الطبعة الثانية

كيف تعلم بدون معلم

الكيمياء الفتوغرافية

أول كتاب عربي يبحث في : الأظهار والتثبيت والتلوين

للصور الفتوغرافية وأشرطة السينما

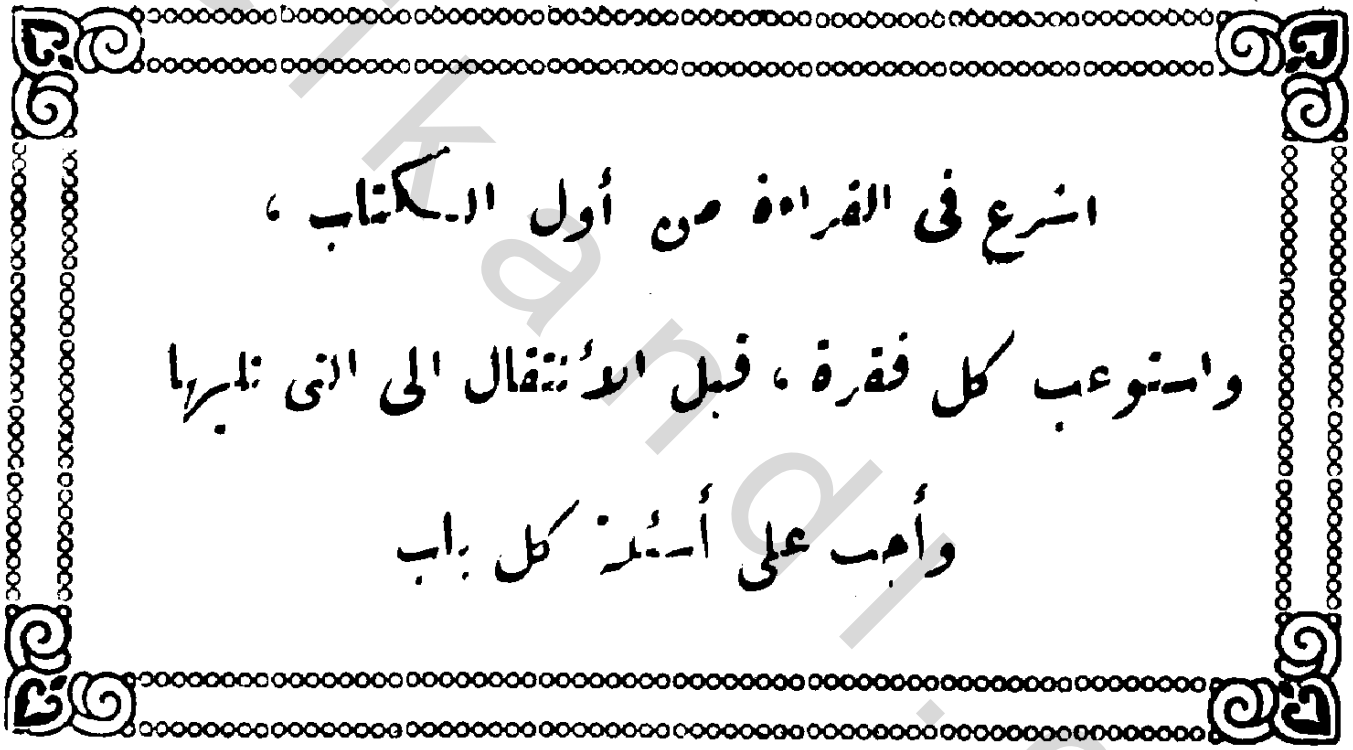
تأليف

محمود احمد خليل

راشد

ليسانسيه في التربية والعلوم

obeikandi.com



obeikandi.com

بسم الله الرحمن الرحيم

هذا كتاب في الكيمياء الفتوغرافية، نقدمه الى طلبة الكيمياء، والمشتغلين بالتصوير، الشمسي والسينمائي. وقد دفعنا الى المبادرة باخراجه، ما رأيناه من خلو اللغة العربية، من كتاب في هذا الفن المفيد، ومن اقتصار كتب الكيمياء المدرسية، عند الكلام على التصوير الشمسي، بمناسبة أملاح الفضة بضعة أسطر، لا يجد الباحث فيها ما ينقع غلته، أو يضيء أمامه محجة هذا المبحث الجليل.

وقد سلكنا في الشرح طريقة طريفة، رمينا بها الى افهام من لم تسبق له دراسة الكيمياء على الاطلاق، بحيث ينتهي من قراءة الكتاب، وقد ألم بشطر كبير من دروس الكيمياء، المقررة على طلبة المدارس الثانوية. وتحقيقاً لهذه الغاية لم نذكر كلمة أو اصطلاحاً، لم يسبق شرحه في الكتاب، وتحاشينا التعقيد اللفظي والمعنوي، شأننا في مؤلفاتنا الاخرى.

ومما عنينا به عناية خاصة: شرح نظرية التصوير الشمسي، وتوضيح تأثير المواد الكيميائية المختلفة، في الاظهار والتثبيت والتلوين،

بالمعادلات اللفظية والرمزية . وذكرنا عقب كل باب طائفة من الأسئلة ، ليستعين بها القارىء على تثبيت ماحفظ ، ويتحقق من مبلغ ادراكه لما قرأ . وأوردنا الأجابة على أسئلة الباب الثالث ليتخذها الطالب مثالا يحتذيه .

وقد ذيلنا الكتاب بجدول به الأسماء الأنجليزية ، للمواد الكيميائية وغيرها ، الواردة فيه ، ليتمكن بها القارىء من شراء هذه المواد وتمهد له سبيل فهم الكتب الأجنبية ، الموضوعة فى هذا الفن .

والمؤلف يعلن إستعداده لتوضيح أية نقطه فى هذا الكتاب ، قد يرغب القارىء فى بيانات وافية عنها ، ويتقبل بالشكر كل نقد أو اقتراح ؟

المؤلف

محمود خليل راشد

obeikandl.com

الباب الأول

الكيمياء والمركبات الكيميائية

١ - مبحث الكيمياء :

أن كل ما في الكون لا يستقر على حال ، بل هو في تغير مستمر : فالماء يتبخر بحرارة الشمس فيصير بخاراً ، يصعد سحابا ، ثم يبرد السحاب فيسقط مطراً . والشمع بتسخينه ينصهر متحولا إلى سائل . والخشب يشتعل فيصير رماداً . والسكر يحترق فيصبح فحما (كربوناً) .

والعلم الذى يبحث في هذه التغيرات هو علم الكيمياء . فالكيمياء تبحث في :

(١) خواص المادة : مثل درجة غليان الماء ، وكثافة (أى وزن السنتيمتر المكعب من) الحديد .

(٢) التغيرات التى تطرأ على المادة : فمثلا الكبريت (الأصفر) والحديد يكونان مادة ، مخالفة في صفاتها وخواصها لكل منهما .

(٣) الظروف التي يتم فيها هذا التغير : كقولنا أن الحديد لا يتحد بالكبريت إلا إذا سخنا .

obeikandl.com

(٤) المواد الناتجة عن هذا الاتحاد : فالكبريت والحديد إذا سخنا معاً اتحدا وكونا مادة جديدة تسمى كبريتور الحديد .

وتأثير المواد بعضها في بعض يسمي بالتفاعل (أى الفعل المتبادل) الكيميائي ، فالتفاعل السابق يوضح بالمعادلة الآتية :

كبريت + حديد = كبريتور الحديد

والعلامة + معناها « يتفاعل مع » ، والعلامة = معناها « يكونان » .

٢ — المركبات والعناصر :

يوجد مسحوق أحمر اللون اسمه اكسيد الزئبق الأحمر ، إذا سخناه صعد منه غاز اسمه الأكسيجين ، (من خواصه أنك إذا اشعلت فلقة من الخشب ووضعتها فيه ، زادت اشتعالا) ، ويبقى سائل ثقيل ذو بريق فضي ، هو المعروف بالزئبق . وعلى هذا يكون :

اكسيد زئبق = اكسيجين + زئبق

فكأنه أمكن تحليل الزئبق إلى مادتين أبسط منه ، ولكن ليست هناك طريقة يمكن بها تحليل كل من الاكسيجين والزئبق إلى مادتين أبسط منهما تركيبا .

فأكسيد الزئبق يسمى مركباً كيميائياً ، وكل من الاكسيجين

والزئبق يسمى عنصر .

تعريف — العنصر هو المادة البسيطة التي لا يمكن تحليلها إلى أبسط منها .

٣ — العناصر :

العناصر المعروفة عددها حوالى الثمانين، وقد وضع لكل منها رمز يدل عليه ، وفيما يأتي بيان أهم هذه العناصر (من الوجهة الفتوغرافية) ، مع رموزها وبعض خواصها :

العناصر	الرمز	الخواص
		أولا — الغازات
الاكسيجين	ا	غاز مساعد على الأشتعال ،وضرورى للتنفس، ويتألف منه خمس الهواء .
الأزوت	ز	(ويسمى أيضاً نتروجين) غاز لا يساعد على الأشتعال ، ويؤلف أربعة أخماس الهواء .
الايدروجين	يد	أخف الغازات المعروفة (ولذا نملأ به أغلفة المناطيد) ، وهو قابل للأشتعال .
الكلور	كل	غاز خانق لونه أصفر يميل الى الخضرة .

العناصر	الرموز	الخواص
		ثانياً — السوائل
البروم	بر	سائل في درجات الحرارة المعتادة، وبالتسخين يتحول غازاً خانقاً، أحمر اللون .
الزئبق	ﻫ	سائل ذو بريق فضي، وهو أثقل من الماء ١٣٫٦ مرة .
		ثالثاً — الفلزات، أي الطارقة
الصديوم	ص	فلز رخو، يشتعل إذا وضع فى الماء، ويتأثر بالرطوبة، ولذا يحفظ في البترول .
البوتاسيوم	بو	خواصه مثل خواص الصديوم، ولكن تفاعله مع الماء أكثر عنفاً .
كلسيوم	كا	فلز صلب رصاصي اللون، يتفاعل مع الماء مثل الصديوم، ولكن تفاعله أقل عنفاً .
ألومنيوم	لو	فلز أبيض اللون خفيف .
الحديد	ح	فلز معروف، ويكون متحداً مع الكربون في الفولاذ (الصلب) والزهر، ويصدأ في الهواء الرطب .

العناصر	الرموز	الخواص
النحاس	نح	فلز أحمر معروف ، يتعرضه للهواء الرطب طويلا ، يتغطي بطبقة خضراء ، اسمها كربونات النحاس .
الفضة	ف	فلز أبيض اللون معروف .
البلاتين	بلا	فلز ثمين ثقيل جداً أبيض اللون.
الذهب	ذ	فلز ثمين ثقيل لونه أصفر ضارب إلى الحمرة .

رابعاً — اللافلزات

الكربون	ك	عنصر يوجد على صور مختلفة : الماس والجرافيت والهباب .
الكبريت	كب	جسم أصفر اللون ، ينصهر بالتسخين ثم يشتعل .
اليود	ى	صفائح بنفسجية . إذا سخن تحول بخاراً ، وخواصه كخواص الكلور والبروم .

٤ — أسماء المركبات الكيميائية :

(١) اذا كان المركب مؤلفاً من عنصرين ، يذكران وبينهما (ور) ، بحيث يبدأ بالعنصر اللافلزى ، مثل : كبريتور الحديد ،

وكلورور الصديوم .

ويستثني من ذلك المركبات التى يكون أحد عنصريها الأكسيجين ، إذ تسمى أكاسيد مثل : اكسيد الزئبق ، واكسيد الرصاص الأحمر (السلاقون) .

(٢) إذا تألف المركب من ثلاثة عناصر أحدها الاكسيجين ، ذكر العنصر اللافلزى مذيلا بـ (ات) ، وبعده العنصر الفلزى ، مثل : كبريتات النحاس (تتألف من كبريت واكسيجين ونحاس) ، وأزوتات الفضة (تتألف من أزوت واكسيجين وفضة) .

٥ — عوامل التغيرات الكيميائية :

تتم التغيرات الكيميائية بالوسائل الآتية :

(١) بالتسخين : فاكسيد الزئبق الأحمر ينحل بالحرارة ، والسكر ينحل بالاحتراق .

(٢) بتفاعل مادتين أو أكثر : فالصديوم إذا وضع فى الماء أنتج الصودا الكاوية .

(٣) بالتحليل الكهربائى : فأزوتات الفضة إذا أذيبت في الماء ومر فى محلولها تيار كهربائى ، فأنها تتحلل ، ويمكن الحصول منها على الفضة ، (وهذه الطريقة مستخدمة في الطلاء) .

٦ — أنواع التفاعلات الكيميائية :

(١) الاتحاد — ويطلق على اتحاد مادتين أو أكثر ، وتكوينهما مادة واحدة ، ومثله اتحاد الكبريت بالحديد ، وتكوينهما كبريتور الحديد .

(٢) الانحلال — ويطلق على انحلال مادة واحدة الى مادتين أو أكثر . ومثله انحلال اكسيد الزئبق ، إلى اكسيجين وزئبق بالتسخين .

(٣) الانحلال المزدوج — ويطلق على اتحاد مادتين (أو أكثر) وتكوينهما مادتين جديدتين (أو أكثر) . ومثله اضافة محلول كربونات الصديوم (صودا الغسيل) الى محلول كلورور الكلسيوم ، إذ ينتج كربونات كلسيوم (الطباشير ، وهو لا يذوب في الماء) ، وكلورور الصديوم ، (ملح الطعام ، وهو يذوب في الماء) .

ويشترط فى الانحلال المزدوج أن تكون المادتان الأصليتان قابلتين للذوبان في الماء ، وأن تكون إحدى المادتين الناتجتين غير قابلة للذوبان فيه أو أقل قبولا له من الأخرى .

أسئلة على الباب الأول

(١) أكمل المعادلة الآتية :

كبريتات نحاس + كربونات صديوم =

(٢) سم المواد التى تتركب من :

(ا) اكسيجين وأزوت

(ب) كربون واكسيجين ونحاس .

(٣) ما العناصر التي يتركب منها:

(ا) كلورور الزئبق .

(ب) أزوتات الحديد .

(حـ) كبريتور الفضة

obeikandl.com

الباب الثانى
الأكاسيد والأملاح

٧ ـ الأكاسيد :

باتحاد غاز الاكسيجين بعنصر من العناصر تتكون مادة تعرف بالاكسيد ، مثلا :

مغنسيوم + اكسيجين = اكسيد المغنسيوم

والاكسيجين يتحد مباشرة مع كل العناصر ما عدا القليل منها كالذهب والفضة والبلاتين ، فمثل هذه العناصر لا يمكن تكوين أكاسيدها الا بطرق غير مباشرة ، كما سيأتي بيان ذلك.

ونحضر الأكاسيد بالطرق الآتية :

(١) اتحاد العنصر بالاكسيجين ، وذلك بتسخين العنصر في الهواء أو الاكسيجين (أو باشعاله فى الهواء أو الاكسيجين) .

فمثلا اذا سخنا النحاس فى الهواء ينتج اكسيد النحاس .

واذا أشعلنا الخشب في الهواء ينتج غاز ثاني اكسيد الكربون ، (وهو الغاز الذى ينطرد من الرئتين في الزفير) .

وفيما يأتي بيان بعض العناصر وأكاسيدها التى يمكن تحضيرها

بهذه الطريقة .

العنصر	الاكسيد
الكبريت	ثاني اكسيد الكبريت
الكربون	ثاني اكسيد الكربون
الفسفور	خامس اكسيد الفسفور
المغنسيوم	اكسيد المغنسيوم

ملحوظة : — كلمة « ثاني » أو « خامس » الخ تدل على أن للعنصر جملة أكاسيد تختلف في نسبة الاكسيجين فيها ، فمثلا يوجد أول اكسيد الكربون ، وثاني اكسيد الكربون . ووزن الاكسيجين المتحد بجرام من الكربون في الأول ، نصف وزن الاكسيجين المتحد بجرام من الكربون في الثاني .

