الباب السادس

قواعد الأمن والسلامة

فى التعامل مع الكيمياء

obeikandl.com

obeikandl.com

قواعد عامة للتعامل مع الكيماويات:

ومن أهمها :

- غسل اليدين جيداً بعد الانتهاء من العمل في العينات

- عدم وضع اليد في الفي أو مسح العينين أثناء التعامل مع العينات وفحصها ، فبعضها سام ٠

- تصنيف العينات وترتيبها في خزائن ذات واجهة بللورية ، لتسهيل الرجوع إليها عند الحاجة ٠

- وضع بطاقة صغيرة تحمل الاسم العلمي لها على كل عينة ، ويلحق بها بطاقة تحمل كافة المعلومات العلمية عن هذه العينة٠

- حفظ العينات بحجم معقول بحيث لا يشغل حيزاً كبيراً من خزانة الحفظ ، ويفضل أن تكون أبعاد العينة المحفوظة (١٠ × ١٠ × ١٠) سم تقريباً٠

- حفظ العينات النادرة في مكان بعيد عن متناول أيدي الطلبة٠

- نشرح للطلبة مخاطر بعض العينات وكيفية التعامل معها قبل بدء النشاط ، ويفضل تسجيل هذه المعلومات على بطاقات وتوزيعها في أرجاء المعمل ٠

قواعد السلامة العامة في تخزين المواد الكيميائية:

استخدام خزائن خاصة أو غرف التخزين الملحقة بالمعمل عند تخزين المواد الكيميائية ، شريطة أن تكون مزودة بنظام تهوية جيد للتخلص من الروائح والغازات المنبعثة من عبوات المواد الكيميائية ونستخدم عند تخزين المواد الكيميائية خزائن ذات رفوف مغطاة بطبقة من الفورمايكا المقاومة للمواد الكيميائية ، ومزودة بأقفال كما يجب وضع ملصقات مناسبة على عبوات المواد الكيميائية ، بحيث تحوي على إشارات تحذيرية لكل مادة ،واسمها ، والرمز الكيميائي الخاص بها ، ودرجة تركيزها ، وتاريخ كل من إنتاجها وانتهائها وفي حال عدم توفر خزائن خاصة بالمواد الكيميائية ، فيستعاض عنها برفوف بعيدة عن متناول أيدي الطلبة ، وعن أجهزة التسخين وأشعة الشمس المباشرة ، على ألا يزيد ارتفاع هذه الرفوف عن مستوى نظر الشخص المتعامل معها ولانحاول تخزين كميات كبيرة من المواد الكيميائية ، لأن التخزين لفترة طويلة يقلل من فاعلية المادة .

ويجب ضع عبوات التخزين الكبيرة في الرفوف السفلى ، وعبوات الاستخدام المتكرر في الرفوف العليا كما يجب أن نضع في الرف الواحد العبوات قليلة الاستخدام في الخلف، والعبوات كثيرة الاستخدام في الأمام ولا نحاول ولأي سبب الاستعانة بالطلبة في إحضار عبوات المواد

الكيميائية أو نقلها من مكان لآخر ،ولا يسمح لهم بدخول غرفة التخزين ، مهما كانت الأسباب.

احتياطات السلامة في تخزين المواد الكيميائية:

المواد المشتعلة : وتقسم إلى مواد شديدة الاشتعال وهى المادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من الصفر ودرجة غليانها أقل من٣٥ والمواد سريعة الاشتعال كالمادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من٢١ ،وتشتعل تلقائياً في الهواء ضمن درجة الحرارة المحيطة بها

- تشتعل المواد الصلبة منها ، عند تعرضها للهب لفترة من الوقت ، وفي حال ملامستها للماء أو الهواء الرطب تطلق غازات سريعة الاشتعال.

لذا يجب أن تخزن في منطقة مفتوحة ، بها تهوية جيدة ، بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة ، أو أي مصدر آخر للحرارة كما يجب أن توضع إشارات تحذيرية على العبوات الخاصة بها كما يجب أن لا تخزن السوائل القابلة للاشتعال ولو بشكل مؤقت داخل قاعة المعمل أو بالقرب من المخارج ويجب الحرص على التهوية الجيدة عند التعامل معها ، ولا تستخدمها في الأماكن المحصورة ويجب الحرص على أن تعالج الأبخرة الصادرة عن السوائل المشتعلة والقابلة للاشتعال والحرص على استخدام الكمية المطلوبة من السائل ، ونحتفظ بالباقي في المكان

المخصص لها

نقل المواد الكيميائية: عند نقل المواد الكيميائية بين المخازن المختلفة أو خارج المعمل يجب أن يتم نقلها فى أوعية ثنائية مقاومة للكسر والأوعية الثنائية قد تكون مصنوعة من المعدن أو المطاط أو البلاستيك وبها يد لحملها وتكون كبيرة لدرجة أن تتحمل محتويات الوعاء الرئيسى فى حالة حدوث كسر فيه أما عند نقل الغازات المضغوطة فيجب استعمال الحوامل المناسبة لها وحماية صماماتها بواسطة غطاء أما فى حالة نقلها بين الأدوار المختلفة فيجب أن لا يكون هناك أفراد فى المصعد عندئذ ولقد صار المعمل الكيميائى مركز الحصول على المعرفة وتطوير مواد جديدة تستخدم فى المستقبل وكذلك لملاحظة والتحكم فى هذه المواد ولتى تستخدم فى آلاف من العمليات التجارية وكثيراً من هذه المركبات مفيدة ولكن كثيراً منها أيضاً قد يسبب ضرراً لصحة الإنسان وكذلك للبيئة ومن هنا ظهرت الحاجة إلى كيفية التعامل الآمن معها وحتى وقت قريب لم يؤخذ فى الاعتبار المخاطر التى يتعرض لها العاملون فى هذه المعامل ولم توضع معايير للأمان للعمل بها ومن الطريف أن نذكر أن العالم أوجست كيكولى ذكر عام ١٨٩٠ أن أستاذه ليبج قال له لو أردت أن تكون كيميائياً فيجب أن تخرب صحتك وأن الذى لا يضحى بصحته لن يذهب بعيداً فى الكيمياء ولكن الآن فإن الضغط الاجتماعى أرغم المؤسسات التى بها معامل أن تكون مسئولة عن توفير الأمان والبيئة

الآمنة للذين يعملون بها وأن تؤخذ الحيطة عند نقل المواد الكيميائية وكذلك التخلص من النفايات الكيميائية.

تعليمات عامة للعمل مع المواد الكيميائية الخطرة

١- السلوك الشخصى حيث يجب على العاملين بالمعامل مراعاة المعايير الآتية فى سلوكهم:

- تجنب الكلام المضحك أو النكات فى المعمل.
- استخدام أجهزة المعمل فى الغرض المخصص لها فقط.
- لا يسمح بدخول الأطفال فى المعامل حيث تحفظ مواد خطرة أو يجرى بها أنشطة خطرة.
- فى حالة السماح للأطفال بدخول المعامل بغرض التعلم يجب أن يكونوا تحت رقابة مباشرة من الكبار .
- يجب أن يكون هناك إعلانات فى المعامل توضح وسائل الأمان اللازمة للعمل بالمعمل وخصوصاً نظارات الوقاية للعيون.

٢- تقليل التعرض للمواد الكيميائية:أى أخذ الاحتياطات اللازمة لتقليل تعرض الجلد والعيون للمواد الكيميائية وكذلك استنشاقها أو دخولها إلى الدم عن طريق الجروح أو دخولها الجهاز الهضمى.

٣- تجنب إصابة العين: يجب ارتداء نظارات الوقاية للعين والتى بها حواجز لمنع تعرض العين للمواد الكيميائية أو التعرض للزجاج المتناثر

فى حالة كسر أى أدوات زجاجية أما فى حالة إجراء عمليات كيميائية خطرة فيجب لبس واقى للرأس والرقبة (قناع مصنوع من البلاستيك) وبالنسبة للأشخاص الذين يستعملون عدسات لاصقة فيجب عدم استعمالها فى المعامل وخصوصاً عند التعامل مع الأبخرة والغازات لأن هذه العدسات قد تزيد من الضرر وتمنع من المعالجة بواسطة الإسعافات الأولية فى حالة العمل مع الليزر والأشعة فوق البنفسجية وكذلك مع اللهب لتشكيل الزجاج فيجب استعمال نظارات من مادة خاصة.

- تجنب دخول المواد الكيميائية الخطرة إلى الدم أو الجهاز الهضمى.
- عدم تناول الطعام، الشرب، التدخين، العلكة، استخدام مستحضرات التجميل وتناول الأدوية فى المعامل حيث توجد المواد الكيميائية الخطرة فيجب أن تمنع تماماً.
- يجب عدم استخدام الزجاجيات المستخدمة فى العمليات الكيميائية لتحضير أى نوع من الأطعمة كما أن الثلاجات ومكعبات الثلج والأفران وغيرها من الأدوات بالمعمل يمنع استخدامها تماما لحفظ الأطعمة والمشروبات ويجب عدم استخدام مصادر المياة أو المياة المنقاة من الأيونات لغرض الشرب.
- لا نتذوق طعم المواد الكيميائية ويجب استخدام الماصة عند تداول المحاليل ويجب عدم استخدام الماصة بالفم فهناك المضخات اليدوية التى تستعمل معها.

- تجنب استنشاق المواد الخطرة.

- المواد الكيميائية السامة غير المعروف درجة سميتها يجب عدم شمها على الإطلاق والمواد الكيميائية المتطايرة والسامة أو المواد الصلبة والسائلة السامة يجب التعامل معها فى خزانة التجارب ويجب عدم استخدام خزانة التجارب فى التخلص من النفايات السامة المتطايرة وذلك بتبخيرها ولكن يجب التعامل مع هذه المواد كنفايات كيميائية ويتخلص منها فى حاويات خاصة وفقاً لتعليمات المؤسسة وفى حالة استخدام خزانة التجارب يراعى الآتى:

- فى حالة العمل مع المواد الخطرة استخدم فقط خزانات التجارب المعدة لإجراء تجارب معينة كما يجب التفتيش على صلاحيتها من وقت لآخر.

- ضع المواد المتفاعلة الخطرة على مسافة ١٥ سم على الأقل من جدار الخزانة الخارجى.

- لا تدخل رأسك أبداً داخل الخزانة أثناء إجراء التجربة.

- بالنسبة للخزانات التى لها باب عمودى يجب استعمال الخزانة بفتح الباب بأقل ارتفاع ممكن.

- حافظ على نظافة الخزانة ونظافة زجاجها ولا تزحمها بالزجاجيات

- إن طول شعر العاملين بالمعامل وكذلك ثيابهم الفضفاضة أو استعمالهم للحلى يجب أن يكون محدوداً عند العمل فى المعامل فإن

الشعر الطويل والملابس الفضفاضة أو الملابس الممزقة أو الحلى قد تغمس فى محاليل المواد الكيميائية أو قد تعلق بالأجهزة أو الماكينات الدوارة الشعر والملابس قد تمسك بهم النيران كذلك لبس الصنادل أو الأحذية المفتوحة يجب عدم لبسهم فى المعامل التى يستخدم فيها مواد كيميائية خطرة نظراً لاحتمال سقوط هذه المواد على الجلد مباشرة.

- الملابس الواقية فى المعمل يجب ألا تسمح باختراقها المواد الكيميائية الخطرة تعطى حماية للعاملين.

- يجب عدم استعمال ملابس مصنوعة من ألياف صناعية نظراً لأنها قابلة للاشتعال وتلتصق بالجلد وبذلك تزيد من حدة الإصابة بالحروق ولذلك فإن الملابس القطنية هى المفضلة عند العمل فى المعامل.

تخزين المواد الكيميائية: يجب استعمال المواد الكيميائية فى المعامل بالكميات المطلوبة للعمل فقط أما باقى الكميات فيجب تخزينها ويجب أن يكون هناك بطاقة بها كل المعلومات عن المواد الكيميائية فأى خطورة خاصة بالمادة الكيميائية يجب أن تكون مدونة على البطاقة الملصقة بالوعاء الحاوى لها فى بعض الحالات المعينة ولمجموعة معينة من المواد الكيميائية فعلى سبيل المثال الإيثيرات والمواد المكونة لفوق الأكاسيد يجب كتابة تاريخ فتح الأوعية المحتوية على هذه المواد على البطاقة ويجب أيضاً كتابة التاريخ الذى يجب التخلص فيه من هذه المواد المكونة لفوق الأكاسيد بعد فتحها على البطاقة.

- يجب عدم الاحتفاظ بأكثر من واحد لتر من السوائل القابلة للاشتعال على رفوف المعامل فالكميات الأكبر من ذلك يجب تخزينها فى أوعية من المعدن أو أوعية غير قابلة للكسر أما الكميات الأكثر من واحد لتر فى المعمل فيجب أن تكون على مستوى أقل ارتفاعاً من العين ووضعها على الرفوف السفلى فى المعمل ويجب عدم تخزين المواد الكيميائية ولا نفاياتها على الأرض فى المعمل٠

- والثلاجات المستخدمة لحفظ المواد الكيميائية القابلة للاشتعال يجب أن تكون مقاومة للانفجارات والمواد الموضوعة فى الثلاجات يجب أن تكون عليها بطاقات مقاومة للماء مدون عليها كل المعلومات عن المواد الموجودة بها٠

- استخدام أوعية ثانوية لتقليل تناثر المواد عند حدوث تسريب أو كسر للوعاء الأساسى يكون مفيد جداً فيجب أن يراعى عند تخزين المواد الكيميائية أن تعزل المواد القابلة للتفاعل مع بعضها البعض عند حدوث حادثة وبالتالى نتجنب تفاعلاتها التى قد تحدث بطريقة عنيفة مؤدية إلى حدوث انفجارات٠

<u>تخزين المواد شديدة السمية</u>: وهي المواد التي تترك آثاراً حادة أو مزمنة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها فيجب عدم تخزينها أو حفظها بالقرب من المواد المشتعلة وبعض المواد تتحول إلى مواد سامة عند اتصالها بالأحماض أو الحرارة أو الرطوبة ، لذا يجب معرفتها

وعزلها ومعرفة أعراض التسمم بها وتزويد الشخص الذي يتعامل معها بوسائل الوقاية المناسبة كما يجب معرفة خصائص كل مادة يتم التعامل معها ، ومدة التعرض المسموح بها ، وتركيزها ، وأثرها على الجسم ، وطريقة دخول المادة السامة حيث أنها قد تدخل عن طريق الفم أو العين أو مسام الجلد ...الخ ومن الأمثلة عليها بخار الزئبق.

تخزين المواد المتفجرة: وهي المواد التي تنفجر عندما تلامس اللهب ، وبعض هذه المواد تنفجر إذا تعرضت للاحتكاك أو السقوط وهذه المواد شديدة الحساسية للاهتزاز والصدمات والحرارة ، ومن ضمنها : فوق الأكاسيد والنترات ، حيث أنها تطلق طاقة مفاجئة بشكل هائل ، لهذا يجب حفظها في أماكن مغلقة مزودة بجميع الاحتياطات وأجهزة الأمن والسلامة ويجب عند تخزينها ، اتباع التعليمات والتحذيرات المسجلة على العبوات ، وأن تكون الكمية المخزنة منها أقل ما يمكن ، ومنفصلة عن غيرها من المواد .

تخزين المواد المؤكسدة:

وهي المواد التي تنتج طاقة حرارية عند تفاعلها مع مواد أخرى أو عند ملامستها مادة قابلة للاشتعال أو سريعة الاشتعال لذا يجب عدم تخزينها مع المواد القابلة للاشتعال ،وأن يكون مكانها مقاوم للاحتراق والحرارة وذات تهوية ويفضل أن تحفظ في زجاجات قاتمة اللون ،حيث

يزداد نشاط تفاعلها بتوافر الأكسجين والحرارة والضوء ومن الأمثلة عليها : الأكاسيد ،فوق الأكاسيد والبيرمنجنات الخ٠

تخزين المواد القارضة: وهي المواد التي تسبب أذى عند ملامستها للأنسجة الحّية لذا تحفظ في مكان بارد تحت درجة حراره أعلى من درجة تجمدها بقليل ، بحيث يكون المكان جافاً وذو تهوية جيدة ، ومزودة بأجهزة الوقاية الضرورية لأن الكثير من الأحماض والقواعد تعمل على تآكل الأوعية ، وتتفاعل مع كثير من المعادن محررة غاز الهيدروجين الذي يكون مع الهواء مخلوطاً متفجراً ويفضل عدم حفظ المواد القارضة من الأحماض بالقرب من القواعد ، لتفاعل أبخرتها مع بعضها البعض تاركة ملح مترسب حول وعاء حفظها وفي أماكن وجودها٠

تخزين المواد الضارة : وهي المواد التي تسبب آثاراً بسيطة أو محددة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها٠

تخزين المواد المهيجة: وهي المواد التي تسبب حساسية لبعض أجهزة التنفس والعيون أو سطح الجلد ، نتيجة استخدامها الطويل أو المتكرر٠

التخلص من المواد الكيميائية: فى الواقع فإن كل التجارب التى تجرى فى معمل ما تؤدى إلى وجود نفايات مثل محاليل المواد الكيميائية ومواد كيميائية خطرة وأوراق ترشيح وغيرها والمبدأ الأساسى فى التعامل مع النفايات أنه يجب ألا يمارس أى نشاط فى المعامل ما لم تكن هناك خطة

للتخلص من النفايات الخطرة وغير الخطرة وتطبيق هذا المبدأ سيؤكد على سلامة الإجراءات اللازمة للتعامل مع النفايات ويجنب وجود صعوبات غير متوقعة مثل احتمال تكوين صورة من النفايات (مواد كيميائية – مواد إشعاعية – مواد بيولوجية) لا تكون المؤسسة التى بها المعامل غير جاهزة للتعامل معها ولكل نوع من النفايات طرق خاصة للتعامل معها وللاختيار بين الطرق المتاحة يجب تطبيق عدة مبادئ ولكن الاعتبارات المحلية قد تؤثر بشكل قوى على هذه القواعد فمثلاً:

- النفايات الخطرة أو القابلة للاشتعال كالمذيبات يجب جمعها فى أوعية والانتظار لحين نقلها وفقاً لإمكانيات المؤسسة بواسطة وكالة متخصصة فى هذا العمل.

