## مبادئ الكيمياء الخضراء

١. من الأفضل المنع أو التقليل من المخلَّفات، على معالجتها والتخلص منها بعد تشكيلها.

٢. من الأفضل تصميم طرق التحضير بصورة تجعل جميع المواد المتفاعلة تدخل في تركيب الناتج المراد تحضيره.

٣. يجب تصميم طرق تحضير آمنة، بحيث تكون المواد المستخدمة أو المخلفة منخفضة السُّمِّيَّة أو غير سامَّة بالنسبة للإنسان والبيئة.

٤. يجب أن يكون المركَّب الكيميائي الناتج ذا كفاءة عالية، وذا سُمِّية منخفضة.

٥. يجب الاستغناء عن مواد مثل المذيبات العضويَّة، أو استخدام مواد أخرى أقل سُمِّيَّة.

٦. استخدام الطاقة يجب أن يراعى فيه الجانب البيئي والاقتصادي، ويجب أن يُقلَّل منه، أو القيام بالتفاعلات في درجات الحرارة الاعتيادية.

٧. يُفضَّل استخدام المادة الأوَّليَّة القابلة للتجديد، على استخدام مواد غير مُتجدِّدة.

٨. يجب التقليل من عمليات الاشتقاق على الجزئيَّات والتغييرات في الطرائق الفيزيائية والكيميائية؛ لأن ذلك يُنتِج مُخلَّفات ضارَّة.

٩. يجب أن يكون عامل الحفْز اختياريًّا ومتخصِّصًا بشكل كبير، أفضل من استخدام كميَّات متكافئة للمتفاعلات.

١٠. يجب أن تُصمَّم المركَّبات المُنتجة بحيث لا تتراكم في المحيط بعد أداء وظيفتها، وتتفكَّك إلى مواد بسيطة غير مضرَّة بالبيئة.

١١. يجب تطوير طرائق التحليل الكيميائي؛ لمراقبة التفاعلات لحظيًّا، والتحكُّم بها قبل تشكُّل أيّ مادَّة سامَّة أو خطِرة.

١٢. يجب ألا تكون المواد المستخدمة أو المُخلَّفة خلال العملية الكيميائية خطِرة أو يَنجم عنها حوادث كالانفجار أو الحرائق.

# تلوث الهواء

## ملوثات الهواء

تقسم إلى قسمين : ١) ملوثات أساسية ٢) ملوثات ثانوية

### أولاً : الملوثات الأساسية :

- **الأكاسيد :**

: وهي الناتجة عن حرق الوقود الاحفوري مثل الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي حرقاً كاملاً وينتج عن ذلك : ,

١. ثاني أكسيد الكربون . $CO_2$
٢. بخار الماء . , $H_2O_{(g)}$
٣. ثاني أكسيد الكبريت . $SO_2$
٤. أكاسيد النيتروجين والتي يرمز لها بصفتها مجموعة ( $NO_x$ ) .
٥. إضافة إلى العناصر الثقيلة التي تكون بحالة غازية أو صلبة دقيقة مثل : الزرنيخ ( As ) والكادميوم ( Cd ) والرصاص ( Pb ) والزئبق ( Hg ) .

وعندما يكون الاحتراق غير كامل ينتج : أول أكسيد الكربون CO و دقائق عالقة من الكربون العنصري والعضوي هيدروكربونات عديدة الحلقات.

مصادر أخرى لتلوث الهواء بالأكاسيد

البراكين ، حرائق الغابات ، المياه المعدنية ، دخان المصانع ، مواقد البيوت التي يستخدم فيها الفحم والحطب ، لفافات التبغ وتدخين السجائر .

- **المركبات العضوية المتطايرة :**

٦. وهي الناتجة عن عوادم السيارات وحرق الفحم الحجري مثل : المركبات الهيدروكربونية كالميثان والبنزين والكلوروفورم.

- **المركبات العالقة والقطيرات :**

وهي مواد صلبة توجد عالقة في الهواء مثل : الغبار وجراثيم الكائنات الحية المتحوصلة والرصاص وأملاح الكبريت وأملاح النترات .

أما القطيرات مثل : النفط والمبيدات الحشرية .

خطورتها تكمن في أنها تترسب في داخل الجهاز التنفسي وقدرتها على امتصاص مواد أخرى من الهواء الجوي عالية .

### ثانياً : ملوثات الهواء الثانوية : Secondary air Pollutants

مثل : الدخان الكيميائي الضوئي والأوزون والمطر الحمضي ، وهي ناتجة من تفاعل الملوثات الأساسية للهواء مع بعضها بعضاً أو مع ملوثات أخرى أو مع الماء ، أو مع أشعة الشمس .