(٢) تسخين اكسيد آخر لنفس الفلز في الهواء .

فالرصاص مثلا له اكسيدان : المرتك الذهبي والسلاقون . فاذا سخن المرتك الذهبي الى ٥٠٠ ° م اتحد باكسيجين الهواء وكون السلاقون . واذا سخن السلاقون الى ٥٥٠ ° م صعد بعض اكسيجينه وتبقى المرتك الذهبي .

(٣) تسخين الحمض ، في حالة الأكاسيد الحمضية (وسيأتي شرحها) .

فمثلا بتسخين حمض الازوتيك ينتج بخار أحمر اللون هو فوق اكسيد الأزوت .

وبتسخين حمض الكبريتيك المركز ينحل الى ماء وثالث اكسيد الكبريت ، وباستمرار تسخين ثالث اكسيد الكبريت ينحل الى ثاني اكسيد الكبريت واكسيجين .

(٤) تسخين الكربونات أو الأزوتات أو الايدوركسيد ، في حالة الأكاسيد القاعدية ، (وسيأتي شرحها) .

فمثلا بتسخين كربونات الكلسيوم وهو الحجر المستعمل في البناء) ، يصعد غاز ثاني اكسيد الكربون ، ويبقى اكسيد الكلسيوم (وهو الجير الحي) .

وبتسخين أزوتات الرصاص ينتج اكسيد الرصاص (المرتك الذهبي) ، والاكسيجين ، وثاني اكسيد الأزوت .

وبتسخين أيدروكسيد الفضة فوق ١٠٠ °م ينحل الى ماء واكسيد الفضة ، وباستمرار التسخين الى ٣٠٠ °م ، ينحل اكسيد الفضة الى فضة واكسيجين .

٨ — نوعا الأكاسيد :

تنقسم الأكاسيد الى قسمين : تبعا للعنصر المتحد بالاكسيجين

(١) فالاكاسيد الناتجة من اتحاد الاكسيجين بغير الفلزات (كالكبريت والكربون والفسفور) ، تسمي أكاسيد حمضية ، وذلك لأنها تذوب في الماء مكونة أحماضا فمثلا :

ثاني اكسيد كبريت + ماء = حمض كبريتوز

ثالث اكسيد كبريت + ماء = حمض كبريتيك

ثاني اكسيد كربون + ماء = حمض كربونيك

خامس اكسيد فسفور + ماء = حمض فسفوريك

ومن مميزات الأحماض أنها :

ا — ذات طعم حريف لاذع .

ب — تحول اللون البنفسجي أو الأزرق ، للصبغة المعروفة بعباد الشمس ، أحمر .

(٢) والأكاسيد الناتجة من اتحاد الاكسيجين بالفلزات (كالحديد والزئبق والكلسيوم والصديوم والبوتاسيوم) ، تسمي أكاسيد قاعدية ، أو قواعد .

وقد سميت القواعد بهذا الاسم ، بسبب أنه اذا سخن أحد أملاح الفلز تسخينا شديدا ، انحل وصعدت بعض مركباته أبخرة وغازات ، و « قعد » الاكسيد .

وبعض الأكاسيد القاعدية قابل للذوبان في الماء ، ومحلوله في الماء يحول عباد الشمس الأحمر (أى الذى سبق أن أثر عليه حمض) الى أزرق . وهذا المحلول يسمى محلولا قلويا . ومن أمثلة المحلولات القلوية ما يأتي :

اكسيد صديوم + ماء = ايدروكسيد صديوم (صودا كاوية)

اكسيد بوتاسيوم + ماء = ايدروكسيد بوتاسيوم (بوتاسة كاوية)

اكسيد كلسيوم (جير حي) + ماء : ايدوكسيد كلسيوم (جير مطفأ)

ملحوظة — المحلول الذى لا تأثير له على عباد الشمس يسمى محلولا متعادلا ، ويمكن الحصول عليه باضافة حمض الى محلول قلوى بنسبة خاصة .

٩ — الأملاح :

إذا وضعنا فلزا كالخارصين (الزنك) فى حمض مثل حمض الكبريتيك ، ذاب الفلز في الحمض ، وصعد غاز الايدروجين . وإذا بخرنا المحلول الناتج (أى سخناه حتي يجف) ، بقى جسم أبيض اسمه كبريتات الخارصين :

حمض كبريتيك + خارصين = كبريتات خارصين + ايدروجين

ولما كان الخارصين لا يحتوى على ايدروجين ، لأنه عنصر ، كان الحمض هو مصدر الايدروجين الناتج . وعلى هذا يكون الفلز طرد ايدروجين الحمض وحل محله .

وجميع الأحماض تحتوى على الايدروجين ، فاذا انطرد هذا الايدروجين وحل محله فلز ، ينتج جسم يسمي ملحا .

حمض + فلز = ملح + ايدروجين

والأملاح بعضها قابل للذوبان في الماء ، والبعض الآخر غير قابل له . وإذا أذيب ملح فى الماء كان محلوله (غالبا) متعادلا ، أى لا تأثير له على عباد الشمس . ومن الأملاح ما يأتي :

الحمض	الملح
كلوريدريك	كلورور صديوم
كبريتيك	كبريتات نحاس
أزوتيك	أزوتات فضة
كربونيك	كربونات كاسيوم
كبريتوز	كبريتيت بوتاسيوم

ملحوظة - نظرا للاعتبارات السابقة تصح تسمية حمض

الكبريتيك كبريتات الايدروجين، وحمض الكلوريدريك كلورور الايدروجين .

واذا أثر الحمض على قاعدة ،نتج ملح وماء .

حمض + قاعدة = ملح + ماء

١٠ — ذوبان الأملاح :

(١) جميع أملاح الصديوم والبوتاسيوم والأمونيوم (النوشادر) تذوب في الماء .

(٢) كل بيكربونات وأزوتات تذوب في الماء .

(٣) كبريتات وكلورور الرصاص لايذوبان في الماء .

(٤) كلورور الفضة لا يذوب في الماء ، وكبريتات الفضة تذوب فيه .

(٥) كلورور الباريوم يذوب في الماء ، وكبريتات الباريوم لاتذوب فيه .

ملحوظة — الكبريتات تعرف عند العامة بالسلفات Sulphate والأحماض تعرف بماء النار .

أسئلة على الباب الثاني

(١) عين مايذوب في الماء وما لايذوب فيه من الأملاح

الآتية : كبريتات فضة . أزوتات نحاس . كلورور صديوم . بيكربونات صديوم . كبريتيت بوتاسيوم .

(٢) أذكر العناصر التي يتركب منها : ايدروكسيد الكلسيوم حمض الكبريتيك . حمض الفسفوريك .

(٣) ماتأثير التسخين على : حمض الأزوتيك . أزوتات الرصاص . السلاقون . النحاس .

obeikandl.com

الباب الثالث

الرموز والقوانين والمعادلات

١١ — الذرة والجزيء :

لتصور التفاعلات الكيميائية ، وسهولة تفسيرها ، وضع العلامة « دالتن » نظرية سميت بالنظرية الذرية ، نلخصها فيما يأتي :

(١) الذرة هي أدق جزء من « العنصر » قابل للتفاعل مع العناصر والمركبات الأخرى ، ولا يمكن رؤيته ، أو تجزئته ، بأية وسيلة من الوسائل .

(٢) ذرات كل عنصر متماثلة ومتساوية وزناً ، وتخالف ذرات العناصر الأخرى في الخواص والوزن .

(٣) تتكون المركبات المختلفة ، باتحاد ذرات العناصر بنسب بسيطة .

وجاء بعد دالتن العالم « أفوجادرو » فلكي تتفق النظرية الذرية تماماً مع النتائج العملية ، نقح تعريف الذرة ، وأضاف تعريفاً جديداً ، وهذا يعرف بفرض أفوجادرو ، ونلخصه فيما يأتي :

(١) الذرة هي أدق جزء من العنصر ، قابل للتفاعل مع العناصر والمركبات الأخرى ، ولا يمكن رؤيته أو تجزئته ، بوسيلة

من الوسائل ، « ولا يمكنه أن يوجد منفرداً » .

(٢) الجزىء هو أصغر جسيم يمكن وجوده على انفراد .

(٣) جزيئات جميع الغازات ، اذا كانت متساوية الضغط ودرجة الحرار ، كانت متساوية الحجوم .

والرموز التي ذكرت في الباب الأول تدل على الذرات .

وجزىء العنصر يحتوى على ذرتين أو أكثر ، من نوع واحد ، (وقد يحتوى على ذرة واحدة) .

وجزىء المركب يحتوى على ذرتين مختلفتين أو أكثر فمثلا :

المادة	الذرة	الجزىء
الأكسيجين	ا	ا ٢
الايدروجين	يد	يد ٢
الزئبق	ے	ے
الماء		ا يد ٢
حمض الكلوريدريك		كل يد

ملحوظه : يجب التمييز بين ا ، ا ٢ مثلا ، فالأولى معناها

جـزىء من الأكسيجين ، يتألف من ذرتين ، والثانية معناها ذرتان من الأكسيجين . ولما كان المفروض أن الذرة لا توجد على حالة انفراد ، بخلاف الجزىء ، فى المعادلات التى يدخل فيها الأكسيجين نكتب ٢ا .

١٢ — الوزن الذرى :

لكي تتم الفائدة من الكيمياء ، كان المهم بيان نسب المواد المتفاعلة .

تعريف — الوزن الذرى هو النسبة بين وزن ذرة من العنصر ووزن ذرة من الايدروجين .

فاذا قلنا أن الوزن الذرى للأكسيجين ١٦ ، كان معنى هذا أن ذرة الأكسيجين أثقل من ذرة الايدروجين ١٦ مرة . فالوزن الذرى مجرد نسبة . وفي الجدول الآتي بيان الأوزان الذرية للعناصر الشائعة .

العنصر	الرمز	الوزن الذرى
أزوت	ز	١٤
اكسيجين	ا	١٦
المنيوم	لو	٢٧
أنتيمون	ن	١٢٠
ايدروجين	يد	١
باريوم	با	١٣٧٫٥
بلاتين	بلا	١٩٥
بوتاسيوم	بو	٣٩
حديد	ح	٥٦
خارصين	خ	٦٥٫٥
ذهب	ذ	١٩٧
رصاص	ر	٢٠٧
زرنيخ	ر	٧٥
زئبق	ے	٢٠٠

العنصر	الرمز	الوزن الذري
صديوم	ص	١٣
فسفور	فو	٣١
فضة	ف	١٠٨
فلور	فل	١٩
قصدير	ق	١١٩
كبريت	كب	٣٢
كربون	ك	١٢
كاسيوم	كا	٤٠
كلور	كل	٣٥٫٥
مغنسيوم	ما	٢٤
منجنيز	م	٥٥
نحاس	نح	٦٣٫٥
نيكل	ك	٥٨٫٥
يود	ى	١٢٧

١٣ — القوانين :

يقصد بالقانون " Formula " بيان العناصر التي يتألف

منها الجزىء ، ونسبتها فيه . ويراعي في كتابة القوانين ما يأتي :

(١) يرمز لجزىء العنصر برمز ذرته ، مع كتابة عدد الذرات أسفله من الجهة اليسرى ، (فاذا تركب الجزىء من ذرة واحدة لم يكتب أسفله شيء) . مثلا :

العنصر	الكلور	الخارصين	الايدروجين
الجزىء	$كل_2$	خ	$يد_2$

(٢) يرمز لجزىء المركب برموز العناصر الداخلة في تركيبه متجاورة ، (مرتبة حسب ورودها في اسمه) ، وأسفل كل رمز في الجهة اليسرى عدد الذرات الموجودة منه ، في جزىء المركب . فمثلا :

المركب	قانونه
حمض الكلوريدريك	كل يد
الماء	$ا_2$ يد
حمض الكبريتيك	$ا_2$ ك $يد_2$
ثاني اكسيد الكربون	$ا_2$ ك

١٤ — المعادلات :

تستخدم الرموز فى المعادلات الكيميائية لبيان تركيب ومقادير ، المواد المتفاعلة ، والمواد الناتجة .

فمثلا يبين اتحاد الكلور والايدروجين ، وتكوينهما غاز كلورور الايدروجين بالمعادلة الآتية :

$$\text{كل}_{٢} + \text{يد}_{٢} = ٢\ \text{كل يد}$$

وتدل هذه المعادلة على المعاني الآتية :

(١) جزىء كلور + جزىء ايدروجين = ٢ جزىء كلورور ايدروجين

(٢) حجم كلور + حجم ايدروجين = ٢ حجم كلورور ايدروجين

(٣) ٧١ وزن كلور + ٢ وزن ايدروجين = ٧٣ وزن كلورور ايدروجين .

ملحوظة هامة — لكون المفروض أنه لا يفقد شىء أثناء التفاعل ، بناء على القانون المعروف بقانون بقاء المادة ، يجب أن يكون عدد ذرات كل عنصر واحدا في طرفي المعادلة .

ولكتابة المعادلة التى تبين تكون الماء نقول :

ثبت بالتجارب أن :

لتر اكسيجين + ٢ لتر ايدروجين = ٢ لتر بخار الماء

∴ جزىء اكسيجين + ٢ جزىء ايدروجين = ٢ جزىء بخار الماء.

∴ ا٢ + ٢ يد٢ = ٢ ا يد٢

ويلاحظ أنه فى كل من الطرفين ذرتان من الاكسيجين ، وأربع ذرات من الايدروجين .

١٥ — كتابة أهم المعادلات السابقة بالرموز :

(١) كبريت + حديد = كبريتور الحديد

٢ كب + ح = كب٢ ح

(٢) اكسيد زئبق = اكسيجين + زئبق

٢ ا ـــ = ا٢ + ٢ ـــ

(٣) كربونات صديوم + كلورور كاسيوم = كربونات كاسيوم + كلورور صديوم

ك٢ ا٣ ص٢ + كل٢ كا = ا٣ ك٢ كا + ٢ كل ص

(٤) ثالث اكسيد كبريت + ماء = حمض كبريتيك

ا٣ كب + ا يد٢ = ا٤ كب يد٢

أسئلة على الباب الثالث

(١) اذكر عنصرين الرمز الذرى لكل منهما عين رمزه الجزيئى.

(٢) وضح بمعادلة لفظية وأخرى رمزية ذوبان ثاني اكسيد الكبريت في الماء.

(٣) استنتج قانون حمض الكبريتوز.

(٤) كم جراما من الاكسيجين يمكن الحصول عليها بتسخين ١ جم من اكسيد الزئبق الأحمر ؟

(٥) أكمل المعادلة الآتية :

حمض كبريتيك + صودا كاوية = كبريتات صوديوم + ماء

$$\text{ا}_{\text{ك}}\text{ يد}_{٢} + ٢\text{ يد ا ص} = \text{؟}$$

الاجابة على أسئلة الباب الثالث

(١) العنصران هما الزئبق والخارصين ، فجزىء كل منهما يتألف من ذرة واحدة ، وعلى هذا يكون الرمز الذرى لكل منهما هو عين رمزه الجزيئى.

الزئبق	الذرة =	الجزىء =
الخارصين	« خ	« خ

(٢) ثاني اكسيد كبريت + ماء = حمض كبريتوز

$ا_{٢}$ كب + $ا يد_{٢}$ = $ا_{٣}$ كب $يد_{٢}$

(التحقيق — في الطرف الأيمن من المعادلة ٣ ذرات من الاكسيجين ، وذرتان من الايدروجين ، وذرة واحدة من الكبريت . وفي الطرف الأيسر مثلها) .

