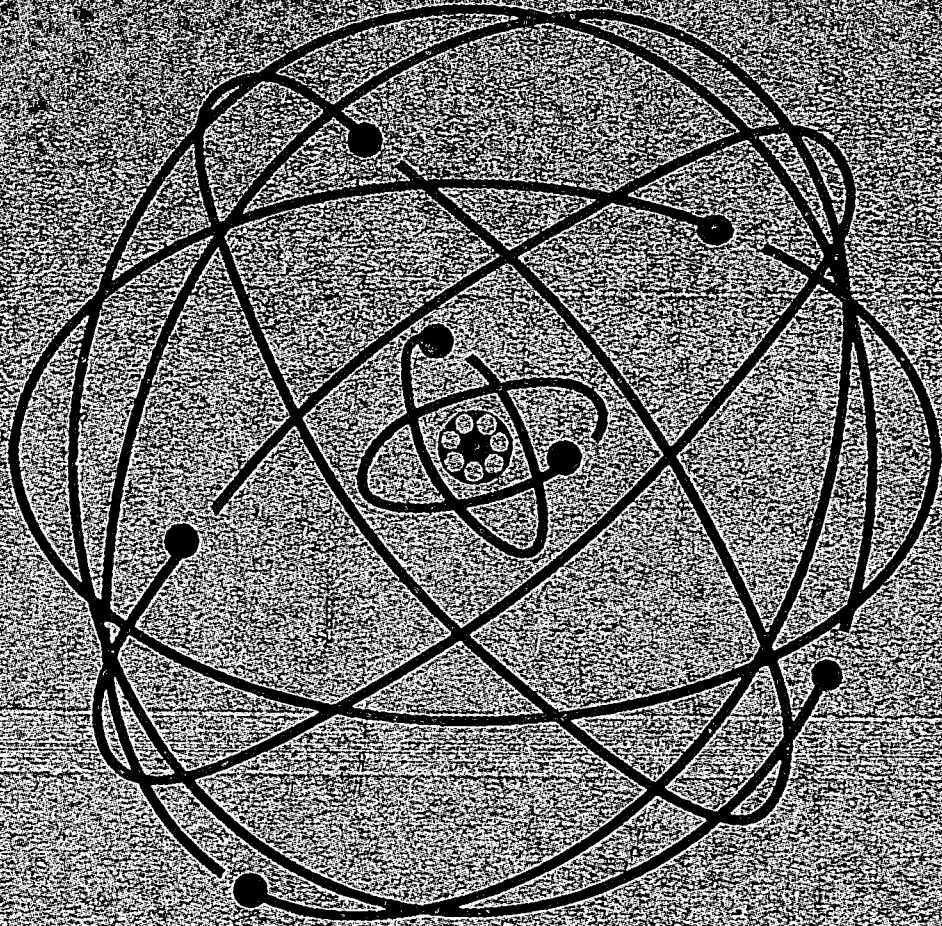


الكيمياء العامة والتطبيقية



د. إبراهيم بن صالح المعنازي
أستاذة الزيادة الأكاديمية في جامعة الملك سعود

د. محمد بن إبراهيم السن
أستاذ الكيمياء ومساعد عميد الكلية سعود

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة

الحمد لله حمداً يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه، والصلاة والسلام على المصطفى محمد خاتم الأنبياء والمرسلين وعلى آله وصحبه أجمعين.

وبعد، فإن علم الكيمياء يبحث في تركيب المواد ودراسة التغيرات الناشئة عليها في الأحوال المختلفة. وهو علم قديم، إلا أنه نتيجة للثورة الصناعية الهائلة في هذا القرن فقد شهد تطوراً كبيراً في شتى فروعه وخاصة فيما يتعلق بصناعات البتروكيمياويات والمتفجرات والأدوية وغيرها من الصناعات الكيمائية. وبالتالي فإن الاهتمام بموضوع الكيمياء أخذ يزداد يوماً بعد الآخر، لذلك فقد عقدنا العزم بطلب من معهد الدفاع المدني بالمملكة العربية السعودية على اعداد هذا الكتاب حول الكيمياء وتطبيقاتها في الصناعة ليكون مقرراً لطلبة المعهد وكذلك ليخدم طلبة الدورات المختلفة التي تعقد لضباط وأفراد الدفاع المدني.

وقد أوضحنا ذلك في أربعة أبواب رئيسية. يتضمن الباب الأول مقدمة عن أسس الكيمياء، بينما يتضمن الباب الثاني مخاطر المواد الكيمائية، كما يعطي الباب الثالث نبذة عن ملوثات البيئة بينما يعطي الباب الرابع نبذة عن استخدام الكيمياء في الصناعة.

هذا وقد رأينا اختصار بعض المواضيع والاسهاب في مواضيع أخرى وذلك حسب أهمية الموضوع في نظرنا. كما تم تعريف المصطلحات العلمية وكذلك استخدام السلاسة في شرح المواضيع المختلفة بهذا الكتاب بطريقة تسهل استيعاب معلوماته من قبل الطالب دون عناء يذكر.

وأخيراً نرجو من الله أن نكون قد وفقنا في إخراج هذا الكتاب بالصورة المنشودة مع ترحيبنا بالآراء والمقترحات التي تعمل على تطوير هذا الكتاب، مع الشكر سلفاً لأي انتقاد بناء. والله من وراء القصد.

المؤلفان

١٤١٢هـ / ١٩٩١م

المحتويات

الصفحة

الموضوع

الباب الأول أسس الكيمياء

١١	.....	مقدمة
١٢	.....	خواص المواد
١٥	.....	تنقية المركبات الكيميائية
١٦	.....	الذرة والجزئ
١٩	.....	الرموز الكيميائية
٢١	.....	الصيغ الكيميائية
٢٣	.....	التفاعلات الكيميائية
٢٨	.....	تصنيف المركبات الكيميائية
٣٣	.....	المركبات العضوية
٣٥	.....	المجموعات الفعالة
٣٨	.....	التفاعلات الكيميائية العضوية
٣٩	.....	أسئلة عامة

الباب الثاني مخاطر المواد الكيميائية

٤١	.....	مقدمة
٤٢	.....	مخاطر المواد الكيميائية
٤٢	.....	المواد الكيميائية التي تحدث أضراراً بالجلد في الحال
٤٥	.....	المواد السامة

٤٦	السوائل والأبخرة سريعة الاشتعال
٤٦	الغازات والأبخرة السامة والضارة
٤٩	المواد المتفجرة
٥١	المواد المسببة للسرطان
٥٢	الاحتياطات الواجب اتباعها للسلامة من المواد الكيميائية المتداولة
٥٥	الشروط اللازم توفرها في المختبرات الكيميائية
	الاسعافات الأولية الواجب اتباعها بعد التعرض للمواد الكيميائية السامة
٥٧	والضارة
٥٩	التصنيف الدولي للمواد الكيميائية الخطرة
	إجراءات الطوارئ اللازمة للتغلب على مخاطر المواد الكيميائية في حالة
٦٤	نقلها أو تسربها
٦٤	المواد الكيميائية السامة
٦٥	المواد القابلة للاشتعال
٦٦	المواد الكيميائية المسببة للتآكل
٦٦	المكونات الكيميائية لطفايات الحريق
٧١	وسائل الوقاية من الحرائق والانفجارات
٧٢	نشوب الحرائق في محطات توليد الكهرباء
٧٥	ظروف العمل الآمنة في المصانع
٨٠	أسئلة عامة

الباب الثالث

تلوث البيئة

٨١	مقدمة
٨٢	الملوثات الكيميائية للبيئة
٨٣	أكاسيد الكربون
٨٥	أكاسيد الكبريت

١٢٦	.....	أنواع الصناعات الكيميائية الحربية
١٢٦	.....	المتفجرات التقليدية
١٢٨	.....	الأسلحة الكيميائية
١٢٩	.....	القنابل الحارقة (النابالم)
١٣٠	.....	أسئلة عامة
١٣١	.....	ملحق: سريان السوائل
١٤٣	.....	المراجع
١٤٦	.....	الجدول الدوري

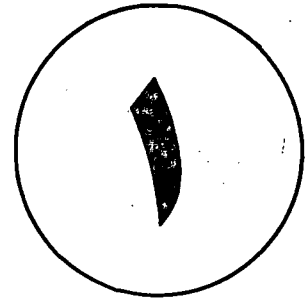
٨٧	كبريتيد الهيدروجين
٨٨	فلوريد الهيدروجين
٨٩	أكاسيد النيتروجين
٩١	الهيدروكربونات
٩١	المعادن الثقيلة
٩٣	الجسيمات
٩٤	المبيدات
٩٥	نسبة مكونات الملوثات الكيميائية المسموح بها في الهواء
١٠١	مكافحة التلوث
١٠٤	أسئلة عامة

الباب الرابع الكيمياء والصناعة

١٠٥	مقدمة
١٠٦	نماذج من الصناعات الكيميائية العضوية وغير العضوية
١٠٦	الأسمنت
١٠٧	الأصباغ (البويات)
١٠٧	المبيدات الكيميائية
١١٠	الأسمدة
١١٢	الصابون
١١٢	المنظفات
١١٤	الصناعات البتروكيميائية
١١٤	مقدمة
١١٦	الصناعات البتروكيميائية التابعة لشركة سابك
١١٨	المواد الخام للصناعات البتروكيميائية
١٢٤	تصنيع البوليمرات

الباب الأول

أسس الكيمياء



مقدمة :

يبحث علم الكيمياء في تركيب المواد ودراسة التغيرات الناشئة عليها في الأحوال المختلفة، ويمكن تقسيم مباحث علوم الكيمياء إلى فرعين رئيسيين هما:

١ - كيمياء المواد غير العضوية (الكيمياء اللاعضوية).

وتشمل دراسة المركبات غير المحتوية على الكربون من عناصر وأملاح وأحماض وقواعد وغيرها.

٢ - الكيمياء العضوية: وهي كيمياء مركبات الكربون.

وللكيمياء تطبيقات واسعة في مجالات مختلفة في الزراعة والصناعة وفي المباحث الجنائية وغيرها. ولقد برز من فروع الكيمياء مباحث رئيسية أصبحت علومًا مستقلة مثل:

١ - الكيمياء الطبيعية (الفيزيائية):

وتبحث في الخواص الطبيعية للمواد الكيميائية.

٢ - الكيمياء التحليلية:

وتشمل استخدام أجهزة التحليل في تعيين التركيب النوعي أو الكمي للمواد.

٣ - الكيمياء الكهربائية (كهروكيميائية):

وتهتم بسلوك الأيونات وظاهرة التحلل الكهربائي للسوائل.

٤ - الكيمياء الضوئية.

وتبحث في أحوال المواد وسلوكها عند تزامن التغيرات الإشعاعية والكيميائية.

وهناك مبحث آخر للكيمياء بدأ فرعاً صغيراً غير أنه منذ زمن قريب أصبح علماً مستقلاً له فروع كثيرة متخصصة نظراً لأهميته وارتباطه الوثيق بحياة الإنسان وسائر الأحياء، هذا العلم هو الكيمياء الحيوية، والتي تبحث في كيمياء العمليات الحيوية بشكل عام.

وسوف نذكر بإيجاز بعض المبادئ الرئيسية للكيمياء من تعريف بخواص المواد وشرح مبسط للذرة والجزئ وللصيغ والرموز الكيميائية وطريقة تصنيف المركبات الكيميائية، وأخيراً وصف لبعض المركبات العضوية.

خواص المواد :

تعرف المادة بأنها كل ما يشغل حيزاً من الفراغ وله وزن (ثقل)، وبذا يجب أن يكون للمادة حجم مميز ووزن محسوب، فالماء والهواء والتراب وغيرها تسمى مواداً لتوفر الحجم والوزن فيها، على الرغم من اختلاف أشكالها وأحوالها، ذلك أن للمواد ثلاث حالات رئيسية هي:

١ - الحالة الصلبة **Solid state**: كالتراب والحجر والحديد والخشب وغيرها مما له حجم ثابت وشكل ثابت.

٢ - الحالة السائلة **Liquid state**: كالماء والزيت والزئبق وغيرها مما له حجم ثابت وشكل ظاهري مختلف باختلاف الإناء الذي يحتويها.

٣ - الحالة الغازية **Gaseous state**: كالهواء وسائر الغازات من مواد لا يكون لها حجم ولا شكل ثابت.

ويمكن تحول المواد من حالة إلى أخرى عند تغير الظروف المحيطة بها من ضغط وحرارة، فيتحول الماء مثلاً إلى بخار في الحالة الغازية عند ارتفاع درجة حرارته بينما يتحول إلى ثلج صلب نتيجة لتبريده. والعمليات المألوفة في تحول المواد من حالة إلى أخرى هي كما يلي:

١ - الإنصهار **Fusion**: تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بالتسخين.

٢ - التجمد Freezing: تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بالتبريد.

٣ - التبخر Evaporation: تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بالتسخين.

٤ - التكثيف Condensation: تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة بالتبريد.

٥ - التسامي Sublimation: تحول المادة من الحالة الصلبة مباشرة إلى الحالة الغازية بالتسخين، وهو ما يحصل لليود والنفثالين عند ارتفاع درجة حرارتها.

وتحتاج المواد لانتقالها من حالة إلى أخرى إلى نوعين من الحرارة، النوع الأول كفييل بنقل ظروف المادة إلى درجة الاتزان مع الحالة المنقولة إليها ويسمى بالحرارة المحسوسة sensible heat والنوع الآخر يلزم لاتمام عملية التحويل ويسمى بالحرارة الكامنة Latent heat، وتختلف كمية الحرارة المحسوسة وفقاً لظروف المادة الابتدائية والظروف المرغوب نقلها له، بينما تكون الحرارة الكامنة ثابتة تعتمد على كمية المادة وعملية التحويل.

ان لعملية انتقال المادة من الحالة الصلبة إلى السائلة (الإنصهار) وعملية تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة (التجمد) حرارة كامنة متساوية تسمى بالحرارة الكامنة للإنصهار أو الحرارة الكامنة للتجمد وفقاً لاتجاه عملية التحويل. وكذلك الحال بالنسبة لتحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (التبخير) أو العكس من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة (التكثيف)، فإن الحرارة الكامنة للتبخير تساوي الحرارة الكامنة للتكثيف.

وتقسم المواد من حيث تركيبها إلى عناصر ومركبات ومخاليط (محاليل)، فالعناصر Elements هي أبسط صور المادة الموجودة في الطبيعة والتي لا يمكن تحولها إلى أبسط منها، وذلك مثل الأكسجين والهيدروجين والحديد والنحاس وغيرها فهي عناصر أولية ثابتة تمثل أبسط صور وجود المادة في الطبيعة وتقسم العناصر إلى:

- ١ — معادن (فلزات) كالحديد والنحاس.
- ٢ — لا معادن (لا فلزات) كالكبريت والفسفور.
- ٣ — أشباه معادن كالزرنيخ والأنتمون.

وتنتج المركبات Compounds عن اتحاد العناصر وارتباطها كيميائياً، فالماء مثلاً ينتج عن اتحاد جزيئين من الهيدروجين وجزيء من الأكسجين $(O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O)$ ، وينتج أيضاً ملح الطعام من اتحاد عنصري الكلور والصوديوم $(Na + Cl \rightarrow NaCl)$ ، وعادة ما تكون للمركبات خواص مختلفة عن العناصر المكونة لها.

وتتكون المخاليط Mixtures عند اجتماع عناصر مختلفة أو عناصر ومركبات أو مركبات مختلفة دون اتحادها كيميائياً بحيث يسهل فصلها، وبذا يعتبر الهواء مخلوط غازي لعناصر مختلفة أهمها الأكسجين والنتروجين، وكذلك التراب مخلوط لعناصر صلبة ومركبات عديدة أهمها السيليكون وأكسيد السيلكون. والمخاليط عادة غير متجانسة في توزيع مكوناتها، أما إذا كانت متجانسة فتسمى محاليل، كمحلول السكر في الماء وخليط الرمل والملح.

ومن أهم الفروق بين المركبات والمخاليط ما يلي:

- ١ — المركبات تتكون من عناصر ثابتة بنسبة وزنية محددة وفقاً لقانون بروسث Proust (قانون النسب الثابتة)، بينما تتكون المخاليط من عناصر أو مركبات بنسب مختلفة.
- ٢ — يصاحب تكون المركبات تفاعلات كيميائية في حين أنه لا يحدث تفاعل كيميائي عند تحضير المخاليط.
- ٣ — للمركبات خواص مختلفة عن العناصر المكونة لها، بينما يكون للمخاليط خواص مشتركة من المواد المكونة لها.
- ٤ — يسهل فصل مكونات المخاليط فيزيائياً في حين أنه لا تفصل العناصر المكونة للمركبات الا بالطرق الكيميائية.

وللمواد خواص (صفات) فيزيائية (طبيعية) وكيميائية مختلفة، فالخواص الطبيعية
أسس الكيمياء
تعبّر عن حالة المادة ولونها وتبلورها ودرجة غليانها ودرجة تجمدها والحرارة النوعية
لها وذوبانيتها وغيرها، أما الخواص الكيميائية فتعبّر عن التغير الناشئ على المادة في
حالة وجودها في ظروف أخرى أو مع مواد مختلفة، وتدل الخواص الكيميائية على
قابلية المادة للاتحاد الكيميائي لتكوين مواد أخرى.

ويعد التجمد والانصهار والغليان والذوبان وتغير الشكل الخارجي للمواد تغيراً
فيزيائياً (طبيعياً) Physical changes، ذلك أن التركيب الأساسي للمادة لا يتغير في
هذه العمليات، في حين أن احتراق الخشب وصدا الحديد واحتراق الشمعة يعد
تغيراً كيميائياً للمواد Chemical changes، ذلك بسبب تحول المادة إلى مادة (أو
مواد) أخرى مختلفة عن المادة الأساسية في التركيب نتيجة لهذه العمليات.

والتغيرات الطبيعية (الفيزيائية) طارئة ووقتيّة تزول بزوال المؤثر في حين أن
التغيرات الكيميائية ثابتة ولا تزول بزوال المؤثر كما قد ينشأ عنها انبعاث للطاقة
وارتفاع في درجة الحرارة.

تنقية المركبات الكيميائية :

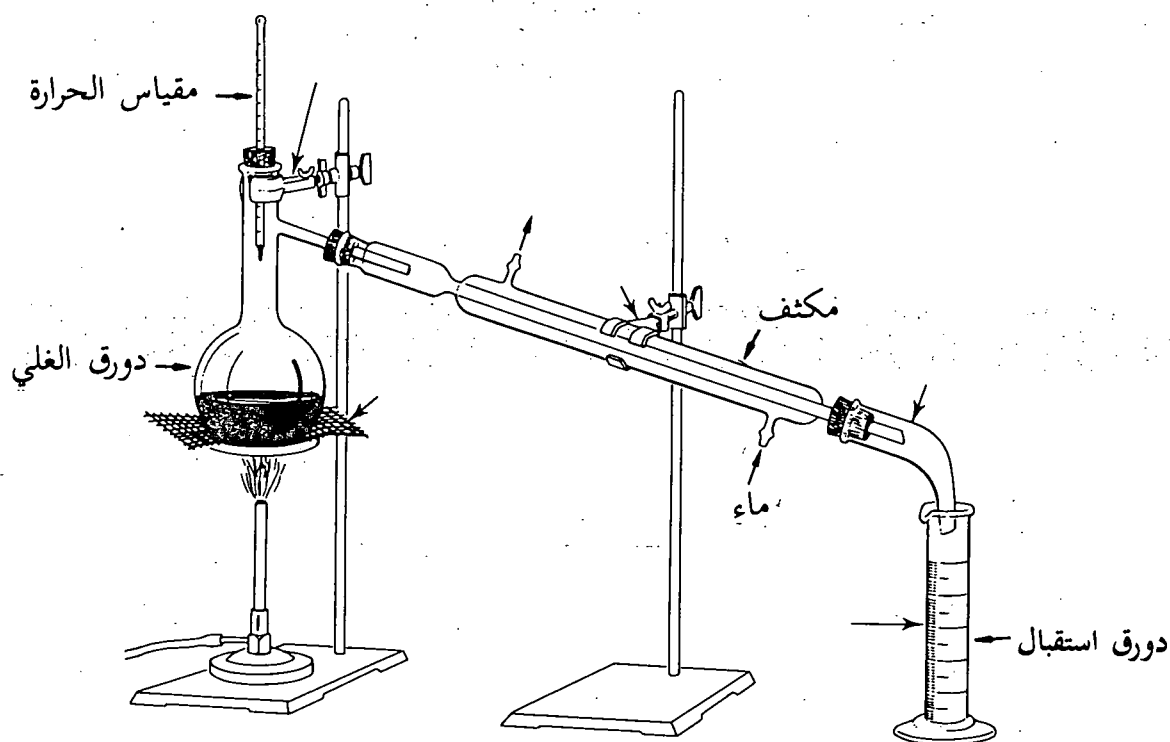
الطرق المألوف اتباعها في تنقية المركبات هي :

- ١ — إعادة البلورة Recrystallization: تستخدم لتنقية المركبات العضوية الصلبة
حيث يتم اختيار المذيب المناسب ثم تذوب كل من المادة والشوائب عند درجة
حرارة مرتفعة. وعند التبريد ترسب المادة مخلفة الشوائب وراءها في المحلول.
- ٢ — التقطير Distillation يستخدم لتنقية المركبات السائلة تحت الضغط
الجوي أو عند ضغط منخفض. ويتم تقطير المادة الكيميائية عندما تصل إلى درجة
غليانها (شكل ١ - ١).

- ٣ — الاستخلاص Extraction: وهو فصل جزء من مزيج من المركبات العضوية
بواسطة مذيب.

٤ - التسامي Sublimation: وهي طريقة لتنقية المركبات العضوية الصلبة التي تتحول من حالتها الصلبة إلى الحالة الغازية ومن ثم تتكثف مرة أخرى على سطح بارد.

٥ - طرق الفصل اللوني Chromatography: يرجع تسمية الفصل اللوني لتمكن العالم الروسي تسويت (ولأول مرة) من فصل أجزاء ملونة من النبات. وتعتمد هذه على مدى قدرة توزيع وانتشار الخليط من المركبات بين صنفين أحدهما ثابت والآخر متحرك وتستخدم لفصل المركبات ذات الاختلاف الواضح في القطبية.



شكل (١ - ١) جهاز التقطير البسيط

الذرة والجزيء :

تعرف الذرة atom بأنها أصغر أجزاء العنصر التي تدخل في التفاعلات الكيميائية في حين أن الجزيء molecule هو أصغر أجزاء المادة (سواء العنصر أو المركب) والذي يمكن أن يوجد في حالة منفردة ويحمل خواص المادة وصفاتها.

وتحتوي كل مادة على ذرات لها كتلة وحجم يعتمد على نوع المادة والعناصر

المكونة لها، وتتكون الذرات من نواة Nucleus صغيرة محاطة بالالكترونات (كهارب)، تدور حول النواة في مسارات دائرية محددة وفي مستويات متعددة على أبعاد مختلفة من النواة، وتوجد البروتونات Protons والنيوترونات Neutrons داخل النواة، وتمثل النواة بذا الكتلة التقريبية للذرة، وشحنتها موجبة.

تحمل الإلكترونات شحنة سالبة كما تحمل البروتونات شحنة موجبة، ويكون عدد الإلكترونات مساوياً لعدد البروتونات، لذا تكون الذرة في حالة متعادلة كهربائياً، ذلك أن النيوترونات لا تحمل شحنة كهربائية، وعادة ما تكون كتلة النيوترون مساوية لكتلة البروتون، وهي أكبر من كتلة الإلكترون بحوالي 1836 مرة، ويبين الجدول ١ - ١ الشحنة الكهربائية والكتلة لكل من الإلكترون والبروتون والنيوترون.

جدول ١ - ١: الشحنة الكهربائية والكتلة لكل من الإلكترون والبروتون والنيوترون

أجزاء الذرة	الكتلة		الشحنة الكهربائية	
	جرام	و ك ذ	كولوم	شحنة نسبية
الإلكترون	$9,11 \times 10^{-28}$	0,00055	$1,6 \times 10^{-19}$	- ١
البروتون	$1,673 \times 10^{-24}$	1,00728	$1,6 \times 10^{-19}$	+ ١
النيوترون	$1,675 \times 10^{-24}$	1,00867	صفر	-

ملاحظة: «و ك ذ» أي وحدة كتلة ذرية: وهو مقياس يعتبر كتلة ذرة الكربون تساوي ١٢ «و ك ذ».

ويكون عدد الإلكترونات وعدد البروتونات متساوياً لذرة العنصر الواحد بينما قد يختلف عدد النيوترونات لذرة العنصر لينتج ما يعرف بالنظائر Isotopes، والنظائر إذاً هي ذرات العناصر المختلفة في عدد النيوترونات، أو هي الذرات المتساوية بالعدد الذري Atomic Number والمختلفة في عدد الكتلة Mass Number، إذ اصطلح على تسمية عدد البروتونات في العنصر بالعدد الذري ومجموع عدد البروتونات والنيوترونات بعدد الكتلة. ويبين الجدول ١ - ٢ بعض الأمثلة على ذلك.

جدول ١ - ٢: العدد الذري وعدد الكتلة لمجموعة من العناصر

عدد الكتلة	عدد الذري	عدد الالكترونات	عدد النيوترونات	عدد البروتونات	العنصر
١٦	٨	٨	٨	٨	أكسجين
٣٥	١٨	١٧	١٨	١٧	كلور
٣٧	١٧	١٧	٢٠	١٧	كلور (نظير)
١	١	١	٠	١	هيدروجين
١	١	١	١	١	هيدروجين (نظير ١)
٣	١	١	٢	١	هيدروجين (نظير ٢)
١٩٧	٧٩	٧٩	١١٨	٧٩	ذهب

أما الجزيء فكما ذكر سابقاً فهو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد في حالة منفردة، ويحتوي الجزيء على ذرات العناصر بأشكال مختلفة، فجزيء الماء مثلاً يحتوي على ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين، في حين أن جزيء غاز الكلور مثلاً يحتوي على ذرتين من الكلور، بينما يحتوي جزيء حمض الكبريتيك على ذرتين من الهيدروجين وذرة كبريت وأربع ذرات من الأكسجين.

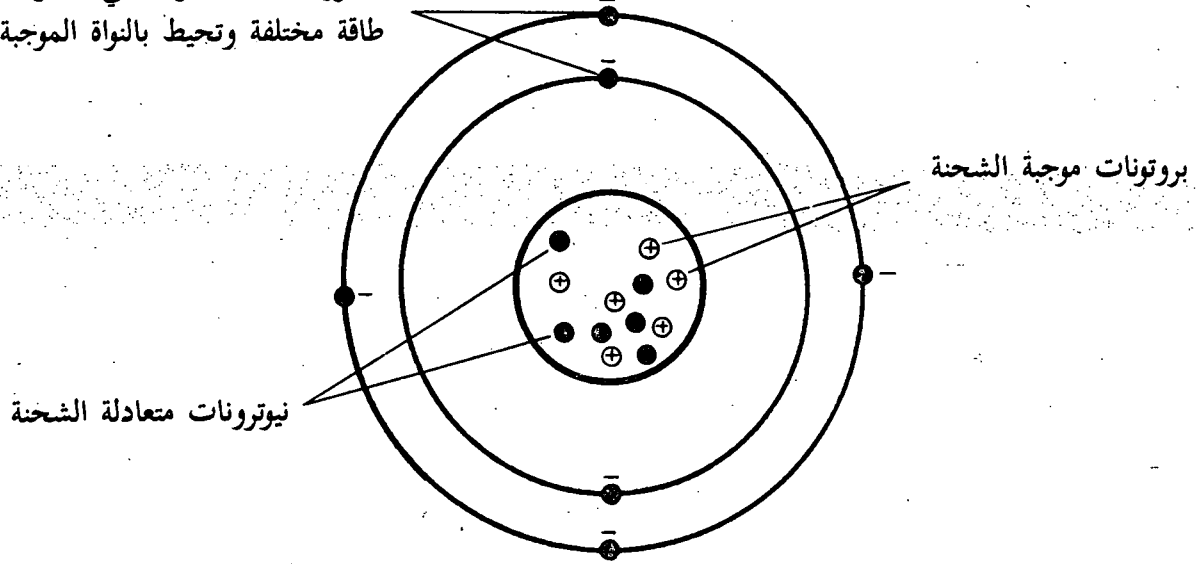
وقد اتخذ وزن ذرة الهيدروجين مرجعاً لمعرفة الوزن الذري للعناصر Atomic weight والوزن الجزيئي للمواد Molecular weight. فالوزن الذري لعنصر ما هو وزن ذراته مقسوماً على وزن ذرة الهيدروجين وكذلك الوزن الجزيئي لمادة ما هو وزن جزيء منها مقسوماً على وزن ذرة الهيدروجين.

إن الوزن الذري للأكسجين المساوي ١٦ يعني أن وزن ذرة الأكسجين ١٦ مرة وزن ذرة الهيدروجين، أما الوزن الجزيئي للأكسجين والمساوي ٣٢ فإنه يعني أن وزن جزيء الأكسجين (المحتوي على ذرتين من الأكسجين) يعادل ٣٢ مرة وزن ذرة الهيدروجين.

وبذا فإن الوزن الذري للعناصر يساوي عدد الكتلة (أي مجموع البروتونات

والنيوترونات الموجودة في نواة ذرة العنصر) وذلك لأن وزن البروتونات والنيوترونات متقارب جدًا وأن وزن ذرة الهيدروجين يعادل وزن بروتون واحد، كما وأن وزن الالكترونات صغير جدًا مقارنة بوزن البروتونات.

إلكترونات سالبة توجد في مستويات طاقة مختلفة وتحيط بالنواة الموجبة



شكل (١ - ٢)

رسم تخطيطي يوضح تركيب ذرة إحدى العناصر (تمثل عنصر الكربون ١٢)

الرموز الكيميائية :

تم الاتفاق على استخدام بعض الرموز للدلالة على العناصر المختلفة من المواد تسهياً واختصاراً لاستخدامها في أغراض متعددة، فالرمز الكيميائي عبارة عن حرف أو حرفين يدل على ذرة واحدة من عنصر معين وقد يشتق من اسم هذا العنصر كما يلي:

Oxygen	O	تعني ذرة واحدة من الأكسجين	الرمز
Hydrogen	H	تعني ذرة واحدة من الهيدروجين	
Carbon	C	تعني ذرة واحدة من الكربون	
Calcium	Ca	تعني ذرة واحدة من الكالسيوم	
Chlorine	Cl	تعني ذرة واحدة من الكلور	
Chromium	Cr	تعني ذرة واحدة من الكروم	

Fe تعني ذرة واحدة من الحديد (وذلك من كلمة Ferrous باللاتينية).

Na تعني ذرة واحدة من الصوديوم (وذلك من كلمة Natrium باللاتينية).

Pb تعني ذرة واحدة من الرصاص (وذلك من كلمة Plumbum باللاتينية).

ويمكن باستخدام الرموز الكيميائية بيان الفرق بين الذرة والجزيء بوضوح تام، فذرة الأكسجين يرمز لها O، في حين أن جزيء الأكسجين يرمز له O₂ للدلالة على أنه يحتوي على ذرتين من الأكسجين، وكذلك الحال لجزيء الهيدروجين H₂ وجزيء الكلور Cl₂ وغيرها، بينما يرمز لجزيء الماء بـ H₂O للتعبير عن احتواء جزيء الماء على ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، وكذلك فإن جزيء حمض الكبريتيك يرمز له بـ H₂SO₄ أي أنه يحتوي على ذرتين من الهيدروجين وذرة كبريت وأربع ذرات من الأكسجين. ويبين الجدول ١ - ٣ الرموز الخاصة لبعض العناصر المألوفة.

جدول ١ - ٣ : الرموز الخاصة لبعض العناصر المألوفة

العنصر	الرمز الذري	الوزن الذري
أكسجين	O	١٦
ألومنيوم	Al	٢٧
باريوم	Ba	١٣٧
بوتاسيوم	K	٣٩
حديد	Fe	٥٦
خارصين	Zn	٦٥,٤
ذهب	Au	١٩٧
رصاص	Pb	٢٠٧
زئبق	Hg	٢٠٠
صوديوم	Na	٢٣
فضة	Ag	١٠٧,٩
فلور	F	١٩
كالسيوم	Ca	٤٠
كبريت	S	٣٢

العنصر	الرمز الذري	الوزن الذري
كربون	C	١٢
كلور	Cl	٣٥,٥
ماغنسيوم	Mg	٢٤
منجنيز	Mn	٥٥
نحاس	Cu	٦٣,٦
نيتروجين	N	١٤
يورانيوم	U	٢٣٨,٤

الصيغ الكيميائية :

تستخدم الرموز الكيميائية للعناصر للدلالة على تركيب الجزيئات لبيان نوع وعدد ذرات العناصر المحتوية عليها، فالصيغة الكيميائية Chemical formula لجزيء غاز الكلور هي Cl_2 ، أي أن جزيء الكلور يحتوي على ذرتين من عنصر الكلور، وكذلك الصيغة الكيميائية لغاز ثاني أكسيد الكربون هي CO_2 أي أنه يحتوي على ذرة كربون وذرتين من الأكسجين، كما أن الصيغة الكيميائية لكلورات البوتاسيوم هي $KClO_3$ للدلالة على احتواء جزيء منها على ذرة بوتاسيوم وذرة كلور وثلاث ذرات من الأكسجين.

عادة ما تسمى الصيغ الكيميائية السابقة بالصيغ الكيميائية الجزيئية Molecular formula لأنها تدل على تركيب جزيء واحد من المادة، ويمكن حساب الكتلة الجزيئية (الوزن الجزيئي) لمادة ما بجمع الكتل الذرية لجميع ذرات العناصر الموجودة في تركيب (صيغة) الجزيء، فالماء (H_2O) مثلاً له كتلة جزيئية تساوي مجموع كتلة ذرتين من الهيدروجين (٢) وكتلة ذرة من الأكسجين (١٦)، أي ما يساوي ١٨. وبين الجدول ١ - ٤ الصيغ الجزيئية والكتلة الجزيئية لبعض المركبات.

جدول ١ - ٤ : الصيغ الجزيئية والكتلة الجزيئية لبعض المركبات

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة الجزيئية
النيتروجين	N_2	٢٨
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	٩٨
الكحول الإيثيلي	C_2H_5OH	٤٦
النشادر	NH_3	١٧
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	٤٤
كلوريد الصوديوم	$NaCl$	٥٨,٥
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	٧٤

تدل الأرقام الموجودة في الصيغ الكيميائية للجزيئات على تكافؤ العناصر، ويعرف التكافؤ Valence على أنه قدرة العناصر على الارتباط لتكوين الجزيئات. فعند تكوين الماء مثلاً تتحد ذرة واحدة من الأكسجين مع ذرتين من الهيدروجين ويقال في هذه الحالة أن الأكسجين ثنائي التكافؤ وأن الهيدروجين أحادي التكافؤ، وكذلك الحال في تكوين ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) فإن ذرة واحدة من الكلور تتحد مع ذرة واحدة من الصوديوم لتكوين جزيء ملح الطعام، فيقال عندها أن كلا من الصوديوم والكلور أحادي التكافؤ.

ويعرف التكافؤ من الناحية الالكترونية بأنه عدد الالكترونات الذي تكتسبه أو تفقده الذرة عند اتحادها مع ذرات العناصر الأخرى، أو هو بصورة أبسط عبارة عن عدد ذرات الهيدروجين أو أي عنصر معلوم التكافؤ التي تتحد بها أو تحل محلها ذرة واحدة من العنصر. ويبين الجدول ١ - ٥ تكافؤ بعض العناصر المألوفة.

جدول ١ - ٥ : تكافؤ بعض العناصر المألوفة

العنصر	الرمز	التكافؤ
هيدروجين	H	١
كلور	Cl	١
صوديوم	Na	١
فضة	Ag	١
أكسجين	O	٢
كالسيوم	Ca	٢
ماغنسيوم	Mg	٢
نيتروجين	N	٣
ألومنيوم	Al	٣
كربون	C	٤

ويجب التنبيه هنا إلى أن المجموعات الذرية تعامل كالعناصر في حالة كتابة الصيغ الكيميائية للجزئيات التي تحتويها، ومن الأمثلة على هذه المجموعات ما يلي:

١ — مجموعات أحادية التكافؤ :

مجموعة الأمونيوم NH_4 ، مجموعة الهيدروكسيل OH ، مجموعة الترات NO_3 ، مجموعة الكلورات ClO_3 .

٢ — مجموعات ثنائية التكافؤ :

مجموعة الكربونات CO_3 ، مجموعة الكبريتات SO_4 .

٣ — مجموعات ثلاثية التكافؤ :

مجموعات الفوسفات PO_4 .

التفاعلات الكيميائية :

يستفاد من الصيغ الكيميائية للمواد في كتابة التفاعلات الكيميائية بطريقة مبسطة وسهلة وذلك بما يعرف بمعادلة التفاعل الكيميائي، وتدل معادلة التفاعل الكيميائي على ما يلي:

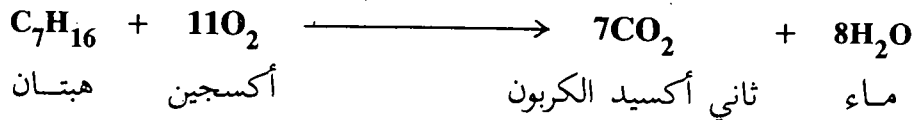
١ — المواد الداخلة في التفاعل، وتكتب في طرف معادلة التفاعل الأيسر.

٢ — المواد الناتجة من التفاعل، وتكتب في الطرف الأيمن من معادلة التفاعل الكيميائي.

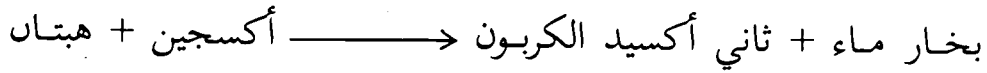
٣ — اتجاه التفاعل الكيميائي، ويستخدم عادة سهم \longrightarrow للدلالة على اتجاه التفاعل من المواد المتفاعلة إلى نواتج التفاعل، كما قد يستخدم سهم مزدوج \rightleftharpoons للدلالة على أن للتفاعل اتجاهين ممكنين عند الظروف المختلفة.

يسمى التفاعل ذو الاتجاه الواحد بالتفاعل غير العكسي Irreversible كما ويطلق اسم التفاعل العكسي على التفاعلات ذات الاتجاهين Reversible reaction وتبين معادلة التفاعل أيضاً معلومات نوعية وكمية للمواد الداخلة في التفاعل

الكيميائي والمواد الناتجة منه. إذ هي توضح نوع هذه المواد والكميات المستهلكة منها (للمواد المتفاعلة) أو الناتجة (للمواد المنتجة من التفاعل)، وعلى سبيل المثال فإن معادلة احتراق الهبتان يمكن أن تكتب كالتالي :



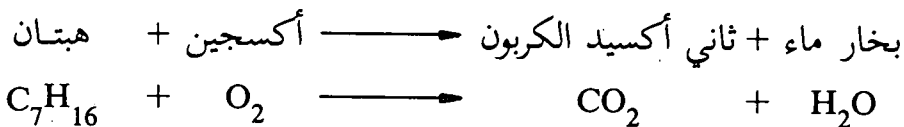
لتدل على أن الهبتان C_7H_{16} (وهو احدى المركبات الهيدروكربونية) يخرق بوجود الأوكسجين ليكون ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء H_2O ، أي أن تقرأ المعادلة من اليسار لليمين (أي حسب إتجاه السهم) :



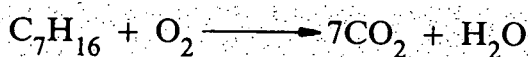
وبالإضافة إلى هذه المعلومة عن نوعية المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل، تشير معادلة التفاعل الكيميائي أن جزيء واحد من الهبتان يحتاج إلى ١١ جزيئاً من الأوكسجين لاتمام عملية الاحتراق وإنتاج ٧ جزيئات من ثاني أكسيد الكربون، ٨ جزيئات من بخار الماء، كما تشير معادلة التفاعل إلى أنه تفاعل غير عكسي كما هو الحال في مسار عمليات الاحتراق.