- فى بعض الأحيان تخلط النفايات الخاصة بالمذيبات المختلفة المراد التخلص منها عندما يكون الاختلاط ممكناً فى بعض الأحيان فالنفايات المهجنة وغير المهجنة يجب أن تفصل عن بعضها البعض عند التداول.

- الوعاء المستخدم لجمع النفايات السائلة يجب أن يكون مناسباً للاستعمال فكثيراً ما تستخدم أوعية زجاجية لهذا الغرض ولكن يجب الحرص على أن تكون هذه الأوعية رقبتها غير ضيقة وتكون مؤمنة ضد الكسر حتى لا تمثل صعوبة عند تفريغها ويستحسن استعمال أوعية مصنوعة من البلاستيك مثلاً من بولى ايثيلين أو من المعدن المجلفن أو

من الحديد الصلب لجمع النفايات السائلة وهى أكثر أماناً خصوصاً فى حالة السوائل القابلة للاشتعال.

- يجب عدم استعمال أوعية من الحديد الصلب المجلفن لجمع النفايات التى تمثل مذيبات مهجنة لأن هذه المذيبات تسبب تآكل المعدن وبالتالى يحدث لها تسريب.

- يجب وضع بطاقات بيانات على كل الأوعية تشتمل على بيانات محتويات الوعاء ويجب أن تؤمن تغطيتها فى حالة عدم استخدامها.

- النفايات السائلة يجب جمعها بطريقة منفصلة عن نفايات المذيبات العضوية ويجب عدم إلقاء المحاليل المحتوية على نفايات قابلة للاشتعال أو بها مواد خطرة فى حوض الصرف الصحى ويجب عدم استخدام الزجاج فى حفظ النفايات المائية لخطورة تجمدها.

- النفايات الصلبة مثل نواتج التفاعلات الجانبية أو المرشحات الموجود بها بعض المواد الكيميائية أو المواد المستخدمة فى الأوساط الكروماتوجرافية يجب وضعها جميعاً فى أوعية لحين نقلها للتخلص منها ويجب بذل كل جهد لاستعمال أو إعادة تدوير المواد غير المرغوب فيها وإعادة استعمالها بدلاً من التخلص منها.

- المواد غير الخطرة الصلبة يمكن التخلص منها وذلك بإلقائها فى سلة مهملات المعامل أو إعادة تدويرها وهذا يلعب دوراً فى سياسة المؤسسة التعليمية.

التخلص من فوق الأكاسيد: فوق الأكاسيد النقية يجب عدم التخلص منها مباشرة ولكن يجب تخفيفها قبل التخلص منها والكميات الصغيرة منها (٢٥ جم أو أقل) يتم التخلص منها بواسطة التخفيف بالماء للحصول على محلول تركيزه حوالى ٢ % ثم تنقل إلى زجاجة من البولى إيثيلين تحتوى على عامل مختزل مثل كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية ويمكن التعامل مع المحلول الناتج كنفايات.

- فى حالة تسرب محلول فوق الأكسيد فيجب امتصاصه بسرعة بواسطة vermiculite ثم يعالج المخلوط بواسطة مذيب مناسب والعجينة الناتجة يتم التخلص منها.
- لا نلقى المركبات العضوية لفوق الأكسيد فى أحواض الصرف.
- تتكون مركبات فوق الأكسيد عند تخزين بعض المواد معرضة للهواء فمثلاً بعض فوق الأكسيد الموجود بكيمات صغيرة جداً فى مذيب مثل الديوكسان يكون خطير جداً وقد يغير من مسار التفاعل عند استخدام هذا المذيب.

- **يجب حفظ مركبات فوق الأكسيد فى جو خامل فى وجود النيتروجين أو الأرجون فهذه هى الوسيلة الآمنة لحفظ مركبات فوق الأكسيد لمدة طويلة وأحياناً يضاف إلى محاليلها بعض المركبات المثبطة مثل مركبات صائدة الجذور الحرة٠**

التعامل مع المواد الخطرة

التعامل مع تحرر (انطلاق) المواد الكيميائية الخطرة

يجب دائماً تصميم التجارب بحيث تقلل من إمكانية انطلاق مواد خطرة فى المعامل إلى الحد الأدنى ويجب استخدام الكميات الدنيا من المواد الخطرة فى التجارب ويراعى عند نقلها وتداولها الطرق السليمة الآمنة من ناحية حملها فى قنينات مقاومة للكسر أو تحتوى على وعاء ثانوى ويجب أن يكون العاملين على دراية بخصائص هذه المركبات من ناحية الخواص الطبيعية والكيميائية وكذلك سميتها وذلك قبل التعامل معها ومن أهم الاحتياجات اللازمة عند انطلاق المواد الكيميائية الخطرة وجود معدات الأمان، الملابس الواقية، والمعدات التى تتحكم فى التسرب وفى حالة حدوث تسريب فى المعمل يجب إتباع التعليمات الآتية بالتسلسل الوارد:

– يجب إعلام العاملين فى المعامل الأخرى بوجود حادثة تسريب وإن أمكن فيجب إخلاء المعهد من العاملين٠

- محاولة مساعدة المصابين وفى حالة الضرورة سرعة الاتصال بالإسعاف.

- محاولة محاصرة التسرب ولكن بدون مخاطرة للتعرض للإصابة أو التلوث.

- ينظف المكان الذى حدث به تسرب وذلك باستخدام الطرق المناسبة كما يجب التخلص من المواد التى تلوث بالطرق المعروفة .

وإذا حدثت إصابة أو تلوث لأحد العاملين بمادة كيميائية خطرة فيكون هناك أولوية فى التعامل معه ويجب أن يلقى المصاب عناية طبية بأسرع ما يمكن وعند حدوث تسرب أصاب منطقة صغيرة من الجلد فيجب اتباع الخطوات الآتية:

- نغسل المنطقة المصابة وذلك بوضعها تحت تيار الماء لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

- عند عدم ملاحظة حرق واضح اغسل هذه المنطقة بالماء الدافئ والصابون مع خلع أى مجوهرات أو حلى للزينة لكى يسهل تنظيف الجلد من المواد الخطرة.

- ننظر إلى لائحة أمان المواد لكى تتعرف على إمكانية حدوث تأثير من هذه المادة فى وقت لاحق.

- نبحث عن رعاية طبية حتى إن كانت الحروق الكيميائية صغيرة

- لا نستخدم أى كريمات أو دهانات.

وإذا حدث تسريب على الملابس فيجب:

- عدم تنفيض الملابس.
- اخلع كل الملابس الملوثة وكذلك الأحذية والمجوهرات وذلك قبل استعمال حمام (دش) الأمان.
- الثوانى مهمة فى مواجهة هذا الموقف ولذلك بادر بعمل اللازم.
- احذر من انتشار المواد المتسربة على الجلد وخصوصاً فى العيون.
- كن حذرا عند خلع البلوفر أو الفانلات لكى لا تصيب العيون ومن الأحسن تمزيق الملابس وليس خلعها من خلال الرأس.
- مباشرة أغمر الجسم المتأثر بالماء الدافئ لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة
- يجب الحصول على رعاية طبية على وجه السرعة.
- تخلص من الملابس الملوثة أو أرسلهم إلى المغسلة ويتم غسلهم بشكل منفصل عن الملابس الأخرى.

فى حالة حدوث إصابة للعيون فيجب إتباع الآتى:

١- اغسل عينيك بالماء مباشرة من مياه جارية لمدة ١٥ دقيقة على الأقل.
٢-ابعد الجفون عن جسم العين للشخص المصاب واطلب من المصاب أن يحرك عينه إلى أعلى واسفل وكذلك إلى الجنب حتى يمكن غسل العين خلف الجفون.

٣- استخدم غسول للعيون وفى حالة عدم وجوده ضع الشخص المصاب راقداً على ظهره وقم بصب الماء بلطف فى عينيه لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

٤- اتبع الإسعافات الأولية على يد شخص متخصص متدرب على التعامل مع الإصابات الكيميائية.

<u>أدوات التحكم فى التسرب:</u> كل معمل يحتوى على مركبات خطرة يجب أن يكون فيه مجموعات للتحكم فى التسرب والجاهزة للتعامل مع المخاطر الناجمة عن استعمال المواد فى المعامل وهذه المجموعات تعمل على جعل المخاطر الناجمة عن التسرب يكون لها تأثيراً محدوداً ويجب وضع مجموعات التحكم فى التسرب بالقرب من مخارج المعمل لكى يسهل التعامل بها وتحتوى مجموعات التحكم فى التسرب على الآتي:

- **وسائد تحكم فى التسرب وهذه الوسائد متاحة فى المتاجر وتستخدم لامتصاص المذيبات، الأحماض، القلويات الكاوية ولكن لا تستخدم مع حمض الهيدروفلوريك.**
- **بعض المواد الماصة الخاملة كالرمل أو المواد الصلصالية للعلم الورق ليس مادة ماصة خاملة ولا تستخدم لتنظيف المواد المؤكسدة مثل حمض النيتريك.**

- **مواد معادلة للأحماض المتسربة مثل كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم.**
- **مواد معادلة للقويات المتسربة مثل كبريتات الصوديوم وحمض الستريك.**
- **أكياس بلاستيك كبيرة ومكانس بيد طويلة وكذلك جامع التراب.**
- **معدات واقية للأشخاص مناسبة ووسائل إنذار ووسائل حماية ضد السقوط أو الانزلاق على الأرضيات المبللة.**

تنظيف المعمل من الانسكابات: تعتمد طرق التخلص من الانسكابات عن طريق التنظيف على موقع الحادث وكذلك الكمية وخواص المواد المنسكبة وكذا درجة سميتها ونوع السمية وكذلك على مدى التدريب الذى حصل عليه العاملون فى هذا الموضوع.

بعض التعليمات العامة مع بعض الانسكابات الشائعة:بالنسبة للمواد غير القابلة للاشتعال وليست قابلة للتطاير ولها سمية ضئيلة تشمل هذا النوع من المواد الخطرة الأحماض غير العضوية (حمض الكبريتيك والنيتريك إلخ) والقواعد الكاوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم) فى هذه الحالة للتخلص منها يجب أن يكون لدينا قفازات ومناظير وفى حالة الضرورة أغطية للأحذية ويوصى باستعمال مواد ماصة محايدة لامتصاص المواد المنسكبة ومن الممكن معادلة المواد المنسكبة بمواد

مثل كبريتات الصوديوم الهيدروجينية فى حالة القواعد وكذلك كربونات الصوديوم فى حالة انسكاب الأحماض

- بالنسبة للمذيبات القابلة للاشتعال يجب اتخاذ إجراء سريع فى هذه الحالة الخطرة عند انسكاب مذيب قابل للاشتعال وله سمية منخفضة نسبياً ومن هذه المذيبات: إثير ، بنتان ، ثنائى إيثيل إيثر ، داى ميثوكسى إيثان ، وتتراهيدروفيوران فى هذه الحالة يجب إخماد أى لهب فى المعمل وكذلك فصل الأجهزة التى ينتج عنها شرارة كهربائية كما يلزم فصل مصدر الطاقة الكهربية عن المعمل ويجب امتصاص المذيب المنسكب بواسطة وسادة امتصاص الانسكابات على وجه السرعة يتم وضع المواد الممتصة نتيجة الانسكابات فى حاويات خاصة تمهيداً للتخلص منها بطريقة مناسبة
- بالنسبة للمواد المنسكبة ولها سمية كبيرة يجب عدم التعرف فى هذه الحالة بشكل منفرد فيجب أن يتم التخلص من الانسكابات فى وجود عدة أشخاص كما يجب أن يكون فى الصورة أيضاً مكتب المسئول الصناعى الصحى وذلك للحصول على المساعدة اللازمة لتقدير المخاطر فى هذه الحالة وهؤلاء المحترفون سيعرفون كيف يتخلصون من هذه المواد وسيقومون بهذه المهمة

التعامل مع اسطوانات الغاز التى بها تسريب: فى بعض حالات التسريب من اسطوانات الغاز قد يشكل هذا خطورة كبيرة تستلزم مساعدة مباشرة من خارج المؤسسة فيجب العمل على غلق صمام هذه الاسطوانات دون توتر أو قلق ويجب ارتداء بعض المعدات الواقية

تعليمات معاونة فى حالات تسريب الغازات: غازات قابلة للاشتعال، خاملة أو غازات مؤكسدة

- يجب نقل الاسطوانة فى هذه الحالة إلى مكان معزول بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال فى حالة الغاز القابل للاشتعال أو بمثل مادة مؤكسدة وعند نقل الاسطوانة المحتوية على غازات قابلة للاشتعال أو بها مواد مؤكسدة نحرص على عدم تعرض الاسطوانة لأى شكل إشعال من الممكن أيضاً وضع الاسطوانة التى بها تسريب فى خزانة التجارب بالمعمل حتى يستهلك كل محتوى الاسطوانة

- الغازات التى تعمل على التآكل:الغازات التى تعمل على التآكل قد تزيد حجم التسريب المنطلق وبعض هذه الغازات تكون عوامل مساعدة أو قابلة للاشتعال وقد يكون لها سمية وفى هذه الحالة تنقل الاسطوانة التى بها تسرب إلى مكان معزول به تهوية جيدة ثم يوجه الغاز المتسرب إلى مادة كيميائية معادلة مناسبة فى حالة ما إذا كان هناك تفاعل بين الغاز والمادة المعادلة قد يؤدى إلى شفط إلى الاسطوانة Suck back من

خلال الصمام فيجب فى هذه الحالة وضع مصيدة Trap فى الخط قبل بداية التعادل

- الغازات السامة:نفس الاحتياطات يجب اتخاذها فى هذه الحالة كما فى حالة الغازات المسببة للتآكل ولكن لحماية الأفراد فى المعمل يجب عمل تحذيرات خاصة لخطورة التعرض لها

- يجب أن يكون على الاسطوانة بطاقة تصف الأخطار وعليها التحذيرات والتعليمات التى يجب إتباعها فى حالة حدوث تسريب

- **كيفية التعامل مع الزئبق عند تسربه**

- أغلب التسريبات الناتجة عن الزئبق ليس لها خطورة كبيرة وعند حدوث التسريب تعزل المنطقة ونبدأ عملية التخلص منه ويجب على العاملين للتخلص منه ارتداء قفازات وتبدأ العملية بالتقاط قطرات الزئبق الصغيرة أما الكبيرة فتجمع بواسطة شريحة من الورق على شكل بقعة من الزئبق ثم تزاح بواسطة الشفط أو أى وسيلة أخرى مناسبة لا تستخدم المكنسة الكهربائية لهذا الغرض لو لزم المر استخدم مكنسة كهربائية منزلية فيجب وضع مرشح كمصيدة عند جمع القطرات الصغيرة من الزئبق يمكن استخدام منشفة مبلولة والتى تعمل على تجميع هذه القطرات الصغيرة إلى قطرات أكبر

- وعلى العموم يجب حفظ الزئبق فى زجاجات مصنوعة من البولى إيثيلين ذات كثافة عالية وتكون الجدران سميكة

العمل مع المواد النشطة جداً أو المتفجرات: ينجم الانفجار من التفاعلات السريعة جداً والتى ترافق بانطلاق كمية كبيرة من الطاقة وهذه التفاعلات قد تكون تلقائية أو يمكن حفزها وينتج عنها زيادة فى الضغط، غازات، دخان وكل هذه النواتج تمثل خطورة فالضوء والصدمات الميكانيكية والحرارة وبعض العوامل المساعدة يمكن أن تعمل على تنشيط التفاعلات فالهيدروجين يتفاعل مع الكلور ويحدث انفجار إن تم هذا التفاعل فى الضوء أما إحداث تفاعل انفجارى بفعل الصدمات الميكانيكية فمنها تفاعل الأسيتاليدات ، الأزيدات ، نترات المركبات العضوية ،الفوق كلورات وكثير من فوق الأكاسيد الأحماض والقواعد أيضاً يمكن أن تكون عوامل مساعدة لحدوث عمليات البلمرة المرافقة بانفجار كثير من أيونات الفلزات كذلك تكون عوامل مساعدة فى تفاعل التحلل العنيف لفوق أكسيد الهيدروجين

- **عند إجراء تفاعلات تستخدم فيها المواد النشطة يجب أن تكون معدات الطوارئ فى متناول اليد**
- **عند إجراء التفاعلات التى ترافق بانفجار يجب أن نبعد عنها أى مصادر حرارية أن يكون ليدنا طرق لتبريد الوعاء الذى يتم فيه التفاعل كما يجب أن يتم التفاعل فى خزانة التجارب مع قفل بابه كما يجب أن**

يوضع درع من البلاستيك الشفاف لمزيد من الحماية بجانب باب شباك) خزانة التجارب.