(٣) حمض كبريتوز = ثاني اكسيد كبريت + ماء

= $ا_{٢}$ كب + $ا يد_{٢}$

= $ا_{٣}$ كب $يد_{٢}$

وعلى هذا يكون حمض الكبريتوز ($ا_{٣}$ كب $يد_{٢}$) .

ملحوظة — يؤخذ من المعادلة أن جزئيا من ثاني اكسيد الكبريت ، اتحد بجزء من الماء . ومن الجائز أن يكون جزء ثاني اكسيد الكبريت اتحد بجزيئين من الماء مثلا ، فيكون القانون :

$ا_{٢}$ كب + ٢ $ا يد_{٢}$ = $ا_{٤}$ كب $يد_{٤}$

ولكن التحليل الكيميائي يؤيد صحة القانون $ا_{٣}$ كب $يد_{٢}$ لحمض الكبريتوز .

(٤) نعلم أن $ا^{٣}$ = $ا^{٢}$ + ا

٢١٦ = ١٦ + ٢٠٠

ومعنى هذا أن ٢١٦ جم من أكسيد الزئبق ، بانحلالها تنتج ١٦جم من الاكسيجين ، و٢٠٠ جم من الزئبق .

∴ وزن الاكسيجين الذى يتولد من ١ جم من اكسيد الزئبق $= \frac{١٦}{٢١٦} = \frac{٢}{٢٧}$ جم

(٥) $أ_٤$ كب $يد_٢ + ٢$ يد أ ص $= ؟$

في مثل هذا التفاعل يحل صديوم الصودا الكاوية محل ايدروجين الحمض (والايدروجين يقوم في التفاعلات مقام الفلزات ، فحمض الكبريتيك مثلا، إذا حل النحاس محل ايدروجينه، ينتج كبريتات النحاس) ، وعلى هذا تكون المعادلة هى :

$أ_٤$ كب $يد_٢ + ٢$ يد أ ص $= أ_٤$ كب $ص_٢ + ٢$ يد $_٢$ أ

(التحقيق ـ فى كل من طرفى المعادلة ٦ ذرة اكسيجين ، ٤ ذرة ايدروجين ، ٢ ذرة صديوم ، ١ ذرة كبريت) .

أسئلة اضافية على الباب الثالث

أعد قراءة الباب الثالث وحلول الأسئلة وأجب عما يأتى :

(١) ما وزن ثاني اكسيد الكبريت الموجود في ٢٠ جم من حمض الكبريتوز .

(٢) أكمل المعادلة الآتية :

ثانى اكسيد كربون + ماء . = حمض كربونيك

؟ + ؟ = ا ك يد
٢ ٣

(٣) وضح بمعادلة لفظية واخرى رمزية ذوبان ثالث اكسيد الكبريت في الماء .

﴿ استدراك ﴾

وقع خطأ فى صفحة ١٧ ، وصوابه

اكسيد كلسيوم + ماء = ايدروكسيد كلسيوم

(جير حى) (جير مطفأ)

obeikandl.com

الباب الرابع

مكونات الملح

١٦ — مكونات الملح :

تتشابه بعض العناصر في خواصها الكيميائية ، ويطلق على كل مجموعة متشابهة من هذه العناصر اسم « الاسرة » ، ونضرب لها مثلا أسرة « مكونات الملح »

واسم مكونات الملح يطلق على العناصر الآتية : الفلور ، الكلور ، البروم ، اليود . وقد سميت بهذا الاسم لأنها تتحد مع الفلزات مباشرة ، وتكون أملاحا ، ولا يشترك معها فى هذه الخاصة (أى تكوين الأملاح بالاتحاد المباشر) ، الا الكبريت .

فالكلور يتحد مع الصديوم مباشرة ، ويكون كلورور الصديوم (ملح الطعام) .

واليود يتحد مع البوتاسيوم مباشرة ، ويكون يودور البوتاسيوم ، وهلم جرا .

ويلاحظ فى مكونات الملح أنها :

(١) متشابهة في خواصها الكيميائية .

(٢) خواصها الطبيعية والكيميائية متدرجة . وهذا يتضح من الجدول الآتي :

	الفلور	الكلور	البروم	اليود
الحالة	غاز	غاز	سائل	جامد
اللون	أصفر شاحب	اصفر مخضر	أحمر	بنفسجي
ميله الى الايدروجين	قوى جدا	قوى	متوسط	ضعيف
النشاط الكيميائي	نشط جدا	أقل من سابقه	أقل من سابقه	أقل من سابقه

١٧ — الفلور :

غاز الفلور أنشط هذه العناصر جميعا ، وهو يؤثر في أغلب المواد تأثيرا بليغا ، حتي فى درجة الحرارة المعتادة (أى بدون تسخين) . وهو يدخل في تركيب حمض اسمه حمض الفلوريدريك (يتركب من الفلور والايدروجين) ، من خواصه أنه يذيب الزجاج ، ولذا يستخدم في الكتابة والنقش علي الزجاج ، وفي تخشين زجاج المصابيح الكهربائية . وهذا الحمض يحفظ في قوارير من الشمع أو الكوتشوك .

١٨ — الكلور :

معنى كلمة كلور « الأخضر » ، فالكلور غاز ذو لون أصفر يميل الى الخضرة ، وله رائحة خانقة نفاذة . واللتر من الماء يذيب لترين من غاز الكلور . ويطلق على الماء المحتوى على كلور اسم « ماء الكلور » . والكلور أول غاز خانق استخدم في الحرب العظمى ، وكان ذلك في ابريل سنة ١٩١٥ . ويرجع فعل الكلور الى أنه يحدث التهاب وتلف الغشاء المخاطي للحنجرة والرئتين ، ويسبب السعال ، وأخيرا الاختناق . ولكون هذا الغاز قابلا للدوبان في الماء ، فقد كان جنود الحلفاء يتقونه اتقاء وقتيا ، بتغطية أنوفهم بقطع من القماش مبللة بالماء ، وذلك قبل اختراع كمامة الغازات . ورائحة هذا الغاز كانت تنذر الجنود به قبل أن يغتالهم ، فاستخدم الألمان غازات أخرى أكثر خطرا ، ولا رائحة لها ، ولا تذوب في الماء .

وأهم الخواص الكيميائية للكلور ما يأتي :

(١) الكلور غير قابل للاشتعال ، ولكنه يساعد على اشتعال بعض المواد . فاذا أدليت شمعة مشتعلة فى مخبار (اى انا اسطواني من الزجاج) ، مملوء بالكلور ، فانها تستمر مشتعلة ، وينتج من

اشتعالها كربون (هباب) ، وحمض كلوريدريك ، وذلك لأن الشمع يتركب من الكربون والايدروجين ، فيتحد الكلور بالايدروجين مكونا حمض كلوريدريك ، ويرسب الكربون .

(٢) الكلور يقصر (أى يزيل) الألوان ، فاذا وضعت زهرة حمراء في ماء الكلور أصبحت بيضاء . وهو داخل فى تركيب مسحوق اسمه « مسحوق القصر » يستخدم فى الصناعة لازالة الألوان .

(٣) الكلور ذو نشاط كيميائي فائق ، فهو يتحد مباشرة مع جميع العناصر المألوفة ، (ماعدا الاكسيجين والأزوت والكربون) . واتحاده مع الفلزات أسهل من اتحاده بغير الفلزات .

(٤) الكلور يطرد البروم واليود من مركباتهما ويحل محلهما (لأنه أكثر منهما نشاطا) .

فمثلا اذا مرر الكلور فى محلول بروميد البوتاسيوم ينتج البروم.

كلور + بروميد بوتاسيوم = كلوريد بوتاسيوم + بروم

$كل_{٢}$ + ٢ بربو = ٢ كل بو + بر

وبناء على هذا يمكن التحقق من الكلور بالطريقة الآتية : يقرب منه ورقة مبللة بمحلول يوديد البوتاسيوم والنشاء ، فيحولها

زرقاء بنفسجية ، وذلك لأنه يطلق اليود ويحل محله ، فيؤثر اليود في النشاء ، ويحيله أزرق اللون قاتم .

(٥) الكلور عامل مؤكسد، أى أنه يزيد في نسبة الاكسجين المادة ، كما سيأتي بيانه .

١٩ — البروم :

البروم سائل ثقيل أحمر اللون قاتم ، وله رائحة نفاذة ، وبخاره سام ، وهو قليل الذوبان فى الماء ، كثيره فى الكحول والأثير والكلوروفورم .

والخواص الكيميائية للبروم شبيهة بالخواص الكيميائية للكلور ، ولكن البروم أقل من الكلور نشاطا . والبروم يحيل كثيرا من المواد العضوية، كالنشاء وجلد الانسان أصفر اللون .

٢٠ — اليود :

اليود جسم بلورى ذو بريق، ولونه أحمر قاتم ، و كثافته ٥ جم . وهو ينصهر فى ١١٤° م ويغلي فى ١٨٤° م ، واذا سخن فجأة بغير رفق ، تحول من الجمود الى الغازية مباشرة ، دون أن ينصهر ، وهذا يسمي « التسامي » . واليود قليل الذوبان في

الماء ، ولكنه يذوب في الكحول والكلوروفورم ، وفي الماء المذاب فيه بودور البوتاسيوم . واليود يكون مع النشاء مركبا أزرق اللون .

٢١ — الأكسدة :

الأصل في الاكسدة أنها منح الاكسيجين للمادة . فحرق الكبريت في الهواء ينتج ثاني اكسيد الكبريت، فيقال أن الكبريت تأكسد باكسيجين الهواء . وتطلق الأكسدة على ما يأتي :

(١) منح الاكسيجين للجسم كما سبق بيانه .

(٢) زيادة نسبة الاكسيجين في الجسم . فأول اكسيد الكربون ، اذا اشتعل في الهواء اتحد بمقدار آخر من الاكسيجين، مكونا ثاني اكسيد الكربون ، ويقال أنه تأكسد .

(٣) منح المادة عنصرا لافلزيا . فالصديوم (فلز) باتحاده بالكلور (لا فلز) يكون كلورور الصديوم . ويقال للصديوم أنه تأكسد . والزئبق باتحاده بالكبريت يتأكسد مكونا كبريتور الزئبقيك .

(٤) — زيادة نسبة العناصر اللافلزية في المادة . فكلورور الحديدوز باتحاده مع الكلور ، يتأكسد متحولا إلى كلورور

الحديديك .

ملحوظة — يتبين من هذا أن المركب المنتهي بـ « وز » بتأكسده ينتج مركباً منتهياً بـ « يك » .

٢٢ الاختزال :

الاختزال معناه الاختصار ، وهو عكس الأكسدة تماماً . فاذا تفاعلت مادتان وسلبت احداهما الأكسيجين من الأخرى ، قيل للأولى أنها تأكسدت ، وقيل للثانية التي سلب منها الأكسيجين أنها اختزلت . ويتبين من هذا أن الأكسدة والاختزال يتمان معاً في وقت واحد ، فاذا تأكسد جسم فلا بد أن هناك جسماً آخر اختزل . ويسرى الاختزال على مايأتي :

(١) منح غاز الايدروجين المادة . فالايدروجين باحتراقه في الهواء يتحد بأكسيجينه مكوناً ماء ، فيقال للأكسيجين أنه اختزل (وفي هذا التعبير شيء من التسامح ، لأن الأكسيجين لم يكن متحداً قبل الاحتراق) وللايدروجين أنه تأكسد .

(٢) زيادة نسبة الايدروجين في المادة .

(٣) منح المادة عنصراً فلزياً . فالكبريت باتحاده بالحديد يكون كبريتور الحديد ، ويقال للكبريت أنه اختزل .

(٤) زيادة نسبة العناصر الفلزية فأكسيد النحاسيك الأسود ، إذا زادت نسبة النحاس فيه ، تحول إلى أكسيد النحاسوز الأحمر ، ويقال له أنه اختزل .

وفي الأرجوزة الكيميائية للمؤلف :

والملح إذ ماينتهي بال « وز » * فذا دليل وفرة الفلز

٢٣ — عوامل الأكسدة والاختزال :

نذكر هنا أهم عوامل الأكسدة والاختزال ، المستعملة في الكيمياء .

أولا — العوامل المؤكسدة :

الأكسيجين .

ثاني أكسيد الايدروجين (الماء الأكسيجيني) .

الكلور . البروم . اليود .

ثاني أكسيد المنجنيز .

حمض الأزوتيك والأزونات .

الكلورات .

برمنجنات البوتاسيوم .

بيكرومات البوتاسيوم .

obeikandl.com

ثانياً — العوامل المختزلة

الايدروجين .

الكربون .

أول أكسيد الكربون .

ثاني أكسيد الكبريت .

كبريتور الايدروجين (الايدروجين المكبرت) .

أسئلة على الباب الرابع

(١) أحرقت قطعتان من الفحم، احداهما في مقدار محدود من الهواء ، والأخرى في مقدار وافر منه . ما اسم الغاز الذى يتكون في كل حالة ؟ كيف نحول أحد الغازين إلى النوع الآخر ؟

(٢) إذا أجريت على أكسيد النحاسوز (أولا) عملية اختزال (ثانياً) عملية أكسدة ، فما الذى ينتج في كل حالة ؟

(٣) تلوثت يد الطباخة بصبغة اليود بسبب جرح أصبعها . وقد لاحظت سيدتها أن البطاطس الذى قشرته الطباخة ذو لون أزرق قاتم. فسر الرابطة بين الأمرين .

الباب الخامس

نظرية التصوير الشمسي وأملاح الفضة

٢٤ — الفتوغرافيا أو التصوير الشمسي :

كلمة فتوغرافيا مشتقة من : فوتو أي ضوء ، وغرافو أي يكتب ، فعلى هذا يكون معناها « التصوير بالضوء » وقد أطلق على هذا النوع من التصوير « التصوير الشمسي » ، وذلك لأن الشمس مصدر الضوء والحرارة في الكون . فالضوء الذى ينير لك الكتاب وأنت تقرأ نهاراً آت من الشمس ، وهو يصل إلى الكتاب بطريقين :

(١) أما مباشرة ، كما إذا كنت تقرأ في الخلاء ، أو على مقربة من نافذة ، تدخلها الأشعة الشمسية .

(٢) وأما بطريقة غير مباشرة كما إذا كنت تقرأ في حجرة لاتدخلها أشعة الشمس ، ففى هذه الحالة تسقط الأشعة على أرض الشارع مثلا ، ثم تنعكس بغير انتظام (وهذا يسمى انتشاراً) ، إلى جدران المنازل فحائط الحجرة فالورقة .

وللضوء تأثير كيميائي هو السبب في امكان التصوير ، وذلك لأن الأجزاء التي يسقط عليها الضوء ، تتأثر دون الأجزاء الأخرى

التي لا يسقط عليها . وهذا التأثير معروف من قديم الزمان ، فالثياب الملونة الزاهية ، والنباتات الخضراء الغضة ، تفقد ألوانها إذا تعرضت للشمس . وهذا التغيير في اللون يمكن الانتفاع به في التصوير . فاذا أردت تصوير مفتاح مثلا بهذه الطريقة ، فضعه فوق ورقة ملونة ، وعرضهما للشمس زمناً كافياً ، ثم ارفعهما فتشاهد صورة المفتاح ظاهرة ، لأن الأشعة لم تستطع التأثير في الجزء الذى كان يغطيه المفتاح ، وأثرت فيما حوله .

فظل المفتاح (الذى يمثل صورته تماماً) ، أمكن تثبيته بواسطة أشعة الشمس . وهذا مصداق لقوله تعالى « ألم تر الى ربك كيف مد الظل ، ولو شاء لجعله ساكناً ، ثم جعلنا الشمس عليه دليلا » .

