كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : حيوية

المحاضرة : الرابعة/عملي/

{{ A to Z مكتبة }}

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

تقدير رقم التصبن **Saponification Value SV**

يعرف رقم التصبن بأنه كمية هيدروكسيد البوتاسيوم (بالميليغرام) اللازمة لتصبن غرام واحد من مادة دهنية سواء أكانت هذه الحموض الدهنية حرة أم مؤسترة

المبدأ يجري تقدير رقم التصبن بتسخين وزن معلوم من المادة المطلوب اختبارها مع حجم معين من هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولية (لان اليلبيدات لا تذوب في المحاليل المائية). يؤخذ حجم مماثل من القلوي لاستخدامه كشاهد . بعد اتمام عملية التصبن يعاير الشاهد كما تعاير الزيادة من هيدروكسيد البوتاسيوم في العينة بمحلول قياسي من حمض كلور الماء وبوجود دليل (مشعر) فينول فيتالئين. ومن الفرق بين كمية هيدروكسيد البوتاسيوم الكلية اي الموجودة في الشاهد وبين الزيادة منها تحسب الكمية التي لزمت لتصبن الوزن الماخوذ من المادة الدهنية ومنها يمكن حساب كمية هيدروكسيد البوتاسيوم بالميليغرام التي تلزم لتصبن غرام واحد وهو رقم التصبن.

يفيد رقم التصبن في أخذ فكرة مبدئية عن الوزن الجزيئي للحموض الدهنية الداخلة في تركيب الغليسيريدات الثلاثية (لذلك يعد مقياس لمتوسط الوزن الجزيئي لحموض المادة الدهنية) لأنه اذا احتوت المادة الدهنية على حموض دهنية قصيرة السلسة _ اي ذات وزن جزيئي صغير _ كان عددها في الغرام الواحد كبير وبالتالي زادت الكمية اللازمة من هيدروكسيد البوتاسيوم لتصبنها وكان رقم التصبن لها كبير على عكس المواد الدهنية الحاوية على حموض دهنية ذات وزن جزيئي مرتفع التي يكون رقم تصبنها منخفضاً .

المواد والمحاليل

1 – كحول متعادل ويحضر على النحو التالي: أضف 2 سم^3 من محلول فينول فيتالئين (1%) الى 100 سم^3 كحول ايتيلي 95 % وعاير بواسطة هيدروكسيد البوتاسيوم (0.1) نظامي حتى الحصول على زهر مميز خفيف .

2- حمض كلور الماء (0.5) نظامي

3- زيت زيتون

4- هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولية (0.5) نظامي وتحضر بحل 28.055 غرام من البوتاس النقي KOH والخالي من الكربونات في كمية من الكحول الإيتيلي 95 % ثم يكمل الحجم الى 1000 سم^3 بالكحول الإيتيلي 95 % . يجب تغطية المحلول كي لا يتفاعل الاساس مع غاز ثاني اكسيد الكربون الموجود في الهواء

5- دليل فينول فيتالئين 1%

طريقة العمل :

1-خذ بواسطة ماصة جافة 1 سم^3 (وزنها = ؟ علماً ان كثافة زيت الزيتون هي 0.916) من الزيت المراد اختباره وضعها في دورق مخروطي وانتظر بعض الوقت لتمام تفريغ الماصة

2- أضف لعينة الزيت 10 سم^3 من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولية . خض المزيج جيداً وضعه على سخان كهربائي او على لهب خفيف بحيث لا تسمح للمزيج بالغليان الا ببطء شديد . وفي حال ازدياد وتيرة الغليان عن الحدود المشار اليها أبعده عن مصدر الحرارة كلما استدعت الضرورة ذلك

3- اذا تبخر معظم الكحول أثناء الغليان ونقص حجم السائل في الدورق المخروطي يمكن تعويض عن ذلك بإضافة كحول متعادل . لاحظ أنه عند إضافة الكحول المتعادل يتحول اللون الى الاحمر المزهر لأن الكحول المتعادل يحوي دليل الفيول فيتالئين

4- استمر في التسخين الهادئ لمدة 35 الى 40 دقيقة لاتمام عملية التصبن ثم أضف للدورق وهو ساخن نقطتان من من دليل فينول فيتالئين وعاير محتوياته بمحلول حمض كلور الماء (0.5) نظامي حتى اختفاء اللون الوردي سجل الحجم الذي استهلك للمعايرة وليكن V1

5- استخدم عينة شاهد لهذه التجربة والتي تحضر على النحو التالي : خذ بواسطة ماصة جافة 10 سم^3 من هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولية ووضعها في دورق مخروطي وعاملها معاملة العينة نفسها بالتسخين والمعايرة مع حمض كلور الماء (0.5 نظامي) . سجل الحجم الذي استهلك لمعايرة الشاهدة وليكن V2

