يُعدّ عالم الكيمياء روبرت بويل (بالإنجليزية: Robert Boyle) أول من قام بتصنيف المواد إلى أحماض (بالإنجليزية: Acids) وقواعد (بالإنجليزية: Bases) في القرن السابع عشر، وأطلق على القواعد اسم القلويات، وقد صنّفها اعتماداً على عدد من الخصائص، إذ عرّف الأحماض على أنّها مواد طعمها حامض، وتحول ورقة عباد الشمس إلى الأحمر، وتقل حامضيتها عند خلطها مع القواعد.[١] وعرّف القواعد بأنّها مواد ذات ملمس زلق، وتحول ورقة عباد الشمس إلى الأزرق، وتقل قاعديتها عند خلطها مع الأحماض، وقد حاول العلماء فيما بعد ـ من ضمنهم بويل ـ توضيح سلوك الأحماض والقواعد وكيفية عملها، لكن لم يتمّ اقتراح أي تعريف منطقي للأحماض والقواعد إلّا في القرن التاسع عشر.[١] تعريف أرهنيوس قدّم العالم السويدي سفانت أرهنيوس (بالإنجليزية: Svante Arrhenius) في أواخر القرن التاسع عشر مقترحاً تضمن أنّ الماء قادر على إذابة بعض المركبات وتفكيكها إلى أيّونات منفردة، وبذلك عرّف الأحماض على أنّها مركبات تحتوي على عنصر الهيدروجين وتتفكك في الماء لإطلاق وأيون (H+) في الماء يَنتِج أيون الهيدروجين (HCl) أيون الهيدروجين إلى المحلول، فمثلاً عند إذابة حمض الهيدروكلوريك بينما عرّف القواعد على أنّها مركبات تذوب في الماء [على النحو الآتي:[١ HCl in H2O ⇌ H+ (aq) + Cl−(aq) الكلوريد (Cl−) إلى المحلول، فعلى سبيل المثال عند إذابة القاعدة هيدروكسيد الصوديوم في الماء (OH−) وتتفكك لتُطلق أيونات الهيدروكسيد وأيون الصوديوم (Na+) [١ على النحو الآتي: NaOH in H2O ⇌ Na+ (aq) + OH−(aq) ينتج أيون الهيدروكسيد (OH−)، وقدّم تعريف أرهنيوس توضيحاً لأساسيات كيمياء الأحماض والقواعد، ووضحت نظريته العديد من الأمور، منها :[١] تمتلك جميع الأحماض والقواعد خصائص متشابهة فيما بينها؛ لأنّ جميع الأحماض تُطلق أيون الهيدروجين إلى المحاليل، وتُطلق جميع القواعد أيون الهيدروكسيد إلى المحاليل. تؤثر كل من الأحماض والقواعد على بعضها البعض عندما تتفاعل معاً، بحيث تُضعف وقد استنتج، (بالإنجليزية: Neutralization) القاعدة من تأثير الحمض والعكس صحيح، وتسمى هذه التفاعلات تفاعلات التعادل هذه الفكرة من خلال شرحه لملاحظات بويل. وعلى الرغم من ذلك لم تستطِع نظريته تفسير سلوك بعض المواد، فمثلاً يتصرف بطريقة تشبه القاعدة في حين أنّه لا يحتوي على أيون الهيدروكسيد.[١] تعريف (NaHCO3) مركب بيكربونات الصوديوم والعالم الإنجليزي توماس لوري، (بالدنماركية: Johannes Brønsted) برونستد ـ لوري نشر العالم الدنماركي يوهانس برونستد (بالإنجليزية: Thomas Lowry) عام 1932م أبحاثاً مُستلقة لكنها متشابهة تضمّنت تنقيحاً لنظرية أرهنيوس للأحماض والقواعد.[١] إلّا أنّ تعريف برونستد ـ لوري كان أشمل، والذي ينص على: "الحمض هو أيّ مادة يُمكنها التبرع بأيون الهيدروجين، لأنَّ أيون الهيدروجين يشبه في تصرفه هذا تصرف البروتون، وهذا يتوافق مع تعريف أرهنيوس إلى حد ما.