٢٥ — نظرية الفتوغرافيا :

فن الفتوغرافيا مؤسس على الخاصة الآتية : أملاح الفضة (وخصوصاً الكلورور والبروموور واليودور) تتأثر بالضوء . ويعبر عن ذلك بأنها « حساسة » للضوء .

ولبيان ذلك نأخذ مقدارين من كلورور الفضة ، ونضع أحدهما في حجرة مظلمة ، والآخر في حجرة تدخلها أشعة الشمس ، فنجد أن المقدار الأول يلبث أبيض اللون ، أما الثاني فيتحول لونه بتدرج .

فاذا وضعنا في المصورة لوحا زجاجياً مغطي بكلورور الفضة ، وحاولنا التصوير ، نرى أنه يلزم زمن طويل لظهور الصورة (أى لتغير الأجزاء التي سقط عليها الضوء ، دون الأجزاء الأخرى)، وقد دعا طول هذا الزمن الى اتباع الطريقة الآتية :

بدلا من تعريض اللوح الحساس المرئى (المراد تصويره) زمناً طويلا ، فانه يعرض له زمناً قصيراً فقط ، ثم يستعان بالمواد الكيميائية ، على اظهار الصورة (أى على اتمام تغير الأجزاء التي تعرضت للضوء ، برعة وجيزة) وهذه العملية تعرف بالاظهار .

٢٦ — السطح الحساس وتركيبه :

المادة التي تغطى عادة بالطبقة الحساسة هي الزجاج أو الورق أو الغشاء (الفيلم) .

أما الطبقة الحساسة فتتركب من كلورور الفضة ، أو برومور الفضة ، المعلق في الجيلاتين . وفائدة الجيلاتين ضمان التجانس ، (أى توزع المادة الحساسة بانتظام بنسبة واحدة).

وفى عمل المادة الحساسة ، بدلا من استعمال كلورور أوبرومور الفضة مباشرة ، تستعمل أزوتات الفضة ، مع اضافة كلورور أو برومور ، فينتج الملح المطلوب بالانحلال المزدوج :

أزوتات فضة + كلورور صديوم = كلورور فضة + أزوتات صديوم .

أزوتات فضة + برومور بوتاسيوم = برومور فضة + أزوتات بوتاسيوم .

ولعمل المادة الحساسة :

(١) ينقع الجيلاتين فى الماء حتي ينتفخ ، ثم يسخن تسخينا هينا ، حتي ينصهر كله .

(٢) يضاف اليه المقدار المناسب من كلورور الصديوم ، أو يودور البوتاسيوم ، ويذاب فيه .

(٣) يذاب في الماء مقدار مناسب من أزوتات الفضة ، ويضاف المحلول الناتج الى الملح والجيلاتين ، قليلا قليلا ، مع التقليب ، فيتكون كلورور أو برومور الفضة . وهذا يكون دقيقا ، موزعا بنظام في جميع أجزاء الجيلاتين . ويلاحظ أن هذه العملية والتي تليها ، تعملان فى حجرة مظلمة .

(٤) يطلى بالمادة الناتجة (وتعرف بالمستحلب) ، الزجاج أو الورق أو القماش ، المراد استعماله فى التصوير ، فيتجمد المستحلب مكونا سطحا أملس ، حاملا في ثناياه ملح الفضة الحساس .

٢٧ — تفسير تأثر أملاح الفضة بالضوء :

سبق القول أن أملاح الفضة تتأثر بالضوء ، وسنشرح الآن علة هذا التأثر .

أملاح الفضة المستعملة في الفتوغرافيا هي : الكلورور والبرومور واليودور . وهذه الأملاح غير قابلة للذوبان فى الماء ، وهي بيضاء اللون (أو تميل الى الاصفرار قليلا) . أما فلورور الفضة فهو قابل للذوبان في الماء ، ولا استعمال له في الفتوغرافيا .

وأسرع أملاح الفضة تأثراً بالضوء الكلورور ، ويليه البرومور فاليودور . ويفسر تأثير الضوء على هذه الأملاح ، بأنه يساعد على انحلالها الى عناصرها ، فمثلا :

كلورور الفضة = كلور + فضة

والفضة الناتجة تكون دقيقة جداً ، وهذا علة اسوداد اللون .

ولاثبات صحة هذا التفاعل وتكون الفضة ، يعرض كلورور الفضة للضوء حتى يتغير لونه ، ثم يضاف اليه محلول النوشادر ، (لاذابة كلورور الفضة الذى لم يتأثر بالضوء) ، ويرشح فيحصل على فلز يمكن التحقق من أنه فضة ، باذابته فى حمض الأزوتيك .

واذا لم يفصل كلورور الفضة الذى لم يتأثر بالضوء ، بواسطة

النوشادر ، واضيف حمض الأزوتيك ، فان الفضة لا تذوب ، لوقاية كلورور الفضة الباقي لها ، وهذا مما دعا بعض المفكرين الى عدم الاعتقاد بصحة التفاعل المذكور آنفاً ، وهو تولد الفضة بتأثير الضوء ، (لأن الفضة من خواصها الذوبان في حمض الأزوتيك) ، ولكن ثبتت الآن صحة هذا التفاعل ، وفسر عدم ذوبان الفضة ، بوجود كلورور الفضة ، الذى لم يتأثر بالضوء .

٢٨ — تأثير أشعة الطيف فى أملاح الفضة :

الضوء الأبيض يتألف من عدة ألوان ، ويؤيد ذلك أنه إذا سقط شعاع من الضوء على قطعة من الزجاج ، منشورية الشكل ، فانه يخرج منها على هيئة أشعة مختلفة الألوان ، وتسمى ألوان الطيف ، وهي على الترتيب :

أحمر . برتقالي . أصفر . أخضر . أزرق . نيلي . بنفسجي .

فاذا عرضنا لوحا حساساً للون من هذه الألوان ، لاحظنا ما يأتي :

(١) اللون الأحمر وما جاوره عديم التأثير فى اللوح الحساس .

(٢) يأخذ تأثير الأشعة في الزيادة تدريجاً ، من الأحمر الى البنفسجي .

(٣) اللون البنفسجي وما جاوره كبير التأثير .

(٤) المنطقة التي خلف منطقة الأشعة الحمراء ، لا تأثير لها على اللوح . وهذه المنطقة تحتوى على أشعة حرارية غير منظورة ، اسمها الأشعة تحت الحمراء (وقد أمكن أخيراً استخدامها في التصوير)

(٥) المنطقة التى خلف منطقة الأشعة البنفسجية تؤثر في اللوح وهذه المنطقة تحتوى على أشعة غير منظورة اسمها الأشعة فوق البنفسجية .

ملحوظة — مما سبق يتبين سبب استعانة المصورين بالمصابيح الحمراء ، عند اشتغالهم في الحجرة المظلمة .

٢٩ — الظروف الملائمة لتأثر أملاح الفضة بالضوء :

لما كان تأثير الضوء في كلورور الفضة مثلا ينتج كلورا وفضة ، فانه مما يساعد على سرعة التأثر وجود مادة تمتص الكلور الناتج ، وهذه المادة هي الما .

فاذا وضعنا كلورور الفضة التام الجفاف ، في أنبوبة زجاجية خالية من الهواء والرطوبة ، وأغلقناها باحكام ، ثم عرضناها للضوء ، فان كلورور الفضة يحتفظ بلونه الأبيض ، ولا يتأثر بالضوء مهما طال تعرضه له . أما فى الهواء المعتاد ، فان كلورور الفضة يتأثر

سريعاً بالضوء ، لذوبان الكلور في بخار الماء (الرطوبة) ، الذى في الجو . وبذوبان الكلور في الماء ، ينتج غاز الاكسيجين تبعاً للمعادلة الآتية :

كلور + ماء = كلورور ايدروجين + اكسيجين

وعلى هذا يمكن توضيح التفاعل كله بالمعادلة الآتية :

كلورورفضة + ماء = فضة + كلورور ايدروجين + اكسيجين

$$٢ \text{ كل ف} + ١ \text{ يد}_{٢} = ٢ \text{ ف} + ٢ \text{ كل يد} + ١$$

ويتبين من هذه المعادلة أنه اذا وجدت مادة (عامل مختزل) تتحد بالاكسيجين الناتج ، فان سرعة تأثر ملح الفضة تزداد . ومن المواد المستعملة لهذا الغرض الأزوتيت والكبريتيت . فالأزوتيت يتحد بالاكسيجين مكونا أزوتات ، والكبريتيت يتحد بالاكسيجين مكونا كبريتات :

أزوتيت صديوم + اكسيجين = أزوتات صديوم

$$١_{٢} \text{ ز ص} + ١ = ١_{٣} \text{ ز ص}$$

أسئلة على الباب الخامس

(١) ما الغرض من الاظهار في الفتوغرافيا ؟ هل يمكن الاستغناء عن هذه العملية ؟

(٢) كيف تثبت تولد الفضة بتأثير الضوء فى كلوريد الفضة ؟

(٣) كيف تستدل عمليا على وجود أشعة غير منظورة ؟ اسم هذه الأشعة ؟

(٤) ما تركيب الطبقة التي تغطي الزجاج الحساس ؟ اذكر فائدة كل مادة تتركب منها .

(٥) عرضت أنبوبتان من الزجاج محكمتا الاغلاق للضوء ، وكان بكل منهما كلوريد الفضة ، فتأثرت احداهما دون الأخرى .

(ا) فما علة اختلاف تأثير الضوء فيهما (ب ا وما التفاعل الكيميائي الذى تم فى الانبوبة المتغيرة ؟ وضح اجابتك بالمعادلات .

obeikandl.com

الباب السادس

الاظهار

٢٠ المظهر :

علمنا أنه بتعريض اللوح الحساس للضوء برهة وجيزة ، تتأثر المادة الحساسة تأثرا بسيطا ، لا يمكن ادراكه . ونتيجة هذا انحلال كلورور الفضة مثلا ، تبعا للمعادلة الآتية :

كلورور فضة = كلور + فضة

فلاظهار الصورة تضاف مادة تسمي المظهر ، الغرض منها ازالة الكلور فتبقي الفضة ، وتكون عبارة عن حبيبات بالغة نهاية الدقة ، فتظهر سوداء اللون . وعلى هذا تكون الصورة السالبة مؤلفة من أجزاء سوداء ، هي التي تأثرت بالضوء ، وأخرى بيضاء هي التى لم تتأثر بالضوء ، (وهي التى تناظر الأجزاء السوداء في المرئي الذى تم تصويره) ، وأجزاء متوسطة بين هاتين النهايتين .

ومما سبق شرحه يتبين لنا أن المظهر يكون عاملا مختزلا ، حتي يستطيع الاتحاد بالكلور، ويتضح لنا كذلك السبب فى اختفاء الصورة السلبية بالمواد المؤكسدة .

وهناك شرط جوهرى في المظهر ، هو أن لا تكون قوته

الاختزالية كبيرة ، حتى لا يكون قادرا على اختزال كلورور الفضة أو برومور الفضة ، الذى لم يتأثر بالضوء ، اذ أنه اذا اختزل ملح الفضة الذى تأثر بالضوء ، والذى لم يتأثر به ، ظهرت الزجاجة السالبة سوداء كلها ، دون أن تتميز فيها صورة ما .

فالمظهر يجب أن يكون قادرا على اختزال ملح الفضة الذى تأثر بالضوء ، دون الملح الذى لم يتأثر به .

ومن المظهرات المستعملة في التصوير الشمسي : حمض البيروجاليك (بيروجالول) ، والهيدروكينون ، وهذا أضعف فعلا من سابقه .

ويلاحظ أن اضافة أى برومور الى محلول المظهر تضعف من قوته .

٣١ — الانبساط :

هناك خاصة غريبة هي أنه اذا طال تعريض اللوح الحساس للضوء ، ازدادت الأجزاء التى أثر فيها الضوء سوادا ، كما علمنا ، اما اذا بالغنا في تعريض اللوح للضوء أكثر من ذلك ، فان اسوداد هذه الأجزاء يأخذ في النقصان . فاذا أظهر لوح هذا شأنه ، لم تنتج صورة سلبية ، وإنما تنتج صورة ايجابية تظهر فيها الأجزاء

التى تأثرت بالضوء الشديد ، أكثر شفوفا من غيرها . وهذه الظاهرة تعرف بالانعكاس Reversal ولتلافي هذه النتيجة نخلط المادة الحساسة التي تطلي بها الألواح ، بمواد خاصة ، نذكر منها أزوتيت الصديوم .

٣٢ — إنواع المظهرات

تنقسم المظهرات الى النوعين الآتيين :

(١) كيميائية : وتمتاز بقدرتها على اختزال أملاح الفضة التى تعرضت للضوء ، سواء أكانت هذه الأملاح قابلة للذوبان ، أم كانت غير قابلة له . وهذه المظهرات قسمان : فلزية ولا فلزية .

(٢) طبيعية : وتمتاز بقدرتها على اختزال أملاح الفضة القابلة للذوبان ، دون غيرها .

٣٣ — المظهرات الكيميائية اللا فلزية

هذه المظهرات أكثر المظهرات شيوعا ، وتستخدم في اظهار ألواح وأفلام البرومور .

ولتحضير مظهر من هذا النوع يذاب في الماء : الهيدروكينون أو البيروجالول أو الميتول ، مع اضافة ايدروكسيد قلوى كالصودا

الكاوية (ايدروكسيد الصديوم) الى المحلول .

فاذا غمس لوح حساس سبق تعريضه للضوء، في محلول المظهر ، تحولت الأجزاء التي أثر فيها الضوء الى فضة ، وهذا التحول يتعلق على كمية الضوء الساقط على هذه الأجزاء . أما برومور الفضة الذى لم يتأثر بالضوء فانه يلبث كما هو ،دون أن يتحول الى فضة .

ويفسر هذا التفاعل بالطريقة الآتية :

يتحد البروم بالصوديوم الكاوية منتجا برومور الصديوم ، ومجموعة (يد ا) :

بر + يد ا ص = بر ص + (يد ا)

والمجموعة (يد ا) لا يمكن أن توجد على انفراد ، فتتحد بايدروجين المظهر (لأنه عامل مختزل) ، مكونة ماء .

يد ا + يد = ا يد$_{٢}$

والمواد التي تنتج من تأكسد المظهر (لفقدانه بعض ايدروجينه) ، تسمى نتائج الاظهار .

ويمكن توضيح التفاعل كله بالمعادلة الآتية :

برومور فضة + ايدروكسيد صديوم + مظهر = فضة + برومور صديوم + ماء + نتائج الاظهار .

٣٤ — استخدام الكبريتيت فى المظهر :

إذا لم يحتو المظهر على كبريتيت كانت نتائج الاظهار ملونة ، وذات ميل الى الجيلاتين فتصبغه ، ونتيجة هذا تكون صورة من الفضة ، تحتها أخرى ناتجة من اصطباغ الجيلاتين .

والمظهر الخالى من الكبريتيت (أو المحتوى على قليل منه) ، يستعمل في التصوير الصحافي والتصوير من الطيرات ، لما ينتجه من التباين Contrast الشديد بين الأجزاء المضيئة والأجزاء المعتمة .

أما في العادة فان الصورة الصبغية Stain Image غير مرغوب فيها . وفضلا عن هذا فان المظهر يسود عقب تحضيره ، لتأكسده بأكسيجين الهواء . ولتلافي هذين العيبين يضاف إلى المظهر كبريتيت الصديوم ، ويرجع تأثير هذا الملح ، الى اتحاده بنتائج الاظهار على أثر تكوينها ، وتكوينه مركبات شاحبة اللون ، ولا ميل لها الى الجيلاتين .

٣٥ — تركيب المظهر :

يتبين مما سبق أن المظهر يتركب من المواد الآتية :

(١) عامل مختزل (هيدروكينون . ميتول . بيرو . أميدول الخ .)