- فى حالة الزيادة الكبيرة لسرعات التفاعلات الكيميائية وعدم وجود تبادل حرارى بين التفاعل والوسط المحيط قد يؤدى لحدوث الانفجار ولذلك فاستعمال كميات صغيرة ووجود تبريد كاف وسطوح للتبادل الحرارى قد يؤدى إلى التحكم فى التفاعل فى حالة وجود للتفاعل فيجب الحرص عند إضافة المتفاعلات

والتعامل مع المواد القابلة للانفجار يتطلب:

- أن يلبس العاملون نظارات لها حواجز جانبية صلبة
- لبس واقى لكل الوجه مثل التعامل مع ديازوميثان
- يجب لبس قفازات جلدية سميكة فى حالة التعامل مع هذه المركبات الخطرة أو عند تناول مخلوط التفاعلات وطبعاً التخطيط الجيد للتجارب يقلل الحاجة لكثير من الاحتياطات
- فى المعامل التى يجرى فيها تجارب انفجارية يجب لبس بالطو المعمل كل الوقت وهذا البالطو يجب أن يكون مصنوعاً من مادة مقاومة للاشتعال ويكون من الممكن وبسهولة خلعها وهذا البالطو يقوم بالحماية من الجروح المحتملة من الزجاج المتطاير

والتصميمات الواقية فى حالة إجراء تجارب الانفجار تكون:

- **حواجز كالدروع لحماية الأفراد والمعدات الحواجز أيضاً تستخدم لهذا الغرض ويجب أن تحيط كل المساحة التى تجرى بها التجارب**
- **خزانة التجارب تمثل عامل أمان كدرع فقط ضد تناثر المواد الكيميائية والحرائق والانفجارات الصغيرة**
- **الصناديق الجافة يجب أن تزود بشباك زجاجى عندما يوضع بها مواد قابلة للانفجار فى جو خامل كما يجب أن نزود هذه الصناديق بقفازات مطاطية لإعطاء مزيد من الحماية من المهم أيضاً أن يتم توصيل هذه الصناديق بالأرض لكى لا تحتوى هذه الصناديق على شحنات كهربية قد تؤدى إلى انفجار المواد الموجودة بها**

<u>استعمال المعدات :</u> صيانة الأجهزة والمعدات المستخدمة فى المعامل تمثل دوراً هاماً فى أمان وكفاءة العمليات ويجب الكشف الدورى على المعدات وصيانتها وعملية الصيانة يجب أن نتأكد فيها من عدم حدوث أى خلل حتى لو حدث إضراب عن العمل.

عملية تداول وتخزين الزجاجيات يجب أن تتم بحرص بحيث لا تؤدى إلى تدمير الأدوات الزجاجية وفى حالة حدوث تكسير للأدوات الزجاجية يجب التخلص منها أو إصلاحها أما الأدوات الزجاجية المحاطة بغلاف تفريغ فيجب تداولها بمنتهى الحرص لمنع حدوث مخاطر كثيرة فالمعدات الزجاجية المفرغة مثل أوعية ديوار أو الجفنات المفرغة فيجب وضع

صمامات بها أو إحاطتها بعوازل(دروع) ويجب استخدام هذه الأدوات المصممة للاستخدام فى حالة التفريغ لهذا الغرض فقط ويجب حماية اليد عند جمع الزجاج المكسور فالقطع الصغيرة يجب جمعها بواسطة مكنسة.

يجب عدم إجراء عمليات صهر ونفخ الزجاج فى حالة وجود إمكانيات خاصة كما يجب حماية اليد عند إدخال أنابيب فى مخارج زجاجية فالجروح الناتجة من إدخال أنابيب فى مداخل زجاجية تمثل أكثر نسبة فى حوادث المعامل فيجب أن تكون المداخل الزجاجية معالجة حرارياً بحيث تكون ناعمة أو تشحيمها ويجب المحافظة على اليدين باستخدام منشفة وذلك لتحجيم حركة الزجاج أثناء إدخال الأنابيب فيها.

تداول المواد القابلة للاشتعال

المواد المشتعلة تمثل أحد أكثر الأشياء خطورة فى المعامل ونظراً لأن المواد القابلة للاشتعال كثيراً ما تستخدم فى عمليات المعامل فإن الخبرة المعملية الحذرة تفترض دائماً أن هناك احتمال لحدوث حرائق ما لم يتم اتخاذ كل الاحتياطات الخاصة بمراجعة المواد المستخدمة وكذلك طريقة إجراء العمليات فمثلاً عمليات المعمل البسيطة بالمحاليل المائية حيث لا تستخدم سوائل عضوية قابلة للاشتعال لا تمثل خطورة لحدوث حرائق

فى الحالات الأخرى لذا يجب التعرف على إمكانية حدوث حرائق ومحاولة الحفاظ على الاحتمال الأدنى لحدوثها٠

ولحدوث الحرائق يجب أن يكون هناك مصدر إشعال ووقود وكذلك وجود عامل مؤكسد ففى المعامل التى لها خبرة وحذرة تتجنب وجود النار وذلك بتجنب وجود أحد العوامل المذكورة وعموماً يجب على العاملين أن يكونوا على دراية بالخطوات التى يجب اتخاذها عند حدوث الحرائق ويجب أن يكون بالمعامل معدات إنذار للنيران، أجهزة إطفاء، حمامات أمان ومعدات طوارئ أخرى ويكون كل هذا موجود فى مكان واضح وأن يكون كل العاملين مدربين على استخدامها ويجب مراعاة وجود مخارج واسعة وسهلة عند حدوث الحرائق كما يجب استخدام أجهزة إطفاء مناسبة عند حدوث الحرائق وأن تكون هناك لوحة بأرقام التليفونات الخاصة بمركز إطفاء الحرائق حتى يتم استدعاؤهم على الفور٠

التعامل مع المواد الكيميائية القابلة للاشتعال

على كل العاملين مع المواد القابلة للاشتعال معرفة بعض المعلومات الخاصة بضغط البخار،نقطة الاشتعال Flash point، وإمكانية الانفجار فى الهواء وطبعاً لتقليل الخطورة فى التعامل مع هذه المواد يجب استعمال كميات صغيرة منها والعمل على حفظها بشكل مناسب، وجود

طفايات حرائق مناسبة، وفصل هذه المواد عن مصادر الاشتعال، العمل على أن تكون مصادر الاشتعال موصلة بالأرض كما يمكن استخدام البدائل الأقل خطراً ٠

لانستعمل اللهب المباشر عند استخدام مواد كيميائية قابلة للاشتعال مثل موقد بنون أو الكبريت أو التدخين أو أى مصادر أخرى للاشتعال ولا نستخدم مواقد الغاز كمصدر للتسخين فى المعمل المستخدم به مواد قابلة للاشتعال ولكن بدلاً منها نستخدم معدات تسخين بالمياه تستخدم أجهزة كهربية للتقليب، الموتورات، فواصل الكهرباء وكل هذه الأجهزة قد تكون مصدر للإشعال خصوصاً لأبخرة هذه المواد فيجب عدم استخدامها ونظراً لأن موقع الأجهزة المذكورة يكون ثابتاً فى المعمل ففى هذه الحالة يكون أكثر أماناً إجراء العمليات الموجودة بها المواد القابلة للاشتعال فى مكان آخر بعيداً عنهم ٠

حتى مصادر الإشعال المنخفضة قد تمثل مصدر طاقة كافى لإشعال كثير من المواد التى لها قابلية كبيرة للاشتعال والموجودة بالمعامل مثل داى إيثيل إيثر وثنائى كبريتيد الكربون أما المواد القابلة للاشتعال عند درجات الحرارة المنخفضة فيجب حفظها فى ثلاجات مصممة لهذا الغرض والثلاجات العادية يجب عدم استخدامها نظراً لوجود مصادر إشعال بها مثل مروحة الموتور ومفاتيح وفواصل الكهرباء ٠

وعند نقل المواد القابلة للاشتعال فى أوعية معدنية يجب أن تكون قد وصلت بالأرض حتى يتم التخلص من الشحنات الاستاتيكية التى بها فقد تسبب شرارة تؤدى إلى الاشتعال.

ويجب عدم تسخين المواد القابلة للاشتعال بلهب مفتوح ويستحسن استخدام مصادر حرارة تشتمل على حمامات مائية أو حمامات بخار، حمامات من الزيوت أو الشمع، حمامات من الرمل والأملاح،سخانات مانتيل وكذلك حمامات من الهواء الساخن أو النيتروجين.

- يجب الحرص على تقليل البخار الناتج من المواد القابلة للاشتعال وذلك بتخفيفها عن طريق التهوية وبذلك تقل فرص تكوين مخلوط قابل للاشتعال.

-عند تخفيف المواد القابلة للاشتعال يجب استخدام المراوح لمنع تكوين مخلوط قابل للانفجار.

- فى حالة عدم استخدام المواد القابلة للاشتعال يجب حفظها فى أوعية محكمة الغلق.

<u>السوائل القابلة للاشتعال:</u> تشتعل هذه السوائل عندما تختلط أبخرتها مع الهواء بتركيز مناسب لذلك يجب تداول هذه السوائل بطريقة لا تسمح بالوصول إلى هذا التركيز ومن أهم هذه الوسائل التهوية لمنع الوصول إلى التركيز القابل لانفجار الأبخرة وعند أخذ كميات من هذه الأوعية يجب أن يتم النقل فى خزانة التجارب أو فى المكان جيد التهوية وفى

حالة حدوث تسرب أو كسر للأوعية الحاوية عليها فإن كمية كبيرة من أبخرتها ستنطلق وقد تؤدى إلى اشتعالها.

الغازات القابلة للاشتعال: عند تسرب الغازات القابلة للاشتعال قد يحدث انفجار فى جو المعمل ومن الغازات الخطرة الأسيتيلين ، الهيدروجين ، الأمونيا ، أول أكسيد الكربون أما الأستلين والميثان والهيدروجين فلهم قابلية كبيرة للاشتعال والانفجار ويجب استعمال موانع الشرر على اسطوانات الهيدروجين وقبل إدخال الغازات القابلة للاشتعال فى وعاء التفاعل يجب أن يفرغ هذا الوعاء أو يمرر فيه غاز خامل وتتم هذه الدورة ثلاثة مرات لكى يصير تركيز الأكسجين فى الوعاء أقل من ١ %.

اشتعال المواد عن طريق الإشعال المستحث : يجب فصل البالاديوم والبلاتين عن الكربون، أكسيد البلاتين، النيكل المجزأ والعوامل المساعدة فى عملية الهدرجة عن طريق الترشيح من المخاليط والعوامل المساعدة المفصولة غالباً ما تكون مشبعة بغاز الهيدروجين الذى يكون نشطاً جداً ويشتعل بشكل تلقائى عند تعرضه للهواء وعندما تكون كمية المحفز المرشحة كبيرة فلا يسمح للمخلوط مع المرشح أن يترك حتى يجف فيجب وضع القمع المحتوى على ورقة الترشيح بما فيها مباشرة فى حمام مائى بعد إتمام الترشيح ويجب استعمال غاز خامل مثل

الأرجون أو النيتروجين للتقليب فى عمليات الهدرجة وبالتالى يمكن ترشيح المحفز والتعامل معه فى هذا الجو الخامل.

وعند تداول مركبات فوق الأكسيد يجب مراعاة الآتى:

- استخدم أقل كمية ممكنة من مركبات فوق الأكاسيد.
- بتجفيف مركبات فوق الأكاسيد بالمذيبات الخاملة تقل حساسية هذه المركبات للحرارة – الصدمات (نستخدم مذيبات الهيدروكربون الأليفاتية كمذيب خامل ولا نستخدم المذيبات العطرية مثل طولوين) لأنه ينشط تفاعل تكسير داى أسيل فوق أكسيد.
- لا نستخدم محلول مركبات فوق الأكاسيد فى المذيبات سهلة التطاير لأن تطاير هذه المذيبات يؤدى إلى زيادة تركيز فوق الأكسيد فى المحلول
- لانسمح بالتدخين أو وجود لهب مكسوف أو أى مصدر من مصادر الأكسيد فى المعامل.
- نتجنب الاحتكاك أو الطحن بجوار مركبات فوق الأكسيد ولانستخدم أدوات زجاجية لها غطاء زجاجى أيضاً فى حفظ هذه المركبات ولكن يجب استخدام زجاجات من البولى إيثيلين.
- نتجنب تحلل مركبات الفوق أكسيد ويجب حفظها عند درجات حرارة منخفضة بالقرب من درجة التجمد فالحفظ عند درجات حرارة منخفضة

obeikandl.com

جداً قد يؤدى إلى تكون صورة من الصور الحساسة جداً للصدمات أو الحرارة٠

الغازات القابلة للانفجار والغازات المسالة: المادة تكون أكثر تركيزاً فى حالة الغازات المسالة من كونها فى الحالة البخارية لذلك فإن السائل قد يتبخر بسرعة والهواء المسال يكون خطراً مثل الأوكسجين المسال لأن النتروجين يغلى تاركاً تركيز أكبر من الأوكسجين وبعض السوائل التى تستخدم فى التبريد مثل النيتروجين والهيليوم لو تركت معرضة للهواء فقد يتكثف ويمثل الأكسجين المحتوى من الجو أيضاً خطورة كبيرة٠

- فى حالة استخدام الغازات المسالة فى حيز مغلق يجب أن يحتوى التصميم على بعض الصمامات التى تسمح بتسريب الضغط الزائد الناتج من تبخير هذه الغازات٠

- فى حالة السائل المستخدم كالهيدروجين مثلاً فمن الممكن أن يكون مخلوط مع الهواء ويؤدى إلى حدوث انفجار٠

مواد نشطة أو قابلة للانفجار تتطلب عناية خاصة

المركبات الآتية مركبات نشطة وبعضها ينسب إلى المتفجرات:

- مركبات الأستلين: تكون مواد قابلة للانفجار فى مخلوط مع الهواء بنسبة ٢٥-٨٠% والأستيلين عند ضغط ٢ جوى والمعرض إلى تفريغ كهربى أو درجة حرارة عالية يتحلل محدثاً انفجاراً عنيفاً وبعض مركبات

الأستيلينات تنفجر عند حدوث تأثير ميكانيكى خفيف عليها ويجب حفظ الأستيلين فى محلول أسيتون ولا يحفظ مستقلاً فى اسطوانات.

- كلوريد الألمونيوم: فى حالة وجود رطوبة به يتحلل مكوناً كلوريد الهيدروجين وينتج عن ذلك ضغط عالى وعند فتح الوعاء المحتوى عليه بعد تخزينه لمدة طويلة فيجب الحرص وذلك بإحاطتها بفوطة سميكة.
- النشادر: يتفاعل مع اليود وينتج منه ثلاثى أيوديد النتروجين الذى ينفجر باللمس كما يتفاعل النشادر مع الهيبوكلوريت منتجاً الكلور مخلوط مع النشادر والهاليدات العضوية يتفاعل أحياناً بعنف عند تسخينهما تحت الضغط والأمونيا قابلة للاحتراق واستنشاق كمية كبيرة منها قد تؤدى إلى الموت.
- الأزيدات: حساسة جداً للحرارة والصدمات يستطيع أزيد الصوديوم أن يطلق الهاليدات من الهيدروكربونات المكلورة مثل ثنائى كلوروميثان لتكوين مركب بولى أزيد العضوى وهى من المتفجرات الشديدة وهذا التفاعل الإحلالى يسهل حدوثه فى مذيب مثل ثنائى ميثيل سلفوأكسيد
- ثنائى كبريتيد الكربون : مركب عالى السمية وقابل للاشتعال
- الكلور:عالى السمية ويتفاعل بشكل عنيف مع الهيدروجين ومع المركبات الهيدروكربونية فى الضوء

- مركب أكسيد الكروم مع البيريدين: - يمكن أن ينفجر فى حالة زيادة تركيز العالية ويجب أن يحضر المركب بإضافة إلى كمية كبيرة من البيريدين

- ديازوميثان: وكذلك كثير من مركبات الديازو يجب التعامل معها جميعاً بحرص شديد نظراً لسميتها الشديدة وهذه الغازات أو سوائلها تنفجر بشدة حتى عند تلامسها مع أطراف الزجاج الحادة ولكن محاليل هذه المركبات تكون آمنة فى وجود الإيثير

- داى إيثيل ، داى أيزوبروبيل وإيثيرات أخرى تشتمل على الهيدروفيوران و١،٤ديوكسان وكل الإيثيرات المتفرعة يحدث لكل هذه المركبات انفجار عند تسخينها نظراً لاحتوائها على مركبات فوق الأكسيد الناتج من تعرضهم للهواء وللتخلص من فوق الأكسيد فى هذه المركبات يجب إضافة كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية إلى محاليلها ثم تمرر على الألومينا القاعدية المنشطة وهذه العملية تزيل أغلب الكمية المحتواة فيها من مركبات فوق الأكسيد.

