ولا ينبغي أن يظهر الجلد من خلال الجزء العلوي من الحذاء والجزء السفلي من التنورة أو البنطلون.
- قم بلم الشعر الطويل وتجنب ارتداء الملابس الفضفاضة وإزالة الأوشحة والمجوهرات.

التعامل الأسلم مع المواد الكيميائية

- اقرأ خطوات إجراء التجربة قبل وقت كاف من القيام بها، واستمع بعناية إلى توجيهات أستاذ المادة، واحرص على تدوين متطلبات السلامة الخاصة بالتجربة في دفتر الملاحظات الخاص بك.
- لا تشم أي مادة كيميائية بشكل مباشر، فعندما يطلب منك أن تشم مادة ما، استخدم يدك لتوجيه الأبخرة نحو أنفك وشم بلطف.
- لا تقم أبدا بإعادة الكواشف إلى الحاويات أو العبوات الأصلية لها بعد أن أخذتها منها.

التعامل الأسلم مع الأدوات

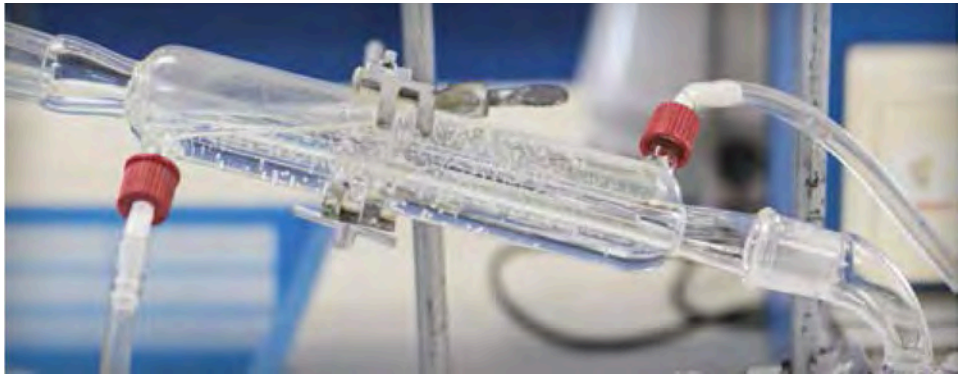
- لا تقم أبدا بامتصاص المادة عن طريق الفم ، و لكن استخدم الماصة اليدوية أو الكرة المطاطية للمص .
- لا تستخدم السخانات الكهربائية مع أسلاك مكشوفة أو تسليك خاطيء.
- قم بفحص خراطيم موقد بنسن و خلوها من الثقوب.
- أضمن دائما على القيام بتحميل متوازن لأنابيب الإختبار في أجهزة الطرد المركزي.

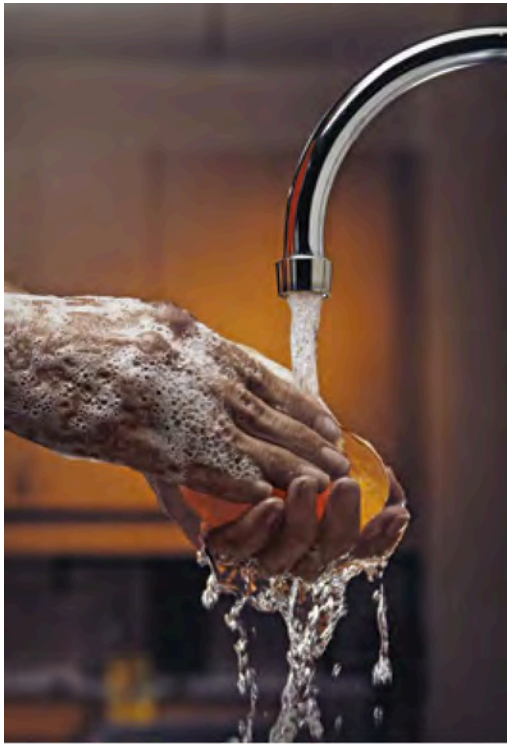
الضوابط الهندسية ومعدات الوقاية الشخصية

- احرص دائما على ارتداء النوع الصحيح من حماية العينين عند العمل في المختبر. سوف يخبرك أستاذ المادة مستوى حماية العينين المطلوبة.
- ارتد معاطف أو مراييل مخبرية مقاومة للمواد الكيميائية إذا طلب منك ذلك.
- العمل في خزانات طرد الغازات وفقا للتعليمات.

الترتيب و التنظيم الأنسب

- قلل من مخاطر التعثر عن طريق الحفاظ على الممرات خالية من حقائب الكتب وغيرها من المخاطر التي تعيق الحركة.





- امنع الانسكابات عن طريق إبقاء المواد الكيميائية والأجهزة بعيدا عن حواف طاولات العمل المخبرية أو غيرها من مساحات العمل.
- تخلص من النفايات الخطرة كيميائيا حسب التعليمات، واطلب دائما التوجيهات إذا كنت غير متأكد من معلومة ما.
- قم دائما بغسل المعاطف المخبرية أو غيرها من الملابس التي تم تلويثها بالمواد الكيميائية بشكل منفصل عن الغسيل الشخصي العادي.
- امسح منطقة العمل الخاصة بك لتكون جاهزة للمستخدم التالي.
- نظف الانسكابات وفقا للتعليمات.

النظافة الأنسب

- لا تقم بإعداد أو تخزين(ولو مؤقتا) الطعام أو المشروبات في مختبر الكيمياء.
- لا تأكل أي أطعمة أو تشرب أية مشروبات عندما تكون في مختبر الكيمياء.
- لا ترتدي أو تأخذ معطف المختبر أو ملابس المختبر في المناطق التي يُتناول فيها الطعام.
- لا تقم بمضغ العلكة أو تستعمل المسواك أو تدخن أو تستعمل مستحضرات التجميل أو بلسم الشفاه في المختبر. كن على علم بأن مستحضرات التجميل والمواد الغذائية ومنتجات التبغ في العلب المفتوحة يمكن أن تمتص الأبخرة الكيميائية.
- لا تضع يديك أو قلمك على وجهك أو فمك أثناء العمل في المختبر.
- لا تتعامل مع العدسات اللاصقة في المختبر، إلا لإزالتها عندما تتطلب حالة الطوارئ استخدام نافورة العينين أو دش السلامة.
- احرص دائما على غسل يديك و ذراعيك بالماء والصابون قبل مغادرة المختبر، حتى لو كنت مرتديا قفازات.

التأهب للطوارئ

- تعرف بشكل كامل على مواقع واستخدامات معدات ومرافق السلامة مثل المخارج وطرق الإخلاء ودش السلامة ونوافير غسيل العينين وطفايات الحريق أدوات التخلص من المواد المسكوبه.

المراجع

[1] Dartmouth Toxic Metals Superfund Research Program. A Tribute to Karen Wetterhahn. www.dartmouth.edu/~toxmetal/about/tribute-to-karen-wetterhahn.html (accessed March 6, 2017).

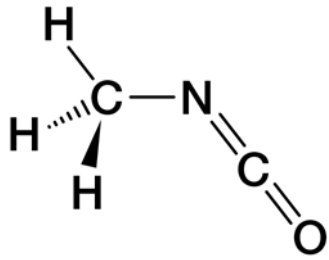
الدليل إلى المخاطر الكيميائية

المقدمة

المواد الكيميائية هي الأدوات التي يستخدمها الكيميائيون للقيام بأعمالهم، و كلما قرأت أكثر هذا الفصل، فإنك سوف تبدأ بفهم ما هي المخاطر الكيميائية. **فالخطر** أو المخاطر هي مصدر محتمل لخطر أو ضرر، فإذا لم يتم التعرف على المخاطر الكيميائية ، فإن هناك احتمالية كبيرة أن تحدث أحداث غير متوقعة تؤدي إلى إصابة شخصية و / أو تلف في الممتلكات. أما **الخطورة** فهي هي مزيج من احتمال حدوث واقعة غير مرغوب فيها ويتبعها عواقب شديدة إذا حدثت واقعة، وأيضا تواتر التعرض للخطر، و بكلمات أخرى الخطر هو إمكانية حدوث شيء ما يسبب الضرر و الخطورة هو احتمال حدوث الضرر. فوجود مادة كيميائية قد يكون لها خطر لا يعني بالضرورة أننا نستبعدها و لا نستخدمها في المختبر. ومع ذلك، فإن الخطر غير المتحكم فيه يزيد من التعرض للمزيد من الخطورة و التي تداعياتها قد تكون خطيرة جدا. ومن المثير للاهتمام، أن الخصائص المميزة التي تجعل المادة الكيميائية مفيدة هي في كثير من الأحيان نفسها التي تجعل تلك المادة خطيرة، و لذلك ينبغي على الكيميائيين أن يتعلموا كيفية استخدام المواد الكيميائية التي توصف بأنها ذات مخاطر كبيرة و أن يتعاملوا معها بكل سلامة و أمان وذلك باستخدام مبادئ «رامب» المذكورة سابقا. و على الرغم من أن العديد من المواد الكيميائية لها مخاطر، ألا أن معظمها لا تشكل خطرا على حياتنا اليومية مع الاستخدام العادي، لأننا تعلمنا كيفية التعرف على المخاطر والتقليل من خطورتها.

إذا بدأت نقاشا مع أحد الكيميائيين حول المخاطر الكيميائية، فمن المحتمل أن تسمع حكاية واحدة على الأقل عن بعض الوقائع عندما كان شخص ما يتعامل مع وضع خطير ناجم عن استخدام المواد الكيميائية، فجميع المواد الكيميائية لها مخاطر مرتبط بها و يمكن أن تسبب ضررا إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح، حيث يستخدم الكيميائيون العديد من الطرق للتقليل أو السيطرة على الخطورة المرتبطة بالعمل مع المواد الكيميائية. و لمعرفة كيفية التعامل مع المواد الكيميائية بشكل صحيح، يجب عليك أولا أن تكون قادرا على تحديد وفهم المخاطر الحالية.

إن الواقعة الصناعية التي تعتبر الأسوأ على الإطلاق (على أساس فقدان الأرواح والمعاناة) يُوضِّح ما يمكن أن يقع عندما لا تُدار المخاطر بشكل صحيح. ففي ديسمبر من السنة ١٩٨٤، كان يخزن أربعون طنا من مادة إيزوسيانات الميثيل وهي مادة تتفاعل مع الماء، في خزان كبير في مصنع لمبيدات الحشرات موقوف عن العمل في مدينة بوبال بالهند، وقد تم إيقاف تشغيل المحطة، و من ثم تعطيل بعض خصائص السلامة التي تتحكم في مخاطر محتويات الخزان. وعندما تسرب الماء إلى داخل الخزان حدث تفاعل عنيف جدا مع المادة الكيميائية ، حيث تسربت الغازات السامة في المجتمع المحيط. وفي أعقاب ذلك قُدِّر أن عدد الذين لقوا حتفهم على



الفور هم ٣٨٠٠ شخص ، و توفي ١٥٠٠٠ في وقت لاحق، وأصيب ٥٠٠،٠٠٠ شخص بأمراض مختلفة، كما أن الآثار الطويلة الأمد لا زالت تعصف بشعب بوبال اليوم. فالماء هو مذيب عالمي وهو الأساس للحياة على الأرض و لا نستطيع العيش بدونه ، ومع ذلك، و في ظل الظروف التي وقعت في بوبال، فإن المياه المختلطة مع إيزوسيانات الميثيل سبب بحدوث تفاعل شديد و خطير تسبب بحدوث كارثة.

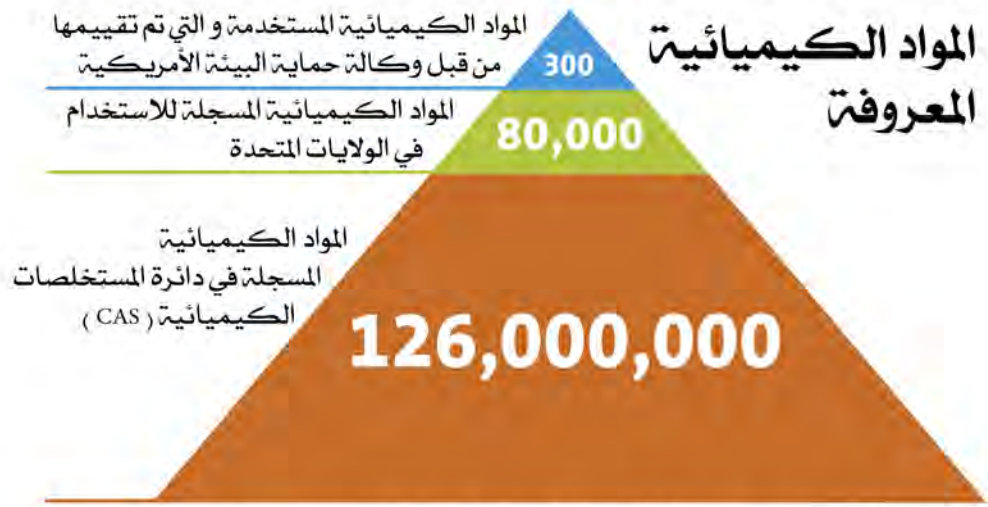
وحاليا يستخدم النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية(GHS) و الذي تم اقراره في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٢، لتحديد المخاطر الفيزيائية والصحية والبيئية لكل مادة كيميائية تم تصنيعها أو بيعها في الولايات المتحدة. فقد تم تطوير النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية (GHS) لعدة أسباب وكان من أهمها الحد من المخاطر التي تظهرها المواد الكيميائية في مكان العمل عن طريق تحسين نوعية المعلومات المعروفة وتوحيد الطريقة التي يتم بها إبلاغ العمال عن المخاطر الكيميائية. و يقع على عاتق الشركة المصنعة أو المستوردة مسؤولية تحديد الخطر (المخاطر) لكل مادة كيميائية تنتجها أو تبيعها. كما أن الأمر متروك للمستخدم (أنت) لفهم المعلومات تلك المعروضة على الملصق و المقدمة في بطاقة بيانات السلامة (SDS) .

هناك أكثر من ١٢٦ مليون مادة كيميائية تم تسجيلها في دائرة المستخلصات الكيميائية (CAS) و هي فرع من فروع الجمعية الكيميائية الأمريكية ، و هذا الرقم يزداد بصورة ملحوظة سنويا . و طبقا لبرنامج السموم الوطني و هي الوكالة التي تُقيِّم التأثيرات الصحية للمواد الكيميائية ، فإنه هناك أكثر من ثمانين

ألف من المواد الكيميائية المسجلة يتم استخدامها في الولايات المتحدة و هذه الرقم يزداد سنويا بمعدل ألفي مادة كل سنة.
و بين تلك المواد المستخدمة القليل جدا منها فقط تم تقيمها على أنها تسبب ضررا. ويعتقد أن عدد قليل نسبيا من المواد الكيميائية المستهلكة و التي نتعرض لها أثناء الاستخدام اليومي تشكل مخاطر صحية على مستويات الاستهلاك هذه. ومع ذلك، قد يكون الخطر ذو أهمية كبرى للذي يعمل في المختبر و يستخدم الشكل النقي للمادة الكيميائية التي تم تقييمها جزئيا إذا لم تتخذ خطوات لتقليل مخاطر التعرض لها .
إن كل مادة جديدة يُسجل لها رقم سجل خاص في دائرة المستخلصات الكيميائية و أيضا كل مادة لها مخاطرها التي تميزها. وإذا كنت تنوي منع الوقائع عند العمل مع المواد الكيميائية في المختبر، فإن عليك أن تبدأ في فهم و التعرف على الخصائص الخطرة للمواد الكيميائية التي سوف تعمل معها. كما أنك في مقررات مختبرات الكيمياء العضوية والتمهيدية، سوف تتعامل مع العشرات أو أكثر من المواد الكيميائية، فكيف يمكن أن يتوقع منك أن تعرف الخصائص الخطرة للكثير من المواد الكيميائية المختلفة؟ الجواب هو التصنيف، حيث يمكن فرز الخصائص الخطرة لجميع المواد الكيميائية في عدد قليل من التصنيفات.

علامات أم أعراض

هل تدرك الفرق بين علامات التعرض أو أعراض التعرض؟
علامات التعرض هي خارجية، وبالتالي فهي مرئية للآخرين. وهي موضوعية وفي بعض الحالات قابلة للقياس. بعض الأمثلة على علامات التعرض هي التهابات في الجلد، و تورم، و زيادة أو نقصان في معدل التنفس، العطس، السعال، و ماء في العيون. و عادة تكون العلامات عادة مؤقتة وتختفي عند إزالة مصدر التعرض.
أما أعراض التعرض فهي داخلية وبالتالي فهي ليست واضحة أو مرئية للآخرين، وهي ذاتية بنفس الوقت، و من الأمثلة على الأعراض الصداع، والدوخة، والألم.



على الرغم من أن الشكل ليس تناسبيا ، ألا أنه يوضح أنه في حين أن هناك الملايين من المواد الكيميائية المعروفة، فإننا نتعرض لعدد قليل جدا منها في حياتنا اليومية و القليل جدا جدا منها تم تقييمه بالكامل بأنها خطر على البشر. على سبيل المثال، دعونا نقول أن حوض سباحة دائري مساحته 24 قدم بارتفاع 4 أقدام يحتوي على 13,600 غالون من الماء . و هذا ما يمثل الـ 126,000,000 مادة كيميائية معروفة. من بين 13,600 غالون من الماء هناك فقط 8 غالونات ماء أو ما يعادلها 80,000 من المواد الكيميائية في الاستخدام التجاري. و من بينها أيضا فقط حوالي 8 ملاعق كبيرة أو نصف كوب من حجم حمام السباحة كله ما يعادل 300 مادة كيميائية تم اختبارها بشكل مستفيض للسلامة!

دعونا ننظر إلى التصنيفات الأربع الفرعية للمخاطر الكيميائية و هي السامة، و القابلة للاشتعال، و الكاوية، و التفاعلية. فبعض المواد الكيميائية خطرة فقط في واحدة فقط من تلك الأنواع السابقة، و البعض الآخر قد يكون أكثر خطورة و يحمل أكثر من نوع. فالعديد من المواد الكيميائية المستخدمة في مختبرات الكيمياء هي خطرة في نوع واحدة على الأقل ولكن درجة الخطر تختلف من مادة لأخرى – يمكن أن تكون كبيرة، صغيرة، أو بين. فمثلا، عند المقارنة بين الجازولين والكحول فيما يتعلق بالخطر المادي وهو قابلية الاشتعال ، نجد بأن كلاهما سوائل قابلة للاشتعال، ولكن الجازولين أكثر خطورة بكثير من الكحول. فالجازولين أسهل للإشعال وأكثر عرضة للاشتعال بعنف أو الانفجار مقارنة مع الكحول، و مع ذلك نستخدم الجازولين بأمان كل يوم. و مما سبق، يجب أن نفهم بأننا نستطيع و نعرف كيفية التعامل بأمان حتى مع المواد الكيميائية الخطرة.

في المستقبل : المخاطر الكبرى

عادة ما تكون المواد الكيميائية التي تستخدمها في السنة الأولى لدراستك للكيمياء ، قد تم اختيارها بعناية بحيث مستوى خطورتها يكون مقبولا للطلاب الحديثو العهد في علم الكيمياء بسبب كون أن الكلية قد قللت مستوى المخاطر في تلك التجارب. أما في السنوات القادمة و في مقررات دراسة الكيمياء المتقدمة و مجالات البحث العلمي فإن مستوى المخاطر المرتبط مع المواد الكيميائية التي تستخدمها سوف يرتفع. و في جميع الحالات يمكن للمرء أن يعمل بأمن و سلامة مع أي مادة كيميائية إذا تم معرفة المخاطر و تم فهم الخطورة و التقليل منها أو حتى إزالتها.

السمومية

التعرض للسمومية

من المعروف منذ زمن طويل أن التعرض لأي مادة بكميات كافية يمكن أن يكون مميتا. ففي القرن السادس عشر، كتب جراح عسكري و كيميائي يعرف باسم باراسيلسوس: «ما هو الشي الذي ليس ساما؟ كل شيء سام، ولا شيء بدون سمومية، فالجرعة فقط من تحدد السمومية من عدمها ». وهذا يعني أن جرعة التعرض (أو الكمية) للمادة الكيميائية هي من ستحدد التأثيرات السامة التي ستواجهها.

على الرغم من أن أي مادة لديها الإمكانية على أن تكون ضارة لأولئك الذين يتعاملون معها، إلا أنه هناك علاقات معقدة بين المادة وتأثيرها الفسيولوجي في كل شخص، و يُعرف العلم الذي يدرس الآثار الضارة للمادة على الكائنات الحية والنظام البيئي باسم علم السموم.

و هناك عدة العوامل تحدد كيف يمكنك ككائن حي أن تتفاعل عند دخول مادة كيميائية إلى جسمك. وتشمل تلك العوامل على سبيل المثال كيفية دخول المادة الكيميائية جسمك (تعرف باسم طريقة الدخول)، وكمية من المادة (الجرعة) وطول الفترة التي تتعرض لها للمادة الكيميائية (المدة)، والحالة الفيزيائية للمادة السامة (الشكل)، والعديد من العوامل الأخرى، مثل جنس الشخص المعرض، و درجة البلوغ ، والعمر، ونمط الحياة، و حالات التحسس للعوامل المختلفة التي يتأثر بها العضو، والعوامل التحسسية، و التصرف الفطري ، فكل ما سبق غيض من فيض ، و كلها تؤثرعلى شدة التعرض.