(٢) المعجل Accelarator (صودا كاوية . كربونات صديوم . بورق . فورمالين . اسيتون الخ .)

(٣) الحافظ ومانع الاصطباغ (كبريتيت الصديوم . بيكبريتيت الصديوم .)

(٤) المذيب (الماء) .

ملحوظة — في حالة الأميدول (وفي الميتول كذلك ولكن بدرجة أقل) يؤدى كبريتيت الصديوم عمل المعجل ، ومانع الاصطباغ معاً .

٣٦ — الملطف :

يحتوى المظهر خلاف ماسبق على مادة تلطف فعله ، وقد أطلقنا عليها اسم الملطف Restrainer ، وهو في العادة برومور الصديوم ، والغرض منه منع المظهر من اختزال ملح الفضة ، الذى لم يتأثر بالضوء . ولولا الملطف لأثر المظهر (فضلا عن تأثيره على الملح المتأثر بالضوء) ، على ملح الفضة الذى لم يتأثر بالضوء ، ويترتب على هذا تغطية اللوح السالب كله ، بطبقة ضئيلة من الفضة ، تسمي ضباب الاظهار .

ويفسر فعل برومور الصديوم بأنه يتحد مع برومور الفضة ،

ويجعلها لاتختزل بسهولة .

ويستخدم بروموز البوتاسيوم في المظهر ، لعلاج التعريض الذى زاد عن الحد ، أى للحيلولة بين المظهر والجزء الذى تأثر بالضوء ، تأثراً بسيطاً ، عن خطأ أو عن غير قصد .

وهناك نوع آخر من الضباب ينتج بسبب التأكسد بالهواء ، ويحدث في الألواح والأفلام ، (وخصوصاً فيلم السينما الموجب) ، اذا عرضت للهواء وكانت مرطبة بالهيدروكينون .

٣٧ - المظهرات الكيميائية الفلزية :

أهم أنواع المظهرات الكيميائية الفلزية ، اكسالات الحديدوز . وهذا النوع من المظهرات يندر استعماله الآن .

واكسالات الحديدوز تكون عادة مكونة ملحا مزدوجا ، مع اكسالات البوتاسيوم ، يسمى اكسالات حديدوز البوتاسيوم (K_2 ح بو ٤) .

والتفاعل الذى يتم بواسطة هذا المظهر هو :

(١) يختزل المظهر بروموز الفضة ، الذى تأثر بالضوء ، ويحوله الى فضة .

(٢) يتحول البروم الذى كان متحدا بالفضة ، الي بروموز

الحديدوز .

(٣) يتأكسد المظهر متحولا الى اكسالات حديديك البوتاسيوم.

$(أ_3 ك_2)_3$ ح بو ٣

٣٨ — المظهرات الطبيعية :

الاظهار الطبيعي يتوقف على هذه الخاصة : إذا وضع لوح حساس فى محلول تتوالد فيه الفضة ، فان الفضة ترسب على الأجزاء المتأثرة بالضوء ، دون غيرها .

وللاظهار بهذه الطريقة نعمل ما يأتي :

(١) يذاب كبريتات الحديدوز في الماء ، ويضاف اليه حمض الخليك .

(٢) يغمس اللوح الحساس المراد اظهاره في المحلول ، فلا يحدث شيء ، (لأن كبريتات الحديدوز لا تختزل بروميد الفضة ، الغير القابل للذوبان) .

(٣) نضيف محلول أزوتات الفضة ، فتختزل كبريتات الحديدوز أزوتات الفضة ، ومن نتائج هذا التفاعل كبريتات الحديديك وفضة .

(٤) ترسب الفضة الناتجة على البقع التي تأثرت بالضوء ،

وبذا تظهر على اللوح صورة مالية ، تمتاز بدقتها . ويوضح هذا التفاعل بالمعادلة الآتية :

أزوتات فضة + كبريتات حديدوز

= فضة + كبريتات حديديك + أزوتات حديديك

$$١٣_{٣}\,ز\,ف + ١٣_{٣}\,كب\,ح$$

$$= ٣\,ف + (١_{٣}\,كب)_{٣}\,ح_{٢} + (١_{٣}\,ز)_{٣}\,ح$$

ملحوظة ١ — فائدة حمض الخليك تلطيف الاختزال ، ولولاه لتكونت الفضة بسرعة ، ورسبت على جميع أجزاء اللوح بدون تمييز ، ويمكن استبدال حمض الخليك بأى حمض آخر .

ملحوظة ٢ — يمكن استبدال كبريتات الحديدوز بالميتول أو البيروجالول ، وفي هذه الحالة يستخدم للتلطيف الجليسرين .

ملحوظة ٣ — طريقة الاظهار الطبيعى هذه مستخدمة فى نكوغرافيا ، لاظهار الألواح المغطاة بالكلوديون الرطب ، ولما كانت هذه الألواح تحتوى على مقدار من أزوتات الفضة غير المتحدة ، فانه لا يكون هناك داع لاضافة أزوتات الفضة الى المظهر .

أسئلة على الباب السادس

(١) ما فائدة برومور الصديوم وكبريتيت الصديوم في المظهر ؟

(٢) ما أسباب حدوث ضباب في اللوح السالب ؟

(٣) اشرح استعمال كل من اكسالات الحديدوز وكبريتات الحديدوز في الاظهار .

(٤) ما نتيجة تعريض لوح حساس للضوء فترة طويلة ؟ هل هناك من وسيلة لاصلاح مثل هذا اللوح ؟

obeikandl.com

الباب السابع

التثبيت

٣٩ -- التثبيت وضرورته :

بتعريض اللوح الحساس للضوء واظهاره ، تتكون عليه صورة سلبية ، تخالف الجسم الأصلى ، في أن الأجزاء البيضاء في الجسم ، تكون سوداء فى الصورة ، والعكس بالعكس . والأجزاء السوداء ، كما علمنا ، نتجت من تحلل ملح الفضة بالضوء ، أما الأجزاء البيضاء (الشفافة) في الصورة السلبية ، فهى التي تقابل الأجزاء السوداء فى الجسم . وبعبارة أخرى الأجزاء الشفافة تحتوى على أملاح لم تتأثر بالضوء .

فلنفرض أننا أخرجنا اللوح السالب من الحجرة الظلماء بعد اظهاره لغرض ما ، ففي هذه الحالة يسود اللوح كله ، وذلك لأن الأجزاء الشفافة التي لم تتأثر بالضوء من قبل ، تتأثر به أخيرا ، فيتحلل ملح الفضة ، ويصبح اللوح كله أسود ، لا تتميز فيه صورة الجسم .

مما سبق تتضح ضرورة تثبيت الصورة (فى اللوح الحساس السالب بعد اظهارها ، وفي الورق الحساس الموجب بعد طبعها) .

فالتثبيت عملية الغرض منها ازالة ملح الفضة ، الذى لم يتأثر بالضوء ، وبذا يمكن تعريض اللوح أو الورقة للضوء ، دون أن يخشى اسوداد الأجزاء الشفافة .

ويستخدم في الاظهار محلول مركز (أى شديد) من ثيوكبريتات الصديوم ا٢ كب٢ ص٢ . ويرجع فعل المثبت الى أنه يتحد بملح الفضة ، ويكون مركبا قابلا للذوبان ، (بخلاف ملح الفضة ذاته فانه غير قابل له) وعلى هذا يمكن التخلص منه بالغسيل . ويتضح التفاعل الذى يتم من المعادلة الآتية .

ثيوكبريتات الصديوم + برومور الفضة

= ثيوكبريتات الفضة والصديوم + برومور الصديوم

٢ ا٣ كب٢ ص٢ + ٢ بر ف

= (ا٣ كب٢)٣ ف٢ ص٢ + ٢ بر ص

٤٠ - الهيبو HYpo :

ثيوكبريتات الصديوم يعرف في الفتوغرافيا باسم كبريتيت الصديوم ، أو هيبو فقط ، (ولو أن هيبو كبريتيت الصديوم في الكيمياء مادة أخرى) . ويمكن تحضير ثيوكبريتات الصديوم أو الهيبو ، باغلاء الكبريت مع كبريتيت الصديوم ، فيتحدان

وفقا للمعادلة الآتية :

كبريتيت صديوم + كبريت = ثيو كبريتات صديوم (هيبو)

$$ا_{٣}\,كب\,ص_{٢} + كب = ا_{٣}\,كب_{٢}\,ص_{٢}$$

وبتكرار استعمال المثبت تضعف قوته ، ويصير عاجزا عن الاتحاد بكل ملح الفضة ، وفى هذه الحالة يتخلف على اللوح الحساس بعض ملح الفضة ، ويكون غير منظور بالعين ، ولا يمكن التخلص منه بالغسيل . ولهذا يحسن طرح المثبت عند ما يستغرق في تثبيت الصورة ضعف الزمن الذى كان يستغرقه فى بدء استعماله.

ملحوظة — كل ٥ لترات من المثبت تكفى لتثبيت ١٠٠ ورقة مقاس ٨ × ١٠ وبعدها يجب تغييره .

٤١ — تركيب المثبت :

الهيبو هو الأصل فى التثبيت ، ولكن جرت العادة بأن تضاف اليه مواد اخرى ، وهي :

(١) كبريتيت الصديوم — وذلك لأن الالواح الحساسة تحمل بعد اظهارها (رغما عن غسلها) ، الى حوض التثبيت مقادير صغيرة من المظهر . وهذه المقادير تتأكسد بفعل الهواء ، فتصبح قاتمة اللون وتحدث بقعا فى الألواح أو الأوراق ، التى تغمس

فى هذا المثبت . ولتلافي تأكسد المظهر في حوض التثبيت يضاف الى المثبت كبريتيت الصديوم ، . ولهذه المادة فائدة اخرى سيأتي بيانها ، هى منعها انحلال المثبت بفعل الحمض) .

(٢) الحمض - لوجود الحمض في المثبت فوائد نذكر منها : أنه يعين على عدم أكسدة المظهر الذى يحتوى عليه حوض التثبيت والأحماض المستعملة هي الكبريتيك والكلوريدريك والخليك واللبونيك .

(٣) المصلب - يمتص الجيلاتين ، الذى تتألف منه الطبقة الحساسة ، الماء من المحلولات التي يوضع فيها ، ويترتب على ذلك انتفاخه ورخاوته ، (خصوصاً فى الحر) . ولتلافي ذلك ، ولسرعة جفافه تضاف الي المثبت مادة تؤدى الى تصلب الجيلاتين ، هي الشب بأنواعه .

والشب عبارة عن كبريتات الألومنيوم ، مع الصديوم أو البوتاسيوم أو الأمونيوم . : والشب المعتاد هو شب البوتاسيوم (أى كبريتات الألومنيوم والبوتاسيوم) . ويرجع فعل الشب في التصليب الى امتصاص الجيلاتين لمركبات الألومنيوم امتصاصاً دائماً .

٤٢ — فعل الأحماض فى المثبت

للأحماض فائدة هي منعها تأكسد المظهر الذى يلتصق مع الألواح الحساسة الى حوض التثبيت .

والأحماض تأثير على ثيوكبريتات الصوديوم (الهيبو) ، اذ تحيلها الى حمض ثيوكبريتيك :

حمض كلوريديك + ثيوكبريتات صوديوم

= كلورور صوديوم + حمض ثيوكبريتيك

وحمض الثيوكبريتيك غير ثابت ، اذ ينحلل بسهولة تبعاً للمعادلة الآتية :

حمض ثيوكبريتيك = حمض كبريتوز + كبريت

$$ا_٣ كب_٢ يد_٢ = ا_٣ كب يد_٢ + كب$$

وعلى هذا فان اضافة الحمض الى الهيبو تكدره ، وتحوله لبنياً ، بسبب رسوب الكبريت فيه .

ـ ولمنع انحلال الهيبو بالحمض يضاف اليه كبريتيت الصوديوم ، فان الكبريتيت باتحادها بالكبريت ، تنتج ثيوكبريتات ثانية .

ولما كان المظهر الذى يحمله اللوح الى المثبت قلوياً ، فانه يتحتم (اذا أريد استعمال المثبت مدة طويلة) ، أن يضاف اليه مقدار كبير

من الحمض ، والا أصبح المثبت قلوياً في وقت وجيز . ولكن يجب كذلك ألا يكون تأثير الحمض كبيراً ، والا حلل الهيبو . وهذا الشرط يتوفر في الأحماض العضوية . كحمض الخليك، فان حموضتها ضعيفة ، ولكنها قادرة على معادلة القلويات ، أسوة بالأحماض المعدنية ، كحمضي الكبريتيك والكلوريدريك .

وفي حالة استعمال حمض الخليك فى المثبت المحتوى على الشب، يشاهد أنه بتوالى تأثير المظهر القلوى الذى يحمله اللوح الحساس ، يضعف الحمض ، فيتولد في المثبت راسب أبيض ، هو كبريتيت الألومنيوم ، فيصبح غير صالح للاستعمال . ولا يتولد هذا الراسب اذا استعمل حمض الليمونيك ، عوضاً عن حمض الخليك ، ولكن تصلب الجيلاتين في حالة حمض الليمونيك ، أقل منه في حالة حمض الخليك .

ويمكن الاستعاضة عن الحمض ببيكبريتيت الصديوم ، (وتسمى كذلك كبريتيت الصديوم الحامضية ، لأن لها تأثيراً حامضياً) ، كما يتضح من المعادلة الآتية :

بيكبريتيت صديوم = كبريتيت صديوم + حمض كبريتوز

$$٢\,ا_{٣}\,كب\,يد\,ص = ا_{٣}\,كب\,ص_{٢} + ا_{٣}\,كب\,يد_{٢}$$

أسئلة على الباب السابع

(١) ما المواد التي يتركب منها المثبت ، وما فائدة كل منها ؟

(٢) ما فائدة كبريتيت الصوديوم وبيكبريتيت الصوديوم في التثبيت ؟

(٣) قارن بين فعلى حمض الخليك وحمض الليمونيك في المثبت المحتوى على الشب .

obeikandl.com

الباب الثامن

الطبع · التلوين

٤٣ — الطبع :

بعد الحصول على الصورة السلبية وتثبيتها ، تطبع على الورق أو الباغة (سليولويد أو فيلم) ، أو الزجاج . وتكون الصورة الناتجة موجبة ، مماثلة للجسم الأصلي ، فالأجزاء البيضاء تكون بيضاء ، (أو شفافة) ، والأجزاء السوداء تكون سوداء كذلك . والصور الإيجابية المطبوعة على الورق تستعمل كما هي ، أما الصور المطبوعة على الزجاج فتستعمل في الفانوس السحرى ، لالقاء صور كبيرة على ستار من القماش الأبيض . فتخترق الأشعة الأجزاء الشفافة وتضيء الجزء الذى يقابلها على الستار . أما الأجزاء السوداء فتحجب أشعة الفانوس ، فيكون مايقابلها على الستار أسود .

والصور المطبوعة على الفيلم مستعملة في السينما ، حيث تكون الصور مطبوعة على شريط طويل ، يثبت فى آلة السينما ، أمام فانوس شديد الضوء . فتحدث صور مكبرة على الستار ، كما هو الحال في الفانوس السحرى .

ولطبع الصور يوضع الورق الحساس ، وفوقه الزجاج السلبي ،

معرضاً للضوء الصناعى أو ضوء الشمس ، فتخترق الأشعة الأجزاء الشفافة وتؤثر فيما تحتها ، فيصير أسود اللون ، والأجزاء السوداء تحجب الأشعة عن الورق ، فيلبث أبيض اللون . وحيث أن الأجزاء الشفافة بالزجاجة السلبية تقابل الأجزاء السوداء على الجسم الأصلى ، فعلى هذا تكون الأجزاء السوداء على الصورة الايجابية مقابلة للأجزاء السوداء ، على الجسم الأصلي وكذلك تكون الأجزاء البيضاء على الصورة الايجابية ، مقابلة للأجزاء البيضاء على الجسم الأصلي .