- داى ميثيل سلفو أكسيد: يتحلل بعنف عند تلامسه مع كثير من مركبات الهالوجين النشطة مثل كلوريد الأسيل كما سجلت حالات إنفجار عند تلامسه مع هيدريد الفلزات النشطة داى ميثيل سلفو أكسيد يخترق الجلد حاملاً معه المواد المذابة.

- فوق أكسيد البنزويل الجاف: يشتعل بسهولة وينفجر عند خبطه يتحلل بشكل تلقائى عند درجة حرارة أعلى من ٥٥٠م ولكن هذا المركب يفقد حساسيته بإضافة ٢٠ % ماء.

- الثلج الجاف: يجب أن يخزن فى وعاء قادر على تحمل الضغط العالى.

- العوامل المجففة: مثل الأسكاريت (هيدروكسيد الصوديوم المغلف بالسيليكا) لا يخلط مع خامس أكسيد الفوسفور لأن هذا المخلوط مخلوط ينفجر عند تدفئته مع قليل من الماء.

- الأتربة: وهى معلقات تحتوى على بعض الجسيمات القابلة للأكسدة مثل مسحوق الماغنسيوم والخارصين والكربون وكذلك زهر الكبريت فكل هذه المساحيق فى الهواء يمكن أن تكون مخاليط شديدة الانفجار ويجب استخدام هذه المساحيق مع تهوية جيدة وعدم تعرضها لأى عامل من عوامل الاشتعال.

- أكسيد الإيثيلين: ينفجر عند تسخينه فى وعاء مغلق والتجارب التى يستخدم فيها هذا المركب يجب أن تجرى خلف حواجز مناسبة.

- المركبات المهلجنة مثل الكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون ومحاليل أخرى لمركبات مهلجنة لا يتم تجفيفها باستخدام الصوديوم أو البوتاسيوم أو أى فلزات نشطة نظراً لحدوث انفجار شديد فى هذه الحالة وهذه المركبات لها سمية عالية وبعض مركبات الكلورات ، كلوريت ،

obeikandl.com

البرومات ، الأيودات وفوق أكاسيدها تنفجر عند تسخينها عند درجات حرارة عالية.

- فوق أكسيد الهيدروجين: عند تركيز أعلى من ٣% يكون خطراً فعند تلامسها مع الجلد تحدث حروق شديدة ومحلول تركيزه ٣٠% يتحلل بسرعة خصوصاً فى وجود الحديد، النحاس ، الكروم أو أملاحها وعند استخدام تقليب بذراع معدنى قد يشكل هذا خطراً يجب الحرص معه.

- مصايد التبريد باستخدام النتروجين السائل والمعرض للهواء قد يحدث تكثيف للهواء وعند تبخير المادة المبردة قد يحدث انفجار فى هذه الحالة يجب استخدام التبريد فى المعدات المفرغة أو محكمة الغلق.

- هيدريد ليثيوم- الألومنيوم : وهو عامل مجفف يجب عدم استخدامه لتجفيف إيثيرات الميثيل أو التتراهيدروفيوران فعادة يلاحظ حدوث حرائق فى هذه الحالات وتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون ينتج عنه مركبات قابلة للانفجار ويجب عدم استخدام طفايات من ثانى أكسيد الكربون أو طفايات تحتوى على بيكربونات الصوديوم لإطفاء الحرائق الناجمة من فمثل هذه الحرائق يتم إخمادها بواسطة الرمل أو أى مواد خاملة أخرى.

- مركبات النترات ، النيترو ، النيتروزو: هى مركبات قابلة للانفجار خصوصاً فى حالة احتواء المركب على أكثر من مجموعة نيترو

والكحولات والبولى أولات تكون استرات للنترات نيتروجلسرين تكون متفجرات قوية.

- خزانات الأوكسجين: يجب تداولها بحرص لأنها تكون مع بعض الزيوت فى حالة الضغط العالى للأوكسجين شديدة الانفجار فيجب عدم استخدام الزيوت أو الشحوم بالتلامس مع اسطوانة الأوكسجين

- الأوزون: مركب نشط جداً وعالى السمية ويتكون نتيجة تعرض الأكسجين فى الهواء للأشعة فوق البنفسجية لذلك فإن مصادر الأشعة فوق البنفسجية تتطلب تهوية مركبات الأوزونايد تشكل مواد متفجرة.

- البالاديوم أو البلاتين : المحملين على الكربون وكذلك أكسيد البلاتين والنيكل المجزأ وعوامل مساعدة أخرى تمثل خطورة لحدوث انفجارات عند إضافة العامل المساعد إلى وعاء يحتوى على مخلوط أبخرة قابلة للاشتعال أو فى حالة وجود الهيدروجين يجب عدم استعمال معهم مرشحات قابلة للاشتعال.

- فوق الكلورات: يجب تجنب استعمالها فأملاح الفوق كلورات العضوية أو مع مركبات فلزية عضوية وكذلك الأيونات غير العضوية تمثل مادة متفجرة ومحلول من حمض البيركلوريك يمكن تسخينه بأمان حتى ٢٠٠°م عندما يكون تركيزه ٧٠% ولكن تلامس الحامض غير المخفف الذى يوجد عند درجة الغليان أو أبخرته الساخنة مع المواد العضوية أو أى مركبات غير عضوية مؤكسدة قد يشكل مخلوطاً انفجارياً شديداً.

– البرمنجنات تكون مواد متفجرة عند معالجتها بحمض الكبريتيك وعند استخدامها مع حمض الكبريتيك المركز فى خط للتجفيف فيجب وضع مصيدة لأبخرة الحامض بينهما٠

– فوق الأكاسيد غير العضوية: عند خلطها مع مواد قابلة للاحتراق مثل الباريوم، الصوديوم، فوق أكسيد البوتاسيوم تشكل مخلوط انفجارى يشتعل بسهولة٠

– الفوسفور الأحمر والأبيض: يكون الفوسفور مع المواد المؤكسدة مخلوطاً انفجارياً ويجب حفظ الفوسفور الأبيض تحت الماء لأنه يشتعل عند تعرضه للهواء ويتفاعل الفوسفور مع محاليل الهيدروكسيدات ليعطى الفوسفين الذى قد يشتعل أو ينفجر فى الهواء

– ثلاثى كلوريد الفوسفور يتفاعل مع الماء ليعطى حمض الفوسفوروز وينطلق غاز كلوريد الهيدروجين وحمض الفوسفوروز يتحلل بالتسخين منتجاً غاز الفوسفين ويجب فتح الأوعية المحتويه على ثلاثى كلوريد الفوسفور بحرص وكذلك ثلاثى كلوريد الفوسفور الذى تعرض للرطوبة يجب عدم تعريضها للتسخين دون وجود حاجز واقى٠

– البوتاسيوم : هو أكثر نشاطاً من عنصر الصوديوم فهو يشتعل بسرعة عند التعرض للهواء الرطب ولذلك يجب حفظه بمذيب هيدروكربونى مثل الزيوت المعدنية أو الطولوين وعند تعرضه للهواء قد

يتكون فوق أكسيد البوتاسيوم وفى حالة تقطيع هذا العنصر بسكين معدنى قد يحدث ذلك انفجار شديد ٠

- الصوديوم : يجب حفظه فى وعاء مغلق تحت سطح الكيروسين أو الطولوين أو الزيوت المعدنية أى قطع صغيرة من الصوديوم أو البوتاسيوم يجب التخلص منها بالتفاعل مع الكحول البيوتيلى العادى يجب تجنب ملامسة الصوديوم للماء لأنه يتفاعل معه بشكل عنيف لتكوين غاز الهيدروجين وانطلاق كمية كبيرة من الحرارة تسبب الاشتعال ويجب عدم استخدام طفايات ثانى أكسيد الكربون، بيكربونات وكذلك رابع كلوريد الكربون فى حالة الحرائق الناتجة من العناصر القلوية ويستحسن استعمال القطع الكبيرة من الصوديوم على شكل كرات عند استخدامه لتجفيف المذيبات (السطح يكون صغيراً ويكون الفلز أقل نشاطاً) ٠

- أميد الصوديوم قد يحدث له عملية أكسدة عند التعرض للهواء منتجاً نتريت الصوديوم الذى يكون مع الأميد مخلوطاً قابلاً للانفجار ٠

- حمض الكبريتيك : يجب تجنب استعماله كعامل مجفف فى أوعية المجففات وفى حالة الضرورة لاستخدامه يجب وضع كرات من الزجاج لمنع تناثر الحامض عند تحريك المجفف وعند تخفيف الحامض يجب إضافته ببطء إلى الماء البارد أما العكس قد يحدث أن يغلى الحامض وقد يؤدى إلى كثير من الحوادث ٠

– ثلاثى كلورو استلين : يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم أوالبوتاسيوم ليعطى ثنائى كلورو استلين الذى يشتعل تلقائياً فى الهواء منفجراً بعد ذلك حتى عند درجة حرارة الثلج الجاف المركب نفسه له سمية كبيرة ويجب الحرص عند تداوله.

بعض الغازات الخطرة

- **كلوريد البورون: هى أحماض القوة وتنتج أحماض بروتونية قوية ويتفاعل كلوريد البورون مع الماء منتجاً وأبخرة هذا الغاز لها تأثير تآكلى وتسبب تهيج العيون وكذلك الأغشية المخاطية.**
- **ثلاثى فلوريد الكلور: فى الحالة السائلة له تأثير تآكلى كبير وكذلك سمية كبيرة وهذا المركب من المتفجرات القوية يسبب حروق عند تلامسه مع الجلد ويكون ثلاثى فلوريد الكربون مخلوط انفجارى مع بخار الماء، الأمونيا ، الهيدروجين وأغلب الأبخرة العضوية.**
- **هيدريد السيلينيوم: هو غاز لا لون له ولكن له رائحة مميزة وهذا الغاز قابل للاشتعال والانفجار أيضاً ويتفاعل بعنف مع المواد المؤكسدة وهو مهيج للعيون والأغشية المخاطية وللجهاز التنفسى للإنسان ويسبب ضرراً شديداً للجهاز الهضمى وعدم اتزان وإجهاد كبير وكذلك الإحساس بالطعم الفلزى فى الفم.**

- **الفوسفين هو مركب يشتعل تلقائياً، قابل للانفجار، سام، عديم اللون له رائحة السمك المتحلل وهو مركب خطر جداً يشتعل فى وجود الهواء والمؤكسدات يتفاعل مع الماء والأحماض والهالوجين فى حالة تسخين الفوسفين يتكون هيدريد الفوسفور وهو من المتفجرات وله سمية كبيرة.**
- **السيلان : مركب قابل للاشتعال عديم اللون يشتعل تلقائياً فى الهواء الغاز له رائحة منفرة.**

التعامل مع المواد الكيميائية ذات السمية العالية

- عند التعامل مع المواد ذات السمية يجب عدم التواجد فى المعمل منفرداً ويجب أن يكون هناك مجموعة من الأفراد الذين لديهم المعرفة بالمخاطر التى قد تحدث ويكون لديهم رد الفعل المناسب فى حالة الطوارئ يجب أن يلبس العاملون ملابس واقية لحماية الأيدى والوجه من التعرض لهذه المواد كما أن المحافظة على نظافة المعمل تمثل عامل مهم لتوفير بيئة آمنة للعمل ويجب الحفاظ عليها فى الأماكن التى يتداول بها المواد ذات السمية.

- يجب أن يجرى تخطيط جيد لإجراء التجارب التى يدخل فيها مركبات ذات سمية عالية ومن حسن التخطيط أن يقوم الشخص الذى سيستعمل مواد سامة بالتشاور وأخذ النصيحة من الزملاء الذين لهم خبرة فى

تداول هذه المواد وكذلك فى التعرف على بروتوكول استخدامهم كما أن الخبراء فى مجال الصحة البيئية وكذلك فى البرامج الآمنة يمثلون مصدراً مهماً من مصادر المعلومات لكيفية التعامل مع السميات.

- كما يجب دائماً أن يكون العاملين على دراية بالخصائص الطبيعية والسمية للمواد الكيميائية المستخدمة، تركيز والكميات المتداولة فى التجربة، زمن التعرض وكذلك التأثيرات السامة الناجمة عن التعامل معها ويجب كذلك معرفة خطة إدارة هذه المواد خلال دورة حياتها من طلبها وتخزينها إلى أن يتم إعدامها أو التخلص الآمن منها.

- عند التخطيط لإجراء تجارب يستخدم فيها مواد ذات سمية عالية يجب أن يكون هناك مراقبة قوية للتأكد من سلامة وأمن العاملين بالمعمل.

- يجب اتخاذ احتياطات خاصة فى المكان الذى تجرى فيه التفاعلات التى تدخل فيها المواد ذات السمية العالية من لحظة إحضار هذه المواد وتفريغها للاستخدام ووضعها فى خزانة التجارب أو الصناديق المحتوية على قفازات ويجب على كل العاملين بالمعمل أن يعلموا عن إجراء هذه التجارب ويكون الكل مدرباً على حالات الطوارئ ويستحسن وضع بطاقة إرشادات عن السلامة والأمان عند إجراء التجارب بالمواد ذات السمية العالية على الباب الخارجى للمعمل.

– يسمح فقط للعاملين الحاصلين على تدريب فى الاحتياطات بالعمل مع المواد ذات السمية العالية بإجراء تجارب بها ويجب أن يكون هناك تعلميات إدارية بمنع دخول الأفراد غير الحاصلين على تدريب لدخول منطقة إجراء التجارب المستخدم فيها مواد ذات سمية عالية وقد يستخدم فى هذه الحالة أقفال أو حواجز مناسبة لهذا الغرض لكن استخدام الأقفال يجب أن لا يعيق الوصول إلى المخارج فى حالة الطوارئ أو يعيق دخول المعاونة فى حالة الطوارئ٠

حالات الطوارئ:

الاستعدادات العامة فى حالة الطوارئ: يجب على كل العاملين بالمعامل أن يعرفوا كيفية التصرف فى حالة الطوارئ وتتلخص هذه المعرفة فى الآتى:موضع أدوات الحريق وأدوات التحكم فى التسرب ومعرفة كل أماكن الخروج لتفريغ المبنى من العاملين ومعرفة كيفية البلاغ عن الحرائق، الإصابات ، تسرب المواد الكيميائية وخلافه وهذه المعلومات السابقة يجب أن تكون موجودة فى شكل كتاب فيه التعليمات الخاصة بالمعهد توصف فيها الإجراءات الواجب اتخاذها فى حالات الطوارئ ويجب أن يكون كل العاملين بالمعامل على درجة عالية من معرفة كيفية استخدام أدوات الإطفاء ومعدات الطوارئ والتعامل مع التسرب الكيميائى وكذلك الإصابات كما يجب أن توضع على أبواب المعامل رقم تليفونات الأشخاص المسئولين٠

قواعد السلامة العامة في التعامل مع الكيماويات:

ومن أهمها :

- غسل اليدين جيداً بعد الانتهاء من العمل في العينات

- عدم وضع اليد في الفي أو مسح العينين أثناء التعامل مع العينات وفحصها ، فبعضها سام ٠

- تصنيف العينات وترتيبها في خزائن ذات واجهة بللورية ، لتسهيل الرجوع إليها عند الحاجة ٠

- وضع بطاقة صغيرة تحمل الاسم العلمي لها على كل عينة ، ويلحق بها بطاقة تحمل كافة المعلومات العلمية عن هذه العينة٠

- حفظ العينات بحجم معقول بحيث لا يشغل حيزاً كبيراً من خزانة الحفظ ، ويفضل أن تكون أبعاد العينة المحفوظة (١٠ × ١٠ × ١٠) سم تقريباً٠

- حفظ العينات النادرة في مكان بعيد عن متناول أيدي الطلبة٠

- نشرح للطلبة مخاطر بعض العينات وكيفية التعامل معها قبل بدء النشاط ، ويفضل تسجيل هذه المعلومات على بطاقات وتوزيعها في أرجاء المعمل ٠

قواعد السلامة العامة في تخزين المواد الكيميائية:

استخدام خزائن خاصة أو غرف التخزين الملحقة بالمعمل عند

تخزين المواد الكيميائية ، شريطة أن تكون مزودة بنظام تهوية جيد للتخلص من الروائح والغازات المنبعثة من عبوات المواد الكيميائية ونستخدم عند تخزين المواد الكيميائية خزائن ذات رفوف مغطاة بطبقة من الفورمايكا المقاومة للمواد الكيميائية ، ومزودة بأقفال كما يجب وضع ملصقات مناسبة على عبوات المواد الكيميائية ، بحيث تحوي على إشارات تحذيرية لكل مادة ،واسمها ، والرمز الكيميائي الخاص بها ، ودرجة تركيزها ، وتاريخ كل من إنتاجها وانتهائها وفي حال عدم توفر خزائن خاصة بالمواد الكيميائية ، فيستعاض عنها برفوف بعيدة عن متناول أيدي الطلبة ، وعن أجهزة التسخين وأشعة الشمس المباشرة ، على ألا يزيد ارتفاع هذه الرفوف عن مستوى نظر الشخص المتعامل معها ولانحاول تخزين كميات كبيرة من المواد الكيميائية ، لأن التخزين لفترة طويلة يقلل من فاعلية المادة .