إن آثار السمية يمكن أن تكون فورية أو تتأخر إلى وقت لاحق، و يمكن أن تكون عكسية أو غير عكسية كما

المواد السامة

المادة السامة هي مادة كيميائية يمكن أن تسبب إصابات خطيرة للكائن الحي، و عادة يطلق على المواد السامة مصطلح السموم ، و لكن ذلك المصطلح له معان مختلفة و ممكن أن يسبب فهما خاطئا لبعض الأشخاص. فالكيميائي يعرف السم بأنها مادة تغير من نشاط المادة الحفازة المستخدمة في التفاعل. و بعض المنظمات مثل وكالة حماية البيئة تحدد متى يطلق مصطلح سم على ملصق المبيد الحشري اعتمادا على الجرعة القاتلة الخمسون لكل مسار دخول/تعرض للمادة الكيميائية (انظر في المستقبل : المصطلحات السمية و التنظيمية في نهاية هذا الفصل. كما أن المواد السامة التي تشتق من مصادر حيوية تعرف باسم السموم أو التوكسينات

يمكن أن تكون ضمن العضو أو على نطاق الجسم كله. وتختلف الآثار السمية من خفيفة وعكسية (مثل صداع من التعرض للوهلة الأولى لاستنشاق بخار خلات الإيثيل، الذي يختفي عندما يُستنشق الهواء النقي) إلى خطيرة و غير عكسية (مثل حدوث العيوب الخلقية عند التعرض المفرط للنيكوتين أثناء الحمل، أو السرطان عند التعرض المفرط للفورمالدهيد).

وباستثناء الحالات التحسسية، فإن التأثيرات السمية الناجمة عن التعرض للمواد الكيميائية تعتمد على شدة التعرض (تذكر باراسيلسوس). و بالعموم ، كلما زاد أو طالت مدة التعرض كلما كانت النتائج أكثر كارثية. وبالتالي، يمكنك تقليل أو حتى تجنب الضرر عن طريق التقليل من التعرض إلى الحد الأدنى.

الآن، دعونا نلقي نظرة فاحصة على بعض العوامل المذكورة أعلاه و التي يمكن أن تحدد كيف يمكن للتعرض للمواد الكيميائية أن يؤثر سلبا عليك.

مسار الدخول / التعرض

تحدد الطريقة التي ستدخل فيها المادة الكيميائية الجسم و المعروفة باسم مسار الدخول أو التعرض (ROE)، العوامل الأخرى للتعرض. و بالإضافة إلى ذلك، فإنه من المهم أن تعرف كيف يمكن أن تدخل مادة كيميائية إلى جسمك من أجل حماية نفسك من التعرض و ذلك لأن المخاطر الخاصة بك يمكن أن تقلل من خلال القضاء على أو تقليل من طرق التعرض.

و هناك أربع طرق يمكن من خلالها للمواد الكيميائية دخول الجسم:

الاستنشاق. يمكن للمادة الكيميائية أن تدخل الجسم من خلال الجهاز التنفسي عن طريق التنفس. و يمكن أن تكون المادة على شكل بخار أو غاز أو دخان أو ضباب أو غبار، و تعتبر هذه الطريقة من أكثر مسارات الدخول أو التعرض (ROE) شيوعا في مختبرات الكيمياء.

الإبتلاع. يمكن للمادة الكيميائية دخول الجهاز الهضمي من خلال الفم (شفويا). وطبعا من المستحيل أن يتناول (يأكل) المرء مادة كيميائية في المختبر عن قصد لأن هناك قواعد أساسية تمنع أكل المواد الكيميائية أثناء الوجود في المختبر. و يمكن أن تكون طريقة التعرض هذه للمواد الكيميائية من خلال الأكل أو مضغ العلكة أو استعمال مستحضرات التجميل، أو التدخين في المختبر (التي ليست مشكلة كبيرة كما كان في السابق) أو استعمال السواك أو تناول الطعام دون غسل اليدين بعد العمل

في المختبر. و بالتالي يتم القضاء على هذا المسار من خلال حظر الأكل والشرب في المختبر.

الامتصاص. عندما تلامس مادة كيميائية الجلد، فإن الجلد قد يمتصها. كما يمكن أيضا أن يقع امتصاص للأبخرة الكيميائية يمكن أن يقع أيضا من خلال العينين والأغشية المخاطية.

الحَقن. يمكن للمواد الكيميائية أن تدخل الجسم من خلال قَطع في الجلد بواسطة طرف حاد ملوث. و هذا يشمل القطع الحادة من كوب زجاجي مكسور ملوثة أو إساءة استخدام أداة حادة ملوثة، مثل السكاكين أو الإبر أو الحُقن.

الجُرعة

بالنسبة للمواد الكيميائية، تُعرف الجرعة بأنها كمية المادة السامة التي تم تعاطيها في وقت واحد. و عادة يتم الجرعة عادة يتم التقرير عن الجرعة بطريقة الكمية المتعاطاه لكل وحدة كتلة للجسم ، مثل مليجرام لكل كيلوغرام (ملج / كلج) و هذا يعني أنه يتم ربطها مع كتلة الجسم بحيث يمكن مقارنة الجرعة مع تقارير الجرع الأخرى. ولكن يمكن كتابة التقارير عن الجرعة بطرق أخرى باختلاف طرق التعرض الأخرى. فمثلا عادة ما يتم التقرير عن جرعات الجلد من حيث الكمية في مساحة سطح الجلد، مثل مليجرام لكل سنتيمتر مربع (ملج / سم^{٢}). كما يتم الإبلاغ عن الجرعات المنقولة جوا من حيث الكمية لكل وحدة حجم الهواء (التركيز)، مثل ميكروجرام لكل لتر (ميكروغرام / لتر) أو مليجرام لكل متر مكعب (ملغ / م^{٣})، أو جزء من المليون (جزء في المليون) لفترة معينة من الزمن.

مدة و تواتر التعرض

يمكن وصف الآثار الصحية الناجمة عن أي مادة سامة من خلال مدة التعرض و بدء التأثير. و يتميز التعرض الحاد بالاستيعاب السريع للمادة السامة من خلال جرعة واحدة أو أكثر خلال ٢٤ ساعة أو أقل. وعادة ما يكون التأثير الناتج لهذا التعرض في البداية مفاجئا و موضعيا ، و يمكن أن يكون مؤلما أو حادا أو حتى مميتا، و بالطبع ينتج ما سبق من خلال التعرض لمرة واحدة لتراكيز عالية جدا (انظر تعريف «الجرعة المميتة» في المستقبل: المصطلحات السمية والتنظيمية» في نهاية هذا الفصل).

وغالبا ما تكون آثار التعرض الحاد انعكاسية، بمعنى إذا استنشقت مادة سامة و عانيت مباشرة بصعوبة في التنفس ، فإن تنفسك يعود إلى وضعه الطبيعي عند مغادرة الغرفة والحصول على الهواء النقي، و يمكن تعريف ما سبق بأنه تعرض حاد أدى إلى حدوث تأثير حاد. و لكن إذا دخلت السمية مجرى الدم فإن ذلك يؤدي إلى تأثيرات على المستوى العضوي لعضوٍ ما في الجسم و الذي قد لا يظهر تأثيره على الفور. و في هذه الحالة، فإن التعرض الحاد قد يكون له تأثير لاحق أو تأثير مزمن (طويل الأجل).

و يتميز التعرض المزمن عادة بالتعرض المتكرر للجرعات المنخفضة و بمدة تقاس بالأشهر أو السنوات، و للأسف قد لا تكون آثار التعرض واضحة على الفور (يقال بأنها غدارة) و عادة لا يمكن عكسها.

الأعضاء المستهدفة

هي الأعضاء (الكلية أو الكبد أو الجلد أو العيون ...إلخ) أو الأجهزة (الجهاز التنفسي أو الجهاز العصبي المركزي...إلخ) التي يمكن أن تتأثر مباشرة عند التعرض للمواد الكيميائية.

و يمكن تسمية السموم أو التوكسينات حسب العضو الذي تؤثر فيه ، فمثلا ذيفانُ الكَبِد (الكبد) ذيفان الأعصاب (الجهاز العصبي) أو الذيفان الدموي(الجهاز الدموي) السم الكلوي (الكلية) و المطفر (المواد الجينية) و الماسخ(الأجنة) .

و يُعرف علم الحرائك الدوائية بأنه دراسة لكيفية معالجة الجسم للمواد التي يتعرض لها، وبمجرد دخول المادة الجسم، فإنها سوف تمر من خلال مسار محدد حيث الامتصاص، و الانتشار، والتمثيل الغذائي، و الاطراح. فسرعة و مدى و مكان عملية الامتصاص و الأعضاء التي انتشرت فيها المادة ، و كيفية التمثيل الغذائي لها إن حدث أو لم يقع (أي تحويلها إلى مواد أخرى) و ما هي نواتج عملية الأيض ، ومدى سرعة طرحها أو التخلص منها خارج الجسم ، كل ما سبق سوف يؤثر جميعا على كيفية تأثير سمومية المادة على الفرد.

مجموعات المواد الكيميائية المعروف عنها بأنها مثيرة للتأثيرات السمية

تأثير تآزري أو التشاركي و يقع عندما تتحد مادتين أو أكر و ينتج عنها مجتمعة أثرا سلبيا أكبر من المتوقع إذا ما تم التعرض لها فرادى . و مثال على التأثير التشاركي هو ما ينتج عند التعرض للكحول والمذيبات التي تحتوي على الكلور: فالكحول في هذه الحالة يعمل على زيادة سمية المذيبات المكلورة . كما أنه يمكن أن يقع العكس تماما ، فمثلا يمكن لمادة سامة ما أن تقلل من تأثير مادة سامة أخرى ، و هذا ما يعرف باسم التأثير المضاد. و هناك العديد من آليات التأثير المضاد ، و من الأمثلة على ذلك استخدام الإيثانول كمضاد لتأثير الميثانول ، و حيث أن نواتج الأيض للميثانول سامة جدا و بسبب كون الإيثانول هو المفضل من ناحية التمثيل الأيضي ، فإنه يمكن أن يطرح الميثانول خارج الجسم.

أما **المواد المسببة للحساسية** فهي العوامل التي ينتج عنها ردود فعل في المناعة و التي يمكن أن تتعامل معها في المختبر. و يمكن على سبيل المثال أن تسبب المواد المثيرة للحساسية أمراضا في الجهاز التنفسي كالربو مثلا أو أن تعمل على حدوث إلتهابا في الجلد إذا ما لامست الجلد (الأكزيما مثلا) . كما أن ليس الجميع عرضة لمسببات الحساسية. ويقال أن المادة كيميائية تكون مسببة للحساسية إذا أثارت الحساسية عند عدد كبير من الناس، فمثلا تعتبر شجرة السماق السام مثيرة للحساسية للجميع . فمن المواد الكيميائية و التي تعتبر مثيرة للحساسية و التي يمكن أن تتعامل معها في المختبر هي معادن النيكل والكبريت ومركباتها و مركبات الساليسايلات (الأسبرين و الونترجرين –شاي كندا– و هي نبتة دائمة الاخضرار بيضاء الزهر و حمراء الثمر و تعتبر مصدر طبيعي لساليسايلات الميثيل)، و الفورمالين (الفورمالدهيد)، و اللاتكس (الذي أصبح يستخدم بوتيرة أقل حاليا). وعلى ما سبق فإنه يجب عليك أن تخبر أستاذ المادة إذا كنت تعرف أو حتى تشك بأنك قد تكون حساسا للمادة الكيميائية التي سيتم استخدامها في المختبر الخاص بك – و هذا سبب آخر لماذا يتحتم عليك قراءة خطوات إجراء التجربة قبل المجيء إلى المختبر.

الغازات المسيلة للدموع و هي مواد كيميائية تسبب تدمع غزير للعينين بسبب تأثيرها الحاد على الغدد الدمعية. فعلى الأغلب تعاملت مع هذا النوع من المواد مثل مادة (١–سلفانيل البروبان) إذا قمت بتقطيع البصل في وقت سابق. فالتدميع هو استجابة بيولوجية للتخفيف من مادة مزعجة دخلت العين ، و لكن في أغلب التعرضات الشديدة للغازات المسيلة للدموع لا يقع أي ضرر دائم للعينين. فإذا كانت المادة مسيلة للدموع وجب الإشارة إلى ذلك في ملصق العبوة التي تحتويها و في بطاقة معلومات السلامة. فالنظارات ليس بالضرورة قادرة على منع هذه الأبخرة من الوصول إلى عينيك ، و لذلك وجب عليك التعامل مع هذه المواد في خزانة طرد الغازات، كما يجب شطف الأدوات الزجاجية في خزانة طرد الغازات قبل إزالتها ليتم غسلها في الحوض. كما يجب عليك دائما غسل يديك في نهاية العمل المختبري، ولكن من المهم بشكل خاص عند التعامل مع هذه المواد الكيميائية أن تضمن أنها لن تلامس عينيك.

يمكن **للمذيبات العضوية** أن تخترق الجلد و أن يتم استنشاقها بسهولة ، وبالتالي فإنها تشكل خطرا على الصحة بالإضافة إلى خطر القابلية للاشتعال. فالعديد من المذيبات العضوية يمكن أن تخترق الجلد السليم و تُستنشق بسهولة عندما تكون متطايرة بما فيه الكفاية، وبالتالي فإنها تُشكل خطرا على الصحة بالإضافة إلى خطر القابلية للاشتعال الناجمة عن العديد من هذه المذيبات. و عندما تكون على اتصال مع الجلد، فإن معظم المذيبات العضوية تسبب الجفاف والتكسير. كما أن الأبخرة الناتجة عن جميع المذيبات العضوية سامة و البعض منها أكثر سمومية من الآخر. وتشمل العلامات والأعراض النموذجية للتعرض المفرط لأبخرة المذيبات العضوية: الصداع، والدوخة، و صعوبة في النطق، و تأثيرات في التنفس أو تغير في معدل ضربات القلب، وفقدان الوعي، ونادرا الموت. أما الأعضاء الأكثر تأثرا من سمومية المذيبات العضوية هي: الجهاز العصبي المركزي، والكبد، والكلى. لذلك تجنب ملامسة الجلد لهذه السوائل ، كما ينبغي العمل مع المذيبات العضوية في خزانة طرد الغازات للحفاظ على مستويات الأبخرة في هواء التنفس عند مستويات مقبولة. كما يجب اختيار القفازات الواقية بعناية للتأكد من أنها واقية بشكل كاف.

إن **للمعادن الثقيلة** العديد من الآثار السمية المعروفة. فقد لا تزال تتعامل مع عنصر الزئبق من خلال موازين الحرارة المكسورة (إذا كان المختبر الخاص بك لا يزال يستخدم مقياس الحرارة الزئبقي) أو من خلال تسرب الزئبق من مقياس المانومتر، و المستخدم لقياس الضغط في مختبر الكيمياء. و حاليا يتزايد عدد المختبرات التعليمية التي تستبدل الأدوات أو الأجهزة المحتوية على الزئبق السام ببدائل أكثر أمنا. فسمية الزئبق تراكمية عصبية، كما يمكن أن يكون التعرض للزئبق من خلال ملامسته للجلد أو من خلال استنشاق أبخرته ، و عندما ينسكب الزئبق فإنه يصبح من الصعب تجميع قطراته حيث أن بعضها صغير للغاية بحيث لا تلفت النظر. لذلك يجب أن يتم تنظيف الزئبق المتسرب على الفور وبشكل دقيق من قبل أفراد مدربين بشكل صحيح باستخدام معدات متخصصة وطرق كشف خاصة، و بناء على مسبق فإنه يجب عليك إبلاغ أستاذ المادة فورا إذا كسرت مقياس حرارة زئبقي أو شاهدت مقياس حرارة مكسور.

أما **المواد الخانقة** فهي مواد لديها القدرة على حرمان الجسم من الأوكسجين. فالخانق البسيط (مثل النيتروجين) يحل محل الأكسجين أو يقلل من مستويات الأكسجين في الهواء إلى مستوى غير متوافق مع الحياة. أما الخانق الكيميائي (مثل أول أكسيد الكربون) فإنه يمنع الجسم من استخدام الأكسجين المتوفر في الهواء أو يقلل من نقل الأكسجين في الجسم.

قابلية الاشتعال

المذيبات

المذيبات هي سوائل تُستخدم لتذويب أو تفتيت المواد الأخرى . و تعتبر المذيبات العضوية السوائل الأكثر استخداما و التي سوف تتعامل معها و خصوصا في مقررات مختبرات الكيمياء العضوية. فالعديد من المذيبات العضوية تُظهر مخاطر قابلة الاشتعال بشكل ملحوظ ، و من بين المذيبات العضوية القابلة للاشتعال الأسيتون و الهكسان و الميثانول و الإيثانول و الأسيتونيتريل ، و جميعها تُستخدم في المختبرات التعليمية و في المختبرات البحثية.

و يمكن تصنيف المذيبات العضوية إلى ثلاثة أنواع رئيسة : النوع الأول يحتوي على الهيدروجين

والكربون فقط و تعرف باسم المذيبات الهيدروكربونية، و النوع الثاني يحتوي الهيدروجين و الكربون بالإضافة إلى الأكسجين و تعرف باسم المذيبات الأكسجينية ، و النوع الثالث تحتوي على الهالوجينات و تعرف باسم المذيبات الهالوجينية . فالعديد وليس الجميع من المذيبات الهالوجينية مثل كلوريد الميثيلين و رباعي كلوريد الكربون و الكلوروفورم ليست قابلة للاشتعال و لكنها سامة جدا. أما المذيبات الهيدروكربونية مثل الهكسان و التولوين و الزايلين و كذلك المذيبات العضوية الأكسجينية مثل الميثانول و ثنائي إيثل الإيثر و الأسيتون فهي شديدة الاشتعال . و عليه لا تعتمد أبدا على العموميات حول مدى الاشتعالية، و دائما اقرأ الملصق على عبوة المذيب قبل أن تستخدمه حيث يُبين لك معلومات حول مدى قابلية الاشتعال.

و يجب أن ندرك جيدا بأن السائل القابل للاشتعال بحد ذاته لا يشتعل و لكن أبخرته نفسها هي التي تشتعل (الشكل الغازي للمادة الكيميائية). و يعتمد معدل انتاج السائل للأبخرة القابلة للاشتعال على معدل التبخر للسائل و الذي يزداد مع زيادة درجة الحرارة . و عليه فإن السوائل القابلة للاشتعال أكثر خطورة عند درجات الحرارة العالية مقارنة مع درجات الحرارة العادية، كما أن العديد من أبخرة المذيبات العضوية أكثر كثافة من الهواء و بالتالي يمكن أن تُسبب بالاشتعال الراجع أي أن الحريق ينتقل إلى مصدر الاشتعال. لذلك تذكر أنه عندما تصب السائل القابل للاشتعال فإنه بذات الوقت تصب الأبخرة غير المرئية القابلة للاشتعال و التي أن تواجدت بالقرب من مصدر للاشتعال فإنها سوف تشتعل بلحظتها .

يجب حفظ جميع السوائل و المواد الصلبة القابلة للاشتعال بعيدا عن المواد المؤكسدة و بعيدا عن مصادر الاشتعال مثل السخانات الكهربائية في خزانات طرد الغازات . و لا تقم أبدا بتخزين زجاجات أو عبوات المذيبات الأصلية في خزانة طرد الغازات التي تعمل فيها. و يجب تخزين المذيبات العضوية القابلة للاشتعال في درجة حرارة الغرفة في خزائن خاصة في المناطق الباردة أو في ثلاجات خاصة في المناطق الحارة ، ما لم يُطلب منك تخزين خاص مكتوب على العبوة من قبل الشركة المصنعة.

المواد الصلبة القابلة للاشتعال

بخلاف المواد الصلبة الذاتية الاشتعال (سيتم مناقشتها في فقرة النشاطية) ، فإن المواد الصلبة القابلة للاشتعال تحتاج إلى مصدر للاشتعال . فالعديد من الفلزات التي تُستخدم في المختبرات التعليمية مثل الحديد و المغنيسيوم و الكالسيوم و الألومنيوم قابلة للاشتعال ، و كلما كان الفلز مطحونا أكثر كلما زادت فرصة اشتعاله أكثر . فمن السهل اشعال الفلز و لكن من الصعوبة بمكان أن يتم إخماد اللهب المشتعل، حيث هذه الأمر يتطلب طفايات حريق خاصة . لذلك لا ترمي الفلزات المطحونة في سلة المهملات مع

المواد القابلة للاحتراق ، و في الحقيقة يجب عدم إلقاء أية مادة كيميائية في سلة المهملات العادية.

التآكلية (الإئتكالية)

المواد الكاوية

التآكل هو تلف تدريجي ناتج عن تأثير المادة الكيميائية على الجلد. و من الأمثلة على المواد الكاوية جميع الحموض القوية (مثل: حمض الهيدروكلوريك ، و حمض الكبريتيك وحمض النيتريك) وجميع القواعد القوية (مثل : هيدروكسيدالصوديوموهيدروكسيد البوتاسيوم) وبعض الحموض الضعيفة (مثل: حمض الخليك وحمض الكربونيك) و بعض القواعدالضعيفة(مثل:هيدروكسيد الكالسيوم).

فحتى التعرض البسيط للمادة الكاوية ممكن أن يتلف الأنسجة الحية، و تعتبر العيون الأكثر تعرضا لذلك ، فكلما كانت المادة الكيميائية حمضا أو قاعدةً أكثر تركيزا و/ أو كلما زادت مدة ملامستها للجلد كان التلف أكثر. فبعض الحموض أو القواعد تبدأ بعملية تلف الأنسجة خلال ١٥ ثانية ، لذلك فإنه يتوجب عليك أن تلبس النظارات الواقية المناسبة عند التعامل مع المواد الكيميائية الكاوية . كما أن المختبرات التي فيها يتم التعامل مع المواد الكاوية تكون مزودة بنوافير لغسيل العينين و بدشات السلامة موزعة على مسافات لا يتعدى زمن الوصول إليها العشر ثوان . و عليه فإنه يجب عليك قبل العمل في ذاك النوع من المختبرات أن تتعرف على أماكن وجود نوافير غسيل العينين و دشات السلامة و التدرب على التحرك إليها و أحيانا و عيونك مغلقة.

إن من أكثر المواد الكيميائية الكاوية التي سوف تتعامل معها بتراكيز مختلفة هي حمض الهيدروكلوريك و حمض الكبريتيك و حمض الفوسفوريك و حمض الخليك و حمض النيتريك و هيدروكسيد الصوديوم و هيدروكسيد الأمونيوم.

الحموض

عندما تقوم بتخفيف المحاليل المركزة للحموض يجب عليك أن تتذكر دائما أن تضيف الحمض إلى الماء ببطء و بالتحريك المستمر ، لأن درجة حرارة المحلول سوف ترتفع تدريجيا أثناء إضافة الحمض . فمثلا، ترتفع حرارة المحلول خلال تخفيف حمض الكبريتيك المركز إلى درجة حرارة عالية بحيث تتم العملية غالبا من خلال وضع الكاس في حوض من الثلج لمنع المحلول من الغليان و التناثر.