6- احسب حجم حمض كلور الماء المعادل لهيدروكسيد البوتاسيوم المستهلكة لتصبن عينة الزيت V وهو V2 – V1

وبذلك يكون رقم التصبن = SV = V * N * 56.1 / W (رقم التصبن)

حيث : V = حجم حمض كلور الماء المعادل لهيدروكسيد البوتاسيوم المستهلكة لتصبن عينة الزيت (مل أو سم^3)

N = العيارية (النظامية) الدقيقة لحمض كلور الماء

W = وزن عينة الزيت بالغرام

من الذكاء الصناعي

تحديد قرينة التصبن (Saponification Value) للزيوت والدهون ومقارنة بين الطرق الحجمية الكلاسيكية والتقنيات الآلية الحديثة

مقدمة:

تُعرَّف قرينة التصبن (Saponification Value - SV) بأنها عدد المليجرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) اللازمة لتحلل الروابط الإسترية وتصبين جرام واحد من المادة الدهنية بشكل كامل. يمثل هذا المؤشر الكيميائي مقياسًا للوزن الجزيئي المتوسط للأحماض الدهنية المكونة للدهون الثلاثية (Triglycerides)؛ حيث تتناسب قرينة التصبن عكسيًا مع متوسط طول السلسلة الكربونية. يعتبر تحديدها إجراءً تحليليًا جوهريًا في مختبرات مراقبة الجودة لتقييم نقاء الزيوت وكشف حالات الغش، بالإضافة إلى أهميتها في التطبيقات الصناعية.

أولاً: الطريقة المرجعية - المعايرة الحجمية الراجعة (Classical Back-Titration Method)

1. المبدأ التحليلي:

تعتمد الطريقة على مبدأ التحلل المائي القلوي (Saponification) للروابط الإسترية في الدهون الثلاثية. يتم ذلك عن طريق تسخين العينة مع كمية فائضة ومقاسة بدقة من محلول قياسي لهيدروكسيد البوتاسيوم الإيثانولي (ethanolic KOH). يتم بعد ذلك تقدير كمية KOH الفائضة التي لم تتفاعل عن طريق معايرتها بمحلول قياسي من حمض

الهيدروكلوريك (HCl) في وجود دليل مناسب، وتُجرى معايرة ضابطة (Blank) تحت نفس الظروف لتحديد التركيز الفعلي الأولي للقلوي.

2. خطوات العمل (Procedure):

*** أ. التحضير: تُوزن كتلة دقيقة (W) من العينة الدهنية وتُنقل إلى دورق تفاعل (Reaction Flask).**

*** ب. التصبين: يُضاف حجم دقيق (e.g., 25.0 mL) من محلول KOH الإيثانولي القياسي (approx. 0.5 N). يتم توصيل الدورق بمكثف (مرتد) مرتجع (Reflux Condenser) ويُسخن المزيج حتى الغليان لمدة 60 دقيقة لضمان اكتمال التفاعل.**

*** ج. المعايرة: بعد التبريد، تُضاف بضع قطرات من دليل الفينول فثالين. يُعاير فائض KOH بواسطة محلول HCl قياسي حتى الوصول إلى نقطة التكافؤ (اختفاء اللون الوردي). يُسجل حجم الحمض المستهلك للعينة (S).**

*** د. العينة الضابطة (Blank Determination): تُجرى نفس الخطوات السابقة بدقة، ولكن بدون إضافة العينة الدهنية. يُسجل حجم الحمض المستهلك للمعاملة الضابطة (B). هذه الخطوة ضرورية لمعادلة أي أخطاء ناتجة عن امتصاص CO_2 من الجو أو تفاعل القلوي مع المذيب.**

3. الحسابات:

يتم حساب قرينة التصبن (SV) باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$SV\ (mg\ KOH/g) = ((B - S) * N * 56.1) / W$$

حيث:

*** B: حجم محلول HCl القياسي المستخدم في معايرة العينة الضابطة (mL).**

*** S: حجم محلول HCl القياسي المستخدم في معايرة العينة (mL).**

*** N: عيارية محلول HCl القياسي (eq/L) (عادة هي 0.5)**

*** 56.1: الكتلة المولية لـ KOH (g/mol).**

*** W: كتلة العينة الدهنية (g).**

مثال: إذا كان B = 40 مل، S = 15 مل، W = 2 غرام، فإن الرقم = (40-15) × 0.5 × 56.1 / 2 = 350.6

احسب كمية هيدروكسيد الصوديوم اللازمة لتصبن ا كغ من المادة الدهنية السابقة .

