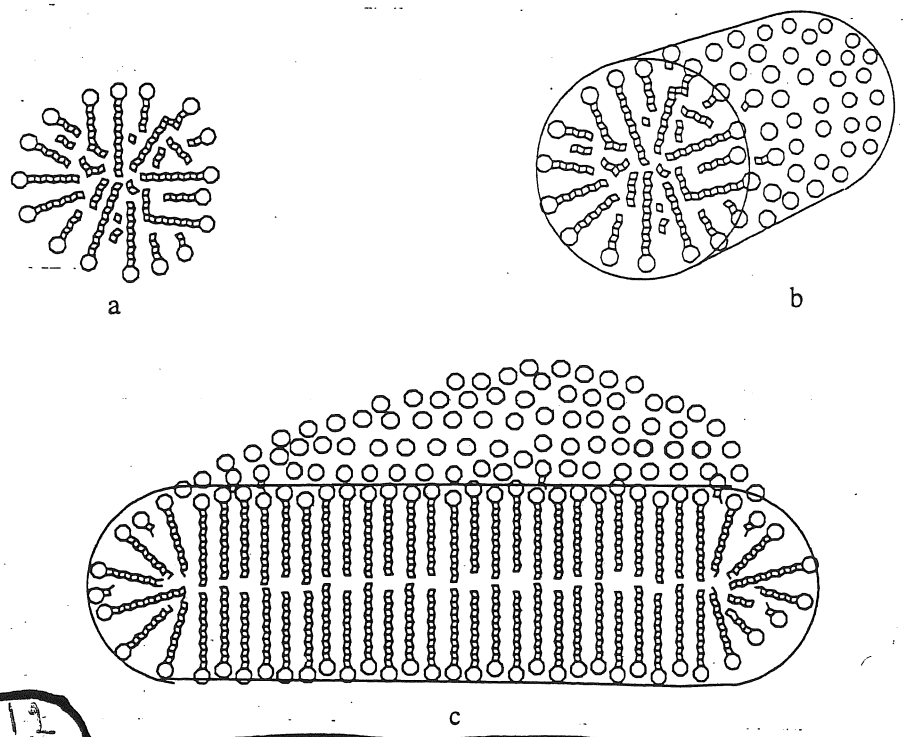


Figure 12 Orientation of surfactants in a micelle: (a) Spherical; (b) Cigar-shaped; and (c) Saucer-shaped.

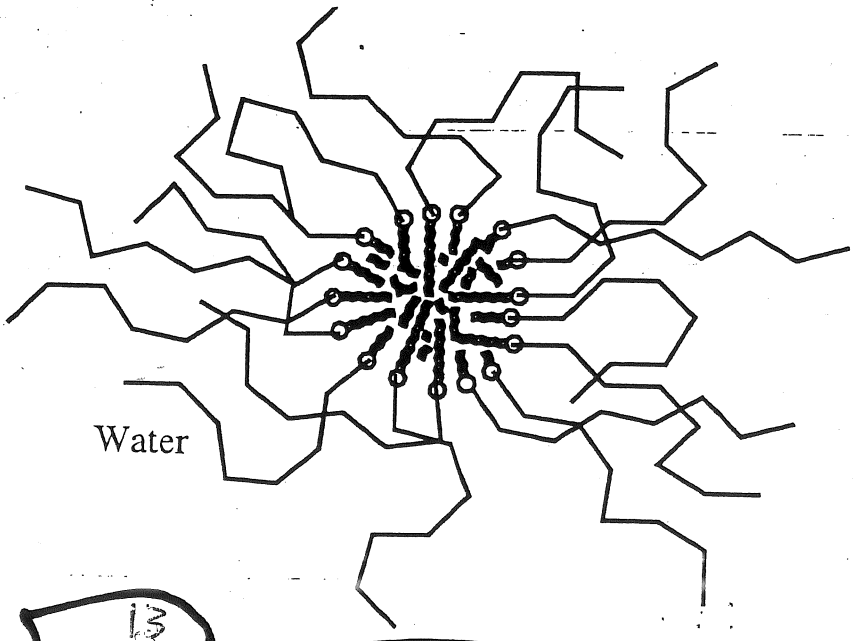
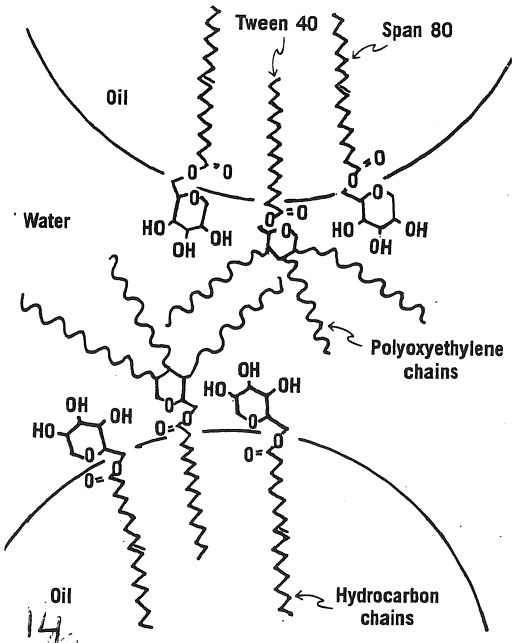


