شنطة الأمن والسلامة لإجراء التجارب العلمية لمراحل التعليم في المدارس والجامعات بتقنيات العلوم الخضراء أو غيرها بالمملكة العربية السعودية

حســـن بن عبد القادر حســن البـــار

قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة الملك عبد العزيز – جده٢١٥٨٩ – ص.ب. ٨٠٢٠٣ – السعودية

نقدم حقيبة أمن وسلامة تختص مكوناتها بأمن المنشأة التي يجرى بداخلها تجارب علوم ميكروسكيلية خضراء وسلامة صحة الذين يجرون هذه التجارب. مكونات الحقيبة موضحة بمتن البحث وصورها كذلك بجانب برتوكول كيفية استعمال كل مكون من مكونات الحقيبة. وتم التركيز على المنهجية المنظومية للعلاقة بين أمن كل مادة كيميائية خضراء تستخدم في إجراء تجارب مراحل التعليم التربوي والسنة التحضيرية بجامعات التعليم العالي ، وكيفية التعامل مع هذه الكيماويات بجانب وسائل الأمن والسلامة عند حدوث أي ضرر أو حريق (لا سمح الله) نتيجة استعمال أي من هذه الكمياويات. وإبراز العلاقة فيما بين الجانب النظري لبعض التجارب مع أمن وسلامة المواد الكيماوية التي تستخدم بهذه التفاعلات.

مقدمة:

أهمية الحقيبة تكمن في الحفاظ على سلامة المنشأة التي تجرى فيها التجارب العلمية الخضراء ، بالرغم أن أمن وسلامة مثل تجارب الكيمياء الميكروسكيلية الخضراء عالية الأمن والسلامة (١–٥) ، ولكن من ناحية الاستقرار النفسي والطمأنينة للعاملين والمتعلمين ، ومن ناحية أخرى لكي يتدرب المعلم و/أو المدرب والمتعلم على وسائل الأمن والسلامة خلال إجراء التجارب العلمية .... فيضل أن يتدرب ويأخذ الخبرة الكافية في كيفية التعامل مع أغلب وسائل الأمن والسلامة مثل حدوث حريق أو حدوث ضرر بالجلد أو مشاكل في التنفس أو ..... الخ (لا سمح الله) (٦).

ففي هذا البحث تم مراعاة إبراز أغلب مفاهيم الأمن والسلامة التطبيقية واعتمادها الأساسي على نوعية ونتائج التجارب العلمية ، وعلاقتها بالنسبة للجانب النظري المعتمد على نتائج التجارب الكيميائية الخضراء وغيرها. حيث تم تطبيق عملي على أكثر من شريحة من شرائح المشرفات والمعلمين والمعلمات وطالبات الدراسات العليا في مجال إجراء تجارب علوم الميكروسكيل الخضراء وربطها منظومياً مع الجانب النظري استناداً لمشاهدة ونتيجة التجارب ، وقياس مستوى أمن وسلامة خلال إجراء هذه التجارب من قبل الطلاب والمعلمين وغيرهما (٧–١٢).

ولما لحقيبة الأمن والسلامة من أهمية بالغة في الحفاظ على أمن المنشأة وسلامة صحة العاملين ، فقد تم عرض تفصيلي لكل من العناصر التالية في متن البحث وهي على النحو التالي.

(١) أسماء تجارب الكيمياء للمرحلة الثانوية بالتعليم التربوي بالمملكة العربية السعودية وكيماويات كل تجربة.

(٢) أسماء تجارب أسس الكيمياء العامة لسنة أولى تحضيري بالجامعات السعودية.

(٣) قائمة بأسماء كيماويات تجارب الكيمياء لسنة أولى بالجامعة.

(٤) خواص كيماويات التجارب وكيفية التعامل معها.

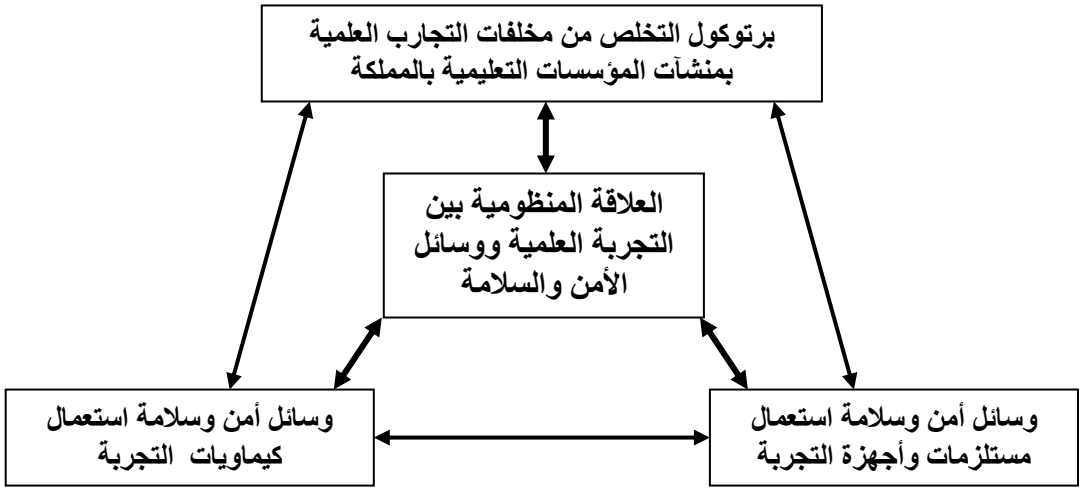
(٥) وسائل أمن وسلامة خلال استعمال هذه الكيماويات في التجارب.

(٦) مكونات حقيبة الأمن والسلامة الخضراء وكيفية استعمال كل مكون منها.

(٧) مستلزمات بعض حقائب التجارب وكيفية استعمال كل منها.

النتائج والمناقشة:

سيتم أبراز مستلزمات (١٣) وأجهزة (١٤) بعض تجارب المرحلة الثانوية ، وكيفية تطبيق فعلى لوسائل الأمن والسلامة في استعمال المستلزمات بجانب اتخاذ وسائل الأمن والسلامة خلال التعامل مع كيماويات التجارب ومخلفاتها ، حيث سيتم إبراز بروتوكول ربط منظومي لثلاثة مفاهيم .... هذا للحفاظ على بيئة المؤسسات التعليمية بالمملكة العربية السعودية وهي على النحو التالي:



منظومة الحفاظ على بيئة المؤسسات التعليمية بالمملكة العربية السعودية

ويفترض أن المعلم/المدرب على معرفة شاملة عن الخلفية العلمية لأي تجربة كيميائية منصوص عليها في مناهج وزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية، وعليه يتطلب منه معرفة وأخذ

الخبرة الكافية للعناصر التالية ... هذا لكي يستطيع إجراء التجربة بغض النظر عن نوعية التقنية المستخدمة إن كانت تقليدية أو ميكروسكيلية أو ميني اسكيلية أو غيرها ضمن تقنيات العلوم الخضراء ، والعناصر هي على النحو التالي:

أولاً: التعرف على مستلزمات وكيماويات التجربة (جدول ١).

