Refrigeration and Air Conditioning

Dr. Bahaa Saleh

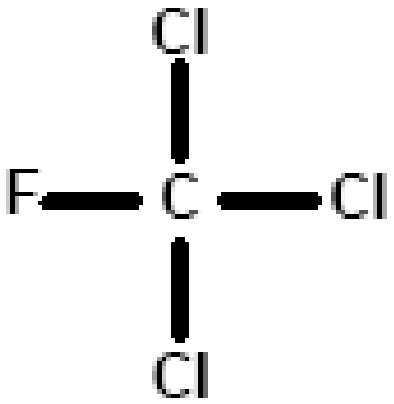
Working fluids for cooling and air conditioning systems

Working Fluids

- Chlorofluorocarbons (CFCs): R11, R12
- Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs): R22
- Hydrofluorocarbons (HFCs): R134a, R227ea, R245ca, R245fa, R236ea, R236fa
- Hydrocarbons (HCs): R290, R600, R600a
- Hydrofluoroolefins (HFOs): R1234yf, R1234ze(E)
- Mixed Refrigerants: R407C, R410A, R500

Chemical composition of working fluid

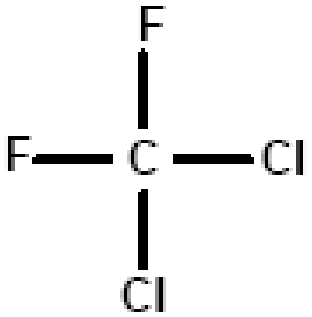
- **Organic working fluid**
  - عدد ذرات الكربون = الرقم الأول + 1.
  - عدد ذرات الهيدروجين = الرقم الثاني -1 .
  - عدد ذرات الفلور = الرقم الثالث.
  - عدد ذرات الكلور = عدد الذرات المتبقة اللازمة لتشبع ذرات الكربون والتي يمكن حسابها من العلاقة:
  - عدد الذرات = 2 * ن + 2. (ن هو عدد ذرات الكربون)
  - في عائلة الفريونات R11 , R22 الرقم الأول صفر وبناء عليه يكون عدد ذرات الكربون = صفر + 1 = 1



R11

- **مثال3: R11**
- عدد ذرات الكربون = صفر + 1 =1
- عدد الذرات اللازمة للتشبع = 2 * ن + 2
  = 2 * 1 + 2 = 4 ذرات
- عدد ذرات الهيدروجين = 1 -1 = صفر
- عدد ذرات الفلور = 1
- عدد ذرات الكلور = الذرات المتبقة =3
- وعليه يكون التركيب الكيميائي للفريون R11

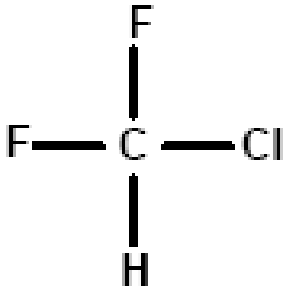
$$CCL_3F$$



R12

- مثال1: **R12**
- عدد ذرات الكربون = صفر + 1 =1
- عدد الذرات اللازمة للتشبع = 2 * ن + 2.
  = 2 * 1 + 2 = 4 ذرات
- عدد ذرات الهيدروجين = 1 – 1 =صفر
- عدد ذرات الفلور = 2
- عدد ذرات الكلور = عدد الذرات المتبقة اللازمة لتشبع ذرات الكربون = 2
- وعليه يكون التركيب الكيميائي للفريون R12

$$CCL_2F_2$$



R22

- مثال2: **R22**
- عدد ذرات الكربون = صفر + 1= 1 .
- عدد الذرات اللازمة للتشبع = 2 * ن + 2.

(ن عدد ذرات الكربون) = 2 * 1 + 2 = 4 ذرات

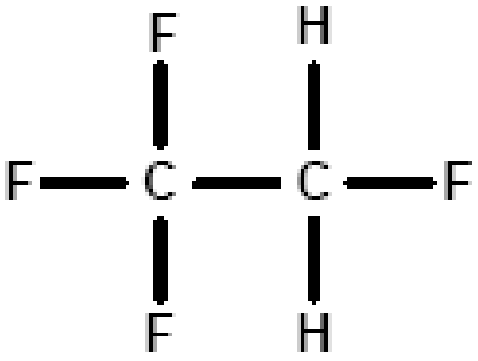
- عدد ذرات الهيدروجين = 2 -1 =1
- عدد ذرات الفلور = 2
- عدد ذرات الكلور =