لقد تم الحصول على عدد جزيئات المواد الداخلة في التفاعل والمواد الخارجة منه بتطبيق قانون بقاء المادة على العناصر المشتركة في التفاعل، أو ما يسمى بوزن معادلة التفاعل، ولتوضيح هذا نكتب فيما يلي الخطوات الأولية للحصول على الصورة النهائية للتفاعل المذكور آنفاً، وهي كما يلي:

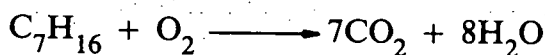
- ١ — تحديد المواد الداخلة في التفاعل.
- ٢ — معرفة المواد الناتجة من التفاعل بإجراء التجارب المعملية للكشف عنها.
- ٣ — كتابة الصيغ الجزيئية Molecular formula لجميع المواد المساهمة في التفاعل الكيميائي.
- ٤ — كتابة التفاعل الكيميائي بصورة أولية وهي المعلومة النوعية من التفاعل وهي في مثالنا السابق ما يلي:



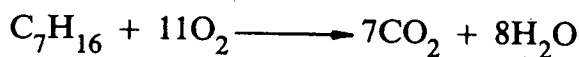
٥ - تطبيق قانون بقاء المادة على العناصر الموجودة في مواد التفاعل، إذ تشير المعادلة إلى وجود ٧ ذرات من الكربون في الطرف الأيسر بينما توجد ذرة واحدة في الطرف الأيمن، يعدل هذا بوضع ٧ أمام جزيء ثاني أكسيد الكربون لتصبح المعادلة :



يؤخذ في الاعتبار بعد ذلك عنصر آخر من العناصر المشاركة في التفاعل. فالهيدروجين مثلاً يوجد منه ١٦ ذرة في الطرف الأيسر في حين يوجد فقط ذرتين منه في الطرف الأيمن، فيمكن حينئذ إضافة ٨ أمام جزيء الهيدروجين ليتم الاتزان المطلوب، (ينبغي الإشارة هنا إلى أن التعديل اللازم لتوازن عنصر الهيدروجين في طرفي المعادلة يجب ألا يؤثر على توازن العنصر السابق - الكربون - والا أحتجنا إلى النظر في توازنه مرة أخرى)، تصبح المعادلة بعدها:



ينظر بعد ذلك إلى توازن العنصر الأخير (الأكسجين) في طرفي المعادلة، يوجد ذرتين منه في الطرف الأيسر في حين أنه يوجد ٢٢ ذرة منه في الطرف الأيمن، ان إضافة الرقم ١١ أمام جزيء الأكسجين سوف تؤدي إلى توازن عدد ذرات الأكسجين في طرفي المعادلة لتصبح:



عدد ذرات الكربون في طرفي المعادلة يساوي ٧

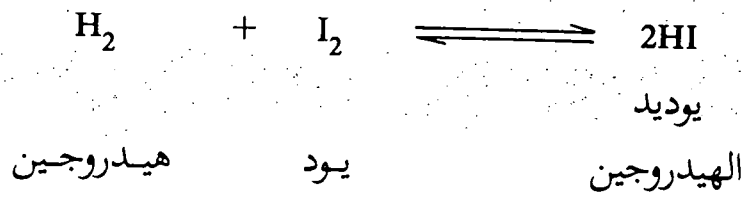
وعدد ذرات الهيدروجين في طرفي المعادلة يساوي ١٦

وعدد ذرات الأكسجين طرفي المعادلة يساوي ٢٢

وبذا تصبح المعادلة متزنة **Balanced** ويمكن الإستفادة منها بعد ذلك في معرفة عدد جزئيات المواد المختلفة المساهمة في التفاعل من مواد متفاعلة أو مواد منتجة.

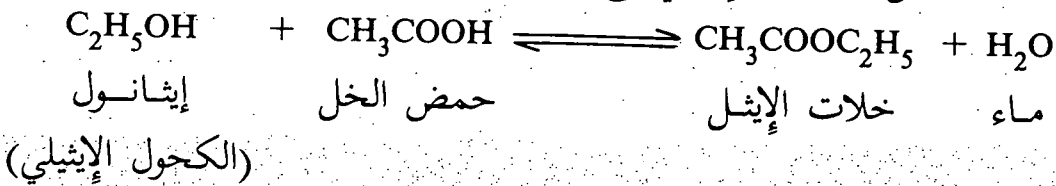
يمكن تقسيم التفاعل الكيميائي إلى قسمين رئيسيين بالنسبة للوسط الذي يتم فيه التفاعل، فالتفاعلات الكيميائية التي تتم في طور واحد **One phase** (أي حالة واحدة) للمواد المتفاعلة والمواد المنتجة سواء الحالة الغازية أو السائلة أو الصلبة تسمى تفاعلات متجانسة **Homogeneous Chemical Reactions** بينما تسمى التفاعلات التي تتغير فيها حالة المواد بسبب التفاعل الكيميائي أو تختلف فيها حالة المواد الداخلة في التفاعل بالتفاعلات غير المتجانسة **Heterogeneous Chemical Reaction**. ومن الأمثلة على ذلك ما يلي:

١ - اتحاد الهيدروجين واليود لتكوين يوديد الهيدروجين.



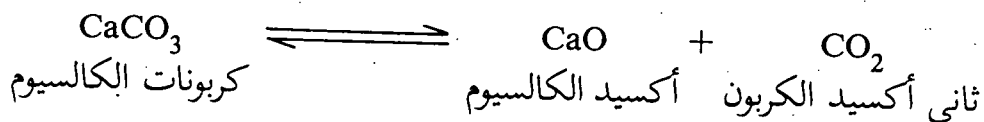
وهو تفاعل متجانس عكسي **reversible** يحدث في الحالة الغازية.

٢ - تفاعل الكحول الإيثيلي مع حمض الخل لتكوين خلات الإيثيل والماء.



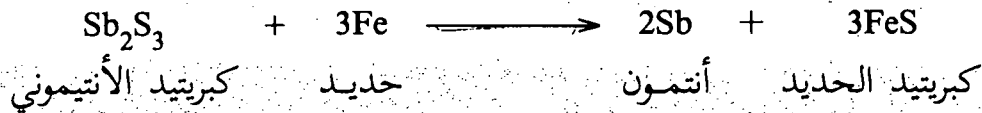
وهو تفاعل متجانس عكسي يحدث في الحالة السائلة.

٣ - تحلل كربونات الكالسيوم بالحرارة إلى أكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون.



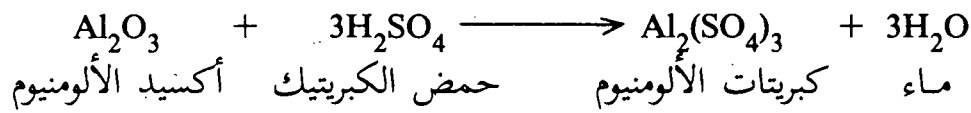
وهو تفاعل عكسي غير متجانس، إذ يشمل على مواد في الحالة الصلبة (كربونات الكالسيوم وأكسيد الكالسيوم) ومواد في الحالة الغازية (ثاني أكسيد الكربون).

٤ — تفاعل كبريتيد الانتموني مع نفاية الحديد لتكوين الانتمون وكبريتيد الحديد:



وهو تفاعل غير عكسي متجانس يحدث في الحالة الصلبة.

٥ — تفاعل الألومينا (أكسيد الألمنيوم) مع حمض الكبريتيك لتكوين كبريتات الألمنيوم والماء.



وهو تفاعل غير عكسي وغير متجانس، لأن أحد المواد المتفاعلة (أكسيد الألمنيوم) في الحالة الصلبة بينما باقي المواد في الحالة السائلة.

ويجب الإشارة أخيراً إلى أن معادلة التفاعل لا تعطي معلومة واضحة عن معدل حدوث التفاعل ولا إمكانية حدوثه، ويمكن زيادة سرعة التفاعل باستخدام المواد المحفزة (الحفازات) Catalysts، وهي مواد تستخدم في تسريع التفاعلات الكيميائية ولا تدخل في التفاعل إذ تبقى كما هي في نهاية التفاعل، ولكن قد يطرأ عليها خمول أو انتهاء نشاط عندها تستبدل بمواد مشابهة جديدة، أو يجري عليها عمليات إعادة التنشيط.

وتكون عمليات الحفز في التفاعلات الكيميائية ضمن نوعين رئيسيين هما:

١ — الحفز غير المتجانس وهو الأكثر شيوعاً وتستخدم فيه محفزات في حالة

غير حالة المواد المتفاعلة، وذلك مثل استخدام البلاتين في تفاعل الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء، واستخدام خامس أكسيد الفانديوم (V_2O_5) في تفاعل ثاني أكسيد الكبريت والأكسجين لانتاج ثالث أكسيد الكبريت، واستخدام ثاني أكسيد المنجنيز (MnO_2) في تحلل فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) إلى أكسجين وماء.

٢ - الحفز المتجانس وفيه تستخدم محفزات في نفس حالة المواد المتفاعلة، وذلك مثل استخدام أكسيد النيتريك لتفاعل ثاني أكسيد الكبريت والأكسجين لتكوين ثالث أكسيد الكبريت واستخدام بخار الماء لتفاعل النشادر (الأمونيا) مع بخار كلوريد الهيدروجين لتكوين كلوريد الأمونيوم.

ودور المحفزات ينحصر في تسريع التفاعلات الكيميائية الممكنة الحدوث، أما التفاعلات غير الممكنة من الناحية الديناميكية الحرارية Thermodynamics فلا تؤثر فيها المحفزات أبدًا.

تصنيف المركبات الكيميائية :

يمكن تقسيم المركبات الكيميائية إلى ثلاثة أصناف رئيسية هي الأحماض والقواعد والأملاح، ولكل قسم منها خواص متباينة.

أ - الأحماض (Acids) :

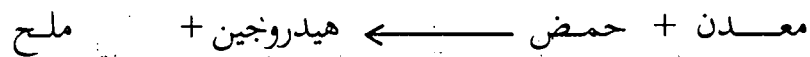
تتميز بطعمها اللاذع الحامض ومحلولها المائي يحول ورقة عباد الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر وتطلق الهيدروجين عند تفاعلها مع العناصر المعدنية وتكون الأملاح نتيجة لتفاعلها مع القواعد. ومن خصائص الأحماض أنها تعطي البروتون (أي ذرة هيدروجين بدون الكترون H^+).

ومن الأحماض ما هو طبيعي الأصل كحمض الستريك (حمض الليمون) وحمض الفورميك (حمض النمل)، ومن الأحماض ما هو سائل كحمض الكبريتيك وحمض النيتريك وحمض الخل ومنها الصلب كحمض البنزويك وحمض الليمون، أو في الحالة الغازية كحمض كلوريد الهيدروجين (الهيدروكلوريك)، وتتكون

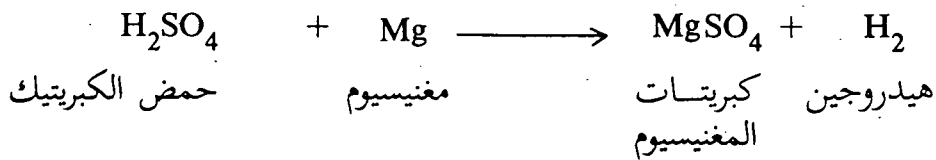
الأحماض بشكل عام من /أحد العناصر والأكسجين والهيدروجين، حمض الكربونيك H_2CO_3 مثلاً يتكون من الكربون والأكسجين والهيدروجين، وكذلك حمض الكبريتيك يتكون من الكبريت والأكسجين والهيدروجين، وحمض الفسفوريك يتكون من الفسفور والأكسجين والهيدروجين، وغيرها... أما حمض الهيدروكلوريك HCl فلا يحتوي على الأكسجين.

وتتأين الأحماض في الماء اعتماداً على قوة حموضيتها، فالأحماض القوية كحمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك مثلاً تتأين بنسبة عالية، أما الأحماض الضعيفة كحمض الخل CH_3COOH فتتأين بنسبة قليلة جداً، وتوفر الأحماض القوية المتأينة وسطاً ملائماً لانتقال التيار الكهربائي خلالها. ومن أهم تفاعلات الأحماض ما يلي :

١ - تفاعل الأحماض مع المعادن: تتفاعل الأحماض مع المعادن وتنتج الأملاح والهيدروجين وفقاً للقاعدة التالية :



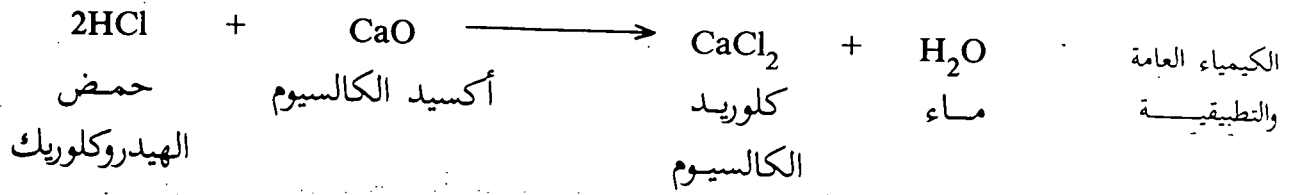
ومثال ذلك يتفاعل حمض الكبريتيك المخفف مع المغنيسيوم لينتج كبريتات المغنيسيوم والماء وفقاً للمعادلة التالية :



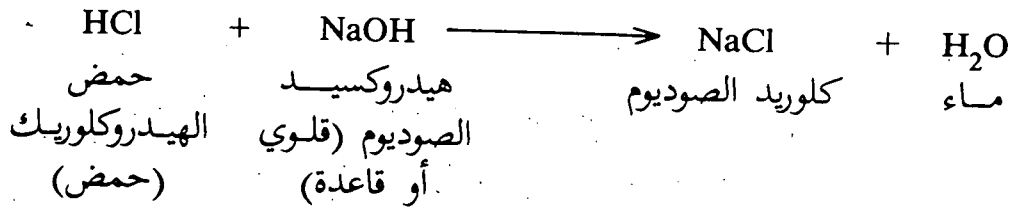
٢ - تفاعل الأحماض مع أكاسيد المعادن وهيدروكسيداتها: تتفاعل الأحماض مع أكاسيد المعادن وهيدروكسيداتها وتنتج الأملاح والماء وفقاً للقاعدة التالية:



ومثال ذلك يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد الكالسيوم لتكوين كلوريد الكالسيوم والماء وفقاً للمعادلة الكيميائية التالية :



وكذلك يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والماء كما يلي:

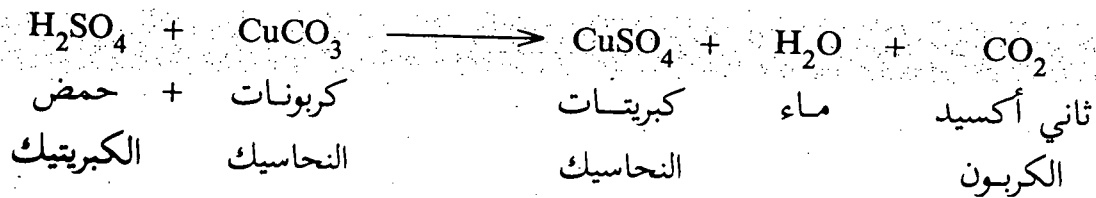


وتجدر الإشارة هنا إلى أن كلا من حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم مواد ضارة وحارقة ولكن يمكن التخلص من أي منهما بمفاعله مع الآخر ليكون مواد غير ضارة ملح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والماء.. وكذلك الأمر بالنسبة لمعظم الأحماض والهيدروكسيدات (القواعد أو القلويات).

٣ - تفاعل الأحماض مع الكربونات: تتفاعل الأحماض مع الكربونات وتنتج الأملاح والماء وثاني أكسيد الكربون وفقاً للمعادلة التالية:

كربونات + حمض ← ثاني أكسيد الكربون + ماء + ملح

ومثال ذلك تفاعل حمض الكبريتيك مع كربونات النحاس لإنتاج كبريتات النحاس والماء وثاني أكسيد الكربون وفقاً للمعادلة التالية:

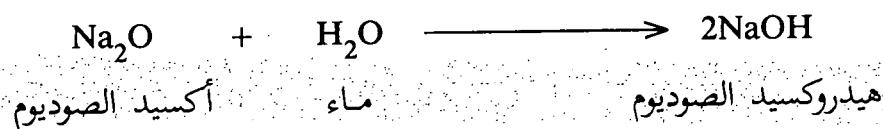


ب - القواعد (Bases) :

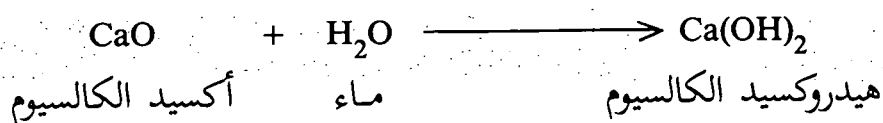
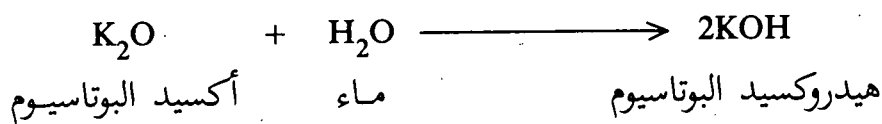
تتميز القواعد بأن لها طعمًا مرًا وتمتاز باللمس الدهني وأنها تغير لون ورقة عباد الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق كما أنها تتعادل مع الأحماض، ومحاليلها تنقل التيار الكهربائي وفقاً لدرجة تأينها فالقواعد المعدنية كهيدروكسيد الصوديوم

الباب ١
أسس الكيمياء
وهيدروكسيد البوتاسيوم تتأين بنسبة عالية بينما تتأين القواعد الضعيفة مثل
هيدروكسيد الأمونيوم بنسبة قليلة.

وتتكون القواعد بذوبان وتفاعل الأكاسيد المعدنية في الماء، فهيدروكسيد
الصوديوم المعروف بالصودا الكاوية يتكون من ذوبان وتفاعل أكسيد الصوديوم في
الماء كما يلي:



وكذلك يتكون هيدروكسيد البوتاسيوم (البوتاسا الكاوية) وهيدروكسيد الكالسيوم
(الجير المطفأ أو ماء الجير) بتفاعل أكسيد البوتاسيوم وأكسيد الكالسيوم (الجير
الحي) على التوالي مع الماء كما يلي:



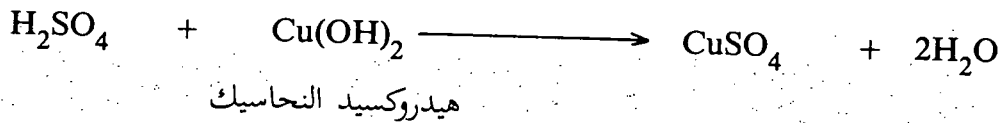
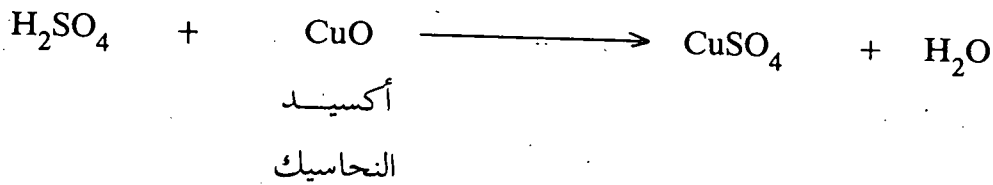
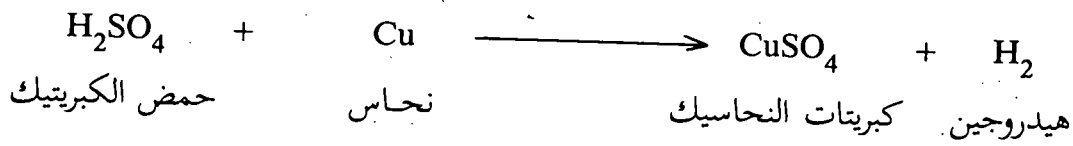
وتتميز القواعد بوجود مجموعة الهيدروكسيد (OH)، كما أنها تعرف أحياناً بأنها
المواد التي إذا أذيت في الماء تأينت وأنتجت مجموعة الهيدروكسيد.
وهيدروكسيدات بعض المعادن كالنحاس مثلاً لا تذوب في الماء ولكنها تتفاعل مع
الأحماض مكونة ملح وماء، وعموماً فإن القواعد تشمل أكاسيد المعادن
وهيدروكسيداتها.

ج - الأملاح (Salts):

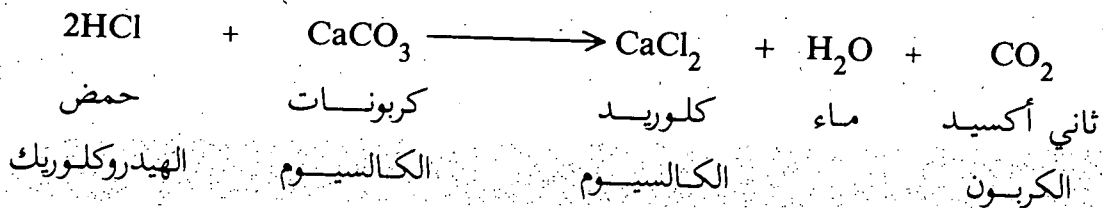
تحتوي الأملاح عادة على شقين، شق حمضي وآخر قاعدي، ذلك أن الأملاح
تتكون أساساً باحلال المعدن محل هيدروجين الحمض، وتشكل الكبريتات (أملاح
حمض الكبريتيك) مثل كبريتات الكالسيوم (الجبس) والكلوريدات (أملاح حمض

الهيدروكلوريك) مثل كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والنترات (أملاح حمض النيتريك) مثل نترات البوتاسيوم (ملح البارود) والكربونات (أملاح حمض الكربونيك) مثل كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) أشهر أنواع الأملاح.

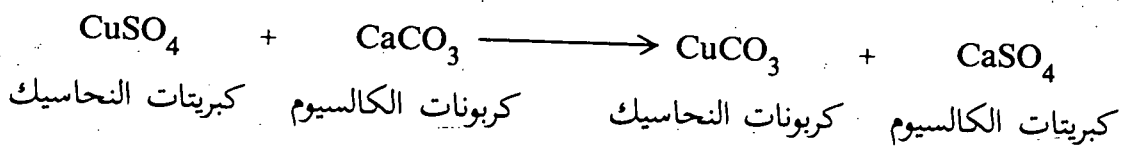
ويمكن تحضير الأملاح بتفاعل الأحماض المناسبة مع المعادن أو أكاسيدها أو هيدروكسيداتها، إذ يمكن تحضير كبريتات النحاسيك مثلاً بأحد الطرق التالية:



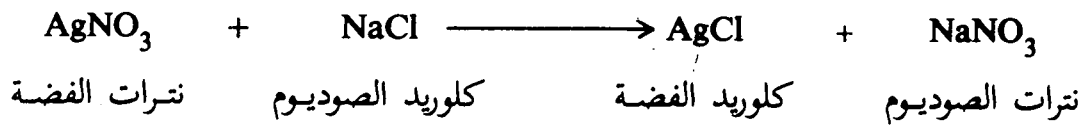
وتتفاعل الأملاح مع الأحماض لتنتج ملحاً آخر عن طريق تبادل الشق الحمضي فيما بين الملح والحمض، وذلك كتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كربونات الكالسيوم الذي ينتج كلوريد الكالسيوم والماء وثاني أكسيد الكربون كما يلي:



كما أن الأملاح تتفاعل مع بعضها البعض وتبادل فيما بينها الشق الحمضي، كما في التفاعلات التالية:



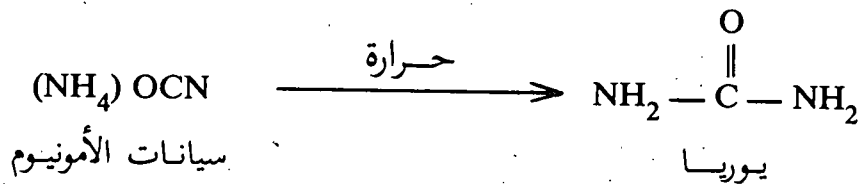
الباب الأول
أسس الكيمياء



المركبات العضوية :

تسمى حاليًا المركبات المحتوية على الكربون بالمركبات العضوية وذلك عدا أملاح الكربونات والسيانيدات وأول وثاني أكسيد الكربون فهي مركبات غير عضوية. وتحتوي المركبات العضوية على الكربون والهيدروجين بشكل أساسي إضافة إلى بعض العناصر مثل النيتروجين والأكسجين والكبريت والهالوجينات (مثل الفلور والكلور والبروم واليود) وبعض العناصر المعدنية.

أما تسمية هذه المركبات بالعضوية فراجع لكون هذه المركبات اكتشف وجودها باديء ذي بدء في الكائنات الحية، وقد كان الاعتقاد سائدًا بأنها لا يمكن أن تنشأ عن غير الكائنات الحية حتى استطاع فريدريك فوهلر F.Wohler عام ١٩٢٨ م من تحضير اليوريا (مادة البولة) — وهي أحد المركبات العضوية — من سيانات الأمونيوم وهو مركب غير عضوي حسب التفاعل التالي:



ويشكل الكربون العصب الأساسي في تركيب المركبات العضوية، والتي ترتبط ذراته بروابط تساهمية مع الذرات الأخرى، أما عن طريق سلاسل مستقيمة أو سلاسل متفرعة أو حلقية، ويزيد عدد المركبات العضوية المعروفة حاليًا عن المليون مركب، تتباين في خواصها ومواصفاتها وأحوالها وطرق تحضيرها واستخداماتها بشكل شاسع لتشمل جميع مناحي الحياة، وتتراوح في الحجم من الميثان الذي

يحتوي على ذرة كربون وأربع ذرات هيدروجين وحتى المواد البروتينية التي يحتوي جزئها على آلاف الذرات.

والمركبات العضوية سهلة التطاير وتنصهر عند درجات منخفضة وبعضها في الحالة الغازية أو السائلة، ومعظمها لا يذوب في الماء وهي في الغالب رديئة التوصيل الكهربائي، وتفاعلاتها بطيئة ومتفرعة مقارنة بتفاعلات المركبات غير العضوية غير أنها تتأثر بشكل كبير بعوامل الحفز Catalysis.

ومن أمثلة المركبات العضوية كل من الميثان والكحول الإيثيلي والأسيتون وحمض الخل وغيرها. وتقسم المركبات العضوية إلى قسمين رئيسيين:

أولاً : الهيدروكربونات: وهي المكونة من الكربون والهيدروجين فقط.
ثانياً : المركبات العضوية ذات المجموعات الفعالة الأخرى أي التي تحتوي عناصر أخرى بالإضافة إلى الكربون والهيدروجين.

وفيما يلي توضيح لذلك التقسيم :

أولاً : تقسم المركبات الهيدروكربونية العضوية إلى مجموعتين رئيسيتين:

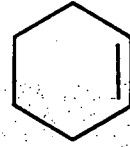
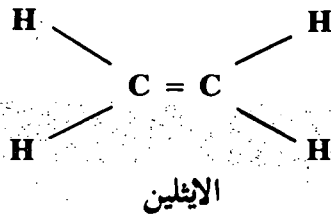
١ - المركبات الأليفاتية Aliphatic Compounds

٢ - المركبات الأروماتية Aromatic Compounds

فالمركبات الأليفاتية هي المركبات العضوية ذات السلاسل الكربونية المستقيمة أو المتفرعة أو الحلقية وتشمل ما يلي :

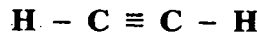
أ - البرافينات Paraffins أو الكانات Alkanes وهي مركبات عضوية مشبعة تبدأ بالميثان CH_4 ثم الإيثان C_2H_6 فالبروبان C_3H_8 والبيوتان C_4H_{10} ... الخ والصيغة العامة لها $C_n H_{2n + 2}$ ، حيث n عدد ذرات الكربون، ومنها ما هو حلقي ابتداء من السيكلوبروبان ... وجميع روابط هذه المركبات أحادية. تجدر الإشارة هنا إلى أن معظم مكونات البترول الغاز الطبيعي هي البرافينات. فمثلاً الغاز المستخدم في المنازل هو عبارة عن غاز البروبان $CH_3CH_2CH_3$.

ب — الأوليفينات Olefins أو الالكينات alkenes ومشتقاتها وهي مركبات عضوية غير مشبعة تبدأ بالإيثلين C_2H_4 فالبروبلين C_3H_6 والبيوتلين C_4H_8 ... الخ والصيغة العامة لها C_nH_{2n} ، حيث n عدد ذرات الكربون، ومن هذه المركبات ما هو حلقي أيضاً ابتداءً بالسيكلوبروبلين... وتحتوي هذه المركبات على رابطة مزدوجة على الأقل.



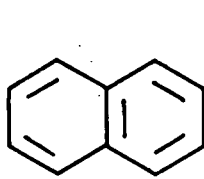
هكسين حلقي (سايكلوهكسين)

ج — الألكينات Alkynes وهي مركبات عضوية غير مشبعة تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل، ومن أمثلتها الأستيلين C_2H_2 والبروبين والبيوتين... الخ والصيغة العامة لها C_nH_{2n-2} .

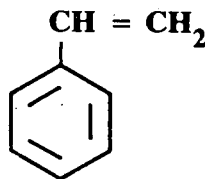


الأستيلين
(الإيثاين)

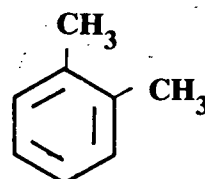
أما المركبات الأروماتية فهي مشتقات البنزين (C_6H_6) ، وهو مركب حلقي أروماتي يتكون من ست ذرات كربون مرتبطة بست ذرات هيدروجين بروابط أحادية ومزدوجة بشكل متناوب، ومن أمثلتها ما يلي:



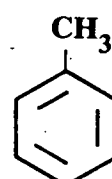
نفتالين



ستايرين



أورثو - زائلين

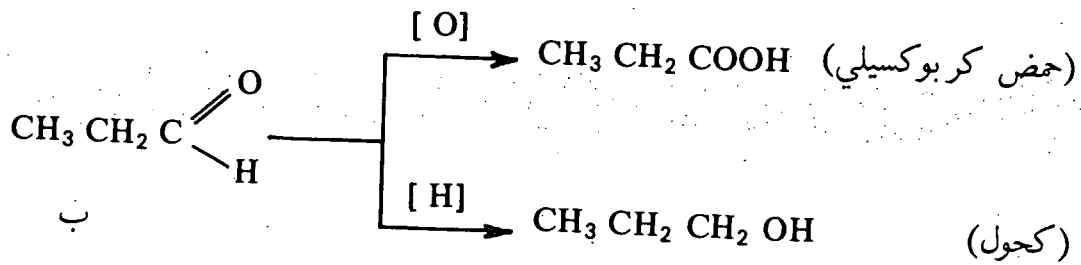
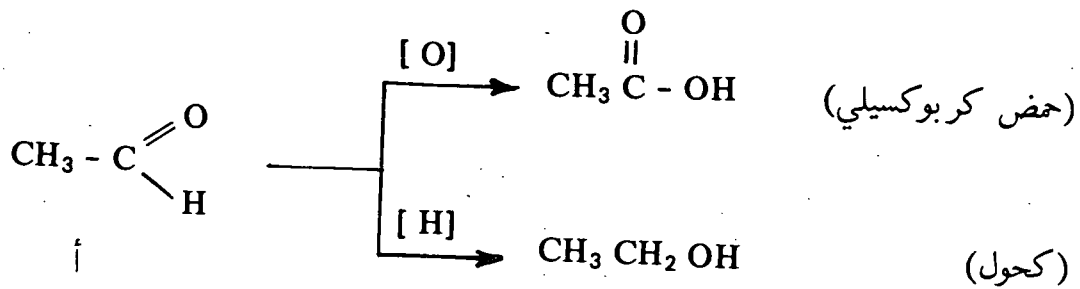


تولوين

ثانياً: المجموعات الفعالة Functional Groups :

يطلق لفظ المجموعة الفعالة على ذرة أو مجموعة من الذرات توجد في تركيب

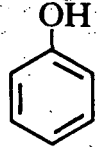
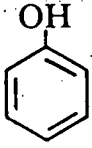
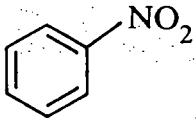
جزئ المركب العضوي وتحدد فعالية هذا المركب. فعلى سبيل المثال فإن كلا من المركبين أ، ب يحوي مجموعة -C(=O)-H المميزة للألدهيدات. لهذه المركبات صفات وخواص كيميائية متشابهة فكل واحد منها يمكن أكسدته (إضافة الأكسجين) واختزاله (إضافة الهيدروجين) إلى حمض كربوكسيلي وكحول على التوالي:



وكما يتضح من التفاعلات السابقة أنه على الرغم من اختلاف البنية التركيبية للمركبات الثلاثة إلا أنها جميعاً تعطي نواتج متشابهة نظراً لوجود مجموعة الألدheid -C(=O)-H المشتركة في تركيبها بغض النظر عن بقية الجزيء. وعليه فإن المجموعة الفعالة هي الجزء النشط في جزيء المركب العضوي، ووفقاً لذلك فإنه يتم تقسيم المركبات العضوية إلى طوائف محددة. وفكرة تقسيم المركبات العضوية إلى طوائف كل منها تضم آلاف المركبات ولكن بمجموعة فعالة معينة، لها أهمية كبيرة خاصة فيما يتعلق بتسمية المركبات العضوية وكذلك تحديد موقع التفاعل في جزيئات هذه المركبات. ويبين الجدول (١ - ٦) أهم المجموعات الفعالة.

جدول ١ - ٦ : المجموعات الفعالة

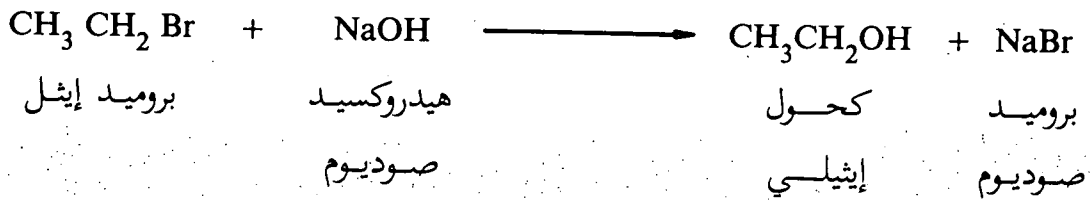
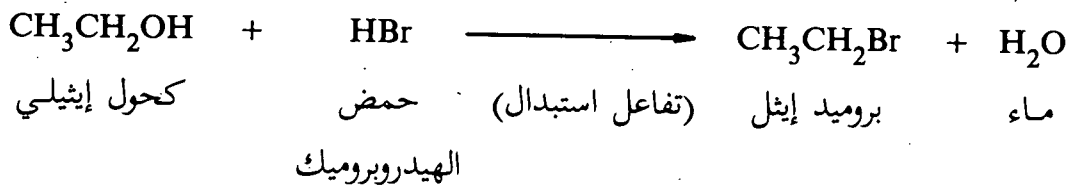
الباب الأول
أسس الكيمياء

الصيغة البنائية للمجموعة الفعالة	اسم المجموعة الفعالة	أمثلة	الصيغة البنائية للمجموعة الفعالة
$\begin{array}{c} | \\ -C-X \\ | \end{array}$ (X = I, Br, Cl, F)	الهاليدات العضوية	بروميد الميثيل CH_3Br	
$\begin{array}{c} | \\ -C-OH \\ | \end{array}$	الكحولات	إيثانول (كحول إيثيلي) CH_3CH_2OH	
$\begin{array}{c} | & & | \\ -C-O-C- \\ | & & | \end{array}$	الإثيرات	ثنائي ميثيل إثير CH_3-O-CH_3	
	الفينولات	فينول 	
$\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-H \end{array}$	الألدهيدات	أستالدهيد CH_3CHO	
$\begin{array}{c} | & & | \\ -C-C(=O)-C- \\ | & & | \end{array}$	الكيتونات	أستون CH_3COCH_3	
$\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-OH \end{array}$	الحموض الكربوكسيلية	حمض فورميك $HCOOH$	
$\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-Y \end{array}$ (Y = Cl, OR, NR ₂ , O-C(=O)-R)	مشتقات الحموض الكربوكسيلية	ميثيل أسيتات (أستر) CH_3COOCH_3	
$\begin{array}{c} | \\ -C-N \\ | \end{array}$	الأمينات	ميثيل أمين CH_3NH_2	
$\begin{array}{c} | \\ -C-C\equiv N \\ | \end{array}$	النيتريلات	أسيتو نيتريل CH_3CN	
$\begin{array}{c} | \\ -C-N^+ \begin{array}{l} // O \\ \backslash O^- \end{array} \\ | \end{array}$	مركبات نيترو	نيتروبنزين 	

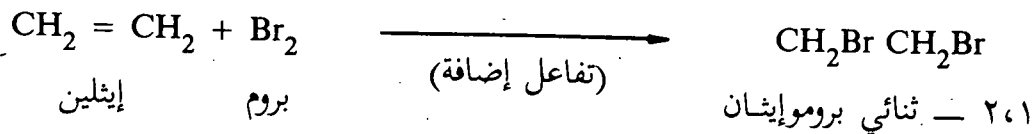
التفاعلات الكيميائية العضوية:

أن تصنيف التفاعلات العضوية يوضح التغيرات التي تحدث على روابط ذرات الكربون التي يحدث عندها التفاعل، ووفقاً لذلك فإنه يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

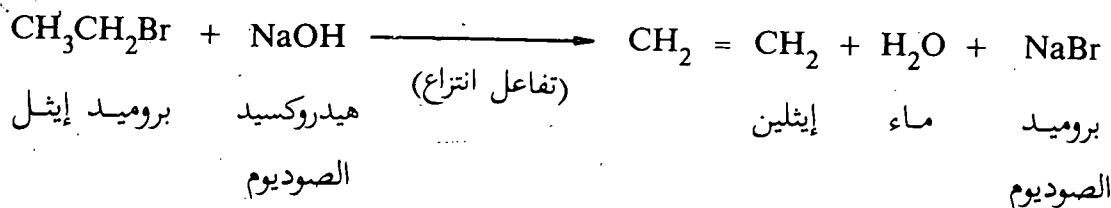
١ - تفاعلات الاستبدال أو الإحلال Substitution، حيث تزاح ذرة أو مجموعة مرتبطة بذرة الكربون ويحل محلها ذرة أو مجموعة أخرى.



٢ - تفاعلات الإضافة addition: يشتمل هذا النوع من التفاعلات على زيادة عدد المجموعات المرتبطة بذرات الكربون حيث يصبح الجزيء مشبعاً. ويحدث على المركبات العضوية التي تحتوي على رابطة مزدوجة.



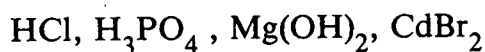
٣ - تفاعلات الانتزاع (الحذف) elimination، ويشتمل على نقصان عدد المجموعات المرتبطة بذرات الكربون حيث يصبح الجزيء غير مشبع (ترداد خاصة عدم التشبع بالجزيء).



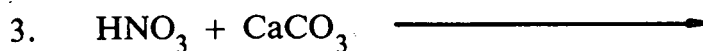
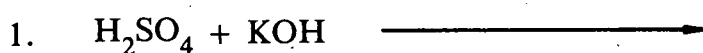
أسئلة عامة :

س ١ : قارن بين كل من المركبات التالية من ناحية الوزن والتكافؤ وعدد الالكترونات: الهيدروجين، الكربون، النيتروجين والكلور.

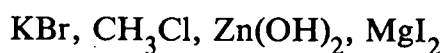
س ٢ : قارن بين كل من المركبات التالية من ناحية كونها أحماض أو قلويات أو أملاح.