وفي الطبع قد تظهر الصورة الايجابية بمجرد التعريض للضوء ، وقد تكون مستترة فلا تظهر الا بعد اظهارها .

والورق الذى تظهر فيه الصورة بمجرد التعريض يعرف باسم Printing Out Paper وبالاختصار P.O.P. ، وهذا الورق يتركب من الورق المطلي بالجيلاتين ، وفى هذا الجيلاتين كلورور الفضة وخلات الفضة . فاذا عرض الورق للضوء ، تحولت أملاح الفضة الى فضة ، تظهر بلون سنجابي . وهذا الورق يثبت بعد طبعه ، بوضعه في محلول ثيوكبريتات الصديوم ، لازالة ملح الفضة الذى لم يتأثر بالضوء ، (والذى اذا بقي أسود بالضوء كذلك ،

فصارت الورقة كلها سوداء

٤٤ — التلوين :

الغرض من تلوين الصور الموجبة في الفتوغرافيا الحصول على صور بهيجة يرتاح اليها الناظر .

ويقصد بالتلوين أحد أمرين :

(١) أن ترسب على الفضة التي تتألف منها الصورة مادة أخرى ذات لون مغاير للون الفضة .

(٢) تحويل الفضة ذاتها الى مادة أخرى .

وهناك أربع طرق للتلوين هي :

(١) ازاحة الفضة واحلال فلزات اخرى محلها .

(٢) رسوب أملاح الفلزات على الفضة .

(٣) تحويل الفضة الى مادة اخرى تلتصق بها المواد الملونة .

(٤) تحويل الفضة الى ملح من أملاح الفضة ، ثابت شديد اللون .

٤٥ — احلول فلزات أخرى محل الفضة :

في حالة الطبع على ورق P. O. P تكون الصورة غير جذابة ، فيكون لونها أصفر ، أو أصفر قاتم ، فتلون بواسطة الذهب أو

البلاتين

ويمكن فهم حلول فلز محل آخر ، باجراء التجربة الآتية :

ضع فى كأس من الزجاج مقداراً من محلول كبريتات النحاس الزرقاء ، ثم ألق فى المحلول قليلا من برادة الحديد ، فتشاهد بعد زمن وجيز تحول برادة الحديد إلى برادة النحاس وذلك راجع إلى ذوبان الحديد في المحلول وحلوله محل النحاس ، وانفصال النحاس تبعاً المعادلة الآتية :

كبريتات نحاس + حديد = كبريتات حديد + نحاس

أ ب كـ نح + ح = أ ب كـ ح + نح

وهذا عين ما يحدث في تلوين الصور . فاذا غمست الصورة في محلول ملح من أملاح الذهب (كلورور الذهب) ذابت الفضة في المحلول ، وحل الذهب محلها . ولسرعة رسوب الذهب أثر فى لون الصورة :

(١) فاذا رسب الذهب ببطء ، كان أحمر اللون بسبب دقته المتناهية .

(٢) واذا رسب بسرعة كان أزرق اللون ، وهـذا اللون أجمل من سابقه .

ولضمان سرعة رسوب الذهب ، يوضع في المحلول بورق أو خلات الصديوم ، ليكون قلويا ، أما في حالة التلوين بالبلاتين ، فان المحلول يكون حمضياً .

٤٦ — رسوب أملاح الفلزات

في هذه الطريقة نحل أملاح بعض الفلزات محل الفضة ، وذلك لأن كثيراً من أملاح الفلزات ملونه ، فاذا رسبت عوضاً عن كل الفضة أو بعضها ، كانت الصورة ملونة . وللتلوين بهذه الطريقة :

(١) تحول فضة الصورة إلى حديدو سيانور الفضة .

(٢) تستبدل الفضة بفلز ، فينتج حديدو سيانور الفلز .

ويشترط طبعاً أن يكون حديدو سيانور الفلز الناتج ملوناً .

وهناك حمض اسمه الحمض البروسي ، أو حمض السياندريك ، وهو يتألف من الايدروجين والكربون والأزوت ، وقانونه زك يد ، واذا حل فلز محل ايدروجين هذا الحمض ، ينتج ملح اسمه سيانور ومثاله سيانور الفضة ز ك ف .

ويمكن تحضير سيانور الفضة باضافة محلول أزوتات الفضة ،

الى محلول سيانور البوتاسيوم ، فينتج سيانور الفضة ، على هيئة راسب .

وكل من كلورور ويودور وبروميور الفضة ، يذوب في محلول اى سيانور (مثل سيانور البوتاسيوم) ، مكونا مركبات مزدوجة قابلة للذوبان ، ولهذا يستخدم سيانور البوتاسيوم في تثبيت ألواح الكلوديون الرطب ، لصعوبة تثبيتها بالهيبو .

ملحوظة ١ — الحمض البروسى وأملاحه سامة جدا ، تؤدى الى الموت فى الحال .

ملحوظة ٢ — اذا أضيف محلول سيانور الحديد الى محلول سيانور فلز آخر ، ينتج ملح مزدوج ، مثل حديدوسيانور الفضة ، وحديدى سيانور النحاس ، (والفرق بين حديدى وحديدو أن الأول أكثر تأكسدا من الثاني) .

وللتلوين بهذه الطريقة :

تغمس الصورة فى محلول حديدى سيانور البوتاسيوم ، فينتج حديدو سيانور الفضة ، ثم تغمس في محلول الملح المراد التلوين به وليكن خلات الحديد ، فينتج حديدو سيانور الحديد (أزرق) .

واذا استعملنا أزوتات اليورانيوم ينتج حديدوسيانور

اليورانيوم (أسمر مائل الى الحمرة) .

واذا استعمل خلات النحاس ينتج حديدوسيانور النحاس (أحمر) .

وفي العادة تغمس الصورة في مزيج من حديدى سيانور البوتاسيوم وملح الفلز ، بدلا من أجراء العملية على دفعتين .

٤٧ — تحويل الفضة الى مادة مثبتة للالوان :

تصلح هذه الطريقة فى تلوين أفلام السينما ، ولوحات الفانوس السحرى ، ويمكن بها الحصول على أى لون .

ولاجرائها تغمس الصورة في حديدى سيانور البوتاسيوم ، ويودور البوتاسيوم ، فينتج على الصورة يودور الفضة ، وهذه المادة تثبت الأصباغ القاعدية ، فاذا غمست فيها تلونت بلونها .

٤٨ — تحويل الفضة الى ملح ملون :

كبريتور الفضة ملح غير قابل للذوبان ، ولونه يتراوح تبعاً لدقته بين الأسود والرمادى ، وعلى هذا يمكن تلوين الصورة بتحويل فضتها الى كبريتور الفضة ، وذلك بواسطة (ا) الكبريت أو (ب) كبريتور فلز .

ا — من خواص الأحماض أنها ترسب الكبريت من

الهيبو ، فاذا أضيف محلول الشب الي الهيبو (الخالي من الكبريتيت) وسب الـكبريت (لأن الشب حمضى قليلا) ، فاذا غمست الصور فى المحلول وهو ساخن ، عند ما يوشك الـكبريت أن يظهر ، تحولت فضتها الي كبريتور الفضة .

ملحوظة ١ - فى هذه الحالة يجب الحذر والا أذاب المحلول الصورة فخففها .

ملحوظة ٢ — تنبعث غازات كبريتية (كبريتور الايدروجين) كريهة الرائحة جدا ، وهي تتلف المواد الفتوغرافية التى تـكون على مقربة منها ، لتحويلها الفضة الى كبريتور الفضة .

ب - تحول الفضـة الى برومور الفضـة بواسطة حـديدى سيانور البوتاسيوم وبرومور البوتاسيوم ، ثم تغسل الصورة وتغمس في كبريتور الصديوم ، فيتحول برومور الفضة الى كبريتور الفضة .

ملحوظة - للوصول الى نتيجة باهرة للتاوين بتحول الفضة الى كبريتور ، يجب الا تكون فترة التقاط الصورة كبيرة ، ويجب أن يكون الأظهار تاما .

أسئلة على الباب الثامن

(١) لخص طرق التلوين في الفتوغرافيا .

(٢) اشرح تجربة في استطاعتك اجراؤها لتثبت امكان احلال فلز محل آخر فى محلول .

(٣) اشرح بدقة طريقة تحويل الفضة الى كبريتور الفضة . ما الاحتياط الواجب اتخاذه فى هذه الطريقة ؟

obeikandl.com

الباب التاسع

التخفيف والتقوية

٤٩ — الغرض من التخفيف :

قد تكون الصورة المتكونة على الزجاجة السلبية كثيفة ، بسبب العوامل الآتية :

(١) طول فترة التعريض (الالتقاط) أثناء التصوير .

(٢) قوة محلول الاظهار .

(٣) طول مدة غمس الزجاجة في محلول الاظهار .

ونتيجة طول فترة التعريض كثافة الزجاجة السلبية فلا تكون ذات شفوف كاف . وقد يكون من المفيد فى مثل هذه الحالة اطالة فترة الطبع ، لتمكين الضوء من اختراق الأجزاء التى كان يجب أن تكون شفافة .

ونتيجة قوة المحلول أو طول مدة الاظهار أن تكون الصورة ذات تباين Contrast فتكون الأجزاء القاتمة شديدة السواد ، ويفيد فى حالة التباين تقصير فترة الطبع .

واملاج هذه العيوب السابقة يستخدم التخفيف .

فالغرض من التخفيف اذابة بعض الفضة التي تكونت بفعل العوامل السابقة . ومن هذا يتبين أن المواد المخففة ، ما هي الا عوامل مؤكسدة تحيل الفضة الى ملح قابل للذوبان .

٥٠ — مخفف فارمر :

مخفف فارمر عبارة عن محلول مكون من حديدى سيانور البوتاسيوم والهيبو ، ويرجع فعله الي تحويله الفضة الى حديدو سيانور الفضة ، وهذه المادة تذوب فى الهيبو :

فضة + حديدى سيانور البوتاسيوم

= حديدو سيانور الفضة + حديدو سيانور البوتاسيوم

$$٤ ف + ٤ (ك ز)_٦ ح بو_٣$$

$$= (ك ز)_٦ ح ف_٤ + ٣ (ك ز)_٦ ح بو_٤$$

ويلاحظ بشأن هذا المخفف ما يأتي :

(١) هذا المخفف يتلف بمضي الزمن ، ولهذا يحسن تحضير محلول مركز من حديدى سيانور البوتاسيوم ، واضافة بضع نقط منه على محلول الهيبو عند الحاجة .

(٢) هذا المخفف يذيب مقادير متساوية من الفضة من جميع أجزاء السالبة ، ونتيجة هـذا تأثيره فى الأجزاء الشفافة

تأثيرا أكبر من تأثيره في الأجزاء القاعة ، ولهذا يصلح في حالة السلبيات أو لوحات الفانوس السحرى المغطاة بالضباب . ويستعمل كذلك في التخفيف الموضعى بواسطة فرشة ، ولا يصلح في حالة السلبيات ذات التباين ، لأنه يزيد في تباينها .

٥١ — فوق كبريتات الأمونيوم

يستخدم فوق كبريتات الأمونيوم في التخفيف، ويرجع فعله الى تحويله الفضة الى كبريتات الفضة، وهذه المادة قابلة للذوبان في الماء :

فضة + فوق كبريتات الأمونيوم

= كبريتات الفضة + كبريتات الأمونيوم

$$٢\,ف + ا_{٨}\,كب_{٢}(يد_{٤}\,ز)_{٢} = ا_{٤}\,كب ف_{٢} + ا_{٤}\,كب(يد_{٤}\,ز)_{٢}$$

ويفسر فعل فوق كبريتات الأمونيوم بما يأتي :

(أولا) تنحل هذه المادة في الماء ، تبعاً للمعادلة الآتية :

فوق كبريتات الأمونيوم + ماء

= كبريتات أمونيوم + حمض كبريتيك + اكسيجين

$$ا_{٤}\,كب_{٢}(يد_{٤}\,ز)_{٢} + ايد_{٢} = ا_{٤}\,كب\,يد_{٤}\,ز)_{٢} + ا_{٤}\,كب\,يد_{٢} + ا$$

(ثانياً) يؤثر الاكسيجين الوليد (المتكون حديثاً ، وهو ذو نشاط كيميائى فائق) في الفضة ، مكوناً اكسيد الفضة .

(ثالثاً) يذوب اكسيد الفضة فى حمض الكبريتيك ، مكوناً كبريتات الفضة . (وحمض الكبريتيك لا يذيب فلز الفضة).

ويلاحظ عن هذا المخفف ما يأتي :

(١) أنه غير موثوق بعماله، فقد يكون عديم التأثير دون سبب ظاهر.

(٢) يذيب الفضة بمقادير مناسبة فيذيب من الأجزاء الكثيفة مقداراً أكبر مما يذيبه من الأجزاء الشفافة ، وهو لهذا يصلح لتخفيف السلبيات ذات التباين.

٥٢ — برمنجنات البوتاسيوم

برمنجنات البوتاسيوم تستخدم في التخفيف بفضل قدرتها على الأكسدة ، ولكن تأثيرها ضعيف وبطيء اذا استخدمت بمفردها، ولهذا يستعمل معها حمض الكبريتيك ، فتتأكسد الفضة الى كبريتات الفضة القابلة للذوبان في الماء .

والبرمنجنات تصلح لتخفيف السلبيات ذات التباين.

٥٣ — الفرصة من التقوية :

اذا كانت السلبية ضعيفة التباين بأن كانت أجزاؤها القاتمة تميل نحو الشفوف ، فانها لا تصلح للطبع ، ولهذا يعمد الى تقويتها، أي الى زيادة التباين فيها . فالتقوية أذن عكس التخفيف .

وللتقوية وسيلتان: زيادة كثافة السلبية، أو تغيير لونها .

وتتم التقويه بأن يرسب على الصورة الفضيـة فلز ما (قد يكون الفضة ايضاً)

ويلاحظ أن المظهرات الطبيعية تصلح في التقوية (ويغلب استعمالها في ألواح الكلوديون دون ألواح الجيلاتين، لأنها تؤدى الي رسوب مقادير اخرى من الفضه على الصورة.

٥٤ التقوية بالسليماني:

تغمس السلبية فى محلول كلورور الزئبقيك (السليماني) فيتفاعل كلورور الزئبقيك وفضة الصورة تبعاً للمعادلة الآتية:

فضة + كلورور زئبقيك = كلورور فضـة + كلورور زئبقوز

ويترتب على هـذا ظهور الصورة بيضاء ، ولاظهـارها ثلاث طـرق .

(الطريقة الاولى) توضع السلبية فى محلول الاظهار ، فيختزل كلورور الفضة الى فضه ، وكلورور الزئبقوز الي زئبق . ونتيجة هذا رسوب الزئبق فوق فضة الصورة.

(الطريقـة الثانية) تغمس السلبية فى محلول النوشادر (ايدروكسيد الأمونيوم فتظهر الصورة سوداء ، لتكون كلورور

الأمونيوم الزئبقي.

(الطريقة الثالثة) تغمس السلسة فى محلول سيانور البوتاسيوم، بعد اذابة مقدار من الفضة فيه. وهذه الطريقة يستخدمها الحفارون، لأنها تؤدى الى زيادة التباين ، اذ أن محلول السيانور يخفف الأجزاء الشفافة ، ويقوى الأجزاء السوداء.

٥٥ — التقوية بالبيكرومات :

يستخدم بيكرومات البوتاسيوم في التقوية لكونه عاملا مؤكسدا، والطريقة أن تغمس السلبية في محلول بيكرومات البوتاسيوم، المضاف اليه قليل من حمض الكاوريدريك (وبازدياد نسبة الحمض تضعف التقوية). وبعد ذلك تغمس السلبية في محلول الاظهار.

