



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية العلوم / قسم الكيمياء

بحث حول

أزالة بعض ملوثات الماء باستخدام تقنية عمود الفصل الثابت

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم / قسم علوم الكيمياء / جامعة القادسية وهو جزء
من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء

مقدم من قبل الطالبة

زينب رزاق رحمن القصير

بأشرف الأستاذ

أ.م. أحمد كاظم الحسناوي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿أولم ير الذين كفروا أن السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ (30)﴾

صدق الله العظيم

سوره الانبياء

الآية 30

الإهداء

الى أبي

بمناسبه تخرجي اهدي هذا التخرج الذي تمنيته بيننا في هذا اليوم الذي ينقصني
وجوده لكني وعلى ثقة انه فرح في قبره جداً بما أنجزت

أهديه أيضاً الى أمي الغاليه

إلى من تعبت وسهرت على راحتي وكانت سبباً في ما انا عليه الآن

أهدي هذا التخرج

الى عائلي وأصدقائي وأقاربي كافة بدون إستثناء

ولا يسعني في هذه اللحظات سوى تقديم الشكر الى الهيئة التدريسية الى من جدّو

في إعطائنا العلم بحذافيره بدون إستثناء سنوات مضت بمُرّها وحلوها وكانت مرحلة لا

تتجزئ من مراحل حياتي الرائعه الحمدلله على ما أنا عليه الآن

وأخراً وليس أخيراً

أهدي هذا التخرج الى نفسي وأيضاً الحمدلله الذي بنعمته تتم الصالحات.

شكر وتقدير

أشكر الله العليّ القدير الذي أنعم عليّ بنعمة العقل والدين.

القائل في محكم كتابه الكريم بسم الله الرحمن الرحيم "وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ"

سورة يوسف آية 76.... صدق الله العظيم.

وقال رسول الله (صلي الله عليه وسلم): "من صنع إليكم معروفاً فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئونه به فادعوا له حتى تروا أنكم كافأتموه" (رواه أبو داوود).

وأثني ثناء حسنا على...

وأيضاً وفاءً وتقديراً وإعترافاً مني بالجميل أتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا

جهداً في مساعدتنا في مجال البحث العلمي، وأخص بالذكر

الأستاذ الفاضل: أ.م. أحمد كاظم الحسناوي

على هذه الدراسة وصاحب الفضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع المادة البحثية، فجزاهُ الله كل خير.

وأخيراً، أتقدم بجزيل شكري

إلي كل من مدوا لي يد العون والمساعدة في إخراج هذه الدراسة علي أكمل وجه.

الباحثة زينب رزاق رحمن القصير

المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	التسلسل
3	1. التلوث	.1
3	1.1. ما هي أسباب تلوث البيئة	.2
3	1.2. أنواع التلوث	.3
3	1.2.1. التلوث بالنفايات	.4
3	1.2.2. التلوث البصرى	.5
3	1.2.4. تلوث التربة	.6
4	1.2.5. تلوث الهواء	.7
5	1.2.6. تلوث المياه	.8
6	1.2.6.1. آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان	.9
6	1.2.6.2. المصادر الرئيسية لتلوث المياه:	.10
8	1.2.6.3. أضرار تلوث الماء على صحة الإنسان	.11
8	1.2.6.3.1. تلوث الماء ميكروبيا	.12
9	1.2.6.3.2. تلوث الماء كيميائيا	.13
9	أصبغ الازو	.14
10	المركبات الارماتية	.15
11	مركبات الفينول	.16
14	2. الامتزاز	.17
14	2.1. امتزاز الغازات على السطوح الصلبة	.18
15	2.2. أنواع المواد المازة	.19
16	2.3. أنواع الامتزاز	.20
18	2.4. منحنيات الامتزاز الايزوثيرمي	.21
19	2.5. معادلة لانجمير للامتزاز ذي درجة الحرارة الثابتة	.22
22	2.6. معادلة BET للامتزاز متعدد الطبقات	.23

23	2.7. تقدير المساحة السطحية	.24
24	2.8. حرارة الامتزاز	.25
25	3. كربون نشط	.26
27	4. أنواع الأطيان	.27
29	5. السيليكا	.28
33	6. كروماتوغرافيا العمود	.29
36	7. المصادر	.30

1. التلوث: (The Pollution)

هو إحداث تغير في البيئة التي تحيط بالكائنات الحية بفعل الإنسان وأنشطته اليومية مما يؤدي إلى ظهور بعض الموارد التي لا تتلائم مع المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويؤدي إلى اختلاله. والإنسان هو الذي يتحكم بشكل أساسي في جعل هذه الملوثات إما مورداً نافعاً أو تحويلها إلى موارد ضارة ولنضرب مثلاً لذلك:

نجد أن الفضلات البيولوجية للحيوانات تشكل مورداً نافعاً إذا تم استخدامها مخصبات للتربة الزراعية، إما إذا تم التخلص منها في مصارف المياه ستؤدي إلى انتشار الأمراض والأوبئة.

1.1. ما هي أسباب تلوث البيئة؟

الإنسان هو السبب الرئيسي والأساسي في إحداث عملية التلوث في البيئة وظهور جميع الملوثات بأنواعها المختلفة وسوف نمثلها علي النحو التالي:

- الإنسان = التوسع الصناعي - التقدم التكنولوجي - سوء استخدام الموارد - الانفجار السكاني.
- فالإنسان هو الذي يخترع.
- وهو الذي يصنع.
- وهو الذي يستخدم.
- وهو المكون الأساسي للسكان.

1.2. أنواع التلوث:

1.2.1. التلوث بالنفايات:

من أنواع التلوث البيئي التلوث بالنفايات والتي تشتمل على: القمامة - النفايات الإشعاعية

1.2.2. التلوث البصري:

هو تشويه لأي منظر تقع عليه عين الإنسان يحس عند النظر إليه بعدم ارتياح نفسي، ويمكننا وصفه أيضاً بأنه نوعاً من أنواع انعدام التذوق الفني، أو اختفاء الصورة الجمالية لكل شئ يحيط بنا من أبنية ... إلى طرقات ... أو أرضة ...

1.2.3. التلوث السمعي:

يرتبط التلوث السمعي أو الضوضاء ارتباطاً وثيقاً بالحضر وأكثر الأماكن تقدماً وخاصة الأماكن الصناعية للتوسع في استخدام الآلات ووسائل التكنولوجيا الحديثة .

1.2.4. تلوث التربة:

إن التربة التي تعتبر مصدراً للخير والثمار، من أكثر العناصر التي يسئ الإنسان استخدامها في هذه البيئة. فهو قاسٍ عليها لا يدرك مدى أهميتها فهي مصدر الغذاء الأساسي له ولعائلته، وينتج عن عدم الوعي والإدراك لهذه الحقيقة إهماله لها ...

1.2.5. تلوث الهواء:

إذا أراد الإنسان أن يحافظ على صحته فلا بد من السيطرة على تلوث الهواء لأنه أكسجين الحياة الذي نتنفسه . وتتسبب ملوثات الهواء في موت حوالي 50.000 شخصاً سنوياً (أي تمثل هذه النسبة حوالي 2 % من النسبة الإجمالية للمسببات الأخرى للموت). ومن أكثر العناصر المزعجة في هذا المجال هو الدخان المنبعث من التبغ أو السجائر والذي يقتل حوالي 3 مليون شخصاً سنوياً ومن المتوقع أن تزيد هذه النسبة إلى 10 مليون شخصاً سنوياً في الأربعة عقود القادمة إذا استمر وجود مثل هذه الظاهرة. ونقصد بتلوث الهواء وجود المواد الضارة به مما يلحق الضرر بصحة الإنسان في المقام الأول ومن ثم البيئة التي يعيش فيها ويمكننا تصنيف ملوثات الهواء إلى قسمين:

a. **القسم الأول:** مصادر طبيعية أي لا يكون للإنسان دخل فيها مثل الأتربة ... وغيرها من العوامل الأخرى.

b. **القسم الثاني:** مصادر صناعية أي أنها من صنع الإنسان وهو المتسبب الأول فيها فاختراعه لوسائل التكنولوجيا التي يظن أنها تزيد من سهولة ويسر حياته فهي على العكس تماماً تزيدها تعقيداً وتلوثاً: عوادم السيارات الناتجة عن الوقود، توليد الكهرباء ... وغيرها مما يؤدي إلى انبعاث غازات وجسيمات دقيقة تنتشر في الهواء من حولنا وتضر بيئتنا الطبيعية الساحرة. ونجد أن المدن الصناعية الكبرى في جميع أنحاء العالم هي من أكثر المناطق تعرضاً لظاهرة التلوث، بالإضافة إلى الدول النامية التي لا تتوافر لها الإمكانيات للحد من تلوث البيئة. ومن أكثر العناصر انتشاراً والتي تسبب تلوث الهواء:

1. الجسيمات الدقيقة:

وهي الأتربة الناعمة العالقة في الهواء والتي تأتي من المناطق الصحراوية، أو تلك الملوثات الناتجة من حرق الوقود ومخلفات المصانع ، بالإضافة إلى وسائل النقل.

2. ثاني أكسيد الكربون:

المصدر الرئيسي لهذا الغاز الضار هي الصناعة.

3. أكاسيد النيتروجين:

تنتج من حرق الوقود.

4. الأوزون:

ويأتي نتيجة تفاعل أكاسيد النيتروجين مع الهيدروكربون في وجود أشعة الشمس وهو أحد مكونات الضباب الدخاني (Smog).

5. أول أكسيد الكربون:

يوجد بتركيزات عالية وخاصة مع استعمال الغاز في المنازل.

6. دخان السجائر:

وهو أقرب الأمثلة وأكثر شيوعاً في إحداث التلوث داخل البيئة الصغيرة للإنسان (المنزل - المكتب).

7. الرصاص:

حيث أوضحت بعض القياسات أن نسبة الرصاص في هواء المنازل تصل من 6400 - 9000 جزء في المليون في الأتربة داخل بعض المنازل مقارنة بـ 3000 جزء في المليون في الهواء الخارجي في الشارع. والجدول التالي يوضح الأضرار الصحية التي من الممكن أن تلحق بصحة الإنسان عند التعرض لهذه الملوثات

الضرر	الملوثات
- أمراض الرئة. - إلحاق الضرر بالحيوان والنبات. - تعمل علي تآكل المواد المستخدمة في الأبنية	1- أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين.
- تسبب الأمراض الصدرية.	2- الجسيمات العالقة .
- يؤثر علي الجهاز العصبي. - يحدث قصور في الدورة الدموية.	3- أول أكسيد الكربون.
- يسبب أمراض الكلي. - يؤثر علي الجهاز العصبي وخاصة في الأطفال.	4- الرصاص
- التهابات العين. - تأثير سلمي علي الرئة والقلب.	5- الضباب الداخلي

1.2.6. تلوث المياه

لمياه العذبة هي المياه التي يتعامل معها الإنسان بشكل مباشر ويومي. وقد شهدت مصادر المياه العذبة تدهوراً كبيراً في الآونة الأخيرة لعدم توجيه قدرها وافرا من الاهتمام لها. ويمكن حصر العوامل التي تتسبب في حدوث مثل هذا التدهور في:

- عدم تنظيف خزانات المياه بشكل دوري و سليم الأمر الذي يعد غاية في الخطورة .
 - قصور خدمات الصرف الصحي والتخلص من مخلفاته .
 - التخلص من مخلفات الصناعة بدون معالجتها ، وإن عولجت فيتم ذلك بشكل جزئي .
- أما بالنسبة للمياه الجوفية ، ففي بعض المناطق نجد تسرب بعض المواد المعدنية إليها مثل الحديد والمنجنيز والرصاص إلى جانب المبيدات الحشرية المستخدمة في الأراضي الزراعية.