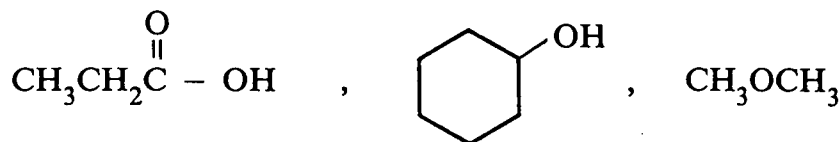
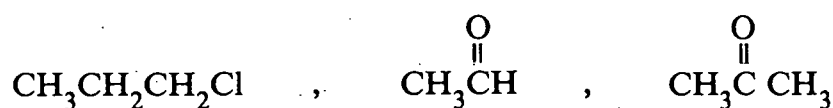
س ٣ : أكمل المعادلات التالية :



س ٤ : أذكر أسماء المركبات التالية:

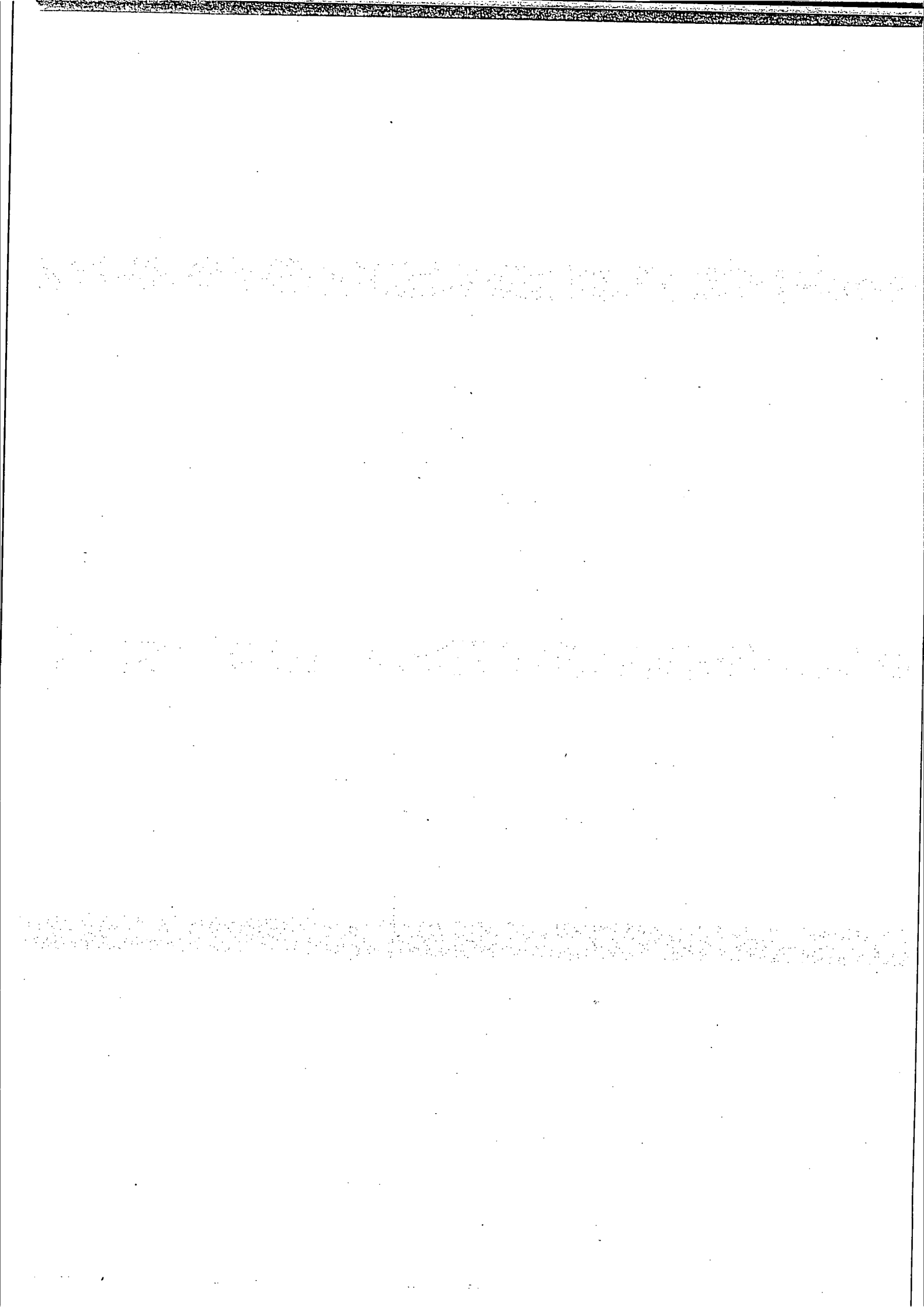


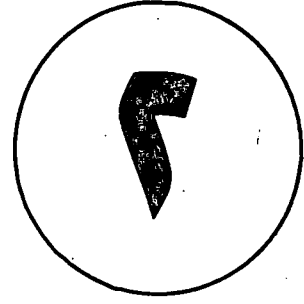
س ٥ : أذكر اسم المجموعة الفعالة للمركبات العضوية التالية:



س ٦ : أي من المركبات التالية يعتبر عضوي وأي منها يعتبر غير عضوي؟







الباب الثاني

مخاطر المواد الكيميائية

مقدمة :

لاشك بأن جميع المواد الكيميائية سامة وخطرة وتفاوتت سُميتها حسب نوعها. فهناك المواد السامة جداً مثل سيانيد الهيدروجين وسليينيد الهيدروجين والزرنيخات وغيرها، كما أن هناك المواد الكيميائية الأقل سمية مثل الكحول الإيثيلي وثنائي إيثيل إيثر وغيرها. بالإضافة إلى ذلك فهناك المواد الخطرة الأخرى التي قد تسبب الاشتعال مثل المذيبات العضوية وخاصة الهيدروكربونات والإثيرات والكحولات. أو التي قد تشتعل بمجرد ملامستها للماء مثل المعادن القلوية (مثل معدن الصوديوم)، أو قد تسبب الانفجار مثل مركبات النيتروالأروماتية، كما أن هناك مواداً قد تسبب حروقاً في الجلد مثل الحموض المعدنية (حمض الكبريتيك وحمض النيتريك وحمض الهيدروكلوريك وغيرها) والقلويات (هيدروكسيد الصوديوم، وهيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وغيرها). لذلك فإنه عند التعامل مع المواد الكيميائية سواءً في المختبر أو المصنع أو حتى في المنزل يجب اتباع احتياطات معينة، فمثلاً يجب أن يكون مكان التعامل مع هذه الكيميائية جيد التهوية ويحتوي على مرشحات ساحبة للأبخرة السامة. كما يجب لبس الملابس الواقية. هذا بالإضافة إلى ضرورة احتواء المختبر الكيميائي على المواد المضادة للتسمم ووسائل مكافحة الحريق، وكذلك على رشاش ماء (دوش) ومغاسل للعيون لإستخدامها في حالة التعرض للمواد الكيميائية السامة أو الحارقة، وكذلك في حالة الحرائق. إذ إن تعرض الجلد لمعظم المواد الكيميائية الضارة مثل الحموض والقلويات يستلزم غسله بكمية وافرة من الماء كإسعاف أولي للحالة.

والمواد الكيميائية توجد على شكل غازات أو سوائل أو مواد صلبة. هذا وقد توجد سوائل بعض المواد الكيميائية على شكل أبخرة عند درجات الحرارة العادية، كما أن المواد الصلبة قد توجد على شكل أتربة وغبار يتصاعد في جو المختبر أو المصنع.

مخاطر المواد الكيميائية .

أولاً : المواد الكيميائية التي تحدث أضراراً بالجلد في الحال:

(أ) الأحماض القوية : تشمل حمض الكبريتيك وحمض النيتريك وحمض الهيدروكلوريك وحمض الهيدروفلوريك وحمض الكروميك وحمض الهيدرواويديك وحمض الهيدروبروميك وحمض الخل الثلجي (المركز). تسبب الأحماض المركزة تآكل للجلد، كما أنها تدمر الورق والخشب والملابس وتتفاعل مع معظم المعادن. لذلك يجب وضع هذه الأحماض على مستوى الأرض تفادياً لسقوطها.

في حالة حمض الكبريتيك المركز فإنه عند تخفيفه بالماء ينتج حرارة عالية نسبياً، لذلك فإنه يضاف الحمض ببطء على الماء مع التحريك وليس الماء على الحمض.

أما حمض النيتريك المركز المدخن فإنه يسبب حروق على الجلد لاتظهر بسرعة، وأبخرته سامة.

عند تعرض الجلد لهذه الأحماض يغسل بكمية وافرة من الماء ثم بمحلول مخفف من بيكربونات الصوديوم ثم يعامل الجلد بمرهم جلوكونيت الكالسيوم Calcium glu conate gel.

(ب) القواعد (القلويات) القوية : تشمل هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وبيروكسيد الصوديوم. تنتج حرارة عالية نسبياً عند إضافة الماء للقاعدة، لذلك فإنه من الأفضل إضافة القاعدة بالتدرج إلى الماء.

الباب الثاني
مخاطر المواد
الكيميائية

يجب الحذر من فتح وعاء هيدروكسيد الألمونيوم المركز (محللول الأمونيا) لأنه يولد ضغطاً في بعض الحالات عندما تكون درجة حرارة الغرفة مرتفعة.

عند تعرض الجلد لهذه القواعد فإنه يغسل حالاً بالماء والصابون. وتغسل العيون عند تعرضها للقواعد بكمية وافرة من الماء.

(ج) كيميائيات أخرى: المواد الكيميائية التي تتفاعل بعنف مع الماء تعتبر ضارة جداً وتسبب حروقاً وأضراراً على الجلد والرئة. فمثلاً كلوريدات الألمونيوم والتيتانيوم، وكلوريد الثيونيل، وكلوريدات الفسفور جميعها تتفاعل مع الماء بعنف ويتصاعد ثاني أكسيد الكبريت أو/و كلوريد الهيدروجين واللذان يؤثران على الجلد والرئتين.

كما أن المعادن القلوية مثل الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم وأيضاً المركبات العضو معدنية للمعادن النشطة ذات الكهروإيجابية العالية جميعها تعتبر حساسة للماء والهواء وفي معظم الحالات تسبب حروقاً في الجلد عند وصولها إليه. ويتم التخلص من نفايات هذه المركبات بمفاعلتها ببطء بالكحول الايثيلي أو الكحول الميثيلي لأنها تشتعل أو تنفجر عند ملامستها للماء. وعند ملامسة المعادن القلوية للجلد فإنه يجب إزالة بقايا المعدن الملتصقة بالجلد ثم غسل الجلد بكميات كبيرة من الماء بعد إزالة المعدن تماماً.

تتفاعل ألكيلات الألمونيوم بعنف مع الماء والكحولات والأحماض وأكسجين الهواء، كما أنها تؤثر على الجلد وتسبب له حروقاً مؤلمة. تعالج حروق الجلد حالاً بهيدروكربون مشبع ذي درجة غليان عالية (بارفين طبي). بالإضافة إلى ضرر ألكيلات الألمونيوم المباشر فإن الأبخرة البيضاء الناتجة من تفاعلها مع الهواء الرطب ضارة للرئتين لذلك يجب التعامل مع ألكيلات الألمونيوم في غرف سحب هواء جيدة كما يجب استخدام أوعية مغلقة في جو من النيتروجين. يمكن التخلص من الكميات القليلة من ألكيلات الألمونيوم بتخفيفها بالتولوين أو أي مذيب هيدروكربوني ثم تفكيكها بكحول

ايزوبروبيلي، أو بتخفيفه بالأسيتون ثم معاملتها بالماء.

تتفاعل هيدريدات المعادن القلوية بعنف مع الماء مثل تفاعل المعادن القلوية نفسها مع الماء وتنتج كميات كبيرة من الهيدروجين والحرارة، ومعروف أن الهيدروجين سيزيد من الاشتعال.

يتفاعل هيدريد ليثوم ألومنيوم بعنف مع الماء وينتج حرارة وهيدروجين. وهو يستخدم لتجفيف بعض المركبات مثل الإثيرات ويجب أن لا يضاف على الإثيرات الساخنة لأن ذلك يسبب الانفجار.

يسبب البروم حروقاً على الجلد وهو ضار جداً على العيون والأنف والرئتين. تغسل حروق الجلد بكميات كبيرة من الماء ثم بمحلول مخفف من الأمونيا أو ثيوسلفات الصوديوم.

يشتعل الفسفور الأصفر تلقائياً في الهواء ويجب التعامل معه فقط تحت الماء البارد ويجب أن لا يلامس الزيوت أو الشحوم. تعامل المناطق المتأثرة من الجلد بمحلول ٥٪ بيكربونات الصوديوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ سلفات النحاس.

يحدث تفكك تلقائي متبوعاً بإحتراق عند اتصال فوق أكسيد الهيدروجين المركز (أعلى من ٦٥٪) بمادة عضوية مثل الخشب والأوساخ، لذلك يجب تخفيف فوق أكسيد الهيدروجين بالماء في حالة حدوث أي مشكلة.

(د) الكيمياء التي تمتص عن طريق الجلد : يحدث تسمم عن طريق دخول بعض الكيمياء عن طريق الجلد وذلك بعد تركها فترة على الجلد بدون غسلها. ومن أمثلة هذه المواد كل من الميثانول والفينولات ومشتقات النيترو والأمينو الأروماتية مثل الأنيلين والنيتروبنزين. فمثلاً تسبب الفينولات حروقاً على

الجلد ويمتصها الجلد مما يسبب التسمم. كما أن بعض المركبات غير العضوية تمتص عن طريق الجلد وتسبب التسمم ومن أمثلتها أكاسيد الرصاص وأملاحه ومركبات الزرنيخ والنحاس والسلينيوم والزرنيق. لذلك يجب غسل اليدين والمناطق المتأثرة بالماء والصابون بعد استعمال مثل هذه المواد.

ثانياً : المواد السامة :

توجد بعض المواد التي تعتبر ضارة في حالة الاستمرار في استعمالها حيث يتمكن الجسم من امتصاص كميات قليلة منها تتراكم مع الزمن. وأكثر هذه المواد شيوعاً هي غبار وأبخرة المعادن الثقيلة ومركباتها مثل مركبات الرصاص والزرنيخ والزرنيق والكادميوم والكروم، وأبخرة بعض المركبات العضوية مثل رباعي كلوريد الكربون والبنزين ورباعي كلوريد الإيثين ومشتقات الأمينات ومركبات النيترو الأروماتية، وكلها تعتبر خطيرة إذا تم إستنشاقها باستمرار.

ولعل أكثر المعادن السامة شيوعاً هو أبخرة الزرنيق حيث أن معدن الزرنيق سام ويحدث أبخرة عند درجة حرارة الغرفة، حتى عند ١٥ م فإن تركيز أبخرة الزرنيق في الهواء تفوق النسبة المسموح بها بـ ٧٠٪. لذلك فإنه في حالة تناثر الزرنيق على الأرض يجب إلتقاطه باستخدام أنابيب شعرية، وسحبها ميكانيكياً وليس بالفم، ثم تنشر على المنطقة الملوثة بالزرنيق عجينة الكبريت والجير (الكلس). أو تغسل بحمض فولمينيك Fulminic Acid الذي ينتج من حمض النيتريك والإيثانول. هذا ويجب أن يغطي سطح الزرنيق في أوعيته بالماء حتى لا يتبخر في الهواء.

كما أن البنزين ورباعي كلوريد الكربون من أكثر المركبات العضوية السامة شيوعاً، وبالإضافة إلى سميتها فإنهما يسببان السرطان، لذلك يستعاض عن الأول بالتولوين وعن الثاني بثنائي كلوروميثان.

ثالثاً : السوائل والأبخرة سريعة الاشتعال :

تعتبر معظم المذيبات العضوية سريعة الاشتعال مثل الهيدروكربونات والكحولات والكييتونات الخ... ومن أكثر المذيبات المتطايرة سريعة الاشتعال شيوعاً كل من ثنائي كبريتيد الكربون وثنائي إيثيل إيثر وهما خطيران جداً لدرجة أن اللهب يجب أن يكون بعيداً عنهما بشكل كبير لانخفاض درجة غليانهما وسرعة اشتعالهما، هذا ويعتبر كل من البنزين وإيثر البترول والميثانول والإيثانول ومكونات البترول والأسيتون والتولوين والزايلين والإسترات الصغيرة كلها سوائل شائعة الاستعمال وسهلة الاشتعال وذات نقطة وميض منخفضة. ونقطة الوميض Flash Point لسائل هي أقل درجة حرارة يطلق عندها السائل كمية من الأبخرة بالقرب من سطح السائل لتكون خليط مع الهواء قابل للاشتعال في صورة وميض خاطف.

رابعاً : الغازات والأبخرة السامة والضارة :

تشمل الغازات الضارة Irritants كل من كلوريد الهيدروجين، وكلوريد الفلور والكلور وكبريتيد الهيدروجين والفوسجين وأول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وغيرها، كما أنه توجد بعض السوائل التي ينتج عنها أبخرة ضارة عند درجة حرارة الغرفة مثل أبخرة الأحماض المختلفة والبروم وكلوريدات الكبريت ونيكل كربونيل والمذيبات العضوية وغيرها.

إن كلاً من الفوسيجين ونيكل كربونيل وأكاسيد النيتروجين له تأثير متأخر أي لا يظهر بسرعة. وهي تؤثر على الرئتين حيث ينتج في البداية كحة وبعد ساعات قليلة تظهر أعراض خطيرة. وحيث أن الفوسيجين ينتج من تفاعل الهيدروكربونات الكلورينية على السطح الحار لذلك ينصح بالحذر من تسخين هذه المواد.

أما بالنسبة لأول أكسيد الكربون فإنه عديم الرائحة واللون ولا يعطي تأثيراً مهبجاً

وبالتالي فإنه لا يوجد تحذير مسبق لوجوده. لذلك فإن التجارب التي تنتج أول أكسيد الكربون يجب أن تعمل في الهواء الطلق أو في غرفة سحب الغازات.

أمّا غاز كبريتيد الهيدروجين فهو سام وله رائحة مميزة ولكن تنعدم حاسة الشم عند وجود تراكيز عالية من هذا الغاز.

هذا ويعتبر غاز سلفيد الهيدروجين ساماً جداً ويمثل الزرنيخ في تأثيره وسميته تعادل سمية سيانيد الهيدروجين.

أمّا بالنسبة للمذيبات العضوية فإنه بالإضافة إلى أن معظمها سريعة الاشتعال فإنها تتميز أيضاً بقدرتها على إذابة كثير من المواد العضوية ومن بينها المواد الدهنية — وهي أحد مكونات الجسم — لذلك فإن لها تأثيراً ضاراً. كما تتميز المذيبات العضوية بتطايرها مما يسهل وصولها إلى الجسم عن طريق الجهاز التنفسي والجلد ومن ثم تصل إلى الدم الذي ينقلها إلى باقي الجسم. ولهذه المذيبات تأثير على الجهاز العصبي والتنفسي كما تسبب فقر الدم. ومن المذيبات العضوية الخطرة كل من البنزين وثنائي كبريتيد الكربون والكحول الميثيلي والايثر وكلوريدات الكربون والألكانات. والتعرض لهذه المذيبات يسبب الدوخة وفقدان الوعي، فإذا لم يبعد المصاب من مكان الحادث فإنه يموت مختنقاً نتيجة لشلل المركز الذي يسيطر على عملية التنفس بالمخ.

تتصاعد هذه الغازات والأبخرة عندما يكون هناك تسرب في الوعاء الذي يحتويها أو من التفاعلات الكيميائية.

هذا ويمكن الاستدلال على وجود بعض الغازات والأبخرة الضارة في جو المختبر وذلك من روائح هذه المواد كما هو موضح في الجدول ١ - ٢.

جدول ١ - ٢ الروائح المميزة لبعض الغازات والأبخرة

الرائحة	إسم المادة
الثوم	غازات الكبريت ومركبات الزرنيخ
رائحة كريهة	ثنائي كبريتيد الكربون
البيض الفاسد	كبريتيد الهيدروجين
اللوز	سيانيد الهيدروجين
السمك	غازات الفسفور وبعض غازات الكبريت
السمك	ثلاثي ميثيل أمين
الكمثرى	أبخرة أسيتات الأميل
الفاكهة	أستالدهيد
الخل	حمض الخل
البصل	أكريلونيتريل

هذا وتقسم الغازات والأبخرة حسب تأثيرها إلى أربعة أقسام :

١ - **الغازات والأبخرة الخانقة** : وهي لا تؤثر على الجسم تأثيراً يذكر ولكن وجودها بكثرة في الهواء يقلل من تركيز الأكسجين فيحدث الاختناق. ومن أمثلة هذه الغازات كل من ثاني أكسيد الكربون والنتروجين. حيث أنه عندما يزيد تركيز هذه الغازات وينقص الأكسجين إلى نسبة ١٠٪ يحدث شعور بالقيء مع ازدياد زرقة الوجه وفقدان الوعي. وعند ٧٪ لا يستطيع الإنسان الحياة أكثر من ثمان دقائق، وعندما تنخفض إلى ٤٪ يفقد الشخص الوعي ويحدث التشنج العصبي، ثم يتوقف التنفس ويموت الشخص خلال أقل من دقيقة. هذا ويحدث فقدان الوعي بعد نفس مرة واحدة من هواء خالٍ تماماً من الأكسجين.

٢ - **الغازات والأبخرة الكاوية والمهيجة** : وهي تسبب التهاباً لأجزاء الجسم الذي يتعرض لها مثل الجلد والعيون والأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي حيث

تسبب كحة وعطاس وتؤثر على الرئتين والأوعية الدموية وتؤدي إلى الإلتهاب الرئوي والوفاة. ومن أمثلتها كل من الأمونيا والكلور وأكاسيد الكبريت وكلوريد الهيدروجين وكلوريد الفلور وأكاسيد النيتروجين وأبخرة الأحماض.

٣ - الغازات والأبخرة السامة : هي التي تؤثر نتيجة تفاعلات تحدث في الأنسجة والدم حيث تنتقل في الدورة الدموية عند استنشاقها فتؤدي إلى حدوث اضطرابات وظيفية في الدم وخلايا الجسم. ولا يمكن اكتشافها إلا بعد ظهور أعراضها بعد أن يكون الجسم قد امتص كمية كبيرة منها. وتزداد خطورتها كلما كانت عديمة اللون والرائحة مثل أول أكسيد الكربون. هذا ومن الغازات الأخرى السامة والتي يمكن تمييز رائحتها كل من سيانيد الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين وسليينيد الهيدروجين. ومن الأبخرة السامة كل من ثنائي كبريتيد الكربون والبنزين وأبخرة الزئبق.

٤ - الغازات والأبخرة المخدرة : تؤدي عند استنشاقها إلى حدوث تخدير وإغماء وقد تكون في نفس الوقت سامة. ومن أمثلتها أبخرة المذيبات العضوية مثل أبخرة البنزين ورابع كلوريد الكربون وثالث كلوريد الايثلين وغيرها.

خامساً : المواد المتفجرة.

يوجد العديد من المواد الكيميائية التي تسبب انفجاراً عند تعرضها لصدمة أو عند سقوطها أو تعرضها للهب أو تسخينها. والانفجار بشكل عام ما هو إلا تفاعل كيميائي تتم فيه أكسدة شديدة للنيتروجين والكربون والهيدروجين في الجزيء. والمواد المتفجرة في الغالب تحمل في داخل جزئياتها العامل المؤكسد الضروري لعملية التفجير مثل مجموعة النيترو. والمتفجرات عبارة عن مركبات كيميائية تكونت نتيجة لعمليات كيميائية امتصت فيها الطاقة، وتتساعد هذه الطاقة عند تأكسدها. فإذا رافق هذا التأكسد تكون كميات كبيرة من الغازات التي تتمدد بتأثير حرارة التأكسد فإنها يمكن أن تؤدي عملاً ميكانيكياً نتيجة لضغط الغازات الناتجة.

ومن أهم المواد المتفجرة التي قد تسبب مخاطر في المختبرات الكيميائية هي كل من :

(أ) فوق أكاسيد الإيثرات : تتحول الإيثرات إلى فوق أكاسيد الإيثرات في وجود الهواء والضوء ويحدث انفجار عند تبخير فوق الأكاسيد هذه إلى الجاف. لذلك فإنه يتم التخلص من البيروكسيدات في الإيثرات بتقطيرها في وجود الصوديوم والبنزوفينون (يكونان كيتال الصوديوم وهو جذر أنيوني كاتيوني). ثم يجب حفظ الإيثر الجاف بعيداً عن الهواء والضوء حتى لا يتحول جزء منه إلى فوق أكسيد.

وبشكل عام فإن فوق الأكاسيد مثل فوق أكاسيد الأحماض وغيرها تعتبر مواد متفجرة لذلك يجب الحذر أثناء استعمالها.

(ب) حمض بيركلوريك : يسبب هذا الحمض مع المركبات العضوية وغير العضوية سهولة الأكسدة الانفجارية، لذلك يجب أن يستخدم هذا الحمض في المختبر بحذر بالغ. وفي حالة نزول هذا الحمض إلى الأرض يجب أن يعادل بواسطة كربونات الصوديوم ثم يغسل بالماء.

(ج) مركبات النيترو : معظم مركبات النيترو الأروماتية - وخاصة التي تحتوي على أكثر من مجموعة نيترو - تعتبر مواد متفجرة. ومن أمثلتها كل من ثنائي نيتروبنزين وثنائي نيتروفينول (حمض البكريك) وثنائي نيتروتولوين (TNT). كما أن هناك مركبات نيترو عضوية وغير أروماتية تعتبر مواد متفجرة مثل نيتروجليسرين ونيتروجلليكول ونيتروسليلوز. هذا بالإضافة إلى مركبات غير عضوية مثل نترات الأمونيوم.

هذا ويجب خزن مركبات النيترو المتفجرة بعيداً عن اللهب ويجب تفادي اصطدامها أو سقوط أي شيء عليها، كما يجب تفادي تعرضها لأشعة الشمس والحرارة الزائدة أو الشرارات الكهربائية، ويجب أن تخزن في أماكن خاصة.

(د) متفجرات أخرى حساسة للصدمة أو اللهب أو الشرارة الكهربائية : وتشمل غاز الأسيتلين والأستيليدات والأزيدات وأملاح الديازونيوم.

سادساً : المواد المسببة للسرطان :

توجد نظم معينة للتعامل مع المواد المسببة للسرطان Carcinogenic. فمثلاً يمنع استعمال المواد التالية وأملاحها فيما عدا استثناءات خطية وهذه المواد هي: بيتا — نفتايل أمين وبينزيدين و ٤ — أمينو ثنائي فينل و ٤ نيترو ثنائي — فينل. وهذه المواد السابقة قد تسبب السرطان لمجرد التعرض لها مرة واحدة أو مرتين وذلك يعتمد على مدى مقاومة الشخص. بينما هناك مواد تسبب السرطان ولكن بدرجة أقل لذلك يسمح إستعمالها تحت شروط محددة وهذه المواد هي: ألفا — نفتايل أمين وأرثو — تولويدين وثنائي أنيسيدين وثنائي كلورو بينزيدين وأورامين auramine وماجيتتا magenta والإسبستوس. هذا ويقترح استعمال مواد بديلة لهذه المواد الخطرة كما يجب الكشف على مستعملها كل ستة أشهر.

وفيما يلي قائمة بأهم المواد الكيميائية المسببة للسرطان :

(أ) الأمينات الأروماتية ومشتقاتها : تعتبر من أخطر المواد المسببة للسرطان حيث أن التعرض لها لمرة واحدة قد يسبب ورماً خبيثاً لذلك فإنها مواد تخضع لرقابة صارمة وأهمها :

أرثو — أمينو أزو تولوين و ٢ — أسيتيل أمينوفلورين و ٤ ، ٤ ثنائي أمينو ثنائي فينل (بينزيدين) وأورامين و ٤ ، ٤ ثنائي أمينو — ٣ ، ٣ ثنائي كلوروثنائي فينل و ماجيتتا و ٤ ، ٤ ثنائي أمينو — ٣ ، ٣ ثنائي فينل (أرثو — تولويدين) و ٤ — أمينو ثنائي فينل و ٤ ، ٤ ثنائي أمينو — ٣ ، ٣ ثنائي ميثوكسي ثنائي فينل (أرثو — ثنائي أنيسيدين) و ٤ — نيتروثنائي فينل وثنائي ميثل أمينو أزوبنزين و ٢ — نفتايل أمين و ١ — نفتايل أمين و ٤ — أمينوستيلين.

(ب) مركبات النيتروزو أمين والنيتروزو أميد معظمها مسبب للسرطان وأهمها :

ن — ميثل — ن — نيتروزوأنيلين و ن — نيتروزو ثنائي ميثل أنيلين.

(ج) كواشف الألكلة : وأهمها ثنائي ميثل سلفات وثنائي أروميتين و الهاليدات العضوية وخاصة ثنائي (كلوروميثل) إيثر وكلوروميثل إيثر وكلوريد فاينل وميثل أيوديد، كما أنه وجد أن كل من الكلوروفورم ورباعي كلوروكربون يسببان السرطان لذلك ينصح باستخدام ثنائي كلوروميثان بدلاً منهما.

(د) المركبات الأروماتية عديدة الحلقة وأهمها : بنزيرين و بنزأثراسين و بنزكاربازول.

كما أنه وجد أن البنزين (مركب أروماتي وحيد الحلقة) يسبب السرطان لذلك ينصح أن يستخدم التولوين بدلاً منه.

(هـ) مركبات الكبريت وأهمها : ثيوأسيت أميد وثيوبوريا.

(و) غبار الأسبستوس.

(ز) كيميائيات أخرى مثل أسيت أميد وثيوأسيت أميد وحمض الكروميك والكومارين وإيثل كربامات وخلات الرصاص والديوكسين.

الاحتياطات الواجب اتباعها للسلامة من المواد الكيميائية المتداولة

نستطيع القول بأن معظم المواد الكيميائية سامة وخطرة ولكن درجة سميتها وخطورتها تختلف من مادة إلى أخرى، فمثلاً نجد أن الكمية المميتة من سيانيد الهيدروجين عبارة عن ٥٠ مجم، بينما يستطيع الشخص تناول كميات كبيرة من مواد أخرى مثل الكحول الإيثيلي قبل أن يصل إلى الكمية المميتة (LD).

والمواد السامة قد تكون موجودة أصلاً في المختبر وقد تتصاعد نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تجرى في المختبر. فمثلاً ينتج غاز سيانيد الهيدروجين السام من اضافة الأحماض على السيانيدات. وينتج غاز ثاني أكسيد النيتروجين السام عندما تضاف النترات على حمض الكبريتيك، كما ينتج ثاني أكسيد النيتروجين أيضاً من إضافة حمض النيتريك على النحاس أو أي معدن ثقيل. هذا

وينتج غاز كبريتيد الهيدروجين عند إضافة الأحماض على السلفيدات وهكذا. لذلك فإنه يجب الحذر من إضافة مواد كيميائية على مواد أخرى لأن تصاعد غازات سامة لا يعرف ما هي أكثر خطورة من وجود مواد كيميائية سامة معروفة في المختبر. هذا وينتج غاز الفوسجين من تفاعل الهيدروكربونات الكلورينية على السطح الحار لذلك ينصح بعدم تسخين هذه المواد.

كما أن هناك موادًا يجب الحذر منها عندما تضاف على مواد أخرى حيث ينتج تفاعل قوي قد يؤدي إلى انفجار أو لهب. فمثلاً المعادن القلوية مثل الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم، والمركبات العضو معدنية للمعادن ذات الكهروإيجابية العالية مثل المركبات العضو معدنية للصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والزنك والألمنيوم، جميع هذه العناصر والمركبات تشتعل في وجود الماء أو الهواء وتتفاعل بشدة مع كثير من المركبات العضوية مثل الهاليدات العضوية ومركبات الكربونيل والمركبات التي تحتوي على ذرة هيدروجين حمضية مثل الأحماض والكحولات والفينولات.

كما أن إضافة المواد المؤكسدة القوية على مواد سهلة الأكسدة قد يؤدي إلى انفجار أو لهب أو تظاير المواد ولاشك بأن وجود مواد تشتعل أو تنفجر بمجرد إضافة مواد أخرى تعتبر أكثر خطورة من مواد موجودة أصلاً في المختبر ومعروف أنها تشتعل أو تنفجر عند اقتراب لهب منها أو عندما تسقط على الأرض.

والمواد الكيميائية السامة والضارة توجد تقريباً في كل مكان فهي توجد في المنزل والشارع والمصنع والمكتب والمزرعة، إلا أن وجودها في المختبرات الكيميائية يكون بنسبة أكبر. لذلك فإنه يجب مراعاة الشروط التالية للسلامة والأمان من المواد الكيميائية المتداولة:

١ - يجب معرفة مدى سمية المادة الكيميائية قبل استعمالها وإخبار الآخرين بذلك.

٢ - يجب عدم تخزين المواد الكيميائية مع أواني الطعام أو الشراب. كما يجب تخزين المواد الكيميائية السامة والخطرة في أماكن معينة بعيداً

- عن تناول الأشخاص الذين ليس لديهم خبرة عن هذه المواد.
- ٣ - يجب عدم تناول الأكل أو الشرب أثناء التعامل مع المواد الكيميائية.
 - ٤ - يجب التأكد من أن جميع المواد الكيميائية التي تستعمل عليها تعليمات عن طرق استعمالها ومدى خطورتها. فمثلا معدن الصوديوم ومعدن البوتاسيوم وبعض المركبات العضو معدنية تشتعل عندما تلامس الماء.
 - ٥ - يجب عدم التدخين أو تقرب المصادر المشتعلة مثل عود الثقاب من المواد الكيميائية سريعة الإشتعال مثل الهيدروكربونات والكحولات والإثيرات وغيرها.
 - ٦ - يجب الحذر من إضافة مواد كيميائية على مواد أخرى في التفاعلات الكيميائية، كما يجب معرفة النواتج السامة والضارة قبل إجراء الإضافة لتفادي التسمم أو الإشتعال أو الانفجار. بالإضافة إلى ذلك فإنه يجب مراقبة أي تفاعل يتم تسخينه. وفي حالة تسخين أي مادة كيميائية في وعاء مفتوح فإنه يجب توجيه فوهته إلى الناحية المعاكسة للأشخاص الآخرين.
 - ٧ - يجب لبس الملابس الواقية مثل البالطو والقفازات المقاومة للمواد الكيميائية والنظارات الواقية علماً بأن النظارات الطبية لا تكفي بدلاً من النظارات الواقية، كما يجب ربط الشعر الطويل إلى الخلف وخاصة بالنسبة للنساء، وفي حالات خاصة يجب لبس أغطية الرأس والأحذية المطاطية وواقيات الوجه وأقنعة التنفس الإصطناعية.
 - ٨ - يجب عدم العمل في المختبر لوحدك لأن وجود شخص معك يستطيع إسعافك في حالة تعرضك لخطر لاسمح الله. كما أنه يجب في حالة التسمم أو الإصابة بمادة كيميائية عمل إسعاف أولي مثل غسل العينين لمدة خمسة عشر دقيقة بالماء مع عدم لمسها في حالة تعرضها لمادة كيميائية وأخذ العلاج المناسب حتى يصل الطبيب.

٩ — الاستعمال السليم للأجهزة والأوعية الزجاجية التي تستخدم لإجراء التجارب الكيميائية مثل أجهزة تجارب الضغط المرتفع والمنخفض والطررد المركزي. فقد تحدث جروح عند كسر الأوعية الزجاجية بسبب محاولة فتحها، كما أن جهاز التقطير الزجاجي ينفجر أثناء التقطير إذا كان النظام مغلقاً لذلك لا بد أن يكون مفتوحاً. كذلك الأمر يجب الإستعمال السليم للأجهزة الأخرى التي تستعمل في المختبر مثل الأدوات الكهربائية..

١٠ — في حالة التعامل مع غازات أو أبخرة سامة أو في حالة إجراء التجارب التي تنتج هذه الغازات والأبخرة فإنه يجب العمل في غرفة سحب الغازات وفي بعض الحالات يجب لبس الأقنعة الواقية. وفي حالة تسرب كميات من هذه الغازات أو الأبخرة تفوق الحد المسموح به فإنه يجب إخلاء المختبر وعدم العودة إليه إلا بعد التأكد من زوال التراكيز العالية من هذه المواد وذلك بعد سحبها. ويتم التأكد من ذلك بواسطة الأجهزة الخاصة التي تقوم بقياس التركيز حيث يستعملها أشخاص مقنعين.

١١ — التداول السليم للكيميائيات، كما يجب معرفة المواد السامة والطرق السليمة لتداولها. وحيث أن معظم المواد الكيميائية سامة — وخاصة مركبات النيتروجين العضوية ومركبات المعادن الثقيلة — لذلك يجب عدم لمس أو شم أو تذوق أي مادة كيميائية، كما يجب عدم استعمال الفم لملء الماصة بأي سائل كيميائي وإنما يجب استخدام الماصة اليدوية، كما يجب غسل اليدين بالماء والصابون بعد الإنتهاء من التجربة.

الشروط اللازم توفرها في المختبرات الكيميائية :

هناك عدة شروط يجب توفرها في مختبرات الكيمياء لكي تظهر بالصورة النموذجية في السلامة والأمان من المواد الكيميائية السامة والحارقة والمتفجرة والمشتعلة. وأهم هذه الشروط اللازم توفرها في المختبرات الكيميائية ما يلي:

- ١ — يجب احتواء المختبر على وسائل سحب الغازات والأبخرة السامة والضارة. كما يجب أن يحتوي على غرفة لسحب الغازات يتم فيها إجراء التجارب التي تحتوي أو تعطي غازات وأبخرة سامة.
- ٢ — يجب أن يحتوي المختبر على مواقد كهربائية لإستخدامها بدل مواقد اللهب وذلك لتفادي اشتعال السوائل المتطايرة والقابلة للاشتعال.
- ٣ — يجب أن يحتوي المختبر على صيدلية للإسعاف السريع تحتوي على المواد الضرورية اللازمة لمعالجة الجروح والحروق ومعالجة التسمم بالمواد السامة.

وأهم المواد المضادة للتسمم هي ما يلي:

- (أ) بودرة الترياق العام وتشمل:
فحم منشط وحليب المغنيسيا (أكسيد المغنسيوم) وحمض
الثانيك (شاي مركز). حيث تخلط مع بعضها البعض بنسبة
٢ : ١ : ١ على التوالي.
 - (ب) ٢٪ حمض الخل أو خل: لمعالجة بلع الأحماض.
 - (جـ) أقراص هيدروكسيد الألومنيوم.
 - (د) ٣٪ محلول بيكربونات الصوديوم: لمعالجة بلع القلويات.
 - (هـ) أمايل نيتريت: لمعالجة بلع أو إستنشاق السينيدات.
 - (و) سلفات مغنسيوم (ملح إيبوسوم): لمعالجة كثير من
الكيميائيات مثل أملاح المعادن.
 - (ز) برمنجانات البوتاسيوم (أقراص ٠,٢ جم).
 - (حـ) ثيوسلفات الصوديوم.
- بالإضافة إلى ذلك فإنه لابد من توفر أرقام تليفونات الطوارئ والعيادات.

- ٤ — يجب أن يحتوي المختبر على طفاية حريق وكذلك على وعاء يحوي
رمل لإطفاء الحريق. كما يجب أن يحتوي على جهاز إنذار للحرائق.

بالإضافة إلى ذلك فإنه لا بد من توفر بطانية حريق وذلك لتغطية الجسم في حالة الاحتراق بغرض إطفاء الحريق.

٥ - يجب أن يحتوي المختبر على رشاش ماء (دوش) ومغاسل للعيون لإستخدامها في حالة التعرض للمواد الكيميائية السامة أو الحارقة وكذلك في حالة الحرائق.

٦ - يجب أن تحتوي بعض المختبرات الخاصة على أقنعة حماية وعلى قناع ومصدر للأكسجين.

٧ - يجب أن يحتوي المختبر على غاز النيتروجين وأجهزة مغلقة وعلى جهاز الصندوق الجاف drybox وعلى محاقن وذلك لإجراء التفاعلات على المواد الكيميائية الحساسة للماء والهواء مثل المعادن القلوية والمركبات العضو معدنية للمعادن النشطة ذات الكهروإيجابية العالية.

الإسعافات الأولية الواجب اتباعها بعد التعرض للمواد الكيميائية السامة والضارة.

إن عملية الإسراع في اسعاف حالة التسمم ضرورية جداً، ولكن يجب الإسراع في طلب الطبيب والإبقاء على المصاب في مكان هاديء ودافئ. وحيث أن وصول الطبيب أو إرسال المصاب إلى المستشفى عادة يأخذ وقتاً طويلاً نسبياً لذلك فإنه يجب إسعاف المصاب في الحال لأن المادة السامة سريعة المفعول إذا لم يتم إسعاف المصاب بسرعة. ويتم الإسعاف السريع إذا كان المختبر يحتوي على المواد الضرورية لإسعاف المصاب. فمثلاً إذا كان الطلاب أو العمال أو الباحثون يتعاملون في مختبر ما بالسيانيدات فإن هذا المختبر يجب أن يحتوي على المواد المضادة للتسمم بالسيانيدات. ولكن يجب عدم إعطاء المصاب أي شيء عن طريق الفم إذا كان فاقد الوعي.