Figure 13 Schematic of a spherical nonionic surfactant micelle.



14

FIG. Schematic of oil droplets in an oil-water emulsion, showing the orientation of a Tween and a Span molecule at the interface (J. Boyd et al., J. Colloid Interface Sci. 41, 359, 1972).

تكون المايسيلات (تجمعات السطفعالة) Micelle formation:

كما ذكرنا سابقاً, فإن العوامل الفعاله على السطح تتوجه إلى السطوح و السطوح البينية, حتى إذا إحتشدت فيها (السطوح) و إحتلتها تماماً بحيث لا يبق هنالك مكان لمزيد من هذه الجزيئات, تتوجه هذه الجزيئات إلى داخل السائل مكونة تركيباً كالحصن, بحيث تكون الجذورالقطبية المحبة للماء من طرف الماء مشكلة درعاً يحمي الجذور اللاقطبية من تأثير الماء, و تكون هذه الجذور اللاقطبية في الوسط المائي في داخل التركيب المايسيلي, و العكس يكون إذا كان الوسط زيتياً. إذاً هنالك تركيز من المادة السطفعالة يبتدئ معه تكون المايسيلات, يسمى هذا التركيز بالتركيز الحرج لتكوين المايسيلات Critical Micelle Concentration (CMC).

و يمكن التحري عن هذا التركيز, عن طريق دراسة الظواهر المرافقة لوجود المواد السطفعالة, حيث يتغير شكل الخط الذي يبين تأثير هذه المواد عند بلوغنا CMC كما هو في الشكل (1,2).

و بدراسة العوامل الغيرمتشردة Non-Ionic التي يزداد فيها CMC مع زيادة الجزء القطبي (أكسيد الإيثيلين), وفي حالة العوامل الشارسبية Anionic تفضي إضافة الكهرليتات Electrolytes إلى خفض CMC و زيادة حجم المايسيلات. ومما يجدر ذكره أن المايسيلات لاتكون في حالة الهمود, فهي تنفتح لتستقبل مزيداً من الجزيئات, أو لتنسحب منها بعض الجزيئات.

و يعد الشكل الكروي أبسط أشكال المايسيلات, حيث يكون عدد الجزيئات فيه 50-100 جزيء, ويكون نصف قطر المايسيل 2.5µm.

وللعوامل الفعالة على السطح تأيثرات متعددة, تجد لها تطبيقات في الصناعة الصيدلية و في الصناعات الأخرى.