و بالإضافة إلى التآكلية، فإن العديد من الحموض الشائعة في المختبر لها خصائص خطرة أخرى، فمثلا تعتبر المحاليل المائية لجميع هاليدات الهيدروجين (HBr ، HCl ، HF و HI) سامة، ولكن يعتبر HF مصدر

المركز و المخفف

في الكيمياء ، يعني المصطلحين المخفف و المركز أشياء محددة جدا عندما يتعلق الأمر بالحموض.

تحضر المحاليل المائية للحموض عادة عند تركيز معين من خلال وزن الحمض المائي.، فمثلا يحتوي حمض الهيدروكلوريك المركز على ٣٧٪ (وزن/وزن) أو ١٢ مول/لتر. و كذلك حمض الكبريتيك المركز ٩٦٪(وزن/وزن) أو ١٨ مول/لتر .

و يمكن تخفيف المحلول المركز للحمض لأي تركيز أقل من تركيزه الأصلي و هنا يطلق مصطلح مخفف على المحلول الناتج. فالمحاليل التي تركيزها مثلا ٦ مول/لتر أو ١ مول /لتر تعتبر محاليل مخففة.

و عندما يتحدث الكيميائيون عن الحموض القوية أو الضعيفة فإنهم يشيرون إلى مدى تفكك الحمض و توافر البروتونات في المحلول . فالحموض القوية تتفكك ١٠٠٪ و الضعيفة تتفكك جزئيا.

فالحمض القوي ليس له علاقة بمصطلح مركز ، كما أن الحمض الضعيف ليس له علاقة بالمحلول المخفف . و سواء كانت الحموض مركزة أو مخففة ،قوية أو ضعيفة فإنها تسبب تلفا في الأنسجة و ذلك اعتمادة على مقدار الرقم الهيدروجيني (قوة الحمض) و على مدة التعرض و على مدى ارتباط الحمض بالبروتون.

قلق خاص لخطورته (انظر «في المستقبل: الحموض التي يمكن أن تكون خطرة بشكل خاص»). كما أن الأبخرة من هذه الحموض هي مهيجات خطيرة للجهاز التنفسي .

و يعتبر حمض الكبريتيك المركز عامل مزيل للماء قوي جدا ما عدا المحاليل المخففة جدا منه و التي يمكن أن تكون عوامل مؤكسدة (انظر قسم «التفاعلية»). أما حمض الفوسفوريك فهو حمض ضعيف و الحمض المركز منه هو سائل لزج، مثل حمض الكبريتيك و هو عامل مزيل للماء قوي.

كما أن حمض النيتريك أيضا عامل مؤكسد قوي ، و عادة يتفاعل أسرع من حمض الكبريتيك، و إذا حصل أن حمض النتيريك المخفف وقع على الجلد ولم يتم غسله تماما، فإنه يجعل الجلد بني مصفر بسبب تغيير طبيعة البروتين في الجلد. و قد تم مناقشة حمض النيتريك أيضا في قسم «التفاعلية».

القواعد

إن من أكثر القواعد شيوعا في المختبرات التعليمية هي هيدروكسيدات الفلزات القلوية والمحاليل المائية للأمونيا. فهيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم هي قواعد قلوية قوية و تسبب تلفا شديدا للجلد والعينين. أما المحلول المائي للأمونيا و المعرف باسم هيدروكسيد الأمونيوم فهو قاعدة ضعيفة ،

في المستقبل : الحموض التي يمكن أن تكون خطرة بشكل خاص

من غير المحتمل أن تتعامل مع حمض فوق الكلوريك أو حمض البكريك أو حمض الهيدروفلوريك(HF) في مقررات مختبرات الكيمياء للسنوات الأولى.

فكل من تلك الحموض لديها مخاطر شديدة و متعددة،كما أن استخدامها في مختبرات البحوث الأكاديمية ليست شائعة كما كان في السابق، ولكن عندما يكون هناك الحاجة إليها، فإن استخدامها وتخزينها يجب يكون بعناية فائقة. فالعواقب الضارة الناجمة عن سوء التعامل مع هذه المواد كبيرة ، وعليه فقد تم أيضا مناقشة حمضي فوق الكلوريك و البكريك أيضا في قسم «التفاعلية».

أما حمض الهيدروفلوريك HF فهو سام و يُمتص بسرعة من خلال الجلد ، حيث يعمل على اختراق طبقات الجلد و يتلف الأنسجة الداخلية ، كما أن الإصابة بالمحلول المخفف لحمض الهيدروفلوريك عادة ما يكون مؤلما لعدة ساعات و يتبع ذلك حروقا خطيرة، و آثار داخلية سلبية (بما في ذلك تلف العظام)، وآلام مبرحة. فالتعرض ما نسبة ٢٥٪ من الجسم لهذا الحمض يمكن أن يؤدي إلى الموت ، و عليه يجب عليك عدم التعامل مع HF دون أن يكون لديك فهم كامل للأخطار و التدرب على التعامل معه جيدا و لبس معدات الحماية الشخصية المناسبة، وضمان أن إجراءات السلامة لحالات الطوارئ قد تم التأكد منها.

و لكن أبخرة المحاليل المائية للأمونيا مهيجة وسامة ، كما أن المحاليل المائية للأمونيا مضرة بالعيون بشكل خاص.
إن جميع القواعد القوية كاوية ويمكن أن تُسبب حروقا كيميائية خطيرة و متلفة للعضو الذي تلامسه ، بما في ذلك العمى إذا رُشّت في العينين. فالقواعد لديها خصائص تحذير جيدة: فلمسها لزق بسبب عملية التصبن من الزيوت في جلدك، و بالتالي يجب عليك غسل الطرف المصاب بالماء حتى يزال ذلك الشعور. ومع ذلك، إذا لم تتم الإزالة عن طريق الشطف، فإن المحاليل القاعدية القوية قد لا تسبب آلاما إلا إذا كانت التلف كبيرا و شديدا جدا.

التفاعلية

إن للمواد الكيميائية القدرة على التفاعل مع المواد الكيميائية الأخرى وتحويلها إلى مواد جديدة ، و هذا هو الأساس لكل التجارب الكيميائية. إن التفاعل الكيميائي بحد ذاته ليس بالضرورة مصدر قلق، ولكن التفاعل غير المنضبط أو غير المتحكم فيه هو مصدر قلق كبير. و لإدارة التفاعل، يجب أن تتعلم كيفية التعرف على الخصائص المميزة للمواد الكيميائية، كما أنه لا تعتمد كل التفاعلات على تفاعل المواد الكيميائية مع بعضها البعض، فبعض المواد الكيميائية تتفاعل ذاتيا، والبعض الآخر غير مستقر و تتفكك بعنف إذا تم التأثير عليها بمؤثر خارجي ، فالتفاعلية تشمل جميع الخصائص التي ذكرت سابقا. و كما ذكر في مقدمة هذا الفصل، حتى المواد الكيميائية غير الخطرة (مثل المياه) يمكن أن تشكل خطرا إذا توفرت الظروف المناسبة.

المؤكسدات

أن واحدة من أكثر فئات المواد الكيميائية المتفاعلة و التي من المحتمل أن تتعامل معها حتى في مختبرات الكيمياء للسنة الأولى، هي تلك المصنفة كمؤكسدات. و هذه المواد إما أنها تمنح الأكسجين في التفاعل أو أنها تختزله (اكتساب الإلكترونات)، و بالتالي تسهيل عملية أكسدة (بفقدان الإلكترونات) مادة

في المستقبل : المواد الكيميائية غير المتوافقة و تخزين الكيماويات بطريقة سليمة

خلال تعلمك في هذا الفصل، فإن المواد الكيميائية لها خصائص خطرة يجب مراعاتها أثناء الاستخدام والتخزين. فمعظم التجارب في مختبرات الكيمياء تستخدم المواد الكيميائية التي تتفاعل مع بعضها البعض و هذه التفاعلات مفيدة وأحيانا، خطرة. فالحموض تتفاعل مع القواعد و العوامل المؤكسدة تتفاعل مع العوامل المختزلة، و عندما تنتج هذه التفاعلات مخاطر معينة، فإننا غالبا ما نشير إلى المواد المتفاعلة باسم «غير المتوافقة»، واعتمادا على درجة عدم التوافق، فقد يكون التفاعل معتدلا أو قويا جدا، وقد تم توثيق العديد من المواد الكيميائية غير المتوافقة في المنشورات العلمية وعلى شبكة الإنترنيت. ويمكن بسهولة العثور على المزيد من المعلومات من خلال البحث في الانترنيت عن «قائمة بالمواد الكيميائية غير المتوافقة» . كما أن هناك قائمة إضافية للعديد من المنشورات تم ذكرها في الملاحق.
ويلعب مفهوم عدم التوافق دورا هاما في كيفية تخزين المواد الكيميائية في المختبر البحثي أو مستودع المواد الكيميائية. فالميل الأول للتخزين هو تخزين المواد الكيميائية أبجديا أو طبقا للتجارب ، ولكن هذا الترتيب يمكن أن يؤدي إلى تخزين المواد الكيميائية غير المتوافقة بجانب بعضها البعض ، و بالطبع ذلك يولد حالة خطرة محتملة إذا تسربت أو كسرت عبوات المواد الكيميائية و اختلطت مع بعضها البعض. و لذلك فإنه يفضل تخزين المواد الكيميائية إلى فئات بحيث يتم فصل المواد الكيميائية غير المتوافقة جيدا عن بعضها البعض. ومرة أخرى، تتوفر معلومات عديدة عن هذا الموضوع بشكل مطبوع على الإنترنيت.

يحتوي على حمض النيتريك- لا تضيف المذيبات العضوية

لا نستطيع التحدث عن المواد الكيميائية الفعّالة دون أن نتحدث عن حمض النيتريك. فأنت على الأغلب سوف تتعامل مع هذا الحمض في سنوات دراستك الأولى في مختبر الكيمياء. فالعديد من الوقائع المؤسفة المرتبطة بحمض النيتريك تحدث كل عام في المختبرات التعليمية. و أغلب تلك الوقائع نتيجة للتفاعلات العنيفة التي تحدث بين حمض النيتريك و أغلب المواد العضوية الشائعة مثل الكحول الإيثيلي و الأسيتون و التي يمكن أن تتسبب في حدوث انفجارات خطيرة.

لا تقم أبدا بخلط حمض النيتريك مع أي مذيب عضوي . فأغلب الوقائع المسجلة هو نتيجة للتخلص غير السليم لحمض النيتريك في حاويات المواد العضوية أو حدوث العكس حيث يتسبب الأمر في اختلاطها مع بعضها البعض فتحدث الكارثة. لا تستخدم أبدا أي تُراب عضوي للتخلص من بقايا حمض النيتريك.

أخرى. و أثناء تعلمك للكيمياء ، فإنه سوف يطلب منك تعلم كيفية تسمية المركبات الكيميائية – بمعنى آخر لغة الكيمياء. فالعديد من المواد الكيميائية التي تنتمي إلى هذه الفئة لها أسماء تنتهي باللاحقة «ات» أو «يت» أو «يك» ، أو تبدأ بالبادئة «فوق»، وهذا مجرد وصف واسع ولا ينبغي أن يؤخذ على أنه يقين.

إن بعض المحاليل المؤكسدة الشائعة و التي قد تتعامل معها في تجاربك الأولى هي أملاح معدنية مختلفة من النترات و برمنجنات البوتاسيوم و فوق أكسيد الهيدروجين و البروم (في مختبر الكيمياء العضوية) و حمض الكبريتيك، و حمض النيتريك ، كما أن واحدة من المخاوف الخاصة مع العوامل المؤكسدة هو التخزين السليم لها ، حيث ينبغي دائما تخزينها بشكل منفصل عن أي مادة كيميائية أو أي مادة أخرى يمكن أن تتأكسد ، وهذا يشمل عدم تخزين الزجاجات على الرفوف الخشبية أو مع المذيبات القابلة للاشتعال.

المذيبات المشكلة لفوق الأكاسيد

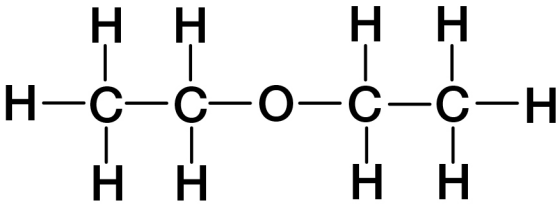
فوق الأكسيد هو مركب يحتوي على ذرتي أكسجين مرتبطتان مع بعضها البعض برابطة أحادية (-O-O-) وقد تكون على دراية أو أنك تعاملت مع أكثرها شيوعا و هو فوق أكسيد الهيدروجين. أما في حالة فوق الأكاسيد العضوية ، فإنه قد تم استبدال ذرة هيدروجين أو كلاهما بمجموعة عضوية . و تتميز جميع فوق الأكاسيد بنشاطها أو فاعليتها و لكن فوق الأكاسيد العضوية وعلى وجه الخصوص الأكثر نشاطا لأنها تُظهر مشاكل جمة بسبب عدم الاستقرار، و لكن من غير المرجح أن تتعامل مع هذه الفئة الخطرة من المواد الكيميائية في التجاربك الأولى ، و لكن قد تتعامل مع المذيبات التي يُمكن أن تُشكل فوق أكاسيد غير مستقرة عندما تتعرض للهواء أو الضوء مع مرور الوقت .

ويمكن لبعض المذيبات العضوية (مثل الأثيرات وبعض الهيدروكربونات الحلقية غير العطرية غير المشبعة) أن تُشكل فوق الأكاسيد الهيدروجينية أو فوق الأكاسيد القابلة للانفجار ، و هذه المذيبات خطرة بشكل خاص إذا تم تبخيرها إلى حد الجفاف.

فقد تستخدم في أحد التجارب ثنائي إيثيل الإيثير في مختبر الكيمياء العضوية، و هنا يجب على أستاذ المادة أن يتأكد جيدا بأن ذلك المذيب خال تماما من فوق الأكاسيد. ومع ذلك، إذا كان لديك أي شك حيال ذلك، أطلب المساعدة من أستاذك.و في أي حال و حتى تعرف أي المذيبات العضوية تشكل فوق الأكاسيد فلا تحرك أو تفتح العبوات القديمة من المذيبات العضوية إذا وجدتها أمامك.

فجميع فوق الأكاسيد العضوية قابلة للاشتعال بشدة، وبعضها حساس للصدمات و قابلة للانفجار.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن وجود فوق الأكسيد في المذيب العضوي قد يغير مسار التجربة بالكامل ، لذلك يجب عليك أن تخبرك أستاذ المادة فورا إذا رأيت بلورات حول غطاء العبوة أو بلورات في المذيب العضوي.



في المستقبل : مواد خطرة بشكل خاص

كما ذكر في قسم «التآكلية»، فإن بعض الحموض الأقل شيوعا، مثل تلك المدرجة أدناه، هي أيضا لديها مخاطر تفاعلية.

حمض فوق الكلوريك و هو عامل مؤكسد قوي جدا عند درجات الحرارة المرتفعة، ويمكن أن يتفاعل بشكل عنيف جدا لحد الانفجار مع المركبات العضوية وغيرها من العوامل المختزلة. فاستخدام هذا الحمض لعملية هضم العينة يتطلب تجهيزات خاصة و تدريب مسبق.

حمض البكريك و هو حمض صلب مع تركيب كيميائي مماثل لثلاثي نيترو التولوين (TNT) . لذلك يجب أن يبقى هذا الحمض دائما رطبا، لأن حمض البكريك الجاف قابل للانفجار . إذا رأيت زجاجة من هذه المادة الصلبة الخطيرة و لم تتمكن من تحديد حالتها الفيزيائية أو عمرها، على الفور طلب المساعدة من معلمك أو مستشار السلامة. فهذه ليست المادة الكيميائية التي يتم التعامل معها من قبل طالب غير مُدرب.

المواد الذاتية الاشتعال و هي مواد نشطة جدا و خطيرة جدا و إن كانت بكميات قليلة ، لأنها عرضة للاشتعال سريعا جدا (في غضون ٥ دقائق أو أقل) بعد ملامستها للهواء ،و عليه فإن هذه المركبات تتطلب تدريبا متخصصا قبل الاستخدام. ومن أمثلة على مثل هذه المركبات هي مركبات الليثيوم العضوية (مثال: محلول ثلاثي بيوتيل الليثيوم) و أيضا بعض المساحيق الناعمة جدا للمعادن (مثل: المغنيسيوم). **وينبغي استخدام هذه المواد فقط بعد التدريب الموثق المتقدم و مراقبة مباشرة من قبل أستاذ المادة.**

و عادة ما يتم الإشارة لهذه المواد في النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية بالرمز H250، انظر النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS .

كما لم يتم مناقشة **المواد الحساسة للصدمات و للاحتكاك** كفئة منفصلة على وجه التحديد، ولكن تم ذكر البعض منها في قسم «التفاعلية». فبعض المواد الكيميائية المعروفة في هذه الفئة (و على نطاق واسع) هي أزيدات المعادن، أملاح فوق الكلورات، و فوق الأكاسيد العضوية. فاستخدام هذه المواد يجب أن يتم على النحو المذكور أعلاه.

التعرف على مخاطر المواد الكيميائية : مصادر المعلومات

أستاذ المادة أو مستشار السلامة

إن أستاذ المادة أو مستشار السلامة المسؤول عن المختبر الذي تعمل فيه هو المصدر الهام للمعلومة حول السلامة الكيميائية. ففي لحظة دخول المختبر ، فإن أستاذ المادة يكون قد هيأ نفسه لشرح الأخطار المرتبطة بالمواد الكيميائية التي سوف تستخدم ، كما سوف يزودك بجميع التحذيرات و التنبهات التي بدورها سوف تقلل من الخطورة و تحد من التعرض للمواد الكيميائية.

النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS

إن الهدف من النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS هو توضيح المخاطر للمستخدمين ، و هنا تذكر مبادئ «رامب» حيث إدراك المخاطر و تقليل خطورة المخاطر. و يتطلب استخدام GHS للتعرف على المخاطر أن تكون ملما بالعناصر الأساسية للنظام . ففي نظام GHS هناك سبعة عشر تصنيف للمخاطر البدنية ، و عشرة تصنيفات للمخاطر الصحية و تصنيفين للمخاطر البيئية ، و ضمن كل تصنيف تم وضع الخطر ضمن فئة معينة استنادا على معايير مختلفة خاصة بهذه الفئة. و كل فئة تم الإشارة إليها برقم أو برمز ، مثلا من ١ إلى ٥ أو من A إلى E . **و في GHS كلما كان الرقم المرتبط بالفئة أقل ضمن كل تصنيف للمواد الكيميائية ، كانت المادة أكثر خطورة .**

كما تم توضيح فئات المخاطر للمستخدم من خلال الأشكال التوضيحية ، و عبارات بيان الخطر والعبارات الوقائية، و تحذيرات الإشارات التوضيحية. و تعتبر فئات المخاطر مفيدة بشكل خاص في تقييم المخاطر النسبية للأخطار، فمثلا، تصنف مادة أسيتونتريل في GHS تحت تصنيف سائل قابل للاشتعال (الفئة الثانية) مع رسم توضيحي للهب وكلمة «خطر» كمدلول للإشارة. كما أنه تم تصنيف هذا المذيب أيضا من الفئة الرابعة حيث مادة كيميائية سامة تدخل الجسم من قبل الفم. و تذكر أن الترقيم ١ أو A هو الترتيب الأكثر خطورة لتلك الفئة.

و تُعرف إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) المادة الكيميائية التي تُظهر خطرا بدنيا أو جسديا على أنها «مادة كيميائية تصنف على أنها تشكل أحد التأثيرات المخاطر التالية: قابلة للانفجار أو قابلة للاشتعال (غازات أو أيروسولات أو سوائل أو مواد صلبة) أو مؤكسدة (سائلة، صلبة، أو غازية) أو ذاتية التفاعل أو ذاتية الاشتعال (غازية، سائلة، أو صلبة) أو ذاتية التسخين أو فوق أكسيد عضوي أو آكلة للمعادن أو غازية تحت الضغط أو عند تفاعلها مع الماء تنبعث غازات قابلة للاشتعال أو غبار قابل للاحتراق. »

كما عرفت OSHA المادة كيميائية التي تظهر خطرا على الصحة بأنها «مادة كيميائية تُصنف على أنها تُشكل أحد التأثيرات المخاطر التالية: السمية الحادة (أي طريق للتعرض) أو كاوية أو مهيجة للجلد أو متلفة للعينين أو مهيجة للعينين أو مسببة للحساسة للجهاز التنفسي أو للجلد أو مسببة للطفرات الجينية أو مسرطنة أو مسببة تحورات في الأجنة أو مسببة لسمية عضو محدد (من خلال تعرض وحيد أو متكرر) أو خطرة على الرئة».

عناصر النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS

الأشكال التوضيحية : و هي عبارة عن صور توضح مفهوم معين ، و يستخدم نظام GHS تسعة أشكال توضيحية لتنبيه المستخدمين بصريا حول خطر المادة الكيميائية ، و قد تم توضيح جميع الأشكال التوضيحية لنظام GHS مع تصنيفات الخطر التي تعنيها من خلال الشكل المقابل . فمدى كل خطر لكل مادة كيميائية ضمن كل تصنيف يجب أن تقيم من خلال الشركة المصنعة ، فلو كانت درجة الخطر كبيرة بما يكفي ضمن

الأشكال التوضيحية لـ GHS و بيان مخاطرها

علامة التعجب

- مهيجة (للجلد و العينين)
- تسبب حساسية للجلد
- سمومية حادة (ضارة) تأثير تخديري
- مهيجة للقصبات الهوائية
- خطرة على طبقة الأوزون

قابل للاشتعال

- مواد قابلة للاشتعال
- مواد ذاتية الاشتعال
- مواد ذاتية السخونة
- مواد يصدر عنها غازات قابلة للاشتعال
- مواد ذاتية النشاط
- فوق الأكاسيد العضوية
- المواد الحساسة للصدمات و القابلة للانفجار

خطر على الصحة

- مادة مسرطنة
- مادة مطفرة
- مادة مسببة للحساسية
- مادة سامة على الأجنة
- مادة سامة لبعض الأعضاء
- سامة على التنفس

قابلة للانفجار

- المواد المتفجرة
- المواد الذاتية التفاعل
- فوق الأكاسيد العضوية

كاوية

- كاوية/حارقة للجلد
- متلفة للعينين
- آكلة للمعادن

مادة غازية فى اسطوانة

- غازات تستخدم تحت الضغط

ضارة بالبيئة (ليست إلزامية)

- السمومية المائية

سامة

- السمومية الحادة جدا (المميتة أو الضارة جدا)

مؤكسدة

- الغازات و السوائل و المواد الصلبة المؤكسدة

تصنيف معين فإن الشكل التوضيحي يجب أن يظهر على ملصق العبوة و في بطاقة بيانات السلامة (SDS) للمادة الكيميائية ، كما أنه ليس هناك أي عدد أقصى أو أدني للأشكال التوضيحية التي تحذر من خطر المادة الكيميائية .