ثانياً: كيفية تصميم وتركيب الجهاز الذي سوف يتم إجراء التجربة فيه من المستلزمات الموضحة بالجدول ٢.

ثالثاً: كيفية التعامل مع هذه المستلزمات البلاستيكية بحرص ولطف أو غيرها من المستلزمات حسب التقنية المستعملة.

رابعاً: كيفية اتخاذ وسائل الأمن والسلامة عند استعمال كيماويات التجربة جدول ١.

خامساً: كيفية اتخاذ وسائل الأمن والسلامة عند استعمال مستلزمات جهاز التجربة جدول ٢.

سادساً: كيفية التعامل مع نتائج التجربة والتخلص منها بصورة أمنة وصحية.

سابعاً: كيفية التخلص من مخلفات التجربة.

ثامناً: كيفية تنظيف مستلزمات (أدوات) جهاز التجربة وتجفيفها وحفظها في مكان نظيف وجاف وفي جو معتدل.

وعليه الآن يمكن إبراز وسائل أمن وسلامة تجربة واحدة من تجارب المرحلة الثانوية في مجال كيمياء غير العضوية ، وهي تجربة تكسير أكسيد الزئبق كمثال توضيحي. ونقاط الأمن والسلامة التالية توضح إستراتيجية تطبيق نظري للثمانية عناصر المذكور أعلاه كالتالي:

(a) الحرص بتسخين أنبوب الانصهار برفق بحيث يتحلل أكسيد الزئبق الأحمر HgO(s) وهو في قاع الأنبوب.

(b) يجب أن يتم دفع الطرف المفتوح من أنبوب الانصهار بداخل الأنبوب السليكون المرن بشكل U برفق.

(c) إذا لم يتم تركيب أذرع الحامل الصغير بشكل جيد في فتحتي E3 ، F3 في طبق التجارب، يمكن وضعهم فيهما باستخدام عجينة لاصقة.

(d) ضع موقد اللهب الصغير تحت أنبوبة الانصهار مباشرة بالشكل الذي يجعل طرف الشعلة يلامس الأنبوب في الجزء الذي يحتوى على HgO(s). وسيضمن ذلك وجود أقصى معدل لإنتاج غاز الأوكسجين. (ويجب أن نلاحظ أن ظهور فقاعات الأوكسجين لا يحدث على الفور بعد تسخين HgO(s). فبعد فترة زمنية قصيرة، تظهر الفقاعات في الماء داخل الحوض، وتظل تتشكل باستمرار بعد ذلك).

(e) قد لا يتم ضغط HgO(s) بإحكام عند قاع أنبوب الانصهار. وأثناء التسخين، قد يبدأ المسحوق في التحرك داخل أنبوب الانصهار. وإذا حدث ذلك، قم بتحريك الشعلة من جانب لآخر بحيث يتم تسخين HgO(s) بشكل متساو.

(f) عند إزالة أنبوب تجميع الغاز من الحوض المائي ، نحتاج لإدخال الأنبوب في الغطاء. وذلك بدفع الأنبوب بشدة داخل الغطاء ، ومن ثم ارفع الأنبوب المغلق برفق من الحوض المائي ، فلن يلتصق الغطاء بالعجينة الاصقة في أنبوب العينات إذا تم تنفيذ هذه الخطوة بالشكل الصحيح.

(g) يجب أداء الخطوات الخاصة بالشظية الوهاجة بشكل سريع، وفي خلاف ذلك ستنطفئ الشظية قبل إدخالها في أنبوب تجميع الغاز. وقد لا تشتعل الشظية الوهاجة عند اتصالها بالأكسجين. ومع ذلك، فإن الطرف المتوهج يشتعل بالطبع عند وضعه داخل أنبوب تجميع الغاز. وإذا انطفأ كرر التجربة وسيبدأ التوهج إذا تم إدخاله بسرعة في الأنبوب.

(h) يشاهد الطلاب قطرات الزئبق في أنبوب الانصهار. وسيساعدهم ذلك في التوصل إلى أنه لابد من إنتاج الأكسجين إذا كان المركب الأصلي هو أكسيد الزئبق (II).

(i) يجب سحب الطرف المنحنى من أنبوب السليكون من الماء داخل الحوض المائي عند نهاية التجربة، لتجنب حدوث ارتداد مائي لأنبوبة الانصهار من خلال أنبوبة السليكون.

(j) أحياناً لا يمكن إزالة الزئبق من أنبوب الانصهار بعد التجربة. لذا فان إضافة قطرة أو أثنين من حمض النيتريك سيؤدى إلي تحلل الزئبق ، وعليه تصبح عملية التخلص من مخلفات التجربة الكيماوية ثم تنظيف الأنبوبة سهلة.

(k) لا تسمح لأحد أن يقرب الشعلة من طبق التجارب أو أنبوب تجميع الغاز. فهي مصنوعة من البلاستيك ويمكن أن تنصهر.

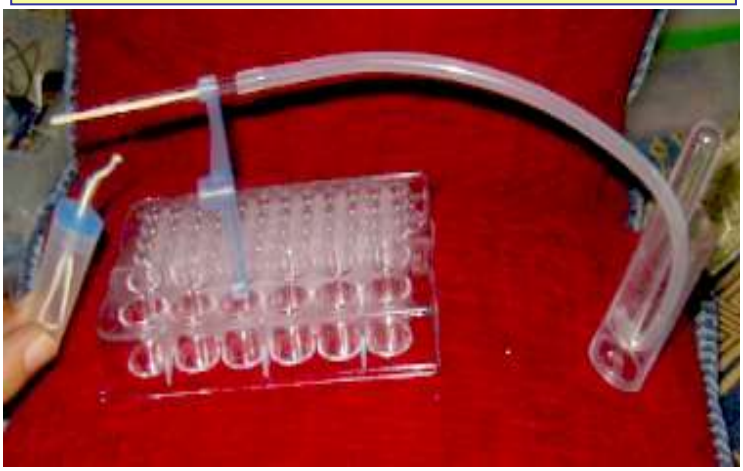
(l) لا تسمح أبداً للطلاب أن يلعبوا بأعواد الكبريت، ولا تسمح لأحد أن يلمس أنبوب الانصهار الساخن عالج أية حروق بماء باردة أو ثلج، وأستشر الطبيب إذا لزم الأمر.