وفيما يلي عمليات الإسعاف الأولى في حالة ابتلاع مواد سامة غير معروفة:

١ - اعط المصاب كمية كبيرة من الماء الدافئ واجعله بقيء. وتجدر الإشارة

هنا إلى أن التقيؤ يحدث أضراراً للشخص عندما يكون المصاب قد ابتلع أحماضاً أو قلوبات، لأن هذه المواد تحدث في المعدة قرحات قد يضرها التقيؤ.

٢ - اعط المصاب بعد ذلك ١٥ جم من الترياق antidote العام في نصف كأس ماء.

وفي حالة التسمم بغازات سامة غير معروفة فإنه ينصح باتباع الآتي:

- ١ - أبعد المصاب إلى الهواء النقي مع جعله يتمدد على الأرض مستلقياً على ظهره ويحظر عليه المشي كما يجب تدفئته. وإذا كان فاقد الوعي فيجب أن يوضع في وضع مستقر على جنبه.
- ٢ - افتح ملابسه عند الرقبة والصدر.
- ٣ - اعطه أكسجين في حالة الضرورة مع عدم الإفراط في ذلك.
- ٤ - اعطه تنفساً اصطناعياً فقط في حالة توقف التنفس مع عدم الإفراط في ذلك. ويتم التنفس الاصطناعي بوضع المصاب على ظهره مع ثني الرأس إلى الخلف والتأكد من أن اللسان إلى الأمام ثم بعد ذلك يعطي المصاب الهواء عن طريق الفم إما باستخدام جهاز معين أو بفم المسعف وذلك بعد غلق أنف المصاب. بعد امتلاء صدر المصاب بالهواء دعه يطلق هواء الزفير وكرر العملية ١٢ مرة في الدقيقة.

وفي حالة تلوث الجلد والملابس بالمواد الكيميائية فإنه ينصح بنزع الملابس الملوثة ومسح المواد الكيميائية من على الجلد ثم غسلها جيداً بالماء بأسرع وقت ممكن، كما يجب غسل العينين بالماء جيداً ولمدة خمسة عشر دقيقة مع عدم لمسها باليد في حالة وصول المواد الكيميائية إليها.

التصنيف الدولي للمواد الكيميائية الخطرة

تسمى المواد الكيميائية التي تسبب أضراراً للصحة أو في السلامة بالمواد الكيميائية الخطرة، وتختلف خطورة المواد وفقاً لنوعيتها، فهناك مواد سامة ومواد حارقة ومواد متفجرة ومواد آكلة «مسببة للتآكل» وأخرى ذات نشاط إشعاعي. ويبين الجدول التالي التصنيف المقترح من لجان الخبراء التابعة لهيئة الأمم المتحدة.

جدول ٢ - ٢ : درجة الخطورة ونوع الخطورة للمواد الكيميائية الخطرة

نوع الخطورة	درجة الخطورة
متفجرات.	١
متفجرات مع مخاطر انفجارية كبيرة.	١,١
متفجرات مع انفجار واحتراق محدود.	١,٢
متفجرات ذات حرائق ضخمة.	١,٣
غازات مضغوطة، مسالة، أو مذابة تحت الضغط أو مبردة.	٢
سوائل محترقة.	٣
سوائل لها درجة وميض أقل من ٢٣ °م.	٣,١
سوائل لها درجة وميض بين ٢٣ و ٦٠,٥ °م.	٣,٢
مواد صلبة محترقة.	٤
مواد صلبة متفجرة ولكن تنجم عنها مخاطر احتراق عند نقلها أو احتكاكها.	٤,١
مواد تحترق ذاتياً عند ظروف النقل المعتادة.	٤,٢
مواد تحترق ذاتياً عند التقائها بالماء أو ينتج عنها غازات بكميات خطيرة.	٤,٣
مواد مؤكسدة.	٥
مواد مؤكسدة غير البيروكسيدات (فوق الأكاسيد) العضوية.	٥,١
البيروكسيدات (فوق الأكاسيد) العضوية.	٥,٢
مواد سامة ومسببات الأمراض.	٦
مواد سامة.	٦,١
مواد مسببة المرض عن طريق الكائنات الحية الدقيقة.	٦,٢
مواد ذات نشاط إشعاعي.	٧
مواد آكلة (مسببة للتآكل).	٨
مواد خطرة مختلفة.	٩

الكيمياء العامة والتطبيقية
وعادة ما يعبر عن درجة خطورة المواد الكيميائية بعض لافتات تشير إلى هذه الخطورة. وعموماً فقد جرى استخدام لافتات لها ألوان مختلفة للتعبير عن خطورة المواد وذلك كما يلي:

للون البرتقالي : للمواد المتفجرة.
للون الأحمر : للمواد المشتعلة.
للون الأزرق : للمواد المتفاعلة مع الماء.
للون الأصفر : للمواد المؤكسدة.
للون الأبيض : للمواد السامة ومسببة الأمراض.
للون الأبيض : للمواد الإشعاعية.
(أو الأبيض مع الأصفر)
للون الأسود والأبيض : للمواد الآكلة.

ويبين الجدول ٢ - ٣ أسماء المواد الكيميائية الخطرة وأرقامها الدولية. بالإضافة إلى ذلك فإن هذا الجدول (٢ - ٣) يحتوي على درجة الخطورة الأولية والثانوية اعتماداً على ما هو وارد في الجدول السابق (٢ - ٢).
جدول ٢ - ٣: تصنيف المواد الكيميائية الخطرة

رقم بطاقة حالات طوارئ النقل	الرقم الدولي	المخاطر		الاسم الكيميائي (العلمي أو التجاري)	رقم التسلسل
		نوعية الخطورة الثانوية	نوعية الخطورة الأولية		
٢	١٠١٧	٦,١	٢	كلور	١
١	١٠٠٥	٦,١,٣	٢	أمونيا	٢
١٥	١٠٧٩	٦,١	٢	ثاني أكسيد الكبريت	٣
١٠٧	١٠٧٦	٦,١,٨	٢	فوسجين	٤
—	١٠٥١	٣	٦,١	سيانيد الهيدروجين	٥
٨٢٦	١٠٥٣	٦,١,٣	٢	كبريتيد الهيدروجين	٦
٦٥	١٧٤٤	٦,١	٨	بروم	٧
٨٢٧	١٠١٦	٦,١,٣	٢	أول أكسيد الكربون	٨

الباب الثاني
مخاطر المواد
الكيميائية

رقم بطاقة حالات طوارئ النقل	الرقم الدولي	المخاطر		الاسم الكيميائي (العلمي أو التجاري)	رقم التسلسل
		نوعية الخطورة الثانوية	نوعية الخطورة الأولية		
٧٨	١٠٥٢	٦,١	٨	فلوريد الهيدروجين	٩
١٦	١٠٤٠	٦,١,٣	٢	أكسيد الإيثيلين	١٠
١٢٦	١٠١٠	٣	٢	بيوتاديين	١١
٧	١١١٤	—	٣	بنزين	١٢
١١١	١٠٦٢	٦,١	٢	بروميد الميثيل	١٣
١٥٠	١٠٦٢	٣	٢	كلوريد الفايثيل	١٤
٣٢	١١٧٠	—	٣	كحول ايثيلي	١٥
٨١٣	١٠٠١	—	٢	اسيتلين	١٦
٥٢	١٨٢٤	—	٨	محلول الصودا الكاوية	١٧
١٠, أ. ١٠, ب	١٨٣٠	—	٨	حمض الكبريتيك	١٨
٥٠, أ. ٥٠, ب	١٧٨٩	—	٨	حمض الهيدروكلوريك	١٩
٩, ب	٢٠٣٢	٥,١	٨	حمض النيتريك المدخن (الدخان الأحمر)	٢٠
—	١٨٠٥	—	٨	حمض الفسفوريك	٢١
٦١٤	١٨٤٢	—	٨	حمض الخل	٢٢
٣٠	١٠٩٠	—	٣	أسيتون	٢٣
٥٦	١٧٢٦	—	٨	كلوريد الألومنيوم	٢٤
٧٠,٨	٢٠٧٣	—	٢	أمونيا مذابة في الماء	٢٥
٥٤٠	—	—	٥,١	نترات الأمونيوم	٢٦
٥٨٢	١١٠٥	—	٢	كحولات الأمايل (الأولية والثانوية)	٢٧
٦٢	١٥٤٧	—	٦,١	أنيلين	٢٨
٦٦	١١٢٣	—	٣	خلات بيوتيل	٢٩
٧٧٢	١٧٣٨	٨	٦,١	كلوريد ينزيل	٣٠
٥٠٠	١٠١٢	—	٢	بيوتين	٣١
٥٨٣	١١٢٠ (عادي) ١١٢١ (ثانوي)	—	٣	كحول بيوتيلي	٣٢
١٩٢	١٤٠٢	—	٤,٣	كريد الكالسيوم	٣٣
٦٧	١٩١٠	—	٨	أكسيد الكالسيوم	٣٤
١١	١٠١٣	—	٢	ثاني أكسيد الكربون (سائل)	٣٥

رقم بطاقة حالات طوارئ النقل	الرقم الدولي	المخاطر		الاسم الكيميائي (العلمي أو التجاري)	رقم التسلسل
		نوعية الخطورة الثانوية	نوعية الخطورة الأولية		
٣٩	١١٣١	٦,١	٣	ثاني كبريتيد الكربون	٣٦
١٠٢	١٨٤٦	—	٦,١	رباعي كلوريد الكربون	٣٧
٦١٦	١٠٣٧	٣	٢	كلوريد الأيثل	٣٨
١٤٦	١٨٨٨	—	٦,١	كلوروفورم	٣٩
٧٩٩	٢٠٢١	—	٦,١	كلوروفينول	٤٠
٣٧ (سائل)	٢٠٧٦	—	٦,١	الكريسولات	٤١
١٣٧ (صلب)					
٦٩٠	١٥٨٨	—	٦,١	السيانيدات	٤٢
١٠٣	١١٤٥	—	٣	السايكلوهكسان	٤٣
٥٣٣	٢٢٤٦	—	٣	السايكلوپنتين	٤٤
٢٧	—	—	٣	زيوت الديزل	٤٥
٦٧٦	١٠٣٣	٣	٢	ثنائي ميثيل الإيثر	٤٦
٧٢	١١٥٥	—	٣	ثنائي إيثل إيثر	٤٧
٧٦	١١٧٣	—	٣	خلات الإيثل	٤٨
١٣٦	١٩٦٢	٣	٢	الإيثلين	٤٩
٧٢٩	١١٣٥	—	٦,١	كلوروهيدرين إيثلين	٥٠
٥٠٦	١٢٠٣	—	٣	جازولين (بنزين)	٥١
٨٩	١٧٧٩	—	٨	حمض الفورميك	٥٢
٨٢٨	١٠٤٦	—	٢	هيليوم	٥٣
٨٥	٢٠٣٠، ٢٠٢٩	٦,١، ٨	٣	هيدرازين	٥٤
٦٦١	١٩٧٤	٣	٢	هيدروكربونات (غازات)	٥٥
٧٠٤، ٧٠٣	١٧٩٠	٦,١	٨	حمض الهيدروفلوريك	٥٦
٢٠	١٠٤٩	٣	٢	هيدروجين	٥٧
٤٤، ٤٣	٢٠١٤، ٢٩٨٤	٨	٥,١	فوق أكسيد الهيدروجين	٥٨
	٢٠١٥				
٥٩٥	١٢٦٣	—	٣	أصباغ غير مشتعلة (الورنيش أحبار صباغة ومواد لاصقة وغيرها)	٥٩
٧٧١	—	—	٦,١	مركبات الرصاص	٦٠
٧٥٢	١٩٦٥	—	٣	هيدروكربونات سائلة	٦١
٦٢٢	١٩٧١	٣	٢	ميثان	٦٢

الباب الثاني
مخاطر المواد
الكيميائية

رقم بطاقة حالات طوارئ النقل	الرقم الدولي	المخاطر		الاسم الكيميائي (العلمي أو التجاري)	رقم التسلسل
		نوعية الخطورة الثانوية	نوعية الخطورة الأولية		
٣٦	١٢٣٠	٦,١	٣	ميثانول	٦٣
٥٣٥	١٢٣١	—	٣	خلات الميثل	٦٤
٩٩	١٢٥٦,٢٥٥٣	—	٣	نفثا	٦٥
٩٣	١٦٦٢	—	٦,١	نيتروبنزين	٦٦
١١٢	١٠٦٦	—	٢	نيتروجين	٦٧
٩٥	١٢٦٢	—	٣	أوكسانات	٦٨
٥٨٠	—	—	٣	زيوت تسخين	٦٩
٥٤٢	—	—	٣	أوليفينات متطايرة	٧٠
١٠ ج	١٨٣١	٦,١	٨	أوليوم	٧١
١٢٥	١١٠٨	—	٣	بنتين	٧٢
١٧٥٥	٢٩٠١	—	٦,١	مبيدات (سائلة)	٧٣
٧٥٥ ب	٢٥٨٨	—	٦,١	مبيدات (صلبة)	٧٤
٨ أ	١٦٧١ (صلب)	—	٦,١	فينولات	٧٥
٨ ب	٢٣١٢ (منصهر)	—	—	—	—
٨ ج	٢٨٢١ (صلب)	—	—	—	—
٧٩٧	١٣٣٨ (أحمر)	٦,١	٤,٢	فوسفور	٧٦
٧١٤	١٣٨١ (أصفر)	—	—	—	—
٨٣	٢٢١٤	—	٨	بلا ماء حمض الفثاليك	٧٧
٦٠٩	١٨١٨	—	٨	رابع كلوريد السليكون	٧٨
٢٠٩	١٤٩٦	—	٥,١	كلوريد الصوديوم	٧٩
٨٤٠	١٥٠٢	—	٥,١	بيركلورات الصوديوم	٨٠
١١٥,١١٥ ب	١٣٥٠	—	٤,١	كبريت	٨١
٩١	١٥٠٤	—	٥,١	فوق أكسيد الصوديوم	٨٢
٦٠٧	١٤٩٨	—	٥,١	نترات الصوديوم	٨٣
١٠١	٢٠٥٥	—	٣	ستايرين	٨٤
٧٨٦	١٩٩٩	—	٣	زيت القطران	٨٥
٢١	١٢٩٩	—	٣	تيرنتاين	٨٦
٣	١٣٠١	—	٣	خلات الفاينيل	٨٧
٣٣	١٣٠٧	—	٣	زايلين	٨٨
٦٧٩	١٧١١	—	٦,١	زايليدينات	٨٩
٦٣٨	١٨٤٠	—	٨	كلوريد الزنك	٩٠

سبل السلامة في نقل المواد الخطرة

- ١ - ينبغي عدم نقل الاسطوانات المحتوية على مواد كيميائية خطيرة في حالة وجود بعض التسرب من هذه الاسطوانات.
- ٢ - ينبغي الالتزام بقواعد القيادة السليمة خاصة في المناطق المزدحمة.
- ٣ - يلزم المحافظة على السرعة المحددة.
- ٤ - ينبغي ألا تكون الاسطوانات المحمولة متجهة للخارج.
- ٥ - يجب عدم حمل أي مواد أخرى إضافية إلى جانب المواد الخطرة المنقولة.
- ٦ - يجب عدم وضع المواد الغذائية بالقرب من المواد الخطرة المنقولة.
- ٧ - ينبغي ألا تقف السيارة ناقلة المواد الخطرة لمدة طويلة في المناطق الآهلة بالسكان، ويمنع الوقوف الطويل في المناطق المزدحمة، وإذا اضطر لذلك يجب أن تقف السيارة في منطقة بعيدة مهواة.
- ٨ - يجب فصل تسرب المواد الكيميائية المنقولة من فترة لأخرى.
- ٩ - يجب التأكد من وجود وسائل ومعدات السلامة في السيارة التي تنقل المواد الخطرة.
- ١٠ - يفضل أن تكون اطارات السيارات ناقلة المواد القابلة للاحتراق من النوع المانع للكهربائية الساكنة.

إجراءات الطوارئ اللازمة للتغلب على مخاطر المواد الكيميائية في حالة نقلها أو تسربها:

أولاً - المواد الكيميائية السامة :

- ١ - يجب أن تكون معدات السلامة في مكان سهل الوصول إليه.
- ٢ - ينبغي أن يدرّب قائد السيارة الحاملة للمواد الخطرة على بعض الإجراءات الوقائية الإسعافية.
- ٣ - يجب إيقاف السيارة في حالة الطوارئ بعيداً عن المناطق المزدحمة الآهلة بالسكان.

- ٤ — يجب محاصرة منطقة التسرب.
- ٥ — يجب ابعاد الناس عن السيارة الحاملة للمواد الخطرة في حالة حدوث أي طارئ.
- ٦ — ينبغي الانتباه لحركة الريح ليستفاد منها في توزيع وتشتيت المواد الخطرة المتسربة.
- ٧ — في حالة تسرب غاز من أسطوانة، يجب أن توضع الاسطوانة بشكل رأسي حتى تتسرب محتوياتها على شكل غاز وليس سائلاً.
- ٨ — يجب قفل الصمامات باحكام إذا كان التسرب منها.
- ٩ — إذا كان التسرب من أحد أجزاء الاسطوانة الحاملة للغاز يجب العمل على سد فتحة التسرب بالقماش أو ما شابهه.
- ١٠ — يجب اخبار رجال الأمن ورجال المطافيء بسرعة.
- ١١ — ينبغي عدم ترك المواد الخطرة المتسربة تذهب مع مياه المجاري أو التربة.

ثانياً — المواد القابلة للاشتعال :

- ١ — يجب أن تكون معدات السلامة في مكان سهل الوصول إليه.
- ٢ — ينبغي أن يدرّب قائد السيارة الحاملة للمواد الخطرة على بعض الإجراءات الوقائية والإسعافية.
- ٣ — يجب إيقاف السيارة بجانب الطريق بعيداً عن حركة السير.
- ٤ — يجب إيقاف محرك السيارة.
- ٥ — يجب محاصرة منطقة الحريق.
- ٦ — يجب ابعاد الناس عن السيارة التي تحترق فيها بعض المواد الخطرة.
- ٧ — ينبغي الانتباه لحركة الريح ليستفاد منها في توزيع وتشتيت اللهب.
- ٨ — يجب الامتناع عن التدخين.
- ٩ — ينبغي استخدام وسائل الاطفاء المعتادة.
- ١٠ — يجب اخبار رجال المطافيء.

ثالثاً - المواد الكيميائية الآكلة (المسببة للتآكل) :

- ١ - يجب أن تكون معدات السلامة في كل مكان سهل الوصول إليه.
- ٢ - ينبغي أن يدرّب قائد السيارة الحاملة للمواد الخطرة على بعض الإجراءات الوقائية والإسعافية.
- ٣ - يجب إيقاف السيارة بعيداً عن الازدحام والمناطق المأهولة.
- ٤ - يجب محاصرة منطقة تسرب المواد الآكلة وابتعاد الناس عن منطقة الخطر.
- ٥ - ينبغي استخدام معدات السلامة وبطريق صحيح.
- ٦ - يجب جمع المواد المتسربة في أوعية آمنة لمنع انتشارها.
- ٧ - ينبغي غسل المناطق المتسخة بالمواد المتسربة، ويجب الحذر من استخدام المياه لبعض المواد التي يتكون منها غازات وأبخرة خطيرة عند تفاعلها مع الماء.
- ٨ - يجب عدم ترك المواد الكيميائية المتسربة من الدخول إلى شبكة مجاري المدينة.
- ٩ - ينبغي أخبار الجهات الرسمية خاصة شركات التصنيع لأخذ الاحتياطات اللازمة لتلافي المشاكل الفنية أثناء التصنيع.

المكونات الكيميائية لطفائيات الحريق

كما هو معلوم أن الاحتراق يتم بشكل أساسي عند توفر عوامله الرئيسية الثلاثة: المادة القابلة للاشتعال، المادة المساعدة على الاشتعال (الأكسجين)، والحرارة اللازمة لبدء الاحتراق. ذلك أن الاحتراق عندما يبدأ يعطي كمية كبيرة من الحرارة تساعد على استمراره وانتشاره وشموله للمواد الأخرى المجاورة. وقد تكون بداية الاحتراق على شكل لهب أو سطح ساخن أو غازات أو سوائل ساخنة أو ارتفاع ضغط أو شرر كهربائي أو احتكاك حاد أو غير ذلك من مولدات الحرارة. ولإزالة احتمال نشوب الحرائق والانفجارات يجب التأكد من عدم توفر عوامل

الاحتراق الرئيسية وأن المواد القابلة للاحتراق بعيدة كل البعد عن الحصول على الطاقة الحرارية اللازمة للاشتعال.

وينصح دائماً باتباع تعليمات مكافحة وإطفاء الحرائق الموجودة في المختبرات والمصانع، مع ملاحظة أبواب الخروج ومنافذ الطوارئ قبل الشروع بإطفاء أي حريق مهما كان حجمه، مع ضرورة إعطاء الإنذار اللازم للتنبيه على وقوع الحريق. كما يجب اتباع التعليمات المكتوبة على مطافئ الحريق واستعمالها بالطريقة السليمة. وفي حالة الانسحاب ينبغي التأكد من أن أجراس الإنذار وأبواب ومنافذ الطوارئ عاملة ولم تتعطل بواسطة النيران أو الأدخنة المتصاعدة.

وعموماً تصنف الحرائق على خمس مجموعات هي:

مجموعة (أ) :

حرائق المواد العادية القابلة للاشتعال، كالخشب والفحم والقماش والورق وغيرها.

مجموعة (ب) :

حرائق السوائل القابلة للاشتعال، مثل البترول، والزيوت والشحوم وغيرها.

مجموعة (ج) :

الحرائق في المعدات الكهربائية والإلكترونية.

مجموعة (د) :

حرائق المعادن القابلة للاشتعال، كالمنجنيز والليثيوم والصوديوم وغيرها.

مجموعة (هـ) :

حرائق المواد المتفجرة.

هناك أنواع من ظفايات الحريق أهمها:

١ - طفايات الماء :

وتحتوي على حمض الكبريتيك المركز، ومحلول البيكربونات، وينتج الماء مندفعاً عند التقاء الحمض بالمحلول، وتستخدم هذه الطفايات في الحرائق من النوع (أ). كما وتوجد بعض طفايات الماء والتي تعمل بدفع غاز ثاني أكسيد الكربون أو الهواء المضغوط.

وترجع قدرة الماء كعامل جيد لإطفاء الحرائق لارتفاع حرارته الكامنة للتبخير، والتي تقدر بنحو ٩٧٠ بي تي يو Btu (وحدة حرارية بريطانية)، وبذلك يعمل على تبريد النيران ومن ثم إخمادها. ذلك أن الحرارة أحد العوامل الثلاث الهامة لاستمرار الحريق. كما وأن بخار الماء المتكون يساعد على استهلاك الأكسجين المحيط بمنطقة الاحتراق، وفي ذلك بلا شك إيقاف أيضاً للاحتراق. ويتكون من بخار الماء ما يزيد على ١٦٥٠ ضعفاً من حجم الماء المستخدم.

ومن مخاطر استخدام الماء في إطفاء الحرائق، أن بعض المواد مثل الكلوريدات، الكبريدات، القلويات، البروكسيدات ومعدن الصوديوم تتفاعل بشدة مع الماء لتولد غازات وأبخرة قابلة للاشتعال. كما وأنه يمنع استخدام المياه في مكافحة حرائق الأجهزة والمعدات الكهربائية (النوع ج). ذلك أن الماء عند ارتفاع درجة حرارته ووجود التيار الكهربائي العادي يعمل كموصل كهربائي خاصة إذا كان محتويًا على نسبة عالية من الأملاح والمركبات الأخرى، ويسبب توصيل المياه للكهرباء انتقال الطاقة الكهربائية في سائر الأماكن التي يوجد فيها الماء، وقد تسهم بذلك بنشوب حرائق أخرى أو تصيب الأشخاص الموجودين بصدمات كهربائية.

٢ - طفايات غاز ثاني أكسيد الكربون :

يسهم غاز ثاني أكسيد الكربون بتبريد النيران وحجب الأكسجين الجوي عنها، ذلك أنه غالباً ما يستخدم في الحالة السائلة «مضغوطاً في اسطوانات خاصة». وتقدر قيمة التبريد بنحو ٦٠ إلى ١١٠ وحدة حرارية بريطانية لكل رطل حسب الضغط المستخدم، وهي كمية تقل كثيراً عن الحرارة الكامنة لتبخير الماء «٩٧٠ وحدة حرارية لكل رطل». إلا أن غاز ثاني أكسيد الكربون بانتشاره وعدم توصيله

للكهرباء يعتبر عاملاً جيداً لإطفاء الحرائق، وأفضل ما يستعمل في حرائق السوائل وبعض المعدات الكهربائية ولا يناسب حرائق النوع (أ) وبعض الأجهزة الالكترونية الحساسة. ولايصح استخدامه في حالة حرائق المواد التي تتفاعل معه مثل الهيدرات والمعادن أو المواد المحتوية على أكسجين ككترات السيلولوز.

ومن أهم مخاطر استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في إطفاء الحريق أن كثرته تسبب في اختناق الأشخاص الموجودين، ذلك أن غاز ثاني أكسيد الكربون كما سبق ذكره في الفصل السابق غاز خائق ويسبب إنعدام (أو خفض) في مجال الرؤية.

٣ - طفايات المسحوق الجاف :

يندفع المسحوق الجاف Dry powder تحت ضغط من الهواء أو غاز ثاني أكسيد الكربون لتحجب هذه البودرة «المسحوق» الهواء عن الحريق، فيتم إطفاءه وتستخدم هذه الطفايات مع النوعين (ب، ج) من الحرائق.

وتستخدم بعض المساحيق الجافة لإطفاء حرائق المعادن مثل البيرين (مسحوق G-1) ومسحوق MET-L-X (والذي يحتوي أساساً على كلوريد الصوديوم يضاف إليه فوسفات ثلاثي الكالسيوم والبلاستيك الحراري) ومسحوق تريموتوكس بروركسين TBM وغيرها. ومن المعادن التي تستخدم هذه المساحيق في إطفائها معدن المغنسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، تيتانيوم، ليثيوم، كالسيوم، زركونيوم، هافنيوم، ثوريوم، يورانيوم، والبلوتونيوم، وذلك عند تعرضها للإحترق. وتضاف هذه المساحيق الجافة مباشرة على أسطح المعادن المحترقة أما يدوياً أو عن طريق طفايات الحرائق الخاصة المحتوية على هذه المساحيق. وقد تستخدم هذه الطفايات في حرائق المعدات الكهربائية نظراً لعدم توصيل كثير من المساحيق للكهرباء.

وهناك بعض الكيماويات الجافة — مثل بيكربونات الصوديوم، بيكربونات البوتاسيوم، كلوريد البوتاسيوم، وفوسفات الأمونيا الأحادية — تستخدم لإطفاء الحرائق من الأنواع (أ، ب، ج) ولا يجذب استخدامها مع حرائق الأجهزة الكهربائية

لصعوبة تنظيفها بعد حمد النيران. وتعمل الكيماويات على وقف التفاعلات الكيميائية المتسلسلة نتيجة الاحتراق بتثييط تكوين المشتقات الحرة Free radicals. ذلك أن الاحتراق في الواقع ما هو إلا سلسلة معقدة متتابعة من التفاعلات الكيميائية والتي تنتشر بسرعة عن طريق تكوين المشتقات الحرة ذات الطاقة العالية والتي تنقل تلك الطاقة للجزيئات غير المشتعلة ليتم انتشار الحريق. وبذا فإن وقف نشاط هذه المشتقات الحرة هو في الواقع وقف وإخماد للحريق ولإنتشار النيران. ينبغي أن يفرق بين هذه الكيماويات الجافة والتي تستخدم مع معظم أنواع الحرائق، وبين المساحيق الجافة والتي تستخدم فقط لإطفاء حرائق المعادن.

٤ - طفايات الرغاوي :

تستخدم بعض الرغاوي Foams لإخماد حرائق النوع (ب) «حرائق السوائل القابلة للاشتعال» بسهولة إطفاء هذه المواد على سطوح السوائل. ويحبد عدم توجيه الرغوة إلى السطح المشتعل مباشرة، بل تترك الرغاوي حتى تنساب على سطح السائل.

وأهم أنواع الرغاوي المستخدمة هي رغوة الفلوروبروتين، والبتروسيل والكوسيل والتي يضاف إليها مواد لتقوية جدران الفقاعات الرغوية لتساعد على تحمل الصدمات، كما وينبغي أن تكون هذه الرغاوي ذات سيولة وتدفق عالية لسهولة انتشارها على الأسطح المحترقة. وتعمل الرغاوي على تشكيل عازل جيد للسوائل المحترقة عن الهواء (الأكسجين). ويتطلب استخدام الرغاوي في عمليات الإطفاء الرفق في عملية الرش حتى لا تتكسر فقاعات الرغاوي وتتحلل وتساعد عندها على انتشار النار ذلك أن الرغاوي المنغمة تحمل على سطوحها عند ارتفاعها السوائل القابلة للاحتراق، وبذا تسهم في مد الحريق بكمية إضافية من الوقود تساعد على استمرارته. فيلزم حينئذ الحذر والرفق عند استعمال الرغوة الكيميائية في إطفاء حرائق السوائل القابلة للاشتعال (النوع ب).

٥ - طفايات السوائل المتبخرة :

تستخدم هذه الطفايات لحرائق المعدات الكهربائية (النوع ج) ويمكن استخدامها مع حرائق السوائل المشتعلة البسيطة.

لقد شاع استخدام المركبات الهالوجينية في عمليات الإطفاء (النظيف). تصلح لإطفاء حرائق الأجهزة الإلكترونية الحساسة مثل: أجهزة الاتصالات أو أجهزة الحاسب الآلي وغيرها. والمركبات الهالوجينية هي عبارة عن هيدروكربونات تحتوي على ذرة أو أكثر من ذرات المواد الهالوجينية (الكلور، البروم، الفلور، اليود). ومن أشهر المركبات الهالوجينية استعمالاً رباعي كلوريد الكربون، بروموكلورو فلوروميثان وبرومو ثلاثي فلوروميثان، والمركبان الأخيران أزداد استخدامهما في الآونة الأخيرة وذلك لاحتوائهما على الفلور والذي يحد من تكون حمض الهيدروكلوريك ذي التأثير السيء على المعادن والأجهزة والمنشآت المختلفة. وينبغي أخذ الحيطة والحذر عند استخدام المركبات الهالوجينية لإطفاء الحرائق ذلك أن الكثير منها سام ومضر للصحة إذا وصل إلى الإنسان بتركيزات عالية.

وسائل الوقاية من الحرائق والإنفجارات

تنشأ الحرائق عن ارتفاع درجة حرارة المادة إلى درجة الاشتعال مع توفر الأكسجين.

ويتم الإشعار عن الحرائق والإنفجارات عن طريق ارتفاع درجة الحرارة أو بوجود وإنتشار الدخان والأبخرة المختلفة. ولما كانت هذه الأجهزة هي وسيلة الكشف الأولي عن وجود الحرائق خاصة في حالة غياب العاملين، فيجب التأكد من صلاحيتها بشكل دوري وأنها تعمل كما ينبغي. هذا ويمكن التنبؤ بوقوع الحرائق بما يلي:

— مشاهدة الشرر.

— شماع أصوات غير عادية (سواء في الأجهزة أو من أواني تخزين الغازات).

— شم رائحة غير مألوفة كتسرب مواد كيميائية.
— ارتفاع درجة حرارة بعض الأجهزة أو أواني التخزين.

عند اندلاع النيران يجب الإسراع بإطفائها لشراحتها وسرعة انتشارها. وفي حالة البدء في مكافحة الحريق يجب الوقوف في مكان بين موقع النار ومكان الخروج حتى يتسنى للمرء الانسحاب في حالة عجزه عن الاستمرار في المكافحة. إن ظروف الحريق ونوعية المواد المحترقة تحدد وسيلة المكافحة الملائمة.

إن الوقاية والحذر من حدوث النيران أمر مهم قد يزيد أهمية على تجنيد الإمكانيات والطاقت لمكافحة الحريق. وبذا يجب أن تراعى شروط التخزين السليم للمواد الكيميائية وعوامل السلامة في تشغيل العمليات المختلفة وتصميم المختبرات والمعامل بما يضمن منع ارتفاع درجة حرارة المواد القابلة للاحتراق ومنع تكوين الأبخرة القابلة للاشتعال عند تراكيز وحدود الاحتراق أو الانفجار.

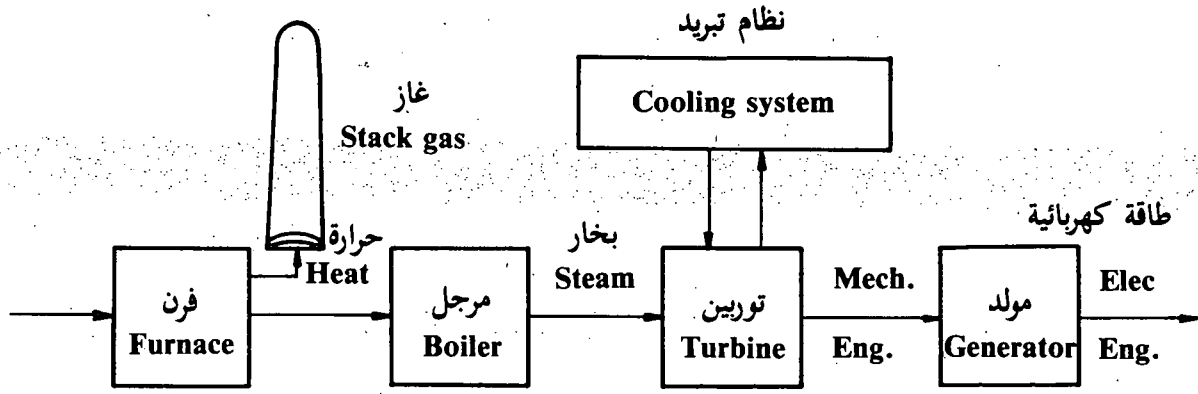
وختاماً فإنه غني عن البيان توضيح ما للإنفجارات والحرائق من أضرار وأخطار ذلك أن أخطارها وأضرارها ملموسة مشاهدة، فهي تلحق الأضرار بالأرواح والممتلكات، وتلف كل ما يتعرض لها، لذا يجب تأصيل مبدأ الوقاية منها، ومنع وقوعها بكل السبل الممكنة، ومكافحتها عند وقوعها قبل أن تنتشر، وتوفير منافذ ومسالك الهروب حفاظاً على الأشخاص الموجودين. إن اختيار المواد العازلة، وغير القابلة للاحتراق في المباني وتوفير وسائل الإطفاء وأجهزة الإنذار يسهم في الحد من الخسائر والأضرار الناتجة عن الحريق، ويساعد في عملية إطفائها بالسرعة والكفاءة المطلوبة.

نشوب الحرائق في محطات توليد الكهرباء

يبين الشكل ٢ — ١ مخططاً مبسطاً للمراحل الأساسية لتوليد الطاقة الكهربائية في محطات توليد الكهرباء، إذ يحترق الوقود في أفران الاحتراق مولداً حرارة كبيرة

الباب الثاني
مخاطر المواد
الكيميائية

جداً، يمكن استخدام هذه الحرارة في توليد البخار في غلايات (مراجل) خاصة، ثم يستخدم هذا البخار في تحريك التربينات البخارية والتي تعمل على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية ميكانيكية، ومن ثم تنقل حركة التربينات إلى المولدات الكهربائية generators لتوليد الكهرباء.



شكل ٢ - ١ : رسم مبسط يوضح عملية توليد الكهرباء

وتشتعل الحرائق في محطات توليد الكهرباء نتيجة لخطأ في التوصيلات الكهربائية من التماس (اتصال) بعضها ببعض أو تعرية هذه الأسلاك أو تحميلها أكثر من طاقتها. كما وقد تؤدي بعض الأخطاء في أجهزة توليد الطاقة الكهربائية إلى نشوب الحرائق نتيجة لاشتعال شرر أو ارتفاع حرارة هذه الأجهزة.

ويشكل الوقود المستخدم لتوليد الكهرباء «الغاز الطبيعي أو الزيت الخام» مصدراً محتملاً لنشوب الحرائق في محطات توليد الكهرباء، إذ يجب العناية التامة بتخزينه ونقله واستخدامه بطريقة سليمة وصحيحة تفادياً لمخاطره.

ويخزن الوقود عادة في صهاريج (خزانات) خاصة بعيدة عن أفران الاحتراق والتربينات الميكانيكية.. ويكون ترتيبها بشكل منتظم، بينها مسافات كافية لسهولة الوصول إليها في حالة نشوب الحريق في أحدها، ومن أهم إجراءات السلامة الوقائية لهذه الصهاريج ما يلي:

- ١ — التهوية المستمرة للصهاريج لمنع زيادة الضغط بداخلها نتيجة لارتفاع درجة الحرارة أو أثناء الشحن.
- ٢ — إحاطة الصهاريج بحوائط ل حمايتها ولوقف إنتشار محتوياتها في حالة وجود تهريب بها أو فيضان.
- ٣ — استخدام نظام تصريف محكم للوقود الفائض والمتدفق من شبكة التوصيل الرئيسية أو أثناء شحن وتفريغ خزانات الوقود.
- ٤ — حماية الصهاريج ضد التآكل أما بطليها بغلاف واق أو بصنعها من مواد مقاومة للتآكل.

ويجب في كافة الأحوال اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع وصول مصادر اللهب المختلفة من شرر كهربائي أو ميكانيكي أو حرارة عالية إلى أماكن تخزين الوقود، ويجب حفظ الوقود عند درجات حرارة أقل بكثير من درجة الوميض، وهي أقل درجة حرارة يتكون عندها بخار من الوقود بتركيز كاف لتكوين خليط مع الهواء قابل للاشتعال.

وعند نشوب الحرائق في محطات توليد الكهرباء ينبغي مكافحتها بالأسلوب السليم والعمل على محاصرتها في منطقة محدودة خوفاً من انتشارها إلى سائر أرجاء المحطة، كما وينصح باستخدام وسيلة الاطفاء الملائمة حسب مكان الحريق، والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مناطق رئيسية.

أولاً : حرائق خزانات الوقود :

وتستعمل في اطفائها المواد الرغوية وثاني أكسيد الكربون والمساحيق الجافة.

ثانياً : حرائق المعدات الكهربائية :

ويستعمل في إطفائها ثاني أكسيد الكربون والمساحيق الجافة، وينصح بفصل مصدر التيار الكهربائي قبل محاولة اطفاء الحريق.

ثالثاً : الحرائق الأخرى العامة في مرافق محطة توليد الكهرباء :

ويمكن استخدام المياه في اطفائها، ويفضل أن تكون هذه المناطق مزودة بصنابير مياه موصلة بشبكة المياه العامة.

وعموماً فإنه يلزم تزويد المناطق المختلفة في محطة توليد الكهرباء بنظام تحذير آلي ينبه بشكل دقيق لحدوث الحرائق في مراحلها الأولى مع ضرورة وجود أجهزة التنبيه الغير أوتوماتيكية (آلية) والتي يمكن للعاملين في محطة توليد الكهرباء استخدامها بشكل ميسور حال حدوث الحريق لتنبيه الآخرين ولطلب النجدة، ويجب في هذه الحالة توفر مخارج الطوارئ الضرورية. ويحذ أن يدرّب العاملون في محطة توليد الكهرباء على السبل المثلى في مقاومة الحرائق ومكافحتها، وينصح أن يكون في كل محطة فريق للسلامة يعمل على مكافحة الحرائق ومنع مسيبتها، وتدريب العاملين بشكل دوري على وسائل السلامة اللازمة عند نشوب الحرائق.

ظروف العمل الآمنة في المصانع

إن تهيئة ظروف العمل الملائمة وتدريب العمال على احتياطات الأمان والسلامة يقلل من وقوع الحوادث ويحد من شدتها في حالة وقوعها، إذ يمكن تلاشيها وإيقافها حال تكونها لأي سبب من الأسباب. إن توفير المكان الملائم للعمل وتخطيط المنشأة الصناعية لتنظيم حركة العمال له دور كبير في إعطاء العمال الحرية الكافية في التحرك الآمن إلى جانب توفير الجو الصحي الخالي من الملوثات بجميع أنواعها والذي تتوفر فيه الإضاءة والتهوية الكافية والبعيد عن الضوضاء وصخب الآلات العاملة. إن وجود هذه العوامل يساعد على رفع إنتاجية العمال ويضمن لهم الوقاية الكافية من وقوع الحوادث نتيجة لتوفر الجو الصحي السليم والمكان الآمن.