تنبيهات هامة:

- **استخدم معاير ثانوي (secondary standard) لضبط المحاليل.**
- **الكحول المستخدم يجب أن يكون محايداً (متوسط الحموضة).**
- **احرص على تجنب بخار الإيثانول والكلورفورم لخطرهما.**
- **إذا كان رقم التصبن مرتفعاً جداً، كرر التجربة مع كمية أقل من الزيت.**

ثانياً: الطرق الآلية الحديثة (Modern Instrumental Methods) للمطالعة والبحث

1. المعايرة الجهدية (Potentiometric Titration):

تعتبر هذه التقنية تطويرًا للطريقة الكلاسيكية، حيث يتم استبدال الدليل اللوني بقطب زجاجي مشترك (Combination pH Electrode) متصل بمقياس جهد (Potentiometer). يتم رصد التغير في الجهد (mV) أو الأس الهيدروجيني (pH) مقابل حجم المُعاير المُضاف. تُحدد نقطة التكافؤ بدقة عالية من خلال تحليل المنحنى، غالبًا عن طريق حساب المشتقة الأولى أو الثانية لمنحنى المعايرة.

* المزايا: دقة وموثوقية عالية في تحديد نقطة النهاية، خاصة للعينات الملونة أو العكرة، والقضاء على الخطأ البشري في تقدير اللون.

2. تقنيات التحليل الطيفي (Spectroscopic Techniques - e.g., FT-NIR):

تُعد تقنيات التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة (FT-NIR) من الطرق السريعة وغير المكلفة.

* المبدأ: تعتمد على قياس امتصاص الطاقة عند ترددات معينة في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة، والتي ترتبط بوجود الاهتزازات التوافقية (Overtones) والاندماجية (Combinations) للروابط الكيميائية في الجزيئات، مثل رابطة الكربونيل (C=O) في الإسترات.

* التطبيق: يتطلب بناء نموذج معايرة كيمومتري (Chemometric Calibration Model) مثل PLS (Partial Least Squares)، وذلك بربط الأطياف المسجلة لمجموعة من العينات بقيم قرينة التصبن المحددة بالطريقة المرجعية. بعد التحقق من صحة النموذج، يمكن استخدامه للتنبؤ بقيمة SV للعينات المجهولة خلال ثوانٍ.

* المزايا: سرعة فائقة، عدم الحاجة إلى كواشف كيميائية أو تحضير مسبق للعينة، وصديقة للبيئة.

التطبيقات والأهمية التحليلية:

* توصيف الدهون: تحديد متوسط الوزن الجزيئي للأحماض الدهنية.

* مراقبة الجودة: الكشف عن الغش التجاري، مثل إضافة زيوت ذات سلاسل طويلة (SV منخفضة) إلى زيوت ذات سلاسل قصيرة (SV مرتفعة) كزيت جوز الهند.

* الصناعة: حساب دقيق لكمية المواد القلوية اللازمة في صناعة الصابون، ومراقبة تفاعلات التحويل الإستري (Transesterification) في إنتاج الوقود الحيوي (Biodiesel).

كيف نصنع الصابون من زيت الزيتون في المنزل ؟

1- المكونات

400 غرام زيت زيتون.

100غ زيت النخيل

65 غرام هيدروكسيد الصوديوم (نقي) و 130 غرام ماء.

3.6 غرام ملح

2- قم بإضافة ال 400 جرام من زيت الزيتون في إناء ، و اضف عليه الـ 100 جرام من زيت النخيل و هذه الكمية من زيت النخيل تمثل عنصر مهم للحصول على قساوة الصابون و الرغوة حيث أن معامل التصبن لزيت النخيل عالي.

3- حضر محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز حوالي 33% (ويتم بإذابة كمية هيدروكسيد الصوديوم في حوالي 130-140 مل من الماء) مع مراعاة توخي الحذر الشديد أثناء هذا التحضير (وفي حال سقوط او لمس المحلول لأي جزء من جسمك يجب الغسيل بالماء بشكل جيد)

تحذير : يعتبر هيدروكسيد الصوديوم (مادة القطرونة أو الكزستيك) مادة حارقة ما يستلزم ارتداء القفازات والنظارات، ووضعها بعيداً عن متناول الأطفال، ومراعاة توفر الماء وبعض من حمض الخل الممدد للشطف أثناء إذابتها تحسباً لأي طارئ.

عند مزج هيدروكسيد بالماء تنتج حرارة عالية ، يمكن إستخدام الأوعية البلاستيكية السميكة ويفضل وعاء زجاجي متين ، و يقلب الهيدروكسيد في الماء حتى تمام الذوبان و يترك المحلول يبرد حتى تصل درجة حرارته الى 45 درجة مئوية.

4- يوضع خليط الزيت في وعاء من الحديدأو الزجاج على النار ليتم تسخينه حتى يصل الى درجة 45 درجة مئوية اي يصبح بدرجة حرارة محلول الهيدروكسيد.