ويجب ضع عبوات التخزين الكبيرة في الرفوف السفلى ، وعبوات الاستخدام المتكرر في الرفوف العليا كما يجب أن نضع في الرف الواحد العبوات قليلة الاستخدام في الخلف، والعبوات كثيرة الاستخدام في الأمام ولا نحاول ولأي سبب الاستعانة بالطلبة في إحضار عبوات المواد الكيميائية أو نقلها من مكان لآخر ،ولا يسمح لهم بدخول غرفة التخزين ، مهما كانت الأسباب.

احتياطات السلامة في تخزين المواد الكيميائية:

المواد المشتعلة : وتقسم إلى مواد شديدة الاشتعال وهى المادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من الصفر ودرجة غليانها أقل من٣٥ والمواد سريعة الاشتعال كالمادة السائلة التي تكون درجة اشتعالها أقل من٢١ ،وتشتعل تلقائياً في الهواء ضمن درجة الحرارة المحيطة بها

- تشتعل المواد الصلبة منها ، عند تعرضها للهب لفترة من الوقت ، وفي حال ملامستها للماء أو الهواء الرطب تطلق غازات سريعة الاشتعال.

لذا يجب أن تخزن في منطقة مفتوحة ، بها تهوية جيدة ، بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة ، أو أي مصدر آخر للحرارة كما يجب أن توضع إشارات تحذيرية على العبوات الخاصة بها كما يجب أن لا تخزن السوائل القابلة للاشتعال ولو بشكل مؤقت داخل قاعة المعمل أو بالقرب من المخارج ويجب الحرص على التهوية الجيدة عند التعامل معها ، ولا تستخدمها في الأماكن المحصورة ويجب الحرص على أن تعالج الأبخرة الصادرة عن السوائل المشتعلة والقابلة للاشتعال والحرص على استخدام الكمية المطلوبة من السائل ، ونحتفظ بالباقي في المكان المخصص لها

obeikandl.com

تعليمات عامة للعمل مع المواد الكيميائية الخطرة

١- السلوك الشخصى حيث يجب على العاملين بالمعامل مراعاة المعايير الآتية فى سلوكهم:

- تجنب الكلام المضحك أو النكات فى المعمل.

- استخدام أجهزة المعمل فى الغرض المخصص لها فقط.

- لا يسمح بدخول الأطفال فى المعامل حيث تحفظ مواد خطرة أو يجرى بها أنشطة خطرة.

- فى حالة السماح للأطفال بدخول المعامل بغرض التعلم يجب أن يكونوا تحت رقابة مباشرة من الكبار .

- يجب أن يكون هناك إعلانات فى المعامل توضح وسائل الأمان اللازمة للعمل بالمعمل وخصوصاً نظارات الوقاية للعيون.

٢- تقليل التعرض للمواد الكيميائية:أى أخذ الاحتياطات اللازمة لتقليل تعرض الجلد والعيون للمواد الكيميائية وكذلك استنشاقها أو دخولها إلى الدم عن طريق الجروح أو دخولها الجهاز الهضمى.

٣- تجنب إصابة العين: يجب ارتداء نظارات الوقاية للعين والتى بها حواجز لمنع تعرض العين للمواد الكيميائية أو التعرض للزجاج المتناثر فى حالة كسر أى أدوات زجاجية أما فى حالة إجراء عمليات كيميائية خطرة فيجب لبس واقى للرأس والرقبة (قناع مصنوع من البلاستيك)

وبالنسبة للأشخاص الذين يستعملون عدسات لاصقة فيجب عدم استعمالها فى المعامل وخصوصاً عند التعامل مع الأبخرة والغازات لأن هذه العدسات قد تزيد من الضرر وتمنع من المعالجة بواسطة الإسعافات الأولية فى حالة العمل مع الليزر والأشعة فوق البنفسجية وكذلك مع اللهب لتشكيل الزجاج فيجب استعمال نظارات من مادة خاصة.

- تجنب دخول المواد الكيميائية الخطرة إلى الدم أو الجهاز الهضمى.
- عدم تناول الطعام، الشرب، التدخين، العلكة، استخدام مستحضرات التجميل وتناول الأدوية فى المعامل حيث توجد المواد الكيميائية الخطرة فيجب أن تمنع تماماً.
- يجب عدم استخدام الزجاجيات المستخدمة فى العمليات الكيميائية لتحضير أى نوع من الأطعمة كما أن الثلاجات ومكعبات الثلج والأفران وغيرها من الأدوات بالمعمل يمنع استخدامها تماما لحفظ الأطعمة والمشروبات ويجب عدم استخدام مصادر المياة أو المياة المنقاة من الأيونات لغرض الشرب.
- لا نتذوق طعم المواد الكيميائية ويجب استخدام الماصة عند تداول المحاليل ويجب عدم استخدام الماصة بالفم فهناك المضخات اليدوية التى تستعمل معها.
- تجنب استنشاق المواد الخطرة.

- المواد الكيميائية السامة غير المعروف درجة سميتها يجب عدم شمها على الإطلاق والمواد الكيميائية المتطايرة والسامة أو المواد الصلبة والسائلة السامة يجب التعامل معها فى خزانة التجارب ويجب عدم استخدام خزانة التجارب فى التخلص من النفايات السامة المتطايرة وذلك بتبخيرها ولكن يجب التعامل مع هذه المواد كنفايات كيميائية ويتخلص منها فى حاويات خاصة وفقاً لتعليمات المؤسسة وفى حالة استخدام خزانة التجارب يراعى الآتى:

- فى حالة العمل مع المواد الخطرة استخدم فقط خزانات التجارب المعدة لإجراء تجارب معينة كما يجب التفتيش على صلاحيتها من وقت لآخر.

- ضع المواد المتفاعلة الخطرة على مسافة ١٥ سم على الأقل من جدار الخزانة الخارجى.

- لا تدخل رأسك أبداً داخل الخزانة أثناء إجراء التجربة.

- بالنسبة للخزانات التى لها باب عمودى يجب استعمال الخزانة بفتح الباب بأقل ارتفاع ممكن.

- حافظ على نظافة الخزانة ونظافة زجاجها ولا تزحمها بالزجاجيات

- إن طول شعر العاملين بالمعامل وكذلك ثيابهم الفضفاضة أو استعمالهم للحلى يجب أن يكون محدوداً عند العمل فى المعامل فإن الشعر الطويل والملابس الفضفاضة أو الملابس الممزقة أو الحلى قد

تغمس فى محاليل المواد الكيميائية أو قد تعلق بالأجهزة أو الماكينات الدوارة الشعر والملابس قد تمسك بهم النيران كذلك لبس الصنادل أو الأحذية المفتوحة يجب عدم لبسهم فى المعامل التى يستخدم فيها مواد كيميائية خطرة نظراً لاحتمال سقوط هذه المواد على الجلد مباشرة٠

– الملابس الواقية فى المعمل يجب ألا تسمح باختراقها المواد الكيميائية الخطرة تعطى حماية للعاملين٠

– يجب عدم استعمال ملابس مصنوعة من ألياف صناعية نظراً لأنها قابلة للاشتعال وتلتصق بالجلد وبذلك تزيد من حدة الإصابة بالحروق ولذلك فإن الملابس القطنية هى المفضلة عند العمل فى المعامل٠

نقل المواد الكيميائية:

عند نقل المواد الكيميائية بين المخازن المختلفة أو خارج المعمل يجب أن يتم نقلها فى أوعية ثنائية مقاومة للكسر والأوعية الثنائية قد تكون مصنوعة من المعدن أو المطاط أو البلاستيك وبها يد لحملها وتكون كبيرة لدرجة أن تتحمل محتويات الوعاء الرئيسى فى حالة حدوث كسر فيه أما عند نقل الغازات المضغوطة فيجب استعمال الحوامل المناسبة لها وحماية صماماتها بواسطة غطاء أما فى حالة نقلها بين الأدوار المختلفة فيجب أن لا يكون هناك أفراد فى المصعد عندئذ ولقد صار المعمل الكيميائى مركز الحصول على المعرفة وتطوير مواد جديدة تستخدم فى المستقبل وكذلك لملاحظة والتحكم فى هذه المواد ولتى

تستخدم فى آلاف من العمليات التجارية وكثيراً من هذه المركبات مفيدة ولكن كثيراً منها أيضاً قد يسبب ضرراً لصحة الإنسان وكذلك للبيئة ومن هنا ظهرت الحاجة إلى كيفية التعامل الآمن معها وحتى وقت قريب لم يؤخذ فى الاعتبار المخاطر التى يتعرض لها العاملون فى هذه المعامل ولم توضع معايير للأمان للعمل بها ومن الطريف أن نذكر أن العالم أوجست كيكولى ذكر عام ١٨٩٠ أن أستاذه ليبج قال له لو أردت أن تكون كيميائياً فيجب أن تخرب صحتك وأن الذى لا يضحى بصحته لن يذهب بعيداً فى الكيمياء ولكن الآن فإن الضغط الاجتماعى أرغم المؤسسات التى بها معامل أن تكون مسئولة عن توفير الأمان والبيئة الآمنة للذين يعملون بها وأن تؤخذ الحيطة عند نقل المواد الكيميائية وكذلك التخلص من النفايات الكيميائية.

<u>حالات الطوارئ:</u> الاستعدادات العامة فى حالة الطوارئ: يجب على كل العاملين بالمعامل أن يعرفوا كيفية التصرف فى حالة الطوارئ وتتلخص هذه المعرفة فى الآتى:

- موضع أدوات الحريق وأدوات التحكم فى التسرب.
- معرفة كل أماكن الخروج لتفريغ المبنى من العاملين.
- معرفة كيفية البلاغ عن الحرائق، الإصابات ، تسرب المواد الكيميائية وخلافه.

وهذه المعلومات السابقة يجب أن تكون موجودة فى شكل كتاب فيه التعليمات الخاصة بالمعهد توصف فيها الإجراءات الواجب اتخاذها فى حالات الطوارئ وطبعاً يجب أن يكون كل العاملين بالمعامل على درجة عالية من معرفة كيفية استخدام أدوات الإطفاء ومعدات الطوارئ والتعامل مع التسرب الكيميائى وكذلك الإصابات كما يجب أن توضع على أبواب المعامل رقم تليفونات الأشخاص المسئولين.

التعامل مع تحرر (انطلاق) المواد الكيميائية الخطرة

يجب دائماً تصميم التجارب بحيث تقلل من إمكانية انطلاق مواد خطرة فى المعامل إلى الحد الأدنى ويجب استخدام الكميات الدنيا من المواد الخطرة فى التجارب ويراعى عند نقلها وتداولها الطرق السليمة الآمنة من ناحية حملها فى قنينات مقاومة للكسر أو تحتوى على وعاء ثانوى ويجب أن يكون العاملين على دراية بخصائص هذه المركبات من ناحية الخواص الطبيعية والكيميائية وكذلك سميتها وذلك قبل التعامل معها ومن أهم الاحتياجات اللازمة عند انطلاق المواد الكيميائية الخطرة وجود معدات الأمان، الملابس الواقية، والمعدات التى تتحكم فى التسرب وفى حالة حدوث تسريب فى المعمل يجب إتباع التعليمات الآتية بالتسلسل الوارد:

- يجب إعلام العاملين فى المعامل الأخرى بوجود حادثة تسريب وإن أمكن فيجب إخلاء المعهد من العاملين.

- محاولة مساعدة المصابين وفى حالة الضرورة سرعة الاتصال بالإسعاف.

- محاولة محاصرة التسرب ولكن بدون مخاطرة للتعرض للإصابة أو التلوث.

- ينظف المكان الذى حدث به تسرب وذلك باستخدام الطرق المناسبة كما يجب التخلص من المواد التى تلوث بالطرق المعروفة .

وإذا حدثت إصابة أو تلوث لأحد العاملين بمادة كيميائية خطرة فيكون هناك أولوية فى التعامل معه ويجب أن يلقى المصاب عناية طبية بأسرع ما يمكن وعند حدوث تسرب أصاب منطقة صغيرة من الجلد فيجب اتباع الخطوات الآتية:

- نغسل المنطقة المصابة وذلك بوضعها تحت تيار الماء لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

- عند عدم ملاحظة حرق واضح اغسل هذه المنطقة بالماء الدافئ والصابون مع خلع أى مجوهرات أو حلى للزينة لكى يسهل تنظيف الجلد من المواد الخطرة.

- ننظر إلى لائحة أمان المواد لكى تتعرف على إمكانية حدوث تأثير من هذه المادة فى وقت لاحق.

- نبحث عن رعاية طبية حتى إن كانت الحروق الكيميائية صغيرة
- لا نستخدم أى كريمات أو دهانات.

وإذا حدث تسريب على الملابس فيجب:

- عدم تنفيض الملابس.
- اخلع كل الملابس الملوثة وكذلك الأحذية والمجوهرات وذلك قبل استعمال حمام (دش) الأمان.
- الثوانى مهمة فى مواجهة هذا الموقف ولذلك بادر بعمل اللازم.
- احذر من انتشار المواد المتسربة على الجلد وخصوصاً فى العيون.
- كن حذرا عند خلع البلوفر أو الفانلات لكى لا تصيب العيون ومن الأحسن تمزيق الملابس وليس خلعها من خلال الرأس.
- مباشرة أغمر الجسم المتأثر بالماء الدافئ لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة
- يجب الحصول على رعاية طبية على وجه السرعة.
- تخلص من الملابس الملوثة أو أرسلهم إلى المغسلة ويتم غسلهم بشكل منفصل عن الملابس الأخرى.

فى حالة حدوث إصابة للعيون فيجب إتباع الآتى:

٥- اغسل عينيك بالماء مباشرة من مياه جارية لمدة ١٥ دقيقة على الأقل.

٦-ابعد الجفون عن جسم العين للشخص المصاب واطلب من المصاب أن يحرك عينه إلى أعلى واسفل وكذلك إلى الجنب حتى يمكن غسل العين خلف الجفون.

٧- استخدم غسول للعيون وفى حالة عدم وجوده ضع الشخص المصاب راقداً على ظهره وقم بصب الماء بلطف فى عينيه لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

٨- اتبع الإسعافات الأولية على يد شخص متخصص متدرب على التعامل مع الإصابات الكيميائية.

أدوات التحكم فى التسرب

كل معمل يحتوى على مركبات خطرة يجب أن يكون فيه مجموعات للتحكم فى التسرب والجاهزة للتعامل مع المخاطر الناجمة عن استعمال المواد فى المعامل وهذه المجموعات تعمل على جعل المخاطر الناجمة عن التسرب يكون لها تأثيراً محدوداً ويجب وضع مجموعات التحكم فى التسرب بالقرب من مخارج المعمل لكى يسهل التعامل بها وتحتوى مجموعات التحكم فى التسرب على الآتي:

- وسائد تحكم فى التسرب وهذه الوسائد متاحة فى المتاجر وتستخدم لامتصاص المذيبات، الأحماض، القلويات الكاوية ولكن لا تستخدم مع حمض الهيدروفلوريك.