مصادر تلوث الهواء :

وتتمثل مصادر تلوث الهواء فيما يأتي : المصادر الثابتة ، المصادر المتحركة

**أ. المصادر الثابتة :**

- المصانع :

وينتج من أنشطتها ملوثات عديدة ، تتمثل هذه الأنشطة بعمليات تصنيع المواد الفلزية ومصانع تكرير النفط وانتاج الأسمدة والمركبات العضوية .

– حرق الأخشاب والغابات والوقود الأحفوري ، مصانع المنظفات ومصانع إنتاج الحموض الأملاح والقواعد والغازات .

- محطات توليد الطاقة :

١- المحطات التي تستخدم الوقود الأحفوري تساهم في تكوين الملوثات الثانوية

٢- المحطات التي تستخدم المواد المشعة تسبب مخاطر طويلة الأمد على البيئة ، وتسبب تلوث حراري عند عمليات التبريد

**ب . المصادر المتحركة :**

- تتمثل في وسائط النقل البرية والبحرية والجوية
- تعمل على رفع تركيز الملوثات في مناطق معينة محدثة ظواهر تلويث بيئية مثل : الأوزون ، المطر الحمضي ، الدخان الضوئي .

**تأثير ملوثات الهواء على البيئة المحلية :**

**أ. تكون الأوزون قرب سطح الأرض :**

يتكون الأوزون من زيادة استخدام الأسمدة الكيميائية وما ينتج في عوادم السيارات مما يؤدي إلى تكون أكاسيد نيتروجين ($NO_2$ ،NO ) وخاصة التي تؤدي إلى تكون الأوزون .

الأوزون على سطح الأرض ضار بصحة الإنسان والنبات ؛ لأنه يعد عاملاً مؤكسداً قوياً .

**ب. تكوين المطر الحمضي Acid Rain :**

يعزى تكون المطر الحمضي إلى وجود أكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين في طبقة التروبوسفير مع بخار الماء .

- تتكون أكاسيد النيتروجين نتيجة اتحاد الأكسجين مع النيتروجين بمساعدة البرق والصواعق وفي عمليات الاحتراق الداخلي في محركات السيارات.

- يتكون ثاني أكسيد الكبريت من البراكين والمصانع التي تنتج حمض الكبريتيك أو التي تستعمله في صناعاتها .

أعلى درجة إشباع لأكاسيد الكربون تعطيه رقما هيدروجينياً ph 5.6

سؤال : وضح بالمعادلات تكون المطر الحمضي ؟

جواب : $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$ حمض النتريك

$SO_2 + HO \rightarrow H_2SO_3$ حمض النتريك

آثار المطر الحمضي

١- يغير الخصائص البيولوجية والكيميائية للمياه والتربة [ خاصة عند وجود نقص في كربونات الكالسيوم ] .
٢- يؤثر في حياة الأحياء المائية
٣- يسبب تآكل وتلف المباني والطرقات الآسفلتية وتكون نتوءات وكهوف

### ج. تكوين الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي Photo Chemical Smog

عبارة عن مخلوط بني من الجسيمات الصغيرة و الغازات ، تتكون عند تفاعل المواد النيتروجينية و الهيدروكربونية المحتوية على الأكسجين في وجود ضوء الشمس ، و هي تسمى أحيانا بتلوث الأوزون ، و ذلك نظرا لأن الأوزون يتخلق عند تفاعل عادم السيارات مع ضوء الشمس.

### العوامل التي تساعد على تكوين الضباب الدخاني :

١- وجود ملوثات أساسية بتراكيز عالية ناتجة عن انشطة الانسان خاصة في المناطق الصناعية أو المكتظة بالسكان.
٢- وجود حالة سكون هوائي فيها ( حتى تتركز الملوثات في الغيمة وتتفاعل مع بخار الماء والضوء ).
٣- وجود بخار الماء .
٤- وجود أشعة الشمس

أنواع الدخان الكيميائي الضوئي :

| وجه المقارنة | الدخان الكيميائي الضوئي (ضبخن لوس أنجلوس) | الدخان الكبريتي ( اللندني) |
|---|---|---|
| وقت حدوثه | فصل الصيف | فصل الشتاء |
| أسبابه ونوعية الملوثات | أكاسيد النيتروجين، الهيدروكربونات - الأشعة الشمسية وخصوصاً الأشعة فوق البنفسجية، التي لديها القدرة على تحرير ذرة الأوكسجين من أكاسيد النيتروجين فيؤدي إلى تكون الدخان . | احتراق النفط أو الفحم في محطات توليد الكهرباء الضخمة فينتج عن ذلك تراكيز عالية من أكاسيد الكبريت. |

مشكلات تلوث الهواء العالمية

### أ. استنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير : (ثقب الأوزون)

أهمية طبقة الأوزون : حماية للإنسان والكائنات الحية عامة لامتصاصه أشعة الشمس فوق البنفسجية الضارة .