(m) الكحول الميثيلي داخل موقد اللهب الصغير هو مادة سامة. فلا تستنشق البخار أو تشرب السائل.

(n) الزئبق مادة سامة للغاية يجب إغلاق أنبوب السليكون بإحكام حول أنبوب الانصهار، ويجب إغماد الطرف المنحنى من أنبوب السليكون تماماً في الماء بحوض تجميع الغاز، لتجنب خروج بخار الزئبق.

والشكل التالي يوضح جهاز إجراء تجربة تكسير أكسيد الزئبق II .

تصميم جهاز إجراء تجربة تكسير أكسيد الزئبق (II)



وعلى المدرب/المعلم/المشرف أن يشرح هذه النقاط من a حتى n بدقة للطلاب ، ويقوم بإجراء التجربة أمامهم قبل أن يبدءوا بإجرائها بأنفسهم. والجدول ١ التالي يوضح قائمة أسماء تجارب الكيمياء غير العضوية والتحليلية والفيزيائية ، حيث تشمل على أغلب التجارب المدونة بمناهج وزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية ، ما عدا بعض تجارب الكيمياء العضوية. وعلى العموم يحتوي الجدول ١ على تجارب أكثر بكثير عن ما هو معتمد في المناهج الذي يدعى أنها مناهج متطورة بوزارة التربية والتعليم في المملكة العربية السعودية.

جدول ١ – أسماء التجارب التي يمكن إجرائها بحقيبة مستلزمات الميكروسكيل البلاستيكية (١٦)

عنوان الموضوع العلمي	أسماء التجربة وكيماوياتها
أولاً : خواص وتقسيم المواد : تتفرع إلى أربعة فروع	
العناصر والمركبات	**تكسير أكسيد الزئبق (II) :** **الكيماويات:** أكسيد الزئبق II مسحوق ، ماء الصنبور.
	تحليل الماء لمكوناته: **الكيماويات:** هيدروكسيد الصوديوم ، ماء الصنبور.
المخاليط (تقنيات الفصل): خليط من مادة صلبة وسائلة:	كروماتوجرافيا الورق: **الكيماويات:** ميثانول ، ورق كروماتوجرافيا ، حبر أزرق وأحمر.
	كروماتوجرافيا العمود: **الكيماويات:** ١-بيوتانول ، إيثانول ، سليكا جيل ، ماء الصنبور ، خليط من

	صبغات غذائية ، رمل ، قطن.
تدريب عن نماذج طبيعة المواد: نماذج من الذرات والجزيئات والمركبات والخاليط:	انتشار معدل سرعة ذوبانة المادة **الكيماويات**: محلول مشبع من كبريتات النحاس ، ما الصنبور
	تصادم سحب لونية في الماء Colodiding Clouds of Colour **الكيماويات**: صبغة غذاء حمراء وخضراء وما ساخن وماء بارد
	انتقال جزئيات غاز من بلونة: **الكيماويات**: فينول فيثالين ، محلول أمونيا مركزة ، بلونة، خيط.
	معدل سرعة انتشار غاز الأمونيا **الكيماويات:** فينول فيثالين ، محلول أمونيا مركزة ، خيط.
نماذج من الغازات والكشف عنها	تحضير غاز O_2 والكشف عنه: **الكيماويات:** ثنائي أكسيد المنجنيز صلب ، محلول طازج من الهيدروجين بيرأكسيد ١٠% ، بتروليم أيثر للموقد.
	تحضير غاز H_2 والكشف عنه: **الكيماويات**: مسحوق زنك ، حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كبريتات النحاس اللامائية ، ماء صنبور.
	تحضير غاز CO_2 والكشف عنه: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كربونات الكالسيوم محلول رائق من ماء الجير.
	تحضير غاز CO_2 خلال التنفس: **الكيماويات**: محلول رائق من ماء الجير.
	إذابة CO_2 في الماء: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M)، مسحوق كربونات الكالسيوم ، ماء الصنبور ، محلول دليل عام Universal indicator solution .
	تأثير CO_2 على الاحتراق: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كربونات الكالسيوم.
	تفاعل الكربون مع الأكسجين: **الكيماويات**: مسحوق ثاني أكسيد منجنيز ، محلول طازج من هيدروجين بيرأكسيد ١٠ % ، محلول رائق من ماء الجير ، مسحوق كربون ، ماء الصنبور.
ثانياً : التغيرات الكيميائية للمواد : تتفرع لثلاثة فروع	
الاحتراق	تفاعل النحاس مع الأكسجين: **الكيماويات:** مسحوق ثاني أكسيد منجنيز ، محلول طازج من هيدروجين بيرأكسيد ١٠ % ، بتروليم أيثر ، مسحوق النحاس ، ماء الصنبور.
	تفاعل الكبريت مع الأكسجين: **الكيماويات:** مسحوق ثاني أكسيد منجنيز ، محلول طازج من هيدروجين بيرأكسيد ١٠ % ، بتروليم أيثر ، مسحوق النحاس ، محلول جليل عام ، مسحوق الكبريت ، ماء الصنبور.
	تفاعل الماغنيسيوم مع الأكسجين: **الكيماويات:** مسحوق ثاني أكسيد منجنيز ، محلول طازج من هيدروجين بيرأكسيد ١٠ % ، بتروليم أيثر ، مسحوق الماغنيسيوم، محلول جليل عام ، مسحوق الكبريت ، ماء الصنبور.
تسخين المواد	تكسير كربونات النحاس: **الكيماويات**: مسحوق كربونات النحاس II ، محلول رائق ماء الجير، حمض الكبريتيك (1.0M).
	تكسير كربونات الامونيوم: **الكيماويات:** بلورات كربونات الامونيوم ، دليل عام ، ماء الصنبور.