عبارات بيان الخطر ، و هي عبارات قصيرة توضح الخطر البدني أو الصحي و / أو الخطر البيئي للمادة الكيميائية. فهناك عبارات محددة و قليلة لوصف الخطر و كل منها تم الرمز لها برمز هجائي رقمي حيث الحرف H يتبعه رقم معين.

العبارات الوقائية : و هي عبارات قصيرة توضح كيفية التعامل و تخزين المادة الكيميائية و التقليل من التعرض لها و كيفية التخلص منها. و العبارات التحذيرية أكثر من عبارات بيان الخطر ، و كل منها تم الرمز لها برمز هجائي رقمي حيث الحرف P يتبعه رقم معين.

تحذيرات الإشارة التوضيحية و هي كلمات تعطي مدلول سريع لخطر المادة الكيميائية في كل تصنيف ،

في المستقبل : فهم النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS

مع العديد من عبارات بيان الخطر و العبارات الوقائية كيف يمكنك أن تعرفها كلها؟ فالجواب البسيط على هذا السؤال هو أنه لا يتطلب منك حفظ الرموز ، لأن نص عبارات بيان الخطر أو العبارات الوقائية مطلوب تبيانها مع المعلومات التي تُرافق المادة الكيميائية الخطرة. ومع ذلك، إذا لم تر رمز H أو رمز P كحدة في مكان ما، فإن هناك طريقة سريعة لتحديد التصنيف الأساسي للمادة على الأقل.

تبدأ جميع رموز الخطر بالحرف H، تليها ثلاثة أرقام. حيث يشير الرقم الأول بعد حرف H إلى الأخطار ، حيث يمكن أن يحمل: الرقم (٢) و يدل على الخطر الجسدي أو الرقم (٣) حيث الخطر الصحي أو الرقم (٤) حيث الخطر البيئي. كما يمكنك أيضا معرفة كيفية التعرف على التجمعات الرقمية ضمن الفئة الواحدة. فعلى سبيل المثال، تشير الرموز من ٢٢٠ إلى ٢٣٠ إلى بعض أنواع مخاطر القابلية للاشتعال.

كما تبدأ جميع العبارات الوقائية بالحرف P، تليها ثلاثة أرقام. و هنا، الرقم الأول بعد حرف P إما أن يحمل الرقم (١) للإشارة لشيء عام أو الرقم (٢) للوقاية أو الرقم (٣) للاستجابة أو الرقم (٤) لطرق التخزين أو الرقم (٥) لكفية التخلص من المادة الكيميائية.

وهناك كلمتان مستخدمتان لتوضيح مدلول الإشارة و هما «خطر» و «تحذير» ، و ضمن تصنيف خطر معين فإن كلمة «خطر» تستخدم للأخطار الأكثر حدة و تستخدم كلمة «تحذير» للإشارة إلى الأخطار الأقل حدة.

ملصق الشركة المصنعة للمادة الكيميائية

إن آخر شيء يحول بين المستخدم و بين فهم للمخاطر يقع بين أصابع يديك ، ألا وهو ملصق الشركة المصنعة للمادة الكيميائية . و هذا هو سبب ربط معايير توضيح المخاطر لإدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) (29 CFR 1910.1200 الملحق ج) مع النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS ، و الذي ألزم أن يكون الملصق الذي يوضع على عبوة المواد الخطرة مطابقا للنموذج أو المعيار المعتمد. فمنذ الأول من حزيران للعام ٢٠١٥ ألزمت الشركات المصنعة أن يحتوي ملصق المواد الكيميائية الخطرة على عناصر محددة للملصق لتحقيق المعيار المعتمد.

و فيما يلي بعض المتطلبات الواجب توافرها في الملصق اعتمادا على عناصر النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS

- اسم المادة الكيميائية : و هو اسم المادة الكيميائية المعتمد من قبل الاتحاد الدولي للكيمياء التطبيقية و البحتة IUPAC ، و لكن ممكن أن يتم استخدام بدلا من ذلك الاسم الشائع أو التجاري ، كما يُذكر

أيضا الرقم التسجيلي للمادة الكيميائية في دائرة المستخلصات الكيميائية (CAS) . فاسم المادة الكيميائية يجب أن يتطابق مع ذلك المذكور في بطاقة بيانات السلامة (SDS) للمادة الكيميائية.

- تحذير وحيد للإشارة التوضيحية ، إذا لزم الأمر و كما يحدد من خلال مستوى الخطر في أي تصنيف، و على الرغم من أن المادة الكيميائية قد تظهر عدة أخطار ألا أنه يتم عادة اعتماد الخطر الأكثر تأثيرا و توضيحه على الملصق.
- عبارات بيان الخطر بصورة نص و ليس أرقام و رموز وعادة تكتب على الملصق ألا إذا تطلبت القوانين المعمول بها غير ذلك.
- العبارات الوقائية بصورة نص و ليس أرقام و رموز.

كما يمكن أن يشمل الملصق أيضا معلومات إضافية حول المخاطر كما تحددها الشركة المصنعة.

بطاقة بيانات السلامة (SDS) للمادة الكيميائية

تحت مظلة النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS ، عرَّفت إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) المادة الكيميائية الخطرة بأنها أي مادة كيميائية تم تصنيفها على أنها تشكل خطرا على الجسم أو على الصحة أو أي مادة خانقة بسيطة أو غبار قابل للاشتعال أو غاز ذاتي الاشتعال أو مادة تشكل خطرا لم يتم تصنيفه بعد.

إن بطاقة بيانات السلامة SDS للمادة الكيميائية الخطرة هي وثيقة تصف المخاطر الكيميائية والاحتياطات التي يجب اتخاذها لتجنب الضرر.

و تطلب إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) من أرباب العمل الحفاظ على بطاقة بيانات السلامة SDS لكل مادة كيميائية خطرة في المبنى، و أن تكون متاحة لأي موظف يطلب ذلك، و كطالب فإنه يمكنك أيضا طلب بطاقة بيانات السلامة SDS للمواد الكيميائية. كما أن الانترنيت جعل من السهل جدا البحث عن والعثور على بطاقة بيانات السلامة SDS و التي يمكن أن تكون تلك البطاقات تعليمية للغاية أيضا.

تقسم بطاقة بيانات السلامة SDS إلى ستة عشر قسما ، كما أن ترتيب سرد المعلومات المقدمة في بطاقة بيانات السلامة SDS تم الاتفاق عليه حسب اللوائح و القوانين، وبالتالي فإن المعلومات المقدمة هي موحدة نسبيا من مصنع إلى آخر. و يجب أن تكتب بطاقة بيانات السلامة SDS باللغة الإنجليزية مع وجود ترجمة لها باللغة المحلية إن لزم الأمر.

و تظهر الفقرة الجانبية المعنونة « تصميم بطاقة سلامة المادة» ملخصا للأقسام الستة عشر التي يجب أن تكون في بطاقة بيانات السلامة SDS .

تصميم بطاقة بيانات السلامة

فيما يلي ملخصا للمعلومات التي يجب أن تتوافر في بطاقة بيانات السلامة الخاصة بالشركة المصنعة للمادة الكيميائية. حيث قامت إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية بإعداد مختصر يوضح وصفا شاملا لما يجب أن يحتويه كل قسم

القسم ١ : الاسم و التعريف
القسم ٢ : معلومات عن الأخطار
القسم ٣ : معلومات عن التركيب الكيميائي و المكونات
القسم ٤ : معايير الأسعافات الأولية
القسم ٥ : معايير مكافحة الحريق
القسم ٦ : معايير الحوادث العرضية
القسم ٧ : التعامل معها و كيفية التخزين
القسم ٨ : التحكم بعوامل التعرض و الوقاية الشخصية
القسم ٩ : الخصائص الكيميائية و الفيزيائية
القسم ١٠ : الاستقرارية و التفاعلية
القسم ١١ : معلومات السمية
القسم ١٢ : المعلومات البيئية
القسم ١٣ : اعتبارات التخلص من المادة
القسم ١٤ : معلومات حول نقل المادة
القسم ١٥ : معلومات تنظيمية
القسم ١٦ : معلومات أخرى

في المستقبل : المصطلحات السمية و التنظيمية

عادة ما يتم وضع إرشادات تتعلق بعواقب التعرض للكثير من المواد الكيميائية ، كما يتم إرفاقها في بطاقة بيانات السلامة SDS إذا كانت معروفة. ويمكن أن تستند المبادئ التوجيهية أو الإرشادات على المعلومات الأساسية للمخاطر الصحية، والحدود القانونية أو الموصى بها للتعرض و التي حددتها وكالات مختلفة، أو الدراسات على الحيوانات. فحدود التعرض المسموحة PEL و قيم حدود العتبة TLV و المعدل الوزني مع مرور الوقت TWA و حدود التعرض قصيرة الأمد STEL و حدود السقف C value هي كلها لملوثات الهواء (تم شرحها في الأسفل) ، و عندما يتم تقييم القيم العددية ، لا تعتبرها و كأنها الخط الفاصل بين التعرض «الآمن» و بين التعرض «غير الآمن». كما أنه يجب أن تؤخذ عينات من الهواء لتحديد تلك القيم من نفس الهواء الذي تتنفسه. و بالنسبة لمعظم المواد الكيميائية فإن هذا ليس قياسا يمكن القيام به بسهولة ، و عليه فإنه في كثير من الحالات تجد في بطاقة بيانات السلامة SDS متكرر وجود عبارة «البيانات غير متوفرة» في قسم المعلومات السمية، و بالطبع لا تفترض أن ذلك يعني أن المادة «آمنة» ، و لكن ذلك يعني ببساطة أن المادة لم يتم تقييمها بعد بخصوص تلك القيمة المذكورة.

تشير الجرعة المميتة إلى مقياس التأثير السلبي على عدد محدد من حيوانات التجارب. فالجرعة القاتلة خمسون LD_{50} 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 تعرضت للمادة الكيميائية بطريقة غير الاستنشاق ضمن زمن معين . و في حالة الاستنشاق فإن الجرعة المميتة هي التركيز القاتل خمسون LC_{50} : و هي تركز المادة الكيميائية في الهواء و التي يتوقع أن تقتل ٥٠٪ من عدد حيوانات التجارب التي استنشقت المادة الكيميائية ضمن زمن معين .

حدود التعرض المسموحة (PEL) و التي قامت باعتمادها إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) ، وهي أقصى تركيز مسموح به لاستنشاق المواد السامة دون ضرر من قبل عامل يعمل لمدة ٨ ساعات في اليوم أو ٤٠ ساعة في الأسبوع طوال مدة عمله . و تعتبر قيم حدود التعرض المسموحة قيما قانونية يلجأ إليها في القضاء.

قيم حدود العتبة (TLV) و التي اعتمدت من قبل المؤتمر الأمريكي لأخصائي الصحة الصناعية الحكوميين ACGIH . فقيم حدود العتبة (TLV) تطوعية أو موصى بها ، وقد تختلف قيم حدود العتبة (TLV) عن قيم حدود التعرض المسموحة PEL. وقد لاحظت معظم السلطات أن قيم حدود العتبة TLV أكثر موثوقية للحماية من تلك لحدود التعرض المسموحة PEL لأنه تتم مراجعتها سنويا، في حين نادرا ما تتم مراجعة قائمة حدود التعرض المسموحة.

المعدل الوزني مع مرور الوقت TWA هي المعدلات الفعلية لتعرض العمال للمادة الكيميائية على مدار ٨ ساعات عمل.

حدود التعرض قصيرة الأمد STEL هو التركيز في جزء من المليون أو مليجرام لكل متر مكعب (ملج / م^3) و الذي لا ينبغي أن يتم تجاوزه لأكثر من فترة قصيرة (عادة ١٥ دقيقة) خلال ٨ ساعات يوم عمل.

يتم تعيين حدود السقف (قيم C) لبعض المواد الكيميائية ذات المخاطر الصحية الشديدة. فالحد الأقصى للسقف هو قيمة لا يجب تجاوزها في أي وقت، بغض النظر عن المدة.

الخلاصة

إن لجميع المواد الكيميائية خصائص خطرة مرتبطة بها ، و قد أكدت إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) على لوائح الولايات المتحدة اعتماد النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS لتصنيف المخاطر الكيميائية إلى ثلاث فئات واسعة: المخاطر البدنية والصحية والبيئية. و ضمن التصنيفات الرئيسة للمخاطر، فإن هناك العديد من الفئات الفرعية: السمية، القابلية للاشتعال، التآكلية، و التفاعلية. ويمكن أن تختلف المخاطر التي ينطوي عليها استخدام المواد الكيميائية من منخفضة جدا إلى عالية جدا ولكن يمكن إدارتها إذا تم تحديد المخاطر ووضع الضوابط في مكانها.

و عادة، تم تصميم تجارب الكيمياء للمراحل الدراسية الأولى والعضوية للتعامل مع المخاطر المعروفة. وبتوجيه من أستاذ المادة و بتطبيق الاحتياطات الموصي بها على ملصق المادة الكيميائية، فإنك ستتمكن من العمل بأمان في هذه المختبرات. و خلال تقدمك في دراسة علم الكيمياء، سوف تحتاج إلى معرفة كيفية إدارة المخاطر المتقدمة من خلال تطوير فهم أعمق لخصائص وسموم المواد الكيميائية الخطرة من خلال قراءة بطاقة بيانات السلامة SDS واستخدام أدوات تحليل المخاطر وأدوات إدارة الخطورة.

و عند العمل مع المواد الكيميائية في المختبر، فإنه من الحكمة دائما الحد أو تقليل التعرض للمواد الكيميائية، و يتم ذلك عادة من خلال فهم الخصائص الخطرة للمواد الكيميائية التي تتعامل معها ، و الالتزام بأفضل الممارسات أو الإجراءات المتبعة، وقراءة احتياطات السلامة في خطوات عمل التجربة و ارتداء معدات الوقاية الشخصية كما هو موضح في الفصل الثاني، و التعامل مع المذيبات العضوية المتطايرة في خزانة طرد الغازات و التي تحد من عملية استنشاقها و هي الطريق الأكثر شيوعا لدخول المواد السامة في الجسم.

وبصفة عامة، هناك أربع تصنيفات من علاقات التعرض–التأثير:

• التعرض الحاد و الذي يؤدي إلى تأثير حاد فوري (مثل التسمم بالسيانيد)؛

• التعرض الحاد و الذي يؤدي إلى تأثير حاد يظهر تأثيره لاحقا (مثل: جرعة زائدة من الأسيتامينوفين، والتي هي في بداية الأمر تكون غير ظاهرة و لكن خلال ٢٤–٤٨ ساعة يقع فشل في الكبد بعد عملية الابتلاع).

• التعرض الحاد الذي يؤدي إلى تأثير مزمن (مثال، التعرض الحاد لبعض المثيرات العصبية و التي أن تسهم في الاضطرابات العصبية المزمنة، مثل مرض باركنسون).

• التعرض المزمن الذي يؤدي إلى تأثير مزمن (مثال، تليف الكبد الكحولي).

و يجب أن تدرك أنه، كطالب جديد للكيمياء ، هناك قصورا في معلوماتك حول المخاطر الكيميائية. ففي الوقت الحالي أنت في مرحلة تعلم موضوع لا تعرف عنه شيء. و لحماية نفسك والآخرين، قم بطرح الأسئلة إذا كنت غير متأكدا، و أقرأ جميع المعلومات السلامة التي تعطى لك، بحيث يمكنك البدء في تعلم التعرف على المخاطر المرتبطة بالمواد الكيميائية التي تستخدمها.

وأخيرا، يجب أن تفكر بالمواد الكيميائية و كأنها أدوات مفيدة للكيميائيين ولجميع المجتمع. و في الواقع، تعمل المواد الكيميائية على إنقاذ الأرواح الكثيرين وتحسين نوعية الحياة لملايين الناس كل يوم. فإننا نحتاج إلى المواد الكيميائية ونستخدمها في الكثير مما نقوم به كل يوم، ويمكننا وكما يجب علينا أن نتعلم كيفية التقليل من خطورة الأخطار الكيميائية إلى أدنى حد ممكن، والحفاظ على سلامتنا وسلامة الآخرين.

المراجع

[1] Broughton, E. The Bhopal Disaster and Its Aftermath: A Review. Environ. Health. 2005, 4, 6. http://dx.doi.org/10.1186/1476-069X-4-6

[2] Chemical Substances – CAS REGISTRY. A Division of the American Chemical Society. www.cas.org/content/chemical-substances (accessed March 6, 2017).

[3] About NTP, National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human Services. http://ntp.niehs.nih.gov/about/index.html (accessed March 6, 2017).

[4] Fischetti M. The Great Chemical Unknown: A Graphical View of Limited Lab Testing. Scientific American, Nov 1, 2010. www.scientificamerican.com/article/the-great-chemical-unknown (accessed March 6, 2017).

[5] United Nations. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), Fifth revised edition, ST/SG/AC.10/30/Rev.5; New York and Geneva, 2013.

[6] OSHA. Hazard Communication Standard: Safety Data Sheets, 2012. www.osha.gov/Publications/OSHA3514.html (accessed March 6, 2017).

تقنيات مخبرية موصي بها

المقدمة

ناقشنا في الفصل الثالث بعض أنواع الأخطار الكيميائية البدنية و الصحية و البيئية و التأثيرات المتوقعة عند التعرض للمواد الكيميائية. لذلك يُركِّز هذا الفصل على كيف يمكن القيام بالتقنيات المخبرية و التعامل مع أغلب أدوات المختبر في مختبرات الكيمياء للمرحلة الجامعية الأولى بكل سلامة و أمان. ففي هذا الكتيب فإن التقنيات و النصائح المذكورة سوف تُركِّز على المواضيع الأكثر شيوعا للعامين الأول و الثاني لدراسة الكيمياء في الجامعة . كما أن هناك إشارة بسيطة للمواضيع المتقدمة التي يمكن أن تواجهها أثناء المراحل الجامعية المتقدمة في فقرات «في المستقبل» و لكن الغوص عميقا في تلك التقنيات المتقدمة يتعدى حدود هذا الكتيب . و عليه فإن المراجع المذكورة في الملحق توفر معلومات جيدة بخصوص هذا الموضوع.

و كما تم مناقشته في الفصل الأول، فإن نظام «رامب» يعتبر إطارا رائعا يُعتمد عليه عند العمل في المختبر ، فالسلامة من المواد الكيميائية يجب أن يكون في مقدمة الأولويات عند الجميع أثناء العمل المخبري. و هنا يجب تطبيق مفهوم «رامب» كلما أردت التحضير للعمل المخبري .

وبمجرد تحديد الأخطار و تقييمها، فإنه يجب التقليل منها أو العمل على التحكم فيها. كما أن الحد من المخاطر لتقليل الخطورة ينطوي عليه إضافة الضوابط أو وضع الحواجز بين العامل والخطر. فمعايير الضوابط هي ببساطة الخطوات المتبعة للقضاء على الخطر أو التقليل منه إلى أدنى حد. (لاحظ هنا أن المواد الكيميائية القليلة الخطورة أو الأقل خطورة المستخدمة في المختبر يمكن أن يكون لها أيضا تأثير إيجابي على البيئة، انظر

«الكيمياء الخضراء» ليس مجرد عبارة ملفتة للنظر».)، كما أن هناك ترتيب، أو تسلسل هرمي، من الضوابط، يستخدم لتحديد أولويات الخطوات التي ينبغي النظر فيها (انظر« التسلسل الهرمي للضوابط »).

و كطالب في المراحل الدراسية الأولى ، فإنه يجب عليك الاستماع بعناية إلى جميع التوجيهات واستكمال جميع الاستعدادات المخبرية قبل المجيء إلى المختبر. فاعمل على قراءة تفاصيل خطوات عمل التجربة بكل عناية قبل الحضور إلى المختبر ، واسأل أستاذ المادة قبل بدء التجربة إذا كان لديك أي مخاوف بشأن المخاطر المخبرية. فقد يطلب منك أستاذك أو المشرف على البحث الجامعي بمراجعة التقنيات المتقدمة لتجربة معينة، وقد يقدم لك إرشادات محددة لتتبعها لضمان سلامتك.