❁ ما الذي أدى على استنزاف طبقة الأوزون :

❖ أسباب طبيعية : مثل البراكين .

من فعل الإنسان : مثل استخدامه للغاز المسمى الكلوروفلوروكربون وهو خليط من عدد من الغازات ( $CF_3CL$, $CFCL_3$,$CFCL_2$) - يستخدم في كيميائيات الرش والرذّاذات ( Sprays ) وتنظيف الآلات الدقيقة وصناعة الإسفنج والصناعات القائمة على التبريد كصناعة الثلاجات .

- تصعد هذه الغازات بفعل تيارات الحمل إلى أعلى حتى تصل الستراتوسفير وتحدث سلسلة من التفاعلات مما يؤدي إلى تدمير الأوزون واضمحلاله .

$$CFCl_3 \longrightarrow CFCl_2 + Cl$$

$$CFCl_2 \xrightarrow{UV} CFCl + Cl$$

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$

$$ClO + O_3 \longrightarrow Cl + 2O_2$$

**ب. تغير المناخ :** في الغلاف الجوي مع الزمن( **ظاهرة الإحتباس الحراري**)

❖ يؤدي تزايد تراكيز غازات الدفيئة مثل : $CO_2$ , $N_2O$ , $CH_4$ , CFC إلى ارتفاع شامل لدرجة حرارة الغلاف الجوي بكامله ؛ لأن هذه الغازات كلها شفافة نسبياً لأشعة الشمس فتسمح بنفاذها ، إلا أنها تحتبس الحرارة المنبعثة من سطح الأرض ، لأنها أكثر فاعلية في امتصاص الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات الأطول " "

❁ كيف تؤثر ظاهرة الاحتباس الحراري في تغير الأنظمة المناخية على سطح الأرض

١. يؤدي الى تباطؤ الحياة النباتية والحيوانية .

٢. زيادة متوسط الأمطار ورطوبة التربة وتخزن المياه في مناطق ونقصها في مناطق أخرى .

٣. ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب انصهار الجليد في القارات القطبية .

## تلوث المياه

- التغير في المواصفات والمعايير الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء الصالح للشرب والاستعمال البشري، وينتج بفعل إضافة ملوثات إلى النظام البيئي .

✓ تعريف الملوثات : كل مادة أو طاقة تعرض الإنسان للخطر أو تهدد سلامته أو سلامة المصادر الطبيعية وتوازنها، بطريق مباشر أو غير مباشر .

✓ مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها

- الخصائص الفيزيائية Physical Parameters

الماء النقي لا لون له ولا رائحة ولا طعم

مسببات الطعم والرائحة في الماء :

- وجود بعض المواد العضوية .
- وجود بعض المواد غير العضوية، فمثلا وجود $H_2S$ في المياه يصبح لها رائحة البيض الفاسد .
- الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا .

- المواد الصلبة Solid matters

تقسم المواد الصلبة في الماء إلى :

١. مواد عضوية، مثل المركبات العضوية الناتجة من تحلل النباتات .

٢. مواد غير عضوية، مثل الفلزات والمعادن .

أو تقسم إلى مواد عالقة ومواد ذائبة :

١. مواد عالقة (Suspended Solids ) : ويقاس مجموع المواد العالقة TSS في الماء عن طريق :-

ترشيحها باستخدام ورق ترشيح، ثم تجفيفها في فرن عند درجة حرارة ١٠٥ ° س . وبالنهاية إيجاد كتلتها

٢. مواد ذائبة ( Dissolved Solids ) : ويقاس مجموع المواد الصلبة الذائبة TDS في الماء بإحدى الطريقتين الآتيتين :

أ- تبخير كمية محددة من المياه وإيجاد كتلة المواد الصلبة الباقية بالملي غرام / لتر . ( ملاحظة : يجب أن تكون المياه المراد قياس الـ ( TDS ) لها خالية تماما من المواد العالقة ).