1.2.6.1 آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان

أبسط شئ يمكن قوله أنه يدمر صحة الإنسان من خلال إصابته بالأمراض المعوية ومنها:

الكوليرا الملاريا

التيفود البلهارسيا

أمراض الكبد الالتهاب الكبدي الوبائي

الدوسنتاريا بكافة أنواعها حالات تسمم

كما لا يقتصر ضرره على الإنسان وما يسببه من أمراض، وإنما يمتد ليشمل الحياة في مياه الأنهار والبحيرات حيث أن الأسمدة والمخلفات الزراعية التي تتسرب إلى مياه الصرف تساعد على نمو الطحالب والنباتات المختلفة مما يضر بالثروة السمكية إذ تعمل هذه النباتات على حجب ضوء الشمس والأوكسجين وتمنعه من الوصول إلى داخل المياه، كما أنها تساعد على تكاثر الحشرات مثل البعوض والقواقع التي تسبب مرض البلهارسيا علي سبيل المثال .

يعتبر الماء مذيّب جيد لكثير من المواد وحتى بعض المواد التي لا تذوب فيه تشكل معلقات غروية تشبه المحاليل. وينزل الماء علي هيئة أمطار أو ثلج بصورة نقية خالية تقريبا من الجراثيم أو الملوثات الأخرى، لكن نتيجة للتطور الصناعي الكبير، تتعرض حتى مياه الأمطار أثناء سقوطها إلى الكثير من الملوثات لتصل الأرض مشبعة بالغازات السامة الذائبة مما يجعله غير صالح للشرب، ولعل أفضل مثال هو المطر الحمضي الذي سيتم شرحه لاحقا .

كذلك ظهر تلوث مياه البحار والأنهار و المياه الجوفية بالمواد البترولية والمواد المشعة والمعادن الثقيلة وغيرها. ويشكل التلوث بالمواد البترولية خطرا علي المياه حيث يكون طبقة رقيقة فوق سطح الماء تمنع مرور الهواء والأوكسجين وثاني أكسيد الكربون والضوء إلي الماء، مما يؤدي إلى اختناق الأحياء المائية وتعطيل معظم العمليات الحيوية الهوائية وبذلك تصبح الحياة المائية شبه مستحيلة. يدوم الهيدروكربون الناتج من تلوث البترول طويلا في الماء ولا يتجزأ بالبكتريا ويتراكم في قاع البحر. ويحتوي البترول علي مواد مسرطنة مثل بنزوبيرين الذي يؤثر علي النباتات والحيوانات التي تتغذى عليها. وهناك مواد كيميائية أخرى تسبب تلوث المياه مثل المبيدات D.D.T والمعادن الثقيلة .

1.2.6.2 المصادر الرئيسية لتلوث المياه:

a. مصادر صناعية

b. مصادر الصرف الصحي

c. مصادر زراعية

1.2.6.2.1 المصادر الصناعية

تحتوي مياه المصانع وفضلاتها ما نسبته 60 بالمائة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. ويصدر أغلب الملوثات من مصانع مثل مصانع الدباغة والرصاص والزئبق والنحاس والنيكل ومصانع الدهانات والإسمنت والزجاج والمنظفات ومصانع تعقيم الألبان والمساح ومصانع تكرير السكر. بالإضافة إلى التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول. إن معظم المصانع في الدول النامية وحتى الدول المتقدمة لا تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في المياه. ففي الولايات المتحدة

وجدت مخلفات سامة في مياه الأنهار والبحار المحيطة بالمصانع. وفي القاهرة أجريت دراسة علي اثني عشر محطة لمعالجة مياه الشرب ووجدت جميعها تعاني من عدم انضباط في تصريف النفايات السائلة الصناعية .
وتجدر الإشارة إلي أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي علي الملوثات الصناعية (مثل الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية متسرطنة. ومن أشكال التلوث الصناعي هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في التبريد، وما ينتج عنه من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية .

1.2.6.2.2 مصادر الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل علي الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة، بل في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي وأكبر مثال علي ذلك مدينة جدة. والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة. كما أن استخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره علي الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلي استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها علي صحة الإنسان .
تحتوي مياه المجاري علي كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية. وعند وصولها إلي المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها. عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا آخر إلى السابق .

تتوقف درجة فساد المياه السطحية وصلاحيتها للاستعمال علي عدة عوامل منها :

1. سرعة تيار الماء في المجري المائي
2. كمية الأوكسجين الذائب في الماء
3. السرعة التي تستطيع بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات
4. مدي حجم الشوائب والفضلات التي تلقي في هذا المسطح المائي البحر ونوعيتها

1.2.6.2.2.1 مكونات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة .
تحتوي مياه الصرف الصحي علي نسبة عالية من الماء 99.9 و الباقي مواد صلبة علي هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة. وهذه المركبات هي :

1.2.6.3.2. تلوث الماء كيميائياً

تلوث الماء بالمواد الكيميائية يمكن أن يكون خطراً على البيئة وعلى صحة الإنسان. ويمكن تلخيص أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه :

1. أصباغ الازو

تعتبر الاصباغ احد الملوثات الماء حيث أنها بسبب منعها لأشعة الشمس من الفاذ خلال مياه الانهار وبذلك تقل عملية البناء الضوئي فضلاً عن ذلك فأن بعض انواع الاصباغ تكون مسرطنة.

ومن أهم انواع الاصباغ هي الاصباغ الازوية وهي مركبات ملونة ترتبط بالمواد المراد تصبغها وتعطيها اللون المميز ومنصفات هذه الاصباغ انها لا تتأثر بالضوء او الاوكسجين او القواعد والحوامض او الغسل بالرغم من أهميتها في صبغ الانسجة الى ان الاصباغ الازوية تعتبر من اهم ملوثات الماء.

عرف الباحثون صبغة الازو منذ زمن طويل 1858 بأنها مركبات عضوية تمتلك اللون خاصة عند امتصاصها الضوء من طيف المنطقة المرئية والفوق البنفسجية وتعطي ألواناً في المنطقة المرئية بسبب عدد الاواصر المزدوجة

تكون اصباغ الأزو من مجموعتين متجانستين او غي متجانستين هذا المجموعتين ترتبط بتفاعلات الازدواج

Al- Coupling reaction

سميت أصباغ بهذا الاسم لوجود مجموعة (-N—N) حيث يتم ارتباط ذرات النتروجين بذرات الكاربون ذرات التهجين SP^2 عند مفاعلة الامينات الأروماتية مع حامض النتروز فأن النتروجين لا يتحرر اذا كان المحلول بارداً نتيجة لهذا التفاعل تم اكتشاف أصباغ الازو الاروماتية.

1.1. مميزات اصباغ الازو :

هي اكبر من المركبات العضوية الملونة والمحضرة صناعياً قادرة على تكوين الالياف.
تعتبر من المركبات المسرطنة للجلد والجهاز المناعي.

1.2. أصناف اصباغ الازو:

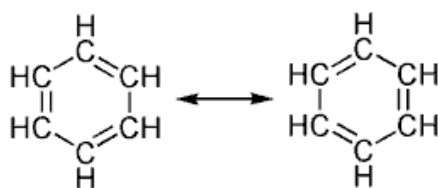
تصنف على اساس عدد مجاميع الازو الى :-

- أصباغ أحادية الازو.
- أصباغ ثنائية الازو.
- أصباغ ثلاثية الازو.
- أصباغ متعددة الازو.

أن لهذه الاصباغ أهمية في مجالات متعددة منها تلوين المركبات العضوية في مجال الصناعة (تلوين الانسجة والقطن والالياف ومستحضرات التجميل).

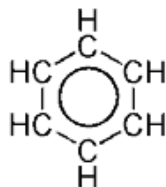
2. المركبات الاروماتية

في الكيمياء تعنى كلمة الأروماتية، هي خاصية كيميائية يكوّن بها الجزيء جزيئا في شكل حلقة .الحلقة تكون عادة سداسية الشكل حيث تتكون من ستة ذرات من الكربون مرتبطة ببعضها البعض ؛ وفي نفس الوقت ترتبط كل ذرة كربون بذرة هيدروجين . أبسط الجزيئات العطرية هو البنزين وصيغته الكيميائية (C₆H₆). وهذا يقال أنه يحدث بسبب حرية دوران الإلكترونات حول ترتيب دائرى من الذرات، وتبادل فيما بينها الوضع الأحادي والثنائي للرابطة التساهمية. (لتوضيح أكثر، هذه الروابط يمكن أن تلاحظ كتهجين بين الروابط الأحادية والثنائية، فكل رابطة في الحلقة تكون متطابقة مع الأخرى.) وهذا هو التصور العام للحلقات العطرية الذي تم اقتراحه بواسطة كيكولة. ويتكون هذا التصور للبنزين من شكلان بهما رنين، وهما يمثلان تبادل الوضع للوالبط الأحادية والثنائية. ويكون البنزين أكثر ثباتا من "الميكسا ترايين الحلقي"، وهو جزيء نظري.



Benzene resonance

ويمثل السهم ذو الرأسين هنا عملية الرنين. وهندسيا فإن البنزين شكل سداسي تام. وبصفة عامة فإن الرابطة C=C أقصر من C-C، ولا يجب أن يخلط بين الشكلين حيث أن طول الرابطة C-C يتذبذب. ويوجد تمثيل أفضل لحلقة البنزين، وهو وضع دائرة حيث تتوزع الكثافة الإلكترونية من الرابطة باي أسفل وأعلى الحلقة. وهذا التمثيل للحلقة أفضل في تمثيل الكثافة الإلكترونية في الحلقة.



Benzene circle

2.1. خصائص المركبات الأروماتية

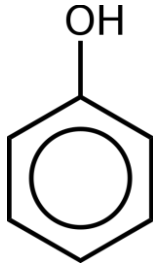
معظم المركبات الأروماتية لها الخواص الآتية:

- بها نظام إلكترونات باي غير متمركزة تتبادل فيما بينها الروابط الأحادية والثنائية.
- مسطحة.
- تحتوى على حلقة واحدة على الأقل.
- عدد الإلكترونات باي غير المتمركزة يساوي $n + 24$ ، حيث "n" تساوي عدد الحلقات المكوّنة للمركب العطري. وهذا ما يعرف بقاعدة هوكل.

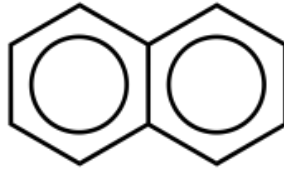
وبالرغم من أن البنزين عطري، فإن البيوتاديين حلقي غير عطري، حيث أن عدد إلكترونات باي غير المتمركزة يساوي 4، وهذا لا ينتج أي رقم صحيح عند تطبيق قاعدة هوكل. ولكن أيون البيوتاديين الحلقي (-2) عطري. والجزئيات غير العطرية يقال عليها أليفاتية. وتمثل الجزئيات العطرية شكل محسن من الثبات الكيميائي، بمقارنته بالجزئيات غير العطرية المماثلة. ويسبب دوران الإلكترونات باي في الجزئي الأروماتي توليد مجال مغناطيسي موضعي، ويمكن التعرف عليه بواسطة الرنين النووي المغناطيسي. الجزئيات المستوية التي تحتوي على حلقة وحيدة بها إلكترونات باي عددها $n4$ يقال عليها ضد أروماتية، أو موبوس، وغالبا ما تكون غير ثابتة. سيكلو أوكتا تيترا يين (Cyclooctatetraene COT) لا تعاني من عدم الثبات عن طريق تغيير شكلها المسطح.

2.2 أمثلة للمركبات الأروماتية

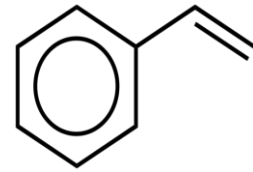
كثير الهيدروكربونات الأروماتية التي لها أهمية إقتصادية البنزين، التولوين، (أورثو، بارا) زيلين. ويتم إنتاج ما يقرب من 35 مليون طن من هذه المواد سنويا. ويتم الحصول عليهم من المخاليط الناتجة من تقطير قطران الفحم، ويتم استخدامهم لإنتاج كثير من الكيماويات والبوليمرات، ومنها الستيرين، الفينول، الأنيلين، البولي إستر، النايلون.