وبتأثير بيكرومات البوتاسيوم وحمض الكاوريدريك على الصورة الفضية، يتكون كلورور الفضة واكسيد الكروميوم. وبعد اعادة الاظهار تعود الصورة الفضية الى الظهور وقد قواها اكسيد الكروميوم، لكونه غير قابل للذوبان فى الماء .

٥٦ — التقوية بمحلول واحد :

يلاحظ فى طرق التخفيف السابقة أنه يستعمل فيها محلولان، أحدهما لقصر الصورة (أى ازالة لونها) ، والثانى لاعادة اظهارها

بيد أنه يمكن أستخدام محلول واحدللتقوية، ولنضرب مثلا لذلك بودور الزئبقيك ، اذ أنه يؤثر في الصورة الفضية تبعاً للمعادلة الآتية :

$$٢ ف + ٢ ى_{٢} \rightarrow = ٢ ى ف + ى_{٢} \rightarrow_{٢}$$

فضة + يودور زئبقيك = يودور فضة + يودور زئبقوز

ولما كان يودور الفضة أصفر اللون ، ويودور الزئبقوز برتقالى فانهما يعوقان نفاذ الضوء، كما لوكان لونهما أسود

وللتقوية بهذه الطريقة تغمس السلبية في محلول يودور البوتاسيوم (أو كبريتيت الصديوم) ؛ المذاب فيه يودور الزئبقيك ، فيأخذ لونها في التغير تدريجا .

أسئلة على الباب التاسع

(١) قارن بين التخفيف والتقوية ، من حيث الغاية والوسيلة.

(٢) أذكر مادة تستخدم في التخفيف، واشرح طريقة استخدامها وتأثيرها .

(٣) اذكر مادة تستخدم في التقوية ، واشرح طريقة استخدامها وتأثيرها .

(٤) اشرح طريقة التقوية المستعملة في الزنكوغرافيا

(الحفر) .

(٥) اشرح بدقة استعمال كل من كلورور الزئبقيك، وبودور الزئبقيك فى التقوية .

(٦) اشرح مخفف فارمر. ماعيوب هذا المخفف؟

(٧) التخفيف يسمى بالانجليزية Reduction التي من معانيها «الاختزال» ، انتقد هذه التسمية .

obeikandl.com

الباب العاشر

القوانين الفتوغرافية

٥٧ — نسبة التحويل :

في القوانين الفتوغرافية الوحدات المتبعة عادة هى الاوقية والحبة للوزن ، والاوقية والجالون للحجم .

وإذا أريد تحويل هذه المقادير الى الوحدات الفرنسية ، تتبع النسب الآتية (وهذه النسب تقريبية) .

٤ لتر	=	١ جالون
٣٠ سنتيمتر مكعب	=	١ اوقية للسوائل
٣٠ جرام	=	١ اوقية للجوامد
١ جرام	=	١٥ حبة

وفي القوانين الفتوغرافية قد تستخدم كلمة « جزء » بعد المقادير . فهذه الكلمة في حالة السوائل ، تقوم مقام كلمة « حجم »، وفي حالة الجوامد ، تقوم مقام كلمة «وزن » .

٥٨ قوانين الاظهار:

سنذكر فيما يلى طائفة من قوانين الاظهار ، ويجب ملاحظة

أن تركيب الألواح والأفلام والأوراق الفوتوغرافية يختلف باختلاف المصانع، وتبعاً للثمن ، ولهذا يستحسن اتباع القوانين والارشادات التي يرفقها المصنع بالألواح والأفلام الخ.

٥٩ — قانون لملاظهار يتركب من محلول واحد :

ماء ساخن (في ٥٠° م تقريبا)	١	جالون
ايلون	١٠٠	حبة
كبريتيت صديوم	١٢ر٥	اوقية
هيدرو كينون	١	اوقية
بيكبريتيت صديوم	١٥٠	حبة
بيرو	٢ ١/٤	اوقية
كربونات صديوم	٦ ٣/٤	اوقية
بروموربوتاسيوم	٦٠	حبة
ماء بارد ـ ليجعل الحجم الكلي	١٠	جالون

٦٠ — قانون لملاظار يتركب من محلولين :

(المحلول ا)

بيكبريتيت صديوم	١٤٠	حبة
بيرو	٢	اوقية

بروموز بوتاسيوم	١٦	حبة
ماء ، الى	٣٢	اوقية
(المحلول ب)		
ماء	٣٢	اوقية
كبريتيت صديوم	٣ر٥	اوقية
كربونات صديوم	٢ر٥	اوقية

(الاستعمال) - يؤخذ جزء من ا ، وجزء من ب و٨ أجزاء ماء

٦١ — فانوبه لاظهار ألواح أشعة رنتجن :

ماء ساخن (في ٥٠° م تقريبا)	١٦	اوقية
ايلون	٣٥	حبة
كبريتيت صديوم	٣¼	اوقية
هيدرو كينون	١٤٠	حبة
كربونات صديوم	١¾	اوقية
بروموز بوتاسيوم	٩٠	حبة
ماء بارد لغاية	٣٢	اوقية

obeikandl.com

٦٢ — فانوته لاظهار لوحات الفانوسكوب السحرى :

(المحلول ا)

ماء ساخن (فى ٥٠° م تقريبا)	١٦	اوقية
ايلون	٦٠	حبة
كبريتيت صديوم	½	اوقية
هيدرو كينون	٥ ر .	اوقية
ماء بارد ليصير الحجم الكلي	٣٢	اوقية

(المحلول ب)

ماء	٣٢	اوقية
كربونات صديوم	½	اوقية
برومور بوتاسيوم	٣٠	حبة

(الاستعمال) خذ جزءاً من ا ، وجزءاً من ب.

واذا اريد أن تكون الصورة خفيفة ، يمزج بمثل حجمه من الماء .

٦٣ — فانوته الهيبو البسيط التثبيت :

هيبو	١٦ أوقية
ماء ليصير الحجم الكلى	٦٤ اوقية

obeikandi.com

٦٤ - قانون المصلب

(القانون الأول) الى كل ٦٤ اوقية من المثبت المذكور في البند السابق ، تضاف المواد الآتية على الترتيب :

ماء	٥	اوقية
كبريتيت صديوم	١	اوقية
حمض خليك (٢٨ ٪ نقي)	٣	اوقية
شب الوتاسيوم	١	اوقية

(القانون الثاني)

ماء	٥٦	اوقية
كبريتيت صوديوم	١٦	اوقية
حمض خليك (٢٨ ٪ نقي)	٤٨	اوقية
شب البوتاسيوم	١٦	اوقية
ماء ليصير الحجم الكلي	١	جالون

(للاستعمال) يضاف جزء من هذا المصلب الى ٨ أجزاء من محلول هيبو البسيط .

obeikandl.com

٦٥ — قوانين التخفيف :

القانون الأول

ماء	٣٢ اوقية
فوق كبريتات الأمونيوم	٢ اوقية
حمض كبريتيك	$\frac{٣}{٤}$ درهم

وللاستعمال يضاف جزء من هـذا المحلول ، الى جزئين من المـاء .

وبعد انتهاء التخفيف تغمس اللوحة فى محـلول التثبيت مدة بضع دقائق ، ثم تغسل .

القانون الثانى

(المحلول ا)

ماء	١ أوقية
برمنجنات بوتاسيوم	٢٤ حبة

(المحلول ب)

ماء	١ أوقية
حمض كبريتيك	$\frac{١}{٤}$ درهم

وللاستعمال خذ درهما من ا ، ودرهمين من ب و٨ اوقيات

ماء . وبعد أن يتم تخفيف السلبية اغمسها في محلول الهيبو البسيط مدة بضع دقائق ، ثم أغسلها جيداً .

القانونه الثالث

﴿ مخفف فارمر ﴾

أضف محلول حديدى سيانور البوتاسيوم الى محلول الهيبو البسيط حتى يصبح اللون أصفر فاقعا ، وبعد تمام التخفيف أغسل اللوحة جيدا .

٦٦ — فوائد التقوية :

أقصر السلبية في المحلول الآتي ، حتي تصبح بيضاء ، ثم أغسلها جيداً وأخيرا تغمس في محلول منكهونه المبينه في البند الآتي

برومور بوتاسيوم	٣/٤ اوقية
كلورور زئبقيك	٣/٤ اوقية
ماء الى	٣٢ اوقية

٦٧ — محلول منكهون التقوية :

هذا المحلول يزيد في تباين الصورة ، ويتركب من :

سيانور البوتاسيوم	٥ر٠ اوقية

أزوتات فضة	٣/٤ أوقية
ماء الي	٣٢ اوقية

ولعمله يذاب كل من سيانور البوتاسيوم وأزوتات الفضة على حدة ، ثم يضاف الثاني على الأول ، حتي يشرع الراسب في التكون ؛ فيترك المحلول برهة ثم يرشح .

٦٨ – محلول آخر للتقوية :

تقصر اللوحة فى المحلول الآتي :

بيكرومات بوتاسيوم	١٥٠ حبة
حمض كلوريدريك مركز	من ١ الى ٢ درهم
ماء الى	٣٢ اوقية

ثم تغسل وتعرض لضوء النهار المنتشر (لا لضوء الشمس) لفترة قصيرة ، ثم يعاد غمسها في محلول الاظهار .

ملحوظة : كلما زاد مقدار حمض الكلوريدريك ، كان قصر اللون سريعاً ، وكانت التقوية ضعيفة .

٦٩ – قانون لاظهار الزرون الحساس :

ماء ساخن (في ٥٠° م تقريبا)	١٦ اوقية
لون	٤٥ حبة

كبريتيت صديوم	٥ر١ اوقية
هيدرو كينون	١٣٥ حبة
كربونات صديوم	٥ر٢ اوقية
برومور بوتاسيوم	١٥ حبة
ماء بارد ليصير الحجم الكلى	٣٢ اوقية

(للاستعمال) يؤخذ جزء من المحلول ويضاف اليه مثله من الماء .

ملحوظة : نسبة الماء تختلف تبعاً لنوع الورق .

٧٠ — تلوين الورق الحساس :

المحلول الآتي تركيبه يلون الورق باللون السنجابى (Sepia) .

(١) أذب جيدا

ماء ساخن (في ٧٠° م تقريباً)	٩٦ اوقية
هيبو	١٦ اوقية

(٢) ثم أضف المحلول الآتي :

ماء ساخن (في ٧٠° م تقريبا)	١٦ اوقية
شب البوتاسيوم	٤ اوقية

obeikandl.com

(٣) ثم أضف الى المحلول وهو ساخن ، المحلول الآتي :

ماء بارد	١ اوقية
أزوتات فضة (بلورات)	٦٠ حبة
كلورور صديوم (ملح طعام)	٦٠ حبة

(٤) بعد تمام الذوبان ، أضف ماء بارداً ، حتى يصير الحجم الكلى ١ جالون .

(الاستعمال) : سخن المحلول بواسطة حمام مائي الى نحو ٥٠ °م ، واغمس فيه الورق المطبوع لمدة ١٥ دقيقة .

obeikandl.com

الباب الحادي عشر

أفلام السينما

٧١ — تركيب أفلام السينما :

يتركب شريط السينما من الباغة المحضرة بتأثير حمض الأزوتيك والكبريتيك، على القطن النقي (سليولوز $C_6H_{10}O_5$)، اذ ينتج قطن البارود فيقصر لونه بواسطة مسحوق القصر، أو برمنجنات البوتاسيوم، ويعجن باضافة المزيج الآتي اليه :

كحول . أثير . اسيتون . خلات أميل . كافور .

وهذا الشريط سريع الاشتعال، فاذا اوقفت الآلة تركزت فيه الحرارة فاشتعل. ولتلافي ذلك تستخدم أشرطة غير قابلة للاشتعال، أو يكون الضوء غير واصل الى الشريط مباشرة، بأن يكون منعكساً اليه عن مرآة، كما في بعض آلات السينما المستخدمة في المدارس، لضرورة ايقاف الآلة، لفحص بعض الصور أو شرحها .

٧٢ — اظهار فيلم السينما :

يصلح المحلول الآتي لاظهار فيلم السينما السالب والموجب :

ماء ساخن (في ٥٠° م تقريباً)	٥ جالون
ايلون	١٨٠ حبة
كبريتيت صديوم	٣ رطل و٥ اوقية
هيدرو كينون	٨ اوقية
كربونات صوديوم	١ رطل و٩ اوقية
بروموربوتاسيوم	١ اوقية و٦٠ حبة
حمض خليك	١ اوقية
ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم	٢ اوقية
ماء ليصير الحجم الكلي	١٠ جالون

٧٣ – قوانين اظهار فيلم السينما السالب :

القانون الاول

ميتول	٥٠٠ جرام
هيدرو كينون	٦٠٠ جرام
كبريتيت صديوم (بلورات)	٨ كيلو جرام
كربونات بوتاسيوم	٤ كيلو جرام
بروموربوتاسيوم	٢٠٠ جرام
ماء	١٠٠ لتر

obeikandl.com

زمن الاظهار من ٣ الى ٤ دقائق في درجة ١٨ °م .

الفانوته الثانى

ميتول	١٠٠ جم
هيدرو كينون	٦٠٠ جم
كبريتيت صديوم (بلورات)	٨ كيلو جرام
كربونات صديوم (بلورات)	٥ر٧ كيلو جرام
بروموز بوتاسيوم	١٠٠ جرام
ميتا بيكبريتيت بوتاسيوم	١٢٠ جرام
حمض خليك	٥٠ جرام
ماء	١٠٠ لتر

زمن الاظهار من ٥ الى ٦ دقائق في درجة ١٨ °م

٧٤ — فانوته للاظهار فى البلود الحار :

باراميدو فينول	٧٠٠ جرام
كبريتيت صديوم (بلورات)	١٠ كيلو جرام
كربونات صديوم (بلورات)	٥ ر١٣ كيلو جرام
ماء	١٠٠ لتر

مدة الاظهار — من ٢ الى ٣ دقائق ، فى درجة ٣٠ °م

٣٥ ° م .

ملحوظة — اذا كانت درجة الحرارة أقل من ٢٥ ° م فلابد من استخدام محلول مصلب .

٧٥ — قوانين التثبيت للفيلم السالب :

القانون الاول

هيبو	٤٠ كيلو جرام
بيكبريتيت صديوم (محلول كثافة ٤٠ ° ب)	١٠ لتر
ماء	١٠٠ لتر

القانون الثانى

المحلول الآتي مثبت ومصلب فى آن واحد .

هيبو	٢٠ كيلو جرام
كبريتيت صديوم (بلورات)	٤ كيلو جرام
شب البوتاسيوم	١ كيلو جرام
حمض خليك	١ر٥ لتر
ماء	١٠٠ لتر

القانون الثالث

المحلول الآتي مثبت ومصلب ، ويحسن استعماله مع المظهر

المستعمل في البلاد الحارة (بند ٧٤)

هيبو	٢٠ كيلوجرام
كبريتيت صديوم (بلورات)	٥ كيلو جرام
شب الكروم	٥ كيلو جرام
حمض خليك	٥ر١ لتر
ماء	١٠٠ لتر

ملحوظة — في القوانين السابقة اذا استعملت كبريتيت الصديوم الجافة (غير المتبلورة) يجب أخذ نصف المقدار المدون.