ب- الموصلية الكهربائية

كلما كان تركيز المواد الصلبة الذائبة في الماء أكبر كلما كان قابلية الماء لنقل التيار الكهربائي أكبر

تعتمد الموصلية الكهربائية للماء على :

أ- مجموع المواد الصلبة الذائبة . ب- درجة حرارة المياه . ج- تركيز الأيونات . د- تكافئ الأيونات .

تعد المواد الصلبة في الماء إحدى ملوثاته في الحالات :

١- زيادة تركيزها في الماء .

٢- إذا كانت مواد سامة .

٣- إذا كانت مواد مسرطنة، عندئذ يكون الماء غير صالح للاستعمالات المنزلية والصناعية .

**التركيب الكيميائي للمواد الصلبة في الماء :**

ليس لها تركيب كيميائي معين ؛ بسبب اعتماد هذا التركيب على طبيعة الصخور التي يمر منها الماء وعلى طبيعة الفضلات المنزلية والصناعية .

تقسم المياه إلى أنواع حسب محتواها من الـ TDS (مجموع المواد الذائبة) . انظر الجدول أدناه :

| نوع المياه | قيم الـ TDS ( مغ / لتر ) |
|---|---|
| مياه عذبة | 1000 > |
| مياه متوسطة الملوحة | 3000 . 1000 |
| مياه المسوس | 10000 . 3000 |
| مياه مالحة | 35000 . 10000 |
| مياه مالحة جداً | أكبر من 35000 |

## الخصائص الكيمائية Chemical parameters

✓ أهميتها : **علاقتها في إذابة مواد أخرى .**

✓ تحديدها : **عن طريق إجراء الفحوصات التالية للماء : الرقم الهيدروجيني ، القلوية ، الحمضية ، العسرة ، الأكسجين الذائب ، العناصر الثقيلة .**

### تدريب

**درجة حرارة الأرض ثابتة نسبيا نتيجة لـ**

a. الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الشمس يتم امتصاصها بواسطة مياه المحيطات
b. الأشعة تحت الحمراء الصادرة من سطح الأرض يتم امتصاصها بواسطة ثاني أكسيد الكربون ، بخار الماء ، الميثان في الغلاف الجوي . √
c. الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الشمس تمتص بواسطة ثاني أكسيد الكربون ، بخار الماء ، الميثان في الغلاف الجوي .
d. الأشعة تحت الحمراء الصادرة من سطح الأرض يتم امتصاصها بواسطة النيتروجين و الأكسجين و الآرغون في الغلاف الجوي
e. الأشعة المرئية المنعكسة على سطح الأرض يتم امتصاصها بواسطة بواسطة ثاني أكسيد الكربون ، بخار الماء ، الميثان في الغلاف الجوي .

**لماذا يعد CO ملوِّث خطير ومادة سامة**

**a.** لأنه يدمر مركبات المطاط الطبيعي
**b.** لأنه يسبب أمطار حمضية
**c.** لأنه عديم اللون وعديم الرائحة ويمكن أن يرتبط بالهيموجلوبين ويحل محل الأكسجين في الدم (يمنع تنقل الأكسجين) √
**d.** لأنه يسبب دخان كيميائي ضوئي
**e.** لأنه المسؤول عن تأثير ظاهرة الدفيئة
f. لأنه يحجب مواقع مستقبلات الأستيل كولين ، مسببا بذلك شلل وموت فوري
g. يسبب اللوكيميا
h. يسبب فشل كلوي

**أي التفاعلات التالية تطلق طاقة**

a. $O_{(g)} + O_{2(g)} + M_{(g)} \rightarrow O_{3(g)} + M^{*}_{(g)}$ √
b. $O_{2(g)} + h\nu \rightarrow 2\,O_{(g)}$
c. $CF_2Cl_2 + h\nu \rightarrow CF_2Cl_{(g)} + Cl_{(g)}$
d. $O_{3(g)} + h\nu \rightarrow O_{(g)} + O_{2(g)}$

**المسبب الرئيسي لتلوث الهواء في الطبقات الدنيا للغلاف الجوي**

**a.** انتاج الأكسجين الذري $O_{(g)}$ وثاني أكسيد الكربون
b. إنتاج ثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكربون
c. اطلاق جزيئات هيدروكربون من الوقود غير المحترق وانتاج ثاني أكسيد النيتروجين √
d. انتاج ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون
e. انتاج النيتروجين من خلال محركات الاحتراق