فينول



htalène



Styrène

2.2.1 مركبات الفينول

الفينول هو مركب صلب بلوري عديم اللون ذو رائحة قارئة لطيفة، وغالبا ما يشار إليها برائحة المشافي. صيغته الكيميائية C_6H_5OH ، والتي يمكن أن تكتب بالشكل المفصل C_6H_5OH . وبنيتها عبارة عن زمرة الهيدروكسيل مرتبطة بحلقة فينيل، ف فهو مركب عطري.

الفينول محدود الذوبان في الماء (8.3 غ/100مل). وهو حامضي بعض الشيء. وجزئته الفينول ميل ضعيف لفقد H^+ من زمرة الهيدروكسيل، معطيًا شاردة الفينوكسيد العالية الذوبان في الماء $C_6H_5O^-$.

تشمل المركبات الفينولية العديد من المواد الكيميائية، أحادي الهيدروكسيل أو ثنائي أو متعدد الهيدروكسيل. و الفينول احد هذه الأنواع وأكثرها انتشارا ويؤخذ كنموذج. تنشأ المركبات الفينولية من تقطير الفحم والخشب، فضلات الإنسان، التحلل المائي والأكسدة الكيميائية والانحلال الميكروبيولوجي للمبيدات الحشرية ومن مصادر الطبيعية. وتؤثر الفينولات بصورة مباشرة على الأسماك عبر تسميمه لها مباشرة أو المواد التي تتغذى عليها. الفينول يقلل من كمية الأكسجين

المتاح لأنه يستهلك الأوكسجين الذائب في الماء بصورة كبيرة مما يساهم في وفاة الأحياء المائية. وهناك العديد من

الظروف التي تساعد على زيادة سمية الفينول:

a. قلة الأوكسجين

b. زيادة الملوحة

c. زيادة درجة الحرارة

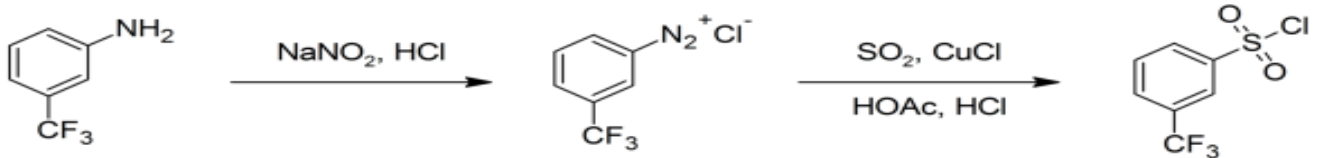
ولا يتجاوز تركيز الفينول 1 µg/L (ppb) في المياه الصالحة للشرب وهذه الطريقة مناسبة لتقدير الفينولات في حدود

(0.05 – 5 mg/L) ويتم تقدير المواد العضوية مع مجموعة الفينول والأمينات Co-determined

فإذا كانت العينة قاعدية نعادها بإضافة H₂SO₄ ويجب أن تكون العينة المحللة صافية وعتمة اللون وإلا فان هذه

الطريقة لا تنفع في تقدير الفينولات . وتعتمد الفكرة الأساسية على تكوين صبغة الأزو ذات اللون البرتقالي عن طريق

تكوين ملح الديازونيوم حسب المعادلة :



3. مركبات حمضية أو قلوية :

تعمل كل من المركبات الحمضية أو القلوية على تغيير درجة الحموضة للماء. إن ارتفاع درجة حموضة المياه له تأثير سلبي على صحة الإنسان كما يؤدي إلى تكون الصدأ في الأنابيب وتآكلها. أما التلوث بالقلويات يؤدي إلى تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات والكلوريدات. وتسبب كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء .

4. مركبات النترات والفوسفات:

تسبب هذه المركبات ظاهرة اخضرار الماء. وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب وهي من عناصر الكربون والنيتروجين والفسفور. ومن الجدير بالذكر أن النترات تتحد مع الهيموجلوبين وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق .

5. المعادن الثقيلة:

أكثر المعادن الثقيلة انتشارا في مياه المجاري الرصاص والزئبق . يسبب تسرب الرصاص إلى أنابيب المياه إلى تلف الدماغ وخاصة للأطفال. يوجد الزئبق في الماء علي هيئة كبريتيد الزئبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد علي شكل عضوي مثل فينول ومثيل وأخطرها هو مثيل الزئبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى. أما في الأسماك فإن مثيل الزئبق يتراكم داخلها بتركيزات عالية نتيجة التلوث وينتقل من الأسماك إلى الإنسان.

6. الحديد والمغنيسيوم:

يسبب الحديد والمغنيسيوم تغير لون الماء إلى أشبه بالصدأ ولا يسبب ضرراً إلا إذا كان بكمية كبيرة وأكثر وجودهما في المياه الجوفية .

7. مركبات عضوية:

كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبترول ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وغيرها من الكيماويات الصناعية .

8. الهالوجينات:

يستخدم الكلور والفلور لتعقيم المياه من الميكروبات الضارة ولكن عند وجود مواد عضوية أو هيدروكربونات في المياه، فإنها تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة .

9. المواد المشعة:

مثل الراديوم الذي يسبب السرطان وخاصة سرطان العظام .

10. النفط:

يعد النفط من أكثر مصادر التلوث المائي انتشاراً وتأثيراً وتشكل الملوثات النفطية أخطر ملوثات السواحل والبحار والمحيطات ، وان أخطر الأماكن المعرضة للتلوث هي تلك القريبة من السواحل والشواطئ بالمدن الساحلية ، وذلك لان ظروف وفرص انتشار بقع الزيت ومخلفات النفط المختلفة إلى قطاع واسع من البشر يزيد من أخطار حدوث التلوث وأثاره غير المأمونة وعادة ما يتسرب النفط إلى المسطحات المائية اما بطريقة لا إرادية (غير متعمدة) أو بطريقة متعمدة وعموماً فإن الاسباب الرئيسية لحصول التلوث بالنفط هي:-

- الحوادث التي تحدث اثناء عمليات الحفر والتنقيب والتي تسبب تلوث المياه بكميات هائلة.
- تسرب النفط إلى البحر اثناء عمليات التحميل والتفريغ بالموانئ النفطية.
- اشتعال النيران والحرائق بناقلات النفط في عرض البحر.
- تسرب النفط الخام بسبب حوادث التآكل في الجسم المعدني للناقلة.
- القاء ما يعرف بمياه الموازنة بالنفط في مياه البحر ، حيث تملأ الناقلة بعد تفريغ شحناتها بالمياه لا تقل عن 60% من حجمها على توازن الناقلة اثناء سيرها فهي عرض البحر خلال العودة إلى ميناء التصدير.
- الحوادث البصرية والتي من اهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض.

الامتزاز أو الاستحذاب أو الإدمصاص تراكم ذرات أو جزيئات مائع يسمى الممتز على سطح مادة صلبة تسمى الماز. وتخلق هذه العملية طبقة من الجزيئات أو الذرات التي تراكمت بكثافة على سطح المازات. و يختلف الإدمصاص عن الامتصاص حيث تنتشر المادة في السائل أو الصلب لتشكّل محلولاً.

العملية العكسية وهي لفظ المادة الممتزة من سطح الماز فتسمى تلك العملية بالعبوية الانتزاز. وبعبارات بسيطة، الامتزاز هو "تجمع مادة ما على اسطح حبيبات مادة ماز" رينولدز وريتشاردز، 1996.

ويوجد الامتزاز في كثير من النظم الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية الطبيعية، ويستخدم استخداماً واسعاً في التطبيقات الصناعية مثل: تنقية الماء باستخدام الكربون النشط أو الراتنج الاصطناعية بغرض تنقية وسط ما، سائل أو غاز. وتعتبر كل من عمليات الامتزاز، والتبادل الأيوني) إدمصاص adsorption، و الإمتصاص absorption هي عملية اشتراك. sorption فالاستشراك هو الاصطلاح الشامل الذي يشمل الامتصاص والإدمصاص.

- المادة الممتزة adsorbate : المادة المنجذبة إلى السطح
- المادة المازة adsorbent المادة التي حصل على سطحها الامتزاز.

a. الفرق بين مصطلح الامتزاز adsorption ومصطلح الامتصاص absorption :

تمركز المادة على السطح بينما الآخر يتضمن اختراق ودخول مادة إلى داخل جسم مادة أخرى إضافة إلى تمركزها على السطح

b. ولكن كيف تنشأ ظاهرة الامتزاز ؟

تنشأ عملية الامتزاز نتيجة لظهور حالة عدم الإشباع أو عدم التوازن للقوى الجزيئية لسطوح السوائل والمواد الصلبة ... وعملية إشباع القوى تعرف بعملية الامتزاز .

2.1 امتزاز الغازات على السطوح الصلبة Adsorption of Gases by Solids

العوامل : طبيعة السطح ، ونوع الغاز الممتز ، ومساحة سطح الصلب ، ودرجة الحرارة ، وضغط الغاز ... مقارنة حجوم الغازات المختلفة والممتزة على سطح الفحم عند 15°C يتبين أن مدى الامتزاز لهذه الغازات يسير بشكل مواز للزيادة في درجة الحرارة المحرجة لإسالة الغاز

زيادة مساحة سطح المادة المازة adsorbent يزيد من الكمية الكلية للغاز الممتز.

تنشأ حالة اتزان حقيقية بين الغاز في حالة تماس مع الصلب والغاز الموجود على سطح الصلب و عملية الاتزان تتأثر بشكل كبير بدرجة الحرارة ، ... ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض كمية المادة الممتزة .

حجوم الغازات المختلفة والمتميزة

على سطح جرام واحد من الفحم عند 15°C

الغاز	حجم الغاز الممتز cm^3	درجة الحرارة الحرجة K
H ₂	4.7	33
N ₂	8.0	126
CO	9.3	134
CH ₄	16.2	190
CO ₂	48	304
HCl	72	324
H ₂ S	99	373

2.2 أنواع المواد المازة Adsorbents

تم تطوير المواد الصلبة لفصل مدى واسع من المواد . يتم تجهيز المواد الصلبة التجارية على شكل حبيبات granules أو كرات صغيرة pellets أو تستعمل على شكل مسحوق powders أحيانا (كما في الشكل أدناه). ويتم استعمال المواد الصلبة في دورات متعددة في اوعية عمودية حيث تمر المواد المراد معاملتها من خلالها.

2.2.1 خواص المواد الصلبة المازة:

- سعة عالية للامتزاز عند حالة التعادل.
- تسمح بأعادة تنشيطها.
- انخفاض الضغط لها يكون قليلا
- السرعة الحركية في الامتزاز.
- مقاومة للاحتكاك.
- خاملة كيميائيا.
- لا يتغير حجمها بالتغير في درجات الحرارة وفي حالة التشبع.
- أن لا تتكسر الى دقائق صغيرة مما يؤدي الى انسداد المسامات وتقليل الكفاءة.

2.2.2 تصنيف الانتقائية السطحية للمواد الصلبة الى:

2.2.2.1 مواد جاذبة للماء (Hydrophilic) وتسمى ايضا ب- (Organophobic)

مثال على هذه المواد: الالومينا الفعال وعدد كبير من زيولايت المناخل الجزيئية تملك سطوح جاذبة للماء ، ويمتاز الماء بقوة أكثر مفضلا ذلك على الجزيئات العضوية ويكون سطح هذه المواد قطبية. polar

2.2.2.2 مواد غير جاذبة للماء (Hydrophobic) وتسمى أيضا بـ: (Organophilic)

مثال على هذه المواد: الكربون الفعال من النوع الغير الجاذب للماء ويفضل العضويات على الماء ويكون سطح الكربون الفعال غير قطبيا . no polar أما سطح السليكا جل فيقع بين هاتين الحالتين ولها انجذاب معقول للماء والعضويات على الرغم من أن الماء يكون مفضلا.