	اختزال أكسيد النحاس (II): **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق الزنك ، مسحوق أكسيد النحاس ، بتروليم أيثر ، ماء الصنبور.
معايرة الأحماض/القواعد	معايرة الحمض مع القاعدة: **الكيماويات**: حمض HCl (0.1M) ، حمض H_2SO_4 (0.1M) ، هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.1M) ، دليل الميثايل البرتقالي، ماء الصنبور.
	تأثير الأحماض والقواعد المخففة على الأدلة: **الكيماويات:** الكيماويات: حمض HCl (0.1M) ، حمض H_2SO_4 (0.1M) ، هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.1M) ، دليل الميثايل البرتقالي ، ماء الصنبور ، دليل الميثايل البرتقالي ، دليل عام ، ورق الدليل العام.
	تفاعل حمض الكبريتيك مع أكسيد النحاس (II): **الكيماويات**: مسحوق أكسيد النحاس ، حمض الكبريتيك (1.0M) ، بتروليم أيثر، ماء الصنبور.
	تفاعل الأحماض مع هيدروكسيد الصوديوم: **الكيماويات:** حمض HCl (0.1M) ، حمض H_2SO_4 (0.1M) ، هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.1M) ، دليل الميثايل البرتقالي، ماء الصنبور.
ثالثاً : تفاعلات كيميائية مختارة : تتفرع لأربعة فروع رئيسية هي :	
تفاعلات كيميائية لبعض العناصر المختارة	
تفاعل عناصر المجموعة I و II مع الماء:	تفاعل الصوديوم البوتاسيوم مع الماء: **الكيماويات:** محلول الدليل العام ، بوتاسيوم ، صوديوم ، ماء الصنبور.
	تفاعل الكالسيوم والماغنيسيوم مع الماء: **الكيماويات:** محلول الدليل العام ، حبيبات الكالسيوم ، شريط ماغنيسيوم ، ماء الصنبور.
	ما هو الغاز الناتج من تفاعل عناصر المجموعة الأولى والثانية مع الماء: **الكيماويات:** حبيبات الكالسيوم ، ماء الصنبور.
	تفاعل المعادن مع محاليل أملاح المعادن: **الكيماويات:** مسحوق نحاس ، صوابع حديد ، مسحوق الزنك ، محلول كبريتات النحاس (1.0M) ، محلول كبريتات الحديد II (1.0M) ، محلول كبريتات الزنك (1.0M) .
تفاعلات العناصر التي لا تعتبر معادن	فعالية عناصر المجموعة السابعة: **الكيماويات:** محلول كلوريد الصوديوم (0.1M) ، محلول بروميد الصوديوم (0.1M) ، أيوديد الصوديوم (0.1M) ، محلول الكلورين، محلول البرومين ، محلول الأيودين.
	تحضير كلوريد الحديد (III): **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق برمنجنات البوتاسيوم ، مسحوق الحديد ، محلول الأمونيا (2.0M) ، حمض النيتريك (2.0M) ، محلول نترات الفضة (0.1M) ، ماء الصنبور.
	تحضير كلوريد النحاس (II): **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق برمنجنات البوتاسيوم، مسحوق النحاس ، محلول الأمونيا (2.0M) ، حمض النيتريك (2.0M) ، محلول نترات الفضة (0.1M) ، ماء الصنبور.
الأحماض والقواعد	
خواص الأحماض والقواعد	أدلة الأحماض والقواعد: **الكيماويات:** حمض HCl (0.1M) ، هيدروكسيد الصوديوم (0.1M) NaOH ، دليل الفينول النفثالين ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.

	قيم تراكيز حمض الخل والمشروبات والعصيرات: **الكيماويات:** خل أبيض ، عصيرات ، مشروبات ، محلول الدليل العام.
	خواص حمض بعض المشروبات والعصيرات والخل: **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريك (1.0M) ، خل ، عصير ليمون ، ورق الدليل العام ، محلول الدليل العام ، دليل الميثايل البرتقالي ، محلول هيدروكسيد الصوديوم (1.0M) ، بيكربونات الصوديوم ، ماء الصنبور.
الكيمياء الحرارية:	تقدير الحساب الكيميائي لتفاعلات الحمض مع القاعدة: **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريد (1.0M) ، محلول هيدروكسيد الصوديوم (1.0M).
تحضير الأملاح	تحضير ملح من تفاعل حمض مع كربونات المعدن: **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كربونات الكالسيوم ، محلول رائق من ماء الجير ، بتروليم أيثر.
	تحضير ملح من تفاعل حمض مع معدن: **الكيماويات:** حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق الزنك ، ماء الصنبور.
	تحضير ملح من تفاعل حمض مع أكسيد المعدن: **الكيماويات**: أكسيد النحاس II ، حمض الكبريتيك (1 M) ، بتروليم أيثر ، ماء الصنبور.
الأسس الهيدروجيني والتوصيل الكهربي للمحاليل **Conductivity and pH of solutions** دليل على وجود الأيونات في المحاليل :	هل تأثير تركيز الأحماض والقواعد على التوصيل الكهربي والـ pH ؟ **الكيماويات**: الكيماويات: محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1M) ، حمض الهيدروكسيد (0.1M) ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.
	هل طبيعة الأحماض والقواعد تؤثر على التوصيل الكهربي والـ pH ؟ **الكيماويات**: محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.10M) ، أمونيا (1.0M)، حمض الهيدروكلوريك (0.1M) ، حمض الخل (0.1.M) ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.
التفاعلات الأيونية : **تفاعلات محاليل الأملاح المائية** الحسابات الكيميائية لتفاعلات الترسيب:	تفاعل كرومات البوتاسيوم وباريوم كلوريد: **الكيماويات**: محلول بوتاسيوم كرومات (0.5M) ، كلوريد الباريوم (0.5M) ، ماء الصنبور مغلى.
	تفاعل نترات الرصاص وأيوديد الصوديوم: **الكيماويات**: محلول نترات الرصاص (0.5M) ، محلول أيوديد الصوديوم (0.5M) ، ماء صنبور مغلى.
اختبار الأيونات في المحاليل المائية:	اختبار وجود أيونات الكبريتات: **الكيماويات**: حمض الكبريتيك (1.0M) ، محلول صوديوم هيدروجين كربونات (0.5M) ، محلول نترات الزنك (0.5M) ، حمض الهيدروكلوريك (11M) ، محلول كلوريد الباريوم (0.5M)، ماء الصنبور.
	اختبار وجود أيونات الهاليد: **الكيماويات**: محلول كلوريد الصوديوم (0.1M) ، محلول بروميد الصوديوم (0.1M) ، محلول أيوديد الصوديوم (0.1M) ، محلول نترات الفضة (0.1M) ، حمض النيتريك (2.0M) .
رابعاً : الذرة	
نموذج الذرة	ألوان اللهب: **الكيماويات**: بتروليم أيثر ، محلول نترات النحاس (0.5M) ، محلول مشبع من كلوريد الصوديوم ، محلول نترات البوتاسيوم (1.3M) ، مسحوق أكسيد الكالسيوم ، حمض النيتريك (6.0M) ، ماء الصنبور.
الكيمياء غير العضوية : تنقسم لثلاثة أقسام هي:	
الكبريت ومركباته	خواص وتحضير H_2S : **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) و (11.0M) ، حبيبات كبريتيد الحديد FeS ، محلول الدليل العام ، نترات النحاس ثلاثية جزئيات الماء ، نترات الزنك رباعية جزيئات الماء ، نترات الرصاص، ثنائي كرومات