عدد الذرات المتبقة اللازمة لتشبع ذرات الكربون =1

- وعليه يكون التركيب الكيميائي للفريون R22

$$CHCLF_2$$

- **مثال4: R134a**



R134a

- عدد ذرات الكربون = 1 + 1= 2 .
- عدد ذرات الهيدروجين = 3 -1 =2.
- عدد ذرات الفلور = 4.
- عدد ذرات الكلور = الذرات المتبقة = صفر.
- التركيب الكيميائي للفريون R134a

$$CF_3CH_2F$$

Non-Organic working fluid

- يتم كتابتها عن طريق وزنها الجزئي.
- تكون عبارة عن الوزن الجزئي مضاف إليه 700

. R(700 + MW)

- **مثال1:** النشادر (الأمونيا) NH_3
- الوزن الجزئي للأمونيا = 14 + 3 = 17
- عليه يصبح تمثيل الأمونيا R717

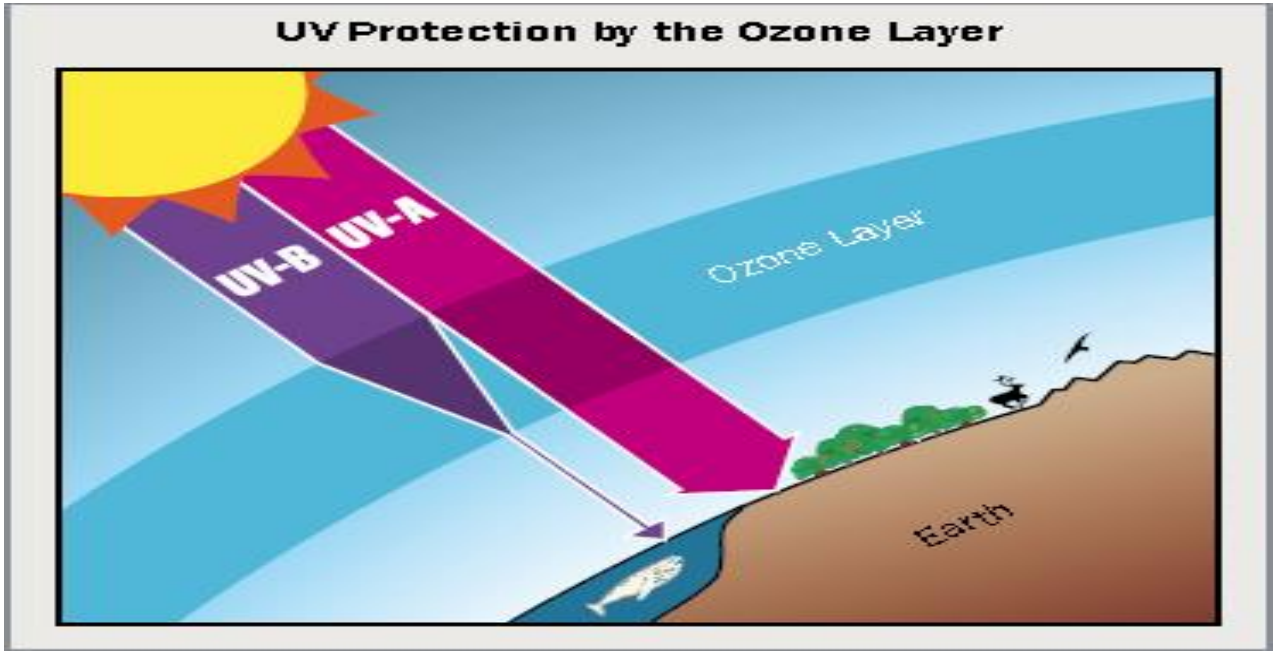
- **مثال 2:** ثاني أكسيد الكربون CO_2
- الوزن الجزئي = 12 + 32 = 44،
- عليه يصبح تمثيل ثاني أكسيد الكربون R744
- **مثال 3:** الماء H_2O
- الوزن الجزئي = 2 + 16 = 18،
- عليه يصبح تمثيل الماء R718