يمكن أن يوصف السطح أما بسطحها الخارجي وذلك عندما يشمل نتوءا أو فجوات بعرض أكبر من العمق، أو كسطح داخلي عندما يشمل مسامات وفجوات بعمق أكبر من العرض. ليست كل السطوح في الحقيقة ملساء ويظهر كوديان وقمم تحت المستوى المجهرى . هذه المساحات حساسة لحقول القوى . في هذه المساحات فأن ذرات المادة الصلبة يمكن ان تجذب الذرات او الجزيئات من المائع القريب منها.

الخاصية الأهم للمواد المازة الصلبة والتي تعتبر حاسمة لآستعمال المادة الصلبة هي تكوين او بنية المسام . العدد الكلي للمسامات، شكلها وحجمها يحدد سعة الامتزاز وحتى معدل الامتزاز الديناميكي للمادة.

عموما تقسم المسامات الى micropore, mesopore, macropore.

وحسب تصنيف International Union of Pure Applied Chemistry والتي تعرف بـ IUPAC قطر المسام (nm)

النوع $d > 50$ Macropores, $2 < d \leq 50$ Mesopores, $d < 2$ Micropores

تنتقل جزيئات المادة من خلال الـ (macro-) الى الـ (meso-) وأخيرا تدخل الى الـ (micropores) أن الـ (

micropores) تشكل عادة الجزء الأكبر للسطح الداخلي وتساهم في معظم حجم المسام . تكون قوى التجاذب أقوى

والمسامات تملئ في ضغوط نسبية واطئة في مسامات الـ (micro-) . ولذلك معظم عمليات الامتزاز للغازات تحدث خلال تلك المنطقة، لذا الحجم الكلي للمسام وتوزيع حجم المسام يحددان سعة الامتزاز.

2.3 أنواع الامتزاز Types of Adsorption

• الامتزاز الفيزيائي Physical adsorption

امتزاز فاندرفالس Van der Waals adsorption .. القوى العاملة بين جزيئات سطح الصلب والغاز الممتز هي قوى فاندرفالس .. ويتميز هذا الامتزاز بتكوين عدة طبقات جزيئية على سطح الامتزاز .

• الامتزاز الكيميائي Chemical adsorption (Chemisorption)

الامتزاز النشط activated ، ويتميز هذا النوع من الامتزاز بتكوين أواصر كيميائية بين السطح والذرات أو الجزيئات الممتزة عليه ، ويصاحب هذا النوع من الامتزاز تكون طبقة أحادية الجزيئة على السطح الماز ...

2.3.1. الفروق بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي

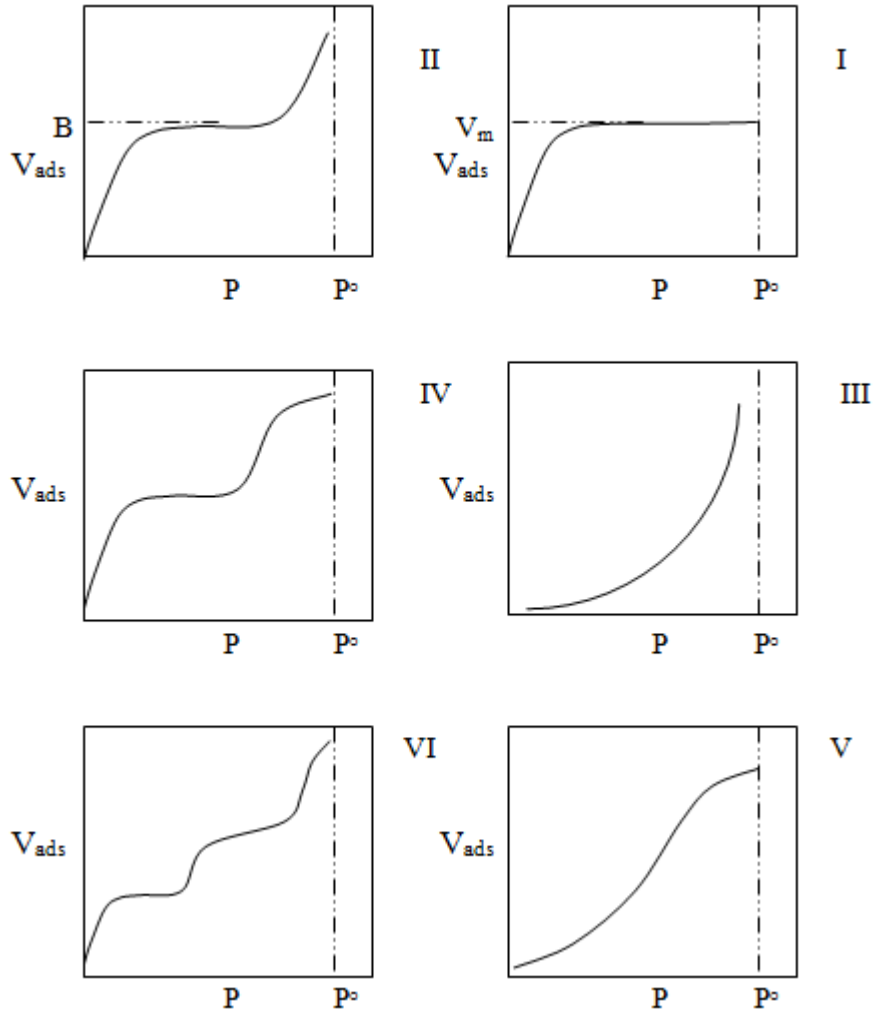
الامتزاز الكيميائي	الامتزاز الفيزيائي
<ul style="list-style-type: none"> • قوى التجاذب هنا من نوع الروابط الكيميائية التي بين الذرات وهي أقوى من قوى فاندرفالس. • حرارة الامتزاز عالية (أكبر من 80 kJ mol^{-1})¹ وتصل إلى حجم حرارة التفاعل الكيميائي... • $100 - 20 \text{ kcal m}^{-1}$) فحرارة امتزاز غازي CO و H₂ على سطوح بعض الفلزات هي على التوالي 85 kJ mol^{-1} و 65 kJ mol^{-1}. • طاقة التنشيط هنا أعلى بكثير من مثلتها في الامتزاز الفيزيائي ، فعملية الامتزاز هنا غير عكسية ، إذ من الصعب فصل المادة الممتزة إلا باستخدام ضغوط عالية أو استخدام طرق التحليل الكهربائي . • يؤدي الامتزاز هنا - في الغالب - إلى تكوين طبقة واحدة فقط إذ يحدث الامتزاز على هيئة ذرات وبطاقة كافية لكسر الرابطة الجزيئية . • تزداد كمية الغاز الممتز بارتفاع درجة الحرارة وتنخفض بزيادة الضغط . • تتأثر المادة الممتزة كيميائياً، فمثلاً: يمتز غازا H₂ ، N₂ على سطح Ni على هيئة أمونيا NH₃ وينفصل O₂ عن الفحم على هيئة CO ، CO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> • القوى بين المادة المازة والمادة الممتزة من نوع قوى التجاذب الجزيئية (قوى فاندرفالس) وتشبه قوى إسالة الغاز . • حرارة الامتزاز منخفضة (أقل من 40 kJ mol^{-1})¹ في بعض التقديرات) وهي تقترب من حرارة تسهيل بعض الغازات ، فحرارة الامتزاز الفيزيائي لغازي CO و H₂ على سطوح بعض الفلزات هي على التوالي 25 kJ mol^{-1} و 9 kJ mol^{-1}. • طاقة التنشيط منخفضة باعتبار أن عملية الامتزاز هنا عكسية حيث يمكن فصل المادة الممتزة برفع درجة الحرارة أو خفض الضغط بشكل معتدل . • تتكون أكثر من طبقة واحدة ممتزة إذ يحدث الامتزاز على هيئة طبقات جزيئية متعددة. • تنخفض كمية الغاز الممتز بارتفاع درجة الحرارة وتزداد مع الزيادة في ضغط المادة الممتزة . • لا تتأثر المادة الممتزة كيميائياً ، إذ يمكن أن تنفصل دون أن تتغير كيميائياً .

2.4. منحنيات الامتزاز الايزوثيرمي

Adsorption Isotherms

يقاس حجم الغاز الممتز بوساطة كمية معلومة من المادة المازة أو بقياس التغير في وزن السطح الماز عند تعريضه للغاز عند ضغط معلوم ... وتسمى العلاقة بين كمية الغاز الممتزة حجماً أو وزناً بوساطة كتلة معلومة من السطح الماز وضغط الاتزان أو التركيز عند درجة حرارة ثابتة بالامتزاز الايزوثيرمي.

تصنيف بروناور لمنحنيات الامتزازمنحنيات الامتزاز الخمسة المشهورة



2.5. معادلة لانجمير للامتزاز ذي درجة الحرارة الثابتة

The Langmuir Adsorption Isotherm Equation

أقترح لانكماير عام 1918 م معادلة لتفسير ظاهرة الامتزاز بالاعتماد على افتراضات نظرية مفادها أن الامتزاز يكون من طبقة واحدة وقد استبعد حدوث تفاعلات بين الدقائق الممتزة والسطح ، إذ تزداد كمية المادة الممتزة سريعاً في بداية الامتزاز ثم تبدأ بالثبات تدريجياً بسبب التهيج الحراري مؤدية الى ما يعرف بالابتزاز (Desorption) وهو العملية المعاكسة للامتزاز (7) وعندما تتساوى سرعة الامتزاز R_a مع سرعة الابتزاز R_d تكون العملية في حالة توازن ، وإذا رمزنا الى الجزء المغطى من السطح بجزيئات المادة الممتزة نسبة الى السطح الكلي للمادة المازة بالرمز (θ) فإن الجزء غير المغطى في أي وقت يكون $(1-\theta)$ وهكذا فإن سرعة الامتزاز تعتمد أما على الضغط P في حالة امتزاز الغازات على المواد الصلبة أو على تركيز المحلول عند الاتزان C_e في حالة الامتزاز من المحلول على المواد الصلبة ، وعلى عدد المواقع الفعالة غير المغطاة $N(1-\theta)$. إذ N تمثل العدد الكلي للمواقع الفعالة ، فإذا كان (K_a) يمثل ثابت سرعة الامتزاز و (K_d) ثابت سرعة الابتزاز (8) فإن:

$$(R_a) = K_a P N (1-\theta) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$(R_d) = K_d N \theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$K_d P N (1-\theta) = K_d N \theta \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta = \frac{aP}{1 + aP} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$a = \frac{K_a}{K_d}$$

حيث

تسمى المعادلة (4) بمعادلة لانكماير لأمتزاز الغازات على سطوح المواد الصلبة.

ولأن الكمية الممتزة بالنسبة الى وحدة المساحة أو كتلة المادة الممتزة (Y) تتناسب مع الجزء المغطى من السطح فان (8)

-:

$$Y = k\theta = \frac{kaP}{1+aP} = \frac{KP}{1+aP} \quad \dots\dots\dots (5)$$

حيث (a, K) ثوابت لانكماير. $K = ka$

ويمكن كتابة المعادلة (5) بالنسبة للأمتزاز من المحلول بالشكل الآتي :

$$Q_e = \frac{KC_e}{1+aC_e} \quad \dots\dots\dots(6)$$

إذ أن Q_e تمثل الكمية الممتزة (mg/ g)، وبترتيب المعادلة (6) نحصل على :

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{K} + \frac{a}{K} C_e \quad \dots\dots\dots (7)$$

ويرسم $\frac{C_e}{Q_e}$ مقابل C_e نحصل على خط مستقيم ميله $\frac{a}{K}$ وتقاطع مقداره $\frac{1}{K}$ ومن قيم الميل والتقاطع يمكن حساب ثوابت لانكماير (a, K) .