[١] بينما يختلف مفهوم القاعدة بالنسبة لهما تماماً عن مفهوم أرهنيوس، إذ عرّف القاعدة على أنّها أيّ مادة قادرة على استقبال أيون الهيدروجين، بناءً على ذلك يُعدّ هيدروكسيد الصوديوم مادة قاعدية؛ لأنّه يستقبل أيون الهيدروجين من الحمض لإنتاج الماء، كما استطاع مفهوم برونستد ـ لوري توضيح سلوك المواد التي تتصرف كالقواعد ولكنها لا تحوي أيون الهيدروكسيد، ومثال على ذلك مركب لقد استقبلت القاعدة [بيكربونات الصوديوم، والذي يتفاعل حسب المعادلة الآتية:[١ HCl + NaHCO3 ⇌ H2CO3 + NaCl (بيكربونات الصوديوم) أيون الهيدروجين من حمض الهيدروكلوريك، ونتج عن هذا التفاعل ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، الذي يتفكك سريعاً ليُنتِج الماء، وغاز ثاني أكسيد الكربون، ويستدل على وجود الغاز بظهور (H2CO3) وحمض الكربونيك فقاعات في المحلول. إلّا أنّ مفهوم برونستد ـ لوري عجز عن تفسير سلوك بعض المركبات التي لا تحتوي على عنصر الهيدروجين [٢] تعريف لويس لم يَستخدِم العالم جيلبرت لويس، (BF3) إلّا أنّها تمتلك خواص الأحماض، ومثال على ذلك ثلاثي فلوريد البورون البروتون لتعريف الأحماض والقواعد، وإنّما استخدَم فقط أزواج الإلكترونات، وعليه فإنّ الحمض (بالإنجليزية: Gilbert Lewis) بحسب تعريف لويس هو مركب يستقبل زوج الإلكترونات، بينما القاعدة هي مركب قادر على منح زوج الإلكترونات، وعلى الرغم من أنّ هذا التعريف الأقل تقييداً للأحماض والقواعد[٣] إلّا أنّ النظرية فشلت في تفسير تفاعلات الأحماض والقواعد التي لا تتضمن تكوين رابطة تساهمية تناسقية.[٢] خصائص الأحماض والقواعد وصف روبرت بويل الأحماض والقواعد بعدة خصائص تُستخدم للتمييز بين الحموض والقواعد الكيمائية دون الحاجة إلى إجراء اختبارات مُعقدة لذلك، منها:[٣] مذاق الأحماض باللغة اللاتينية تعني حادة أي أنّها حامضة، بينما مذاق القواعد مُرّ.[٣] الأحماض تُغيّر لون ورقة (Acid) حامض، حيث إنّ كلمة عباد الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر، بينما لا تُغيّر القواعد لون ورقة عباد الشمس؛ لكنّها تُغيّر ورقة عباد الشمس القاعدية الحمراء إلى اللون الأزرق.[٣] عند تفاعل الأحماض مع معدن نشط مثل: المعادن القلوية، والألومنيوم) تُحرّر غاز الهيدروجين.[٣] لدى الأحماض والقواعد خصائص مشتركة؛ إذ تتفاعل مع بعضها البعض لإنتاج الماء والأملاح.[٣] محاليل الأحماض والقواعد

Summarized by © lakhasly.com

قادرة على توصيل التيار الكهربائي.٣] مُعظم الأحماض والقواعد القوية تُسبب حروقاً شديدة عند ملامستها للجلد.٤] مُعظم الأحماض والقواعد القوية مواد تسبب التآكل في الطبيعة، إذ تميل إلى تآكل المواد وتكوين الصدأ.٤] الأحماض والقواعد القوية والضعيفة تُعرّف الأحماض القوية على أنّها مركبات جزيئية تتأيّن بشكل كامل في محاليلها المائية، بحيث تتفكك إلى أيون وتجدر الإشارة إلى أنّ عدد الأحماض القوية الشائعة محدود جداً.٥] أمّا الأحماض ،(Anion) الهيدروجين، وأيون سالب الشحنة فهو لا يتفكك في الماء إلّا بنسبة مئوية قليلة، (CH3COOH) الضعيفة لا تتأيّن بالكامل في محاليلها، ومثال عليها حمض الأسيتيك وتعتمد هذه النسبة على تركيزه ووجوده في المحلول، وغالباً ما يوجد على شكل جزئيات غير منفصلة، وفيما يأتي توضيح لأنواع ،(HNO3) وحمض النيتريك ،(HI) وحمض الهيدرويوديك ،(HCl) الأحماض:[٥] الأحماض القوية: مثل: حمض الهيدروكلوريك الأحماض الضعيفة: أيّ حمض آخر، مثل: حمض .