	البوتاسيوم ، ماء الصنبور.
	تحضير SO_2 والكشف عنه: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 ، مسحوق ثنائي كرومات البوتاسيوم ، حمض الكبريتيك (1.0M)، ماء الصنبور.
	تفاعل SO_2 و H_2S : **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كبريتيت الصوديوم ، مسحوق كبريتيد الحديد ، ماء الصنبور.
تلوث الهواء بغاز SO2 :	إطلاق غاز SO2 في الهواء بطريقة عشوائية: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كبريتيت الصوديوم اللامائية ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.
	آلية استخدام المدخنات في التقليل من انتشار SO2 لإيقاف تلوث الهواء: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كبريتيت الصوديوم اللامائية ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.
	التخلص من غاز SO2 بإمتصاصة بمواد خاصة: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كبريتيت الصوديوم اللامائية ، محلول الدليل العام ، مسحوق أكسيد الكالسيوم، ماء الصنبور.
	ذوبانية كبريتات معادن المجموعة الثانية في الماء: **الكيماويات**: محلول نترات الماغنيسيوم (0.1M) ، نترات الكالسيوم (0.1M) ، محلول نترات الباريوم (0.1M) ، محلول نترات الأستونشيوم (0.1M) ، محلول كبريتات الصوديوم (0.1M) .
النيتروجين ومركباته	تحضير الأمونيا : **الكيماويات**: كلوريد الامونيوم ، هيدروكسيد الكالسيوم ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور ، ماء ساخن.
	تحضير ثاني أكسيد النيتروجين والكشف عنه: **الكيماويات**: حبيبات النحاس ، حمض النيتريك (6M) ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.
	تأثير الحرارة على حالة اتزان تفاعل NO_2 : **الكيماويات**: حبيبات النحاس ، حمض النيتريك (6.0M) ، ماء ساخن ، ماء بارد.
	تحضير حمض النيتريك والكشف عنه: **الكيماويات**: ماء الصنبور ، حمض الكبريتيك (9.0M) ، مسحوق نترات البوتاسيوم ، حبيبات النحاس.
الهالوجينات والهاليدات	تحضير الكلورين والكشف عنه: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق برمنجنات البوتاسيوم ، ماء الصنبور.
	تحضير حمض الهيدروكلوريك والكشف عنه: **الكيماويات**: حمض الكبريتيك (13.5M) ، كلوريد الصوديوم ، محلول نترات الفضة (0.1M) ، محلول الدليل العام ، ماء الصنبور.
خامساً : موضوعات كيميائية مختارة	
معدل التفاعلات وحالات الاتزان : تنقسم لأربعة أقسام هي :	
معدلات التفاعلات الكيميائية	
العوامل المؤثرة على معدل تفاعل غير متجانس الوسط	تأثير حالة وضع المتفاعلات: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، عجينة كربونات الكالسيوم

	Lumps ، مسحوق كربونات الكالسيوم ، ماء الصنبور.
	تأثير تركيز المتفاعلات: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (0.1M) و (1.0M) و (11.0M) ، مسحوق كربونات الكالسيوم ، ماء الصنبور،
	تأثير الحرارة على استهلاك المتفاعلات: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، مسحوق كربونات الكالسيوم ، ماء الصنبور.
	تأثير تركيز ثيوكبريتات الصوديوم: **الكيماويات**: محلول ثيوكبريتات الصوديوم (0.15M) ، حمض الهيدروكلوريك (11M) ، ماء الصنبور.
	تأثير تركيز حمض الهيدروكلوريك: **الكيماويات**: محلول ثيوكبريتات الصوديوم (0.15M) ، حمض الهيدروكلوريك (11M) ، ، حمض الهيدروكلوريك (5.5M) ، ماء الصنبور.
	تأثير نوعية الحافز على معدل تفكك H_2O_2 : **الكيماويات**:
	تأثير كمية الحافز على معدل تفكك H_2O_2 : **الكيماويات**:
المحتوي الحراري Enhalpy change لتفاعل الأحماض مع القواعد القوية	التغير في المحتوي الحراري لتفاعل حمض HCl مع قاعدة قوية: **الكيماويات**: محلول هيدروكسيد الصوديوم (1.0M) ، حمض الهيدروكلوريك (1.0M) .
	التغير الحراري لتفاعل حمض الخل مع الهيدروكسيد الصوديوم: **الكيماويات**: محلول هيدروكسيد الصوديوم (1.0M) ، حمض الخل (1.0M) .
الطبيعة الديناميكية للاتزان الكيميائي	تأثير الـ pH على تفاعل الاتزان بين الكرومات والداي كرومات: **الكيماويات**: مسحوق ثنائي كرومات البوتاسيوم ، حمض النيتريك (6.0M) ، محلول هيدروكسيد الصوديوم (5.5M) ، ماء الصنبور.
الاتزان الكيميائي مبدأ لي شايليه لحالات تفاعلات الاتزان	تأثير تركيز المتفاعلات على مسار الاتزان الكيميائي: **الكيماويات**: محلول نترات النحاس (0.5M) ، حمض الهيدروكلوريك (11M) ، ماء الصنبور .
	تأثير الحرارة على الاتزان الكيميائي: **الكيماويات**: محلول نترات النحاس (0.5M) ، حمض الهيدروكلوريك (11M) ، ثلج وماء بارد ، بتروليم أيثر.
الاتزان في المحاليل	تأثير الأيون المشترك: **الكيماويات**: حمض الهيدروكلوريك (11M) ، حمض النيتريك (12M) ، محلول مشبع من كلوريد الصوديوم ، ماء الصنبور.
معايرة الأحماض والقواعد :	معايرة حمض مع قاعدة - تقدير تركيز حمض **الكيماويات**: هيدروكسيد الصوديوم (0.1M) ، دليل الميثايل البرتقالى ، حمض الهيدروكلوريك مجهول التركيز.
	تركيز وكمية مادة في محلول: **الكيماويات**: نترات النحاس ثلاثية الماء ، ماء الصنبور.
الخلايا الكهروكيميائية	خلية الزنك والنحاس: **الكيماويات**: محلول مشبع من نترات البوتاسيوم ، محلول نترات النحاس (0.5M) ، محلول نترات الزنك (0.5M) .
الكيمياء العضوية:	تحضير الاسترات: **الكيماويات**: حمض الأسيتك النقي ، إيثانول ، حمض الكبريتيك (18M).
	الفرق بين الأكانات والألكينات: **الكيماويات**: محلول برومين ، سايكلوهكسان ، ١-هكسين.