**أي غازات الغلاف الجوي تؤدي إلى تأثير (البيت الزجاجي) ظاهرة الدفيئة**

$CO_2$ _ $O_3$ _ $N_2$ _ $CO_2$ &$H_2O$ √ _ $H_2O$

**أي الأيونات التالية تتسبب في عسر الماء**

$OH^-$ _ $Mg^{2+}$ & $Ca^{2+}$ √ - $Na^+$ _ $K^+$

**الأساس الأولي الذي تم بناء عليه تقسيم طبقات الغلاف الجوي لعدة نطاقات**

الضغط _ احتواء الأكسجين _ درجة الحرارة √ _ أسباب تاريخية

**ما التأثير الصحي الرئيسي لـ $SO_2$**

**a.** أنه يمنع نفاذ الأشعة فوق البنفسجية من الوصول إلى سطح الأرض
**b.** يؤثر فعليا على مرضى الربو √
**c.** يمكن أن ينتج مطرا حمضيًا
**d.** يمنع الأكسجين من الارتباط بالهيموجلوبين

**أي الجمل التالية تصف بدقة الغلاف الجوي :**

a. درجة الحرارة ترتفع بانتظام مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض
b. الضغط يرتفع بانتظام مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض
c. درجة الحرارة تنخفض بانتظام مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض
d. الضغط ينخفض بانتظام مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض √
e. تركيز كل ملوثات الهواء الرئيسية ترتفع بانتظام مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض

**لماذا قد يحدث المطر الحمضي في غياب $SO_3$**

**a.** ذوبان غاز النيتروجين من الهواء يسبب حموضة الماء
**b.** بسبب الزيادة في تركيز CFCs
**c.** ذوبان الهيدروكربونات يسبب حموضة في الماء
**d.** ذوبان ثاني أكسيد الكربون يسبب الحموضة √
**e.** الماء دائما حامضي

**المطر الحمض هو نتيجة لسلسلة تفاعلات كيميائية التي تنتج محلول مخفف من**

HCl _ $CH_3COOH$ _ $H_2SO_4$ √ _ $H_2CO_3$ _ HBr

**أحد المشاكل التالية لا تسببها الأمطار الحمضية**

**a.** تلف المباني الرخامية
b. تلف الغابات
c. انتاج $SO_2$ من احتراق الفحم الحجري
d. إنقراض الأسماك في البحيرات
e. تكوين دخان كيميائي ضوئي √

**أي الغازات التالية لا تسبب تكون الامطار الحمضية**

$CO_2$ _ $CH_4$ √ _ $NO_2$ NO _ $SO_2$

**اختر المادة التي يُعتقد أنها مسؤولة جزئيا عن تناقص تركيز الأوزون في طبقة ستراتوسفير**

$O_2$ _ $N_2$ _ $CO_2$ _ √ $CFCl_3$

**ما تأثير وجود كمية كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي في الماء**

a. أن تحللها عملية ماصة للحرارة ، متسببة بانخفاض درجة حرارة الماء تحت الحد الذي تستطيع أن تعيش فيه الكائنات الحية
b. أنها تسبب نقص الأكسجين في الماء √
c. أنها يتسبب بموت الكائنات الحية التي تعيش في القاع ، حيث تتراكم وتستقر في القاع ، وتسبب بتسمم الكائنات الحية
d. أنها ترتفع إلى السطح وتمتص الضوء من الأطوال الموجية التي تحتاجها النباتات المائية

**أي التالي لا علاقة له باللون البني للضباب (الدخان الكيميائي الضوئي)**

_ √ $O_3$ _ NO _ $NO_2$ _ O

الهيدروكربونات

**أي العبارات التالية غير صحيحة فيما يتعلق بالأوزون**

**a.** بدون طبقة الأوزون ، لما ظهرت معظم النباتات والحيوانات
**b.** لتكوين الأوزون ، يلزم ذرة أكسجين و جزيء أكسجين و جزيء آخر
**c.** الأوزون في التربوسفير يمنع وصول الإشعاعات فوق البنفسجية √
**d.** الأوزون يمتص الضوء عند أطوال موجية أكثر من O _ $O_2$ _ $N_2$
**e.** للأوزون روابط ضعيفة نسبيا وتنكسر بسهولة إلى $O_2$ و O

**أي التالي لا ينتج من التحلل الحيوي للمواد في غياب الأكسجين**

√ $NO_3^-$ _ $H_2S$ _ $PH_3$ _ *CH4* _ $NH_3$

**أي التالي مادة غير قابلة للتحلل الحيوي في وجود الأكسجين**

$CO_2$ _ $HCO_3^-$ _ الفوسفات _ $NH_3$ _ $SO_4^{2-}$