(HClO4) وحمض البيركلوريك ،(H2SO4) وحمض الكبريتيك .(HF) وحمض الهيدروفلوريك ،(HCOOH) وحمض الميثانويك ،(H2S) وحمض كبريتيد الهيدروجين ،(HCN) الهيدروسيانيك ينطبق الأمر على القواعد كما ينطبق على الأحماض، فالقاعدة القوية تتأيّن بشكل كامل في المحاليل المائية، فتنفصل إلى أيونات بشكل تام، وتُصنّف القواعد القوية حسب مدى تأيّنها، وعلى غرار الأحماض القوية فإنّ هناك عدد محدود منها، أمّا القواعد الضعيفة فهي مركبات جزيئية لا تتأيّن بشكل كامل في المحاليل المائية، وفيما يأتي توضيح لأنوعيهما:[٥] القواعد القوية: تُمثّل ،(LiOH) هيدروكسيدات عناصر المجموعة الأولى والمجموعة الثانية من الجدول الدوري، ومن الأمثلة عليها: هيدروكسيد الليثيوم وهيدروكسيد الروبيديوم ،(CsOH) وهيدروكسيد السيزيوم ،(KOH) وهيدروكسيد البوتاسيوم ،(NaOH) وهيدروكسيد الصوديوم .(RbOH) القواعد الضعيفة: أيّ قاعدة أخرى، الرقم الهيدروجيني واجه الكيميائيون مشاكل في حساب تراكيز أيونات الهيدرونيوم (H3O+) عند عملهم بالأحماض، حيث إنّ جميع الأرقام في حساباتهم كانت تحتوي على أُسس سالبة، ومن هنا جاءت فكرة الرقم الهيدروجيني (pH) بالإنجليزية (Soren Sorensen :لحل هذه المشكلة.٦] اقترح عالم الكيمياء الدنماركي سورين سورينسن عام ويَرمز ،(pH) 1909م استخدام اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدرونيوم لقياس حامضية المواد، وأطلق على هذا المقياس اسم إلى عنصر الهيدروجين.٦] وتُجدر الإشارة إلى أنّ الرقم الهيدروجيني هو (H) إلى قوة العدد (الأُس)، بينما يَرمز الحرف (p) الحرف مجرد مؤشر فقط للتعبير عن مدى حمضية أو قاعدية المحلول، ويتدرج المقياس من أدنى قيمة مُمكنة له وهي 0 إلى أعلى قيمة مُمكنة له وهي 14، وتشير القيم التي تقع بين (0–6) إلى أنّ المادة حمضية، بينما تشير القيم التي تقع بين (8–14) إلى أنّ المادة قاعدية، ولكن تشير القيمة 7 إلى أنّ المادة متعادلة.٦] طرق حساب الرقم الهيدروجيني يقاس الرقم الهيدروجيني من خلال عدة طرق يمكن تقسيمها إلى 4 فئات كما يلي:[٧] طريقة المؤشر أو الكاشف. طريقة القطب المعدني التي تشمل كل من؛ طريقة قطب الهيدروجين، وطريقة قطب الكينهدرون، وطريقة الأنتيمون أو الإثمد والقطب الكهربي. طريقة استشعار أشباه الموصلات. وفيما يأتي تفصيل لكل طريقة على حدى: طريقة مؤشر الرقم الهيدروجيني يمكن تطبيق تلك الطريقة على صورتين:[٧] الصورة الأولى عمل مقارنة بين اللون القياسي الظاهر مع درجة حموضة معلومة، وبين لون المؤشر أو الكاشف الذي غمس في سائل اختبار بواسطة محلول عازل. الصورة الثانية تحضير ورق اختبار الرقم الهيدروجيني وغمرها في المؤشر أو الكاشف، ثم غمر نفس ورقة الاختبار في سائل الاختبار، ومن ثم عمل مقارنة بين اللون الظاهر وبين اللون القياسي. عيوب هذه الطريقة تعد هذه الطريقة محدودة