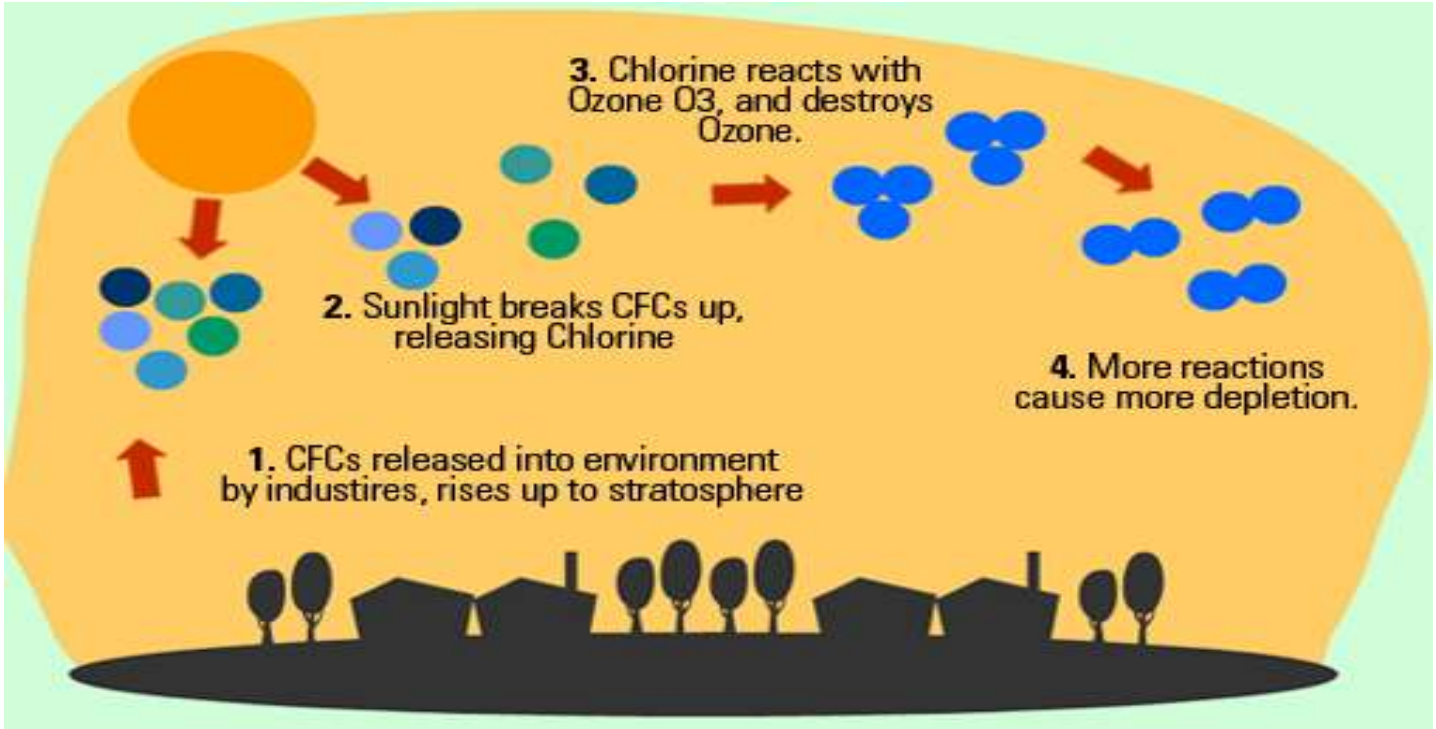
Chemical composition of some refrigerants

وسيط التبريد	الصيغة	الاسم العام
R11	(CCl_3F)	Trichloromonofluoromethane
R12	(CCl_2F_2)	Dichlorodifluoromethane
R13	$(CClF_3)$	Monochlorotrifluoromethane
R134a	(CF_3CH_2F)	Tetrafluroethane
R22	$(CHClF_2)$	Monochlorodifluoromethane
R40	(CH_3Cl)	Monochlorotrifluoromethane
R502	(48.8%R22+51.2%R115)	-
R717	(NH_3)	Ammonia

CFCs and ozone depletion potential

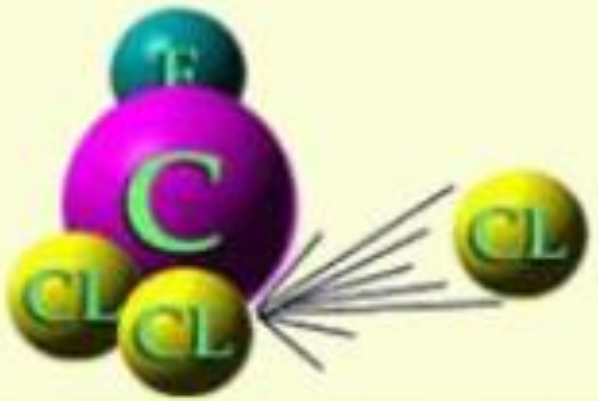
ozone depletion potential





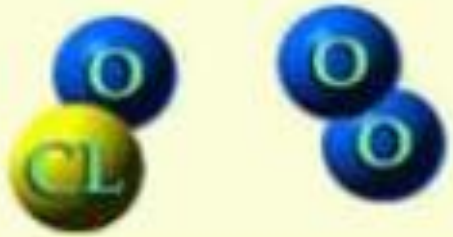
1

2



3

4



5

6

- يتكون جزيء غاز الأوزون من ثلاث ذرات من الأكسجين O_3
- ينتج الأوزون من تأثير الإشعاع الشمسي فوق البنفسجي على جزيء الأكسجين المكون من ذرتي أكسجين O_2 فيلحلله الى ذرتي الأكسجين المكونتينن له ، تتحد أحد هاتان الذرتان فيما بعد مع جزىء اكسجين آخر غير متحلل لينتج من هذا الاتحاد جزيء أوزون