العمل مع المواد الكيميائية و الأدوات و الأجهزة

أن اتباع التوصيات التالية سوف تسهل عملك في المختبر و تجعل أدوات المختبر أكثر أمانا للاستخدام، مما يزيد من احتمال نجاح تجربتك. و كما تم توضيح في الفصل الثالث، فإن هناك العديد من المخاطر يُحتمل أن تكون مرتبطة مع

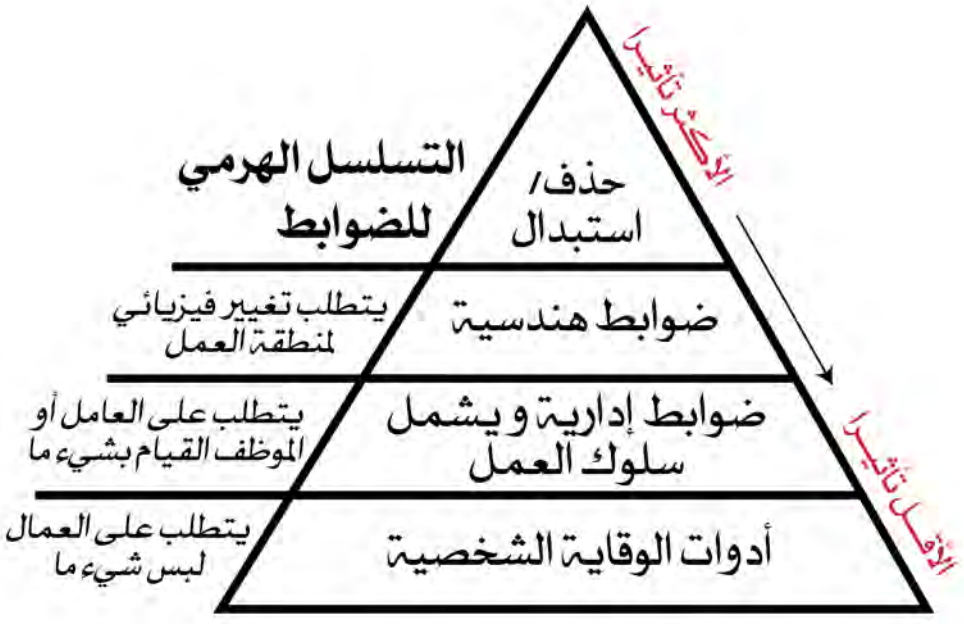
التسلسل الهرمي للضوابط

الاستبعاد : التصميم البسيط للمرافق أو اختيار المعدات أو للمواد الكيميائية البسيطة، أو عملية لإزالة المخاطر.

الاستبدال : استخدام مواد أقل خطورة أو خطوات عمل أقل خطورة ، مثل اختيار مذيب آخر يقلل من درجة حرارة التفاعل أو يقلل من الضغط أو استخدام مواد متفاعلة أقل سمية .

الإدارة: تطبيق الإجراءات والسياسات (إجراءات التشغيل القياسية)، والتدريب، والحد من أوقات التعرض، والانتباه إلى الموظفين القريبين أو الطلاب الآخرين، توفير الإشارات التحذيرية، وأفضل الممارسات للعمل، وعدم العمل وحيدا في المختبر ... الخ.

معدات الوقاية الشخصية : القفازات ، وأقنعة التنفس ، ومعطف المختبر ، ومريول المختبر ، والنظارات الواقية ، وسدادات الأذنين، وواقيات الوجه ...إلخ.



المواد الكيميائية المستخدمة في المختبر، كما أن الأدوات المستخدمة في التجارب يمكن أن تظهر أيضا المخاطرالواجب تفاديها، فيجب عليك أن تكون يقظا بشكل خاص لخطوات العمل في التجربة من حيث رفع أو خفض درجة الحرارة أو الضغط أو استخدام الأجهزة الكهربائية، أو استخدام اللهب المكشوف، و إذا كنت جديدا مع الأدوات المستخدمة، فلا تقم أبدا بتعطيل ميزات السلامة أو الوقاية المعمول بها على الأدوات.

الاهتمامات العامة عند العمل في المختبر

إثناء قراءتك لخطوات عمل التجربة، ركز على أي مصطلحات جديدة وعلى أي شروط عمل مخبرية جديدة و اعمل على الرجوع إلى المصادر المرجعية التي اقترحها أستاذ المختبر الخاص بك. و تأكد من أنك تعرف ما يجب القيام به إذا واجهتك أو واجهت أحد الطلاب الآخرين حادثا غير متوقعا (مثل : حدوث ارتفاع أو انخفاض مفاجئ في درجة الحرارة، أو زيادة في تدفق الغاز، وما إلى ذلك)، أو على سبيل المثال، إذا كانت خطوات العمل الخاصة بالتجربة تنص على أن درجة الحرارة يجب ألا تتجاوز درجة حرارة محددة و لم تفهم السبب ، فيجب عليك مناقشة ذلك مع أستاذك.

قم بتجهيز أدوات التجربة الخاصة بك بعيدا عن حافة طاولة العمل في المختبر، حيث يمكن بسهولة أن تقع على الأرض. كما اعمل على تثبيت أدوات المختبر كلما لزمت الحاجة. فمثلا : يمكن لقارورة إرلنماير أن توضع مباشرة على طاولة العمل المخبري، ولكن يجب أن يتم تثبيت الدورق الدائري بالمشبك بحيث يكون معلقا على حلقة دائرية أو وضعه على حلقة من الفلين.

التعرض غير المقصود للمواد الكيميائية

يمكن أن تنقل أو أن تصل المواد الكيميائية لك بشكل غير مباشر (وبشكل غير متوقع) من خلال مجموعة واسعة من الطرق. و من الأمثلة على عمليات النقل هي :

- يمكن نقل المواد الكيميائية الموجودة على يدك أو على القفاز بسهولة إلى قلم الحبر أو قلم رصاص في المختبر و من ثم نقلها إلى فمك إذا كنت في العادة تضع قلم الحبر أو قلم رصاص في فمك. عليك أن تتجنب هذه العادة.
- كما يمكن نقل المواد الكيميائية الموجودة على يديك إلى عينيك إذا قمت برفع نظاراتك بشكل عفوي لفرك عينك. كما يمكن للمواد الكيميائية على يديك أن تنقلها بسهولة إلى الهاتف الجوال أو الكمبيوتر. وعلاوة على ذلك ، قد ينقل الهاتف النقال المادة الكيميائية إلى وجهك إذا استخدمته في المختبر.
- إذا كنت مرتديا قفازات في المختبر و أصبحت ملوثة، فإن ذلك التلوث سوف ينتشر إلى كل شيء تلامسه في المختبر: أجهزة الكمبيوتر، الموازين، و أدوات التحكم في السخانات الكهربائية، و الأدوات الزجاجية، و الهواتف النقالة. ذلك يعني أن ذلك الأمر يسهل من عملية التلوث. كما يجب خلع القفازات فورا قبل خروجك من المختبر، وإلا فقد تلوث مقابض الأبواب وغيرها من المواد خارج المختبر.

فالغرض من القفازات هو أن تكون بمثابة حاجز إضافي لتجنب ملامسة المواد الكيميائية الجلد. و من الناحية المثالية، يجب أن لا تصبح ملوثة، ولكن إذا شككت في ذلك، يجب استبدالها فورا لتجنب السيناريوهات المذكورة أعلاه.

الأدوات الزجاجية العلمية

يجب أن توضح التعليمات أو التوجيهات التي يقدمها أستاذ المادة لك الحجم المناسب للأدوات الزجاجية لاستيعاب مواد التجربة التي يتعين عليك القيام بها، فإذا كان الحجم المحدد لك (على سبيل المثال، ٢٥٠ مل) غير متوفرا، فضع في عين الاعتبار أنه يجب عليك اختيار أداة زجاجية بديلة بحيث توفر حجم خالي على الأقل ٢٠٪ مع أضافة المواد طوال التجربة. وبالنسبة للتفاعلات الكيميائية، فإنه تستخدم الأدوات الزجاجية البوروسليكاتية (مثل بيركس أو كيماكس) لأنها قادرة أن تتحمل التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة و كذلك الصدمات الخفيفة دون أن تنكسر.

قم بتنظيف الأدوات الزجاجية قبل الاستخدام (انظر الفصل الثاني). و إذا كنت تشارك الأدوات الزجاجية مع طالب آخر فعليك التأكد من حالة الأدوات الزجاجية من حين لآخر. كما يجب عليك فحص الأدوات الزجاجية عن كثب للتأكد من خلوها من التشققات، و الخدوش قبل الاستخدام . فالعيوب الصغيرة في الزجاج يمكن أن يؤدي إلى فشل التجربة عندما يتم استخدام الحرارة، و عليه فإنه يتوجب عليك إبلاغ أستاذ المادة عندما يتم اكتشاف الأدوات الزجاجية المعيبة أو التالفة، لأنه في بعض الحالات، يمكن إصلاح الأدوات الزجاجية الخاصة بدلا من التخلص منها، كما يجب التخلص من الأدوات الزجاجية التالفة في حاوية للنفايات خاصة مناسبة المسمى مكتوب عليها «الزجاج المكسور فقط»، و سوف يوضح لك معلمك الإجراءات المتبعة لاستبدال الأدوات الزجاجية الخاصة بك.

واعمل على أن تحافظ على مساحة العمل الخاصة بك خالية من تجمع للأدوات الزجاجية وغيرها من الأدوات الأخرى، فالأدوات الزجاجية المستخدمة في التجربة فقط هي من تكون على طاولة العمل.

الكيمياء الخضراء» ليست مجرد عبارة ملفتة للنظر

ولدت الكيمياء الخضراء من رحم الثورة البيئية التي بدأت بجدية في منتصف القرن العشرين. وخلال هذه الفترة بدأ الجمهور يفهم ما يعرفه بالفعل العديد من العلماء و هو أن العديد من المواد الكيميائية ومنتجاتها المستخدمة لإنتاج المنتجات الصناعية المبهرة في الحياة الحديثة يمكن أن يكون لها آثار جانبية مدمرة على البيئة وصحة الإنسان إن لم تُدار بشكل صحيح.

وتماشيا مع مبادئ منع التلوث ومكافحته ، فإن الكيمياء الخضراء تنطوي على ممارسة إعادة تصميم العمليات لتقليل استخدام و إعادة تشكيل المواد الكيميائية الخطرة المعروفة. و تعتبر المادة الكيميائية أقل خطورة إذا كانت أقل سمية للبشر والبيئة، وغير قابلة للاشتعال، ولن تتراكم حيويا في البيئة.

و على الرغم من أنك قد لم تشارك بعد بنشاط في الكيمياء الخضراء ، فمن المرجح أن هذا المفهوم قد طُبق على التجارب التي تجريها في مقررات مختبرات الكيمياء العضوية والتمهيدية. وقد أدت تلك التعديلات إلى التقليل إلى الحد الأدنى من انتاج النفايات الخطرة، وتوفير ظروف عمل مخبرية أكثر أمانا واستهلاكا لكميات أقل من الطاقة والمياه، و التقليل أو إعادة استخدام المواد الكيميائية.

العمل مع السوائل أو الغازات القابلة للاشتعال

في كثير من الأحيان، يتشارك العديد من الطلاب مساحة محدودة في المختبر ، لذلك كن حذرا من الطلاب الآخرين و من معدات التجارب الخاصة بهم و من تحركاتهم أيضا في المختبر. كما تأكد من أنك تولي انتباها إلى مدى قرب زجاجات الكواشف من مصادر اللهب المكشوف أو مصادر الاشتعال أو المصادر الحرارة الأخرى، واطلب من أستاذك ما إذا كان يمكن أعادة تجهيز التجربة في مكان آخر أكثر أمنا في المختبر.

كما يجب تخزين المذيبات القابلة للاشتعال في خزانة خاصة للمواد قابلة للاشتعال إذا كان التخزين موصا به عند درجة حرارة الغرفة أو في ثلاجو خاصة في المناطق الحارة. و دائما قلل من كمية المذيبات المتوافرة خارج خزانات حفظ السوائل القابلة للاشتعال.

خزانات طرد الغازات المخبرية

إن خزانات طرد الغازات هي عبارة عن ضوابط هندسية موصى بها لجميع التجارب التي ينتج عنها الروائح الكريهة أو السامة أو الأبخرة القابلة للاشتعال . فمساحة خزانات طرد الغازات محدودة ، كما أن الخزانات التي تستخدم فعليا للتجارب يجب أن لا تستخدم لتخزين المواد الكيميائية أو النفايات، كما قد تكون خزانات طرد الغازات مزودة بأغطية زجاجية تنزلق جانبيا أو مزودة بغطاء زجاجي يمكن أن يرفع أو يخفض أو يمكن أن يتوفر كلا الغطاءين في نفس الوقت. ويسمى هذا الجزء من خزانة طرد الغازات باسم الوشاح. فبمجرد الإنتهاء من الإعداد للتجربة، فإنه يجب خفض الوشاح لأسفل أو إغلاقه قدر الإمكان لزيادة تدفق الهواء خلال مساحة العمل وبعيدا عن المستخدم. و يمكن للهواء المتدفق في خزانة طرد الغازات أن يتأثر بسبب وجود الأدوات غير المرغوب بها بالقرب من الزجاج أو أبواب الخزانة أو حتى من موقع الطالب بالقرب من الخزانة. و عليه فإنه يوصى أن يبقى الوشاح مغلقا قدر الإمكان، و أن يتم فتحه قدر الإمكان للوصول للأدوات و الأجهزة في الخزانة.

وقبل تجهيز الأدوات في خزانة طرد الغازات، تأكد من أن الخزانة تعمل بشكل صحيح. ، ولكي تعمل بشكل صحيح فإنه يتطلب الأمر التأكد من أن كلا من تدفق الهواء كاف و أنه لا يوجد أي اضطرابات المفرطة، بحيث يتم تعزيز احتواء المواد الكيميائية و التقليل من التعرض الشخصي لها. و إذا لم تكن متأكدا اسأل أستاذ المادة ما إذا كانت خزانة طرد الغازات تعمل بشكل صحيح أم لا. و ابق وجهك دائما خلف وشاح خزانة طرد الغازات عندما تكون التجربة قيد العمل. و عند وضع الأدوات داخل خزانة طرد الغازات، فإنه ينبغي وضعها بعيدا عن الحافة الأمامية للخزانة على الأقل ١٥ سم (٦ بوصة).كما أن العمل في الناحية الخلفية من الخزانة يجب في أي حال من الأحوال يجب أن لا يغلق أي فتحات للتهوية الخلفية، وكلما كان ذلك ممكنا، يجب أن ترتب الأدوات و الأجهزة بحيث تكون مرتفعة عن أرضية الخزانة بحيث لا تعيق تدفق الهواء فيها .

في المستقبل : الوقاية من الانفجارات

يجب أن تحمي خزانات طرد الغازات المستخدمين من التعرض للأبخرة السامة عند إغلاق الوشاح، و لكن الخزانة غير مصممة لتوفير الحماية الكاملة لك من الإصابات الجسدية في حالة حدوث انفجار كيميائي. و عندما يتطلب الأمر إجراء تجربة يمكن أن تؤدي إلى خطأ كارثي (الانفجار الداخلي أو الانفجار العادي)، فإنه يجب إجراء التجربة وراء الواقيات المخبرية الخاصة و المصممة لهذا الغرض. كما ينبغي أن تكون الواقيات مثبتة جيدا بحيث لا تتطاير أو تصبح قذيفة في حالة الخطأ الكارثي. و بالإضافة إلى ارتداء حماية للعينين، يجب عليك ارتداء حماية الوجه الكاملة عند التأكد من أن سير إجراء التجربة يمكن أن يتسبب بحدوث انفجار.

التقطير

هي عملية شائعة في المختبر لغايات فصل و تنقية السوائل. فعملية التقطير تتطلب تصميم دقيق و تركيب متقن للأدوات الداخلة في جهاز التقطير لتوفير أقصى درجات السلامة وتحقيق تقطير فعال وانتقاء جيد للأبخرة و تكثيف متتابع للمنتج المطلوب .

وتعتمد عملية التقطير على اختلاف سرعات التبخر لمكونات الخليط المراد تقطيره، و من المخاطر المرتبطة بعملية التقطير الضغط المتولد من تسخين السائل و تسخين المذيبات القابلة للاشتعال وبدء تفاعل طارد للحرارة وتسرب الأبخرة التي يمكن أن تشتعل و أيضا التسخين المستمر حتى الجفاف. لذلك اتبع بدقة شديدة التعليمات التي يزودك بها أستاذ المادة و اطرح عليه الاستفسارات التي تتعلق بالتجربة كلما لزمت الحاجة.

أن التسخين الهاديء والغليان على نحو سلس يُرغب به فيه لتجنب جَيَشان السائل. فالجَيَشان يدل على التسخين المفرط للمذيب و الذي لاحقا يطلق فقاعة بخار كبيرة، مما يجبر السائل على الخروج من قارورة الغليان. و بناء على ما سبق فقد يقترح عليك أستاذ المادة أن تضيف رقائق مانعة للجَيَشان إلى القارورة مستديرة القاع للتقليل من عملية الجَيَشان. و توفر رقائق الغليان مواقع التَنَوي لفقاعات الغاز و تمنع التسخين المفرط. كما أن التسخين الهاديء مع التحريك المستمر يقلل أيضا من عملية جيشان السائل. و قد يطلب منك أستاذ المختبر استخدام السخان الكهربائي المزود بمقلب مغناطيسي. تأكد من مراقبة درجة حرارة التفاعل، و لا تقم أبدا بتسخين السائل فوق درجة الحرارة الموصي بها في خطوات عمل التجربة.

في المستقبل : التشغيل غير المراقب للأجهزة

تتطلب مقررات مختبرات الكيمياء في المراحل المتقدمة مواد كيميائية أكثر خطورة و تفاعلات أكثر حدة. فالتفاعلات التي تُتْرك تعمل لوحدها دون رقابة طوال الليل تعتبر مصدر رئيس للحرائق و الانسكابات و الانفجارات أيضا. فلا تترك أبدا بعض الأجهزة مثل السخانات أو المقلبات الكهربائية أو أجهزة المانتل أو المكثفات المائية ، دون مراقبة و دون تزويدها بقاطع آلي يعمل في حالات الطوارئ ، و بمعرفة مسبقة من معلم المادة للتجربة و بموافقة منه. و تحقق من التفاعلات غير المراقبة من حين لآخر. و دائما اترك ملاحظة مكتوب فيها سبل التواصل معك بحيث يمكن لأستاذ المادة التواصل معك في حالات الطوارئ ، و تذكر أنه في منتصف الليل فإن الموظفين المناوبين لحالات الطوارئ يعتمدون في عملهم على معلومات دقيقة اعتمادا كليا .

الاستخلاص

يستخدم قمع الفصل الزجاجي على نطاق واسع لفصل المخاليط. لذلك انتبه جيدا لتعليمات أستاذ المادة حيال الطريقة المثلى لاستعمال قمع الفصل لغايات فصل المخاليط. و عموما لا تقم أبدا بتهوية أو تنفيس قمع الفصل بالقرب من اللهب أو أي مصدر للاشتعال ، كما تأكد من أن تكون أبخرة التهوية بعيدا عنك و عن زملائك في المختبر و أن تتم عملية التهوية في خزانة طرد الغازات. و عندما يتم استخدام مذيب متطاير، قم أولا بتحريك القمع المفتوح من أعلى و الذي يحتوي على المذيب بحركة دوامية حتى تسمح للمذيب بالتبخر و طرد الهواء. أغلق القمع من أعلى واحكم اغلاقه بوضع إصبعك على السدادة و أقلبه و إبدأ برج القمع بلطف من حين لآخر افتح صنبور القمع لطرد الهواء و البخار و كرر ذلك وأصبعك مثبت للسدادة. كرر ما سبق كلما لزمت الحاجة.

احتياطات استخدام الاجهزة الكهربائية

قبل أن تستخدم أي جهاز كهربائي قم بفحص العازل على السلك الكهربائي. و تاكد من كون القابس غير معطوبا أو مثنيا. و عندما تقوم بإزالة القابس من المقبس أو مأخذ التيار الكهربائي ، لا تقم بسحب السلك الكهربائي ، فقم بمسك القابس بقوة و أزله من المقبس إلى الخارج ، كما لا تقم بإزالة القابس و يدك مبلولة. و أيضا يجب الإبلاغ عن الأسلاك المتضررة أو الممزقة أو المتصدعة و عن الخلل الكهربائي أو عن أي ارتفاع درجة الحرارة في الجهاز على الفور إلى أستاذ المادة. و للحصول على الطاقة العادية (١١٠-١١٥ فولت التيار المتردد أو ٢٢٠-٢٤٠ فولت في البلدان الأخرى) للأجهزة ، يجب استخدام قابس ثلاثي الأطراف و مأرض و معزول جيدا. و بسبب خطر الصدمة القاتلة أو الحروق الكهربائية، يجب توخي الحذر عند التعرض لدارة حية حيث يمكن أن يكمن الخطر فيها. كما أن التيارات كهربائية منخفضة و التي تصل إلى ١ , ٠ أمبير قد تؤدي إلى صدمة قاتلة. إن الأجهزة الكهربائية الأكثر شيوعا في مختبرات السنة الاولى لخاصة بك ستكون السخانات الكهربائية أو السخانات الكهربائية مع مقلب مغناطيسي. و عندما يتم استخدام السخانات الكهربائية مع المقلب المغناطيسي، تذكر أن مظهر لوحة التسخين يجب أن لا يغير سواء كان الجهاز باردا أو ساخنا ، و عندما تقوم بنقل الجهاز من مكان لآخر ، قم بذلك بعناية فائقة من خلال حمل الجهاز من أسفل ، فقد تحرق نفسك إذا حملت الجهاز من أعلى خاصة إذا كان لوح التسخين ساخنا. قبل تشغيل السخان الكهربائي، تأكد من أن السلك ليس على اتصال مع لوح التسخين، كما أن معظم أدوات التسخين ليست بمأمن من الانفجار، لذلك يجب أن تُستخدم في خزانة طرد الغازات عند تسخين المذيبات العضوية بحيث تتم إزالة الأبخرة على الفور. و يجب الملاحظة هنا إلى أن زر التحكم بالمقلب المغناطيسي و زر التحكم في درجة حرارة السخان إلى حد ما يكونان متشابهان ، لذلك تأكد من التفريق بعناية أي منهما قمت بزيادته و أي منها قمت بخفضه ، كما تسمح بعض الموديلات بالتحكم في المقلب المغناطيسي بحيث يكون التدريج في زر التحكم من منخفض إلى الإيقاف الكامل ثم إلى السرعة العالية. و أخيرا قبل الخروج من المختبر يجب التأكد دائما من أن السخان الكهربائي توقف عن العمل تماما و مفصول من الكهرباء.

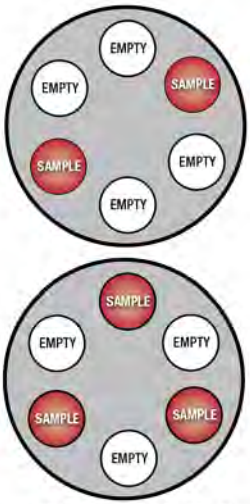
الثلاجات

يتم استخدام الثلاجات و المجمدات في المختبرات عندما يتطلب الأمر تخزين بعض المواد الكيميائية عند درجات حرارة باردة . فالملصق الظاهر على عبوة المادة الكيميائية سوف يخبر أي درجة حرارة مناسبة لتخزين المادة. و اعتمادا على نوع المختبر فإن تلك الأجهزة ممكن أن تصنف على أنها مخصصة لتخزين المواد القابلة للاشتعال . فالأجهزة المصنفة للاستخدام كأجهزة تخزين للمواد القابلة للاشتعال تحمي المواد التي فيها و عادة يتم الإشارة إليها بوضع ملصق يبين تصنيفها عليها.