ولا تستطيع قياس الرقم الهيدروجيني للمياه النقية، كما أنها طريقة غير دقيقة وأكثر عرضة للخطأ لأسباب عديدة منها:[٧] زيادة نسبة تركيز الملح في سائل الاختبار. خطأ ناتج بسبب درجة حرارة سائل الاختبار. وجود مواد عضوية في سائل الاختبار. طريقة قطب الهيدروجين تتطلب هذه الطريقة صنع قطب الهيدروجين من خلال إضافة البلاتينيوم لصفيحة أو سلك بلاتيني، ثم وضعه في محلول الاختبار وتمرير شحنة كهربائية عليه، مما يؤدي لإشباع المحلول بغاز الهيدروجين.٧] يُقاس الجهد بين القطب البلاتيني الأسود وبين قطب كلوريد الفضة؛ ويتناسب الجهد هنا عكسيًا مع الرقم الهيدروجيني، وتعد هذه الطريقة الأصح في قياس الرقم الهيدروجيني.٧] عيوب هذه الطريقة غير مناسبة للتطبيق اليومي، لأنها تحتاج للكثير من الجهد والمواد والمال، كما أن التعامل مع غاز الهيدروجين والمواد المختزلة والمؤكسدة في محلول الاختبار أمر مزعج بصورة كبيرة.٧] طريقة قطب الكوينهيدرون تتمحور هذه الطريقة حول إضافة عنصر الكوينهيدرون للمحلول الكهرلي، والذي ينفصل حينها إلى مركبين هما؛ ويختلف الرقم الهيدروجيني للمحلول اعتمادًا على قابلية ذوبان الكينون، وبالتالي يمكن قياس الرقم الهيدروجيني عن طريق قياس الجهد بين قطب البلاتين والقطب المرجعي الآخر.٧] عيوب هذه الطريقة هي طريقة نادرة الاستخدام كثيرًا، نظرًا لأنها تفشل عند وجود أي مواد مختزلة أو مؤكسدة، أو إذا كانت درجة حموضة محلول الاختبار أعلى من 8 أو 9.٧] طريقة الإثمد والقطب

Summarized by © lakhasly.com

الكهربي يمكن اتباع هذه الطريقة من خلال تحضير قضيب أو قطب من الإثمد المصقول، وقطب كهربائي مرجعي، ثم غمس طرف الإثمد وطرف القطب الكهربائي المرجعي الآخر في المحلول، وقياس فرق الجهد بينهما لمعرفة الرقم الهيدروجيني. ذلك بسبب سهولة استخدامها وفاعلية المواد المستخدمة،٧] عيوب هذه الطريقة لم تعد تطبق بصورة كبيرة كالسابق، نظرًا لأن نتائجها تختلف اعتمادًا على عدة عوامل منها؛ درجة صقل قطب الإثمد، وبالتالي فهي غير دقيقة بصورة كبيرة، وهذا ما يجعلها طريقة مطبقة في الحالات التي لا تحتاج لدرجة كبيرة من الدقة،٧] طريقة الزجاج الكهربائي يمكن تطبيق طريقة الزجاج الكهربائي من خلال استخدام قطبين؛ الأول قطب زجاجي كهربائي، وغمرهما في المحلول وقياس مقدار الجهد بينهما لمعرفة الرقم الهيدروجيني.٧] وهذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة في تحديد وقياس الرقم الهيدروجيني، نظرًا لتوازن الجهد فيها سريعًا وقابلية استخدام موادها مجددًا لنفس الغرض، والقدرة على تطبيقها على أنواع كثيرة من محاليل الاختبار، ودقة نتائجها حتى عند وجود مواد مختزلة أو مؤكسدة داخل المحلول.٧] وتستخدم هذه الطريقة بكثرة في العديد من المجالات وليس في مجال الصناعة فقط، وهذا ما يجعل التوصيات العلمية تقول أن استخدام قطب الهيدروجين ليس مناسب دائمًا، بل يوصى باستخدام القطب الكهربائي الزجاجي بدلًا منه لقياس الرقم الهيدروجيني.