تعتبر معادلة فرندلش من أهم المعادلات الأيزوثيرمية المستعملة بنجاح في حالة الأمتزاز من المحلول، إذ تمثل التغير في مقدار المادة الممتزة في وحدة المساحة أو الكتلة للمادة المازة مع تركيز الاتزان :-

$$\dots\dots\dots (8) C_e^{1/n} Q_e = K_F$$

حيث K_F ثوابت فريندلش التجريبية تعتمد قيم هذه الثوابت على طبيعة كل من المادة الممتزة والسطح الماز ودرجة الحرارة. و يمكن حسابها بأخذ لوغاريتم المعادلة (8) :

$$\log C_e \quad \dots\dots\dots (9) \quad \frac{1}{n} = \log K_F + \log Q_e$$

ويرسم $\log Q_e$ مقابل $\log C_e$ نحصل على خط مستقيم ميله $\frac{1}{n}$ يعد مقياساً لشدة الامتزاز ، وتقاطع

$\log K_F$ الذي يكون مقياساً لسعة الأمتزاز (8, 9)

تم حساب قيم ΔH من ميل العلاقة الخطية بين

$\log X_m$ مقابل مقلوب درجة الحرارة ΔH استناداً لمعادلة (Vant -Hoff- Arrhenius Equation) (10,9):

$$\log X_m = \frac{-\Delta H}{2.303RT} + Con. \quad \dots\dots\dots(10)$$

حيث $\log X_m$ تمثل لوغاريتم أعظم كمية ممتزة (mg/g) ، $Con.$ ثابت معادلة فان ت هوف ، T درجة الحرارة بالكلفن و R الثابت العام للغازات.

كذلك تم حساب قيمة ΔG من المعادلة (9,10):

$$\Delta G = -RT \ln\left(\frac{Q_e}{C_e}\right) \dots\dots\dots(11)$$

وحسبت قيم الانتروبي ΔS والتي تشير الى وضعية الجزيئات الممتزة على السطح وفق المعادلة (9.10).

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \dots\dots\dots(12')$$

الفروض :

- أ- عملية الامتزاز الكيميائي للغازات على السطوح الصلبة تؤدي إلى تكوين طبقة أحادية الجزيئة فوق السطح الماز....
 - ب- كل مركز امتزاز يمتز جزيئاً واحداً فقط .
 - ج- كل المراكز متكافئة من ناحية الطاقة
 - د- لا يوجد تفاعل بين الجزيئات الممتزة على هذه المراكز .
- تألف عملية الامتزاز حسب نظرية لانجمير للامتزاز الكيميائي من حدثين متضادين :
- 1- تكثف الغاز على السطح الصلب .
 - 2- تبخر أو انفصال جزيئات الغاز عن السطح راجعة إلى جسم الغاز .

2.6 معادلة BET للامتزاز متعدد الطبقات

The BET Equation for Multimolecular Adsorption

الفرضيات :

كل جزيء في طبقة الامتزاز الأولى يستخدم كموقع site لامتزاز جزيئة جديدة في الطبقة الثانية وبشكل متتابع للطبقات الأخرى حالة اتزان ديناميكية لكل طبقة جزيئية تماماً كما هو الحال في نظرية لانجمير لامتزاز طبقة واحدة (كيميائي) ... حرارة الامتزاز لكل طبقة بعد الطبقة الأولى مساوية لحرارة التبخر او التميع ، حرارة الامتزاز للطبقة الأولى مساوية لحرارة الامتزاز في حالة الامتزاز الكيميائي .

$$\frac{P}{V(P^0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \left(\frac{C-1}{V_m C} \right) \frac{P}{P^0} \dots$$

V : حجم الغاز الممتز عند الشروط القياسية STP .

P^0 : الضغط البخاري للغاز او السائل المشبع الممتز عند درجة الحرارة T ، ويمثل الحد الأعلى للضغط ، وعند هذا الضغط يرتفع منحنى الامتزاز رأسياً حيث يحدث التكثيف .

V_m : حجم الغاز الممتز عندما يتغطي السطح بطبقة كاملة أحادية الجزيئة من الغاز .

C : ثابت عند أي درجة حرارة معطاة ، ويساوي تقريباً :

$$C = \exp^{(\Delta H_{ads} - \Delta H_{liq}) / RT}$$

ΔH_{ads} : حرارة امتزاز الطبقة الأولى ، ΔH_{liq} حرارة تميع أو إسالة الغاز .

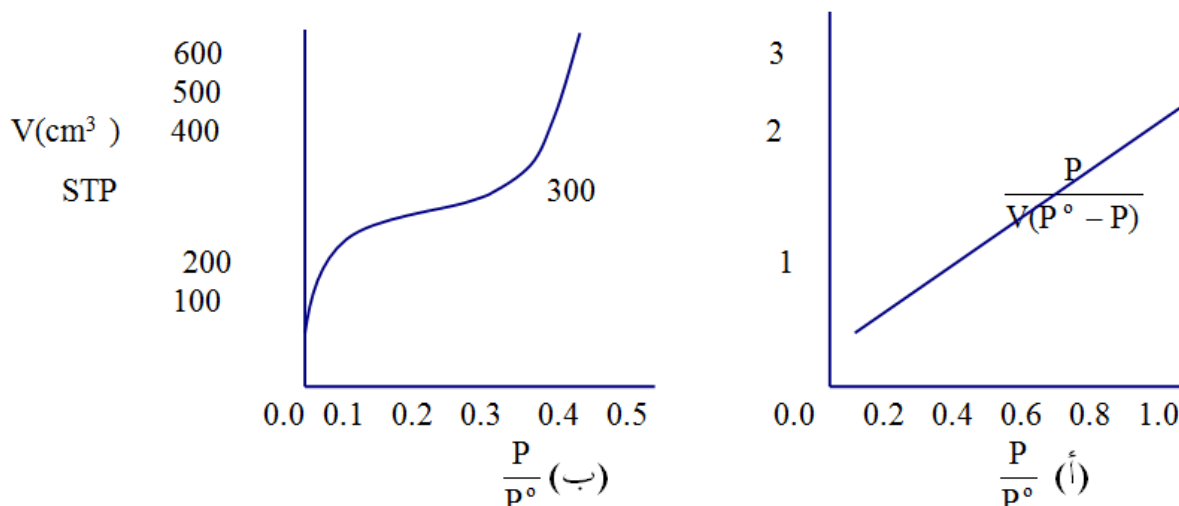
في حالة الامتزاز من النوع II تكون : $\Delta H_{ads} > \Delta H_{liq}$

في حالة الامتزاز من النوع III تكون : $\Delta H_{liq} > \Delta H_{ads}$

$$b = \frac{1}{C V_m} \text{ (التقاطع) } \quad \text{و} \quad m = \frac{C-1}{C V_m} \text{ (الميل)}$$

وتصبح :

$$V_m = \frac{1}{m+b} \quad \text{و} \quad C = +1 \frac{m}{b}$$



منحنى الامتزاز الايسوثيرمي لغاز النيتروجين على السليكا غير المسامية عند 77K (أ) وبحسب المعادلة الخطية لنموذج BET (ب).

2.7 تقدير المساحة السطحية

Determination of Surface Area

تقدير المساحة السطحية النوعية (المساحة السطحية لكل وحدة كتلة من السطح الماز) في حالة الامتزاز الفيزيائي الذي يتبعه منحنى الامتزاز الايزوثيرمي II ، تكون نقطة B على هذا المنحنى متعلقة بحجم الغاز الممتز واللازم لتكوّن طبقة أحادية الجزيئة للغاز على السطح ، والقيمة عندها تساوي قيمة V_m في العلاقة والتي تقابل قيمة V_m في معادلة لانجمير الخطية ، وعند تحديد هذه القيمة عملياً تصبح مساحة السطح النوعية \sum ؛ أي المساحة لكل جرام من المادة المازة والمتاحة للارتباط بالمادة الممتزة :

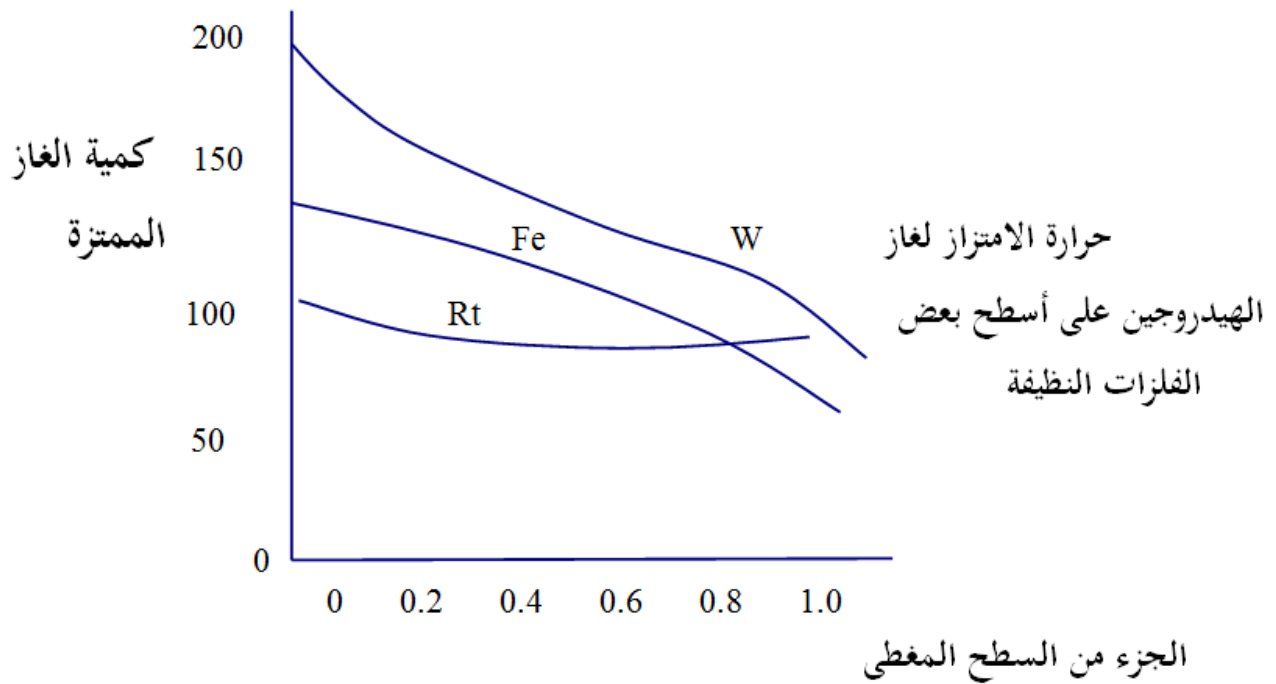
$$\sum = V_m \sigma^0 \cdot S$$

S عدد جزيئات الغاز الممتز لكل وحدة حجم cm^3 عند درجة الحرارة المستخدمة في التجربة مع ملاحظة أنه في العادة يتم تصحيح قيم الضغط والحجم الممتز إلى ضغط 1 atm ودرجة حرارة 273K باستخدام معادلة الغاز المثالي وذلك قبل قياس V_m ، وتكون قيمة S دائماً مساوية $1023 \text{ molecules} / 22414 \text{ cm}^3 = 2.68 \times 10^{19}$ molecules $\text{cm}^{-3} \times 6.02$
 σ مساحة السطح المشغولة بجزيئة غاز واحدة فقط .