- **بعض المواد الماصة الخاملة كالرمل أو المواد الصلصالية للعلم الورق ليس مادة ماصة خاملة ولا تستخدم لتنظيف المواد المؤكسدة مثل حمض النيتريك٠**
- **مواد معادلة للأحماض المتسربة مثل كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم٠**
- **مواد معادلة للقويات المتسربة مثل كبريتات الصوديوم وحمض الستريك٠**
- **أكياس بلاستيك كبيرة ومكانس بيد طويلة وكذلك جامع التراب٠**
- **معدات واقية للأشخاص مناسبة ووسائل إنذار ووسائل حماية ضد السقوط أو الانزلاق على الأرضيات المبللة٠**

<u>تنظيف المعمل من الانسكابات</u>

تعتمد طرق التخلص من الانسكابات عن طريق التنظيف على موقع الحادث وكذلك الكمية وخواص المواد المنسكبة وكذا درجة سميتها ونوع السمية وكذلك على مدى التدريب الذى حصل عليه العاملون فى هذا الموضوع٠

<u>بعض التعليمات العامة مع بعض الانسكابات الشائعة:</u>

- **بالنسبة للمواد غير القابلة للاشتعال وليست قابلة للتطاير ولها سمية ضئيلة تشمل هذا النوع من المواد الخطرة الأحماض غير العضوية**

(حمض الكبريتيك والنيتريك إلخ) والقواعد الكاوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم) فى هذه الحالة للتخلص منها يجب أن يكون لدينا قفازات ومناظير وفى حالة الضرورة أغطية للأحذية ويوصى باستعمال مواد ماصة محايدة لامتصاص المواد المنسكبة ومن الممكن معادلة المواد المنسكبة بمواد مثل كبريتات الصوديوم الهيدروجينية فى حالة القواعد وكذلك كربونات الصوديوم فى حالة انسكاب الأحماض

- بالنسبة للمذيبات القابلة للاشتعال يجب اتخاذ إجراء سريع فى هذه الحالة الخطرة عند انسكاب مذيب قابل للاشتعال وله سمية منخفضة نسبياً ومن هذه المذيبات: إثير ، بنتان ، ثنائى إيثيل إيثر ، داى ميثوكسى إيثان ، وتتراهيدروفيوران فى هذه الحالة يجب إخماد أى لهب فى المعمل وكذلك فصل الأجهزة التى ينتج عنها شرارة كهربائية كما يلزم فصل مصدر الطاقة الكهربية عن المعمل ويجب امتصاص المذيب المنسكب بواسطة وسادة امتصاص الانسكابات على وجه السرعة يتم وضع المواد الممتصة نتيجة الانسكابات فى حاويات خاصة تمهيداً للتخلص منها بطريقة مناسبة

- بالنسبة للمواد المنسكبة ولها سمية كبيرة يجب عدم التعرف فى هذه الحالة بشكل منفرد فيجب أن يتم التخلص من الانسكابات فى وجود عدة أشخاص كما يجب أن يكون فى الصورة أيضاً مكتب المسئول الصناعى الصحى وذلك للحصول على المساعدة اللازمة لتقدير المخاطر

فى هذه الحالة وهؤلاء المحترفون سيعرفون كيف يتخلصون من هذه المواد وسيقومون بهذه المهمة

التعامل مع اسطوانات الغاز التى بها تسريب

فى بعض حالات التسريب من اسطوانات الغاز قد يشكل هذا خطورة كبيرة تستلزم مساعدة مباشرة من خارج المؤسسة فيجب العمل على غلق صمام هذه الاسطوانات دون توتر أو قلق ويجب ارتداء بعض المعدات الواقية

تعليمات معاونة فى حالات تسريب الغازات

- غازات قابلة للاشتعال، خاملة أو غازات مؤكسدة

– يجب نقل الاسطوانة فى هذه الحالة إلى مكان معزول بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال فى حالة الغاز القابل للاشتعال أو بمثل مادة مؤكسدة وعند نقل الاسطوانة المحتوية على غازات قابلة للاشتعال أو بها مواد مؤكسدة نحرص على عدم تعرض الاسطوانة لأى شكل إشعال من الممكن أيضاً وضع الاسطوانة التى بها تسريب فى خزانة التجارب بالمعمل حتى يستهلك كل محتوى الاسطوانة

- الغازات التى تعمل على التآكل:

- الغازات التى تعمل على التآكل قد تزيد حجم التسريب المنطلق وبعض هذه الغازات تكون عوامل مساعدة أو قابلة للاشتعال وقد يكون لها سمية وفى هذه الحالة تنقل الاسطوانة التى بها تسرب إلى مكان معزول به تهوية جيدة ثم يوجه الغاز المتسرب إلى مادة كيميائية معادلة مناسبة فى حالة ما إذا كان هناك تفاعل بين الغاز والمادة المعادلة قد يؤدى إلى شفط إلى الاسطوانة Suck back من خلال الصمام فيجب فى هذه الحالة وضع مصيدة Trap فى الخط قبل بداية التعادل

- **الغازات السامة:**

- نفس الاحتياطات يجب اتخاذها فى هذه الحالة كما فى حالة الغازات المسببة للتآكل ولكن لحماية الأفراد فى المعمل يجب عمل تحذيرات خاصة لخطورة التعرض لها
- يجب أن يكون على الاسطوانة بطاقة تصف الأخطار وعليها التحذيرات والتعليمات التى يجب إتباعها فى حالة حدوث تسريب

- **كيفية التعامل مع الزئبق عند تسربه**

- أغلب التسريبات الناتجة عن الزئبق ليس لها خطورة كبيرة وعند حدوث التسريب تعزل المنطقة ونبدأ عملية التخلص منه ويجب على العاملين للتخلص منه ارتداء قفازات وتبدأ العملية بالتقاط قطرات الزئبق الصغيرة أما الكبيرة فتجمع بواسطة شريحة من الورق على

شكل بقعة من الزئبق ثم تزاح بواسطة الشفط أو أى وسيلة أخرى مناسبة لا تستخدم المكنسة الكهربائية لهذا الغرض لو لزم المر استخدم مكنسة كهربائية منزلية فيجب وضع مرشح كمصيدة عند جمع القطرات الصغيرة من الزئبق يمكن استخدام منشفة مبلولة والتى تعمل على تجميع هذه القطرات الصغيرة إلى قطرات أكبر

- وعلى العموم يجب حفظ الزئبق فى زجاجات مصنوعة من البولى إيثيلين ذات كثافة عالية وتكون الجدران سميكة

العمل مع المواد النشطة جداً أو المتفجرات

ينجم الانفجار من التفاعلات السريعة جداً والتى ترافق بانطلاق كمية كبيرة من الطاقة وهذه التفاعلات قد تكون تلقائية أو يمكن حفزها وينتج عنها زيادة فى الضغط، غازات، دخان وكل هذه النواتج تمثل خطورة فالضوء والصدمات الميكانيكية والحرارة وبعض العوامل المساعدة يمكن أن تعمل على تنشيط التفاعلات فالهيدروجين يتفاعل مع الكلور ويحدث انفجار إن تم هذا التفاعل فى الضوء أما إحداث تفاعل انفجارى بفعل الصدمات الميكانيكية فمنها تفاعل الأسيتاليدات ، الأزيدات ، نترات المركبات العضوية ،الفوق كلورات وكثير من فوق الأكاسيد الأحماض والقواعد أيضاً يمكن أن تكون عوامل مساعدة لحدوث عمليات البلمرة المرافقة بانفجار كثير من أيونات الفلزات كذلك تكون عوامل مساعدة فى تفاعل التحلل العنيف لفوق أكسيد الهيدروجين

- عند إجراء تفاعلات تستخدم فيها المواد النشطة يجب أن تكون معدات الطوارئ فى متناول اليد
- عند إجراء التفاعلات التى ترافق بانفجار يجب أن نبعد عنها أى مصادر حرارية أن يكون ليدنا طرق لتبريد الوعاء الذى يتم فيه التفاعل كما يجب أن يتم التفاعل فى خزانة التجارب مع قفل بابه كما يجب أن يوضع درع من البلاستيك الشفاف لمزيد من الحماية بجانب باب ٠شباك) خزانة التجارب
- فى حالة الزيادة الكبيرة لسرعات التفاعلات الكيميائية وعدم وجود تبادل حرارى بين التفاعل والوسط المحيط قد يؤدى لحدوث الانفجار ولذلك فاستعمال كميات صغيرة ووجود تبريد كاف وسطوح للتبادل الحرارى قد يؤدى إلى التحكم فى التفاعل فى حالة وجود للتفاعل فيجب الحرص عند إضافة المتفاعلات

والتعامل مع المواد القابلة للانفجار يتطلب:

- أن يلبس العاملون نظارات لها حواجز جانبية صلبة
- لبس واقى لكل الوجه مثل التعامل مع ديازوميثان
- يجب لبس قفازات جلدية سميكة فى حالة التعامل مع هذه المركبات الخطرة أو عند تناول مخلوط التفاعلات وطبعاً التخطيط الجيد للتجارب يقلل الحاجة لكثير من الاحتياطات

obeikandl.com

- **فى المعامل التى يجرى فيها تجارب انفجارية يجب لبس بالطو المعمل كل الوقت وهذا البالطو يجب أن يكون مصنوعاً من مادة مقاومة للاشتعال ويكون من الممكن وبسهولة خلعها وهذا البالطو يقوم بالحماية من الجروح المحتملة من الزجاج المتطاير**

والتصميمات الواقية فى حالة إجراء تجارب الانفجار تكون:

- **حواجز كالدروع لحماية الأفراد والمعدات الحواجز أيضاً تستخدم لهذا الغرض ويجب أن تحيط كل المساحة التى تجرى بها التجارب**
- **خزانة التجارب تمثل عامل أمان كدرع فقط ضد تناثر المواد الكيميائية والحرائق والانفجارات الصغيرة**
- **الصناديق الجافة يجب أن تزود بشباك زجاجى عندما يوضع بها مواد قابلة للانفجار فى جو خامل كما يجب أن نزود هذه الصناديق بقفازات مطاطية لإعطاء مزيد من الحماية من المهم أيضاً أن يتم توصيل هذه الصناديق بالأرض لكى لا تحتوى هذه الصناديق على شحنات كهربية قد تؤدى إلى انفجار المواد الموجودة بها**

<u>تخزين المواد الكيميائية</u>

- **يجب استعمال المواد الكيميائية فى المعامل بالكميات المطلوبة للعمل فقط أما باقى الكميات فيجب تخزينها ويجب أن يكون هناك بطاقة بها كل المعلومات عن المواد الكيميائية فأى خطورة خاصة بالمادة**

الكيميائية يجب أن تكون مدونة على البطاقة الملصقة بالوعاء الحاوى لها فى بعض الحالات المعينة ولمجموعة معينة من المواد الكيميائية فعلى سبيل المثال الإيثيرات والمواد المكونة لفوق الأكاسيد يجب كتابة تاريخ فتح الأوعية المحتوية على هذه المواد على البطاقة ويجب أيضاً كتابة التاريخ الذى يجب التخلص فيه من هذه المواد المكونة لفوق الأكاسيد بعد فتحها على البطاقة.

- يجب عدم الاحتفاظ بأكثر من واحد لتر من السوائل القابلة للاشتعال على رفوف المعامل فالكميات الأكبر من ذلك يجب تخزينها فى أوعية من المعدن أو أوعية غير قابلة للكسر أما الكميات الأكثر من واحد لتر فى المعمل فيجب أن تكون على مستوى أقل ارتفاعاً من العين ووضعها على الرفوف السفلى فى المعمل ويجب عدم تخزين المواد الكيميائية ولا نفاياتها على الأرض فى المعمل.

- والثلاجات المستخدمة لحفظ المواد الكيميائية القابلة للاشتعال يجب أن تكون مقاومة للانفجارات والمواد الموضوعة فى الثلاجات يجب أن تكون عليها بطاقات مقاومة للماء مدون عليها كل المعلومات عن المواد الموجودة بها.

- استخدام أوعية ثانوية لتقليل تناثر المواد عند حدوث تسريب أو كسر للوعاء الأساسى يكون مفيد جداً فيجب أن يراعى عند تخزين المواد الكيميائية أن تعزل المواد القابلة للتفاعل مع بعضها البعض عند حدوث

حادثة وبالتالى نتجنب تفاعلاتها التى قد تحدث بطريقة عنيفة مؤدية إلى حدوث انفجارات.

تخزين المواد شديدة السمية:

وهي المواد التي تترك آثاراً حادة أو مزمنة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها فيجب عدم تخزينها أو حفظها بالقرب من المواد المشتعلة وبعض المواد تتحول إلى مواد سامة عند اتصالها بالأحماض أو الحرارة أو الرطوبة ، لذا يجب معرفتها وعزلها ومعرفة أعراض التسمم بها وتزويد الشخص الذي يتعامل معها بوسائل الوقاية المناسبة كما يجب معرفة خصائص كل مادة يتم التعامل معها ، ومدة التعرض المسموح بها ، وتركيزها ، وأثرها على الجسم ، وطريقة دخول المادة السامة حيث أنها قد تدخل عن طريق الفم أو العين أو مسام الجلد ...الخ ومن الأمثلة عليها بخار الزئبق.

تخزين المواد المتفجرة: وهي المواد التي تنفجر عندما تلامس اللهب ، وبعض هذه المواد تنفجر إذا تعرضت للاحتكاك أو السقوط وهذه المواد شديدة الحساسية للاهتزاز والصدمات والحرارة ، ومن ضمنها : فوق الأكاسيد والنترات ، حيث أنها تطلق طاقة مفاجئة بشكل هائل ، لهذا يجب حفظها في أماكن مغلقة مزودة بجميع الاحتياطات وأجهزة الأمن والسلامة ويجب عند تخزينها ، اتباع التعليمات والتحذيرات المسجلة

على العبوات ، وأن تكون الكمية المخزنة منها أقل ما يمكن ، ومنفصلة عن غيرها من المواد .

تخزين المواد المؤكسدة:

وهي المواد التي تنتج طاقة حرارية عند تفاعلها مع مواد أخرى أو عند ملامستها مادة قابلة للاشتعال أو سريعة الاشتعال لذا يجب عدم تخزينها مع المواد القابلة للاشتعال ،وأن يكون مكانها مقاوم للاحتراق والحرارة وذات تهوية ويفضل أن تحفظ في زجاجات قاتمة اللون ،حيث يزداد نشاط تفاعلها بتوافر الأكسجين والحرارة والضوء ومن الأمثلة عليها : الأكاسيد ،فوق الأكاسيد والبيرمنجنات الخ.

تخزين المواد القارضة:

وهي المواد التي تسبب أذى عند ملامستها للأنسجة الحّية لذا تحفظ في مكان بارد تحت درجة حراره أعلى من درجة تجمدها بقليل ، بحيث يكون المكان جافاً وذو تهوية جيدة ، ومزودة بأجهزة الوقاية الضرورية لأن الكثير من الأحماض والقواعد تعمل على تآكل الأوعية ، وتتفاعل مع كثير من المعادن محررة غاز الهيدروجين الذي يكون مع الهواء مخلوطاً متفجراً ويفضل عدم حفظ المواد القارضة من الأحماض بالقرب من القواعد ، لتفاعل أبخرتها مع بعضها البعض تاركة ملح مترسب حول وعاء حفظها وفي أماكن وجودها

تخزين المواد الضارة :

وهي المواد التي تسبب آثاراً بسيطة أو محددة عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها.

تخزين المواد المهيجة:

وهي المواد التي تسبب حساسية لبعض أجهزة التنفس والعيون أو سطح الجلد ، نتيجة استخدامها الطويل أو المتكرر.

التخلص من المواد الكيميائية

فى الواقع فإن كل التجارب التى تجرى فى معمل ما تؤدى إلى وجود نفايات مثل محاليل المواد الكيميائية ومواد كيميائية خطرة وأوراق ترشيح وغيرها والمبدأ الأساسى فى التعامل مع النفايات أنه يجب ألا يمارس أى نشاط فى المعامل ما لم تكن هناك خطة للتخلص من النفايات الخطرة وغير الخطرة وتطبيق هذا المبدأ سيؤكد على سلامة الإجراءات اللازمة للتعامل مع النفايات ويجنب وجود صعوبات غير متوقعة مثل احتمال تكوين صورة من النفايات (مواد كيميائية ـ مواد إشعاعية ـ مواد بيولوجية) لا تكون المؤسسة التى بها المعامل غير جاهزة للتعامل معها ولكل نوع من النفايات طرق خاصة للتعامل معها وللاختيار بين الطرق المتاحة يجب تطبيق عدة مبادئ ولكن الاعتبارات المحلية قد تؤثر بشكل قوى على هذه القواعد فمثلاً:

- النفايات الخطرة أو القابلة للاشتعال كالمذيبات يجب جمعها فى أوعية والانتظار لحين نقلها وفقاً لإمكانيات المؤسسة بواسطة وكالة متخصصة فى هذا العمل.

- فى بعض الأحيان تخلط النفايات الخاصة بالمذيبات المختلفة المراد التخلص منها عندما يكون الاختلاط ممكناً فى بعض الأحيان فالنفايات المهجنة وغير المهجنة يجب أن تفصل عن بعضها البعض عند التداول.

- الوعاء المستخدم لجمع النفايات السائلة يجب أن يكون مناسباً للاستعمال فكثيراً ما تستخدم أوعية زجاجية لهذا الغرض ولكن يجب الحرص على أن تكون هذه الأوعية رقبتها غير ضيقة وتكون مؤمنة ضد الكسر حتى لا تمثل صعوبة عند تفريغها ويستحسن استعمال أوعية مصنوعة من البلاستيك مثلاً من بولى ايثيلين أو من المعدن المجلفن أو من الحديد الصلب لجمع النفايات السائلة وهى أكثر أماناً خصوصاً فى حالة السوائل القابلة للاشتعال.

- يجب عدم استعمال أوعية من الحديد الصلب المجلفن لجمع النفايات التى تمثل مذيبات مهجنة لأن هذه المذيبات تسبب تآكل المعدن وبالتالى يحدث لها تسريب.

- يجب وضع بطاقات بيانات على كل الأوعية تشتمل على بيانات محتويات الوعاء ويجب أن تؤمن تغطيتها فى حالة عدم استخدامها.

- النفايات السائلة يجب جمعها بطريقة منفصلة عن نفايات المذيبات العضوية ويجب عدم إلقاء المحاليل المحتوية على نفايات قابلة للاشتعال أو بها مواد خطرة فى حوض الصرف الصحى ويجب عدم استخدام الزجاج فى حفظ النفايات المائية لخطورة تجمدها.