٧] طريقة استشعار أشباه الموصلات يستبدل في هذه الطريقة القطب الزجاجي بشريحة أشباه الموصلات أو حساس، وقد بدأ تطوير هذه الحساسات أو المستشعرات منذ عام 1970م، وعرف حينها باسم ترانزستور تأثير المجال الحساس للأيونات (بالإنجليزية: ion sensitive field effect transistor) ويعرف اختصارًا بـ (ISFET)، وهو من المواد التي يسهل التعامل بها ولديها القدرة على مقاومة التلف. فإن هذا المستشعر صغير الحجم، بمعنى أنه يسمح باستخدام كمية صغيرة من عينة القياس، أو إجراء القياسات في مساحة محدودة جدًا أو على أسطح صلبة، وبالتالي فهو الطريقة الأمثل لهذا الغرض في مجالات معينة مثل؛ مجال الطب والبيولوجيا.٧] محاليل الأحماض والقواعد محاليل الأحماض تُكوّن الأحماض محاليلها عن طريق إنتاجها لأيون الهيدروجين والأيون السالب الآخر، ويُمكن توضيح تكوين المحاليل الحمضية من خلال المعادلة العامة الآتية، حيث يُمثّل (A) الأيون السالب:[٨] [ومن الأمثلة عليها:[٨] محلول حمض HA ⇌ H+ + A−
محلول حمض الأسيتيك CH3COOH− :محلول حمض النيتريك HNO3 ⇌ H+ + NO3− :الهيدروكلوريك HCl ⇌ H+ + Cl−
تُعدّ القواعد مركبات أيونيّة تُنتِج أيون الهيدروكسيد OH− من كل محاليلها في السالب الأيون (M) ويُمكن توضيح تكوين المحاليل الحمضية من خلال المعادلة العامة الآتية، حيث يُمثّل (OH−) من: الهيدروكسيد MOH ⇌ M+ + OH− [الموجب:[٨ ويُعدّ تكوين NaOH ⇌ Na+ + OH− :ومثال على ذلك محلول هيدروكسيد الصوديوم
المحاليل القاعدية من الأكاسيد، لكنّها تتفاعل مع الماء لتُنتج أيون الهيدروكسيد، ومن الأمثلة عليها:[٨] محلول أكسيد الصوديوم محلول Na2O + H2O ⇌ Na+ + OH− :محلول كربونات الصوديوم Na2CO3 + H2O ⇌ H2CO3 + Na+ + OH−
تفاعلات الأحماض والقواعد تُعرَف التفاعلات الكيميائية بيكربونات الصوديوم: NaHCO3 + H2O ⇌ H2CO3 + Na+ + OH−
وهذا يعني أنّ كمية ،(Neutralisation Reactions :بين الأحماض والقواعد بنسب متساوية بتفاعلات التعادل (بالإنجليزية أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الداخلة في التفاعل تكون متساوية، ما يُنتِج محلولاً متعادلاً يتكون من الماء، مثل أملاح: ٨] وحسب نوع القاعدة الداخلة في التفاعل قد ينتج ثاني أكسيد،(MgSO4) وكبريتات المغنيسيوم ،(NaCl) كلوريد الصوديوم الكربون، وفي حال تفاعلت المواد الناتجة من التفاعل (نواتج التفاعل) مع الماء ينتج عنها محاليل ذات تأثير قاعدي أو حمضي.٨] توجد أربعة أنواع رئيسية لتفاعلات الأحماض والقواعد تختلف بحسب نوع القاعدة الداخلة في التفاعل، وهي:[٨] تفاعل بين مع (HCl) الحمض وهيدروكسيدات المعادن: يُنتِج هذا التفاعل الماء والأملاح، ومثال على ذلك يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl + NaOH ⇌ :والماء، حسب المعادلة الآتية (NaCl) ليَنتج ملح كلوريد الصوديوم (NaOH) القاعدة هيدروكسيد الصوديوم
تفاعل الحمض وأكاسيد المعادن: يُنتِج هذا التفاعل الملح والماء، ومثال على ذلك يتفاعل حمض الهيدروكلوريك NaCl + H2O
HCl + Na2O ⇌ :والماء، حسب المعادلة الآتية (NaCl) ليَنتج ملح كلوريد الصوديوم (Na2O) مع أكسيد الصوديوم (HCl)