كما يجب و تحت أي ظرف عدم تخزين المواد القابلة للاشتعال في الثلاجات غير المصنفة لذلك أو في الثلاجات المنزلية . فالمواد الكيميائية التي يحتفظ فيها في الثلاجات يجب أن توضع على صوان ذات حواف مرتفعة تحمي باقي المواد من التسرب، كما يجب و تحت أي ظرف عدم حفظ المأكولات أو المشروبات في ثلاجات حفظ المواد الكيميائية في المختبر. فإذا كانت التجربة تتطلب إختبارا على الأطعمة أو المشروبات فيجب إلصاق عليها ملصقا مكتوب عليه لا تصلح للاستهلاك الآدمي .

أجهزة الطرد المركزي

يجب أن توضع أجهزة الطرد المركزي على الجهة البعيدة من حافة طاولة المختبر بحيث لو حصل هناك أي اهتزاز عنيف في الجهاز و تسبب في حركته فإنه و أن «تحرك» من مكانه فسوف لن يصل للحافة ليقع. و لكن أغلب أجهزة الطرد المركزي الحديثة تتميز بأن لها أرجل شافطة بحيث تثبت الجهاز في مكانه عند الاهتزاز البسيط. كما أن التحميل المناسب للأنابيب في جهاز الطرد المركزي سوف يمنع من الدوران غير المستقر، فمستوى السوائل في أنابيب الإختبار الموضوعة في جهاز الطرد المركزي يجب أن تكون جميعا على نفس المستوى أو الارتفاع ، كما يجب أن توضع الأنابيب الممتلئة في مقابل بعضها البعض أو على شكل أطراف مثلث إذا لزم الأمر (انظر الشكل) ، و أيضا يجب عدم صب السوائل في تجاويف جهاز الطرد المركزي . و تتميز أجهزة الطرد المركزي الحديثة بأن لها أغطية تمنع من الاتصال عير المقصود مع المحرك الدوار ، كما أن البعض منها مزود بكابح يوقف الجهاز عن الدوران عند فتح الغطاء. فاعمل دائما على إغلاق الغطاء قبل تشغيل الجهاز و أبق الغطاء مغلقا أثناء تشغيل الجهاز. كما اسمح للجهاز بالتوقف الكامل قبل فتح الغطاء ، حيث أن توقيف دوران الجهاز بيديك يمكن أن يكون خطرا جدا و أيضا ممكن أن يتسبب في حدوث خلل في عملية الفصل بحد ذاتها حيث فصل الراسب عن المحلول. اتبع تعليمات أستاذ المادة و اطلب منه المشورة إذا لم يعمل جهاز الطرد المركزي بالصورة المطلوبة .



التوزيع الموزون للعينات في جهاز الطرد المركزي

الهواء عالي الضغط

تم تزويد العديد من المختبرات بصمامات خاصة للهواء المضغوط (و عادة تكون بالقرب من خزانة طرد الغازات) و ذلك لتجفيف الأدوات الزجاجية. فقط استخدم الهواء عالي الضغط الخاص بالمختبر عندما يطلب منك ذلك ، وخذ في عين الاعتبار أنه قد يصاحب الهواء المضغوط بعض قطرات الزيت من الجهاز المولد للهواء المضغوط للمختبر ، و هذا بالطبع سوف يلوث الأدوات الزجاجية . كما يجب عدم توجيه الهواء المضغوط أبدا نحوك أو نحو أي شخص آخر ، فالهواء المضغوط قد يخترق الجلد دون أي فتحات ظاهرة فيه مما يجعل المنطقة المصابة تنتفخ كالبالون و بالتالي يقع تلفا خطيرا في الأنسجة و التي قد تتطلب الذهاب إلى المستشفى.

مصابيح الأشعة فوق البنفسجية

تُستخدم مصابيح الأشعة فوق البنفسجية لرؤية المواد التي تتفلور عندما تتعرض للأشعة فوق البنفسجية (١٠٠-٤٠٠ نانومتر) . فمثلا تُستخدم تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة لفصل المخاليط ، و يمكن الكشف عن البقع من خلال الأشعة فوق البنفسجية. و عندما تستخدم مصباح الأشعة فوق البنفسجية يجب أن تأخذ جميع الاحتياطات لوقاية عينيك ، فقد تتعرض عينيك بطريق الخطأ للأشعة فوق البنفسجية ، لذلك يجب أن تلبس واقي للعينين خاص مزود بعدسات تمتص الأشعة فوق البنفسجية . و يفضل التعامل مع الأشعة فوق البنفسجية ضمن صندوق مغلق بالكامل معد للتعامل مع هذا النوع من الإشعاعات و ذلك للتقليل من تعرض الآخرين لهذه الأشعة.

اعتبارات عامة عند التحكم بدرجات الحرارة

أغلب التفاعلات تتطلب تحكم في درجات الحرارة ، لذلك اقرأ جيدا خطوات إجراء التجربة و قبل تجميع الجهاز الخاص بك، بحيث يمكن تطبيق السخونة أو البرودة و/ أو سحبها للتحكم في درجة الحرارة. كما اتبع بعناية تعليمات أستاذ المادة الخاص بك كلما كان متوقعا حدوث تفاعل طارد للحرارة. و في كثير من الأحيان، يجب أن تبدأ التفاعلات الكيميائية عن طريق التسخين ، و في التفاعلات الطاردة للحرارة فإنه يقع ارتفاع في درجة الحرارة، بحيث يرتفع معدل زيادة درجة الحرارة بصورة كبيرة ، بينما يكون معدل انخفاض درجة الحرارة يكون خطيا. و يمكن أن تصبح التفاعلات الطاردة للحرارة شديدة التفاعل، في ما يسمى بتفاعل حراري خارج عن السيطرة ، ما لم يكن بالإمكان تطبيق التبريد الكافي بسهولة.

إن بعض التفاعلات الطاردة للحرارة تسير في البداية خلال مرحلة بطيئة و يتبع ذلك تسارع سريع. و تسمى المرحلة البطيئة الابتدائية بمرحلة الحث. و في مثل هذه التفاعلات، إذا تم إضافة الكثير من كاشف في البداية، فقد يصبح التفاعل عنيف جدا نتيجة تكاثف الأبخرة فور الإنتهاء من مرحلة الحث. و فور الإنتهاء من مرحلة التفاعل الخارج عن السيطرة فإنه يجب

أن تستخدم التبريد الخارجي للسيطرة على درجة الحرارة. كما يجب إعداد حِمام تبريد مسبقا ويكون جاهزا بحيث يمكن استخدامه بسرعة تحت وعاء التفاعل.
لا تقم أبدا بتسخين الأنظمة المغلقة إلا إذا طُلب منك ذلك بشكل محدد بواسطة خطوات التجربة أو من قبل أستاذ المختبر الخاص بك. و خذ في عين الاعتبار الحاجة إلى تحرير الضغط المتراكم الزائد عندما يتم تسخين جهاز أو عندما يقع تفاعل طارد للحرارة ، و أن تكون أدوات التجربة مزودة بصمام يحرر الضغط الزائد.

في المستقبل : الحمامات الثلجية للثلج الجاف و النيتروجين السائل

عندما تكون هناك الحاجة لدرجات الحرارة أقل من تلك التي يمكن تحقيقها بواسطة حمام الثلج العادي، فإن الثلج الجاف بالإضافة إلى السائل العضوي يمكن أن تحقق الغرض. فالثلج الجاف يتسامى عند −٧٨ درجة سيليزية. أما خليط من الثلج الجاف مع الأسيتون سوف يحافظ على هذه الدرجة، كما أن الأسيتون لن يتجمد. أما استخدام النيتروجين السائل (LN_2، −١٩٦ درجة مئوية) فإنه يتم بعناية فائقة وفقط عندما يتم الطلب منك للقيام بذلك من قبل أستاذ المادة أو مشرف البحث. بالإضافة إلى الملابس المخبرية المناسبة، فإن نظارات الواقية والقفازات العازلة للبرودة مطلوبة عند العمل مع هذه الحمامات الباردة جدا. كما أن الثلج الجاف و LN_2 هما أيضا مادتان خانقتان ويجب التعامل معهما في غرفة جيدة التهوية أو في خزانة طرد الغازات المخبرية.

حمامات التبريد

عندما لا يكون الماء المثلج باردا بما فيه الكفاية للاستخدام كحمام ، فإنه يمكن استخدام الملح و الثلج لتلك الغاية. اعتمادا على عدد مولات الأيونات (تذكر مفهوم انخفاض درجة التجمد)، فإنه يمكن إعداد حمامات الثلج في نطاق يتراوح ما بين −١٠ درجة مئوية إلى −٤٠ درجة مئوية.

تعيين درجة الإنصهار

إن التحديد الدقيق لدرجة إنصهار المركب هي طريقة شائعة لتعيين هوية المركب. في السابق، كانت تستخدم أجهزة قياس درجة الإنصهار تستخدم مقياس الحرارة الزئبقي، لأنه أكثر دقة من مقاييس الحرارة الكحولية. وبسبب الأخطار المرتبطة بكسر مقياس الحرارة الزئبقي، فإن معظم المختبرات حاليا تستخدم جهاز قياس درجة الإنصهار كهروحراري. و يكمن الخطر الرئيس هنا هو الغرفة المعدنية الساخنة جدا التي تحمل العينة.

استخدام موقد بنسن

قد تستخدم مواقد بنسن في المختبرات لتسخين العينات بشدة أو لغلي الماء بسرعة. فاللهب النموذجي

لموقد بنسن يتميز بوجود منطقتين مخروطتي الشكل واضحتين و هي المنطقة الخارجية ذات اللون الأزرق الفاتح و المنطقة الداخلية ذات اللون الأزرق. إن درجة حرارة أسخن جزء من اللهب (قمة المخروط الأزرق الداخلي) حوالي ١٢٠٠ درجة مئوية. و إذا اخذت دقيقة للنظر في الموقد، فإنك سترى أسطوانة بطرفٍ قابل للإزالة من جهة واحدة ومجموعة من الثقوب في الطرف الآخر، و تعمل هذه الثقوب على ضبط كمية الهواء الداخل إلى الأسطوانة (غرفة خلط الوقود مع الهواء). أما في الأسفل فيوجد صمام الإبرة و الذي عندما يتم غلقه فإنه يمنع الغاز من الدخول إلى الأسطوانة. و قبل استخدام موقد بنسن، يجب التحقق من الخرطوم و خلوه من التشققات ، كما اطلب من أستاذ المادة استبدال الخرطوم المعطوب إن وُجد. سوف يدربك استاذك على كيفية التحكم بضبط دخول الهواء من خلال التحكم بالثقوب و كذلك استخدام صمام الإبرة، ونفاثة الغاز لإضاءة الموقد. و قبل استخدام اللهب، أربط الشعر المنسدل و ضيِّق الملابس الفضفاضة و اخلع أية أوشحة .

تسخين أنبوبة الإختبار

عندما يتم تسخين محتويات أنبوبة الإختبار من خلال اللهب المفتوح، فإن محتويات الأنبوبة قد تتعرض للتسخين الزائد، مما يتسبب في حدوث غليان مفاجئ يطرد المحتويات بسرعة إلى خارج الأنبوبة .
ولذلك فإن عليك أن تمسك أنبوبة الإختبار بزاوية أثناء التسخين بحيث فتحة الأنبوبة تكون بعيدة عنك و عن أي شخص قريب منك . و أثناء مسك أنبوبة الإختبار بماسك أنبوبة الإختبار بزاوية فإنه يجب التسخين بلطف على طول الأنبوبة و ليس التركيز على قاع الأنبوبة، وعليه فإن البديل الأسلم لتسخين أنبوبة الإختبار هو من خلال وضعها أو تسخينها في حمام مائي ساخن.

الضغط المخفض

يستخدم أحيانا المضخات المائية لتوليد الضغط المخفض لغايات الترشيح تحت الضغط المخفض. لذلك يجب عليك استخدام دوارق جدرانها سميكة مصممة لتلك الغاية و تتحمل الضغط المنخفض ، ولا تلجأ أبدا إلى استخدام الضغط المنخفض مع الدوارق المخروطية العادية و التي لا يمكن أن تتحمل الضغط المنخفض فتُكسر على الفور. كما أنه يجب تثبيت الدورق الخاص جيدا بالحامل لمزيدا من الاستقرار، وعادة يتم وضع مصيدة بين المضخة و دورق الترشيح بحيث يتجنب شفط الماء و أرجاعة إلى المادة المراد ترشيحها إذا ما تم حدوث خلل في عملية الترشيح تحت الضغط المنخفض. و سواء كنت

تستخدم مصيدة أم لا ، قم بإزالة أنبوب الضغط من الفتحة الجانبية للدورق قبل أن تغلق الماء. و بالطبع شيئا فشيئا تم استبدال مضخات الماء بأخرى كهربائية بسبب التبذير الزائد في الماء .

الخلاصة

في هذا الفصل تم استعراض الاستخدام الآمن للأجهزة و الأدوات الأكثر شيوعا في المختبر. و في كثير من الأحيان، تتطلب العمليات المخبرية الضغط و/ أو درجات الحرارة بخلاف الوسط الخارجي، وبالتالي يمكن أن ينطوي على ذلك مخاطر جسدية في تجاربك. قم دائما بمراجعة خطوات عمل التجربة قبل البدء بأي إجراء. و باستمرار قم بتقييم الوضع الخاص بك في المختبر و كن على دراية كاملة بالبيئة المحيطة بك، بحيث سوف تتعلم كيفية التعرف و على نحو استباقي المخاطر المحتملة.
اسأل أستاذ المختبر الخاص بك إذا كان لديك أي مخاوف بشأن الاستخدام الآمن للأدوات واستكمال أية خطوات عمل، و سوف يوفر الفصل الخامس بروتوكولات من شأنها أن تساعدك على منع الوقائع المخبرية المتوقعة والاستعداد للاستجابة لها.

المراجع

[1] ACS Green Chemistry Institute. www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry.html (accessed March 6, 2017).

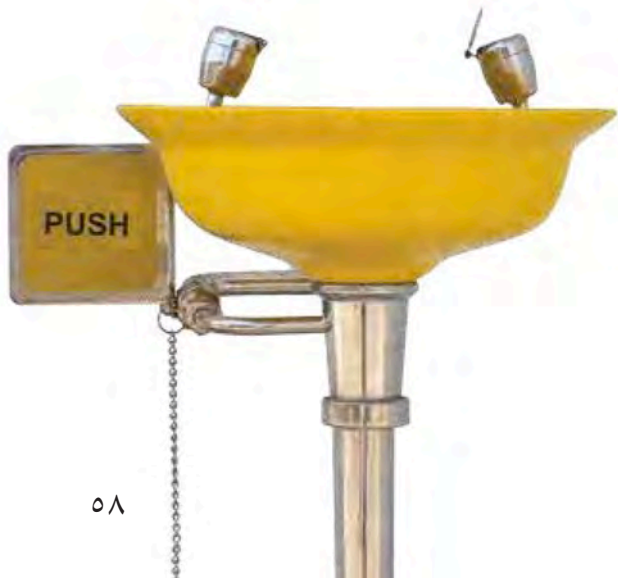
معدات السلامة و الاستجابة في حالات الطوارئ

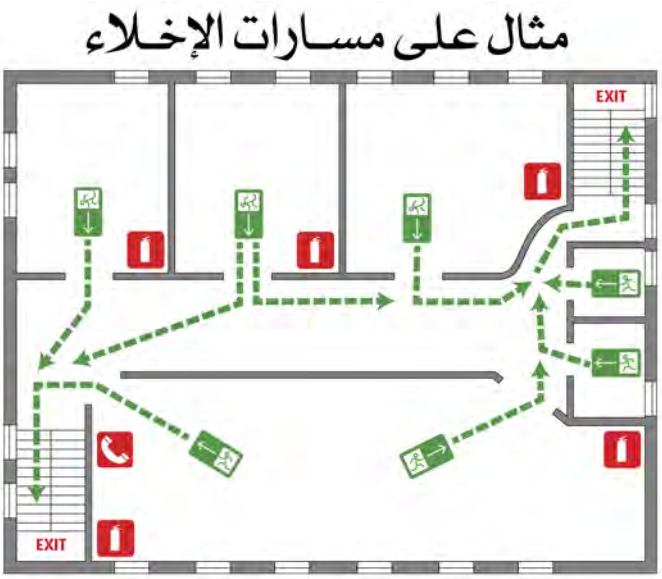
المقدمة

على الرغم من أنه قد تم تصميم المختبر ليكون مكان للتعلم و تطوير المهارات ، ألا أنه يجب الإستعداد و الاستجابة بصورة مناسبة للوقائع غير المتوقعة. و حتى و لو تم التعرف على المخاطر و إدراكها و تم إدارتها جيدا، ألا أن الوقائع المؤسفة ممكن أن تحدث . فضمن المعايير الأكاديمية فإن مسؤولية أستاذ المادة بالإحساس بحدوث واقعة ما يجب أن يكون أكبر من ذلك الإحساس للطلاب ، و لكن الهدف من هذا الفصل هو مساعدتك لتكون جاهزا لما هو غير متوقع سواء كنت طالبا أو لاحقا كباحث ، و ضمن هذه الرؤية دائما تبع تعليمات أستاذ المادة و السياسات المتبعة في المؤسسة التعليمية التابع لها.

في الفصول السابقة تعلمنا كثيرا حول مبادئ «رامب» الثلاثة الأولى و هي التعرف على المخاطرو تقييم خطورة المخاطر و التقليل من خطورة المخاطر. فمبادئ «رامب» الثلاثة الأولى سوف تقلل من حدوث الوقائع المؤسفة و تساعد في تجنب حالات الطوارئ و لكن لا تحد منها بالكامل . أما مبدأ «رامب» الرابع الذي نحن بصدده في هذا الفصل فهوالاستعداد لحالات الطوارئ.

يغطي هذا الفصل كيفية الإمكان أن تمنع الوقائع من أن تحدث، و التجهيز لتكون مستعدا و جاهزا لحالات الطوارئ غير المتوقعة. فعلى الأغلب سوف تكون هادئا و تتصرف بحكمة في حالات الطوارئ إذا ما كنت قد استعديت مسبقا لمثل تلك الوقائع . و في مقررات مختبرات الأعوام الأولى فإن حالات





الطوارئ الأكثر شيوعا و التي قد تتعرض لها و يتطلب منك رد فعل مناسب لمواجهتها هي الانسكابات ، الحرائق ، الجروح و / أو الحروق.
و أثناء ما أنت تفكر حول كيفية الإستعداد و الاستجابة في حالات الطوارئ ، خذ وقتا من الزمن و انظر حولك في المختبر عندما تدخله أول مره و ابحث عن معدات السلامة و الإشارات التحذيرية و أجهزة الإنذار عن الحريق و أيضا مخارج الطوارئ. كما أن هناك معدات و مرافق أخرى يجب عليك البحث عنها و تحديد أماكنها في المختبر مثل طفايات الحريق و دش السلامة و نافورة غسيل العينين و ممرات الإخلاء في حالة الطوارئ و صمام اغلاق الغاز في حالة الطوارئ (إذا كان ذلك ممكننا) و صندوق الإسعافات الأولية و بطانية الحرق، و إذا كان المختبر الذي تعمل فيه مزودا بأكثر من نوع واحد من تلك المعدات ، فحدد المعدات الأقرب إليك .
إن بعض من تلك المعدات يتم فحصها بصورة دورية مثل طفايات الحريق و نافورة غسيل العينين و عادة ما يلصق عليها بطاقة تبين تاريخ آخر فحص لها . و على الرغم من أنه ليس من مسؤوليتك أن تفحص معدات السلامة ، إلا أنه وجب عليك أن تبلغ أستاذ المادة عن أي أداة لا تعمل بشكل جيد أو إذا صعب الوصول إليها بسهولة.
و على الأرجح فإن أول شخص يستجيب في حالة حدوث أي واقعة مؤسفة هو أستاذ المادة ، و لكن قد تصدف أن يكون أستاذ المادة غير متوفر لسبب ما لحظة حدوث الواقعة أو أنه مشغول مع طالب آخر أو أنه بعيد عن مكان حدوث الواقعة ، و بالتالي و في هذه إحالة وجب عليك الاستجابة سريعا للحد من الآثار السلبية للواقعة. و أثناء التحضير للممارسات التي ستتخذ في حالات الطوارئ ، تذكر أن الهدف الأسمى هو حماية حياة الأنسان و التقليل من الإصابات قدر الإمكان. فلا تضع نفسك في الخطر أو في «مرمى المدفع» . و الهدف الثاني للاستعدادات لحالات الطوارئ هو التقليل من التلف الذي قد يحصل للأجهزة و الأدوات ، و عليه فإنه يجب عليك أن تتبع إجراءات السلامة المعتمدة من قبل المؤسسة التعليمية التي تدرس فيها و تحت إشراف مباشر من أستاذ المادة.
و في حالات معينة ، قد تكون أنت الشخص الوحيد الذي يستطيع أن يتصرف في حالات الطوارئ، ولكن قبل أن تقوم بمساعدة الآخرين قم بتقييم كامل الموقف و قيِّم المخاطر التي قد تواجهها. فلا يمكنك أن انقاذ أي شخص آخر في حالة إصابتك . و بالعموم فإن الإجراءات المتبعة في حالة حدوث أي طارئ

سوف تعتمد على نوع المخاطر المتوقعة و الإصابات المحتملة ، و لكن بالمجمل يمكن أن تشمل تلك الإجراءات على العناصر التالية:

• حدد ما إذا كان يتوجب عليك و على الآخرين مغادرة منطقة الخطر فورا أو ما إذا كان هناك إمكانية أن تقدم المساعدة للتقليل من الإصابات أو الضرر في منطقة الخطر. (انظر الفقرات التالية)

• حدد طبيعة و موقع جالة الطوارئ لأستاذ المادة أو إذا لزم الأمر اتصل بالدفاع المدني للحصول على المساعدة الطبية المناسبة، و كن مستعدا للإجابة عن الأسئلة من الطرف الآخر مثل الاسم و الموقع و طبيعة الواقعة المؤسفة . كما قد يكون من المناسب ارسال شخصٍ ما لاستقبال طواقم الدفاع المدني او الإسعاف عند المدخل الرئيسي للمؤسسة التعليمية لأنه في العادة تلك الأطقم لا يعرفون التفاصيل الداخلية للمؤسسة.