- النفايات الصلبة مثل نواتج التفاعلات الجانبية أو المرشحات الموجود بها بعض المواد الكيميائية أو المواد المستخدمة فى الأوساط الكروماتوجرافية يجب وضعها جميعاً فى أوعية لحين نقلها للتخلص منها ويجب بذل كل جهد لاستعمال أو إعادة تدوير المواد غير المرغوب فيها وإعادة استعمالها بدلاً من التخلص منها.

- المواد غير الخطرة الصلبة يمكن التخلص منها وذلك بإلقائها فى سلة مهملات المعامل أو إعادة تدويرها وهذا يلعب دوراً فى سياسة المؤسسة التعليمية.

استعمال المعدات والزجاجيات

صيانة الأجهزة والمعدات المستخدمة فى المعامل تمثل دوراً هاماً فى أمان وكفاءة العمليات ويجب الكشف الدورى على المعدات وصيانتها وعملية الصيانة يجب أن نتأكد فيها من عدم حدوث أى خلل حتى لو حدث إضراب عن العمل.

عملية تداول وتخزين الزجاجيات يجب أن تتم بحرص بحيث لا تؤدى إلى تدمير الأدوات الزجاجية وفى حالة حدوث تكسير للأدوات الزجاجية يجب التخلص منها أو إصلاحها أما الأدوات الزجاجية المحاطة بغلاف تفريغ فيجب تداولها بمنتهى الحرص لمنع حدوث مخاطر كثيرة فالمعدات الزجاجية المفرغة مثل أوعية ديوار أو الجفنات المفرغة فيجب وضع صمامات بها أو إحاطتها بعوازل(دروع) ويجب استخدام هذه الأدوات المصممة للاستخدام فى حالة التفريغ لهذا الغرض فقط ويجب حماية اليد عند جمع الزجاج المكسور فالقطع الصغيرة يجب جمعها بواسطة مكنسة.

يجب عدم إجراء عمليات صهر ونفخ الزجاج فى حالة وجود إمكانيات خاصة كما يجب حماية اليد عند إدخال أنابيب فى مخارج زجاجية فالجروح الناتجة من إدخال أنابيب فى مداخل زجاجية تمثل أكثر نسبة فى حوادث المعامل فيجب أن تكون المداخل الزجاجية معالجة حرارياً بحيث تكون ناعمة أو تشحيمها ويجب المحافظة على اليدين باستخدام منشفة وذلك لتحجيم حركة الزجاج أثناء إدخال الأنابيب فيها.

تداول المواد القابلة للاشتعال

المواد المشتعلة تمثل أحد أكثر الأشياء خطورة فى المعامل ونظراً لأن المواد القابلة للاشتعال كثيراً ما تستخدم فى عمليات المعامل فإن الخبرة

المعملية الحذرة تفترض دائماً أن هناك احتمال لحدوث حرائق ما لم يتم اتخاذ كل الاحتياطات الخاصة بمراجعة المواد المستخدمة وكذلك طريقة إجراء العمليات فمثلاً عمليات المعمل البسيطة بالمحاليل المائية حيث لا تستخدم سوائل عضوية قابلة للاشتعال لا تمثل خطورة لحدوث حرائق فى الحالات الأخرى لذا يجب التعرف على إمكانية حدوث حرائق ومحاولة الحفاظ على الاحتمال الأدنى لحدوثها٠

ولحدوث الحرائق يجب أن يكون هناك مصدر إشعال ووقود وكذلك وجود عامل مؤكسد ففى المعامل التى لها خبرة وحذرة تتجنب وجود النار وذلك بتجنب وجود أحد العوامل المذكورة وعموماً يجب على العاملين أن يكونوا على دراية بالخطوات التى يجب اتخاذها عند حدوث الحرائق ويجب أن يكون بالمعامل معدات إنذار للنيران، أجهزة إطفاء، حمامات أمان ومعدات طوارئ أخرى ويكون كل هذا موجود فى مكان واضح وأن يكون كل العاملين مدربين على استخدامها ويجب مراعاة وجود مخارج واسعة وسهلة عند حدوث الحرائق كما يجب استخدام أجهزة إطفاء مناسبة عند حدوث الحرائق وأن تكون هناك لوحة بأرقام التليفونات الخاصة بمركز إطفاء الحرائق حتى يتم استدعاؤهم على الفور٠

التعامل مع المواد الكيميائية القابلة للاشتعال

على كل العاملين مع المواد القابلة للاشتعال معرفة بعض المعلومات الخاصة بضغط البخار،نقطة الاشتعال Flash point، وإمكانية الانفجار فى الهواء وطبعاً لتقليل الخطورة فى التعامل مع هذه المواد يجب استعمال كميات صغيرة منها والعمل على حفظها بشكل مناسب، وجود طفايات حرائق مناسبة، وفصل هذه المواد عن مصادر الاشتعال، العمل على أن تكون مصادر الاشتعال موصلة بالأرض كما يمكن استخدام البدائل الأقل خطراً ٠

لانستعمل اللهب المباشر عند استخدام مواد كيميائية قابلة للاشتعال مثل موقد بنون أو الكبريت أو التدخين أو أى مصادر أخرى للاشتعال ولا نستخدم مواقد الغاز كمصدر للتسخين فى المعمل المستخدم به مواد قابلة للاشتعال ولكن بدلاً منها نستخدم معدات تسخين بالمياه تستخدم أجهزة كهربية للتقليب، الموتورات، فواصل الكهرباء وكل هذه الأجهزة قد تكون مصدر للإشعال خصوصاً لأبخرة هذه المواد فيجب عدم استخدامها ونظراً لأن موقع الأجهزة المذكورة يكون ثابتاً فى المعمل ففى هذه الحالة يكون أكثر أماناً إجراء العمليات الموجودة بها المواد القابلة للاشتعال فى مكان آخر بعيداً عنهم ٠

حتى مصادر الإشعال المنخفضة قد تمثل مصدر طاقة كافى لإشعال كثير من المواد التى لها قابلية كبيرة للاشتعال والموجودة بالمعامل مثل داى إيثيل إيثر وثنائى كبريتيد الكربون أما المواد القابلة للاشتعال عند درجات الحرارة المنخفضة فيجب حفظها فى ثلاجات مصممة لهذا الغرض والثلاجات العادية يجب عدم استخدامها نظراً لوجود مصادر إشعال بها مثل مروحة الموتور ومفاتيح وفواصل الكهرباء.

وعند نقل المواد القابلة للاشتعال فى أوعية معدنية يجب أن تكون قد وصلت بالأرض حتى يتم التخلص من الشحنات الاستاتيكية التى بها فقد تسبب شرارة تؤدى إلى الاشتعال.

ويجب عدم تسخين المواد القابلة للاشتعال بلهب مفتوح ويستحسن استخدام مصادر حرارة تشتمل على حمامات مائية أو حمامات بخار، حمامات من الزيوت أو الشمع، حمامات من الرمل والأملاح،سخانات مانتيل وكذلك حمامات من الهواء الساخن أو النيتروجين.

- يجب الحرص على تقليل البخار الناتج من المواد القابلة للاشتعال وذلك بتخفيفها عن طريق التهوية وبذلك تقل فرص تكوين مخلوط قابل للاشتعال.

-عند تخفيف المواد القابلة للاشتعال يجب استخدام المراوح لمنع تكوين مخلوط قابل للانفجار.

- فى حالة عدم استخدام المواد القابلة للاشتعال يجب حفظها فى أوعية محكمة الغلق.

السوائل القابلة للاشتعال

تشتعل هذه السوائل عندما تختلط أبخرتها مع الهواء بتركيز مناسب لذلك يجب تداول هذه السوائل بطريقة لا تسمح بالوصول إلى هذا التركيز ومن أهم هذه الوسائل التهوية لمنع الوصول إلى التركيز القابل لانفجار الأبخرة وعند أخذ كميات من هذه الأوعية يجب أن يتم النقل فى خزانة التجارب Fume hoods أو فى المكان جيد التهوية وفى حالة حدوث تسرب أو كسر للأوعية الحاوية عليها فإن كمية كبيرة من أبخرتها ستنطلق وقد تؤدى إلى اشتعالها.

الغازات القابلة للاشتعال

عند تسرب الغازات القابلة للاشتعال قد يحدث انفجار فى جو المعمل ومن الغازات الخطرة الأسيتيلين ، الهيدروجين ، الأمونيا ، أول أكسيد الكربون أما الأستلين والميثان والهيدروجين فلهم قابلية كبيرة للاشتعال والانفجار ويجب استعمال موانع الشرر على اسطوانات الهيدروجين وقبل إدخال الغازات القابلة للاشتعال فى وعاء التفاعل يجب أن يفرغ هذا الوعاء أو يمرر فيه غاز خامل وتتم هذه الدورة ثلاثة مرات لكى يصير تركيز الأكسجين فى الوعاء أقل من ١ % .

اشتعال المواد عن طريق الإشعال المستحث

يجب فصل البالاديوم والبلاتين عن الكربون، أكسيد البلاتين، النيكل المجزأ والعوامل المساعدة فى عملية الهدرجة عن طريق الترشيح من المخاليط والعوامل المساعدة المفصولة غالباً ما تكون مشبعة بغاز الهيدروجين الذى يكون نشطاً جداً ويشتعل بشكل تلقائى عند تعرضه للهواء وعندما تكون كمية المحفز المرشحة كبيرة فلا يسمح للمخلوط مع المرشح أن يترك حتى يجف فيجب وضع القمع المحتوى على ورقة الترشيح بما فيها مباشرة فى حمام مائى بعد إتمام الترشيح ويجب استعمال غاز خامل مثل الأرجون أو النيتروجين للتقليب فى عمليات الهدرجة وبالتالى يمكن ترشيح المحفز والتعامل معه فى هذا الجو الخامل.

وعند تداول مركبات فوق الأكسيد يجب مراعاة الآتى:

- **استخدم أقل كمية ممكنة من مركبات فوق الأكاسيد.**
- **بتجفيف مركبات فوق الأكاسيد بالمذيبات الخاملة تقل حساسية هذه المركبات للحرارة – الصدمات (نستخدم مذيبات الهيدروكربون الأليفاتية كمذيب خامل ولا نستخدم المذيبات العطرية مثل طولوين) لأنه ينشط تفاعل تكسير داى أسيل فوق أكسيد.**

- **لا نستخدم محلول مركبات فوق الأكاسيد فى المذيبات سهلة التطاير لأن تطاير هذه المذيبات يؤدى إلى زيادة تركيز فوق الأكسيد فى المحلول**
- **لانسمح بالتدخين أو وجود لهب مكسوف أو أى مصدر من مصادر الأكسيد فى المعامل٠**
- **نتجنب الاحتكاك أو الطحن بجوار مركبات فوق الأكسيد ولانستخدم أدوات زجاجية لها غطاء زجاجى أيضاً فى حفظ هذه المركبات ولكن يجب استخدام زجاجات من البولى إيثيلين٠**
- **نتجنب تحلل مركبات الفوق أكسيد ويجب حفظها عند درجات حرارة منخفضة بالقرب من درجة التجمد فالحفظ عند درجات حرارة منخفضة جداً قد يؤدى إلى تكون صورة من الصور الحساسة جداً للصدمات أو الحرارة٠**

<u>لتخلص من فوق الأكاسيد</u>

فوق الأكاسيد النقية يجب عدم التخلص منها مباشرة ولكن يجب تخفيفها قبل التخلص منها والكميات الصغيرة منها (٢٥ جم أو أقل) يتم التخلص منها بواسطة التخفيف بالماء للحصول على محلول تركيزه حوالى ٢ % ثم تنقل إلى زجاجة من البولى إيثيلين تحتوى على عامل مختزل مثل كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية ويمكن التعامل مع المحلول الناتج كنفايات٠

- **فى حالة تسرب محلول فوق الأكسيد فيجب امتصاصه بسرعة بواسطة vermiculite ثم يعالج المخلوط بواسطة مذيب مناسب والعجينة الناتجة يتم التخلص منها٠**
- **لا نلقى المركبات العضوية لفوق الأكسيد فى الأحواض (فى الصرف)٠**
- **تتكون مركبات فوق الأكسيد عند تخزين بعض المواد معرضة للهواء فمثلاً بعض فوق الأكسيد الموجود بكيمات صغيرة جداً فى مذيب مثل الديوكسان يكون خطير جداً وقد يغير من مسار التفاعل عند استخدام هذا المذيب٠**
- **يجب حفظ مركبات فوق الأكسيد فى جو خامل (فى وجود النيتروجين أو الأرجون) فهذه هى الوسيلة الآمنة لحفظ مركبات فوق الأكسيد لمدة طويلة وأحياناً يضاف إلى محاليلها بعض المركبات المثبطة مثل مركبات صائدة الجذور الحرة٠**

<u>الغازات القابلة للانفجار والغازات المسالة</u>

المادة تكون أكثر تركيزاً فى حالة الغازات المسالة من كونها فى الحالة البخارية لذلك فإن السائل قد يتبخر بسرعة والهواء المسال يكون خطراً مثل الأوكسجين المسال لأن النتروجين يغلى تاركاً تركيز أكبر من الأوكسجين وبعض السوائل التى تستخدم فى التبريد مثل النيتروجين

obeikandl.com

والهيليوم لو تركت معرضة للهواء فقد يتكثف ويمثل الأكسجين المحتوى من الجو أيضاً خطورة كبيرة.

- فى حالة استخدام الغازات المسالة فى حيز مغلق يجب أن يحتوى التصميم على بعض الصمامات التى تسمح بتسريب الضغط الزائد الناتج من تبخير هذه الغازات.

- فى حالة السائل المستخدم كالهيدروجين مثلاً فمن الممكن أن يكون مخلوط مع الهواء ويؤدى إلى حدوث انفجار.

مواد نشطة أو قابلة للانفجار تتطلب عناية خاصة

المركبات الآتية مركبات نشطة وبعضها ينسب إلى المتفجرات:

- مركبات الأستلين: تكون مواد قابلة للانفجار فى مخلوط مع الهواء بنسبة ٢٥-٨٠% والأستيلين عند ضغط ٢ جوى والمعرض إلى تفريغ كهربى أو درجة حرارة عالية يتحلل محدثاً انفجاراً عنيفاً وبعض مركبات الأستيلينات تنفجر عند حدوث تأثير ميكانيكى خفيف عليها ويجب حفظ الأستيلين فى محلول أسيتون ولا يحفظ مستقلاً فى اسطوانات.

- كلوريد الألمونيوم: فى حالة وجود رطوبة به يتحلل مكوناً كلوريد الهيدروجين وينتج عن ذلك ضغط عالى وعند فتح الوعاء المحتوى عليه بعد تخزينه لمدة طويلة فيجب الحرص وذلك بإحاطتها بفوطة سميكة.

- النشادر: يتفاعل مع اليود وينتج منه ثلاثى أيوديد النتروجين الذى ينفجر باللمس كما يتفاعل النشادر مع الهيبوكلوريت منتجاً الكلور مخلوط مع النشادر والهاليدات العضوية يتفاعل أحياناً بعنف عند تسخينهما تحت الضغط والأمونيا قابلة للاحتراق واستنشاق كمية كبيرة منها قد تؤدى إلى الموت.

- الأزيدات: حساسة جداً للحرارة والصدمات يستطيع أزيد الصوديوم أن يطلق الهاليدات من الهيدروكربونات المكلورة مثل ثنائى كلوروميثان لتكوين مركب بولى أزيد العضوى وهى من المتفجرات الشديدة وهذا التفاعل الإحلالى يسهل حدوثه فى مذيب مثل ثنائى ميثيل سلفوأكسيد

- ثنائى كبريتيد الكربون : مركب عالى السمية وقابل للاشتعال

- الكلور:عالى السمية ويتفاعل بشكل عنيف مع الهيدروجين ومع المركبات الهيدروكربونية فى الضوء

- مركب أكسيد الكروم مع البيريدين: CrO_3-C_5H_5N يمكن أن ينفجر فى حالة زيادة تركيز CrO_3 العالية ويجب أن يحضر المركب بإضافة CrO_3 إلى كمية كبيرة من البيريدين

- ديازوميثان Diazomethane (CH_2N_2): وكذلك كثير من مركبات الديازو يجب التعامل معها جميعاً بحرص شديد نظراً لسميتها الشديدة وهذه الغازات أو سوائلها تنفجر بشدة حتى عند تلامسها مع

أطراف الزجاج الحادة ولكن محاليل هذه المركبات تكون آمنة فى وجود الإيثير

- داى إيثيل ، داى أيزوبروبيل وإيثيرات أخرى تشتمل على الهيدروفيوران و١،٤ديوكسان وكل الإيثيرات المتفرعة Branched يحدث لكل هذه المركبات انفجار عند تسخينها نظراً لاحتوائها على مركبات فوق الأكسيد الناتج من تعرضهم للهواء وللتخلص من فوق الأكسيد فى هذه المركبات يجب إضافة كبريتات الحديدوز أو كبريتات الصوديوم الهيدروجينية إلى محاليلها ثم تمرر على الألومينا القاعدية المنشطة وهذه العملية تزيل أغلب الكمية المحتواة فيها من مركبات فوق الأكسيد.