Heat of Adsorption

2.8 حرارة الامتزاز

غاز (Gas) + صلب (Solid) \longrightarrow طبقة ممتزة (adsorbed layer) + حرارة (Heat)



3. كربون نشط

الكربون النشط (بالإنجليزية: Activated Carbon) أو الفحم المنشط، هو فحم مصنع بأسلوب خاص مسامي، بحيث يصبح ذو مساحة سطح عالية جدا، و بالتالي يصبح أكثر قدرة كيميائيا على التقاط غازات ضارة أو غير مرغوب فيها. يستخدم الكربون النشط مع جير الصودا في صناعة كمادات الغاز .



3.1. الفحم المنشط

مادة صلبة غير متبلرة وعالية المسامية تحوي حبيبات دقيقة من الجرافيت، معالجة بطرق خاصة لتجعلها مسامية. يستحضر على شكل حبيبات صغيرة أو مسحوق ناعم، والفحم المنشط مادة غير قطبية كما أنها غالية الثمن حيث تباع بمبلغ 1500 دولار للطن وتستوردها الدول العربية ولا تنتج فيها، وتستهلك مصر وحدها ما يقرب من 6000 طن شهريا منها والمصدر الرئيسي لها هي الصين

يمكن إنتاجه من مواد بديلة مثل قشر الأرز وقشر جوز الهند إلا ان أهم عيوبه قابلية الاشتعال ويمكن تحضيره من المواد الكربونية بما فيها الفحم بأنواعه المختلفة (البترولي والحجري والمتفحم والخشبي والصدفي مثل قشرة النارجيل)

3.2. مميزاتهُ

يتميز بقدرته العالية لامتزاز) ادمصاص (الغازات والسموم الموجودة حولة ولذلك يستخدم كدواء معالج لأمراض التسمم والغازات والمغص وأي مرض تنتشر فيه غازات سامة فيالجهاز الهضمي . كما يستخدم الفحم المنشط في صناعة الكمادات وغيره من أدوات السلامة التي يستخدمها رجال الإطفاء والعاملين في مناجم. كما يستخدم لتنقية المياه الملوثة ومياه الصرف الصحي للاستخدام للشرب وللزراعة وللصناعة. ويستخدم أيضا في قتل البكتيريا وإزالة الروائح الكريهة. والمعروف حاليا أن الفحم النشط هو أفضل المميزات وأكثرها استخداما في كافة المجالات.

3.3. التصنيع

يتضمن التصنيع مرحلتين:

الكربنة تشمل تجفيف وتسخين المواد الأولية للتخلص من المواد الأخرى الجانبية الاضافية كالقطران والمواد الهيدروكربونية الأخرى وأيضا للتخلص من أي غازات ناشئة وتحريرها، وتتم عملية التسخين عند درجة حرارة 400-600 °C في ظروف تكون فيها كمية الأكسجين قليلة جدا للحيلولة دون حدوث احتراق للفحم.

تنشيط الحبيبات المكاربنة بتعريضها لمادة مؤكسدة وعادة تكون بخار أو ثاني أكسيد الكربون عند درجات حرارة عالية. هذه العوامل المؤكسدة تحرق المواد التي تسد مسامات بنيتها والتي نتجت أثناء عملية الكربنة بحيث تتكون مسامات داخل الشبكات البلورية للجرافيت ، وهذا ما يعمل على زيادة السطح الفعال فيه . ويعتمد حجم المسامات المتكونة أثناء عملية "التنشيط" على الوقت المستهلك لهذه العملية؛ فكلما كان زمن التنشيط طويلا كلما كان حجم المسامات كبيرا . أشهر أنواع الفحم المنتج لهذا الغرض هو النوع الذي ينتج من الفحم

القاري من الأسفلت نظرا لصلابته ومقاومته للكشط والاحتكاك و توزيع المسامات البينية، ورخص تكلفته ، لكن تبقى كفاءته معلقة بنوع الاستخدام الذي صنع من أجله.

3.4. الاستخدام

يستخدم الفحم المنشط كمادة ماصة للمواد العضوية وغير القطبية وأيضا في معالجة الغازات والمياه وهو أكثر مادة مستخدمة كمادة ماصة للروائح والغازات والرطوبة. كما يستخدم أيضا في تكرير الزيوت و السكر والبتروكيماويات وأيضا في شركات الادوية، وتنقية المياه ، وهذا يعزى إلى مساحة السطح العالية التي يتميز بها القادرة على امتصاص مواد ضارة أو غير مرغوب فيها.

4. أنواع الأطين

يوجد تصنيفين أساسيين للأطين هما

4.1. أولا: الأطين الابتدائية Clay primary

وهي الأطين التي لم تنتقل بواسطة العوامل الطبيعية بل بقي في موقع تكوينه تمتاز بلونها الأبيض ونقاوتها وحببائها الكبيرة الحجم نسبيا والمتدنية اللدونة (قليلة اللدونة) منها

a. الكاؤولين :

طين ابتدائي تكون بتأثير عامل التجوية على الصخور ذات النسبة المرتفعة لمعدن الفلسبار ، ذو حبيبات كبيرة مقارنة بالأطين الأخرى لهذا هو قليل اللدونة ويعتبر خالي من المعادن غير الطينية ، وذو لون ابيض ، أما درجة انصهاره فهي مرتفعة تصل إلى أعلى من (1800) درجة مئوية ويعتبر مقاوم حراريا. غالبا ما يضاف للكاؤولين أطين أخرى ومركبات معدنية أرضية لتعديل خواصه الصناعية في إنتاج أجسام خزفية، كما تضاف له أطين ذات لدونه جيدة لعدله قدرته على التشكيل ومواد أخرى صاهره كي تُخفض درجة حرارة تصلبه. إضافة إلى استخدامه في إنتاج الأجسام الخزفية وكمركب في إنتاج خلطة التزجيج ، فقد استخدم الكاؤولين لأغراض صناعية عديدة كصناعة الورق ، العوازل الحرارية والكهربائية والصناعات الالكترونية الدقيقة وغيرها.

b. الطين الصيني

يمثل الشكل الثاني لطين الكاؤولين ذو تركيب كيميائي متشابه معه، ووفق ظروف تكونه الجيولوجية يمتاز بحبيبات اصغر من حبيبات الكاؤولين ولدونه جيدة وهو نقي ابيض اللون كونه طين ابتدائي متبقي عند مواقع تحول من الصخور الفلسبارية . يستخدم بنسبة كبيرة لإنتاج أجسام خزفية بطريقة القوبلة بالمحاليل الطينية (Slip casting) إضافة إلى استخدامه كمصدر للألومينا والسيلكا في تركيب التزجيج.

4.2. ثانيا: الأطين الرسوبية أو الثانوية Clay Secondary

وهي الأطين المنقولة من مواقع تكونها بواسطة العواصف والسيول وغيرها من العوامل الطبيعية تمتاز بصغر حجم حبيباتها واحتوائها على نسب مرتفعة ومتفاوتة من المواد غير الطينية التي تؤثر على صفاتها الفيزيائية ولونها، فضلا عن كونها جيدة اللدونة ومنها

a. الطين الكروي Ball Clay :

طين رسوبي سمي نسبة إلى الطريقة التي استخراج بها أولا من مناجمه على هيئة كتل كروية، ذو تركيب كيميائي مقارب للكاؤولين لكنه محمل بمركبات غير طينية لا عضوية وعضوية بنسب ملحوظة ومؤثرة على نقاوته ، وينضج بدرجة (1100 - 1200) درجة مئوية لأنه يحتوي على نسب ملحوظة من القلويات الحرة. يتميز بأنه ذو حبيبات ناعمة جدا تتوافق معها نسبة لدونه مرتفعة ، وهو ذو معامل انكماش عالي يتراوح بين حالة اللدونة والحرق لدرجة النضج من (15 - 32%) ولهذا لا يستخدم لوحده في الصناعة بل يخلط مع أطين أخرى ذات لدونه متدنية أو مسحوق الفخار أو الرمل لتعديل قدرته على التشكيل بالوقت نفسه يتصف بالصلابة الجيدة عند الجفاف لهذا يعتمد كثيرا في الصناعة كمضاف للأطين الأخرى لغرض التقليل من

تلف الأجسام الطينية عند العمل والحمل والنقل، يضاف أيضا بنسبة قليلة إلى محلول التزجيج لتأكيد تعليقه ومنع بعض مركباته من الترسيب ومنحه درجة التصاق وصلابة سطحية عند التطبيق .

b. الطين الناري Fire Clay

طين رسوبي يتصف بأنه ذو حبيبات كبيرة نسبيا ولدونه ضعيفة وله معامل انكماش قليل لا يتجاوز (6%) عند الجفاف وسمي بالحارري لأنه يتصف بقدرته مقاومة الحرارة العالية والحرق المتكرر دون تغير هام في طبيعته الفيزيائية ، وينضج بدرجة (1650) درجة مئوية، ومقاومته الحرارية ناتجة عن وجود نسبة الالومينا المرتفعة في تركيبه يقابلها نسبة قليلة من القلويات مثل الصوديوم والبوتاسيوم، وتوجد أنواع منه بصيغة (AL₂O₃.5SiO₂.2H₂O) أو (AL₂O₃.4SiO₂.2H₂O) ، يضاف نسب متفاوتة منه لتعديل صفات بعض الأطين مثل منحها القدرة التحملية والمسامية وملمس نسيجي معين.

c. طينة البنتونايت Bentonite

هو الاسم العام لأطين المونتورولونايت Montomorillonite ، له تركيب كيميائي مشابه لبقية الأطين لأنه يحتوي على نسبة سيلكا أكثر (AL₂O₃. 4SiO₂.2SiO₂).

d. طين البناء Building Clay

يدخل ضمن هذه المجموعة طين البناء وإنتاج الطوب الذي استخدم في مواقع الحضارات القديمة، حيث أنتج منه طوب بشكل هندسي موحد لبناء المعابد والقصور والقلاع والمساجد والدور السكنية ، تجفف ثم تحرق بحدود (950) درجة مئوية تكتسب خلالها صلابة كافية للبناء وقدرة تحمل جيدة لمقاومة الظروف الطبيعية عبر الزمن.

e. لأطين الحجرية Stoneware Clay

طين مرتفع الحرارة يتميز بارتفاع بنسبة الالومينا وتدني جزئي لكمية القلويات الصاهرة في تركيبه ، ينضج بدرجة (1200) درجة مئوية .

f. الطينة الترابية Earthenware Clay

احد أهم الأطين الرسوبية ذو لدونه جيدة ومدني الحرارة شائع الاستخدام منذ ما قبل الحضارات ويعود له كل نتاج الإنسان الأول ، والأشكال المتكونة منه تتصف بأنها أجسام مسامية متوسطة الصلابة والقوة تحرق بدرجة حرارة متدنية لا تتجاوز (1100) درجة مئوية وتتميز بلون محمر أو برتقالي محمر بتأثير أكاسيد الحديد .

5. السيليكا

السيليكا، وتسمى أيضاً ثاني أكسيد السيليكون، وهو مركب كيميائي أبيض أو عديم اللون، يتكون من اثنين من أكثر العناصر وفرة في الأرض وفي قشرتها، حيث يتكون من السيليكيون والأكسجين، وتبلغ نسبة السيليكا 59% من نسبة القشرة الأرضية، وهي المكون الأساسي لأكثر 95% من الصخور المعروفة، وتوجد السيليكا عادة في الحالة البلورية ونادرة ما تكون في حالة غير متبلورة، ويعتقد أنه قد تم اكتشاف السيليكا منذ خمسة آلاف سنة قبل الميلاد، وكانت هذه المادة آنذاك تستخدم في صناعة الأواني، وقد واصلت هذه المادة دعم التقدم البشري على مر التاريخ، ولا تقتصر فوائد السيليكا على الصناعة بل إنّ لها عدة فوائد أخرى.