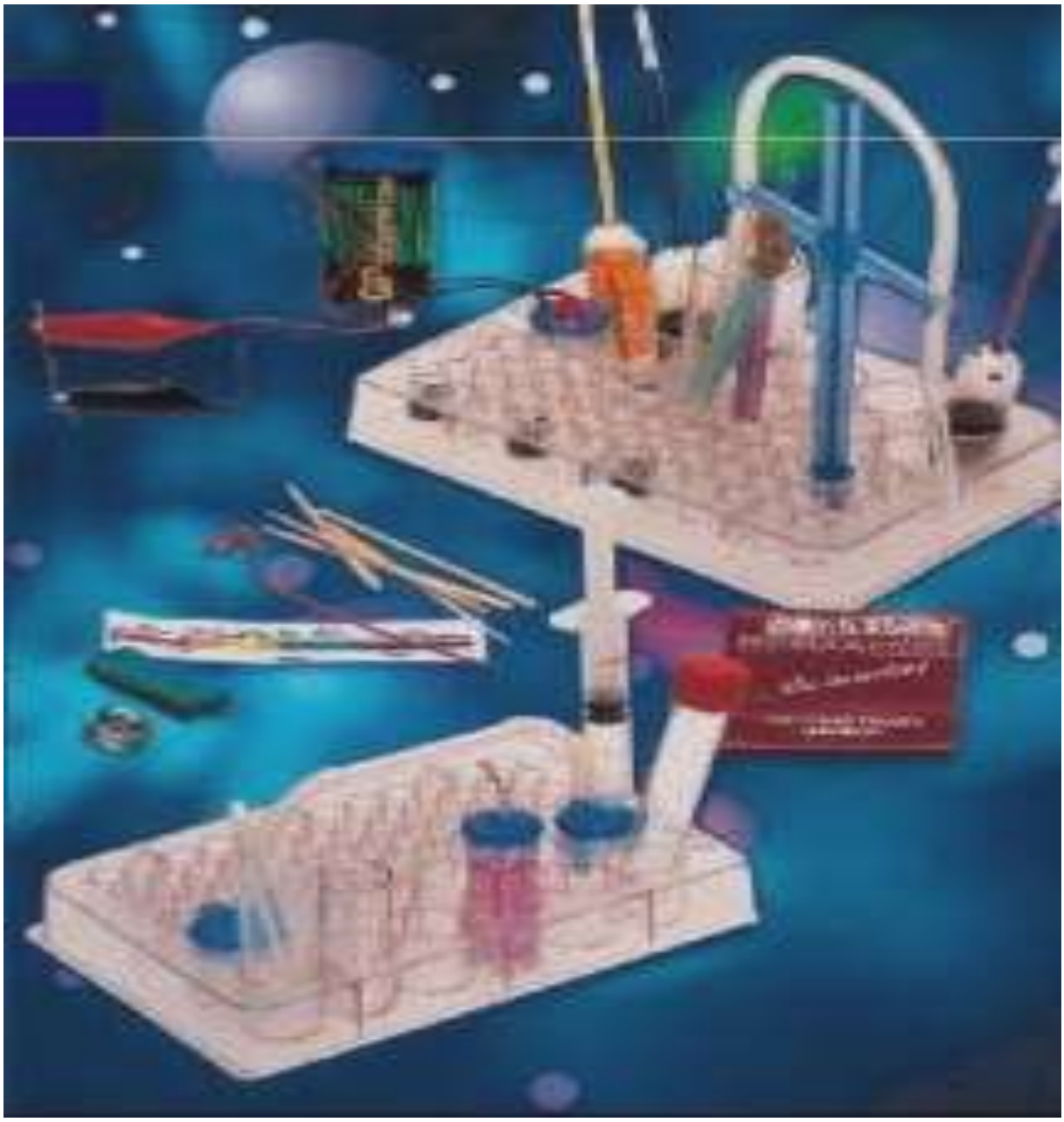
والجدول ٢ التالي يوضح أسماء مستلزمات التجارب المدونة بالجدول ١ وهي عبارة عن أدوات بلاستيكية صغيرة الحجم وبعض الأنابيب الزجاجية صغيرة الحجم. ويعتبر طبق التجارب من المستلزمات الأساسية في حقيبة أدوات ومستلزمات.

جدول ٢ – مكونات حقيبة مستلزمات وأجهزة تجارب كيميائية ميكروسكيلية للمرحلة الثانوية (١٣)

الرقم	مستلزمات حقيبة تجارب كيمياء خضراء ميكروسكيلية
١	طبق تجارب بلاستيكي شفاف (مساحته ١٢ × ٨ تقريباً وارتفاعه ٢سم) يحوي ١٢ فتحة بقطر ١٥ملم و٤٨ فتحة بقطر ٧ملم) (موضح صورة المرفقة)
٢	سلك نحاسي للتوصيل الكهربي ١٠ سم
٣	كوره قطنية قطرها حوالي ٢ سم
٤	كاشف كهربائي (لمبة صغيرة)
٥	قطب نحاسي (عبارة عن سلك قطرة ٢ملم وطوله ٣ سم)
٦	قطب كربوني (عبارة عن كربون قطرة ٢ملم وطوله ٣ سم)
٧	قطب زنك (خارصين) (عبارة عن سلك قطرة ٢ملم وطوله ٣ سم)
٨	ملقاط بلاستيكي
٩	أنبوبة تجميع الغاز بغطائها
١٠	غطاء غاز ١ (موضح صورة المرفقة)
١١	غطاء غاز ٢ (موضح صورة المرفقة)
١٢	أنبوبة انصهار زجاجية بطول حوالي ٥سم
١٣	ساق زجاجية بطول ٦سم
١٤	أنبوبة زجاجية مفتوحة من الطرفين بطول حوالي ٥ سم
١٥	أنبوبة عينات كبيرة بطول حوالي ٥ سم وقطر ١٦ملم تقريباً
١٦	غطاء الأنبوبة الكبيرة مقاس رقم ٤ ويحتوي على غطاء داخلي
١٧	موقد لهب
١٨	ماسك صغير جانبي
١٩	حامل مستقيم صغير