إن شروط السلامة والأمان أثناء العمل تقتضي أن تكون ملابس العمال ملائمة للعمل الذي يقومون به وألا تكون طويلة أو سائبة، وأن تحتوي على جيوب كافية لوضع العدة اللازمة، كما يلزم أيضاً لبس الأحذية الواقية، وقفازات لليدين في حالة تناول المواد والمعدات الحادة أو الزيوت والأوساخ المختلفة، ويختلف نوع القفاز حسب نوع الوقاية المطلوبة، إذ تكفي قفازات المطاط أو البلاستيك للوقاية من الزيوت، وضمان العزل ضد التوصيلات الكهربائية، وفي حالة التعامل مع المواد الحادة الأطراف يلزم استخدام قفازات من الجلد تحمي أطراف الأصابع شبكة من

المعدن. أما قفازات الجلد أو الأسبستوس فتستخدم في حالة مناولة المواد الحارة. ويستحسن استخدام كريمة الأيدي بعد الإنتهاء من العمل بصفة دائمة لوقاية الأيدي من التشققات والإصابات البسيطة المتكررة.

كما يلزم أيضاً حماية الرأس بلبس القبعات (الخوذات) الواقية Helmets والتي تقي الرأس في حالة سقوط المواد الصلبة أو الاصطدام بالعوائق. ويحتاج العاملون في بعض الصناعات إلى وقاية أعينهم باستخدام النظارات الواقية، وذلك في الصناعات التي تتناثر فيها أتربة أو شظايا دقيقة أو ينتج منها أشعة فوق بنفسجية أو أشعة مرئية عالية التوهج. إن توفير الملابس الواقية واستعمال القفازات والخوذات والنظارات الواقية يحد من إصابة العمال ويقلل من وقوع الحوادث بشكل كبير، لذا فيعتبر التقيد بهذه الملابس من أهم إجراءات السلامة الأولية اللازم اتباعها أثناء العمل، كما وينبغي أن يتوفر في المنشأة الصناعية ما يلي :

- ١ - المداخل والمخارج الآمنة ووضوح أبواب الطوارئ وسهولة استخدامها.
- ٢ - الأرضية المناسبة لطبيعة العمل، مع توفر الأمان في تنقل العمال بين الأماكن المختلفة للمصنع.
- ٣ - وسائل التخزين السليمة.
- ٤ - طرق النقل الآمنة من رافعات أو عربات أو سيور.
- ٥ - سلامة التمديدات الكهربائية.
- ٦ - التهوية والإنارة الضرورية: يفضل أن يستخدم معدل ٣٠ متر مكعب لكل ساعة، لتجديد الهواء لكل عامل. وأن تكون الإضاءة حوالي ١٠٠ - ٣٠٠ لوكس أي ما يعادل ١٠ - ٣٠ شمعة لكل قدم.
- ٧ - طرق مكافحة الحريق والإنفجارات.
- ٨ - الخدمات العامة كمواقف السيارات وأماكن التغذية والترفيه.
- ٩ - الخدمات الصحية الأولية.
- ١٠ - وسائل آمنة لتصريف المخلفات السائلة والصلبة والغازية.

إن اختيار موقع ومخطط المنشأة الصناعية قبل الإنشاء يحتاج إلى كثير من الثاني، ذلك أن الاختيار غير السليم للمكان قد يسبب سوء البناء عند توسع المصنع مما قد يضطر إلى إهمال بعض جوانب السلامة والأمان لتقع بذلك كثير من خسائر مادية. ويفترض في الموقع الملائم أن يتوفر فيه بعض الشروط أهمها:

١ — قربه من المواد الخام المستخدمة للحد من المخاطر الناجمة عن نقل المواد الخام.

٢ — توفر الأيدي العاملة المدربة بالقرب من الجامعات والمعاهد الفنية.

٣ — وجود السوق المستهلكة حسب نوعية المنتج ويكون ذلك — غالباً — في المدن الرئيسية.

٤ — مراعاة موقع المنشأة الصناعية بالنسبة للمدينة والسكان، ويؤخذ بالاعتبار خطر المخلفات الصناعية وسهولة انتشارها بعيداً عن السكان.

كما ويلزم الكشف المستمر عن مواطن الخطر واتخاذ وسائل الوقاية اللازمة وفحص الآلات والوسائل التي يؤدي بها العمل وطريقة أداء العمل وحالة العمال.

بالإضافة إلى ذلك فإن تهيئة درجة الحرارة والرطوبة الملائمة للعمل تساعد على رفع الروح المعنوية والجسدية للعمال، وتقلل بذلك من نسبة وقوع الحوادث فالحرارة العالية لها تأثير واضح على أداء العامل وعلى صحته، إذ تتسبب في فقدان كميات كبيرة من السوائل الموجودة في الجسم عن طريق العرق، كما يؤدي التعرض المستمر للجو الحار إلى الإجهاد الحراري أو الصدمات الحرارية التي قد تؤدي إلى الوفاة في حالة ارتفاع درجة حرارة الجسم عن ٤٢ م لفترة طويلة.

إن كفاءات أجهزة الوقاية وتوفير الاحتياطات الأمنية اللازمة والوسائل السليمة للتخلص من المخلفات الصناعية الخطرة واتباع طرق العمل السليمة كل ذلك يساعد على خفض نسبة وقوع الحوادث الصناعية. إن أداء العمل السليم يستلزم ما

يلي:

١ — وجود تعليمات واضحة للعمليات المختلفة.

٢ — بيان أوجه الخطورة واحتياطات السلامة في كل عملية.

- ٣ — إلزام العمال باتباع الطرق السليمة للعمل.
- ٤ — عدم إستعمال الأدوات التالفة.
- ٥ — اتباع أساليب النقل والتحرك السليمة.
- ٦ — استخدام أجهزة وملابس الوقاية.

إن توفير بيئة العمل الآمنة يتطلب إلى جانب اتخاذ وسائل الوقاية اللازمة وتطبيق طرق العمل السليمة يتطلب أيضاً تفادي المخاطر الناشئة عن العمل عن طريق عزل العمليات الضارة سواء بجعلها في مباني وأقسام مختلفة بعيدة عن سائر العمليات الأخرى أو بميكنتها وجعلها تعمل ذاتياً (أتوماتيكاً)، كما يستلزم أيضاً منع انبعاث المواد الضارة كلية أو تخفيف انبعاثها ومنع انتشارها ووصولها للعاملين أو تراكمها في منطقة العمل.

ويمكن معرفة مخاطر العمل عن طريق أجهزة القياس الخاصة والتي يمكن تقسيمها إلى نوعين :

النوع الأول — قياس مخاطر العمل الطبيعية :

وتشمل قياس درجة الحرارة سواء بالترمومتر أو بأجهزة الأزواج الحراري Thermocouple. بالإضافة إلى قياس الحرارة المشعة في حالة وجود عمليات تنطلق منها حرارة عالية. وكذلك قياس اتجاه الرياح وسرعة الهواء ورطوبة الجو والضغط وذلك بأجهزة القياس المعتادة من مانومتر وانيمومتر وهيدرومتر، كما وتشمل أيضاً قياس الضوضاء والاهتزازات وقياس شدة الصوت.

ويجب التأكد على دور ظروف العمل المناخية في ارتفاع نسبة وقوع الحوادث والإصابات إلى جانب إهمال العاملين، ففي دراسة ميدانية قام بها محمد شاهين في مناطق مختلفة من مواقع الإنشاء تبين أن الفترة من جمادى الآخرة حتى نهاية رمضان هي أعلى الفترات في حوادث العمل، وهي فترة صيف عام ١٤٠٤ هـ التي أجريت فيها الدراسة والتي تزداد فيها حرارة الجو والرطوبة ويكون للإجهاد الحراري دور كبير في رفع معدل الإصابات.

النوع الثاني - قياس مخاطر العمل الكيميائية :

وهي المواد الكيميائية الضارة من غازات أو أبخرة أو جسيمات صلبة دقيقة والتي تنتشر في الهواء المحيط بالمنشأة الصناعية لتنتقل إلى العاملين عن طريق التنفس، وتعمل أجهزة قياس الغازات أو الأبخرة معتمدة على ظاهرة الامتصاص أو التكثيف، ويمكن قياس تركيز الجسيمات الصلبة الدقيقة المعلقة في الهواء الجوي أو التخلص منها بعد ترسيبها بطرق مختلفة حسب حجم هذه الجسيمات.

أسئلة عامة :

س ١ : ما هي مخاطر وأضرار المركبات الكيميائية التالية:

- (أ) الهكسان.
- (ب) هيدروكسيد المغنسيوم.
- (ج) ميثل لثيوم.
- (د) ثاني أكسيد النيتروجين.
- (هـ) كلورو إيثان.

س ٢ : البروبان غاز سام يستخدم في المنازل كوقود. أذكر أفضل الطرق المتبعة لإسعاف المصاب.

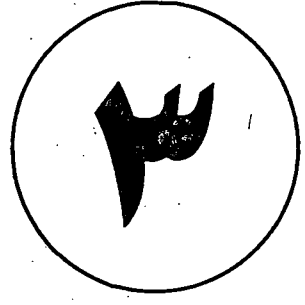
س ٣ : لماذا يمنع تناول الأكل أو الشرب أو التدخين في المستودعات أو المختبرات الكيميائية؟

س ٤ : أذكر أسماء خمسة مركبات لا تشتعل بسهولة.

س ٥ : بالنظر إلى جدول ٢ - ٢ و جدول ٢ - ٣ وضح نوع الخطورة لكل من المركبات التالية:

- (أ) الكلور.
- (ب) حمض الكبريتيك.
- (ج) كلوريد الإيثيل.
- (د) الإيثيلين.
- (هـ) رابع كلوريد السليكون.
- (و) الكبريت.

س ٦ : ما هي المواد الكيميائية المستخدمة في الطفايات اللازمة لإطفاء حريق في إحدى المصانع البتروكيميائية؟



الباب الثالث

تلوث البيئة

مقدمة :

منذ أن عرف الإنسان الصناعات الكيميائية سواء كانت هذه الصناعات بتروكيمياءات أو بلميرات أو صناعات تكرير البترول أو أسمدة أو أصباغ ومنظفات صناعية، فإن الشغل الشاغل له هو كيفية التخلص مما تخلفه هذه الصناعات من مواد خطيرة وسامة بالنسبة للإنسان والحيوان والنباتات.

ويكفي للدلالة على خطورة ما تخلفه هذه الصناعات الكيميائية أن موضوع تلوث البيئة جاء تقريباً مرادفاً من حيث الزمن مع تطور هذه الصناعات الكيميائية. ولقد أنشأت معظم دول العالم وكالات خاصة بها توليها كل العناية وهي وكالة حماية البيئة. وتكاثفت هذه الوكالات مع بعضها البعض في تبادل الخبرات من حيث كيفية التخلص مما يهدد البيئة من هذه المخلفات ومن أمثال ما سمعنا به في هذا الصدد هو موضوع الأمطار الحامضية التي أهلكت الزرع والضرع في مزارع كندا وكانت أصلاً آتية من شمال الولايات المتحدة الأمريكية وأقطار أوروبا الغربية من غازات حمضية للمصانع مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين وتمت دورته مع رطوبة الجو والرياح إلى أن تنزل على شكل مطر حمض على مزارع كندا.

ومن الأمثلة على أضرار المنتجات الكيميائية هو ما حدث لطبقة الأوزون وهو ثقب الأوزون في طبقات الجو العليا وخصوصاً عند منطقة القطب. وكما نعلم جميعاً فإن طبقة الأوزون والتي أنعم الله تعالى بها على كل من في الأرض من حماية لهم من الأشعة الكونية الرهيبية وخاصة الأشعة فوق البنفسجية التي تسبب سرطان الجلد وكثير من الدمار والأمراض وذلك ناتج من الاستخدام العشوائي لبني البشر

الكيمياء العامة والتطبيقية لكل من الفلورو أو الكلورو كربونات والتي تستخدم في اليرسولات والمبيدات.

لذلك قامت الدراسات وأنفق عليها الكثير في وكالات حماية البيئة وفي معاهد البحث العلمي:

أولاً : لدراسة التأثير البيولوجي لهذه النفايات على الإنسان.
ثانياً : الفترة الزمنية الحرجة التي يتأثر بها الإنسان إذا تعرض لمثل هذه المواد السامة.

ثالثاً : الكمية بالجزء في المليون من الجرام التي تدخل الجسم سواء عن طريق الشم أو البلع أو اللمس.

الملوثات الكيميائية للبيئة :

إن تلوث الهواء بالغازات يأتي معظمه من احتراق الوقود. وقد بدأ هذا التلوث بقديم إحراق الإنسان للخشب والفحم. هذا وقد بدأت الحكومات مبكراً بوضع حداً لمثل هذا التلوث. فقد أمر البرلمان البريطاني في وقت مبكر عام ١٢٧٣م منع إحراق الفحم في لندن. وعلى الرغم من أن كيمياء الغازات غير معروفه في ذلك الوقت إلا أن البرلمان البريطاني أراد أن يقلل الدخان. والدخان هو الناتج المرئي من الإحتراق غير الكامل ويرافقه غازات كيميائية. والدخان هو عبارة عن أجزاء صغيرة الحجم متوسط قطرها ٠.٧٥ ميكرون ويتكون من تركيبات كيميائية مختلفة تحتوي بصورة أساسية على الكربون والهيدروكربونات وجزئيات المعادن المختلفة.

يتكون الوقود من عنصر الكربون ومركبات الكربون ويعطي عند الإحتراق حرارة كما أن الغاز الرئيسي الذي يتصاعد منه هو غاز ثاني أكسيد الكربون غير السام إذا كان الهواء متوفرًا بشكل جيد إلا أن تركيز الأوكسجين الموجود في الهواء قد يتناقص مما يؤدي إلى احتراق غير كامل وبذلك يتكون أول أكسيد الكربون السام. بينما تتصاعد أكاسيد النيتروجين نتيجة لتفاعل النيتروجين الجوي مع الأوكسجين في وجود حرارة الإحتراق. بالإضافة إلى ذلك تتصاعد أكاسيد الكبريت لإحتواء الوقود سواء الفحم أو البترول على مركبات الكبريت.

ومن أبرز الأمثلة على حوادث تلوث الهواء هو التلوث الذي حدث في لندن في الفترة من ٣ إلى ١٠ ديسمبر عام ١٩٥٢م إذ سكن الهواء وانخفضت درجة الحرارة وازدادت الرطوبة وكثر الضباب الدخاني smog الملوث بالغازات السامة مثل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات المتصاعدة من مواقد الفحم في البيوت والمصانع وانعدمت الرؤية حيث أصبح مداها في حدود ثلاثة أمتار مما أدى إلى موت أربعة آلاف شخص.

لعل أهم مصادر تلوث الماء هو تدفق مياه المجاري والمخلفات والمياه الصناعية والبتروكيمياويات إلى المسطحات المائية كما أن المبيدات الكيميائية ونفايات المصانع وملوثات الهواء تصل إلى المسطحات المائية عن طريق مياه الأمطار أو الرياح عند ملامستها لسطح الماء. ولعل القاسم المشترك بين هذه الملوثات هو تأثيرها على تركيز الأكسجين في الماء ويتم ذلك عن طريق نمو الكائنات المائية الدقيقة مثل البكتيريا في المياه الملوثة بمياه المجاري حيث تستهلك هذه الكائنات الأكسجين المذاب في الماء لتكسير المواد الكيميائية العضوية الملوثة للماء مما يؤثر على تركيز الأكسجين في الماء ويهدد الحياة البحرية. كما أن الملوثات الكيميائية السامة مثل العناصر الثقيلة والمبيدات وغيرها تصل إلى الكائنات الحية مثل الأسماك والنبات مما يؤثر على نموها وتكاثرها على الإنسان المستهلك النهائي لهذه الكائنات. هذا بالإضافة إلى الأخطار المباشرة على الإنسان من تعرض مياه الشرب للتلوث سواء بالكائنات الحية الدقيقة أو بالكيميائيات السامة. وفيما يلي أهم الملوثات الكيميائية.

أولاً : أكاسيد الكربون.

تشمل أكاسيد الكربون كل من أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وهي غازات عديمة اللون والرائحة. وكما هو معروف أن المصدر الرئيسي لهذين الغازين هو احتراق الوقود سواءً من مداخن المصانع أو محطات توليد الكهرباء أو محركات السيارات أو الطائرات التي بدأ يزداد عددها سنة بعد الأخرى أو وسائل النقل

المختلفة أو من الإحترق لغرض التدفئة وكذلك من الحرائق ومن احتراق القمام
وغيرها.

غاز ثاني أكسيد الكربون غير سام إلا أن تواجده بتركيز عالية جداً يؤثر على
تركيز الأوكسجين مما يسبب الاختناق. كما أن بعض العلماء يعتقدون أنه نظراً
لزيادة استهلاك الوقود فإن كمية ثاني أكسيد الكربون قد تزداد في الغلاف الجوي
مما قد يسبب في المستقبل تغيرات في الظروف الجوية وارتفاعاً في درجة الحرارة
وذلك لقدرة ثاني أكسيد الكربون على امتصاص الأشعة تحت الحمراء القادمة من
الشمس. إلا أن فريقاً آخرًا من العلماء يعتقد أن التمثيل الضوئي للنباتات
وذوبان ثاني أكسيد الكربون في ماء المطر كفيلان بأن يبقيا نسبة ثاني أكسيد
الكربون في الهواء دون تغير يذكر.

يتصاعد ثاني أكسيد الكربون من احتراق الوقود إذا كان الهواء متوفرًا بشكل
جيد، إلا أن تركيز الهواء قد يتناقص مما يؤدي إلى احتراق غير كامل وبذلك يتكون
أول أكسيد الكربون السام. ويزيد الاحتراق غير التام من المواد الكيميائية الصادرة من
عوادم السيارات وذلك لارتفاع نسبة الوقود لنسبة الهواء في المحرك حيث أن النسبة
الصحيحة هي جزء وقود إلى ١٥ جزء من الهواء في السرعات المتوسطة داخل المدن
وتختلف هذه النسبة باختلاف السرعة.

وترجع سمية أول أكسيد الكربون إلى قدرته على الإتحاد مع الهيموجلوبين
وتكوين مركب كاربوكسي هيموجلوبين الذي يحد من قدرة الدم على الإتحاد مع
الأوكسجين مما يؤدي إلى عدم وصول الأوكسجين اللازم إلى خلايا الجسم.

إن تنفس الهواء الذي يحتوي على ١٠٠٠ جزء في المليون ppm من أول أكسيد
الكربون يسبب الموت السريع. وقد وجد أن حالات التسمم بأول أكسيد الكربون
تحتوي على ٥٠ إلى ٨٠٪ من الهيموجلوبين متحد بأول أكسيد الكربون على شكل
كاربوكسي هيموجلوبين. ومع ذلك فإن إنترع أول أكسيد الكربون من الهيموجلوبين
عملية سريعة أيضاً. فمثلاً نجد أن الأشخاص الذين يتمتعون بصحة جيدة يفقدون
نصف أول أكسيد الكربون المتحد مع الهيموجلوبين في خلال ثلاث إلى أربع

ساعات من تعرضهم لهذا الغاز. لذلك فإن أول أكسيد الكربون على عكس الملوثات الأخرى، يعتبر من المواد الخطرة إذا تم التعرض له بكميات مركزة في وقت قصير.

يزداد تركيز أول أكسيد الكربون في المدن المزدهمة بالسيارات وقد يصل إلى نسبة قدرها ١٠٠ جزء في المليون خاصة في الأنفاق وفي بعض الحالات في الشوارع المزدهمة بالسيارات. علماً بأن هذه النسبة قد تسبب عند بعض الناس، خاصة المصابين بفقر الدم، بعض الأعراض مثل وجع الرأس والدوخة وحاجة إلى النوم. لذلك فإنه مثلاً في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية يعتبر التعرض لأول أكسيد الكربون الموجود بنسبة ١٢٠ جزء في المليون لمدة ساعة أو ٣٠ جزء في المليون لمدة ثمان ساعات، يعتبر نسبة خطيرة جداً.

وعلى الرغم من أن الدراسات تبين أن نسبة أول أكسيد الكربون في الهواء تتضاعف نظرياً كل خمس سنوات، إلا أنه من ناحية أخرى يجب أن نعرف أن كميته تتناقص عن طريق أكسدته إلى ثاني أكسيد الكربون حيث تتم الأكسدة في الجو ببطء في وجود أشعة الشمس بمعدل ١٪ من أول أكسيد الكربون في الساعة. وهو غاز قابل للاشتعال في وجود الأكسجين ويعطي ثاني أكسيد الكربون.

ثانياً : أكاسيد الكبريت.

تشمل أكاسيد الكبريت كل من ثاني أكسيد الكبريت وثالث أكسيد الكبريت. يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت من حرق الكبريت أو الكبريتيد أو مركبات الكبريت بشكل عام. كما أن النسبة العظمى تأتي من احتراق الوقود (سواء الفحم أو البترول) المحتوي على مركبات الكبريت. حيث يوجد الكبريت في الفحم والبترول بنسب متفاوتة.

فمثلاً يحتوي الفحم على ٤٪ إلى ٥٪ كبريت على شكل مركبات كبريتية مثل بايرات الحديد FeS_2 وكبريتات غير عضوية. وقد وجد أن احتراق الفحم يعطي ٦ مليون طن من ثاني أكسيد الكبريت في السنة في بريطانيا لوحدها، لذلك فإن

عملية إنتزاع مركبات الكبريت من الفحم لها دور فعال لإختزال مشكلة التلوث بأكاسيد الكبريت. كما أن وقود البترول قد يحتوي على نسبة مقاربة لنسبة الكبريت في الفحم. ويوجد الكبريت في البترول على شكل كبريتيد الهيدروجين أو مركبات عضوية. هذا ويتكون ثاني أكسيد الكبريت مع قليل من ثالث أكسيد الكبريت عن طريق مصادر طبيعية مثل البراكين. ويتميز غاز ثاني أكسيد الكبريت برائحة نفاذة وغير سارة وهو أعلى كثافة من الهواء الجوي ولا يحترق ولا يساعد على الإحتراق.

أما ثالث أكسيد الكبريت فهو سائل درجة غليانه ٤٥°م لذلك فهو سهل التطاير. وهو شديد الميل للماء ويكون حمض الكبريتيك لذلك فهو يعتبر حمض كبريتيك فقد ماءه ويسمى حمض الكبريتيك اللامائي.

يتكون ثالث أكسيد الكبريت لنفس أسباب تكون ثاني أكسيد الكبريت ولكن بنسبة أقل بكثير وبشكل عام توجد المادتين مع بعض في معظم الحالات. كما أنه يتكون ببطء من تأكسد ثاني أكسيد الكبريت في وجود أشعة الشمس.

يدوب ثاني أكسيد الكبريت في الماء ليكون حمض الكبريتوز غير الثابت حيث يتأكسد بسهولة إلى حمض الكبريتيك بعوامل مؤكسدة مختلفة.

لذلك فإن تلوث الهواء بأكاسيد الكبريت يؤدي إلى تكون وتساقط حمض الكبريتوز والكبريتيك عن طريق الرطوبة الموجودة في الهواء الجوي أو عن طريق المطر مما يشكل الأمطار الحمضية ويزيد من مشكلة التلوث.

يؤثر ثاني أكسيد الكبريت على الأغشية المخاطية ويسبب إتهاباً في الجهاز التنفسي كما يسبب الكحة وضيق في التنفس وعدم الراحة. وعندما تزداد كميته في الهواء فإنه يؤدي إلى تشنج الحبال الصوتية وإلى الاختناق. فمثلاً عندما يصل تركيز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء إلى نسبة قدرها واحد إلى خمسة جزء في المليون فإنه يسبب عدم الراحة وصعوبة في التنفس، أمّا التعرض له لمدة ساعة وتركيز يصل إلى عشرة جزء في المليون فإنه يؤدي إلى آلام حادة وأعراض خطيرة. لذلك فإنه في

كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية يعتبر وجود ثاني أكسيد الكبريت بتركيز خمسة جزء في المليون يعتبر تلوث خطير. وعلى الرغم من أنه يدخل عن طريق الجهاز التنفسي ويخرج عن طريق البول على شكل كبريتات، إلا أن أعراضه لها صفة الاستمرارية على عكس أول أكسيد الكربون الذي يمكن إنقاذه صاحبه إذا تم التخلص منه بسرعة. ويؤثر ثاني أكسيد الكبريت على النباتات إذ يحدث أضراراً في أوراقها ويعتمد هذا الضرر على تركيزه فعند زيادته يؤدي إلى جفاف الخلايا وموتها. وقد وجد أن بعض النباتات تتأثر بشكل واضح عند تراكيز منخفضة تصل إلى ٠.٢ جزء في المليون. بالإضافة إلى ضرر ثاني أكسيد الكبريت المباشر فإن ضرره غير المباشر يأتي من تحوله إلى أحماض الكبريت مما يؤدي إلى أضرار بالغة لما لهذه الأحماض من تأثير على الجهاز التنفسي وعلى الخلايا الحية. حيث تصل هذه الأحماض إلى الجهاز التنفسي عن طريق بخار الماء وتسبب التهابات وأضراراً أكثر مما يسببه ثاني أكسيد الكبريت. كما أن هذه الأحماض تؤثر على الكائنات الحية الأخرى النباتية والحيوانية، وكذلك تؤثر على المعادن ومواد البناء حيث تساعد على تآكلها حتى ولو كانت هذه الأحماض بتركيز منخفضة.

أما بالنسبة لثالث أكسيد الكبريت، فإنه على عكس ثاني أكسيد الكبريت، يتحول بسرعة إلى حمض الكبريتيك، لذلك فإن ضرره ينبع من تكون حمض الكبريتيك.

ثالثاً : كبريتيد الهيدروجين.

يوجد على شكل غاز وله رائحة البيض الفاسد وهو عديم اللون وأثقل من الهواء. كما أنه يحترق ويكون ثاني أكسيد الكبريت والماء إذا كانت كمية الأكسجين كافية أما إذا كانت غير كافية فإنه يحترق إحتراقاً غير كامل إلى كبريت وماء. وله سمية عالية حيث يؤثر في الجهاز العصبي المركزي ويؤدي إلى التهاب في الأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي والعينين كما يؤثر على حاسة الشم. فعندما يوجد بتركيز منخفضة جداً تصل إلى ١٠ جزء في المليون يمكن الإحساس برائحته ولكن مع زيادة التركيز إلى ١٠٠ جزء في المليون لعدة دقائق فإنه يتلف الإحساس بالشم. ان استمرار تنفس مثل هذا التركيز يسبب أضراراً بالغة للجهاز التنفسي. فلقد

حدث في المكسيك عام ١٩٥٠م تلوث بسبب تسرب تراكيز عالية من كبريتيد الهيدروجين في الهواء لمدة ساعة مما أدى إلى قتل اثنين وعشرين شخصاً. كما وصل إلى المستشفيات ٣٢٠ حالة، وهؤلاء الذين تأثروا بالغاز فقدوا خاصية الشم. نستنتج مما سبق أنه على الرغم من أننا نستطيع أن نشم رائحته عند تراكيز منخفضة جداً إلا أننا لا نستطيع تحديد تركيزه فيما لو كان أعلى من المسموح به، لذلك لابد من توفر أجهزة في المصانع وفي المدن للكشف عن تركيزه وبالتالي اتخاذ الاحتياطات اللازمة.

يوجد كبريتيد الهيدروجين في كثير من المياه المعدنية (المياه الكبريتية) كما يتصاعد من فوهات البراكين حيث يحترق كثير منه احتراقاً غير كامل إلى كبريت وماء. كما ينتج كبريتيد الهيدروجين من تخمر المواد العضوية التي تحتوي على الكبريت مثل المخلفات البشرية، لذلك يتصاعد من مياه المستنقعات والمجاري. إلا أن المصدر الرئيسي لتلوث البيئة يأتي من إنتاج غاز الفحم ومن تكرير البترول ومن بعض الصناعات البتروكيميائية لإعتباره أحد مكونات البترول والغاز الطبيعي. يتأكسد كبريتيد الهيدروجين في الهواء إلى حمض الكبريتيك.

لذلك فإن تركيزه في الهواء على مستوى العالم لا يزداد مع الزمن على الرغم من انبعاث حوالي ٣٠٠ مليون طن كل سنة. وبالتالي فإن تأثيره على الصحة يأتي من التركيز المفاجيء في مناطق محدودة.

رابعاً : فلوريد الهيدروجين.

يتصاعد فلوريد الهيدروجين من اختزال أسمدة الفوسفات ومن تصنيع خامات الحديد وصناعة السيراميك وغيرها. وهو غاز سام ومسبب للتآكل بدرجة كبيرة، لدرجة أنه يمكن أن يدمر الزجاج الذي يقاوم كثيراً من المركبات الكيميائية. ويندوب فلوريد الهيدروجين في ماء المطر مكوناً حمض الهيدروفلوريك.

وعلى الرغم من أن القياسات تشير إلى أن تركيز فلوريد الهيدروجين في الهواء الملوث غير مرتفع، إلا أن خطورته تأتي من أن أيون الفلوريد يأخذ الصفة التراكمية

في النبات مما يؤثر عليها وعلى الكائنات الحية التي تتناولها بما فيها الإنسان الذي يتناول هذه النباتات المحتوية على تراكيز عالية من أيون الفلوريد.

خامساً : أكاسيد النيتروجين.

تتألف أكاسيد النيتروجين الملوثة للبيئة بضورة أساسية من أكسيد النيتريك وثاني أكسيد النيتروجين.

أكسيد النيتريك غاز عديم اللون وهو لا يساعد على الإشتعال العادي أما المواد التي تشتعل بشدة مثل المغنسيوم والكبريت فيمكن أن تستمر في إشتعالها إذا وضعت في الغاز. ويتحد أكسيد النيتريك بالأكسجين عند درجات الحرارة العادية مكوناً ثاني أكسيد النيتروجين.

وثاني أكسيد النيتروجين غاز بني اللون ويميل إلى اللون الأحمر. وهو يذوب في الماء مكوناً حمض النيتروز وحمض النيتريك، إلا أن حمض النيتروز غير ثابت ويتحلل إلى أكسيد النيتريك.

وتتكون أكاسيد النيتروجين هذه من تفاعل النيتروجين الجوي مع الأكسجين الجوي عند درجات الحرارة العالية جداً أثناء عمليات احتراق الوقود. وتنتج النسبة العظمى من هذه الأكاسيد من عوادم السيارات حيث يتولد أكسيد النيتريك من تفاعل الأكسجين مع النيتروجين في داخل المحرك، ثم ينتج ثاني أكسيد النيتروجين ورابع أكسيد النيتروجين أثناء التبريد السريع لغازات العادم اللاحق للعملية السابقة.

كما تنتج أكاسيد النيتروجين أثناء احتراق الوقود في المصانع ومحطات الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الأكاسيد تنتج كمخلفات من بعض الصناعات الكيميائية.

لأكاسيد النيتروجين رائحة غير مريحة، كما أنها تؤثر على الجهاز التنفسي وقد تسبب بعض أنواع الحساسية والتهابات في الجهاز التنفسي، كما تؤثر على

الأغشية المخاطية. بالإضافة إلى ذلك فإن أكاسيد النيتروجين وخاصة ثاني أكسيد النيتروجين تؤثر على نمو النباتات.

لون ثاني أكسيد النيتروجين بني محمر كما أنه يمتص بعض أشعة الشمس لذلك فإن وجوده في الهواء يؤدي إلى إنخفاض مدى الرؤية ويساعد على تكون الضباب الدخاني smog وذلك في وجود الملوثات الأخرى مثل الأوزون وأكاسيد الكبريت والهيدروكربونات التي تنتج من الاحتراق غير الكامل للوقود.

وكمثال على تكون الضباب الدخاني هو ما يحدث في مدينة لوس أنجلوس بالولايات المتحدة حيث ينطلق يومياً في الهواء ٧٥٠ طن من أكاسيد النيتروجين و ٢٥٠ طن من مواد هيدروكربونية والنتاج المرئي للتفاعلات الضوئية لهذه الملوثات هو الضباب الدخاني. وعلى الرغم من أنه لا توجد دلائل تشير إلى أن الضباب الدخاني يؤثر على صحة الإنسان إلا أنه لا يستبعد أن زيادة تركيز بعض الكيمياءات في الضباب الدخاني تسبب أضراراً بالغة. فمثلاً يسبب الأوزون أضراراً بالغة في الجهاز التنفسي وهو أحد مكونات الضباب الدخاني عندما يوجد بتراكيز قليلة تصل إلى واحد جزء في المليون وذلك عندما يبقى لمدة ثمان ساعات في اليوم ولمدة عام. كما أنه كلما زادت المواد المؤكسدة في الضباب الدخاني كلما زاد ضرره.

يساعد ثاني أكسيد النيتروجين في وجود ضوء الشمس على زيادة كمية الأوزون في الجو حيث يعطي ذرة أكسجين ويتحول إلى أكسيد النيتريك. تتحد ذرة الأكسجين هذه مع غاز الأكسجين الجوي لتعطي الأوزون.

كما أن هذه التفاعلات الضوئية تعطي فوق أكسيد أسيتيل نيتريت وذلك في وجود الهيدروكربونات.

يؤثر فوق أكسيد أسيتيل نيتريت على الإنسان والكائنات الحية، كما أنه مادة مؤكسدة ويتفاعل مع الأكسجين ليعطي كمية إضافية من الأوزون.

للأوزون آثار ضارة على الإنسان والحيوان مشابهة لتأثيرات ثاني أكسيد النيتروجين. كما أن للأوزون تأثيرات ضارة على النباتات. وكذلك يؤثر على بعض

البوليمرات مثل المطاط وغيره حيث أن الأوزون مادة نشيطة تؤكسد كثيراً من المواد. وهنا يجب عدم الخلط بين أضرار الأوزون القريب من سطح الأرض وبين فوائد الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير التي تبعد حوالي ٢٤ كم عن سطح الأرض. حيث أن لهذه الطبقة فائدة في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية قصيرة الموجة والتي تسبب أضراراً على الكائنات الحية. وتتأثر هذه الطبقة بالملوثات الكيميائية حيث تدل الدراسات على أن التفجيرات النووية وأكاسيد النيتروجين المتخلفة من الطائرات أو المتكونة أثناء التفريغ الكهربائي في السحب الرعدية وكذلك مركبات الفلوروكربون المستخدمة في الأيروسولات، كل هذه الملوثات تعمل على خفض كمية الأوزون في هذه الطبقة، مما يزيد من خطر وصول تراكيز عالية من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض. وهنا يتضح أن أكاسيد النيتروجين لها دور مزدوج حيث تعمل على زيادة تركيز الأوزون بالقرب من سطح الأرض إذ أن تركيزه منخفض جداً بينما تعمل على تقليل تركيز الأوزون في الطبقات العليا مثل طبقة الستراتوسفير، التي تحتوي على الأوزون بتراكيز عالية.

سادساً : الهيدروكربونات.

هي مركبات مكونة من الهيدروجين والكربون، مثل الميثان والإيثان والبروبان والبيوتان وغيرها. وهي المكون الرئيسي للبتروول وتنشأ من الاحتراق غير الكامل لوقود السيارات والمصانع. ولها أضرار على الصحة كما أنها تسبب الضباب الدخاني وسنوضح في الفصل القادم هذا الموضوع بشيء من التفصيل. إلا أنه يجب الإشارة هنا إلى أنه من أكثر الهيدروكربونات الملوثة للبيئة ضرراً هو البنزوبيرين الذي يسبب السرطان. ويتكون من احتراق مكونات البتروول وخاصة الثقيلة مثل الزيوت والقار كما يوجد في دخان السجائر (التبغ) وفي قطران الفحم.

سابعاً : المعادن الثقيلة.

يحصل تلوث الهواء والماء بالمعادن الثقيلة من جراء انفجار البراكين ومن المبيدات الحشرية والفطرية المحتوية على العناصر الثقيلة. وكذلك يحصل التلوث بها عن طريق المخلفات الصناعية، ومن مخلفات الوقود في المصانع ووسائل

الكيمياء العامة والتطبيقية
النقل. إن مركبات الكاديوم والنحاس والكروم والكوبلت والنيكل والزنك والزرنيخ والبريليوم وغيرها من العناصر الثقيلة التي تلوث البيئة إلا أن الزئبق والرصاص تعتبر من أكثر العناصر الثقيلة الملوثة للبيئة.

(أ) الزئبق.

يؤثر بخار الزئبق على الجهاز العصبي المركزي، ولمركبات الزئبق خصائص سامة. ويلوث الزئبق الهواء عن طريق صناعة الزئبق وبعض المبيدات. الفطرية التي تحتوي على معدن الزئبق وكذلك صناعة الأصباغ.

فعلى سبيل المثال تلقى الصناعات الأمريكية أكثر من ٥٠٠ طن سنوياً من مركبات الزئبق في المسطحات المائية. وعلى الرغم من أن الحد المسموح به هو ٠,٥ جزء في المليون، إلا أن تركيز الزئبق وصل في بعض الشواطئ في خلايا الكائنات المائية الحية مما يؤثر عليها ويصل تأثيرها إلى المستهلك النهائي لها وهو الإنسان. ومركبات الزئبق بشكل عام سامة.

(ب) الرصاص.

يعتبر الرصاص ومركباته مواداً سامة ولها أضرار صحية مختلفة. والمصدر الرئيسي لتلوث الهواء بمركبات الرصاص هو عوادم السيارات حيث تصل كمية الرصاص الناتجة من السيارات حوالي ٥٠٠ ألف طن في السنة وهذا يمثل أكثر من ٩٠٪ من الرصاص الملوث للهواء. وقد أجريت دراسة في مدينة الرياض عام ١٤٠٣هـ بينت أن تركيز الرصاص يقع بين ٣ إلى ٦ ميكروجرام/م^٣ وهو ضعف النسبة المسموح بها على مدار السنة.

وسبب ذلك هو احتواء وقود السيارات على رباعي الكيل الرصاص الذي يوضع لرفع رقم الاوكتان للبنزين. يتحول رباعي الكيل الرصاص إلى أكاسيد وأملاح الرصاص عند احتراق الوقود في المحرك، وهذه تتحول في الهواء إلى كربونات الرصاص التي تنتشر على شكل جسيمات صغيرة سامة يحملها الهواء.

لذلك فإنه يستخدم ميثل ثالثي بيوتل ايثر لرفع رقم الأوكتان لوقود السيارات بدلاً من رباعي ألكيل الرصاص والتي تشمل رباعي ميثيل الرصاص ورباعي إيثيل الرصاص التي ثبت ضررها على تلوث البيئة وصحة الإنسان. وعملية رفع رقم الأوكتان، هو إدخال مواد وضبط نسب مكونات البنزين (وقود السيارات) بحيث يعطي عند الاستخدام الأداء الأمثل كوقود من ناحية الاحتراق الكامل وتقليل عدد الخبثات في المحرك. وتجدر الإشارة هنا بأن رقم أوكتان البنزين الخام لا يتعدى في أغلب الأحيان ٥٥٪ إلى ٦٥٪ والمطلوب رفعه إلى ٨٣.٥٪ للبنزين العادي و ٩٥٪ للممتاز. وقد عدلت المصافي في بعض الدول عن إضافة مركبات الرصاص إلى البنزين واستبدل بها ميثل ثالثي بيوتل ايثر. ومن أمثلة هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية كما أنه تقرر مؤخراً إنشاء مصنع تابع لشركة سابك في المملكة العربية السعودية لإنتاج ٥٠٠ طن سنوياً من هذه المادة.

ثامناً - الجسيمات :

هي عبارة عن جسيمات صغيرة جداً يتراوح قطرها بين جزء من المئة من الميكرون إلى ٥٠٠ ميكرون. وهي تتكون من الأتربة الصناعية والطبيعية وحببات الرمال والدخان (مؤلف من جزيئات الكربون والمعادن الثقيلة) والضباب وما يحتويه من أحماض وغيرها من الجسيمات الصغيرة.

والمصدر الرئيسي لها هو الأتربة الصناعية مثل السليكات المنتشرة من مصانع الأسمنت، كما أنها تنشأ من دخان ورماد الحرائق ومخلفات الاحتراق غير الكامل بالإضافة إلى ذلك فإنها قد تنشأ من مصادر طبيعية مثل حببات الرمال والأتربة التي تحملها الرياح وكذلك ما تقذفه البراكين من جسيمات يحملها الهواء.