٧٦ — مظهر الفيلم الموجب :

ميتول	٢٠٠ جرام
هيدروكينون	٤٠٠ جرام
كبريتيت صديوم (بلورات)	٥ كيلوجرام
كربونات صديوم (بلورات)	٥ كيلو جرام
بروموربوتاسيوم	٢٠٠ جرام
ماء	١٠٠ لتر

زمن الاظهار من ٣ إلى ٤ دقائق في درجة ١٨° م.

obeikandl.com

٧٧ – مظهر للعنوانات :

ميتول	٨٠ جرام
هيدرو كينون	٨٠٠ جرام
كبريتيت صديوم (بلورات)	٨ كيلوجرام
كربونات بوتاسيوم	٥ كيلوجرام
بروموربوتاسيوم	٥٠٠ جرام
ماء	١٠٠ لتر

زمن الاظهار من ٥ الى ٨ دقائق في درجة ١٨° م

٧٨ – مثبت للفيلم الموجب :

هيبو (بلورات)	٣٠ كيلوجرام
بيكبريتيت صديوم (محلول تجارى)	١٠ لتر
ماء	١٠٠ لتر

٧٩ – تلوين أفلام السينما :

هنالك طرق عدة لتلوين فيلم السينما الموجب وهي :

(١) استخدام آلات خاصة أثناء التصوير بها حواجز ملونة، يسمح كل منها بمرور ضوء ذى لون معين، الى الفيلم داخل الآلة . وهذه الطريقة تحتاج الى مجلدات لشرحها شرحاً وافياً .

obeikandl.com

(٢) التلوين باليد، بأن يمرر الفيلم الموجب على فتيات، بيد كل منهن فرشة بها لون خاص ، فتلون به بعض أجزاء الصورة . فهذه تلون الأجزاء الخضراء كالمزروعات ، وتلك تلون الأجزاء الحمراء كالملابس والأزهار، وهلم جراً . وهذه الطريقة بطيئة وكبيرة النفقة .

وفى هذه الطريقة وسابقتها يكون الغرض الحصول على صور ملونة بألوانها الطبيعية .

(٣) استخدام فيلم موجب ملون للطبع عليه . وتوجد ألوان عديدة لشتى الأغراض. فالمناظر الليلية فى ضوء القمر ، يستخدم لها شريط أزرق ، والمناظر الطبيعية يصلح لها الشريط الأخضر ، ومناظر الجبال يلائمها الشريط الأصفر ، وقس على هذا.

ولكن يجب ملاحظة أن المرئيات لاتظهر بألوانها الطبيعية، بل أن الأرضية تكون ذات لون واحد وتكون الصور سوداء.

(٤) وضع زجاجة ملونة أمام عدسة الفانوس. وهذه الطريقة تؤدى الغرض الذى تؤديه الطريقة الثالثة.

(٥) تلوين الفيلم الموجب بغمسه في مادة ملونة ، فتصطبغ بها طبقة الجيلاتين ، وتبدو الأرضية ملونة ، وتلبث الصور سوداء.

وهذه الطريقة تعمل عمل سابقتها.

(٦) تلوين الفيلم الموجب بغمسه في مواد ذات تأثير كيميائى على الصورة الفضية ، فتحيلها ملونة ، وتلبث الأرضية (أى الأجزاء الخالية من الفضة) كما هي .

٨٠ قوانين التلوين :

لتلوين أفلام السينما الموجبة ، تغسل جيداً ، ثم يقصر لونها في المحلول الآتي :

حديدى سيانور البوتاسيوم	١ كيلو جرام
ماء	٥٠ لتراً

ثم تغسل لمدة ، دقائق حتى تصبح الأجزاء الشفافة خالية من البقع الصفراء ، ثم تغمس في أحد المحلولات الآتية ، للحصول على اللون المطلوب :

(أولا) — اللون السنجابي .

كبريتور الصديوم	٥٠٠ جرام
كبريتيت الصديوم (بلورات)	٥٠٠ جرام
ماء	٥٠ لتراً

(ثانياً) — اللون الأحمر النحاسي .

كلورور النحاس	٥ر٢ كيلو جرام
ماء	٥٠ لتراً

(ثالثاً) — اللون البنى القاتم.

أزوتات اليورانيوم	٥ر١ كيلو جرام
برومور البوتاسيوم	٣/٤ كيلو جرام
حمض أكساليك	١ كيلوجرام
ماء	٥٠ لتراً

(رابعاً) — اللون الأخضر.

فوق كلورور الحديد	١ كيلوجرام
برومور البوتاسيوم	٥ر٠ كيلو جرام
حمض اكساليك	٥ر٠ كيلو جرام
ماء	٥٠ لتراً

(خامساً) — اللون الأخضر المائل الى الزرقة.

اكسالات حديديك	١ كيلو جرام
برومور بوتاسيوم	٥ر٠ كيلو جرام
حمض اكساليك	٥ر٠ كيلو جرام
ماء	٥٠ لتراً

obeikandl.com

(سادسا) — اللون الأخضر الزيتوني .

للحصول على هذا اللون يستعمل مزيج من محلول اللون الأخضر، ومحلول اللون السنجابي . وتختلف النسبة على حسب اللون المرغوب .

٨١ — تحويل الفيلم السالب الى موجب :

يعمل في العادة فيلم سالب ، وهذا الفيلم تنقل عنه نسخ موجبة للعرض فى دور السينما ، ويحفظ الى أن تدعو الضرورة الى طبع نسخ منه .

هذا فى الأشرطة الكبيرة (عرض ٣٥ ملليمتراً) أما الاشرطة الصغيرة (عرض ١٦ ملليمتراً، ٩ ملليمترات) التي تستخدم في تصوير المناظر العائلية ونحوها ، فانه لايحتاج الا الى طبع نسخة واحدة منها .

ولاعتبارات اقتصادية فكرت مصانع الأشرطة في الاكتفاء بشريط واحد ، يؤدى الغرضين :

(١) يصور الشريط فيكون بمثابة شريط سالب.

(٢) يحول بالطرق الكيميائية الى شريط موجب. وهذا يسمي القلب Reversing . ويسهل فهم طريقة القلب كما يأتي :

لنفرض أننا نصور ورقة بيضاء عليها كتابة سوداء . فعند فتح عدسة المصورة يؤثر الضوء المنعكس عن الورقة في الفيلم السالب، فتكون عليه نقطة دقيقة سوداء اللون ، أما الأجزاء المناظرة للكتابة فتلبث كما هي . فاذا غمسنا هذا الفيلم (دون أن نعرضه للضوء) في محلول يذيب فلز الفضة ، فان الأجزاء السوداء تصبح بيضاء لذوبان الفضة التي كانت عليها . أما الأجزاء الأخرى (المناظرة للكتابة)، فان ملح الفضة الذى عليها يلبث كما هو . فاذا عرضنا الفيلم بعد ذلك للضوء، فان ملح الفضة يتحول الي فضة سوداء . وعلى هذا نكون :

(١) الأجزاء المناظرة للورقة بيضاء (لعدم تأثرها بالضوء، لانها خالية من ملح الفضة).

(٢) الاجزاء المناظرة للكتابة سوداء (لتأثر ملح الفضة الذى كان عليها عند تعريضه للضوء) .

وعلى هذا يكون هذا الفيلم موجباً .

٨٢ — طريقة القلب :

لتحويل الفيلم السالب ذاته الى فيلم موجب نجرى مايأتي :

(١) يظهر الفيلم السالب .

(٢) بعد تمام اظهاره يغسل ، ثم يغمس في المحلول الآتي، لمدة ١٠ دقائق ، لاذابة الصورة الفضية .

برمنجنات بوتاسيوم	٣٠ حبة
بيكبريتات صديوم	٣٨٠ حبة
(أو حمض كبريتيك)	١٧٠ منيم
ماء	٣٥ اوقية

(٣) يغسل الفيلم جيداً ، ثم يعرض لضوء النهار ، ثم يغمس المحلول الآتي ، حتي تصبح الأجزاء البيضاء شفافة :

بيكبريتات صديوم	٧٥ حبة
كبريتات صديوم (لامائية)	٧٥ حبة
ماء	٣٥ حبة

(٤) يضاف الي المحلول السابق :

هيدرو كبريتيت الصديوم	١٥٠ حبة

ويعاد غمس الفيلم فيه ، حتى يصبح موجباً ، فيغسل جيداً

ملحوظة ١ : اذا كان الجو حاراً يغمس الفيلم فى ماء مذاب به ٢ ٪ من الفورمالين (عيار ٤٠ ٪)

ملحوظة ٢ : الطريقة السالفة هى طريقة باتمه .

الباب الثاني عشر

فوائد متنوعة

٨٣ — ضوء المغنسيوم :

للتصوير في الظلام ، أو عند عدم كفاية الضوء ، يستخدم ضوء المغنسيوم ، ومسحوقه يتركب من :

مغنسيوم	١ جزء
كلورات بوتاسيوم	٢ جزء

ولعمله تسحق كل مادة على حدة ، وعند الحاجة يؤخذ نحو ٥ حبات من الأول ، و ١٠ حبات من الثاني ، ويخلطان بملعقة خشبية برفق ، (منعاً لاشتعالها بحرارة الاحتكاك) .

٨٤ — تركيب آخر للضوء الساطع :

يلاحظ أن المسحوق القابل للاشتعال يجب أن تتوفر فيه الشروط الآتية :

(١) يحتوى على مادة تولد مقداراً كبيرا من الاكسيجين .

(٢) يحتوى على مادة تتحد بهذا الاكسيجين ، مع حدوث حرارة شديدة .

(٣) توهج المادة الناتجة (اوكسيد) ، بسبب الحرارة الحادثة .

وبناء على ما سبق يمكن الحصول على ضوء ساطع ، باستعمال المحلول الآتى .

ألومنيوم	٤ أجزاء
كلورات بوتاسيوم	١٠ أجزاء
سكر	١ جزء

٨٥ — محلول لإصلاح شريط السينما :

المزيج الآتى يصلح للحام شريط السينما ، وثمنه نحو ثلاثة قروش صاغ . وهو يؤدى ما يؤديه المحلول الذى يباع في متاجر الأدوات الفتوغرافية بعشرين قرشاً صاغاً أو أكثر .

أسيتون	Acetone	٦٠ جراماً
أثير خلى	Acetic ether	١٠ جرام
خلات الأميل	Amyl acetate	١٠ جرام

٨٦ — حفظ الزجاجة السلبية :

اذا أريد حفظ الزجاجة السلبية تغمس بعد تثبيتها فى المحلول الآتي بضع دقائق

شب البوتاسيوم	١٠ جرام
	١٠٠ سنتيمتر

obeikandl.com

وتأثير هذ المحلول يرجع الى أن الشب يتحد مع جيلاتين الزجاجة، مكوناً مادة صلبة غير قابلة للذوبان .

٨٧ — ورق الرسم الهندسى :

الورق المستخدم لطبع الرسوم الهندسية ، تظهر فيه الخطوط بيضاء والأرضية زرقاء . وهو يصنع بطلاء وجه الورق بمزيج من المحلولين الآتيين ، ثم يجفف :

(١) حديدى سيانور البوتاسيوم ١٠ درهم

ماء مقطر ٤ اوقية

ولاستعمال هذا الورق يوضع فوق ورق شفاف رسم عليه بالحبر الأسود ، ويعرض لضوء الشمس ، فيؤثر الضوء فى جميع الورقة ماعدا الأجزاء التي يسترها الرسم ، ويحلل أملاح الحديد . وأخيراً يغسل بالماء ، لأزالة الملح الذى لم يتأثر بالضوء فيظهر ماتحته أبيض :

ملحوظة : قد يغمس الرسم في حمض الكلوريدريك المخفف ثم يغسل جيدا .

— عمل الورق الحساس :

عمل الورق الحساس المستخدم في الطبع الفتوغرافى :

(١) أضرب — بياض البيض ١٥ اوقية

ماء مقطر ٥ اوقية

وآذب فيه — كلورور الأمونيوم ٣٠٠ حبة

(٢) دع هذا المحلول جانباً وقتاما، ثم رشحه .وأطر به الورق المطلوب ، واتركه حتى يجف .

(٣) أعد محلول التحسيس الآتي وأطل الورق به :

أزوتات فضة ٨٠ حبة

ماء مقطر ١ اوقية

ملحوظة ١ : لطلاء الورق يلقي على المحلول فيطفو عليه .

ملحوظة ٢ : يجب اجراء عملية التحسيس في الظلام ، وصيانة محلول أزوتات الفضة من الضوء .

٨٩ — الموازين والمكاييل الانجليزية :

الموازين	٥ر٤٣٧ حبة	=	١ اوقية
	١٦ اوقية	=	١ رطل
المكاييل	٦٠ منيم	=	١ درهم
	٨ درهم	=	١ أوقية
	١٦ أوقية	=	١ بنت
	٨ بنت	=	١ جالون

جدول الاصطلاحات

* الاصطلاحات التي أمامها هذه العلامة من وضع المؤلف

Silver nitrate	أزوتات فضة
Developing	اظهار
Ferric oxalate	اكسالات حديديك
* Reversal	* انعكاس
Potassium bromide	بروموز بوتاسيوم
Borax	بورق
Sodium bisulphite	بيكبريتيت صديوم
* Contrast	* تباين
Fixing	تثبيت
* Reducing	* تخفيف
* Intensification	* تقوية
Toning	تلوين
Potassium ferrocyanide	حديدوسيانور بوتاسيوم
« ferricyanide	حديدى سيانور بوتاسيوم
Prussic acid	حمض بروسى
Acetic acid	حمض خليك
Potassium alum	شب البوتاسيوم
Tinting	صبغ

BIBLIOTHEQUE EGYPTIENNE
دار الكتب المصرية

obeikandl.com

Caustic soda	ودا كاوية
Stain image	صورة صبغية
Printing	بع
Ammonium persulphate	وق كبريتات أمونيوم
Reversing	قلب
Silver sulphide	كبريتور فضة
Sodium sulphite	كبريتيت صديوم
Gold chloride	اورور ذهب
Mercuric chloride	كلورور زئبقيك (سليماني)
Photographic chemistry	كيمياء فتوغرافية
Hardening solution	لول مصلب
Farmer's Reducer	نف فارمر
Emulsion	ستحلب
Devloper	ظهر
Accelarator	معجل
Monckhoven's intensifier	قوى منكهوفن
Restrainer	لطف
Metol (Elon)	يتول (ايلون)
Hypo	يبو
Hydrochinon	يدرو كينون

obeikandl.com

فهرست

الصفحة	الباب	الموضوع
٥	الأول	الكيمياء والمركبات الكيميائية
١٣	الثاني	الأكاسيد والأملاح
٢١	الثالث	الرموز والقوانين والمعادلات
٣٢	الرابع	مكونات الملح
٤١	الخامس	نظرية التصوير الشمسي وأملاح الفضة
٥٠	السادس	الأظهار
٦٠	السابع	التثبيت
٦٧	الثامن	الطبع والتلوين
٧٦	التاسع	التخفيف والتقوية
٨٤	العاشر	القوانين الفوتوغرافية
٩٤	الحادي عشر	أفلام السينما
١٠٦	الثاني عشر	فوائد متنوعة
١١٠		جدول الاصطلاحات

obeikandi.com

استدراك

(١) صفحة ١٧ سطر ٧ المعادلة صوابها :

اكسيد كاسيوم + ماء = ايدروكسيد كاسيوم

(جير حى) (جير مطفأ)

(٢) صفحة ٥٦ سطر ١٣ قانون اكسالات حديدوز البوتاسيوم

صوابه $(ا_{٤}ك_{٢})_{٢}$ ح بو$_{٢}$

(٣) صفحة ٩٠ سطر ١٠ بعد « اغسلها جيداً » تضاف

وأخيراً تغمس فى محلول منكهوفن المبين فى البند الآتي

(٤) صفحة ١٠٨ بعد السطر الثامن يضاف مايأتي :

(٢) ليمونات الحديد النوشادرى ١٥ درهم

Iron ammonia citrate

ماء مقطر ٤ اوقية

هذا الكتاب مقرر للتدريس في المعهد الفتوغرافى المصرى .

وفى معهد العلوم والمخترعات الحديثة

obeikandl.com

obeikandl.com