5- الآن تتم إضافة محلول الهيدروكسيد الى الزيت و ليس العكس

6- تتم عملية الإضافة بالشكل التالي إبدأ بتحريك الزيت الساخن في الإناء ثم أضف محلول الهيدروكسيد بالتدريج الى الزيت مع التقليب بشكل مستمر ، قد تستغرق تلك العملية من الإضافة و التقليب من 30 إلى 45 دقيقة ، حيث نضيف الهيدروكسيد مع التقليب ثم نتوقف عن الإضافة لكن مع الإستمرار في التقليب الى أن تنتهي كمية محلول الهيدروكسيد و مع كل إضافة و تقليب ستلاحظ التغير في لون الزيت و كثافته.

7- بعد الإنتهاء من وضع كمية محلول الهيدروكسيد الى الزيت يجب أن تستمر في التقليب ، ويمكن خلطه بخلاط ميكانيكي , بعد مرور من 10 الى 15 دقيقة قم بالنظر للمزيج هل بدأ قوام المزيج يتصلب ام لا ستجده بدأ بالتصلب و لا تتعجل العملية فتصلب الصابون قد يستغرق حوالى الساعة من الخفق و تكون سرعة الخلاط متوسطة

8- عندما يصبح الخليط متماسك و أملس هنا نذيب كمية الملح في حوالي 8 غرام من الماء بشكل جيد ,ثم تضاف الى المزيج و تقلب جيدًا حتى يختلط مع باقي المكونات ويمكن اضافة حوالي 10 مل من زيت عطري .

9- الخليط جاهز لكي يتم صبه في القوالب المناسبة و يمكن وضع الكمية كلها في قالب واحد كبير مفروش بالنايلون ومبلل بمحلول ملحي

- **اترك القالب معزولاً لمدة 24 ساعة في مكان دافئ (25–30°م إن أمكن).**
- **خلال هذه الفترة، سيحدث التصبن ويتحول الخليط إلى صابون صلب.**
- **بعد 24 ساعة أو أكثر قليلاً ، أخرج الصابون من القالب وقطعه إلى ألواح.**
- **ضع الألواح في مكان جيد التهوية، بارد، جاف لمدة 4–6 أسابيع حتى ينضج الصابون وتقل قلويته تماماً.**
- **بعد 4 أسابيع، يمكنك إجراء اختبار الرغوة: افرك قطعة صغيرة على لسانك. إذا أحسست بوخز أو طعم قلوي قوي، يحتاج لمزيد من التجفيف.**
- **رقم هيدروجيني مثالي بعد النضج: 7–9 (مريح للبشرة).**

نصائح مهمة

- **لا تستخدم أواني ألومنيوم مع NaOH (يتفاعل).**
- **زيت النخيل يُصلب الصابون وزيت الزيتون يعطي رغوة ناعمة ومرطبة.**
- **انتظام درجة الحرارة (45°م) مهم جداً لتجنب فشل التصبن.**

10- إن كنت تريد المزيد من الفوائد من هذا الصابون يمكن أن تستبدل الماء بالباونج حيث تقوم بوضع كمية من البابونج مع الماء الفاتر و يترك لينقع من 5 الى 6 ساعات و يصفي و تستخدم المياه الناتجة بديلًا للمياه العادية في عملية التصنيع ، ومن المعروف الفوائد الجيدة للبابونج على البشرة و الجلد و تكون الكميات للمنقوع كالآتي 5% بابونج و 95% ماء

أثبت الأتي

لتصبُن 400 جم زيت زيتون + 100 جم زيت نخيل، تحتاج كمية هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) التقريبية:

1. رقم التصبن لكل زيت (متوسط):

- **زيت زيتون: 0.134 (أي 134 جم NaOH لكل 1 كجم زيت)**
- **زيت نخيل: 0.141**

2. حساب الكتلة المطلوبة:

- **زيت زيتون: 400 × 0.134 = 53.6 جم**
- **زيت نخيل: 100 × 0.141 = 14.1 جم**
- **المجموع = 67.7 جم NaOH**

3. تصحيح عملي:

- **في التصبن البارد (صناعة الصابون)، يضاف زيادة دهون (superfatting) بنسبة 5 % لتجنب قلوية زائدة.**
- **أي عند إضافة زيادة دهون 5%: استخدم 64.3 جم NaOH.**
- **عند تحضير صابون عادي بتصبن كامل: استخدم 67.7 جم.**

□□ تنبيه هام:

NaOH مادة أكالة جدًا. أضفها دائمًا إلى الماء (وليس العكس)، مع التحريك وارتداء قفازات ونظارات واقية.

مكتبة A to Z