- داى ميثيل سلفو أكسيد: يتحلل بعنف عند تلامسه مع كثير من مركبات الهالوجين النشطة مثل كلوريد الأسيل كما سجلت حالات إنفجار عند تلامسه مع هيدريد الفلزات النشطة داى ميثيل سلفو أكسيد يخترق الجلد حاملاً معه المواد المذابة.

- فوق أكسيد البنزويل الجاف: يشتعل بسهولة وينفجر عند خبطه Shock يتحلل بشكل تلقائى عند درجة حرارة أعلى من ٥٥٠م ولكن هذا المركب يفقد حساسيته بإضافة ٢٠ % ماء.

- الثلج الجاف Dry ice: يجب أن يخزن فى وعاء قادر على تحمل الضغط العالى.

- العوامل المجففة Drying agents: مثل الأسكاريت (هيدروكسيد الصوديوم المغلف بالسيليكا) لا يخلط مع خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) لأن هذا المخلوط مخلوط ينفجر عند تدفئته مع قليل من الماء.

- الأتربة Dusts: وهى معلقات تحتوى على بعض الجسيمات القابلة للأكسدة مثل مسحوق الماغنسيوم والخارصين والكربون وكذلك زهر الكبريت فكل هذه المساحيق فى الهواء يمكن أن تكون مخاليط شديدة الانفجار ويجب استخدام هذه المساحيق مع تهوية جيدة وعدم تعرضها لأى عامل من عوامل الاشتعال.

- أكسيد الإيثيلين (C_2H_4O): ينفجر عند تسخينه فى وعاء مغلق والتجارب التى يستخدم فيها هذا المركب يجب أن تجرى خلف حواجز مناسبة.

- المركبات المهلجنة مثل الكلوروفورم ($CHCl_3$) ورابع كلوريد الكربون (CCl_4) ومحاليل أخرى لمركبات مهلجنة لا يتم تجفيفها باستخدام الصوديوم أو البوتاسيوم أو أى فلزات نشطة نظراً لحدوث انفجار شديد فى هذه الحالة وهذه المركبات لها سمية عالية وبعض مركبات الكلورات ، كلوريت ، البرومات ، الأيودات وفوق أكاسيدها تنفجر عند تسخينها عند درجات حرارة عالية.

- فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2): عند تركيز أعلى من ٣% يكون خطراً فعند تلامسها مع الجلد تحدث حروق شديدة ومحلول تركيزه

٣٠% يتحلل بسرعة خصوصاً فى وجود الحديد، النحاس ، الكروم أو أملاحها وعند استخدام تقليب بذراع معدنى قد يشكل هذا خطراً يجب الحرص معه.

- مصايد التبريد Cooled traps باستخدام النتروجين السائل والمعرض للهواء قد يحدث تكثيف للهواء وعند تبخير المادة المبردة قد يحدث انفجار فى هذه الحالة يجب استخدام التبريد فى المعدات المفرغة أو محكمة الغلق.

- هيدريد ليثيوم- الألومنيوم Lithium-aluminum hydride: وهو عامل مجفف يجب عدم استخدامه لتجفيف إيثيرات الميثيل أو التتراهيدروفيوران فعادة يلاحظ حدوث حرائق فى هذه الحالات وتفاعل $LiAlH_4$ مع ثانى أكسيد الكربون ينتج عنه مركبات قابلة للانفجار ويجب عدم استخدام طفايات من ثانى أكسيد الكربون أو طفايات تحتوى على بيكربونات الصوديوم لإطفاء الحرائق الناجمة من $LiAlH_4$ فمثل هذه الحرائق يتم إخمادها بواسطة الرمل أو أى مواد خاملة أخرى.

- مركبات النترات ، النيترو ، النيتروزو: هى مركبات قابلة للانفجار خصوصاً فى حالة احتواء المركب على أكثر من مجموعة نيترو والكحولات والبولى أولات تكون استرات للنترات (نيتروجلسرين) تكون متفجرات قوية.

- خزانات الأوكسجين: يجب تداولها بحرص لأنها تكون مع بعض الزيوت فى حالة الضغط العالى للأوكسجين شديدة الانفجار فيجب عدم استخدام الزيوت أو الشحوم بالتلامس مع اسطوانة الأوكسجين
- الأوزون O_3: مركب نشط جداً وعالى السمية ويتكون نتيجة تعرض الأكسجين (فى الهواء) للأشعة فوق البنفسجية لذلك فإن مصادر الأشعة فوق البنفسجية تتطلب تهوية مركبات الأوزونايد Ozonides تشكل مواد متفجرة٠
- البالاديوم (Pd) أو البلاتين (Pt): المحملين على الكربون وكذلك أكسيد البلاتين والنيكل المجزأ وعوامل مساعدة أخرى تمثل خطورة لحدوث انفجارات عند إضافة العامل المساعد إلى وعاء يحتوى على مخلوط أبخرة قابلة للاشتعال أو فى حالة وجود الهيدروجين يجب عدم استعمال معهم مرشحات قابلة للاشتعال٠
- فوق الكلورات: يجب تجنب استعمالها فأملاح الفوق كلورات العضوية أو مع مركبات فلزية عضوية وكذلك الأيونات غير العضوية تمثل مادة متفجرة ومحلول من حمض البيركلوريك يمكن تسخينه بأمان حتى ٢٠٠°م عندما يكون تركيزه ٧٠% ولكن تلامس الحامض غير المخفف الذى يوجد عند درجة الغليان أو أبخرته الساخنة مع المواد العضوية أو أى مركبات غير عضوية مؤكسدة قد يشكل مخلوطاً انفجارياً شديداً٠

– البرمنجانات تكون مواد متفجرة عند معالجتها بحمض الكبريتيك وعند استخدامها مع حمض الكبريتيك المركز فى خط للتجفيف فيجب وضع مصيدة لأبخرة الحامض بينهما٠

– فوق الأكاسيد غير العضوية: عند خلطها مع مواد قابلة للاحتراق مثل الباريوم، الصوديوم، فوق أكسيد البوتاسيوم تشكل مخلوط انفجارى يشتعل بسهولة٠

– الفوسفور الأحمر والأبيض: يكون الفوسفور مع المواد المؤكسدة مخلوطاً انفجارياً ويجب حفظ الفوسفور الأبيض تحت الماء لأنه يشتعل عند تعرضه للهواء ويتفاعل الفوسفور مع محاليل الهيدروكسيدات ليعطى الفوسفين الذى قد يشتعل أو ينفجر فى الهواء

– ثلاثى كلوريد الفوسفور يتفاعل مع الماء ليعطى حمض الفوسفوروز وينطلق غاز كلوريد الهيدروجين وحمض الفوسفوروز يتحلل بالتسخين منتجاً غاز الفوسفين ويجب فتح الأوعية المحتويه على ثلاثى كلوريد الفوسفور بحرص وكذلك ثلاثى كلوريد الفوسفور الذى تعرض للرطوبة يجب عدم تعريضها للتسخين دون وجود حاجز واقى٠

– البوتاسيوم : هو أكثر نشاطاً من عنصر الصوديوم فهو يشتعل بسرعة عند التعرض للهواء الرطب ولذلك يجب حفظه بمذيب هيدروكربونى مثل الزيوت المعدنية أو الطولوين وعند تعرضه للهواء قد

يتكون فوق أكسيد البوتاسيوم وفى حالة تقطيع هذا العنصر بسكين معدنى قد يحدث ذلك انفجار شديد ٠

- الصوديوم : يجب حفظه فى وعاء مغلق تحت سطح الكيروسين أو الطولوين أو الزيوت المعدنية أى قطع صغيرة من الصوديوم أو البوتاسيوم يجب التخلص منها بالتفاعل مع الكحول البيوتيلى العادى يجب تجنب ملامسة الصوديوم للماء لأنه يتفاعل معه بشكل عنيف لتكوين غاز الهيدروجين وانطلاق كمية كبيرة من الحرارة تسبب الاشتعال ويجب عدم استخدام طفايات ثانى أكسيد الكربون، بيكربونات وكذلك رابع كلوريد الكربون فى حالة الحرائق الناتجة من العناصر القلوية ويستحسن استعمال القطع الكبيرة من الصوديوم على شكل كرات عند استخدامه لتجفيف المذيبات (السطح يكون صغيراً ويكون الفلز أقل نشاطاً) ٠
- أميد الصوديوم قد يحدث له عملية أكسدة عند التعرض للهواء منتجاً نتريت الصوديوم الذى يكون مع الأميد مخلوطاً قابلاً للانفجار ٠
- حمض الكبريتيك : يجب تجنب استعماله كعامل مجفف فى أوعية المجففات وفى حالة الضرورة لاستخدامه يجب وضع كرات من الزجاج لمنع تناثر الحامض عند تحريك المجفف وعند تخفيف الحامض يجب إضافته ببطء إلى الماء البارد أما العكس قد يحدث أن يغلى الحامض وقد يؤدى إلى كثير من الحوادث ٠

- ثلاثى كلورو استلين : يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم أوالبوتاسيوم ليعطى ثنائى كلورو استلين الذى يشتعل تلقائياً فى الهواء منفجراً بعد ذلك حتى عند درجة حرارة الثلج الجاف المركب نفسه له سمية كبيرة ويجب الحرص عند تداوله.

بعض الغازات الخطرة

- كلوريد البورون: هى أحماض القوة وتنتج أحماض بروتونية قوية ويتفاعل كلوريد البورون مع الماء منتجاً وأبخرة هذا الغاز لها تأثير تآكلى وتسبب تهيج العيون وكذلك الأغشية المخاطية.
- ثلاثى فلوريد الكلور: فى الحالة السائلة له تأثير تآكلى كبير وكذلك سمية كبيرة وهذا المركب من المتفجرات القوية يسبب حروق عند تلامسه مع الجلد ويكون ثلاثى فلوريد الكربون مخلوط انفجارى مع بخار الماء، الأمونيا ، الهيدروجين وأغلب الأبخرة العضوية.
- هيدريد السيلينيوم: هو غاز لا لون له ولكن له رائحة مميزة وهذا الغاز قابل للاشتعال والانفجار أيضاً ويتفاعل بعنف مع المواد المؤكسدة وهو مهيج للعيون والأغشية المخاطية وللجهاز التنفسى للإنسان ويسبب ضرراً شديداً للجهاز الهضمى وعدم اتزان وإجهاد كبير وكذلك الإحساس بالطعم الفلزى فى الفم.

- **الفوسفين هو مركب يشتعل تلقائياً، قابل للانفجار، سام، عديم اللون له رائحة السمك المتحلل وهو مركب خطر جداً يشتعل فى وجود الهواء والمؤكسدات يتفاعل مع الماء والأحماض والهالوجين فى حالة تسخين الفوسفين يتكون هيدريد الفوسفور وهو من المتفجرات وله سمية كبيرة.**
- **السيلان : مركب قابل للاشتعال عديم اللون يشتعل تلقائياً فى الهواء الغاز له رائحة منفرة.**

<u>التعامل مع المواد الكيميائية ذات السمية العالية</u>

- عند التعامل مع المواد ذات السمية يجب عدم التواجد فى المعمل منفرداً ويجب أن يكون هناك مجموعة من الأفراد الذين لديهم المعرفة بالمخاطر التى قد تحدث ويكون لديهم رد الفعل المناسب فى حالة الطوارئ يجب أن يلبس العاملون ملابس واقية لحماية الأيدى والوجه من التعرض لهذه المواد كما أن المحافظة على نظافة المعمل تمثل عامل مهم لتوفير بيئة آمنة للعمل ويجب الحفاظ عليها فى الأماكن التى يتداول بها المواد ذات السمية.

- يجب أن يجرى تخطيط جيد لإجراء التجارب التى يدخل فيها مركبات ذات سمية عالية ومن حسن التخطيط أن يقوم الشخص الذى سيستعمل مواد سامة بالتشاور وأخذ النصيحة من الزملاء الذين لهم خبرة فى

تداول هذه المواد وكذلك فى التعرف على بروتوكول استخدامهم كما أن الخبراء فى مجال الصحة البيئية وكذلك فى البرامج الآمنة يمثلون مصدراً مهماً من مصادر المعلومات لكيفية التعامل مع السميات.

- كما يجب دائماً أن يكون العاملين على دراية بالخصائص الطبيعية والسمية للمواد الكيميائية المستخدمة، تركيز والكميات المتداولة فى التجربة، زمن التعرض وكذلك التأثيرات السامة الناجمة عن التعامل معها ويجب كذلك معرفة خطة إدارة هذه المواد خلال دورة حياتها من طلبها وتخزينها إلى أن يتم إعدامها أو التخلص الآمن منها.

- عند التخطيط لإجراء تجارب يستخدم فيها مواد ذات سمية عالية يجب أن يكون هناك مراقبة قوية للتأكد من سلامة وأمن العاملين بالمعمل.

- يجب اتخاذ احتياطات خاصة فى المكان الذى تجرى فيه التفاعلات التى تدخل فيها المواد ذات السمية العالية من لحظة إحضار هذه المواد وتفريغها للاستخدام ووضعها فى خزانة التجارب أو الصناديق المحتوية على قفازات ويجب على كل العاملين بالمعمل أن يعلموا عن إجراء هذه التجارب ويكون الكل مدرباً على حالات الطوارئ ويستحسن وضع بطاقة إرشادات عن السلامة والأمان عند إجراء التجارب بالمواد ذات السمية العالية على الباب الخارجى للمعمل.

– يسمح فقط للعاملين الحاصلين على تدريب فى الاحتياطات بالعمل مع المواد ذات السمية العالية بإجراء تجارب بها ويجب أن يكون هناك تعلميات إدارية بمنع دخول الأفراد غير الحاصلين على تدريب لدخول منطقة إجراء التجارب المستخدم فيها مواد ذات سمية عالية وقد يستخدم فى هذه الحالة أقفال أو حواجز مناسبة لهذا الغرض لكن استخدام الأقفال يجب أن لا يعيق الوصول إلى المخارج فى حالة الطوارئ أو يعيق دخول المعاونة فى حالة الطوارئ٠

obeikandl.com

obeikandl.com

أهم المصادر والمراجع

١. تاريخ العلوم والتكنولوجيا، في العصور القديمة والوسطى ومكانة الحضارة الإسلامية فيه- د مصطفى محمود سليمان٠

٢. مفاتيح العلوم- محمد بن أحمد (أبو عبد الله الخوارزمي) ٣٨٧ هـ٠

٣. مقدمة في تاريخ مصر الفرعونية -عبد الحميد زايد ٠

٤. قصة الحضارة - ول ديورانت -ترجمة محمد بدران٠

٥. عيون الأنباء في طبقات الأطباء -ابن أبي أصيبعة ٠

٦. كشف الظنون في أسامي الكتب والفنون- حاجي خليفة ٠

٧. المقدمة لابن خلدون٠

٨. علم النفس التربوي- صالح محمد علي أبو جادو٠

٩. المناهج المعاصرة -ابراهيم فوزي طه ورجب أحمد٠

١٠. معجم المصطلحات المعلوماتية -عبد الحسن الحسيني ٠

١١. التصميم التعليمي (نظرية وممارسة) -محمد محمود الحيلة٠

١٢.اتجاهات حديثة في التعليم الجامعي- أحمد ومحيي الدين توق الخطيب٠

١٣. الحوسبة التعليمية سليم مطر الزعبي - دراسة حول إدخال٠ الحاسب٠ الإلكتروني إلى المدارس الفلسطينية٠

١٤.الاتجاهات والميول في تدريس العلوم -عايش محمود زيتون٠

١٥. قصة الاسلام- راغب السرجاني٠

١٦.تدريس العلوم -احمد خيري كاظم وسعد يس٠
١٧. التعليم بالحاسبة بين التأييد والمعارضة كمال يوسف أسكندر٠
١٨. اتجاهات حديثة في تعليم وتعلم العلوم- فرج محمد ٠
١٩. تطوير المنهج: أسبابه، أساليبه، خطواته، معوقاته حلمي الوكيل ٠
٢٠. مدخل الى علم النفس الاجتماعي- باسم محمد ومحمد جاسم ٠
٢١.دراسة مدى فعالية استخدام الالات الحاسبة -عماد ثابت سمعان٠
٢٢. إثارة دافعية التلميذات للتعلم - يسرى مصطفى السيد٠
٢٣.تطبيقات في الحاسبة في التربية- سيد أحمد شكري٠
٢٤. القياس والتقويم التربوي والنفسي- صلاح الدين محمود علام٠
٢٥.أساليب تعليم العلوم أمل البكري، وعفاف الكسواني٠
٢٦.الاتجاهات النفسية للفرد والمجتمع- كريم عكلة حسين٠
٢٧. التنشئة الاجتماعية للطفل -محمد حسن الشناوي واخرون٠
٢٨.عماد جمال الطويل، الجديد في التربية المدرسية٠
٢٩.مبادئ القياس والتقويم في التربية- زكريا محمد الظاهر واخرون٠
٣٠. أساليب التفكير وعلاقتها باستراتيجيات التعلم نبيل عبد العزيز ٠
٣١.المدخل الى دراسة علم النفس الاجتماعي-فوزية العطية ٠
٣٢.موسوعة المكتبة الإسلامية (نسخة إلكترونية)٠
٣٣. الكيمياء في الحضارة الإسلامية -علي جمعان الشكيل٠

obeikandl.com