- $O_2 + Light \longrightarrow 2O$
- $O + O_2 \longrightarrow O_3$

- تعمل طبقة الأوزون علي امتصاص أشعة بيتا فوق البنفسجية UV- β radiation
- وصول كميات كبيرة من هذه الأشعة إلي سطح الأرض له مضار كثيرة حيث يؤثر علي الجلد ويسبب سرطان الجلد ، و يعمل علي ضعف نظام المناعة ، ويقلل من إنتاجية المحاصيل الزراعية ، كما أنه يؤثر علي الثروة السمكية.
- تقوم ذرات الكلور الموجودة في مائع التبريد بالتفاعل مع الأوزون وتقليل سمكه .

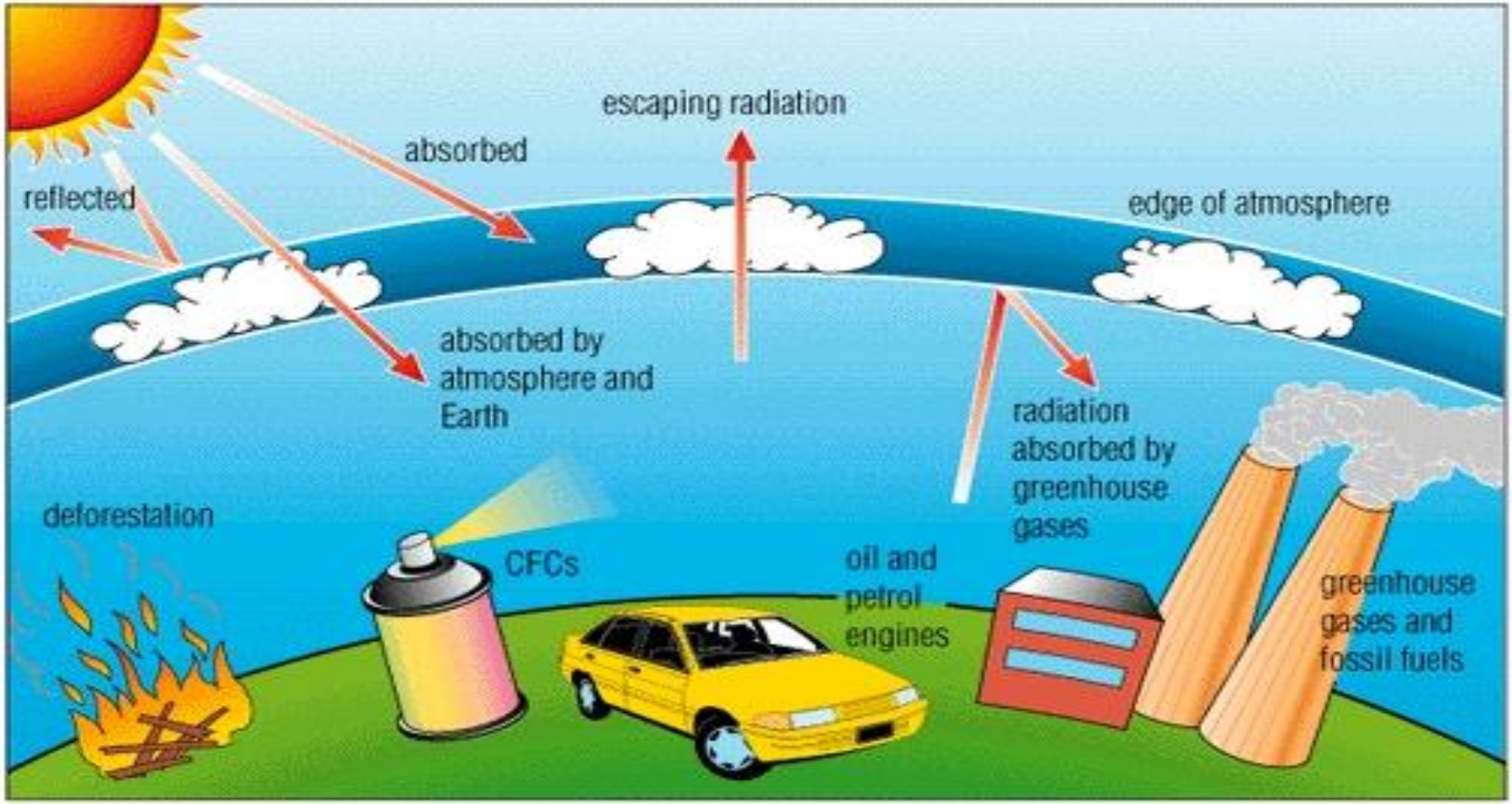
- مركبات ك.ف.ك مستقرة جدا يدوم بقاؤها في الجو من 80 الى 120 سنة منذ وقت تسربها الى الجو.
- تتحلل مركبات ك.ف.ك في طبقات الجو العليا فقط عندما تلاقي هذه المركبات الضوء الشمسي فوق البنفسجي حيث تمتص مركبات ك.ف.ك ضوء الشمس وهذا يودي إلى تحلل هذه المركبات وتكوين الكلور والفلور والكربون.
- تتفاعل ذرة الكلور مع جزيء أوزون وينتج من التفاعل جزيء اكسجين وأول أكسيد الكلور