• أبلغ الآخرين الموجودين في المنطقة عن طبيعة الحادث و اتصل فورا بمسؤولي الأمن في المؤسسة التعليمية.

• لا تقم أبدا بنقل المصابين من منطقة الخطر إلا إذا كانت إصابتهم متوسطة من حيث التعرض للمواد الكيميائية أو إصابتهم بالحرائق. و ابق اجسادهم دافئة . فالنقل غير المرر قد يفاقم حالتهم و خصوصا للإصابات المرتبطة بالرقبة أو بالعمود الفقري أو في حالة وجود كسور .

الحرائق

الوقاية من الحرائق

إن أفضل طريقة للوقاية من الحريق هو منع حدوث الحريق ذاته. قم بالتفكير حيال الوقاية من الحريق اعتمادا على مبادئ «رامب» :

• هل انت تعمل مع أي مصدر للحرارة أو اللهب أو الشرار المتطاير؟

• هل أنت تعمل مع سوائل أو أبخرة قابلة للاشتعال؟

• هل هناك أي تشققات في أسلاك التوصيلات المختلفة ؟

• هل الزجاجات أو عبوات المواد القابلة للاشتعال موضوعة على حافة طاولة العمل في المختبر؟

• هل منطقة العمل غير مرتبة و الأشياء مبعثرة فيها؟

عندما تستخدم السوائل القابلة للاشتعال ، قلل استخدامها للقدر الأدنى و حسب ما تتطلبه التجربة، و اعمل على إرجاع الزجاجة الأصلية فورا إلى مكان تخزينها الأصلي بعد أن تأخذ الكمية المحددة منها، فالكميات الزائدة من السائل القابل للاشتعال في منطقة العمل سوف تصبح مصدرا إضافيا لوقود الاشتعال. كما يجب أن تبقي جميع المواد الأخرى القابلة للاحتراق مثل الأوراق بعيدة عن منطقة العمل التي يتم فيها تداول السوائل القابلة للاشتعال. ففي حالة حدوث حريق لا سمح الله فإن المواد القابلة للاحتراق سوف تلعب دور الوقود أيضا ، و لا تقم أبدا بتخزين المواد القابلة للاحتراق فوق خزانات حفظ المواد القابلة للاشتعال.

قابل للاحتراق أم قابل للاشتعال؟

غالبا ما يتم استخدام هذين المصطلحين بالتبادل في المحادثات اليومية. فالعديد من القواميس تستخدم تلك المصطلحات لتعريف بعضها البعض. فما يلي نموذجي (وليس مفيد جدا): «قابل للاحتراق: قابل للاشتعال، القدرة على الاحتراق «.

عندما تستخدم هذه المصطلحات لوصف مخاطر الحريق المرتبطة بالمذيبات العضوية، فإن الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق (NFPA) و النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية (GHS) يستخدمان معيارين يؤثران في خطر الحريق عند استخدام المذيب : درجة الوميض و درجة الغليان. فدرجة الوميض للمذيبات المتطايرة هي الحد الأدنى من درجة الحرارة التي عندها يمكن للبخار أن يتطاير من سطح السائل لتشكيل خليط قابل للاشتعال مع الهواء.

و لسوء الحظ، فإن NFPA و GHS تحددان معايير مختلفة قليلا لقابلية للاشتعال و قابلية الاحتراق»، ولكن الفرق العام هو أن السوائل القابلة للاشتعال تشتعل و تحترق عند درجات الحرارة العادية ، أما السوائل القابلة للاحتراق فإنها تحرق عند درجات حرارة أعلى. و عادة ما تشكل السوائل القابلة للاشتعال خطرا أكبر في المختبر. أما السوائل القابلة للاحتراق قد تستمر أو لا تستمر في الاحتراق عند إزالة مصدر الإشعال.

و في كل من نظام NFPA و GHS ، فإن هناك معايير إضافية تحدد هذه المصطلحات للغازات والمواد الصلبة. وفي جميع الحالات، المواد القابلة للاحتراق و القابلة للاشتعال سوف تضيف الوقود إلى النار ، ويجب اتخاذ الاحتياطات المناسبة في المختبر.

عند تسخين المذيبات القابلة للاشتعال، فإنه من المهم تجنب وجود مصادر الاشتعال. فلا ينبغي أبدا استخدام اللهب المكشوف لتسخين مذيب قابل للاشتعال. و بالتالي فإن السخانات الكهربائية تعتبر أكثر أمانا ، و مع ذلك فإن الأجهزة الكهربائية يمكن أن تولد في كثير من الأحيان شرارة صغيرة عندما تُشغَّل أو تُطفأ. و يمكن لهذا الشرارة أن تشعل الحريق إذا كان بخار المادة المذيبة موجود بصورة كافية. و مع ذلك فقد تم تصميم بعض المعدات الكهربائية لتكون «آمنة من جوهريا»، بمعنى أنه تم تصميمها لمنع تولد مثل هذه الشرارات، ولكن للأسف هذا الميزة قد لا تتوفر في جميع المختبرات. لذلك فإنه من المهم منع تولد الأبخرة القابلة للاشتعال عند تسخين المذيبات، والذي يتطلب ذلك عموما أن يتم هذه العملية في خزانة طرد الغازات. و إذا توفرت أي معدات كهربائية يتطاير منها الشرار أو أسلاكها تالفة، فقم فورا بإيقاف تشغيلها و أبلغ أستاذ المادة.

إن الترتيب الجيد في المختبر من شأنه أن يقلل من حدوث الوقائع المؤسفة و يقلل أيضا من الآثار إذا حدثت الواقعة. و على الرغم من أنّ من يجب القيام بفحص الأسلاك و الأجهزة يقع بالمقام الأول على عاتق أستاذ المادة أو المشرف على المختبر والتأكد من أن الممرات والمخارج واضحة ، ألا أن تعلم كيف «تمسح» و تستكشف منطقة العمل هو سلوك جيد يجب أن تنميه و الذي لاحقا سوف يساعدك على الوقاية من الوقائع المؤسفة. و حتى عندما تدار المخاطر بشكل جيد، فقد لا تزال الحالات الطارئة ممكن حدوثها في المختبر التعليمي مع العديد من الطلاب الموجودين فيه، وقد تجد نفسك تستجيب لحالةٍ ما لم تتسبب فيها أنت شخصا.

الإستعداد للاستجابة في حالة وجود حريق

ضع أمام نصب عينيك المكونات الثلاثة لمثلث النار، و هي الحرارة و الوقود (المواد القابلة للاشتعال أو قابلة للاحتراق)، والأكسجين (أو أي عامل مؤكسد آخر). فيجب أن تكون جميع المكونات الثلاثة موجودة لبدء الحريق و الاستمرار في اشتعاله. كما أن إزالة واحد هذه المكونات سوف يمنع من تكون الحريق أو يطفئ أي حريق كان مشتعلا .

و إذا حدث حريق بشكل غير متوقع، فقد تكون استجابتك السريعة هي من يمنع تحول حريق بسيط إلى حريق كبير ، كما يجب أن تقرر ما إذا وجب مكافحة الحريق أو الهروب إلى بر الأمان، و لكن و في جميع الأحوال اتبع تعليمات أستاذ المادة. و إذا ما قررت أن تكافح الحريق فإنه يجب أن تكون متأكدا من أن الإجراءات التي تقوم بها لن تفاقم الوضع سوءً أو لن تضعك في وضع خطر على حياتك، فمن أفضل الممارسات لمؤسستك التعليمية أن تقوم بالتدريب على الحرائق كجزء من التدريب العام على السلامة المرتبط بالمختبر، و إذا كان الأمر كذلك، فإنه يجب عليك أنت وزملائك الطلاب معرفة ما هو متوقع في حالة الطوارئ و اتباع الإرشادات العامة في مثل تلك الحالات.

كما يجب عليك عدم حمل الوعاء أو الأداة المشتعلة بأي حال ممن الأحوال، و خذ بالاعتبار أن صب الماء على بعض أنواع الحرائق قد يزيد الأمر سوءً و يعمل على انتشار الحرائق . فأفضل طريقة لإخماد حريق بسيط في المختبر هو خنقه. لذلك ضع أمام نصب عينيك الخطوات التالية إذا كنت واثقا من أنه يمكنك القيام بذلك بأمان في حالة استجابتك لحالات الحرائق:

- قم بإزالة مصدر الحرارة عن طريق إيقاف إمدادات الغاز إلى موقد بنسن أو فصل الكهرباء عن السخان الكهربائي.

تصنيف الحرائق

حددت الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق أربعة أنواع رئيسية من الحرائق:
الفئة أ: حيث الحرائق التي تنطوي على مواد الاحتراق العادية، مثل الورق والخشب والأثاث؛
الفئة ب: الحرائق التي تحتوي على سوائل وغازات عضوية قابلة للاشتعال؛
الفئة ج: الحرائق التي تتعلق بالكهرباء الحية؛ و
الفئة د: الحرائق التي تنطوي على المعادن النشطة (التي تتفاعل عادة مع الماء).
فمعظم الحرائق هي حرائق من الفئة أ. و في بعض مختبرات الكيمياء حيث تستخدم المذيبات العضوية، فإن حرائق الفئة ب ممكنة الحدوث وشائعة. كما أن بعض الحرائق من الفئة أ هي أيضا حرائق من الفئة ج، مثل حريق الكمبيوتر . كما أن نوع الحريق يساعد على تحديد أي نوع من الطفايات لتستخدم، وعادة يطلق على طفايات الحريق A أو BC أو ABC. ويتطلب قانون الحريق أن تكون طفايات الحريق المحمولة , المتاحة في الممرات (أو في المختبرات) هي النوع المناسب لنوع الحريق الأكثر احتمالا. لذلك فمعظم المختبرات لديها طفايات من نوع «ABC» .
أما حرائق الفئة د فهي غير شائعة في معظم المكاتب والمباني، و لكن قد تحدث في المختبرات التي تستخدم فيها المعادن النشطة. ولذلك، ينبغي أن تكون طفاية من الفئة D متاحة في المختبرات حيث تكون حرائق الصنف د ممكنة.

• غالبا ما يمكن خنق النيران الموجودة في وعاء صغير عن طريق منع وصول الهواء أو الأكسجين لها. فمثلا يمكن خنق حريق في كوب صغير أو في قارورة إرلنماير باستخدام عنصر غير قابل للاحتراق، مثل زجاجة الساعة تمسك بها بواسطة ملقط أو باستخدام القاع المسطح لكأس كبير.
• لا تستخدم المناشف أو الملابس الجافة لتغطية النيران، لأنها ستحترق و تشكل وقودا ثانيا للحريق. و لكن يمكنك استخدام المواد المبللة إذا كانت متوفرة. و لتجنب انتشار الحريق، قم بإزالة المواد القابلة للاشتعال أو القابلة للاحتراق القريبة، ولكن فقط إذا كان ذلك آمنا.
• إذا لم تكن الخطوات المذكورة أعلاه غير عملية لإخماد الحريق، فمن الممكن أن تستخدم طفاية حريق لإخماد الحريق. و إذا كنت قد تلقيت تدريبا على استخدام طفاية حريق أو أنك تشعر بالثقة باستخدام أحدها، ضع نفسك بين النار وطريق الهروب (على سبيل المثال، الباب)، و قم بمكافحة الحريق من ذلك المكان للتأكد من أنه يمكنك الهروب. فالحرائق البسيطة في كثير من الأحيان يمكن إطفاؤها، ولكن ليس دائما. فمن السهل أن نقلل من النار، و لكن إذا لم تنطفئ، النار فإنها يمكن أن تهدد حياتك بسرعة.
• إذا كان الحرق يشتعل فوق مساحة واسعة جدا بحيث لا يمكن إخماد الحريق بسهولة و سرعة، فإنه يجب على الجميع إخلاء المنطقة. اسحب إنذار الحريق، واتبع إجراءات الإخلاء التي وضعتها مؤسستك. و بمجرد أن تكون آمنا، تأكد من أن أنت أو أي شخص آخر قد اتصل بالدفاع المدني لتوفير المساعدة اللازمة في حالات الطوارئ. و على الرغم من أنه من الصعب معرفة من هو في مبنى الجامعة عند اندلاع حريق، فمن المهم تحديد موقع الطلاب وأعضاء هيئة التدريس الآخرين خارج المبنى و التواصل معهم و تخبرهم بأنك آمن، وقم أيضا بمساعدة للآخرين الذين قد يعانون من ضعف الحركة، إذا كنت قادرا على ذلك.

الإستعداد للاستجابة للإصابات الشخصية التي تنطوي على الحرائق

إذا اشتعلت النار ملابس شخص ، فإن ذلك سوف تكون حالة مخيفة، كما أن الشخص المصاب قد يبدأ بالركض بصورة غريزية . الركض بحد ذاته سوف يتسبب في تفاقم الوضع سوءً حيث تزداد النيران اشتعالا، و من المرجح أن يتم استنشاق الأبخرة و الأدخنة الناتجة عن الحريق لأي شخص يقف أو يمشي أو يركض. لذلك و في مثل تلك الحالات لا قدر الله أطلب من المصاب أن يتوقف عن الركض و أن يقع على الأرض و يبدأ بالتدحرج ، فهذه الخطوات تعمل على خنق النيران. و يمكنك محاولة إخماد أي النيران الصغيرة و التي لا تزال تحترق من خلال تربيتها ببطانية أو منشفة أو سترة. و بعد أن يستلقي المصاب على الأرض أبدأ أولا بإخماد الحريق من منطقة الرأس ثم الكتفين و منطقة الجسم العلوية و مرورا لأسفل حتى تصل إلى القدمين. فتلك الإجرات المتبعة لأخماد الحريق تم وضعها من قبل الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق (NFPA) و التي تفترض أن المصاب شخصا ما في مؤسسة عادية غير المختبر. وهناك خيار آخر في المختبر و هو وضع الشخص المصاب تحت دش السلامة أو تسليط الماء عليه من خلال خرطوم موصل بصنبور المياه إذا كانت تلك الخيارات مقبولة. كما قد تلجأ لإجراء مكالمة للحصول على أفضل نصيحة لتقديم المساعدة.

و لا تلف الشخص المحروق ببطانية الحريق، لأن هذا قد يوجه النيران والغازات السامة إلى منطقة الوجه في ما يعرف باسم تأثير المدخنة. و يمكن استخدام بطانيات الحريق كستارة تحجب رؤية الآخرين الشخص المصاب و هو تحت دش السلامة للحفاظ على خصوصية الشخص المصاب ، و يمكن استخدامها كفرشة أرضية يجلس أو يستلقي عليها المصاب أو أن يلف بها المصاب إذا لم تتوفر ملابس للطوارئ متاحة، و حتى يمكن أن تستخدم كنقالة. و إذا كان لدى مؤسستك بطانيات حريق، فيجب عليك اتباع التعليمات المعمول بها في محليا حول كيفية استخدامها. كما اعمل على أن تحصل على الرعاية الطبية على الفور عن طريق استدعاء الدفاع المدني. و تذكر أن تغطية الضحية ببطانية أو سترة قد يساعد على تجنب الصدمة للشخص المصاب.

التلوث الكيميائي على الجلد والملابس والعيون

الحد من ملامسة المواد الكيميائية الجسم

إن التعرض للمواد الكيميائية يمكن أن ينشأ نتيجة اتصالها غير المقصود مع الجلد أو من خلال تناثر المواد الكيميائية أو من خلال انسكابها. و في الفقرات أدناه تم مناقشة الانسكابات و كيفية تجنب حدوثها و كيفية التصرف حال حدوثها . و قد ناقش الفصل الثاني القواعد العملية للمختبر و التي من شأنها تساعدك على تجنب الاتصال المباشر مع المواد الكيميائية بما في ذلك التركيز على الأدوات المختلفة من معدات الوقاية الشخصية، ومن الأفضل مراجعة تلك القواعد العملية، والتي يمكن أن تحد من حدوث الوقائع المؤسفة من حين لآخر.

الإستعداد للاستجابة لملامسة المواد الكيميائية

مرة أخرى، من المحتمل أن يكون أستاذك حاضرا لمساعدتك أو مساعدة طالبا آخرا في حالة حدوث واقعة. فالنصائح المقدمة هنا هي عامة وسوف تساعدك على معرفة كيفية الاستجابة في حالة حدوث واقعة.

بالنسبة لانسكاب السائل أو البقع الصغيرة و التي تؤثر على منطقة صغيرة فقط من الجلد، يجب عليك فورا غسل المنطقة المصابة بالماء المتدفق لمدة ١٥ دقيقة على الأقل (٣٠ دقيقة للمواد القاعدية). كما يجب إزالة أي مجوهرات، لتسهيل شطف السائل المتبقي المحتمل بين بشرتك والمجوهرات. و هذا هو أحد الأسباب التي ينصح بها بعدم ارتداء المجوهرات في المختبر على الإطلاق. فبعد الشطف الأولي بالماء، وغسل منطقة الجلد المصابة بأكملها بالماء الدافئ والصابون، يجب أن تقوم أنت أو زميلك بإخطار أستاذ المادة بأسرع وقت ممكن، و بعد أن شطفت بشرتك بعناية، تحقق من بطاقة بيانات السلامة (SDS) لمعرفة ما إذا كان ينبغي توقع أي آثار جانبية أخرى. و من المستحسن إلتماس العناية الطبية حتى للحروق الكيميائية البسيطة، كما أن بعض المؤسسات قد تطلب منك ملء نموذج تثبت فيه الواقعة و نوع الإصابة ، و بالطبع هذا الأمر يصب في مصلحتك و لحمايتك من أية مضاعفات نتيجة للتعرض للمادة الكيميائية في المختبر.

و إذا كانت المادة الملامسة لجسمك مادة كيميائية صلبة ، فمن المستحسن إزالة المادة الصلبة قبل غسل المنطقة بالماء. (يمكن استخدام أي بطاقة مثال البطاقة الائتمانية لإزالة المادة الصلبة من على المنطقة المصابة) ، كما أن تنظيف و إزالة المادة الصلبة الكاوية يمكن أن يتم عادة دون أي عواقب سلبية، ويمكن فعلا تقليل التعرض للمادة الكيميائية من خلال تجنب زيادة درجة الحرارة الناتجة عن التفاعل الطارد للحرارة عند إضافة الماء . و بعد تنظيف المادة بعيدا عن بشرتك، اغسلها بالماء والصابون وابلغ معلمك بهذه الواقعة. و بطبيعة الحال، يجب وضع المادة الصلبة المزالة في حاوية النفايات المناسبة، بدلا من و ضعها في الحوض أو في القمامة العادية. كما أنه في حالة حدوث ملامسة مادة حمضية للجلد لا تقم أبدا بصب عليها مادة

تعادلها (مثل بيكربونات الصوديوم) ، فحرارة التعادل يمكن أن تزيد من الإصابة.

وإذا كان جلدك أو الملابس التي تلبسها قد تلوثت بانسكابات كبيرة من سائل ما، فقد تكون العواقب أكثر خطورة ، و عليه يجب أن تذهب إلى أقرب دش للسلامة فورا و افتح صنبور المياه وبسرعة ضع نفسك تحت رذاذ الماء المتساقط. فبعض دشات السلامة سوف يبقى تساقط الماء فيها متدفقا حتى يتم إغلاقها يدويا، و لكن هناك نوع آخر يطلب منك أن تبقى ماسكا بالصنبور لتجعل الماء مستمرا بالتدفق، و أثناء وجودك تحت دش السلامة قم بنزع كل الملابس الملوثة أو الأحذية و أيضا المجوهرات في وجود ستارة إن أمكن توفر الخصوصية للشخص المصاب مع توفر ملابس بديلة في المختبر إن أمكن. و تجنب تلويث عينيك ووجهك عن طريق السماح لشخص آخر بقطع القميص أو السترة صوفية بالمقص. كما يجب أن تغمر منطقة الجسم المصابة بالماء لمدة ١٥ دقيقة على الأقل، ولكن تستأنف تنظيف المنطقة بالماء مرة أخرى إذا عاد الألم. ومن غير المحتمل أن يكون معلمك غير مدرك للوضع الذي يتطلب منك استخدام دش السلامة، ولكن قم بإبلاغ معلمك عن الواقعة بأقرب قرصة ممكنة. و بعد التنظيف الدقيق للمنطقة بالماء، اطلب الرعاية الطبية.

و إذا كان ذلك ممكنا فإن أستاذ المادة سوف يأخذ بطاقة بيانات السلامة ذات الصلة إلى الوحدة الصحية للمساعدة على الحصول على العلاج المناسب ، وكم يكون مفيدا إذا زودت أستاذ المادة باسم المادة الكيميائية التي أصبت بها. كما أن العديد من المؤسسات التعليمية لديها ملابس إضافية (مثل القمصان والسراويل، أو ملابس المستشفى) لتحل محل الملابس الملوثة على الفور.

و كما هو مبين في الفصل الثاني، يجب غسل الملابس الملوثة بشكل منفصل عن الملابس الأخرى أو رميها، على النحو الموصي به في بطاقة بيانات السلامة.

و إذا كانت المادة الكيميائية قد تناثرت و دخلت العين ، فإن الثواني التالية هامة جدا ، فاذهب على الفور إلى أقرب نافورة غسيل للعينين و اغسل العين المصابة بالماء لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة (٣٠ دقيقة للمواد القاعدية).

كما يجب عليك استخدام الإبهام والسبابة لرفع الجفون عن مقلة العين، وتحريك العين باستمرار – صعودا وهبوطا و جانبيا – لغسل المنطقة وراء الجفن. و إذا كنت تساعد شخص آخر مصاب بمواد كيميائية في عينيه، فقد تحتاج إلى أن تقوده إلى محطة غسل العينين. ومن الجدير بالذكر هنا أن نُذكر و نكرر أن ارتداء النظارات الواقية من المواد الكيميائية سوف تقضي أساسا أي فرصة لهذا النوع من الوقائع التي قد تحدث.