5.1 فوائد السيليكا

- فوائد السيليكا عديدة ومتنوعة فهي تعدّ مفيدة للصحة، حيث يمكن الحصول على السيليكا من مكملات السيليكا الغذائية، كما ويمكن إيجاد السيليكا في بعض الأطعمة، ومن أهم فوائد السيليكا للصحة ما يأتي:
- تمنح السيليكا قوة للمفاصل، حيث إنّها مفيدة للمرضى الذين يعانون من التهاب المفاصل، كما أنّها تزيد من مرونة المفاصل وتنشط الغضاريف والأربطة.
- تسمح للجسم باستخدام الكالسيوم بشكل مثالي، كما أنّها تقوي العظام، ولها القدرة على شفاء كسور العظام، وتحافظ على سلامة النسيج الضام.
- تعمل السيليكا على إزالة السموم والمعادن الثقيلة من الجسم، حيث تمنع امتصاص هذه السموم والمعادن في القناة الهضمية.
- تقوي السيليكا جهاز المناعة في جسم الإنسان، حيث تحفز البيئة القلوية وتعيد الحموضة الزائدة التي تؤثر على جهاز المناعة، وأيضاً من خلال الحفاظ على الأظافر والجلد وتعزيز عملية شفاء الجروح، وتسمح للبشرة بلعب دور أكثر أهمية كحاجز لمنع مسببات الأمراض.
- تمنع تراكم الترسبات في الشرايين، ممّا يؤدي إلى منع انسداد الأوعية الدموية ومنع ارتفاع ضغط الدم، وتعزز صحة وسلامة القلب.
- تساعد على ترميم الغشاء المخاطي في الجهاز التنفسي، حيث يسمح امتصاص الغشاء المخاطي للسيليكا، باستعادة دوره في منع دخول مزيد من العدوى إلى الجهاز التنفسي السفلي.

- تعزيز سلامة البشرة والشعر والأظافر، حيث تساعد في تسطیح جداول بصیلات الشعر، وبالتالي تمنح الشعر لمعاناً مميّزاً، وتحافظ على مرونة البشرة واستعادة توهجها، كما تقوي الأظافر، بالإضافة إلى استخدامها في علاج حالات الصلع.

5.2 ما هي مادة السيليكا

5.2.1 ثاني أكسيد السيليكون

ارتبط مصطلح السيليكا بالرمال منذ القدم، وعُدَّتْ المكون الرئيس له، وهي نتاج ارتباط مادة السيليكون بثاني أكسيد الكربون والأكسجين، وتعدّ المكون الرئيس لبعض المعادن المكونة للصخور كالفلسبار والبيروكسين والكوارتز، ويتم استخدام المصطلح أيضاً في الإشارة إلى رمال السليكا، وهي رمال نقية بيضاء تحتوي على نسب عالية من ثاني أكسيد السيليكون تتجاوز 85% وتدخل في عدد كبير من الصناعات أهمّها مواد البناء والزجاج، وبعد عام 1918 بدء مفهوم السيليكا يرتبط بمادة هلامية ابتكرها والتر باتريك وهو شكل زجاجي لأوكسيد السيليكون كانت أول أمثلته التطبيقية أقنعة الغاز في الحرب العالمية الأولى، وانتشر بعدها انتشاراً كبيراً ودخل في العديد من الصناعات.

5.2.2 السيليكا الطبيعية

- يقصد بها ثاني أكسيد السيليكون المتواجدة بشكل طبيعي في الرمال، وهي ثروة طبيعية تغطي مساحات شاسعة في الوطن العربي.
- تزداد قيمة الرمل بانخفاض الشوائب والمعادن الموجودة به وازدياد نقاوته.
- تبلغ نقاوته بشكل طبيعي ما يقارب 95% ويمكن زيادتها بتقنيات صناعية بسيطة إلى 98.5%.
- تشكل مادة أساسية في البناء، ويستهلك العالم ما قرابته 15 مليار طن منه في هذا المجال.
- تعدّ صناعة الزجاج والأفران من أهمّ الصناعات المستهلكة للمادة، إذ تستحوذ على 80% من الإنتاج العام لها.
- تدخل في صناعة العديد من الأجهزة والمواد الصناعية ومن أمثلتها اللاقطات الشمسية والألياف البصرية وبعض القطع الإلكترونية.
- تستخدم كويرات المصنعة منها في تنقية المياه وتحفيز التفاعلات الكيميائية وإعطاء خواص جديدة للبوليمرات.

- تستخدم بشكلها المجوف لإحداث تصدع في الطبقات الأرضية لغايات استخراج النفط، بالإضافة لاستخدامها في المجال الطبي لحمل الأدوية داخل جسم الإنسان.
- تعدّ من الثروات المهملة في الوطن العربي فبينما يباع الطن مقابل 7.7 دولار بالنسبة لرمال السيليكات وهو خام يمكن تنقيته قبل البيع بما يرفع سعر الطن إلى 56 دولار أي قرابة 6 أضعاف.

5.2.3. السيليكات الهلامية

- مادة حبيبية دخلت العديد من المنازل على شكل أكياس صغيرة داخل عبوات الأحذية والحقائب وعلب الأجهزة الإلكترونية وعلب الأدوية والفيتامينات.
- تعدّ من أشكال ثاني أكسيد السيليكات ويتم إنتاجها صناعياً من مادة سليكات الصوديوم.
- يعدّ الخرز أكثر أشكال السيليكات الهلامية شيوعاً في الحياة اليومية.
- تمثل مادة ذات درجة حموضة عالية وهي شديدة الامتصاص للرطوبة، ممّا يفسر انتشارها كمادة حافظة بشكل كبير.
- في الحرب العالمية الثانية لم يكن هنالك غنى عنها للحفاظ على المعدات العسكرية والبنسولين بحالة جفاف وحمايتها من التلف بتأثير الرطوبة.
- تعدّ مادة السيليكات بهذا الشكل من المواد السامة إلى حد ما
- رغم إضافة المادة الهلامية إلى بعض الأدوية والأغذية بنسب مدروسة، إلا أنه ينصح بإبقائها بعيدة عن تناول الأطفال.

5.3. استخدامات السيليكات

- بعد التعرف على فوائد السيليكات الصحية، يجب التعرف على فوائد السيليكات الصناعية، حيث أن للسيليكات دوراً في التطور العمراني والتكنولوجي، ومن أهم استخدامات السيليكات في هذه المجالات ما يأتي:
- **البناء والعمران:** تدخل السيليكات كمكوّن رئيس في صناعة الأسمنت، الذي يستخدم في عمليات البناء.
- **صناعة الزجاج:** تستخدم السيليكات لصناعة العديد من أنواع الزجاجيات.
- **صناعة السيراميك:** تدخل رمال السيليكات في صناعة السيراميك كمكوّن أساسي لتزجيج السيراميك، ودونها لا تستطيع المكونات الأخرى الارتباط مع بعضها.

- صناعة الألياف البصرية: وهي الألياف الخاصة بالاتصالات حيث أن لها درجة عالية من التوصيل الحراري، إضافة إلى قدرتها العالية على تحمل الضغط الضوئي العالي.
- صناعة الإلكترونيات الدقيقة: تستخدم السيليكا في أنقى صورها لصناعة الإلكترونيات الدقيقة، مثل الشرائح الإلكترونية والأقراص المدججة.
- استخراج الحمض النووي: تعدّ السيليكا مفيدة جداً في المختبرات الطبية، حيث تعرف باسم عامل إزالة المادة المشبعة.

6. كروماتوغرافيا العمود

كروماتوغرافيا العمود في الكيمياء هو طريقة تستخدم لفصل مكونات مركبات كيميائية من خليط من المركبات . وغالبا ما تستخدم في التطبيقات التحضيرية على مقاييس دقيقة تبدأ من ميكروغرام وتصل إلى كجم. والميزة الرئيسية لكروماتوغرافيا العمود هو التكلفة المنخفضة نسبيا. يستعمل في الكروماتوغرافيا العمودية عادة الزجاج لدعم الطور الصلب ، حيث يشتري الطور الصلب مسبقاً وبنشط إذا لزم الأمر بتسخينه إلى درجة حرارة معينة ، ويغسل في حالة راتينج المبادل الأيوني أو يبلل بالماء لينتفخ في حالة الترشيح الهلامي وتضاف العينة المراد فصلها إلى أعلى العمود ثم تلفظ بمذيب ملائم . الكروماتوغرافيا العمودية تستخدم هذه الطريقة أساسا للفصل الكمي حيث يكون :عمود الفصل عبارة عن عمود من الزجاج يشبه السحاحة قطرة 3 سم وطوله حوالي 50 سم وفي نهايته صنوبر) صمام (كما يوضع في طرفه السفلي قطعة من القطن أو الصوف الزجاجي ويملا العمود إما بحبيبات من الألومينا «Al₂O₃» الصلبة أو السليكا جل والتي تمثل الطور الثابت أو الحبيبات الدعامة الصلبة المغطاة بطبقات رقيقة من سائل يمثل الطور المتحرك.

بعد ذلك توضع المادة المراد فصلها على هيئة محاليل مذابة في الماء في قمة العمود ويفتح الصنوبر فينسب المذيب حتى يتم امتزاز أو تجزئة المواد المراد فصلها حسب نوع الطور الثابت المستخدم . بعد ذلك يضاف قليل من المذيب أعلى العمود فتأخذ المواد المراد فصلها في التحرك بسرعات نسبية مختلفة وتظهر بعد ذلك عدة مناطق ملونة بعد ان كانت منطقة واحدة أعلى العمود وبمرور الوقت يحدث الفصل التام لمكونات المادة المراد فصلها ويصبح لكل مادة منطقة خاصة بها وفي حالة استخدام مواد غير ملونة فان هذه المناطق لا ترى بالعين المجردة ولكن يستدل على وجودها باستخدام الكواشف الكيميائية. تصنيفها يعتمد على تقنية الفصل المستخدمة: و تتألف كروماتوغرافيا الأعمدة من:

6.1. العمود الكروماتوغرافي

العمود الكروماتوغرافي يتراوح طول العمود الكروماتوغرافي والذي غالباً ما يكون من الزجاج في الطرق الكروماتوغرافية التقليدية ما بين (10-30 cm) بقطر (1 cm) أو أكثر. نجد انه لا بد من السريان المتجانس خلال العمود. المسافة التي ينتشر من خلالها المذاب في الطور المتحرك في مستوى الجسيمات. يسير الطور المتحرك من العمود بفعل الجاذبية أو بفعل ضغط منخفض ويعتمد معدل سريانه على حجم حبيبات الطور الساكن وعلى قطر العمود ولزوجة الطور المتحرك وقطيبته على وضع الصمام الموجود في نهاية العمود وفي أغلب الحالات يفضل أن يكون هذا المعدل في حدود (1 مل /دقيقة) ويوضع في نهاية العمود كمية من الصوف الزجاجي أو القطن الطبي لمنع خروج الطور الساكن من العمود .وهناك نوعين من الأعمدة:

أعمدة محشوة **Packed Column**: وهي عبارة عن أنابيب معدنية من الفولاذ غير القابل للصدأ أو النيكل أو الألمنيوم أو الزجاج أو التيفلون وتنتج من قبل شركات معروفة. أعمدة فارغة **Empty Column**: وهي عبارة عن أعمدة من الزجاج أو الفولاذ تعبأ عادة في المخبر قبيل الاستخدام.