جدول (2.0): تطبيقات العوامل الفعالة على السطح

1- عوامل مزيدة للإنتشار Spreading agents
2- عوامل مرطبة Wetting agents
3- عوامل إستحلابية Emulgents = Emulsifying agents
4- عوامل مذوبة Solubilizing agents
5- عوامل منظفة Detergents
6- عوامل مزبدة Foaming agents
7- عوامل مضادة للتزبد Anti-foaming agents
8- عوامل مضادة للجراثيم Anti-Bacterial
و غيرها

يتبين من الجدول المرفق, أن العوامل الفعالة على السطح تؤثر في مجالات كثيرة, ولها تطبيقات لا حصر لها, هذه التطبيقات التي ترتبط بصفات معينة لهذه العوامل على إختلاف أنواعها, فالقدرة التنظيفية تتركز أكثر في العوامل الشارسبية

إذاً: تصنيف العوامل الفعالة على السطح Classification

1- عوامل شارسبية Anionic: و هي مركبات منشرده, يكون فيها الجزء الفعال هو الشاردة السالبة, مثل الصوابين, والتي تتجلها فيها فعالية الإستحلاب, مثل الشحمات, و شاردة موجبة مثل الصوديوم أو البوتاسيوم أو الأمونيوم, وهي تقسم بصورة رئيسية إلى:

أ. الصوابين Soaps, ب. الكبريتات Sulphates, ج. السلفونات \Sulfonates

أ. الصوابين:

و هي تقسم بدورها إلى:

I- صوابين معدنية قلوية Alkali-Metallic, مثل: شحمات الصوديوم, شحمات البوتاسيوم

II- صوابين معدنية ثنائية وثلاثية Metallic divalent and trivalent: كالصوابين الكلسية والمغنيزية و الألومنية, مثال: شحمات الكالسيوم.

III- صوابين أمينية Amino-soaps

IV- صوابين راتنجية Rosin

و النوع الأول و الثالث الأكثر اهمية.

I- الصوابين المعدنية القلوية: مثل الصوابين الصودية, و البوتاسية, كشحمات الصوديوم و البوتاسيوم, وهي تعطي مستحلبات ثابتة, غير أنها تتنافر مع الحموض أو الدرجات المتدنية من التركيز الهيدروجينية pH, كما أن وجود الأملاح الكلسية (الماء العسر) يجعلها تترسب كصابون كلسي.

II- صوابين معدنية ثنائية وثلاثية: مثل شحمات الكالسيوم وزيتات الكالسيوم, وهو العامل الإستحلابي في كريم الزنك Zinc cream BP.

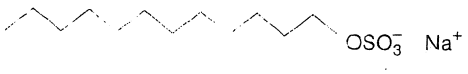
III- الصوابين الأمينية: نحصل عليها بالتفاعل مع النشادر, أو مركبات التري إيثانول أمين و الداي إيثانول أمين, و المونو إيثانول أمين.

وهي كثيرة الإستعمال في المواد التجميلية بالذات لأنها أقل قلوية, و أكثر تحملاً للجلد من الصوابين القلوية.

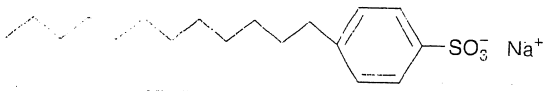
ب. الكبريتات: مثل كبريتات اللوريل الصودية SLS, نحصل عليها بتفاعل حمض الكبريت الممدد مع غول الغارو حيث ينجم عن التفاعل إستر كبريتات اللوريل الحمضية, ليصار إلى تعديلها بالصود الكاوي. تستعمل كبريتات اللوريل الصودية مع غول السيتوستياريل لتكوين الشمع المستحلب Emulsifying wax, هذا الذي يثبت الكريم المائي, و مستحلب جاوات الجاويل. تستعمل هذه المشتقات تجميلياً في غسول الرأس.