تساقط الجسيمات (وخاصة الكبيرة منها) من الهواء بعد عدة أيام على الأرض وذلك بتأثير الجاذبية، كما أن للمطر دوراً في إزالتها. وتسبب هذه الجسيمات أضراراً مختلفة على الجهاز التنفسي والعيون، وتسبب بعض أمراض الحساسية. بالإضافة إلى ذلك فإن لها دوراً في امتصاص أشعة الشمس مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الأرض، كما أنها تؤثر على المنشآت والنباتات. ويختلف

ضررها حسب نوعها ومصدرها، فمثلاً الأتربة الناتجة من مصانع الأسمنت تكون طبقة صلبة على النباتات مما يسبب جفافها.

تاسعاً : المبيدات :

هناك عدة طرق لنشر المبيدات الحشرية، فإذا كان الرش أو التضييب هو الطريقة المستخدمة فإن جسيمات المبيدات الحشرية تعلق في الهواء ثم يحملها إلى مسافات بعيدة كما أن للمبيدات خاصية التبخر. ويعتبر د. د. ت. DDT من المبيدات الحشرية السامة والملوثة للبيئة بسبب ثباته وعدم تفككه لفترات طويلة لذلك فإنه لم يعد يستعمل كما كان من ذي قبل وقد استبدل بمركبات الفوسفات العضوية والكريامات. كما استبدلت الكيالات الزئبق كمبيدات للفطريات بمشتقات ألكوكسي وفينيل زئبق حيث أنها أقل ثباتاً ولا تدوم طويلاً وبالتالي تتفكك ويكون أثرها في تلوث الهواء أقل.

للمبيدات أهمية كبيرة في زيادة كفاءة الإنتاج الزراعي وتمثل في القضاء على الحشرات والفطريات والأعشاب الضارة، كما أن لهذه المبيدات آثاراً سيئة على تلوث البيئة سواء الهواء أو الماء. فبعد رش النباتات بهذه المبيدات فإنها تصل إلى المسطحات المائية عن طريق مياه الأمطار ومجري الصرف. بالإضافة إلى ذلك فإن هذه المبيدات وخاصة المبيدات الحشرية تصل إلى المسطحات المائية مباشرة عند رش البحيرات أو الأنهار للقضاء على الحشرات. كما تصل إلى المسطحات المائية عن طريق الأمطار أو الرياح بعد رش الهواء للقضاء على الحشرات.

عند وصول هذه المبيدات إلى المسطحات المائية فإن ذلك يؤثر على الكائنات البحرية الحية سواء الحيوانية أو النباتية كما يؤثر على الطيور المائية. وقد أثبتت الدراسات وجود هذه المبيدات في خلايا الكائنات البحرية الحية مما يؤدي في بعض الأحيان إلى موت هذه الكائنات. ولقد امتد أثرها إلى الإنسان الذي يتناول هذه الكائنات وخاصة الأسماك. كما أن هذه المبيدات قد تسبب ضرراً مباشراً للإنسان من جراء تناول المواد الغذائية (النباتات) التي رشت بهذه المبيدات.

نسبة مكونات الملوثات الكيميائية المسموح بها في الهواء :
لا بد من معرفة الحد المسموح به من الملوثات الكيميائية، الناتجة عن احتراق
الوقود احتراقاً غير كامل وعن المخلفات الصناعية، التي لو زادت عن مقدارها فإنها
تسبب خطراً على الصحة. لذلك فإن معرفة هذه النسب وتطبيقها في المصانع
يؤدي إلى حماية البيئة من التلوث وبالتالي حماية الصحة العامة.

وبين الجدول ٣ - ١ الحد الأقصى المسموح به من الملوثات الكيميائية
خلال فترة مدتها ثمان ساعات وذلك حسب ما هو مطبق في الولايات المتحدة
الأمريكية. إلا أنه يجب التنويه هنا أنه كلما زادت فترة التعرض لهذه الملوثات فإن
النسبة المسموح بها يجب أن تقل. هذا بالإضافة إلى أنه لكل دولة من دول العالم
تشريعات خاصة بها تحدد الحد المسموح به من الملوثات الكيميائية في فترات
مختلفة. فمثلاً تحدد مصلحة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية
بأن متوسط تركيز ثاني أكسيد الكبريت خلال ساعة واحدة لفترة طولها ٣٠ يوماً
يجب ألا يتعدى ٠,٢٨ جزء في المليون وعندما تزيد هذه الفترة فإنه يجب أن يقل
التركيز بحيث يصبح متوسط تركيزه خلال ٢٤ ساعة لفترة طولها ١٢ شهراً يجب
ألا يزيد عن ٠,١٤ جزء في المليون.

جدول ٣ - ١ : الحد الأقصى المسموح به من الملوثات الكيميائية خلال
فترة مدتها ثمان ساعات^(٥)

المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون
ايشين ثيول	١٠ ٢٥	إيثل أمين	١٠ ١٨
إيثانول أمين	٣ ٦	إيثل أمايل كيتون	٢٥ ١٣٠
إيثوكسي إيثانول	٢٠٠ ٧٤٠	إيثل بنزين	١٠٠ ٤٣٥

الكيمياء العامة والتطبيقية
تابع جدول ٣ - ١ :

المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون
إيثلين كلوروهيدرين	١٦ ٥	أستلدهيد	٣٦٠ ٢٠٠
إيثلين ثنائي أمين	٢٥ ١٠	أكسيد الكالسيوم	٥ —
أكسيد الأيثلين	٩٠ ٥٠	أستون	٢٤٠٠ ١٠٠٠
ايزوبروبيل أستون	٤١٠ ١٠٠	أستون نيتريل	٧٠ ٤٠
ايزوبروبيل إيثر	٢١٠٠ ٥٠٠	إيثل إيثر	١٢٠٠ ٤٠٠
أرسنات الرصاص	١٥ —	إيثل فورميت	٣٠ ١٠٠
أكسيد المجنسيوم	١٥ —	ايزوبروبيل أمين	١٢ ٥
أكريلات الإثيل	١٠٠ ٢٥	أكرولين	٢٥ ان
أكريلات الميثل	٣٥ ١٠	أكريل أميد	٣ ان
إيثل ميثل كيتون	٥٩٠ ٢٠٠	أكريلونيتريل	٤٥ ٢٠
إيوديد الميثل	٢٨ ٥	اسبستوس	١٨٠ —
أكتان	٢٣٥٠ ٥٠٠	إسمنت	١٨٠٠ —
أكسيد أوزميوم	٢٠٠٢ —	الدرين	٢٥ ان
أكسيد البروبيلين	٢٤٠ ١٠٠	أمينوبيريدين	٥٢ ان ٢
أحادي كلوريد		أمونيا	٣٥ ٥٠
الكبريت	٦ ١	أمونيوم سلفميت	١٥ —
أكسيد الزنك	٥ —	أنيلين	١٩ ٥
أكسيد النيتريك	٣٠ ٢٥	أنيسيدين	٥٥ —
أول أكسيد الكربون	٥٥ ٥٠	أنثيمون ومركباته	٥٥ —
أوزون	ان ان	أرسينيك ومركباته	٥٥ —
أرسنات الكالسيوم	١ —	أرسين	ان ٥٠٥

المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون
إندرين	—	بترول (غاز)	١٨٠٠ ١٠٠٠
باريوم	—	بترول (نفتا)	٢٠٠ ٥٠٠
بيريدين	٥	بنتادايئين حلقي	٢٠٠ ٧٥
بنزويل بيروكسيد	—	بلائين ومركباته	٠.٠٢ —
بلاماء حمض البوريك	—	بروبيل نيتريت	١١٠ ٢٥
بلاماء حمض الخل	٥	بروبان	١٨٠٠ ١٠٠٠
بلاماء حمض الماليك	٢٥	تلريوم	از —
بلاماء حمض فتاليك	٢	تولوين	— ٢٠٠
برومييد الهيدروجين	٣	تولويدين	٢٢٠ ٥
برومو إيثين	٢٠٠	ترينتين	٥٦٠ ١٠٠
بتتان	١٠٠٠	تتراهيدروفيران	٥٩٠ ٢٠٠
برليوم	—	ثنائي كلورونزين	٣٠ ٥٠
بروم	از	ثنائي كلورونزين (أورثو)	—
بنزين	١٠	ثنائي كلورونزين (بارا)	٤٥٠ ٧٥
بروموفورم	٥	ثنائي كلورو ثنائي	٨٠ ٢٠
بروموميثين	٢٠	فلورو ميثان	٢٢٠٠ ١٠٠٠
بيوتادايئين	١٠٠٠	ثنائي إيثل أمين	٧٥ ٢٥
باراثيون	—	ثنائي إيزوبروبيل أمين	٢٠ ٥
بيوتل أمين	٥	ثنائي ميثل أسيتاميد	٣٥ ١٠
بيوتل مركبتان	١٠	ثنائي ميثل أمين	١٨ ١٠
بيوتل فتلات	—		

تابع جدول ٣ - ١ :

جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة
٤٥	٢،١،١ - ثلاثي كلورو إيثان	٢٥	ثنائي ميثل أنيلين
١٠	ثلاثي كلورو	٣٠	ثنائي ميثل فورم أميد
٥٦٠٠	فلوروميثان	١	ثنائي ميثل هيدرازين
١٠٠	ثلاثي إيثل أمين	٥	ثنائي ميثل فتاليت
١٥	ثلاثي نيتروتولوين	٥	ثنائي ميثل سلفيت
—	ثنائي كبريتيد الكربون	١	ثنائي نيتروبنزين
٣	ثلاثي فينل فوسفات	١	ثنائي فينل إندرين
٢٠	ثنائي بروميد إيثلين	—	ثاني أكسيد النيتروجين
٥٠	ثنائي كلوريد إيثلين	٩	ثالث فلوريد النيتروجين
١٠٠	ثلاثي كلوريد إيثلين	٢٩	ثالث كلوريد الفسفور
٧٩٠	ثنائي كلورو اسيتلين	٣	ثاني أكسيد الكبريت
٣	ثلاثي فلورو بورين	١٣	ثاني أكسيد الكربون
٢٥	حمض الخل (حمض الأسيتيك)	٩٠٠٠	ثنائي آزوميثين
—	حمض كروميك	٤	ثنائي بورين
١	حمض الكبريتيك	١	ثاليوم ومركباته
٢٠	حمض فورميك	—	ثاني أكسيد تايينيوم
٤١٠	حمض ميثا أكرليك	١٥	١،١،١ - ثلاثي كلورو إيثان
٥	حمض نيتريك	١٩٠٠	
١	حمض أكساليك	٣٥٠	

المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون
رابع كلوريد الكربون	١٠ —	حمض فسفوريك	١ —
زئبق (عنصر)	١ —	حمض بيكريك	ان —
زئبق (مركبات عضوية)	٠.١ —	خلات بيتوتيل	٧١٠ ١٥٠
زايلين	٤٣٥ ١٠٠	خلات إيثل	١٤٠٠ ٤٠٠
زركونيوم ومركباته	٥ —	خامس أكسيد فناديوم	٣ —
زيوت معدنية	٥ —	خلات إيزوبيوتل	٧٠٠ ١٥٠
سادس فلوريد سينيوم	٠.٥ ان	خلات إيزوبروبيل	٩٥٠ ٢٥٠
سينيوم ومركباته	٠.٢ ان	خلات الميثل	٦١٠ ٢٠٠
سيانيد الهيدروجين	١٠ ١١	خلات البروبيل	٨٤٠ ٢٠٠
ستايدين	١٠٠ —	خامس كلوريد	
ستركنين	١٥ ان —	الفسفور	١ —
سيانيد	٥ —	خارصين	ار —
سيكلونيت	١٥ ار —	دخان	ان —
سلنيد الهيدروجين	٠.٥ ٢	د د ت	١ —
فلور	ار ٢ ان	دايوكسين	٣٦٠ ١٠٠
فلوريد (أيون)	٢٥ ار —	روديوم	٠.١ —
فلوريد الهيدروجين	٣ —	رصاص ومركباته	٢ ان —
فضة ومركباته	٠.١ —	رباعي كلوريد إيثلين	— ١٠٠
فسفور	ان —	رباعي كلورو إيثان	٣٥ ٥
فوسفين	٣ ان	رباعي خلالات	
فورمالدهيد	٣ ٤٥ ار	الرصاص	٠.٧٥ —

تابع جدول ٣ - ١ :

جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة
٢ —	كامفور	١٩ ٥	فينول
١ —	كحول بروبارجيلي	٢٢ ٥	فينل هيدرازين
٣٥٠ —	كربون		فوق أكسيد
٥٠٠ ٢٠٠	كحول بروبيلي عادي	١٤ ١	الهيدروجين
٣ ١	كلور	٢٠ ٥	فورفيورال
٣ ١	كلورو أسيتالدهيد	٤١ ١	فوسجين
٣٥٠ ٧٥	كلوروبنزين	٣٠ ١٠٠	فورمات إيثل
٢٤٠ ٥٠	كلوروفورم	٧ ١	فينل إيثر
٥٠ —	كروميوم ومركبات	٢١ ٢	قطران الفحم
١٠ —	كوبالت	١٥ ١	كادميوم
٢٢ ٥	كريسول	١٩٠٠ ١٠٠٠	كحولات
٦ ٢	كروتون الدهيد	٥ ٢	كحول اليلي
٢٤٥ ٥٠	كيومين	٢٦٠ ٢٠٠	كحول ميثيلي
١٠٠ —	كلوريد الميثيل	٣ ١	كلوريد اليلي
٥٠٠ —	كلوريد ميثيلين	٩٨٠ ٤٠٠	كحول ايزوبروبيلي
١٤٤ ٢٠	كبريتيد الهيدروجين	٥ ١	كلوريد بنزول
١ —	كلوريد الزنك	٣٠ ١٠٠	كحول ايزوبيوتيلى
٢٦٠٠ ١٠٠٠	كلورو إيثين	٣٠ ١٠٠	كحول بيوتيلى عادي
٤٠٠ ١٠٠	كلوريد إيثيلدين	٤٥٠ ١٥٠	كحول بيوتيلى ثانوي
٧ ٥	كلوريد الهيدروجين	٣٠ ١٠٠	كحول بيوتيلى ثالثي
٤٠ ١٠٠	كينون	٣٦٠ ١٠٠	كحول ايزوبيوتيلى

تابع جدول ٣ - ١ :

الباب الثالث
تلوث البيئة

المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون	المادة الملوثة	جزء في مجم/م ^٣ المليون
منجنيز	٥ —	هيدروكينون	٢ —
مالثيون	١٥ —	هكسان	١٨٠٠ ٥٠٠
ميثين ثيول	٢٠ ١٠	هبتانول	٤٦٥ ١٠٠
موليبدينوم	١٠ —	هبتان	٢٠٠ ٥٠٠
ميثل أمين	١٢ ١٠	هيدروكسيد الصوديوم	٢ —
نيتروتولوين	٣٠ ٥	هكسان حلقي	١٠٥٠ ٢٠٠
نيتروبنزين	٥ ١	هكسانول حلقي	٢٠٠ ٥٠
نيتروجليسرين	٢ ٢	هكسانون حلقي	٢٠٠ ٥٠
نيتروإيثين	٣١٠ ١٠٠	هكسين حلقي	١٠١٥ ٢٠٠
نحاس	١ —	هيدريد ليشيوم	٠.٢٥ —
نيتروانيلين	٦ ١	يريتريوم	١ —
نيكوتين	٥٠ —	يورانيوم (مركبات ذائبة)	٠.٥ —
نيكل ومركباته	١ —	يورانيوم (مركبات غير ذائبة)	٠.٢٥ —
نيكل كاربونيل	٠.٠٧ ٠.٠١		
نفثالين	٥٠ ١٠		
هيدرازين	١ ٣		

(*) The Merck Index, Merck & Co. Inc., Rahway, New Jersey, 1976 .

مكافحة تلوث البيئة :

هناك عدة وسائل لمكافحة تلوث الهواء نلخص منها الآتي :

١ — نظراً لكون احتراق الوقود احتراقاً غير كامل سواء في المصانع أو في وسائل النقل هو المسئول الأول عن تلوث الهواء بالغازات الكيميائية فإنه يجب

التركيز على كيفية إحتراق الوقود الكامل الأمثل لكي نخفف من تركيز الغازات الكيميائية الملوثة للهواء مثل أكاسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات.

٢ - حيث أن الكبريت الموجود في الوقود سواء الفحم أو البترول المستخدم في الصناعة أو محطات توليد الكهرباء، أو وسائل النقل المختلفة هو المسؤول الرئيسي عن التلوث بأكاسيد الكبريت لذلك فإنه لا بد من إستخدام وقود خالٍ من الكبريت وحيث أن انتزاع الكبريت بصورة كاملة من الوقود عملية مكلفة لذلك فإنه ينصح التقليل من نسبة وجود الكبريت في الوقود.

٣ - عادة يضاف رباعي ألكيل الرصاص إلى وقود السيارات لغرض تحسين الرقم الأوكتيني وبالتالي تخفيف الفرقعة وهذا يؤدي إلى التلوث بمركبات الرصاص السامة لذلك ينصح باستبداله بمواد تحسن الرقم الأكتيني والتي لا تلوث البيئة مثل استخدام ميثل ثالثي بيوتل ايثر MTBE.

٤ - إن أفضل طريقة للتقليل من الغازات والجسيمات الصادرة من مداخل المصانع كمخلفات كيميائية هو إيجاد طرق إنتاج محكمة الغلق. كما ينصح باستخدام وسائل عديدة لتجميع الجسيمات والغازات مثل استخدام المرشحات الكيميائية ومعدات الاحتراق الخاصة والأبراج واستخدام المرشحات والمواد الممتازة.

٥ - التخلص السليم من المخلفات السائلة (المجري) والصلبة (القمامات والسيارات الخردة والبلاستيك وورق الكرتون وغيره). ويشمل التخلص السليم الاستفادة منها في التصنيع مثل صناعة السماد من مياه المجاري والقمامات وكذلك استخلاص الحديد والنحاس من السيارات الخردة وغير ذلك. وفي حالة عدم التمكن من التخلص من المخلفات الصلبة عن طريق الاستفادة منها في التصنيع فإنه على الأقل يجب عدم حرق هذه المخلفات في المناطق القريبة من المدن لما في ذلك من تصاعد غازات تلوث البيئة. كما يجب عدم ترك المخلفات الصلبة مكشوفة لأن تركها يؤدي إلى نمو البكتريا التي تؤكسد وتحلل المخلفات الصلبة، مما يسبب في تصاعد غازات تلوث البيئة وذات رائحة كريهة مثل كبريتيد

الهيدروجين، كما تنمو جراثيم ضارة ومسببة للأمراض. لذلك فإن أفضل طريقة هي دفنها بعيداً عن المدن وذلك بعد أن تضغط لتصبح $\frac{1}{4}$ حجمها الأصلي أو بعد أن تحرق بطرق حديثة آليّة تضمن عدم تسرب الغازات الكيميائية إلى الهواء بغرض إختزال حجم النفايات. يلي ذلك تشجير المنطقة المدفونة.

٦ — يجب عدم التخلص من النفايات الكيميائية في مياه المجاري لأن بعضها يتفاعل مع الماء وقد يسبب حريقاً، والبعض الآخر يسبب التآكل في أنابيب المجاري والأغلبية العظمى تؤثر على نظام تنقية مياه المجاري Sewage، لذلك يمكن جمع النفايات الكيميائية في أوعية مختلفة، فمثلاً يجمع الأسيتون — الذي يستعمل في تنظيف وتجفيف الزجاجيات — في وعاء منفصل، وتجمع الهيدروكربونات — التي تستعمل بكثرة في عمليات الفصل الكروماتوجرافي — في وعاء آخر. وبالتالي يمكن إعادة تقطيرها واستعمالها من جديد في بعض العمليات الكيميائية غير الحساسة. كما يمكن التخلص من النفايات الكيميائية الأخرى بعد تجميعها وذلك بالحرق أو الدفن في مناطق عميقة بعيداً عن تلوث المياه الجوفية، أو تفكيك الضار منها وتحويلها إلى مركبات غير ضارة مثل تحويل الأحماض إلى أملاح وذلك بمعادلتها بالقواعد.

٧ — المحافظة على عدم تلوث البحار والأنهار والمسطحات المائية بالبتروول ومخلفاته والمخلفات الصناعية ومحاولة التخلص من أي تسربات تقع بقدر الإمكان وبأسرع وقت ممكن.

٨ — المحافظة على عدم تلوث الهواء بالمواد الكيميائية حيث أن مياه الأمطار والرياح تحول ملوثات الهواء إلى ملوثات للتربة والمسطحات المائية وكمثال على ذلك الأمطار الحمضية.

٩ — عدم استخدام المبيدات الثابتة وغير القابلة للتفكك مثل د.د.د.ت. وألكيلات الزئبق لأن هذه المبيدات تبقى مدة طويلة وتلوث الهواء والماء والتربة.

أسئلة عامة :

س ١ : وضع كيف تتحول الملوثات الكيميائية للهواء إلى ملوثات للتربة والماء.

س ٢ : عدد الملوثات الكيميائية وقارن بين سميتها.

س ٣ : أي الملوثات الكيميائية يتميز بالسمية ذات الصفة التراكمية.

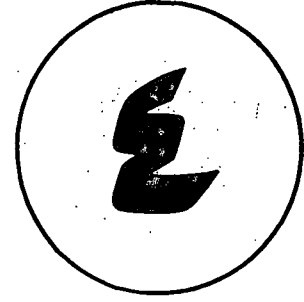
س ٤ : وضع لماذا لا يتصف أول أكسيد الكربون بالصفة التراكمية داخل الجسم.

س ٥ : ارسم الصيغ الكيميائية البنائية للملوثات الكيميائية.

س ٦ : بالرجوع إلى جدول ٣ - ١ أذكر العشر مواد كيميائية الأكثر خطراً والمؤثرة بتراكيز قليلة.

س ٧ : وضع الخطوات اللازمة اتباعها لمكافحة تلوث الهواء فقط.

س ٨ : وضع الخطوات اللازمة اتباعها لمكافحة تلوث الماء فقط.



الباب الرابع الكيمياء والصناعة

مقدمة :

تصنف الصناعات الكيميائية إلى أربعة أصناف رئيسية:

١ - الصناعات البتروكيميائية :

تشمل الصناعات البتروكيميائية جميع المنتجات التي يعتمد تصنيعها على مواد خام من أصل بترولي. ومن أكثر الصناعات البتروكيميائية شيوعاً، صناعة البلاستيك والألياف الصناعية وبعض المركبات الكيميائية العضوية التي تستخدم في الصناعات الكيميائية المختلفة كمذيبات أو كمواد أولية. وتجدر الإشارة هنا إلى أن جميع المنتجات الكيميائية يمكن تحضيرها في المختبرات على نطاق ضيق بينما يمكن الحصول عليها بطرق صناعية على نطاق واسع.

٢ - الصناعات الكيميائية العضوية :

تعتبر الصناعات الكيميائية العضوية من أوسع المجالات الصناعية حيث تشمل صناعة الأدوية والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب والأصبغ والورق والأسمدة والبوليمرات وصناعة المركبات الكيميائية العضوية ذات الأغراض المتعددة. يوجد تداخل بين الصناعات الكيميائية العضوية والصناعات البتروكيميائية حيث أن كلاهما يعتبران صناعات كيميائية عضوية لاحتواء مركباتهما على عنصر الكربون، إلا أننا أوردنا الصناعات البتروكيميائية في تصنيف مستقل وذلك لأنها تجمعها صفة واحدة في كون المواد الخام اللازمة من أصل بترولي.

٣ - الصناعات الكيميائية غير العضوية :

تشمل الصناعات الكيميائية غير العضوية العديد من المجالات مثل صناعة

الزجاج والحجر الجيري والرخام والأسمنت والأسمدة غير العضوية والمعادن والحموض والقلويات وغيرها من المركبات غير العضوية. وتختلف المركبات غير العضوية عن العضوية في كونها لا تحتوي على عنصر الكربون بالصورة الموجودة في المركبات العضوية.

٤ - الصناعات الكيميائية الحربية :

ان الجانب المناقض للصناعات الكيميائية الذي يؤدي إلى تدمير البشرية واتعاسها هو الصناعات الكيميائية الحربية، وتشمل كل من المتفجرات التقليدية والقنابل الحارقة والأسلحة الكيميائية «الكيميائيات السامة».

نماذج من الصناعات الكيميائية العضوية وغير العضوية

تعتبر الصناعات الكيميائية العضوية هي الصناعات التي تتكون من مواد كيميائية عضوية يدخل الكربون في تكوينها إلا أن كثيراً من المواد المستخدمة يدخل في تكوينها خليط من مواد كيميائية عضوية وغير عضوية وكمثال على ذلك الأصباغ (البويات) والمبيدات الكيميائية والأسمدة والصابون والمنظفات.

أما الأسمنت بالذات فهو مكون من مواد غير عضوية فقط.

١ - الأسمنت :

يتكون مسحوق الأسمنت من أربعة مركبات رئيسية هي:

- | | |
|----------------------|------------------------------------|
| Ca_3SiO_5 | ١ - سيليكات ثلاثي الكالسيوم |
| Ca_2SiO_4 | ٢ - سيليكات ثنائي الكالسيوم |
| $Ca_3Al_2O_6$ | ٣ - ألومينات ثلاثي الكالسيوم |
| $Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$ | ٤ - ألومينو الحديد رباعي الكالسيوم |

إضافة إلى كميات قليلة من كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ وأكسيد المغنسيوم MgO . ويعد أسمنت بورتلاند من أشهر أنواع الأسمنت تداولاً وعادة ما يحتوي هذا النوع من الأسمنت على المركبات التالية :

%٦٤	أكسيد الكالسيوم
%٢١	ثاني أكسيد السيليكون
%٥,٨	أكسيد الألومنيوم
%٢,٨	أكسيد الحديدك (Fe_2O_3)
%٢,٥	أكسيد المغنسيوم
%١,٧	ثالث أكسيد الكبريت
%١,٤	مركبات قلوية

(مثل أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم)

٢ - الأصباغ (البويات) :

كانت المواد الرئيسية الداخلة في تركيب معظم البويات هي الرصاص الأبيض $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ وهو خليط من كربونات وهيدروكسيد الرصاص، وأكسيد الزنك ومادة ليثوبون $ZnS \cdot BaSO_4$ Lithopone إضافة إلى بعض الأصباغ والألوان مثل أزرق البورسين $Fe_4(Fe(CN)_6)_3$ وكرومات الرصاص وأكاسيد الحديد.

ونظراً لخطورة مركبات الصوديوم فقد استعيض عنها حالياً بثاني أكسيد التيتانيوم لتكوين عجينة البويات الأساسية كما استخدمت أكاسيد الكروميوم وهيدروكسيدات ل إعطاء اللون الأخضر والأصفر والبرتقالي، وكذلك الكربون للون الأسود وبعض المركبات العضوية المختلفة لإظهار الألوان المطلوبة. الجدير بالذكر أن هناك الكثير من المواد القابلة للاشتعال تستخدم مذيبات في صناعة الأصباغ وتشمل هذه المذيبات كل من الهيدروكربونات والإثيرات والأستون وغيرها.

٣ - المبيدات الكيميائية :

اضطر الإنسان لاستعمال المبيدات الكيميائية للتخلص من الآفات والحشرات التي تفسد المحاصيل الزراعية وتنقل إليها الأمراض، وقد بدأ الاستعمال المكثف لهذه المبيدات منذ عام ١٩٤٠م، فاستعمل مبيد د.د.ت Diphanyl Dichloro و Trichloroethane والذي كان له دور فعال في الحد من الآفات والحشرات النباتية

إلى جانب بعض مركبات الكلور العضوية الأخرى والمبيدات الفوسفورية العضوية. وأشهر أنواع المبيدات الكيميائية هي:

المبيدات الحشرية Insectisides، والمبيدات العشبية Herbicides، والمبيدات الفطرية Fungicides.

ويبين الجدول رقم ٤ - ١ الإنتاج الكلي لهذه المبيدات.

جدول ٤ - ١ : إنتاج المبيدات العضوية (مليون كيلو جرام)

١٩٧٩	١٩٧٥	١٩٧٠	أنواع المبيدات الكيميائية
٧٠	٧٠	٦٤	المبيدات الفطرية
٢٩٩	٣٥٨	١٨٤	المبيدات العشبية
٢٨٠	٣٠٠	٢٢٣	المبيدات الحشرية
٦٤٩	٧٢٨	٤٧١	الإنتاج الكلي

ولقد استخدمت المركبات غير العضوية باديء ذي بدء مثل: زرنبيخ الرصاص، وزرنبيخ الكالسيوم ثم كثر استخدام المركبات العضوية بعد ذلك. ويمكن تصنيف المبيدات الحشرية حسب تأثيرها. فهناك مبيدات حشرية سامة لمعدة الحشرات مثل ال د.د.ت، والهبتاكلور، ثلاثي الكلوروفون، قثيون، كاربيل، كلورودين، ديلدرين. ومبيدات التلامس الحشرية والتي تنتقل سمومها عند تلامسها مع الحشرات مثل: ال د.د.ت، كاربيل، ماليثون، روتينون، بارثيون، بارثرينز، سلفات النيكوتين. إضافة إلى المبيدات الحشرية الضبابية والتي تنقسم إلى:

- مبيدات سائلة مثل ثاني كبريتيد الكربون، ورابع كلوريد الكربون.
- مبيدات غازية مثل برومور الميثيل، وأكسيد الإيثيلين.
- مبيدات صلبة مثل مبيد الفوستوكسين، وهو عبارة عن فوسفيد الألومنيوم الصلب والذي يتفاعل مع الماء لينتج غاز الفوسفين.

كما وتنقسم المبيدات الحشرية بشكل عام حسب تركيبها الكيميائي إلى:

١ - مركبات غير عضوية :

وقد سبق الإشارة إلى أنها أول أنواع المبيدات الحشرية استخداماً، وأنها تشمل مركبات الزرنيخ. ويفضل من هذه المبيدات المواد غير القابلة للذوبان في الماء حتى لا تؤثر على النبات.

٢ - مبيدات نباتية الأصل :

كمبيد الروتينون والذي يستخلص من نبات الدرر، ومبيد النيكوتين ويستخرج من نبات الدخان (التبغ).

٣ - مبيدات عضوية مصنعة :

وتشمل المواد الهيدروكربونية الكلورية مثل ال.د.د.ت، والالدرين، والكلوردان، وكذلك مركبات الفوسفور العضوية مثل الديازينون، والباراثيون.

٤ - المبيدات الخاصة :

وتكون موجهة ضد آفة معينة كمبيدات الاكارومس، مثل الكلوروينزليت، أمّا النيوتران، ومبيدات القوارض، مثل ثالث أكسيد الزرنيخ والفوسفور الأصفر.

أمّا المبيدات الفطرية تأتي بعد المبيدات العشبية من حيث تأثيرها في إنتاجية المحاصيل الزراعية. ان كلمة مبيد فطري تعني المادة الكيميائية التي لها القدرة على حد الضرر الذي يحدثه الفطر للنباتات أو المنتجات المخزنة. وتنقسم المبيدات الفطرية حسب التأثير إلى ثلاثة أنواع هي :

— المبيدات الموقفة للنمو.

— المبيدات الفطرية القاتلة.

— المبيدات الفطرية للتكاثر والنسل.

ان التلوث الناشئ من استخدام الأسمدة الكيميائية المختلفة بسيط بالمقارنة بالتلوث الناشئ عن استخدام المبيدات الكيميائية خاصة مبيدات الحشرات.

ان للمبيدات الكيميائية تأثيراً سيئاً على البيئة، سواء في التربة أو في الهواء والماء على الرغم من أن لها دوراً إيجابياً نحو حماية النباتات والمحاصيل الزراعية.

وقد بدأت مشكلة تلوث المبيدات الكيميائية للبيئة عندما استخدمت المركبات الكلورية العضوية طويلة الأجل منذ عام ١٩٤٠م، وذلك لعدم تحللها وثباتها الكيميائي في الهواء والماء والتربة، وأيضاً لانتقالها عبر السلسلة الغذائية بين النباتات والحيوانات والإنسان بسهولة ذوبانها في الدهون.

٤ - الأسمدة :

أولاً - الأسمدة النيتروجينية :

وهي على ثلاثة أنواع :

- ١ - كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$ وتحتوي على ٢١٪ نيتروجين.
- ٢ - نترات الأمونيوم NH_4NO_3 وتحتوي على ٣٥٪ نيتروجين.
- ٣ - اليوريا $(NH_2)_2 CO$ وتحتوي على ٤٦٪ نيتروجين.

واليوريا أعلى هذه الأنواع محتوى للنيتروجين ولا تترك مخلفات كيميائية في التربة في حين أن كبريتات الأمونيوم تخلف بعض مركبات الكبريت مثل كبريتات الصوديوم أو البوتاسيوم والتي تزيد من ملحية التربة وتؤثر على حامضية التربة. أما نترات الأمونيوم فمخلفاتها ذائبة وليست ضارة.

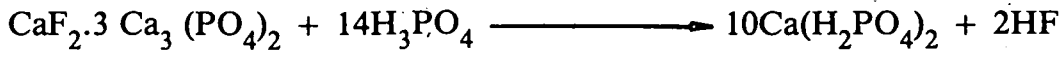
ثانياً - الأسمدة الفوسفاتية :

١ - السوبر فوسفات: وينتج بتفاعل خام الفوسفات بحامض الكبريتيك، إذ يتكون فوسفات الكالسيوم الأحادي وهي المادة الرئيسية في هذا السماد وذلك وفقاً للتفاعل :



ويحتوي هذا السماد على ١٦ - ٢٠٪ من خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 .

٢ - السوبر فوسفات الثلاثية: وتصنع بتفاعل خام الفوسفات بحامض الفوسفوريك وفقاً للتفاعل التالي:



ويحتوي هذا السماد على نسبة عالية من خامس أكسيد الفوسفور تتراوح فيما بين ٤٤ - ٥١٪.

٣ - فوسفات الأمونيوم الأحادية: وينتج بتفاعل حامض الفوسفوريك والأمونيا ويحتوي عادة على نسبة ٥٤٪ من خامس أكسيد الفوسفور.

ثالثاً - الأسمدة البوتاسية:

وأهمها كبريتات البوتاسيوم وتحضر من تفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حمض الكبريتيك وكذلك سماد نترات البوتاسيوم وتحضر بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حمض النتريك، وتحتوي خامات البوتاسيوم عادة على كلوريد وكبريتات البوتاسيوم وأملاح المغنسيوم والصوديوم ويفصل كلوريد البوتاسيوم بالتعويم والاذابة ثم البلورة ليستخدم في تحضير الأسمدة البوتاسية (كبريتات ونترات البوتاسيوم).

رابعاً - الأسمدة المركبة:

وهي أسمدة تحتوي على العناصر الغذائية الرئيسية لنمو النباتات (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم)، وتحضر هذه الأسمدة بخلط السوبر فوسفات الثلاثية وفوسفات الأمونيوم الأحادية مع كلوريد البوتاسيوم وتنتج عادة على أنواع ثلاثة هي:

النوع الأول: ١٨ - ١٨ - ١٨ ويتكون من ١٨٪ نيتروجين و ١٨٪ فوسفات (محسوبة كخامس أكسيد الفوسفور) و ١٨٪ بوتاسيوم (محسوبة كأوكسيد البوتاسيوم K_2O).

النوع الثاني: ٢٧ - ٢٧ - ٠ وهو خال من البوتاسيوم ويحتوي على ٢٧٪ من النيتروجين و ٢٧٪ من الفوسفور (محسوبة كخامس أكسيد الفوسفور).

النوع الثالث: ٠ - ٢٣ - ٢٣ وهو خال من النيتروجين ويحتوي على ٢٣٪

من الفوسفور (محسوبة كخامس أكسيد الفوسفور) و ٢٣٪ من البوتاسيوم (محسوبة كأكسيد البوتاسيوم).

إضافة إلى تركيبات مختلفة لهذه العناصر حسب رغبة المستهلك وإحتياج الأرض الزراعية.

٥ - الصابون :

الصابون ملح ينتج عن تفاعل بعض الأحماض الدهنية والإيدروكسيدات مثل الصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم) وهيدروكسيد البوتاسيوم. ومن الأحماض الدهنية الشائعة الاستعمال في صناعة الصابون حمض الستريك والبالميتيك والأولييك واللاوريك والمايريستيك. وهناك طرق مختلفة لإتمام هذا التفاعل وفقاً للحمض الدهني المستعمل وللخواص المطلوبة للصابون المنتج. وعموماً فإن مادة الصابون تتركب مما يلي:

٤٨,٥٪	حوامض شحمية
٤,٠٪	جليسرين
٣,٢٪	أكسيد الصوديوم
٥,٩٪	مواد زلالية غير دهنية
٢,٤٪	مواد ملونة
٣٦,٠٪	رطوبة

ومن المواد المضافة لتحسين مواصفات الصابون ما يلي:

كربونات الصوديوم: تضاف لتحسين قلوية الصابون وصلابته.

سيليكات الصوديوم: تساعد على التنظيف ومقاومة التآكسد.

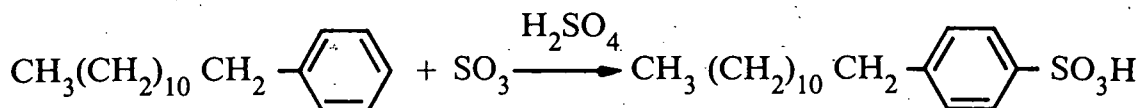
مسحوق السوبستون: لإظهار الملمس الناعم.

فوسفات الصوديوم الثلاثية: تساعد على التنظيف والتغلب على عسر الماء.

٦ - المنظفات :

تعد المنظفات من المواد المؤثرة على الشد السطحي للماء ومن أهم المواد

الكيميائية الداخلة في تركيب المنظفات هي سلفونات بنزين الألكيل والتي تحضر بكلورة الهيدروكربونات الكبيرة (عدد ذرات الكربون ١٢ - ١٦ ذرة) ليربط جزيء البنزين بها وإزالة الكلور ثم تتفاعل مع ثالث أكسيد الكبريت أو مع جامض الكبريتيك الزيتي (أوليوم) وفقاً للتفاعل التالي:



ثم تعادل سلفونات بنزين الألكيل بالصودا الكاوية إلى سلفونات الصوديوم وتبرد ثم يضاف إليها هيبوكلوريت الصوديوم لتتحول إلى حبيبات بيضاء ناصعة.

وعادة ما تضاف بعض المواد الكيميائية الأخرى لتحسين مواصفات المواد المنظفة وذلك مثل بوليفوسفات الصوديوم الثلاثية وسليكات الصوديوم القاعدية وكربونات الصوديوم وترايازول البنزين وسيلولوز الكاربوكسي وغيرها.

الصناعات البتروكيميائية

مقدمة :

لقد حبي الله سبحانه وتعالى أرض المملكة العربية السعودية بمخزون كبير من البترول والغاز الطبيعي حيث يقدر احتياطي البترول الموجود في المملكة بحوالي ١٧٨ بليون برميل ومع كل برميل من البترول يكون هناك حوالي ٥٠٠ قدم مكعب من الغاز الطبيعي والمرافق. وكما سبق وأن استعرضنا خلال هذا الفصل بأن الصناعات البتروكيميائية تعتمد أساساً على الغاز الطبيعي والمرافق للبترول لذلك فإن المنطق يحتم علينا استغلال هذا الغاز، الذي يحرق ويضيع هدراً، في إنتاج صناعات بتروكيميائية تعود على البلد بعائد اقتصادي يعزز من اعتمادها على البترول الخام كمصدر للاقتصاد ويفتح الآفاق نحو إنشاء صناعات بتروكيميائية متقدمة.