٢٠	أنبوبة عينات عضوية
٢١	ورقة توضح تدريج ألوان الـ pH
٢٢	ملعقة صغيرة
٢٣	صلصال
٢٤	لبانة للتثبيت
٢٥	ورقة صغيرة للصنفرة
٢٦	أنبوبة سليكون مرنة مقاس ٤٥ملم تقريباً
٢٧	أنبوبة سليكون مرنة مقاس ٩٥ملم تقريباً
٢٨	أنبوبة سليكون مرنة متنيه على حرف U مقاس ٢٣سم تقريباً
٢٩	أنبوبة عينات صغيرة
٣٠	أقطاب تحلل الماء
٣١	محقنة بلاستيكية ٢ مل
٣٢	قطارات رفيعة الطرف
٣٣	ملاعق خشبية صغيرة الحجم
٣٤	قطب نحاس (عبارة عن شريحة نحاس 5. سم عرض × طول 3 سم)
٣٥	قمع ترشيح
٣٦	أوراق ترشيح

والشكل التالي يوضح معظم مكونات حقيبة تجارب الكيمياء الخضراء الميكروسكيلية.



وعلى ضوء المعلومات السابقة تتضح مكونات حقيبة الأمن والسلامة على النحو التالي:

جدول ٣ – مكونات حقيبة الأمن والسلامة

م	المكون	مواصفات المكون	حالات الاستعمال
١	علبة إسعافات أولية	تحتوي على أدوات طبية	في حالة الحروق أو الجروح أو حساسية

٢	قفازات مطاطية	مطاطية تستعل لمرة واحدة	تستخدم خلال التعامل مع الكيماويات
٣	نظارة	نظارة بلاستيكية تحمي العين والمنطقة المحيطة بها	لوقاية العين من الإصابة بأي مادة كيماوية أو أبخرتها أو ....الخ.
٤	عبوة بيكربونات الصوديوم	عبوة حجم ١٠٠ جم تحتوي على مادة كيماوية لها خواص قلوية ضعيفة	تضاف كمية مناسبة على كامل منطقة الجلد التي تلامس حمض ثم تغسل المنطقة بكميات كبيرة بالماء
٥	عبوة خل أبيض	عبوة حجم لتر تحتوي على مادة كيماوية لها خواص حمضية ضعيفة	تستخدم في حالة تعرض الجلد لمادة كاوية قلوية الخواص ثم يتم الغسيل بكميات كبيرة بالماء
٦	عبوة ماء بلاستيكية	العبوة حجم لتر تحتوي على ماء مقطر	لغسيل اليد أو العين أو الجلد في حالة ملامسها لأي مادة كيماوية
٧	بطانية غير قابلة للاشتعال	بطانية مقاس ٢٠ سم× ٢٠ سم غير قابلة للحريق	في حالة حدوث حريق نتيجة استعمال موقد اللهب الصغير
٨	طفاية حريق صغيرة	تحتوي على ثاني أكسيد الكربون	لاستعمالها في حالة حدوث حريق (لا سمح الله)
٩	جردل رمل	جردل حديدي متوسط الحجم يحتوي على كمية من الرمل	لاستعماله في حالة حدوث حريق (لا سمح الله)
١٠	حوض فارغ (عدد ٣ حوض صغير)	حوض بلاستيكي مقاس حوالى طول ١٠سم × عرض ١٠سم × ارتفاع ٧ سم	يستخدم خلال إجراء تجارب علوم الميكروسكيل لتجميع مخلفات التجارب
١١	عبوات فارغة (عدد ٣ عبوات)	عبوات حجم ٢ أو 2.5 لتر وتوضع في مكان تهويته جيدة	لتجميع مخلفات التجارب حسب نوعية المخلفات،
١٢	جالونات فارغة (عدد ٣) مرفقة مع حقيبة الأمن والسلامة	جالونات حجم ٢٥ لتر ملحقة مع حقيبة الأمن والسلامة	وعندما تمتلئ العبوات يتم صبها في جالون كبير (حجم ٢٥ لتر) لحين تسليمها للشركة المختصة لتتخلص من المخلفات وتعيد الجوالين فارغة ونظيفة لإعادة استعمالها.
١٣٣	جرس إنذار	حجمه صغير ويعمل بالبطارية ومثبت من الخارج على حقيبة الامن والسلامة	يطلق صوت قوي في حالة تعرضه لحرارة عالية أو حدوث حريق لا سمح الله.
١٢	.....الخ	.....الخ	يتم إضافة أي مكونات أخرى في حالة الاحتياج لها لتأكيد أمن وسلامة المنشأة والعاملين فيها.

والجدول ٤ التالي يوضح كيماويات تجارب الشقوق الحمضية والشقوق القاعدية والتي تشمل أغلب تجارب المنهج العملي لمادة أسس الكيمياء العامة بسنة أولى تحضيري بجامعات المملكة. والكيماويات معظمها مدون بالجدول ١ والخاص بكيماويات تجارب المرحلة الثانوية. فعليه يمكن استعمال مكونات حقيبة مستلزمات الكيمياء الموضح أسماء مكوناتها بالجدول ٢ في إجراء أغلب تجارب منهج أسس الكيمياء العامة والمقررة لطلاب سنة أولى تحضيري بجامعات المملكة.

جدول ٤ – كيماويات تجارب أسس الكيمياء العامة (١٥):

(الخاصة بالكشف عن شوق المجموعات الموجبة وشقوق المجموعات السالبة)