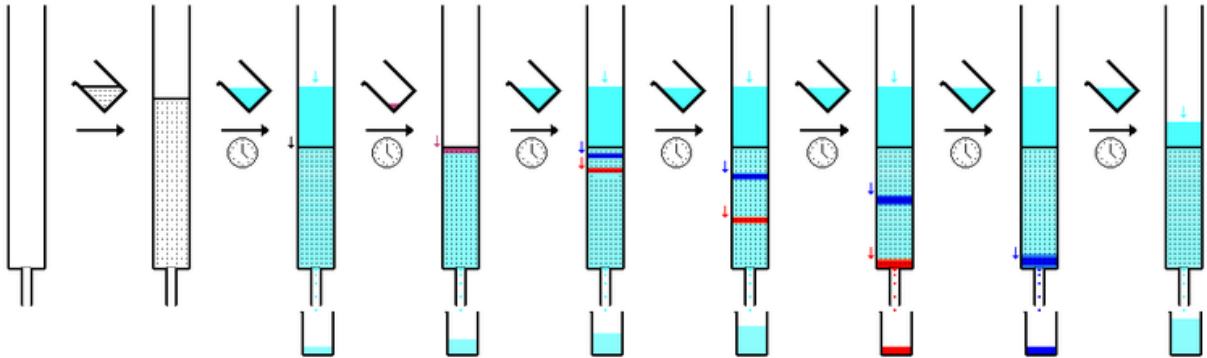
6.2. الطور الساكن (الصلب - الثابت)

الطور الساكن (الصلب - الثابت) هو عبارة عن مادة قطبية ذات خواص امتزازية جيدة وتعتبر الألومينا وهلام السيليكا جيل من أكثر المواد استخداماً على الرغم من أن هناك العديد من المواد التي يمكن استخدامها كطور ساكن مثل الفحم - كربونات الكالسيوم - النشاء ومسحوق السليلوز.

6.3. الطور المتحرك

ان مهمة الطور المتحرك لا تنحصر في نقل المكونات عبر العمود فقط بل إن له تأثير على معامل التوزع وذلك يعتمد على قوة إذابته بالإضافة إلى ذوبان المكونات في الطور المتحرك فإن هناك تنافس بين تلك المكونات وجزيئات الطور المتحرك على الامتزاز على سطح الطور الساكن. ويشترط في المذيب لكي يستخدم كطور متحرك:

أن لا يخرج المكونات من العمود بسرعة لأن ذلك يؤدي إلى عدم فصلها.
ألا تكون سرعة التمليص بطيئة لأن ذلك يؤدي إلى الحصول على أزمان استبقاء طويلة.



6.4. زمن المكوث (زمن الاستبقاء)

هي الفترة الزمنية التي تمضيها العينة داخل العمود من لحظة الحقن حتى وصول القمة الكروماتوغرافية إلى نهايتها العظمى وهي عبارة عن قرينة كيفية تميز مادة عن مادة أخرى ويرمز لها بـ (t_R) وكلما كانت (t_R) كبيرة خرجت المادة من العمود في وقت متأخر وكان ارتباطها بالطور الساكن أقوى.

6.5. الأنظمة الآلية



كروماتوغرافيا العمود هي مرحلة تستهلك وقتا طويلا جدا في أي مختبر ووهي تمثل عنق زجاجة لفي عمليات أي مختبر . لذلك، العديد من الشركات المصنعة مثل Buchi ، تيليدين إيسكو، وضعت أنظمة كروماتوغرافيا فلاش الآلي

(عادة ما يشار إليها باسم LPLC كروماتوغرافيا السوائل منخفضة الضغط، نظام كروماتوغرافيا الأيونات الآلية. حوالى | 350 | - | 525 | kPa|psi| التي تقلل من المشاركة البشرية في عملية التنقية. وستشمل النظم الآلية المكونات التي توجد عادة على أنظمة أكثر تكلفة العالية الأداء كروماتوغرافيا السوائل عالية الضغط (HPLC) مثل مضخة متدرجة، منافذ حقن العينة، كاشف الأشعة فوق البنفسجية وجمع التجزئة لجمع الشاطف. عادة هذه النظم الآلية يمكن أن تفصل عينات من بضعة ملليغرام إلى العديد في المدى الصناعي وحوالى عدة كيلوغرامات فهو يقدم حلا أرخص بكثير وأسرع على القيام حقن متعدد على الأنظمة الإعدادية- HPLC. .

6.6. كروماتوغرام العمود الدقة والحساب



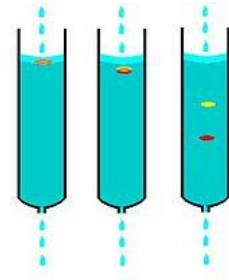
إعداد نموذجي لمختصر كروماتوغرافيا العمود.



تنقية العمودي



أجزاء كروماتوغرافيا العمود



عملية الفصل داخل العمود

7. المصادر

7.1 المصادر العربية

1. «الامتياز من المحاليل» - جامعة أم القرى
• جريدة. Cussler(1997) نشر : كبير للنقل الجماعي في الأنظمة السائلة، الطبعة الثانية، pp. 308 – 330.
• هندرسون، أب، قانون الجنسية Seetohul ، عميد حزب العدالة والتنمية ، P.راسل ، S. Z. Pruneanu وعلوي (2009).
• ألف أيسوثرم الرواية، واضعاً النموذج الذي ساعد في تجميع امتياز مونولاير والتغيرات الهيكلية، انجيمور، المجلد. 25، لا. 2، ص. 931-938.
• كيسليوك، ' (1957). P. غازات الاحتمالات الشائكة chemisorbed على السطوح الصلبة، مجلة الفيزياء والكيمياء من المواد الصلبة، المجلد. 3، ص. 95-101.
• نارايان، والملخص الفني ليرتي الملك (1998). 'الهيدروجين الدولي للامتياز على السيليكا التي تدعمها RU_AG الفضة والنحاس والحفازة المتعلقة بنظام المعدنين للتحقيق عبر المسعرة الجوهرية، المجلد. 312، nos.1 - 2، pp. 105 – 114.
• Üner ، لا، N. Savargoankar ، M. Pruski ، الملخص الفني والملك، (1997). 'آثار المروجين القلوي على ديناميات التعاطي بالكيمياء والهيدروجين وحركية التفاعل الغازي على المواد الحفازة Ru/SiO2 ، دراسات في علوم المساحة والحفز ، vol.109، ص. 315-324.
• Uner,D.O. (1998). 'آلية معقولة لتعزيز القلويات في توليف فيشر تروبش : لكثف التنقلات' ، هندسة الكيمياء الصناعية، والبحوث، المجلد. 37، ص. 2239-2245.
• VanderWiel ، وموانئ دبي، M. Pruski الملخص الفني والملك (1999). 'دراسة الحركية للامتياز وردود الفعل من الهيدروجين على السيليكا التي يساندها الروثينيوم والفضية والروثينيوم المتعلق بنظام معدنين المحفزات خلال الهدرجة من أول أكسيد الكربون'، مجلة الحفز، المجلد. 188، لا. 1، pp. 186 – 202.
• Zupanc ، C. ، A. Hornung ، O. Hinrichsen و' (2002). Muhler M. تفاعل الهيدروجين مع محفزات Ru / MgO ، مجلة العامل المساعد، الجزء. 209، pp. 501-514.
2. التميمي، كنعان عمران (واخرون)، (أساسيات المعرفة البيئية)، دائرة حماية وتحسين البيئة، بغداد، 2001
3. العزه ، شحادة محمود، حماية البيئة الإنسانية ،(اضواء وتطلعات) ، عدد خاص من نشرة الابحاث السياحية، وزارة السياحة والآثار، المملكة الاردنية الهاشمية ، اذار 1980.
4. أ.د. الخفاف، عبد علي، الجغرافية البشرية (اسس عامة)، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، 1422هـ-2001م.
5. عمر محجوب ، (التلوث بالنفط أسبابه وآثاره على البيئة) شبكة الانترنت
6. علي، مقداد حسين، (نوعية المياه وانتشار الملوثات)، مجلة العلوم، العدد (67)، دار الشؤون الثقافية، بغداد، 1992

7. العاني، هيفاء عبد ابراهيم، (تحديد الملوثات في مياه الانهار وتأثيرها على البيئة)، المؤتمر القطري العلمي الأول في تلوث البيئة واساليب حمايتها ، منظمة الطاقة الذرية بالتعاون مع دائرة حماية وتحسين البيئة، بغداد، 5-6 تشرين الثاني 2000، منظمة الطاقة الذرية العراقية بالتعاون مع دائرة حماية وتحسين البيئة، بغداد، 2000.
8. الحسيني ، هيفاء جاسم .(2006) امتزاز بعض الصبغات على سطوح اكاسيد الحديد والنحاس والزنك والالمنيوم .أطروحة ماجستير جامعة الكوفة كلية التربية للبنات .
9. الدليمي ، ع.ص. (2002).امتزاز بعض المركبات الالديهيدية والكيثونية على سطح من مسحوق الصخور السيسيلسية رسالة ماجستير جامعة بغداد.

7.2 المصادر الاجنبية

10. Sameer M.J.,Hussein K.A.H and Saadon A.Isa "The Ability of Attapulgitic Clay as a physical Antidote in Adsorption of some Drugs from Solution ",J. Iraqi .Sci., 2001, 80-98.
11. Ganjan F.,Cutie A.J.and Jochsberger T."In-vitro Adsorption studies of Cimitidine " J.phrm.Sci., 1980, 69(3), 352.
12. Osick J.and Copper I.L. " Adsorption ",John Willey and Sons , Inc ., New York ,p:126 (1982) .
13. Giles C.H,and Smith D. "A General Treatment and Classification of solute Adsorption Isotherm " , J. Colloid and Interface Science, 1974, 47, 3, 755.
14. Vinod V.P. and Anirudham T.S. "Adsorption of Tannic Acid on Zirconium pillared clay " , J.Chem. Technol.Biotechnol., 2001, 77, 92.
15. [واي باك يوليو 2017 على موقع 16 نسخة محفوظة](#) [Setting up a flash chromatography column](#) [مشين](#).
16. Still, W. C.; Kahn, M.; Mitra, A. [J. Org. Chem.](#) 1978, 43(14), 2923-2925. (doi:[10.1021/jo00408a041](#))
17. Laurence M. Harwood, Christopher J. Moody (1989). Experimental organic chemistry: Principles and Practice (الطبعة Illustrated). 185–180 صفحات. [ISBN 978-0-632-02017-1](#).
18. Isolation of Three Components from Spearmint Oil: An Exercise in Column and Thin-Layer
19. Chromatography Davies, Don R.; Johnson, Todd M. J. Chem. Educ. 2007 84 [Abstract](#) [نسخة محفوظة](#) 09 على موقع 2008 [واي باك مشين](#) نوفمبر 2008 على موقع 09 [نسخة محفوظة](#) 84 [Abstract](#) 2007.
20. [Bury, Charles Rugeley](#)Encyclopedia.com Complete dictionary of scientific biography (2008) [واي باك مشين](#) أبريل 2016 على موقع 26 [نسخة محفوظة](#)
21. Matsumoto, Paul S (2005). "[Trends in Ionization Energy of Transition-Metal Elements](#)". Journal of Chemical Education. 82 (11): 1660. [Bibcode:2005JChEd..82.1660M](#).doi:[10.1021/ed082p1660](#).

22. Jensen, William B. (2008). "Is Mercury Now a Transition Element?". J. Chem. Educ. 85 (9): 1182–1183. [Bibcode:2008JChEd..85.1182J](#). [doi:10.1021/ed085p1182](#).
23. [Silica gel](#), site www.jtbaker.com [نسخة محفوظة](#) 31 على موقع 2017 مايو [واي باك مشين](#).
24. [Silica gel](#), site www.chemcas.org [نسخة محفوظة](#) 09 على موقع 2017 يونيو [واي باك مشين](#).
25. Maryann Feldman and Pierre Desrochers (March 2003). "[Research Universities and Local Economic Development: Lessons from the History of the Johns Hopkins University](#)"(PDF). Industry and Innovation. 10 (1): 5–24.
26. Spence Konde, "[Preparation of High-Silica Zeolite Beads From Silica Gel](#)," retrieved 2011-09-26 [نسخة محفوظة](#) 04 على موقع 2016 مارس [واي باك مشين](#).
27. Environmental Health and Safety (2007-09-10). "[Silica Gel](#)". [الأصل](#) تمت أرشفته من في 26 [ديسمبر](#) 2017. اطلع عليه بتاريخ 12 يناير 2008.