إن المسؤولين في المملكة أخذوا على عاتقهم مسؤولية نقل تكنولوجيا الصناعات البتروكيميائية والاستفادة من المخزون الهائل من الغاز الطبيعي والمرافق للبترول. لذلك أسست الشركة السعودية للصناعات الأساسية (سابك SABIC) Saudi Basic Industries Co. في عام ١٣٩٦هـ، وكان الهدف من إنشائها هو تولي القيام بإنشاء الصناعات البتروكيميائية والمعدنية وغيرها من الصناعات التي تعتمد على الغاز الطبيعي والمرافق سواء كان مادة خام أو كمصدر للطاقة. أنشأت سابك

وطورت عدة شركات صناعية لتصنيع البتروكيميائيات الأساسية والوسيطة والتصنيع المعادن بالاشتراك مع شركاء أجنبية لهم سابق خبرة في مجال التصنيع وذلك لتكون منتجاتها من أفضل وأجود المنتجات وكذلك لضمان تسويقها في الأسواق العالمية. كما يضمن هؤلاء الشركاء الأجانب تدريب أبناء المملكة ليحملوا أعباء

التصنيع. ويبين الجدول ٤ - ٢ أهم الصناعات البتروكيميائية والمعدنية التابعة
لصناعات الكيمياء والصناعة
لسابك، إلا أن فحوى هذا الجدول سوف يتضاعف في السنوات القليلة المقبلة
وذلك لأن شركة سابك تنشيء في كل عام مزيداً من الشركات لإنتاج المزيد من
البتروكيميائيات الأساسية والوسيطه. كما وتجدر الإشارة إلى أن المستثمرين في
القطاع الخاص بدأوا في إنشاء شركات صناعية تعتمد على منتجات سابك وذلك
لإنتاج صناعات كيميائية نهائية لسد حاجات المملكة من السلع المستوردة. كما
لا يفوتنا أن ننوه عن شركة التصنيع الوطنية وهي شركة كبيرة تتولى القيام والإشراف
على عدد كبير من الصناعات المختلفة سواء البتروكيميائيات أو غيرها.

ومما لاشك فيه بان نمو هذه الصناعات يرجع في الدرجة الأولى إلى المساعدات
المالية المقدمة من صندوق التنمية الصناعية الذي أسس عام ١٣٩٤هـ لدعم
وتشجيع التنمية الصناعية في المملكة. حيث يحق لكافة المستثمرين الحاصلين على
تراخيص صناعية تقديم طلبات للحصول على قرض تصل نسبته إلى ٥٠٪ من
إجمالي تكاليف المشروع بما في ذلك المتطلبات الأولية لرأس المال العامل، وهذه
القروض ليس عليها فوائد، ويتم تسديد المبلغ بحد أقصى مدته خمس عشرة سنة.

إلا أنه تجدر الإشارة هنا إلى وجوب توجيه الصناعات الكيميائية إلى الإتجاه
الصحيح حتى تتمكن هذه الشركات من تسويق منتجاتها. فمثلاً يجب التركيز على
الصناعات الكيميائية التي تستهلك محلياً ثم خليجياً وعربياً وإسلامياً بكثرة. ومن
هذه الصناعات هي صناعة غازات الفريون والمنظفات وبعض أنواع البلاستيك
والأصبغ والأدوية والفولاذ والألومنيوم وغيرها من الصناعات الكيميائية السهلة
التسويق.

وإذا ما قارنا الطلب المتوقع على بعض المواد البلاستيكية في المملكة ودول
الخليج بمقدار الإنتاج لهذه الأنواع من البلاستيك في دول الخليج لعام ١٤٠٦هـ،
نجد أنه بحلول عام ١٤١٠هـ سيكون هناك فائض في إنتاج مادة بولي إيثيلين
بمقدار ٢٠٠ ألف طن عن الاستهلاك محلياً وفائض في إنتاج مادة بولي ستايرين

بحوالي ٢٣٠ ألف طن بينما سيكون هناك زيادة في الطلب على بولي كلوريد فاينل بحوالي ٤٤ ألف طن وإحتياج بمقدار ٥٦٩٠٠ طن لمادة بولي برويلين. لذلك فإنه من الحكمة التركيز على زيادة إنتاج بولي كلوريد فاينل والبدء في تصنيع بولي برويلين حيث أنه يمكن تسويقهما محلياً وخليجياً بسهولة نظراً لإزدياد الطلب على الصناعات الكيماوية بشكل عام وذلك عند معرفة مقدار الطلب المتوقع عليها.

جدول ٤ - ٢: الصناعات البتروكيماوية والمعدنية التابعة لشركة سابك

المشروع	الموقع	خامات التغذية	الإنتاج	الطاقة الإنتاجية (سنوات) (طن)	تاريخ بدء الإنتاج
الشركة السعودية للبتروكيماويات (صدف)	الجبيل	ايثان بنزين ملح	اثيلين ثاني كلوريد الاثيلين ستايرين ايثانول صودا كاوية	٦٥٦ر٠٠٠ ٤٥٤ر٠٠٠ ٢٩٥ر٠٠٠ ٢٨١ر٠٠٠ ٣٧٧ر٠٠٠	١٤٠٥هـ
شركة ينبع السعودية للبتروكيماويات (ينبت)	ينبع	ايثان أثيلين	اثيلين اثيلين جليكول بولي أثيلين منخفض الكثافة بولي أثيلين عالي الكثافة	٤٥٥ر٠٠٠ ٢٢٠ر٠٠٠ ٢٠٥ر٠٠٠ ٩١ر٠٠٠	١٤٠٥هـ
شركة الجبيل للبتروكيماويات (كيميا)	الجبيل	أثيلين	بولي أثيلين منخفض الكثافة	٢٦٠ر٠٠٠	١٤٠٥هـ
الشركة السعودية للميثانول (الرازي)	الجبيل	ميثان	ميثانول كيميائي	٦٠٠ر٠٠٠	١٤٠٣هـ

المشروع	الموقع	خامات التغذية	الإنتاج	الطاقة الإنتاجية سنويا (طن)	تاريخ بدء الإنتاج
الشركة الوطنية للميثانول (ابن سينا)	الجبيل	ميثان	ميثانول كيميائي	٦٥٠.٠٠٠	١٤٠٥ هـ
الشركة العربية للبتروكيميايات (بتروكيميا)	الجبيل	ايثان	اثيلين	٥٠٠.٠٠٠	١٤٠٥ هـ
الشركة الشرقية للبتروكيميايات (شرق)	الجبيل	أثيلين	بولي أثيلين منخفض الكثافة أثيلين جلايكول	١٣٠.٠٠٠ ٣٠٠.٠٠٠	١٤٠٥ هـ
الشركة السعودية الأوروبية للبتروكيميايات (ابن زهر)	الجبيل	ميثانول ايزو- بيوتيلين	ميثل ثالث - بيوتيل ايثر بيوتين - ١ بيوتاديين	٥٠٠.٠٠٠ ٨٠.٠٠٠ ١٢٤.٠٠٠	١٤٠٩ هـ
شركة الجبيل للأسمدة (سماد)	الجبيل	ميثان	يوريا	٥٠٠.٠٠٠	١٤٠٣ هـ
شركة الأسمدة العربية السعودية (سافكو)	الدمام	الغاز الطبيعي	يوريا حامض كبريتيك ميلامين	٣٣٠.٠٠٠ ١٠٠.٠٠٠ ٢٠.٠٠٠	١٣٨٥ هـ
الشركة السعودية للحديد والصلب (حديد)	الجبيل	خام الحديد الخردة/الغاز الطبيعي	أسيخ وقضبان التسليح	٨٠٠.٠٠٠	١٤٠٣ هـ
شركة درفلة الصلب (صلب)	جدة	كتل الصلب	أسيخ وقضبان التسليح	١٤٠.٠٠٠	١٣٨١ هـ

المشروع	الموقع	خامات التغذية	الإنتاج	الطاقة الإنتاجية سنويا (طن)	تاريخ بدء الإنتاج
الشركة الوطنية للغازات الصناعية (غاز)	الجبيل	هواء جوي	نيتروجين أكسجين	١٤٦ر.٠٠٠ ٤٣٨ر.٠٠٠	١٤٠٥هـ
الشركة الوطنية للبلاستيك (ابن حيان)	الجبيل	اثيلين ثاني كلوريد الاثيلين	كلوريد الفايبل بولي كلوريد الفايبل	٣٠٠ر.٠٠٠ ٢٠٠ر.٠٠٠	١٤٠٦هـ
مصهر الألمنيوم (ألبا)	البحرين	الألمونيا	كتل ألومنيوم اسطوانات بثق	١٧٠ر.٠٠٠	
درفلة الألمنيوم (جارمكو)	البحرين	الألمنيوم	صفائح ورقائق ألومنيوم	٤٠ر.٠٠٠	
شركة الخليج للصناعات البتروكيميائية	البحرين	الغاز الطبيعي	أمونيا ميثانول	١٠٠٠طن يوميا ١٠٠٠طن يوميا	

المواد الخام للصناعات البتروكيميائية :

إن المواد الخام للصناعات البتروكيميائية هي البترول والغاز الطبيعي والمرافق. وتتميز هذه المواد الخام، بإمكانية الحصول عليها بأسعار منخفضة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن مكونات البترول والغاز الطبيعي والمرافق ماهي إلا خليط من المركبات الهيدروكربونية، وتختلف هذه المكونات من حقل إلى آخر باختلاف الرواسب الجيولوجية التي تنتج منها.

فمثلا يتركب الغاز الطبيعي من غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان وقليل من البنزين الطبيعي (بنتان وأثقل)، كما يحتوي هذا الغاز على شوائب من

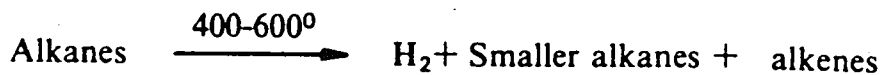
ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين وكبريتيد الهيدروجين التي تختلف نسبتها باختلاف مصدر الغاز كما يتبين من الجدول ٤ - ٣.

جدول ٤ - ٣: تركيب الغاز الطبيعي في أماكن مختلفة من العالم^(*) (%).

غاز البرقان الكويت	غاز حاسي رمل الجزائر	غاز كركوك العراق	شدجم السعودية	جرونجن هولندا	مكونات الغاز الطبيعي
٧٨ر٢	٨٣ر٥	٥٩ر٦	٥٦ر٣	٨١ر٣	الميثان
١٢ر٦	٧ر٠	١٩ر٨	٢٠ر٠	٢ر٨	الايثان
٥ر١	٢ر٠	٥ر٥	٧ر٨	٠ر٤	البروبان
٠ر٦	٠ر٨	١ر٩	٢ر٦	٠ر٢	البيوتان
٠ر٨	٠ر٤	١ر١	٠ر٩	٠ر١	البنتان والاثقل
٠ر١	—	٧ر٥	١ر٦	—	كبريتيد الهيدروجين
—	٦ر١	—	—	١٤ر٣	نيتروجين
١ر٦	٠ر٢	٢ر٧	١٠ر١	٠ر٩	ثاني أكسيد الكربون

(*) Goldstein, Petroleum Chemical Industry - Page 20.

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن تحويل مكونات البترول المختلفة إلى مكونات الغاز الطبيعي ومنتجات أخرى عن طريق التكسير الحراري thermal cracking. حيث يتم وفقاً لهذه الطريقة تحويل الألكانات ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة (الهيدروكربونات المشبعة العليا) إلى ألكانات وألكينات أصغر وزناً جزيئياً.



الكانات الكانات أصغر ألكينات

هذا ويمكن فصل المكونات الهيدروكربونية للغاز الطبيعي والمرافق عن بعضها البعض بالتبريد وتحويل بعضها إلى الحالة السائلة نظراً للاختلاف الكبير في

الكيمياء العامة والتطبيقية

درجات غليانها (جدول ٤ - ٣). ويمكن فصل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين من الغاز الطبيعي بامتصاصهما بمادة ايثانول أمين. كما ويمكن التخلص من كبريتيد الهيدروجين بغسله بالصودا الكاوية والماء. ويمكن أيضاً أكسدة كبريتيد الهيدروجين إلى كبريت معدني وبالتالي تحويل الكبريت إلى حمض كبريتيل بعدة طرق.

جدول ٤ - ٤ : درجة غليان المكونات الهيدروكربونية للغاز الطبيعي

درجة الغليان (م°)	المكونات الهيدروكربونية للغاز الطبيعي
١٦٢ -	ميثان
٨٨,٥ -	ايثان
٤٢ -	بروبان
١٢ -	أيزوبوتان
صفر	بيوتان نظامي
٣٦ +	بتان

أما البترول فيمكن فصله إلى أجزاء بواسطة التقطير المجزأ. هذه الأجزاء مكونة من خليط معقد من الألكانات يصعب فصلها لتقارب درجات الغليان، ويوضح جدول ٤ - ٥ عدد ذرات الكربون المكونة لكل جزء. وتجدر الإشارة إلى أن البترول يحتوي على مكونات الغاز الطبيعي مذابة فيه داخل مكانه وفي هذه الحالة يطلق

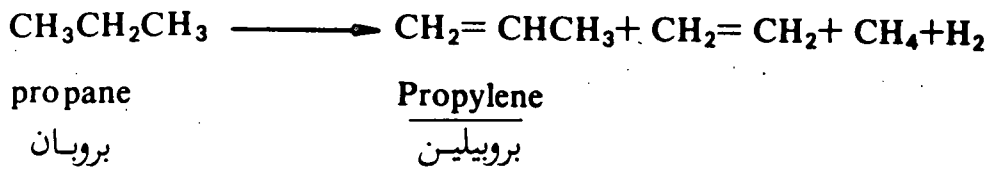
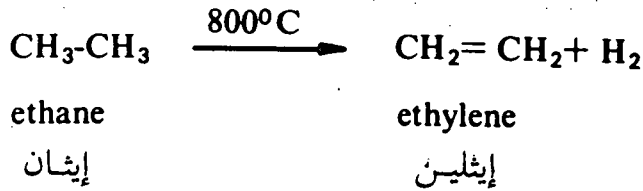
جدول ٤ - ٥ : مكونات البترول

عدد ذرات كربون خليط الألكانات	درجة الغليان للخليط (م°)	الجزء
C ₁ - C ₄	أقل من ٢٠ م°	غازات مرافقة
C ₅ - C ₆	٢٠ - ٦٠	ايثر البترول
C ₆ - C ₇	٦٠ - ١٠٠	نفثا (ليجروين)
C ₈ - C ₁₀	٤٠ - ٢٠٠	بنزين
C ₁₂ - C ₁₈	١٧٥ - ٣٢٥	كيروسين
C ₁₅ - C ₄₀	٣٠٠ - ٥٠٠	زيت خفيف
C ₁₅ - C ₄₀	أعلى من ٤٠٠	زيوت تشحيم وازفلت

على هذه الغازات بالغاز المرافق associated gas بينما الغاز الطبيعي توجد مكوناته على شكل غازات جافة غير مختلطة بالبتروول.

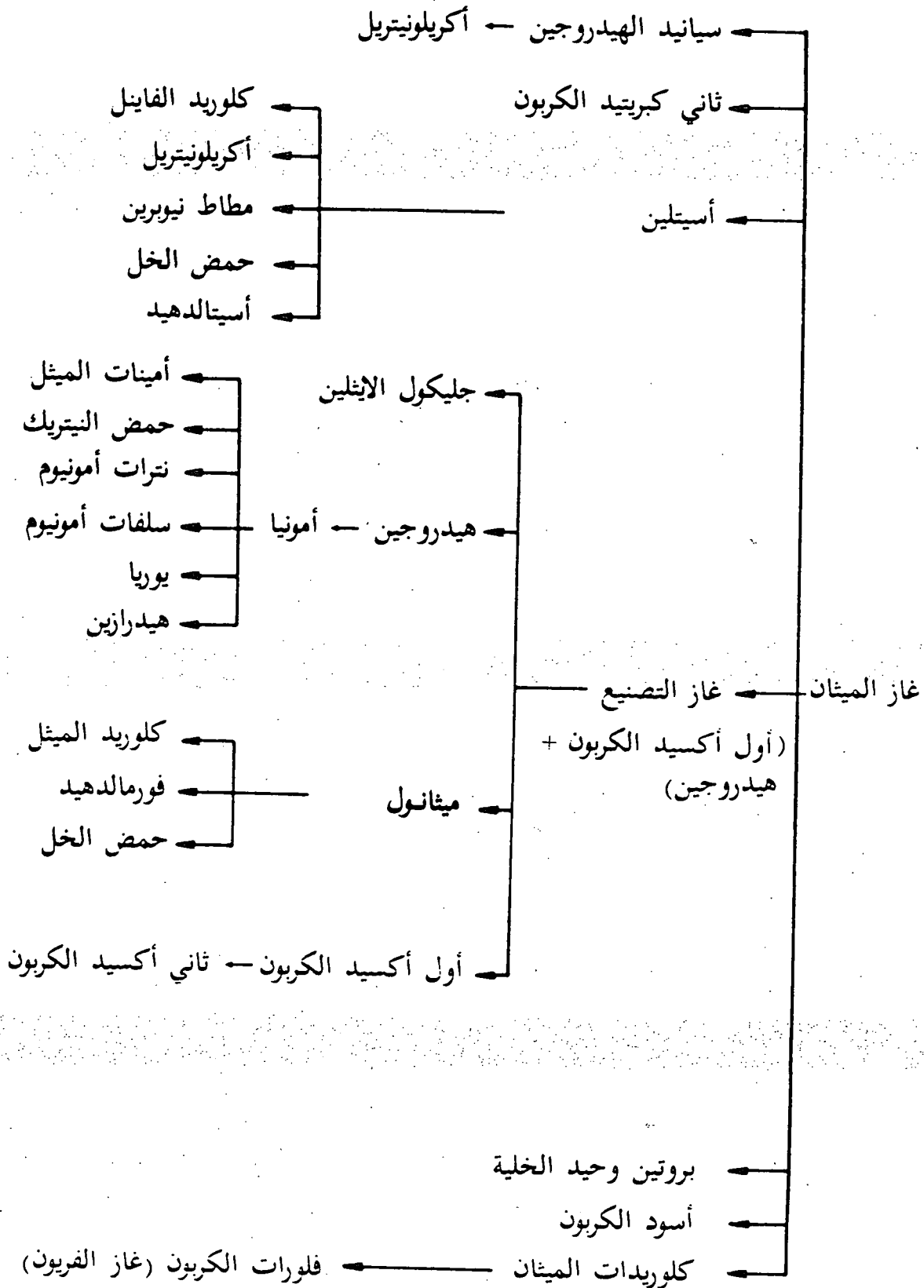
هذا ويعتبر الجزء البنزيني أهم نواتج البترول إذ يشكل حوالي ٥ - ٢٠٪ من البترول، لذلك كان لابد من تطوير طرق جديدة للحصول على مزيد من هذا الناتج. وقد تم بالفعل عمل هذا بطرق مختلفة أهمها طريقة تكسير البترول Cracking، ويتم وفقاً لهذه الطريقة تحويل الألكانات العليا إلى ألكانات وألكينات Alkenes أصغر (ذات أوزان جزيئية منخفضة).

يستخدم الميثان في تصنيع عدة نواتج ذات أهمية كبيرة لعل أهمها الأسمدة والميثانول، وبين الشكل ٤ - ١ المواد المختلفة التي يمكن تصنيعها من الميثان. كما يستخدم الايثان والبروبان في إنتاج الأوليفينات (الألكينات) مثل الايثلين الذي ينتج من الايثان، والبروبيلين الذي ينتج من البروبان وذلك بواسطة عملية التكسير البخاري steam cracking. كما يستخدم البيوتان لإنتاج البيوتاديين عن طريق انتزاع جزيئين هيدروجين. يعتبر الايثلين والبروبيلين، والبيوتاديين من المواد الأساسية في إنتاج العديد من البتروكيماويات كما هو موضح بالشكل ٤ - ٢.

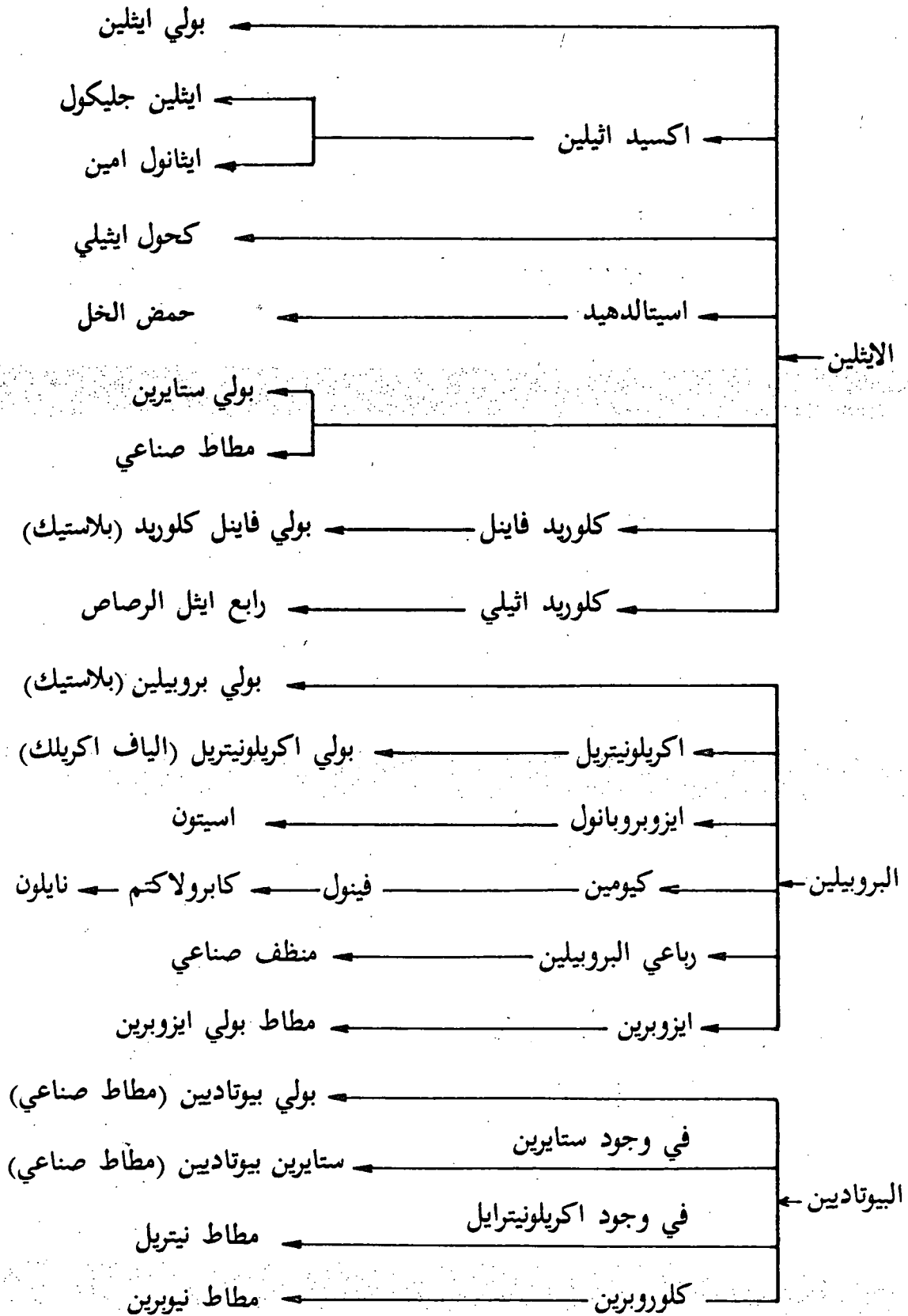


هذا ويمكن تحويل بعض مكونات البترول مثل النفط (هيدروكربون مشبع مكون من ٦ إلى ٧ ذرات كربون) بالتسخين في وجود عوامل مساعدة (الإصلاح بالعامل المساعد catalytic reforming)، إلى مركبات أروماتية. تستخدم هذه المركبات الأروماتية في العديد من المنتجات البتروكيماوية كما هو موضح بالشكل

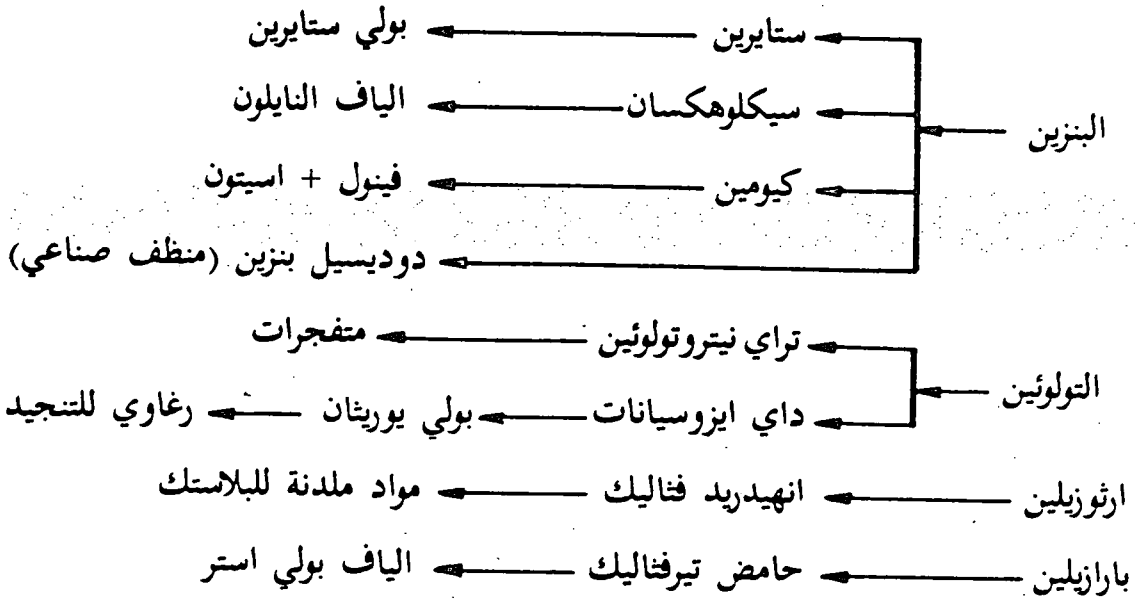
٤ - ٣.



شكل ٤ - ١: البتروكيميائيات من الميثان



شكل ٤ - ٢: البتروكيميائيات من الإيثيلين والبروبيلين والبيوتاديين



شكل ٤ - ٣ : البتروكيميائيات من المركبات الأروماتية

تصنيع البوليمرات :

تطلق كلمة بوليمر على الجزىء الضخم المكون من ارتباط بين عدد كبير من جزيئات أصغر مع بعضها البعض، وتسمى هذه الجزيئات الصغيرة مونومرات. توجد بعض البوليمرات في الطبيعة مثل النشا والسليلوز والحرير والمطاط الطبيعي وغيرها. وفي الوقت الحاضر يتوفر الكثير من البوليمرات التي أمكن تصنيعها (غير متوفرة في الطبيعة) مثل مواد البلاستيك والمطاط الصناعي والألياف الصناعية. تتكون البوليمرات من سلاسل بها مئات أو آلاف من جزيئات المونومرات، قد تكون هذه المونومرات من نفس النوع وقد تكون من نوعين مختلفين. وقد ترتبط مونومرات من نفس النوع بالإضافة دون أن تفقد هذه المونومرات أي جزء منها. ويوضح جدول ٤ - ٦ أمثلة على هذا النوع من البوليمرات. وقد يتم الحصول على البوليمرات بتكاثف جزيئين مختلفين من المونومرات مع فقدان جزىء ماء أو غيره من الجزيئات وذلك وفقاً لنوعي المونومرات المستخدمة (جدول ٤ - ٧).

جدول ٤ - ٦ : بلمرات بالأضافة

المونومر	البوليمر	الاستخدامات
الاثيلين كلوريد الفايبل اكريلونيتريل فينيل اسيتات ستايرين بيوتادين ايزوبيوتيلين مثيل متاكريلات كلوريد فينيليدين كلوروبرين تترافلور اثيلين	بولي اثيلين بولي كلوريد الفايبل بولي اكريلونيتريل بولي فينيل اسيتات بولي ستايرين بولي بيوتادين بولي ايزوبيوتيلين بولي مثيل متاكريلات بولي كلوريد فينيليدين بولي كلوروبرين بولي تترافلور اثيلين	إنتاج مشغولات بلاستيكية عديدة أنايب، أكياس، قنينات وغيرها ألياف صناعية مثل الأورلون مواد لاصقة، اللبان مشغولات بلاستيك مطاط صناعي مطاط صناعي ألواح شفافة وأنايب، بلكسيجلاس عمل أفلام شفافة مثل الساران مطاط صناعي أفلام مقاومة للكيمائيات وعازلة

جدول ٤ - ٧ : بلمرات بالتكاثف

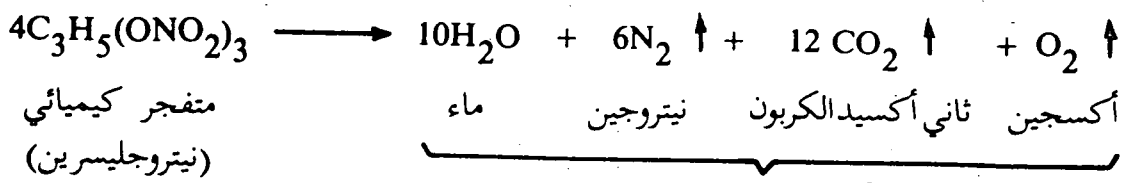
المونوميرات	البوليمر	الاستخدامات
حامض تيرفثاليك + اثيلين جليكول بلاماء حمض فثاليك + جليسيرول بلاماء حمض ماليك + اثيلين جليكول هكسامثيلين داي أمين + حامض أدبيك اثيلين داي كلوريد + بولي سلفيد الصوديوم فينول + فورمالدهيد يوربا + فورمالدهيد اثيلين ثنائي ايزوسيانات + اثيلين جليكول	بولي اثيلين تيريفثالات أصماغ راتنجات من نوع الألكيد نايلون ٦٦ مطاط بوليسلفيد فينول فورمالدهيد يوربا فورمالدهيد بولي يورثان	ألياف صناعية من نوع بولي استر تغليف، مواد ملدنة التغليف والطلاء ألياف صناعية من النايلون مطاط مقاوم للكيمائيات مواد لاصقة ومشغولات راتنجية مثل البكايت مواد لاصقة ولكسوة النسيج وصناعة مشغولات بلاستيك رغاري مطاطية تستخدم في العزل والتجيد

أنواع الصناعات الكيميائية الحربية

تشمل الصناعات الكيميائية كل من المتفجرات التقليدية والأسلحة الكيميائية والقنابل الحارقة وفيما يلي نبذة مختصرة عن هذه الصناعات.

المتفجرات التقليدية :

هي عبارة عن مركبات كيميائية تكونت نتيجة لعمليات كيميائية امتصت فيها الطاقة، أي أنها مركبات كيميائية ماصة للحرارة Endothermic compounds. وتتصاعد هذه الطاقة عند تأكسدها (تفاعلها كيميائياً). فإذا رافق هذا التأكسد تكون كميات كبيرة من الغازات التي تتمدد بتأثير حرارة التأكسد فإنها يمكن أن تؤدي عملاً ميكانيكياً نتيجة لضغط الغاز المتكون فإذا كانت سرعة الغاز المندفع، والمتكون نتيجة لتأكسد هذه المركبات، أقل من ٣٠٠ متر في الثانية فإن هذه العملية تعتبر إحتراق مثل الإحتراق الداخلي في اسطوانات (سلندرات) المكائن، وإذا كان أسرع من ذلك فإنه يعتبر إنفجاراً. يتم التفجير بواسطة مواد كيميائية بادئة للإشعال وهي مواد تنفجر حال إصطدامها أو تسخينها أو ضغطها، وتنقل الإنفجار إلى المتفجرات التي تضاف إليها قبل الإشتعال مباشرة.



يزيد حجمها عشرة آلاف مرة عن حجم نيتروجليسرين المستخدم وذلك عند حرارة التفجير.

والانفجار عبارة عن تفاعل كيميائي يتم فيه أكسدة شديدة للنيتروجين والكربون والهيدروجين في الجزيء. وأغلب المتفجرات المستخدمة حالياً هي مواد كيميائية تحتوي على عنصر النيتروجين. وهي تحمل في داخل جزيئاتها العامل المؤكد الضروري لعملية التفجير. ومن الأمثلة على هذه المتفجرات كل من: أملاح حمض

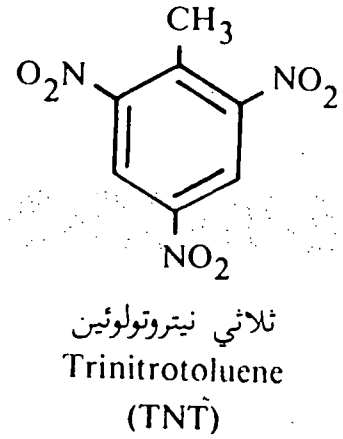
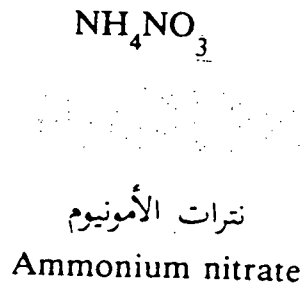
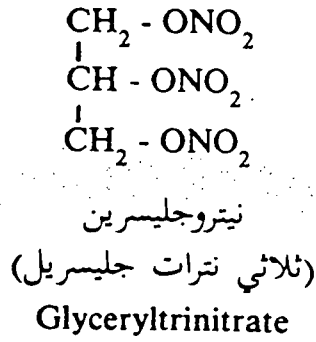
النيتريك مثل نترات الأمونيوم «تخلط مع مواد طبيعية ذات مسام مثل الجلاتين لصناعة أحد أنواع الديناميت»، والأسترات العضوية مثل النيتروجليسرين «يخلط مع مواد طبيعية ذات مسام مثل الجلاتين لصنع نوع آخر من الديناميت»، والنيتروجليكول والنيتروسيليلوز، ومركبات النيترو الأروماتية مثل ثلاثي نيتروفينول «حمض البكريك»، ثنائي نيترو بنزين «يستخدم في قذائف المدفعية»، ثلاثي نيتروبنزين «متفجر قوي ولكنه صعب التحضير»، ثلاثي نيترو أنيزول وثلاثي نيتروتولوين Trinitrotoluene (TNT). وتجدر الإشارة إلى أن ثلاثي نيتروتولوين TNT هو أكثر المتفجرات شهرة خاصة وأنه يعتبر قياسياً يقارن به المتفجرات الأخرى التقليدية. كما أن المتفجرات النووية عادة تقاس قوتها بما يعادلها من آلاف الأطنان أو ملايين الأطنان منه.

ويجب التنويه على أن المركبات سابقة الذكر في الغالب توجد على شكل مخاليط في المتفجرات لكي يتم التحكم فيها ولزيادة قوتها التفجيرية. فمثلاً إضافة خليط من الشمع والسيكلونايك وبودرة الألومنيوم إلى TNT تزيد من قوته التفجيرية.

يصنع ثلاثي نيتروتولوين من النترتة المتكررة للتولوين باستخدام حمضي النيتريك والكبريتيك المركزين. علماً بأن التولوين مادة يمكن الحصول عليها من المنتجات البتروكيميائية.

كما تجدر الإشارة إلى أن معظم مركبات النيترو تحضر بهذه الطريقة، فمثلاً يتم تحضير نيتروجليسرين بمعاملة الجليسرين بحمض النيتريك والكبريتيك المركزين.

هذه نبذة مختصرة ولا شك بأن الأبحاث في هذا المجال على قدم وسباق وفي كل يوم يكتشف الكثير من المواد المستخدمة لزيادة فعالية المتفجرات ولكنها تبقى أقل بكثير مما تلحقه الأسلحة الكيميائية أو الجرثومية أو النووية من دمار وقتل جماعي.



الأسلحة الكيميائية :

الأسلحة الكيميائية هي عبارة عن استخدام المواد الكيميائية السامة في الحروب لغرض قتل أو تعطيل الإنسان أو الحيوان. ويتم ذلك عن طريق دخولها الجسم سواء باستنشاقها أو تناولها عن طريق الفم أو ملامستها للعيون أو الأغشية المخاطية.

وهذه المواد الكيميائية قد تكون غازية أو سائلة سريعة التبخر ونادراً ما تكون صلبة، تطلق في الفضاء أو تلقى على الأرض سواء بالرش مباشرة بواسطة الطائرات على ارتفاع منخفض أو وضعها في ذخائر على شكل قنابل أو قذائف بحيث توضع الكيميائية السامة في أوعية من الرصاص أو الخزف حتى لا تتفاعل مع مواد الانفجار أو مع جدار القذيف، وعند وصول القذيفة إلى الهدف وإنفجارها تتصاعد الكيميائية السامة على شكل أبخرة مسببة الموت الجماعي.

وتتميز الكيميائية السامة بروائح مميزة ولذلك يمكن الابتعاد عنها أو استعمال الأقنعة والملابس الواقية مما يقلل الأضرار الناتجة عنها. إلا أن هناك كيميائيات أكتشفت إبان نهاية الحرب العالمية الثانية ولم تكن جاهزة للاستعمال إلا بعد نهاية الحرب. تلك الكيميائية تسمى بغازات الأعصاب التي تسبب شللاً في الأعصاب وأعراض أخرى مما يؤدي إلى الموت، تتميز هذه الغازات عن غيرها بالسمية العالية وبأنها عديمة اللون والرائحة تقريباً، وبذلك يصعب اكتشافها على عكس الأسلحة الكيميائية الأخرى. كما لا يفوتنا التنويه على كميات أخرى لها قدرة عالية في السمية مثل سم بتولينيوم الذي ينتجه فطر بتولينيوم حيث ينمو هذا

الفطر على اللحوم والأسماك المعلبة الفاسدة في معزل عن الأكسجين مما ينتج مادة سامة تعتبر أكثر ألف مرة من سمية غازات الأعصاب، إلا أن هذه السميات تصنف على أنها أسلحة جرثومية نظراً لأنها ناتجة عن الجراثيم.

يوجد عدة أنواع من الكيمائيات مصنفة حسب تأثيرها الفيسيولوجي. تصلح بأن تستخدم كأسلحة كيميائية وهي: الغازات المسيلة للدموع والغازات الخانقة — ومسمات الدم — ومسيبات القروح — وغازات القيئ — وكيمائيات الهلوسة وغازات الأعصاب — وسموم أخرى.

القنابل الحارقة (النابالم):

تتكون مادة النابالم، التي تدخل في تركيب القنابل الحارقة، من عدة أنواع من الصابون المعدني. وهو صابون عادي يدخل في تركيبه معدن الألومنيوم. ويتكون مخلوط هذا الصابون من الصودا الكاوية مضافاً إليها أي زيت نباتي يدخل في تركيبه حمض الأوليك، كما يضاف كبريتات البوتاسيوم وكبريتات الألومنيوم. بعد ترسيب وتجفيف الناتج مادة ألفا — نافثول لمنع تأكسد وفساد مادة النابالم؛ يخلط الجميع بالجازولين فينتج مادة جيلاتينية. قد يضاف معدن المغنسيوم لكي يعمل على زيادة سمك الوقود وإنتاج حرارة أعلى عند الاحتراق.

تجدر الإشارة إلى أن الذي أشرف على اختراع النابالم هو ل. ف. فيزر أستاذ الكيمياء العضوية بجامعة هارفرد بالولايات المتحدة وذلك عام ١٩٤٢م وهو أستاذ صهيوني ساهم في نقل هذه التقنية إلى إسرائيل.

قد تكون القنابل الحارقة على شكل قنبيلات صغيرة، أو قد تكون كبيرة يصل وزنها إلى ألف رطل وتشعل بواسطة قنبلة متفجرة صغيرة متصلة بها. ينشر هذا النوع من القنابل الحارقة الكبيرة لما يصل في سعته إلى مساحة ملعب لكرة القدم. يؤدي الهجوم بواسطة القنابل الحارقة إلى نشوء حرائق كبيرة كما أن مادة النابالم المستخدمة إذا لامست الجسم تؤدي إلى حروق وتمزقات جلدية. هذا ويوجد عدة أنواع من القنابل الحارقة مثل القنابل الفسفورية (فسفور أبيض) وغيرها. وتجدر الإشارة إلى أن مادة النابالم والقنابل الحارقة بشكل عام، مثل الأسلحة الكيميائية، محرمة دولياً.