تفاعل الحمض وكربونات المعادن: يُنتِج هذا التفاعل الملح والماء، بالإضافة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون، ومثال NaCl + H2O وغاز ،(NaCl) ليَنتج ملح كلوريد الصوديوم (Na2CO3) مع كربونات الصوديوم (HCl) على ذلك يتفاعل حمض الهيدروكلوريك
تفاعل الحمض وبيكربونات المعادن: HCl + Na2CO3 ⇌ NaCl + CO2 + H2O :ثاني أكسيد الكربون، حسب المعادلة الآتية مع (HCl) يُنتِج هذا التفاعل الملح، بالإضافة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون، ومثال على ذلك يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl :وغاز ثاني أكسيد الكربون، حسب المعادلة الآتية ،(NaCl) ليَنتج ملح كلوريد الصوديوم (NaHCO3) بيكربونات الصوديوم

Summarized by © lakhasly.com

كواشف الأحماض والقواعد تُعرّف كواشف على أنّها أحماض أو قواعد ضعيفة يتغيّر NaCl + CO2 + H2O ⍰ NaHCO3 + كما تُعرَف أيضاً بمؤشر الرقم الهيدروجيني، وفيما يأتي جدول يبيّن بعض أنواع الكواشف ،(pH) لونها تبعاً للرقم الهيدروجيني الكيميائية، وتغيّر ألوانها تبعاً للمادة سواءً أكانت حمضية أم قاعدية: [٩] اسم الكاشف لونها في الحمض لونها في القاعدة ثابت أزرق الثايمول- تحول أول أحمر أصفر 1.8 برتقالي الميثيل أحمر أصفر 3.4 (pH) مدى الرقم الهيدروجيني *(pK) الحموضة أخضر البروموكريسول أصفر أزرق 4.4 أحمر الميثيل أصفر أحمر 5.0 أزرق البروموثايمول أصفر أزرق 7.6 أحمر الفينول أصفر أحمر 7.4 أزرق الثايمول- تحول ثاني أصفر أزرق 8.6 فينول فثالين عديم اللون أرجواني 9.0 بعض استخدامات الأحماض والقواعد تُستخدم العديد من الأحماض والقواعد على نطاق واسع في عدة مجالات، وفيما يأتي استخدامات بعض أنواع الأحماض:[٢] يُستخدَم حمض الأسيتيك والذي يُعرف بالخل كمحلول مُخفف في العديد من الاستخدامات المنزلية، وبشكل أساسي في حفظ الأغذية. [٢] يُعدّ حمض الستريك جزءاً رئيسياً من عصير الليمون والبرتقال، ويُمكن استخدامه في حفظ الطعام.٢] يُستخدَم حمض الكبريتيك بشكل كبير في صناعة البطاريات.٢] يُستخدَم كل من حمض الكبريتيك وحمض النيتريك في عمليات تصنيع المتفجرات،٢] يُعدّ حمض الفوسفوريك عنصراً رئيسياً في المشروبات الغازية.٢] يُستخدَم حمض الهيدروكلوريك في صناعات الصُلب لتنظيف الصفائح المعدنية قبل البدء بعملية مُعالجتها.١٠] تُستخدَم العديد من أنواع القواعد في العديد من المجالات، منها: يُستخدَم هيدروكسيد المغنيسيوم، والذي يُعرف باسم حليب المغنيسيا كمُضاد للحموضة، إذ يقلل من الحموضة الزائدة في المعدة،٢] يُعدّ هيدروكسيد الأمونيوم أحد الكواشف الهامة التي تُستخدَم في المختبرات.٢] يُستخدَم هيدروكسيد الصوديوم في صناعة الحرير الصناعي، وصناعة الصابون والورق[٢] لإزالة اللغنين من لب الورق، كما يُستخدَم من قبل منتجي الأغذية كعامل كيميائي مساعد لتقشير الفواكه.١٠] يُستخدَم هيدروكسيد الكالسيوم الذي يُعرف باسم الجير المطفأ في تصنيع مسحوق التبييض، كما يُستخدَم في معادلة حموضة التربة الزائدة، بالإضافة إلى ذلك يُستخدَم في تصنيع الخلطات الجافة ،للدهان والزخرفة

Summarized by © lakhasly.com