الرقم	أسم المركب بالعربي	الرمز	الرمز الكيميائي	أسم المركب بالإنجليزي
1	كبريتات الألمونيوم	A	$Al2(SO_4)_3.18H_2O$	Aluminum sulphate
2	أمونيا	A	NH_3	Ammonia
3	كربونات الأمونيوم	A	$(NH_4)_2CO_3$	Ammonium carbonate
4	كلوريد الأمونيوم	A	NH_4Cl	Ammonium chloride
5	موليبيدات الامونيوم	A		Ammonium molybedate
6	اكسلات الامونيوم	A	$(NH_4)_2C_2O_4$	Ammonium oxalate
7	IIIكلوريد الأنتيموني	A		Antimony III chloride
8	كلوريد الباريوم	B	$BaCl_2$	Barium chloride
9	نترات البزموث	B	$NH_4ClBi(NO_3)_3.5H_2O$	Bismuth nitrate
10	البوراكس	B	NaB_4O_7	Borax
11	كربونات الكالسيوم	C	$CaCO_3$	Calcium carbonate
12	كلوريد الكالسيوم	C	$CaCl_2$	Calcium chloride
13	ماء الجير	C	$Ca(HO)_2$	Calcium hydroxide
14	كالسيوم كبريتات	C	$CaSO_4$	Calcium sulphate
15	كبريتات الكادميوم	C	$CDSO_4.8H_2O$	Cadmium Sulphate
16	كلوريد الكروميوم	C	$CrCl_3.6H_2O$	Chromium chloride
17	نترات الكوبالت	C	$Co(NO_3)_2.6H_2O$	Cobalt nitrate
18	كوبالتي نيتريت الصوديوم	C	$Na_3[CO(NO_2)_6]$	Cobalt sodium nitrite = Sodium cobalt nitrite
19	كبريتات النحاس	C	$CuSO_4$	Copper sulphate
20	حبيبات النحاس	C	Cu	Copper turnings
21	حمض الهيدروكلوريك	H	HCl	Hydrochloric acid
22	IIكبريتات الحديدوز	I	$FeSO_4$	Iron II sulphate
23	IIكبريتيد الحديد	I	FeS	Iron II sulphide
24	ورقة مبللة بخلات الرصاص	L	$Pb(CH_3COO)_2$	Lead acetate
25	نترات الرصاص	L	$PbNO_3$	Lead nitrate
26	كبريتات الماغنيسيوم	M	$MgSO_4.7H_2O$	Magnesium sulphate
27	كلوريد المنجنيز	M	$MnCl_2$	Manganese chloride
28	أكسيد المنجنيز	M	MnO_2	Manganese oxide

Mercury I chloride	$HgCl_2$	M	كلوريد الزئبقيك	29
Mercury I nitrate	$Hg2(NO_3)_2.2H_2O$	M	نترات الزئبقوز	30
Mercury II nitrate	$Hg(NO_3)_2$	M	نترات الزئبقيك	31
Nessler's reagent	$HgI_2.KI.1.5H_2O + Na_2O$	N	محلول نسلر	32
Nickel sulphate	$NiSO_4.7H_2O$	N	كبريتات النيكل	33
Potassium Bicarbonate	$KHCO_3$	P	بيكربونات البوتاسيوم	34
Potassium chloride	KCl	P	كلوريد البوتاسيوم	35
Potassium chromate	$KCrO_4$	P	كرومات البوتاسيوم	36
Potassium iron cyanate	$K_4[Fe(CN)_6]$	P	حديدوسيانيد البوتاسيوم	37
Silver nitrate	$AgNO_3$	P	نترات الفضة	38
Sodium Bicarbonate	$NaHCO_3$	S	بيكربونات الصوديوم	39
Sodium Bismonate			بزمونات الصوديوم	40
Sodium bromide	NaBr	S	بروميد الصوديوم	41
Sodium carbonate	Na_2CO_3	S	كربونات الصوديوم	42
Sodium chloride	NaCl	S	كلوريد الصوديوم	43
Sodium hydroxide	NaOH	S	هيدروكسيد الصوديوم	44
Sodium Iodide	KI	S	أيوديد البوتاسيوم	45
Sodium nitrate	$NaNO_3$	S	نترات الصوديوم	46
Sodium nitrite	$NaNO_2$	S	نيتريت الصوديوم	47
Sodium phosphate	Na_3PO_4	S	فوسفات الصوديوم	48
Sodium sulphate	Na_2SO_4	S	كبريتات الصوديوم	49
Sodium sulphide	Na_2S	S	كبريتيت الصوديوم	50
Sodium sulphite	Na_2SO_3	S	كبريتات الصوديوم	51
Sodium thiosulphate	$Na_2S_2O_3$	S	ثيوكبريتات الصوديوم	52
Strontium	Sr	S	سترونشيوم	53
Strontium chloride	$SrCl_2.6H_2O$	S	كلوريد الاسترنشيوم	54
Sulphoric acid	H_2SO_4	S	حمض الكبريتيك	55
Tin II chloride		T	كلوريد التن II	56
Zinc sulphate	$ZnSO_4.7H_2O$	Z	كبريتات الخارصين	57

ويمكن وضع حقيبة الأمن والسلامة في معمل العلوم الأخضر كما هو موضح بتصميم المعمل الموضح بالشكل التالي:

؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟

المراجع:

[١] الإشراف على امن وسلامة معامل الكيمياء العضوية منذ ١٩٩٢م حتى ٢٠٠١م.

[٢] إعداد وتنفيذ عدة ورش عمل وبرامج تدريب على برنامج العلوم الخضراء والإشراف على أمنها وسلامتها منذ ٢٠٠٢م حتى ٢٠٠٩م،

[٣] إلقاء بحث فني مسمى بـ"**التعامل مع مخاطر الكيماويات وكيفية التصدي لها**" ، من قبل حسن عبد القادر حسن البار خلال ندوة مخاطر المواد الكيماوية بجامعة الملك عبد العزيز ، بجده ١٩٩٤م ، ويظهور البحث كاملا في كتاب الندوة،

[٤] ...

[٥] حسن البار

[٦] حسن البار

[٧] حسن البار

[٨] تدريب الأستاذ على مسعود هادي على وسائل الأمن والسلامة بشكل مكثف من عام ٢٠٠٣ حتى عام ٢٠٠٦م.

[٩] ورشة عمل جواهر المهدي للمشرفات

[١٠] ورشة عمل الرياض الوزارة

[١١] ورشة عمل الرياض مدارس المملكة

[١٢] ورشة عمل مكة المكرمة بمؤتمر الكيمياء الوطني تحت رعاية خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله.

[١٣] طالبة الماجستير

[١٤] طالبة الدكتوراه

[١٥] تم توفير مستلزمات الميكروسكيل من مركز تطوير العلوم والرياضيات بجنوب ألإريقيا وكوريا الجنوبية والصين وإندونيسيا منذ عام ٢٠٠٢م حتى ٢٠٠٨م تحت إشراف أ.د. حسن بن عبد القادر حسن البـار.

[١٦] تم تدريب شريحة من طلاب وطالبات الدراسات العليا ومعلمين وفنيين على كيفية تركيب أجهزة التجارب من مستلزمات الميكروسكيل والميني سكيل منذ ٢٠٠٤ حتى ٢٠٠٨م تحت إشراف أ.د. حسن بن عبد القادر حسن البـار.

[١٧] **"تجارب مبادئ الكيمياء الخضراء العامة"** حسن البار و ضحى الهاشمي وهنادي مدراسي ، ٢٠٠٨م.

[١٨] ....