و في حالة عدم توفر نافورة غسيل للعينين ، فيجب استخدام أقرب مصدر للماء المتدفق و أن تجعل درجة حرارة الماء بقدر الإمكان مساوية لدرجة حرارة الغرفة. أو أن تجعل الشخص المصاب ملقى على ظهره و أن تصب

الماء على طرف العين المصابة لعلى الأقل ١٥ دقيقة ، و إذا كان ذلك ممكن قم بإزالة العدسات اللاصقة إذا كنت ترتديها ، و بالطبع يجب إبلاغ أستاذ المادة بأسرع وقت ممكن. و بعد غسل العين المصابة قم فورا بالذهاب لأقرب وحدة صحية للحصول على الرعاية المطلوبة . و كم يكون مفيدا لك أن أخبرت أستاذ المادة باسم المادة التي أصبت بها ، بحيث يمكن أن يأخذ بطاقة بيانات السلامة المناسبة إلى الوحدة الصحية لتحديد العلاج المناسب.

ملاحظة: على الرغم من أن أفضل الممارسات الحالية تدعو أن يكون الماء المتدفق من نوافير غسيل العينين ودش السلامة أن يكون فاترا ، فإن هذا الأمر قد لا يكون مناسبا في جميع الأحوال. فإذا بدأ الشخص المكشوف بالرجفان و بدأ يشكو من البرودة ، فإن اختيار الوقت المناسب لاستخدام دش السلامة قد يلعب دورا هاما. فأنت لا تريد أن يصاب الشخص المصاب بانخفاض حاد في درجة حرارة جسمه مما يعرضه لصدمة خطيرة خلاف تعرضه للصدمة الكيميائية.

في المستقبل : : معالجة التعرض لحمض الهيدروفلوريك

كما ذكر في الفصل الثالث ، فإن خطورة حمض الهيدروفلوريك HF تكمن في كون التعامل معه يتسبب في خطورة عالية. فالاصابات بحمض الهيدروفلوريك خطرة جدا و تتطلب معالجة خاصة . فيجب أن يتوفر جل أو هلام جلوكونات الصوديوم دائما في المكان الذي يتم التعامل فيه مع حمض الهيدروفلوريك . ففي حالة ملامسة حمض الهيدروفلوريك الجسم فقم فورا باستخدام الجل أو الهلام المذكور أعلاه و اذهب فورا إلى الوحدة الصحية للحصول على العلاج المناسب . يجب عدم التعامل مع حمض الهيدروفلوريك بدون تدريب خاص مسبق و إشراف كامل من أستاذ المادة.

إصابات شخصية أخرى

الحد من الإصابات الشخصية الأخرى

هناك أنواع أخرى من الإصابات الشخصية قد تحدث أيضا في المختبر و تشمل الانزلاقات و الحدوث في المختبر والسقوط والصدمات الكهربائية، و ابتلاع المواد الكيميائية، والاستنشاق، و الجروح القطعية. لذلك يجب عليك مراجعة القواعد العامة في الفصل الثاني واستخدام خزانات طرد الغازات الكيميائية و الأجهزة الكهربائية في الفصل الرابع لتجنب هذه الوقائع.

التحضير للاستجابة لوقائع الإصابات الشخصية الأخرى

على الرغم من أن الحرائق والانسكابات هي أكثر أنواع الوقائع المخبرية شيوعا، ألا أنه يجب أن تفكر في كيفية الاستجابة للوقائع المحتملة الأخرى، بما في ذلك استنشاق و ابتلاع المواد الكيميائية، والصدمات الكهربائية، و الجروح القطعية.

إذا تعرضت أنت أو أي شخص آخر في المختبر للدخان أو الأبخرة فقم بنقل نفسك و كذلك الآخرين بعيدا عن المنطقة الملوثة إلى الهواء النقي. كما يجب عليك تحذير الأشخاص الآخرين المتواجدين في المنطقة عن ذلك الضرر المحتمل و ألتمس المساعدة الطبية على الفور.

إذا كنت تظن أن شخصا ما قد تناول مادة كيميائية خطرة، فاتصل بالدفاع المدني فورا واتبع تعليمات الإسعافات الأولية المذكورة في بطاقة بيانات السلامة أو على ملصق العبوة. فقد يطلب منك مساعدة أستاذ المادة لتحضير وسائل الإسعافات الأولية، بحيث يمنع منعا باتا أن تعطي أي شيء بالفم لأي شخص فاقد للوعي، كما سوف يتأكد أستاذك من أنه قد تم تزويد الوحدة الصحية بنسخة من بطاقة بيانات السلامة المناسبة ، و لكن قد تكون هناك حاجة لتحديد اسم المادة الكيميائية بالضبط .

يجب أن لا تلمس شخص ما على اتصال مع الدارة الكهربائية الحية. فقم أولا بفصل الدارة الكهربائية عن طريق نزع القابس من المقبس أو عن طريق الفصل الكلي للكهرباء من خلال قاطع فصل التيار ،و إن لم تقم بذلك مسبقا فإن احتمال تعرضك للصدمة الكهربائية يكون حاضرا.

و إذا كان الشخص المصاب لا يتنفس وليس له نبض، يجب عليك توفير الإنعاش القلبي الرئوي (CPR) في حالة إذا كنت مدربا على القيام بذلك، أو استخدم مزيل الرجفان الخارجي الآلي (AED) إذا كان متوفرا. كما يجب عليك الاتصال فورا بالدفاع المدني ، أو أخبر أي شخص آخر مدرب للقيام بما هو لازم في مثل تلك الحالات. و لأنه من المرجح في المختبرات التعليمية أن يتواجد العديد في المختبر، فمن الأفضل توزيع الأدوار على البعض حيث شخص يتصل بالدفاع المدني و آخر يخبر أستاذ المادة و ثالث يحدد موقع المختبر و رابع يستدعي مسؤولي الأمن في الحرم الجامعي، و شخص آخر يساعد في الإنعاش القلبي الرئوي.

و إذا كنت أنت أو أي شخص آخر ينزف بشدة، فاعمل على أن تسيطر على النزيف عن طريق وضع قطعة قماش على الجرح وتطبيق ضغط ثابت، و إذا كان ذلك ممكنا، قم برفع العضو المصاب فوق مستوى القلب. كما يجب عليك اتخاذ احتياطات معقولة لتجنب ملامسة دم شخص آخر، فهناك قفازات متوفرة في معظم مختبرات الكيمياء. و ما عدا في حالات الجروح البسيطة ، قم بتغطية الشخص المصاب ببطانية أو معطف لتجنب الصدمة والحصول على الرعاية الطبية الفورية.

و لا تقم بتنظيف أي تسرب بيولوجي قد يحتوي على مسببات الأمراض و التي تنتقل عن طريق الدم ما لم يتم تدريبك على ذلك.

انسكابات المواد الكيميائية

منع الانسكابات الكيميائية

ربما تكون الانسكابات الكيميائية هي أكثر الوقائع المخبرية شيوعا. و عادة ما يساعد الترتيب المنظم للمختبر على تجنب تسرب المواد الكيميائية، و عليه أبق الأدوات المخبرية بعيدة عن حافة الطاولة التي تعمل عليها أو أي منطقة عمل أنت تشتغل فيها. كما يجب استعمال الكميات المحددة من المواد الكيميائية وفقا لخوات عمل التجربة وتجنب استعمال كميات زائدة من المواد الكيميائية، و اعمل فورا على إعادة زجاجات الكاشف إلى موقعها الصحيح بعد أن تكون استهلكت منها أقل قدر مكن حسب خطوات عمل التجربة، و اخطر أستاذ المادة إذا لاحظت أية عوائق في الممرات و الطرقات بين الطاولات و حولها تعيق العمل في المختبر، و تذكر أن تمشى بركازه في المختبر ، فالمشي السريع قد ينتج عنه اصطدامات مع الطلاب الآخرين أو مع أثاث المختبر و آلياته.

و إذا كان يجب عليك أن تنقل عينات أو محلول من مكان إلى آخر في المختبر، فاعمل على أن تمسك الكأس أو الدورق جيدا على أن تكون يدك الثانية داعمة للكأس أو للدورق من الأسفل ، و إذا لزم الأمر أخبر الآخرين بما تنوي القيام به. أما نقل المواد الكيميائية من المختبر إلى مكان آخر خارجه أو إلى مستودع المواد الكيميائية فإنه يتطلب وجود حاوية مخصصة للنقل من المطاط أو البلاستيك.

الإستعداد للاستجابة لتسرب المواد الكيميائية

إذا كنت أنت أو أي شخص آخر بالقرب من مساحة العمل الخاصة بك قد تسبب بحدوث تسرب للمواد الكيميائية ، فإنه يجب عليك و على الطلاب الآخرين أن يبتعدوا عن منطقة التسرب، و في حالة حدوث انسكاب لسائل قابل للاشتعال، قم فورا بتحذير الطلاب الآخرين في منطقة العمل لإطفاء جميع مصادر اللهب و إيقاف تشغيل الأجهزة الكهربائية ، إلا إذا كنت قادرا على القيام بذلك لوحدك دون أن تضع نفسك في خطر. و إذا حدث انسكاب في خزانة طرد الغازات، أغلق الغطاء الباب الزجاجي و اسمح للأبخرة أن تزال بفعالية أكثر، كما يجب الإبلاغ عن أي انسكاب لأستاذ المادة فورا ، فأستاذ المادة يعرف جيدا كيف يتعامل مع المواد المسكوبة. و في حالة انسكاب كمية كبيرة من المواد القابلة للاشتعال أو السامة أو المتطايرة، فقد يكون من الضروري إخلاء المختبر أو المبنى بأكمله.

و في حالة حدوث انسكاب صغير للمادة الصلبة، فقد يطلب منك أستاذ المادة أو من الآخرين أن تستخدم المجرود و الفرشاة، و التي عادة ما يتم الاحتفاظ بها في المختبر لتنظيف المادة الصلبة. كما أن في حالة حدوث انسكاب صغير للمواد السائلة، فقد يطلب منك أستاذ الماد أو من الآخرين استخدام المناشف الورقية أو الماصة لامتصاص السائل. و في

حالة التقاط الزجاج المكسور، استخدم الملقط أو ارتدي القفازات الجلدية مقاومة للقطع، كما يمكن أيضا أن تلمّ الزجاج المكسور من خلال المجرود و الفرشاة. و لكن على الأرجح، سيقوم أستاذ المادة بتنظيف الزجاج المكسور، أو قد يطلب منك القيام بذلك تحت إشراف دقيق. و بالطبع تخلص من المادة المسكوبة و كذلك المناشف الورقية، حسب توجيهات الاستاذ.

في حالة حدوث انسكاب كبير للمادة، أو إذا كانت المادة سامة أو قابلة للاشتعال، فسيكون لدى مؤسستك التعليمية إجراء رسمي لمعالجة التسرب. فاتبع التوجيهات التي يقدمها لك أستاذ المادة. و بالعادة لا يتم التعامل مع هذه الانسكابات من قبل الطلاب في المختبرات التمهيدية.

و يمكن لأستاذك أو غيره من الموظفين المدربين أن يحتوي الانسكابات الكبيرة للسوائل على الأرض من خلال إحاطة المنطقة ذات الصلة بمواد احتواء ماصة. و قد تكون المادة الماصة المستخدمة واحدة ممن يعادل المادة المسكوبة (الحجر الجيري أو كربونات الصوديوم للأحماض، محلول ثيوسلفات الصوديوم للبروم، الخ)، كما أن هناك مجموعات ماصة تجارية (مثل : أويل-دري و زورب-أول)، ولكن يمكن أيضا استخدام المواد الماصة الأخرى المتاحة بسهولة على نحو فعال، مثل الفيرموكولايت أو الدقائق الصغيرة (حوالي ٣٠ شبكة) من القمامة الطينية المستندة إلى الطين. و عندما يتم توجيهك للعودة إلى المنطقة، تأكد من أن الأرضية ليست زلقة ، كما أخبر أستاذ المادة ما إذا كانت المنطقة تبدو غير آمنة لأي سبب من الأسباب.

الانسكابات الكيميائية- الصغيرة و الكبيرة

تحديدا ما إذا كنت مؤهلا لتنظيف الانسكابات فإنه يتطلب منك فهم المتغيرات. ضع في اعتبارك ما يلي.

انسكاب بسيط أو قليل:
- انسكاب يمكن أن يسيطر عليه شخص واحد
- الانسكاب لا ينتشر بسرعة بخلاف الاتصال المباشر
- الانسكاب لا يشكل خطرا مباشرا على البيئة
- المخاطر (المادية، والصحة، والبيئية) مفهومة من قبل العمال (السمية، القابلية للاشتعال، التآكل، والتفاعل)
- توفير معدات الوقاية الشخصية ومجموعة السيطرة على الانسكابات.

الانسكاب الكبيرة أو المعقدة:
- الانسكاب المصاحب بالإصابة
- انسكاب مادة شديدة السمية أو قابلة للاشتعال تتطلب إجلاء فوري للمنطقة
- الانسكاب في بيت السلم أو منطقة مزدحمة أخرى
- الانسكاب ينطوي على إمكانات خطيرة للتأثير على البيئة.

الخلاصة

إن أكثر حالات الطوارئ احتمالا و التي قد تنشأ في مختبر الكيمياء التمهيدية أو العضوية هي اشتعال المذيبات القابلة للاشتعال، و ملامسة المواد الكيميائية للجلد و العينين، و الجروح القطعية من الأدوات الزجاجية المكسورة، و الانسكابات الكيميائية. وعلى الأغلب سوف تستجيب لها بشكل مناسب، وبالتالي تقليل الإصابات والأضرار، إذا كنت قد وضعت خطة للاستجابة مسبقا.

إن التعلم للعمل بأمان في المختبر هو عنصر مهم في عملية التعليم الكيميائي الجامعي. فإدراك المخاطر وتقييم وتقليل المخاطر هي عادات ينبغي أن تستمر في تطويرها طوال حياتك التعليمية و المهنية. وقد قدّم هذا الفصل معلومات عن كيفية منع حدوث واقعة أو تسرب. إن التثقيف الوقائي مهم، ولكن الإستعداد للاستجابة في حالات الطوارئ لا يقل أهمية عن ذلك وينبغي أن يكون أيضا جزءً من تعليمك.

الملحق

الإنترنيت كمصدر لمعلومات السلامة

يوفر الانترنيت الكم الهائل من المصادر حول السلامة الكيميائية ، و العديد من تلك المواقع تحتوي خليطا من المعلومات الدقيقة و غير الدقيقة و هناك قلة قليلة من تلك المواقع لا يمكن الاعتماد عليها تماما، وهي ليست أكثر من مجرد تعبير عن آراء لا أساس لها بما يتعلق بمسائل السلامة الكيميائية والبيئة. وفيما يلي بعض المواقع الموصي بها حيث يمكن العثور على معلومات دقيقة من خلالها.

المواقع الموصي بها

تقدم الجمعية الكيميائية الأمريكية معلومات موثوقة حول السلامة الكيميائية على مختلف المواقع.

• تُدعم لجنة السلامة الكيميائية التابعة للجمعية الكيميائية الأمريكية (CCS) تشجيع السلامة الكيميائية بطرق مختلفة، مثل نشر هذا الكتيب. كما يوفر موقع لجنة السلامة الكيميائية العديد من الموارد لمساعدة المدرسين والطلاب في التدريس وممارسة الكيمياء بأمان.

www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety.html

• و يقدم موقع شعبة الصحة و السلامة الكيميائية (CHAS) معلومات عن جميع جوانب السلامة الكيميائية و المخبرية.

www.dchas.org

مواقع مفيدة أخرى

• لدى إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية (OSHA) معلومات تتعلق بجميع جوانب سلامة العمال، بما في ذلك الإحصاءات و وصف عن الوكالة ، و أخبارها العامة (الخطب، والنشرات الإخبارية، و التصريحات، والمنشورات)، و أيضا قوانين و أنظمة إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية.

www.osha.gov

ومن الأمور ذات الأهمية الخاصة هي المعايير الواردة في CFR 29 (أي أنها تلك التي نشرت في المجلد ٢٩ من قانون اللوائح الاتحادية). القسم ١٤٥٠ , ١٩١٠، و الذي يقع تحت عنوان «التعرض المهني للمواد الكيميائية الخطرة في المختبرات»، و هو «معيار مختبري»، و ذو أهمية خاصة لأولئك الذين يعملون في المختبرات التعليمية.

www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10106

أيضا، في موقع «مواضيع الصحة و السلامة» التابع لإدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية ، يمكنك العثور على روابط لاحقة لمزيد من المعلومات المحددة حول السلامة الكيميائية، بما في ذلك رابط إلى قائمة أبجدية من مجموعة واسعة من المواضيع في إدارة الصحة و السلامة المهنية الأمريكية.

www.osha.gov/SLTC/index.html

www.osha.gov/SLTC/text_index.html

فمعظم تلك البنود لا علاقة لها بالسلامة الكيميائية، ولكن تسمح القائمة للبحث أكثر للحصول على موضوع كيميائي معين أو موضوع يتعلق بالكيمياء.

• يوضح دليل النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية GHS نظام GHS بصورة مختصرة.

www.osha.gov/dsg/hazcom/ghsguideoct05.pdf

• تمتلك وكالة حماية البيئة الأمريكية معلومات عن النفايات الخطرة و القضايا التي تتعلق بالبيئة. ففي صفحة «العلوم والتكنولوجيا»، يمكنك الاطلاع على قائمة بالمواضيع الفرعية التي قد يهتم بها ، بما في

ذلك الموقع الإلكتروني عن النفايات الخطرة وإدارة النفايات.

www.epa.gov

www.epa.gov/science-and-technology

وفي صفحة «القوانين واللوائح»، يمكنك العثور على المزيد من الروابط إلى الموضوعات الفرعية التي تهم الكيميائيين. فمن الأمور التي تهم العلماء الكيميائيين المهتمين بالكيمياء الخضراء وكيمياء الاستدامة الروابط في صفحة «العلوم المتعلقة بالممارسات المستدامة».

www.epa.gov/laws-regulations

www.epa.gov/science-and-technology/sustainable-practices-science

• يوفر المعهد الوطني للصحة والسلامة المهنية (NIOSH) الكثير من المعلومات، بما في ذلك دليل الجيب NIOSH للمخاطر الكيميائية، والذي يعطي معلومات عن عدم التوافق لحوالي ٧٠٠ مادة كيميائية. يمكن قراءة هذا المنشور على الانترنت أو طلبه مجانا من NIOSH.

www.cdc.gov/niosh/homepage.html

www.cdc.gov/niosh/npg

• مكتبة الطب الوطنية هي جزء من TOXNET وهي موطن لكثير من قواعد البيانات الأكثر موثوقية لمعلومات محددة عن المواد الكيميائية، مثل ChemIDplus Advanced.PubMed ، والبنك بيانات المواد الخطرة.

www.nlm.nih.gov

• يمكن أن توفر لك بطاقات بيانات السلامة (SDS) معلومات مهمة عن مخاطر المادة الكيميائية. يجب استخدام بطاقات بيانات السلامة من الشركة المصنعة للمادة الكيميائية المشتراة منها فقط. و للحصول على معلومات عامة، فإن شركة MilliporeSigma (رسميا Sigma-Aldrich) قد جهزت بطاقات SDS بشكل جيد لأي شخص يمكن تصفح الانترنت. ببساطة قم بكتابة الاسم الكيميائي أو رقم سجل المستخلصات الكيميائية (CAS) في منطقة البحث الرئيسية في الجزء العلوي من الصفحة الرئيسية وحدد وصلة SDS للمنتج.

www.sigmaaldrich.com/united-states.html

إذا كنت بحاجة إلى معلومات حول كيفية تفسير SDS، حاول استخدام الموقع MS-Demystifie.

www.ilpi.com/msds/ref/demystify.html

• الممارسات السليمة في المختبر: مناولة وإدارة المخاطر الكيميائية، نسخة محدثة (٢٠١١)، و التي نشرها من قبل National Academies Press يمكن تحميلها مجانا أو قراءتها على الانترنت.

www.nap.edu/read/12654/chapter/1

• و يوفر مخطط توافق خفر السواحل الأمريكي ورموز التخزين الواردة في الفصل ٧ من دليل نظام معلومات الاستجابة للمخاطر الكيميائية (CHRIS) عدم توافقية للعديد من المركبات الكيميائية على أساس فئات كيميائية واسعة.

www.uscg.mil/hq/nsfweb/foscr/ASTFOSCRSeminar/References/CHRISManualIntro.pdf

• توفر قاعدة البيانات الوطنية لإدارة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) المعروفة باسم كاميو CAMEO (إدارة العمليات بمساعدة الحاسوب)، برنامجا يسمح افتراضيا «بخلط» المواد الكيميائية «في المختبر» للتنبؤ بالتفاعل. و يمكن تحميل البرنامج أو استخدامه عبر الإنترنيت.

www.cameochemicals.noaa.gov

كما أن العديد من المواقع الأخرى ذات السمعة الطيبة التي تحتوي على معلومات السلامة موجودة. على سبيل المثال، معظم مواقع الجامعات والكليات، فضلا عن مختلف الجمعيات العامة الأخرى التي تمتلك مواقع. و حتى تقوم بتطوير قاعدة معلومات قوية، فقد ترغب بالاعتماد على توصيات شخصية من متخصصي السلامة والمعلمين للمساعدة في تقييم موثوقية موارد الإنترنيت.

ملاحظات

أرقام الهواتف في حالات الطوارئ

الدفاع المدني / الإسعاف : _____

مركز السيطرة على السموم : _____

المركز الطبي في الجامعة : _____

وحدة الأمن الجامعي : _____

مشرف الكلية/ البحث العلمي : _____

Safety in Academic Chemistry Laboratories

8TH EDITION

BEST PRACTICES FOR FIRST- AND SECOND-YEAR UNIVERSITY STUDENTS

A Publication of the American Chemical Society Joint Board–Council Committee on Chemical Safety

ACS
Chemistry for Life®

www.acs.org