Table . Classification of surface-active agents

Anionic

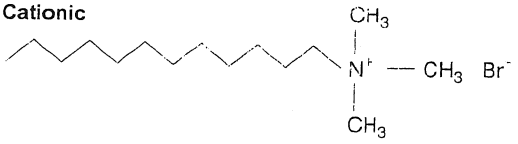


Alkyl sulfate

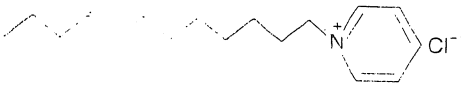


Alkylbenzene sulfonate

Cationic

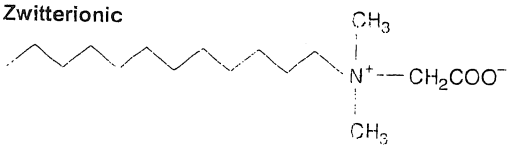


Alkyltrimethylammonium bromide

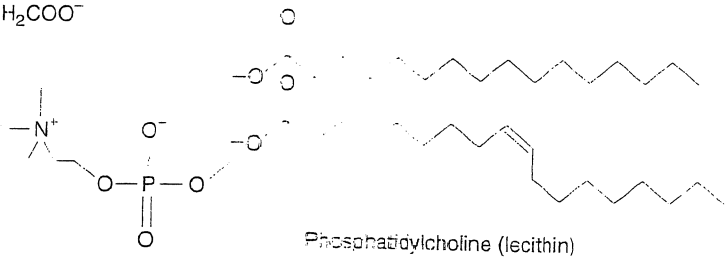


Alkylpyridinium chloride

Zwitterionic

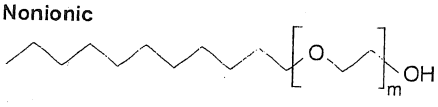


Alkyl betaine

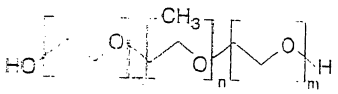


Phosphatidylcholine (lecithin)

Nonionic



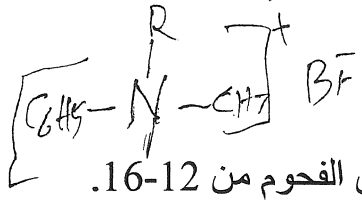
Alcohol ethoxylate



Polyoxyethylene-polyoxypropylene-polyoxyethylene block copolymer

ج. مشتقات السلفونات: و هي حاصل تفاعل الكبريت الكثيف و المدخن fumic مع الفحوم الهيدروجينية, مثل الدودوسيل, مكونة بعد تعديلها سلفونات الدودوسيل الصودية, و هي من المواد ذات القوة الفائقة في التنظيف و الترطيب.

2- عوامل شارجبية Cationic: وهي مواد متشردة, تكمن فعاليتها السطحية في الشاردة الموجبة, مثل مركبات الأمونيوم الرباعية Quats. هذه المواد تعطي مستحلب زيت/ماء, و فعاليتها التنظيفية أقل بكثير من العوامل الشارسبية, وهي غالباً ماتستعمل كعوامل مضادة للجراثيم و عوامل حافظة Preservatives. و نظراً لسميتها, فإن إستعمالها كعامل إستحلابي ضئيل جداً, حيث تستعمل كمواد حافظة مثل كلور البنزالكونيوم.



حيث R يمثل عدد من الفحوم من 12-16.

3- العوامل الغير متشردة Non-Ionic SAA: و هي الأكثر إستعمالاً في الإستحلاب نظراً لضآلة سميتها, و تتمثل فعاليتها السطحية في كامل الجزيء الذي يحقق التوازن المائي-الزيتي HLB المناسب للفعالية السطحية و الإستحلاب. وقد تم شرح مشتقات السوربيتان سابقاً مثل السبان و التوين, فالبعض من هذه المواد يستعمل داخلاً عن طريق الفم, و المستعملة حقناً داخل الجسم, كما أن البعض منها يدخل في صناعة الأغذية, مثل المايونيز و الكاتشاب و غيرها, كما أن حساسيتها تجاه تغيرات التركيز الهيدروجيني pH تكون قليلة, وهذا مايوسع من إطار إستعمالها.

تعتمد أكثر هذه المشتقات على الأسس التالية:

يتأمن الجزء المحب للزيت القوي, بوجود الحموض أو الأغوال الدسمة 12-18, بينما يقابل هذا الجزء المحب للزيت, جزءاً محباً للماء يتألف من مركب فيه عدد من الهيدروكسيل, سواءاً كان ذلك من السكروز, أو السوربيتان أو السوربيتول أو البولي أوكسي إيثلين, بعدد من وحدات البول أوكسي إيثيلين يؤمن الجزء المائي القوي المتوازن مع الجزء الزيتي القوي.