الكيمياء العامة أسئلة عامة :

والتطبيقية

- س ١ : ما هي توقعاتك لمستقبل الصناعات البتروكيميائية في المملكة؟
- س ٢ : ارسم الصيغ الكيميائية للمنتجات البتروكيميائية التالية : كلوريد الفاينيل، ستايرين، بروبيلين، يوريا، عديد كلوريد الفاينيل.
- س ٣ : أذكر المواد الخام اللازمة لتحضير كل من :
- (أ) كلوريد الفاينيل.
- (ب) عديد الإيثيلين (بولي إيثيلين).
- (ج) ستايرين.
- (د) بيوتادايئين.
- س ٤ : عدد مكونات الغاز الطبيعي وأذكر ثلاثة استخدامات لكل منها.
- س ٥ : بالنظر إلى الصناعات الكيميائية العضوية وغير العضوية، أذكر مكوناتها الكيميائية وبين أيهما عضوي وأيها غير عضوي.
- س ٦ : بالنظر إلى الصناعات الكيميائية الحربية، بين أي المكونات عضوي وأيها غير عضوي.

ملحق سريان السوائل

لسريان السوائل fluid flow في الأنابيب أشكال مختلفة تعتمد على سرعة التدفق وخواص السائل، ويمكن تسمية السريان مستقراً في حالة عدم تغير سرعة التدفق مع الزمن، وفي حالة تغير سرعة التدفق مع الزمن فإن السريان يعتبر غير مستقر (مضطرب)، وبين الشكل ١ الفارق بين السريان المستقر والسريان الغير مستقر لتدفق سائل من فتحة انائين مختلفين أحدهما حافظنا على ارتفاع مستوى السائل فيه باستمرار (حالة السريان المستقر) بينما تركنا مستوى السائل في الحالة الثانية يتغير وفقاً لفقدان السائل من الإناء (حالة السريان غير المستقر).

وتعتبر حالة السريان غير المستقر من الحالات المعقدة التي يدخل فيها حساب الزمن وتغييره مع خواص السوائل وخطوط السريان، والتي يجب حسابها لفترة زمنية كافية ومن ثم أخذ متوسط معدلها. وعموماً فإن قوانين سريان السوائل تطبق بسهولة في حالة السريان المستقر.

ويمكن تقسيم سريان السوائل إلى نوعين رئيسيين حسب سرعة السريان وخواص السائل وذلك اعتماداً على رقم رينولدز Reynolds number والذي يعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$Re = \frac{DV\rho}{\mu}$$

حيث أن D طول قطر الأنبوب.

v سرعة السريان.

ρ ، μ كثافة ولزوجة السائل على الترتيب.

وبالتعويض عن الوحدات الصحيحة للمتغيرات الموجودة في رقم رينولدز نجد أن رقم رينولدز ليس له وحدات، وقد اعتمد على هذا الرقم لمعرفة حالة سريان السوائل، ففي الأنابيب تكون حالة السريان رقائمية (طبقيّة) متجانسة طالما أن رقم رينولدز أقل من ٢٢٠٠. في حين أنها تكون مضطربة في حالة زيادة رقم رينولدز عن ٢٢٠٠، وهناك منطقة انتقالية لحالة سريان السوائل عند رقم رينولدز ٢٢٠٠ تقريباً إذ تختفي حالة السريان الطبقي وتبدأ حالة السريان المضطرب مع زيادة رقم رينولدز. ويقصد بالسريان الرقائمي (الطبقي) أن طبقات السائل تتحرك بشكل منتظم دون أن تحدث إلى طبقة منه اضطراب للطبقة التي حولها، أما في حالة السريان المضطرب فإن طبقات السائل لا تتحرك بشكل منتظم مع اتجاه حركة السائل إنما يتداخل بعضها ببعض، ويمكن تصور هاتين الحالتين إذا ما أدخلنا إبرة دقيقة جداً يخرج منها سائل ملون داخل أنبوب زجاجي يتدفق فيه السائل في الحالتين المذكورتين (السريان الرقائمي والسريان المضطرب) فإننا سنجد أن السائل الملون في حالة السريان الرقائمي يسلك خطأً مستقيماً بين طبقات السائل في الأنبوب الزجاجي دون أي إخلال أو اضطراب في مساره كما هو موضح في شكل ٢ أ في حين أنه يختلط مع طبقات السائل في الأنبوب الزجاجي منتقلاً بين سائر الطبقات المضطربة وذلك في حالة السريان المضطرب شكل ٢ ب، ويبين الشكل ٣ تكون الانسياب الرقائمي في الأنابيب، وإن سرعة السائل في الأنبوب متناسقة حول مركز الأنبوب، وعادة ما يعبر عن هذه السرعة بالمعادلة التالية :

$$V = V_{\max} \left[1 - \left(\frac{Y}{R} \right)^2 \right]$$

حيث أن V_{\max} هي السرعة القصوى عند مركز الأنبوب.

Y البعد عن مركز الأنبوب.

R طول نصف قطر الأنبوب.

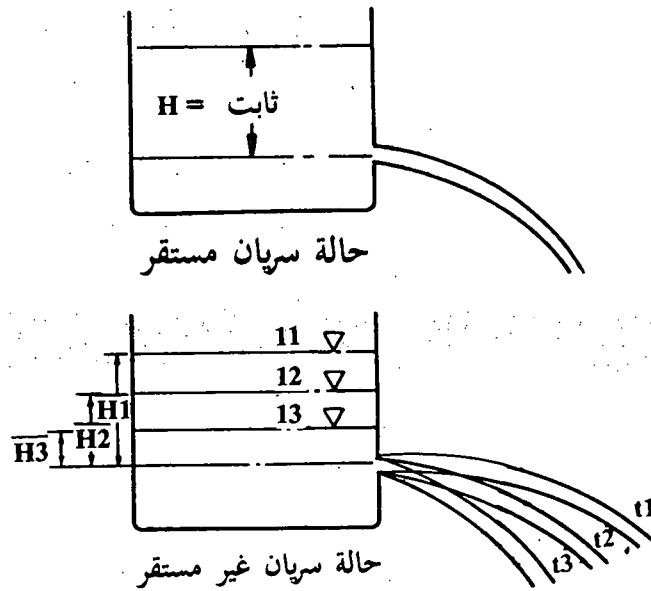
أما معامل الاحتكاك في الأنبوب فيعبر عنه بما يلي:

$$f = \frac{64}{Re}$$

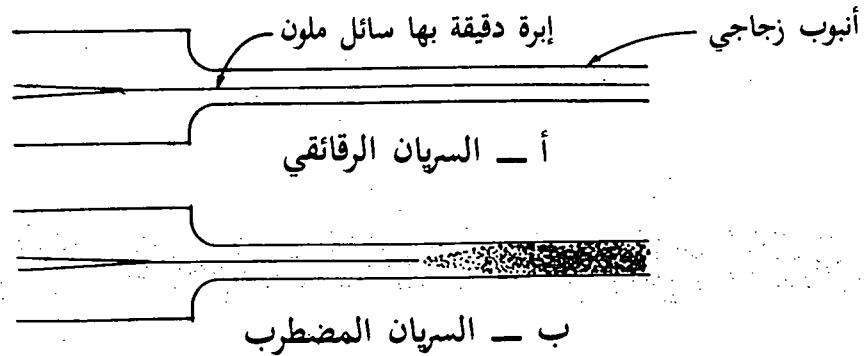
و Re هو رقم رينولدز والذي يجب أن يكون أقل من ٢٠٠٠ لأمكان استخدام هذه العلاقة ولضمان أن السريان بشكل رقاظي.

ويصعب إيجاد معادلة بسيطة وثابتة لسرعة السائل في حالة السريان المضطرب لاعتماد السرعة بشكل كبير على خشونة الأنبوب على العكس من السريان الرقاظي والذي لا يعتمد فيه شكل توزيع سرعة السائل على خشونة الأنبوب، ومن العلاقات الشائعة لسرعة السوائل في حالة الأنابيب ذات السريان المضطرب العلاقة التالية:

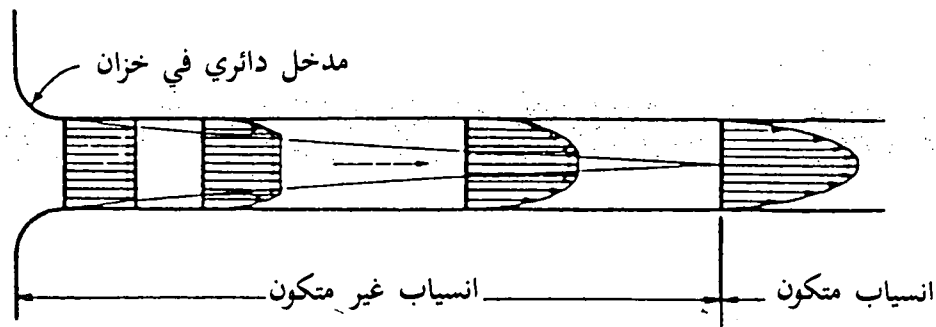
$$V = (1 + 1.33 \sqrt{f}) V_{avg} - 2.04 \sqrt{f} V \log \frac{R}{R-r}$$



شكل ١ : حالات السريان المستقر وغير المستقر



شكل ٢ : السريان الرقاظي (الطبقي) والسريان المضطرب



شكل ٣ : شكل توزيع السرعة على طول ماسورة لإنسياب رقائقي

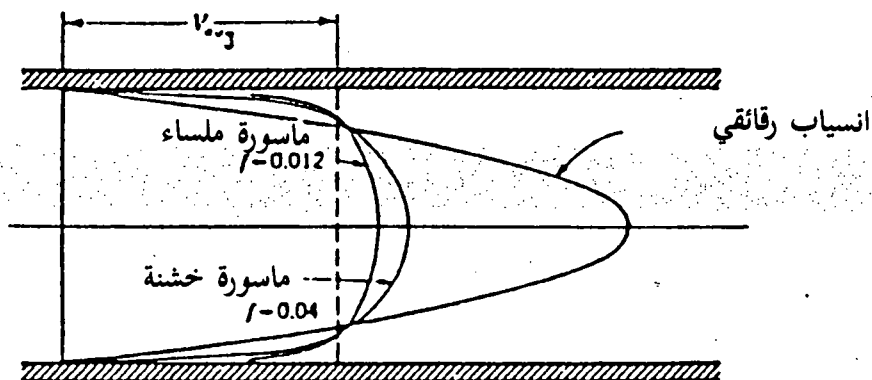
حيث أن V_{avg} هي السرعة المتوسطة.

f معامل الاحتكاك.

R نصف قطر الأنبوب.

r المسافة من مركز الأنبوب والذي تحسب عنده V .

وبين الشكل ٤ مقارنة بين توزيع السرعة في حالة السريان الرقائقي والمضطرب.



شكل ٤ : أشكال توزيع السرعات لمعدلات أنسياب متساوية

ويمكن حساب معامل الاحتكاك في الأنابيب بسهولة وبطريقة مباشرة من ملحق سريان السوائل الشكل ٥ والذي يعتمد على رقم رينولدز والخشونة النسبية E/D وهي عبارة عن قسمة معامل خشونة الأنبوب E على قطر الأنبوب، ويمكن حساب الخشونة النسبية مباشرة من الشكل ٦. ويبين المثال التالي هذه الطريقة بوضوح.

أوجد معامل الاحتكاك لماء ينساب عند درجة حرارة 20°C في أنبوب قطرها 50 mm من الصلب بسرعة 1.4 m/s (لزوجة الماء الكينماتيكية $= 1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ / ثانية).

الحل : أولاً يجب حساب رقم رينولدز.

$$Re = \frac{DV\rho}{\mu} = \frac{DV}{\nu} = \frac{0.5 \text{ m} (1.4 \text{ m/s})}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 7 \times 10^5$$

حيث أن ν هي اللزوجة الكينماتيكية .

من الشكل ٦ فإن الخشونة النسبية للأنبوب E/D تساوي 0.00009 .

وبذا فإن معامل الاحتكاك f من الشكل ٥ يساوي 0.0135 .

تتحرك السوائل نتيجة لاختلاف الطاقة الميكانيكية التي تحملها والتي تنشأ بتأثير عدد من القوى المختلفة. ومن أهم أنواع الطاقة المسببة لحركة السوائل ما يلي:

١ - طاقة الجاذبية :

وتسمى طاقة الوضع، وتنتج عن ارتفاع كمية من السائل بالنسبة للسطح الذي تسري إليه، وتتناسب هذه الطاقة مع كتلة السائل وارتفاعه، ويمكن حساب هذه الطاقة من المعادلة التالية:

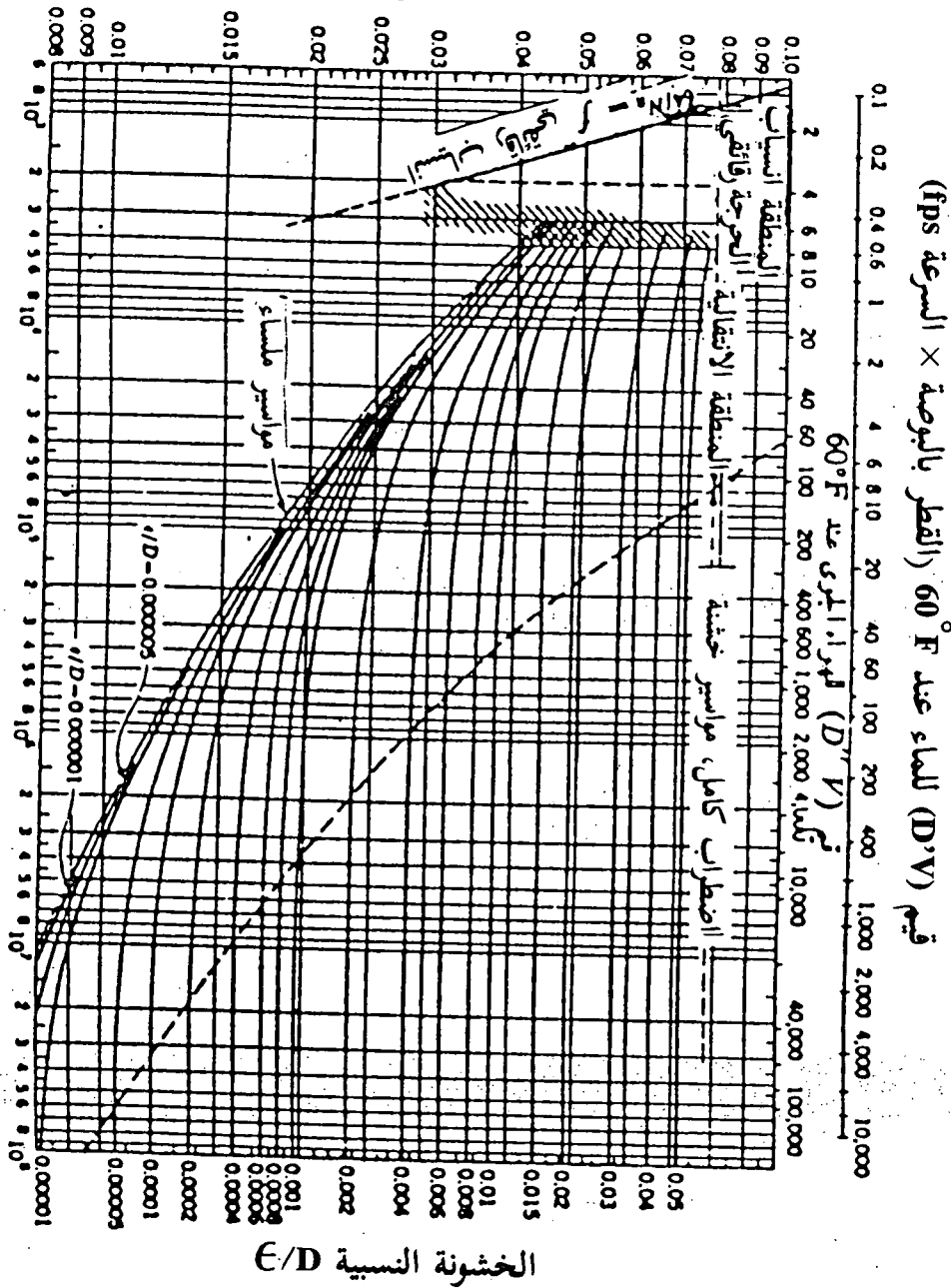
$$E_g = mgz$$

حيث أن m كتلة السائل.

g عجلة الجاذبية الأرضية.

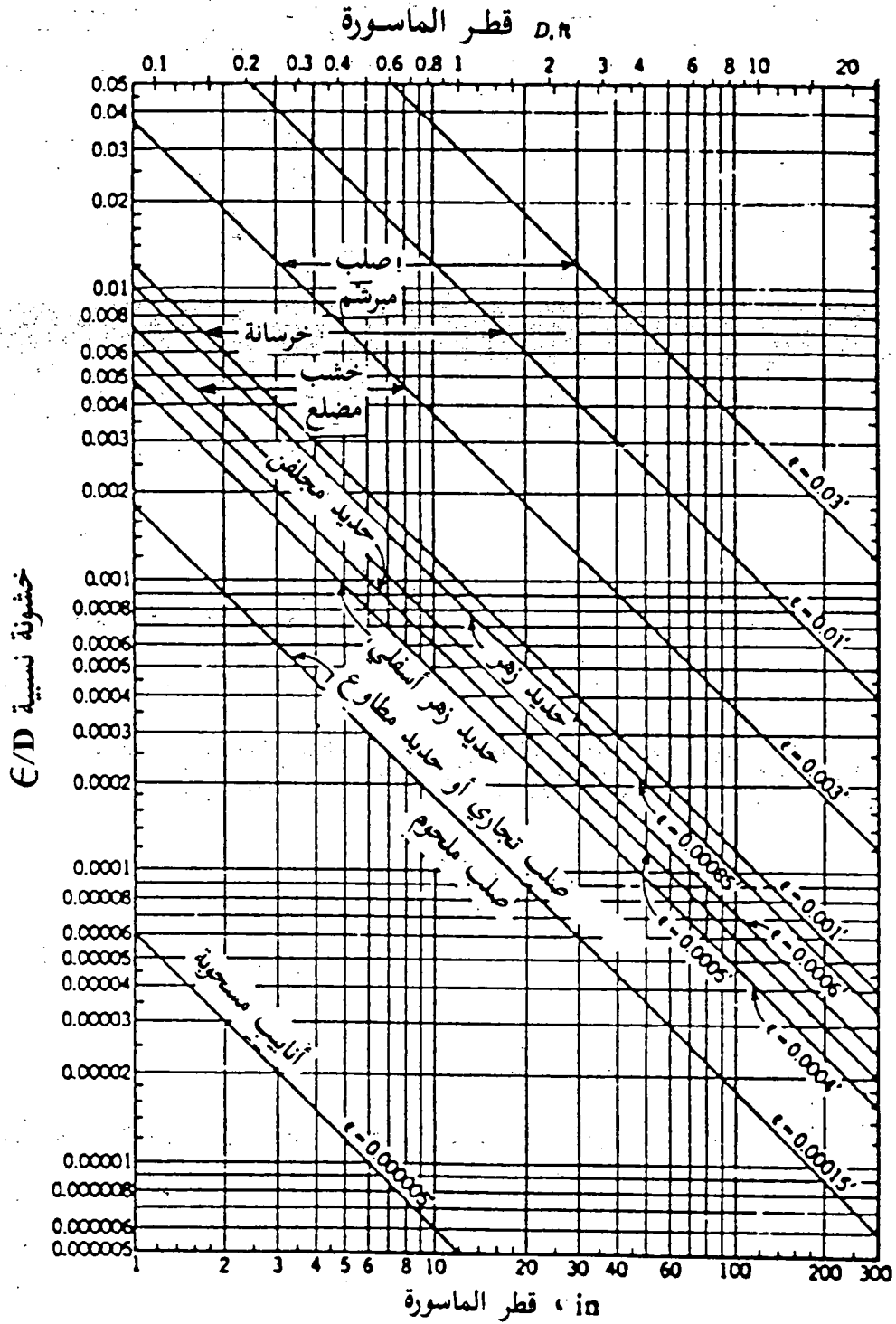
z ارتفاع السائل.

معامل الاحتكاك $r = \frac{A_L}{(L/D) V^2 12g}$



شكل 5 : معامل الاحتكاك للمواسير

رقم رينولدز



شكل ٦ : معاملات الخشونة (ϵ بالأقدام) للمواسير التجارية

الكيمياء العامة ٢ - طاقة ضغط السائل :

والتطبيقية
تندفع السوائل في الأنابيب المغلقة عادة نتيجة لفرق الضغط من نقطة إلى أخرى، وتتناسب طاقة الضغط طردياً مع فرق الضغط وكتلة السائل وعكسياً مع كثافته وفقاً للمعادلة التالية :

$$E_p = \frac{mg \Delta P}{\gamma}$$

حيث أن P فرق الضغط.
m كتلة السائل.
 γ الكثافة النوعية للسائل.

٣ - طاقة الحركة :

وتنشأ هذه الطاقة نتيجة لحركة السائل وتتناسب مع كتلته ومربع سرعته كما يلي:

$$E_k = \frac{1}{2} mV^2$$

حيث أن m كتلة السائل.
V سرعة السائل.

وبذا يمكن حساب مجموع طاقة السائل المتحرك بجمع أنواع الطاقة الثلاثة السابقة لتكون:

$$E_T = E_g + E_p + E_k$$

$$= mgz + \frac{mg \Delta P}{\gamma} + \frac{1}{2} mV^2$$

وبقسمة هذه المعادلة على mg نحصل على طاقة السائل لوحدة الوزن:

$$E = z + \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$$

وتسمى هذه المعادلة بمعادلة برنولي Bernolli، وقيمتها ثابتة في أي جزء من أجزاء السائل المتحرك، وهي الأساس الذي تحسب به سرعة السائل عند معرفة فرق الضغط أو العكس. وليبان هذا نورد المثال التالي.

مثال :

مضخة تدفع سائل من خزان فسيح بمعدل ٦٩,١ جالون / دقيقة، (كثافة السائل ١١٤,٨ رطل / قدم^٣) من خلال أنبوب قطره الداخلي ٣,٠٦٨ بوصة إلى خزان آخر خلال أنبوب قطره الداخلي ٢,٠٦٧ بوصة وترتفع نقطة الضخ لهذا الخزان ٥٠ قدماً، وقد وجد أن مجموع فقد الاحتكاك حوالي ١٠ قدم / رطل. احسب فرق الضغط الناشئ عن هذه المضخة واحسب الطاقة اللازمة لتحريكها علماً بأن كفاءة المضخة ٦٥٪ وأن السريان خلال الأنبوب مضطرباً.

الحل :

مساحة الأنبوب في جهتيه هي ٠,٠٥١٣٤ قدم^٢ و ٠,٠٢٣٣ قدم^٢.

$$\text{معدل انسياب السائل} = \frac{٦٩,١ \text{ جالون}}{\text{دقيقة}} \cdot \frac{١ \text{ دقيقة}}{٦٠} \cdot \frac{١ \text{ قدم}^٣}{٧,٤٨١ \text{ جالون}} = ٠,١٥٣٩ \text{ قدم}^٣ / \text{ثانية}$$

$$\text{سرعة انسياب السائل بعد الضخ} = \frac{٠,١٥٣٩ \text{ قدم}^٣ / \text{ثانية}}{٠,٠٢٣٣ \text{ قدم}^٢} = ٦,٦١ \text{ قدم} / \text{ثانية}$$

= سرعة السائل قبل الضخ = صفر (لأن الخزان الأول وسيع ومياهه ساكنة).

فرق الضغط بين الخزان = صفر (لأن كليهما مفتوح للضغط الجوي).

بالتعويض في معادلة برنولي نحصل على :

$$E = Z_1 - Z_2 + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} - \Sigma F$$

حيث أن F مجموع الاحتكاك.
 $Z_1 =$ صفر (بفرض مستوى الماء في الخزان الأول هو الأساس لقياس الارتفاع).

$$Z_2 = 50 \text{ قدم.}$$

$$0 = \frac{V_1^2}{2g} \text{ (لأن } V_1 = 0 \text{)}$$

$$0.678 = \frac{(6.61)^2}{2(32.174)} = \frac{V_2^2}{2g} \text{ قدم رطل قوة / رطل.}$$

أي أن :

$$E = 0 - 50 - 0 - 0.678 + 0 - 10 = -60.678$$

ويمكن حساب طاقة الضخ من العلاقة التالية :

$$\text{طاقة الضخ} = \frac{E}{\eta} m$$

$$3.0 \text{ حصان} = \frac{1}{550} \times 114.8 \times 0.1539 \times \frac{60.678}{0.65} =$$

حيث أن m هو معدل أنسياب المادة مقاساً بالرطل / ثانية وحسب من كثافة السائل ومعدل انسياب الحجم.

550 للتحويل من قدم رطل قوة / رطل إلى حصان.

ولحساب فرق الضغط الناشئ عن الضخ نطبق معادلة برنولي عند النقطتين ٣،

٤ الموضحة بالشكل ٧.

ملحق سرعان
السوائل

$$\text{سرعة السائل قبيل المضخة} = \frac{0,1539}{0,05134} = 3 \text{ قدم / ثانية.}$$

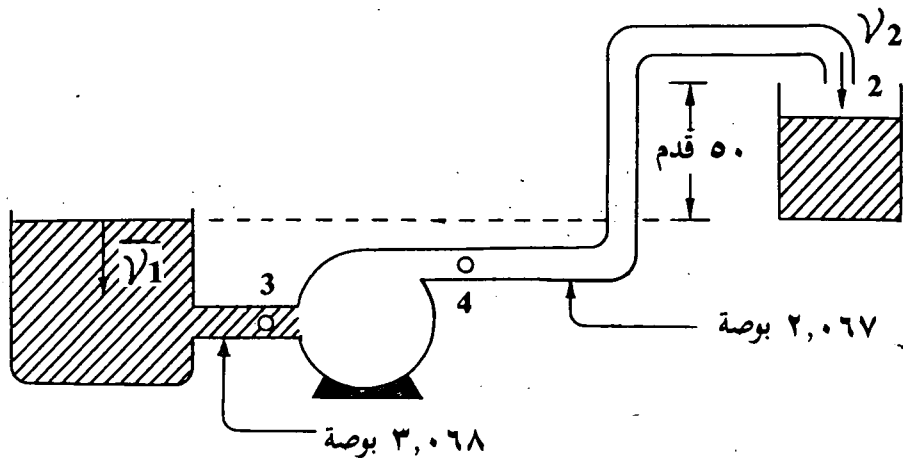
سرعة السائل بعد الضخ = 6,61 قدم / ثانية (كما سبق).
بإهمال فارق الارتفاع بين النقطتين ٣، ٤ فان فارق الضغط يساوي:

$$\frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{V_3^2}{2g} - \frac{V_4^2}{2g} - E$$

$$\frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{(3)^2}{2(32.174)} - \frac{(6.61)^2}{2(32.174)} + 60.678 = 60.14 \frac{\text{ft lb f}}{\text{lbm}}$$

$$\Delta P = 60.14 (114.8) \frac{1}{144} = 48 \text{ psi}$$

أي أن فارق الضغط هو ٤٨ رطل / بوصة مربعة.



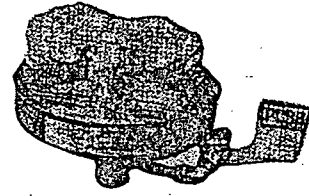
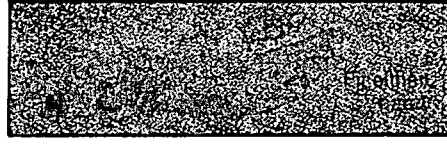
شكل ٧ : شكل توضيحي للمثال المحلول

المراجع

- ١ - محمد الحسن وحسن الحازمي، «أسس الكيمياء العضوية»، الطبعة الأولى، مكتبة الخريجي، الرياض، ١٤٠٦هـ.
- ٢ - محمد الحسن، «الصناعات الكيميائية ومستقبلها في المملكة»، الطبعة الثانية، مكتبة الخريجي، الرياض، ١٤٠٧هـ.
- ٣ - محمد الحسن، «الأسلحة الكيميائية والجرثومية والنوية»، الطبعة الثانية، مكتبة الخريجي، الرياض، ١٤٠٧هـ.
- ٤ - محمد الحسن وإبراهيم المعتاز، «ملوثات البيئة»، الطبعة الأولى، مكتبة الخريجي، الرياض، ١٤٠٨هـ.
- ٥ - محمد الحسن وإبراهيم المعتاز، «السلامة في المختبرات والمصانع الكيميائية»، الطبعة الأولى، مكتبة الخريجي، الرياض، ١٤٠٨هـ.
- ٦ - محمد الحسن، «تجارب عملية في الكيمياء العضوية»، الطبعة الأولى، مكتبة الخريجي، الرياض، ١٤٠٩هـ.
- ٧ - ناصر السبيعي، «عوامل الاطفاء، استعمالها ومجالات تطبيقها وأخطارها»، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود الرياض، ١٤٠٥هـ.
- ٨ - محمد صلاح العنبيكي، «أسس حسابات الهندسة الكيميائية»، الجامعة التكنولوجية، العراق، ١٩٨٥م.
- ٩ - يوسف عبدالله شهاب، «الكيمياء الهندسية»، جامعة الموصل، العراق، ١٩٨٣م.
- ١٠ - إبراهيم صالح المعتاز «محطات القوى الكهربائية والبيئة»، سلسلة قضايا بيئية رقم ٢٩، جمعية حماية البيئة، الكويت، ١٤٠٧هـ.
- ١١ - «موسوعة الكويت العلمية للكيمياء»، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الطبعة الأولى، الكويت، ١٩٨٦م.

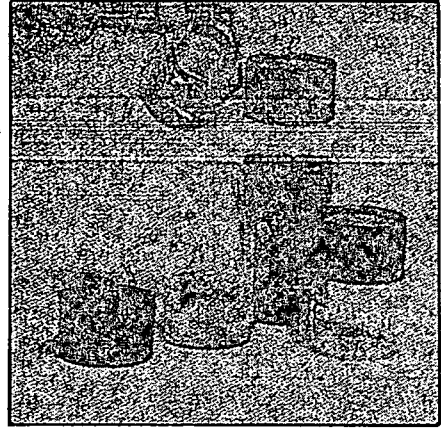
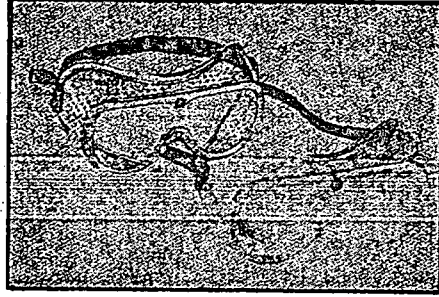
- ١٢ — روبرت دوجرتي وجوزيف فرانزيني، «ميكانيكا الموائع وتطبيقاتها الهندسية»،
ترجمة قدام قدام، دار ماكجروهيل للنشر، نيويورك، ١٩٧٧ م.
- ١٣ — محمود عبدالعزيز وأحمد الأنصاري، «ميكانيكا السوائل»، عمادة شؤون
المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٤٠٣ هـ.
- ١٤ — «قواعد السلامة بمرافق الكهرباء»، الطبعة الثانية، وزارة الصناعة والكهرباء،
الرياض، ١٤٠٤ هـ.

15. L.W. Fine, "Chemistry", 2nd Ed., The Williams & Wilki s Company,
Baltimore, 1978.
16. F.M.White, "Fluid Mechanics", McGraw-Will, New York, 1979.
17. L.F.Hatch and S.Matar, From Hydrocarbons to Petrochemicals,
Chapman and Hull Ltd., 1973.
18. N.T.Freeman and J.Whitehead, Introduction to Safety in the Chemical
Laboratory, Academic Press Inc., New York, 1982.
19. R.L.Tuve, Principles of Fire Protection Chemistry, National Fire
Protection Association, Boston, 1976.



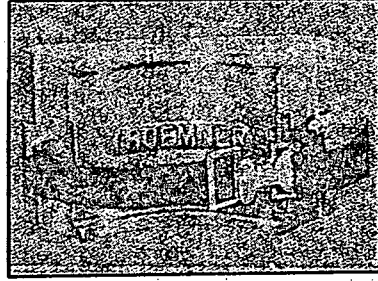
قفاز بلاستيكي يتم رميه بعد انتهاء العمل في المختبر

مغسلة للعيون في حالة إصابتها بالمواد الكيميائية



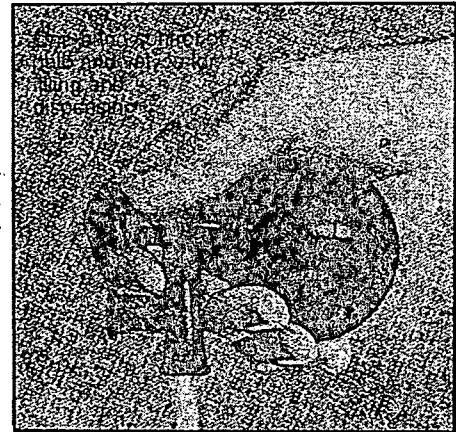
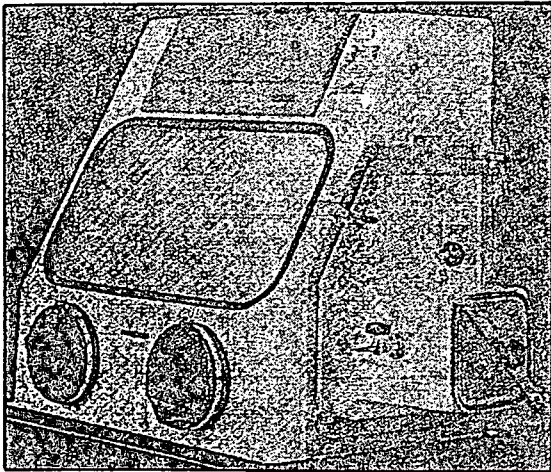
محقنة تستعمل لنقل المواد الحساسة للهواء والماء

نظارات واقية



ماسك معدني بدلاً من مسك أوعية المواد الكيميائية باليد

ماسك جداري لاسطوانات الغازات لمنعها من السقوط على الأرض



صندوق مغلق للتعامل مع المواد الكيميائية السامة والحساسة للهواء والماء.

ماصة يدوية بدلاً من سحب المواد الكيميائية باستخدام الفم

بعض أدوات الأمن والسلامة المستخدمة في المختبرات الكيميائية

الجدول

* العناصر التي تقع على يمين الخط السميك تصنف على أنها لا معادن، والتي تقع على اليسار تصنف على أنها معادن.

		١٣		١٤		١٥		١٦		١٧		١٨
		بورون		كربون		نيتروجين		أكسجين		فلور		هيليوم
		B	C	N	O	F	Ne					٢
		١٠.٨	١٢.٠١	١٤.٠١	١٦.٠٠	١٩.٠٠	٢٠.١٨					٤.٠٠
		ألومنيوم		سيليكون		فوسفور		كبريت		كلور		أرجون
		Al	Si	P	S	Cl	Ar					١٨
		٢٦.٩٨	٢٨.٠١	٣١.٠٤	٣٢.٠٦	٣٥.٤٥	٣٩.٩٥					٣٩.٩٥
		كوبالت		جرمانيوم		زرنيخ		سيلينيوم		بروم		كrypton
		Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
		٥٨.٩١	٦٣.٥٤	٦٥.٣٧	٦٩.٧٢	٧٢.٦٤	٧٤.٩٢	٧٩.٩٠	٧٩.٩٠	٨٣.٨٤		
		بلاديوم		كادميوم		إنديوم		قصدير		تيلور		زينون
		Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
		١٠٦.٣٤	١٠٧.٨٦	١١٢.٤١	١١٤.٨١	١١٨.٧١	١٢١.٧٥	١٢٧.٦٠	١٢٦.٩٠	١٣١.٢٩		
		بلاتين		زئبق		ثاليوم		بزموت		بولونيوم		رادون
		Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
		١٩٥.٠٨	١٩٧.٠٢	٢٠٠.٥٩	٢٠٤.٣٨	٢٠٧.٢٣	٢٠٩.٩٨	(٢٠٩)	(٢١٠)	(٢٢٢)		
		١١٠		١١١		١١٢						

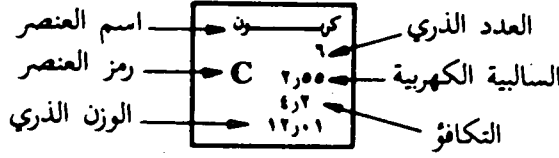
جادوليزيوم	تريبيوم	ديسبروم	هولميوم	إربيوم	تولوم	تيربيوم	لوثييوم
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
١٥٧.٢٥	١٥٨.٩٢	١٦٢.٥٠	١٦٤.٩٣	١٦٧.٢٦	١٦٨.٩٣	١٧٣.٠٤	١٧٤.٩٦
كوريوم	بركليريوم	كاليفورنيوم	ايشنتاريوم	فرميوم	منديليفيوم	نوبليوم	لورنسيوم
Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
(٢٤٧)	(٢٤٧)	(٢٥١)	(٢٥٤)	(٢٥٧)	(٢٥٨)	(٢٥٩)	(٢٦٠)

الدوري للعناصر

جموعة
دورة
١١

** الأرقام التي بين قوسين تشير إلى الوزن الذري للنظير الأكثر استقراراً من العناصر المشعة.

١	هيدروجين H ٢.٠١٦ ١.٠٠٨	١٢	ليثيوم Li ٦.٩٤ ٦.٩٤
٢	بيريلايوم Be ٩.٠١ ٩.٠١	١٣	صوديوم Na ٢٣.٠ ٢٣.٠
٣	مغنيسيوم Mg ٢٤.٣ ٢٤.٣		



العناصر الانتقالية

ب٣ ب٤ ب٥ ب٦ ب٧ ب٨

٤	بوتاسيوم K ٣٩.١ ٣٩.١	كاليوم Ca ٤٠.١ ٤٠.١	سكانديوم Sc ٤٥.٠ ٤٥.٠	تيتانيوم Ti ٤٧.٩ ٤٧.٩	فاناديوم V ٥٠.٩ ٥٠.٩	كروم Cr ٥٢.٠ ٥٢.٠	منجنيز Mn ٥٤.٩ ٥٤.٩	حديد Fe ٥٥.٨ ٥٥.٨	كوبالت Co ٥٨.٩ ٥٨.٩
٥	روبيديوم Rb ٨٥.٥ ٨٥.٥	سترونشيوم Sr ٨٧.٦ ٨٧.٦	يتريم Y ٨٨.٩ ٨٨.٩	زركونيوم Zr ٩١.٢ ٩١.٢	نيوبيوم Nb ٩٢.٩ ٩٢.٩	موليبدينوم Mo ٩٥.٩ ٩٥.٩	تكنيتيوم Tc (٩٨) (٩٨)	روثينيوم Ru ١٠١.١ ١٠١.١	روديوم Rh ١٠٢.٩ ١٠٢.٩
٦	سيزيوم Cs ١٣٢.٩ ١٣٢.٩	باريوم Ba ١٣٧.٣٣ ١٣٧.٣٣	لانثانوم La ١٣٨.٩ ١٣٨.٩	هافنيوم Hf ١٧٨.٥ ١٧٨.٥	تانغستام Ta ١٨٠.٩ ١٨٠.٩	تنجستن W ١٨٣.٩ ١٨٣.٩	رينيوم Re ١٨٦.٢ ١٨٦.٢	أوزميوم Os ١٩٠.٢ ١٩٠.٢	إيريديوم Ir ١٩٢.٢ ١٩٢.٢
٧	فرانسيوم Fr (٢٢٣) (٢٢٣)	رادوم Ra ٢٢٦ ٢٢٦	أكتينيوم Ac ٢٢٧ ٢٢٧	يونيكويديوم Unq (٢٦١) (٢٦١)	يونيلينثيوم Unp (٢٦٢) (٢٦٢)	يونيلكسيوم Unh (٢٦٣) (٢٦٣)	١٠٧	١٠٨	١٠٩

٦
٧
اللانثانيدات
الأكتييدات

سيزيوم Cs ١٣٢.٩ ١٣٢.٩	براسيوديوم Pr ١٤٠.٩ ١٤٠.٩	نيوبيوم Nb ٩٢.٩ ٩٢.٩	بروميثيوم Pm (١٤٥) (١٤٥)	ساماريوم Sm ١٥٠.٤ ١٥٠.٤	يوروبيوم Eu ١٥٢.٠ ١٥٢.٠
ثور Th ٢٣٢.٠ ٢٣٢.٠	بروتكتينيوم Pa ٢٣١ ٢٣١	يورانيوم U ٢٣٨.٠ ٢٣٨.٠	نبتونيوم Np ٢٣٧ ٢٣٧	بلوتونيوم Pu (٢٤٤) (٢٤٤)	أميريكيوم Am (٢٤٣) (٢٤٣)