من هذه المواد: إسترات الغليسرين أو الغليكول, كشحمات الغليسرين الأحادية. و يمكن أن يضاف إلى شحمات أو لورات أو نخلات الغليسرين والتي تمثل الوسط الزيتي, ويضاف عامل إستحلابي شارسبي مثل شحمات الصوديوم ليشكل المزيج وسط زيتي ذاتي الإستحلاب بعض إضافة الماء, كما هي في غسول الهيدروكورتيزون, و من تلك المركبات المشتقات الإستيرية, الناجمة عن تفاعل الحموض الدسمة مع البولي غليكول, مثل شحمات البولي أوكسي إيثلين 40, حيث يمثل الرقم 40 عدد وحدات الأوكسي إيثلين و مثل مركبات البولي أوكسانول (بولي أوكسي إيثلين, بولي أوكسي بروبيلين), والبعض منها يستعمل لإستحلاب الدسم في الحقن الوريدي.

4- متشردات مزدوجة الشوارد Amphoteric-Zwitter ionic:

وهنالك بعض العوامل التي لا تعتبر عوامل إستحلابية أولية, بل هي عوامل مساعدة أو ثانوية, تساعد في تثبيت المستحلب وبلوغه التوازن الزيتي-الماءي المطلوب, فلا يمكن إستعمالها لوحدها للحصول على المستحلب, بل هي تضاف لتثبيت وتمكين وتقوية الفلم المكون من العامل الإستحلابي الأولي لتعطي المستحلب الثابت.

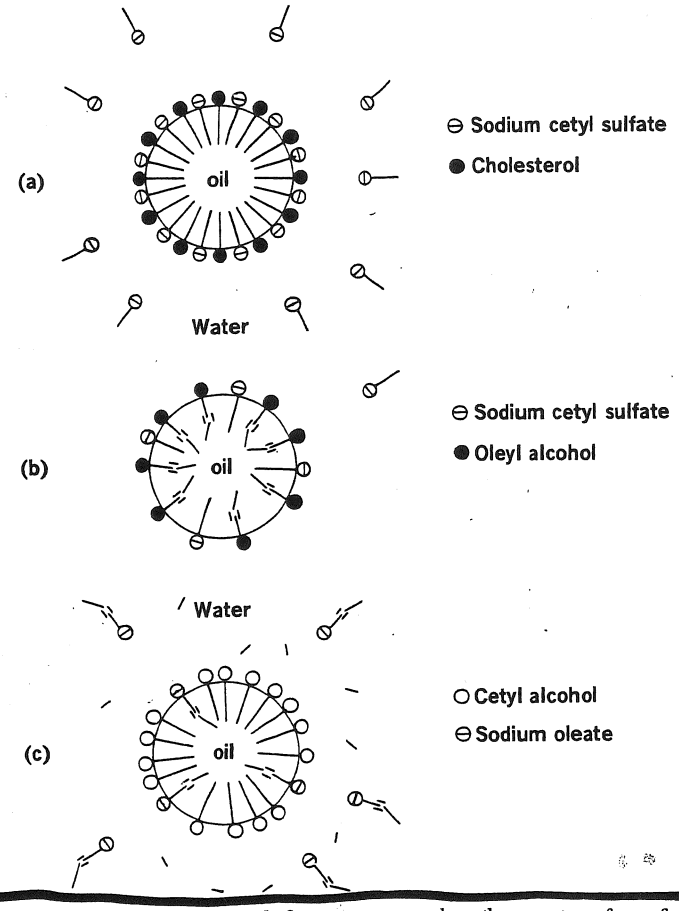


FIG. 15. Representations of combinations of emulsifying agents at the oil-water interface of an emulsion (after J. H. Schulman and E. G. Cockbain, Trans. Faraday Soc., 36, 651, 1940).

References:

1- KHAWAM, M.N., "Industrial pharmacy" Theoretical Part
2- " " " " Practical Part
3- Aulton " Pharmaceutics" Churchil
4- Martin " Physical Pharmacy" Last edition
5- Elworth " Surface active Agents"