- $CL + O_3 \longrightarrow CLO + O_2$
  - ثم يتحد أول أكسيد الكلور مع ذرة اكسجين لينفصل الاكسجين والكلور حسب التفاعل التالي
- $CLO + O \longrightarrow CL + O2$
  - محصلة هذين التفاعلين هي القضاء على جزيء أوزون واستمرار وجود الكلور ليقوم بتفاعل آخر شبيه.
  - تكرار هذا التفاعل يؤدي إلى انقراض جزيئات الأوزان مما يؤدي إلى السماح لمزيد من الأشعة فوق البنفسجية من الوصول إلى سطح الأرض

- ويسمي هذا التأثير علي طبقة الأوزون جهد تناقص الأوزون (ozone depletion potential ODP).
- المعيار المستخدم للدلالة على القدرة النسبية (نسبة الى R-11) لمائع التبريد على تدمير الأوزون هو (ODP)
- علية فإن ODP لمائع التبريد R11 هو واحد
- للفريون 22 أو R22 له ODP = 0.5.

- مشكلة أخرى هي ظاهرة زيادة درجة حرارة الكرة الأرضية نتيجة لتسرب موائع التبريد والتي تسمي بالجهد الحراري العالمي Global warming potential (GWP)، أو قضية تغير المناخ (المسماة بأثر البيت الزجاجي أو البيت الأخضر)
- يستخدم معيار GWP في الدلالة على القدرة النسبية (نسبة الى CO_2) على حبس الطاقة الاشعاعية. أي إنها تساوي واحد لغاز CO_2.

Global warming potential



- **GWP = 1 for CO2**

- تساهم بعض الغازات في التأثير المشترك على هاتين الظاهرتين.
- أكثر مركبات CFC المطلوب منع استخدامها بسبب البطء الشديد لتحللها في الجو هي : CFC- 11, CFC-12 & CFC-113.
- نصت اتفاقية مونتريال (Monteral Protocol) علي التخلص التدريجي للكلوروفلوروكربون (CFCs)

Alternative refrigerants

- يجب أن يتحلى وسيط التبريد بقيمتي ODP و GWP منخفضتين
- تم تصنيع موائع تبريد بديلة صديقة للبيئة لتحل محل موائع تبريد (CFCs) و (HCFCs)
- مثل (HFC) R134a و R417a (خليط من R134a + R600a) و R407c (خليط من R32 + R125 + R134a)
- هذه الموائع البديلة تؤثر علي البيئة بظاهرة الأحتباس الحراري مما أدي إلي التفكير في موائع بديلة أخري تكون صديقة للبيئة

03:37 29/12/2021 ص

- Examples of alternative refrigerants

- 1- الهيدروكاربون (HCs): تتميز بخصائص تبريد ممتازة مع تأثير قليل علي البيئة ولكن يعيبها أنها قابلة للاشتعال.
- 2- الأمونيا R717 (Ammonia NH3): وتستعمل بكثرة في صناعة الأغذية ومخازن التبريد نظراً لخصائصها التبريدية الجيدة. وتمتاز بأنها صديقة للبيئة حيث لها ODP = 0 و GWP = 0. ولكن يعيبها أنها سامة وقابله للاشتعال

- 3- ثاني أكسيد الكربون R744 : يعتبر من موائع التبريد الممتازة ولكن يعيبه انخفاض درجة حرارتة الحرجة ($T_c = 31.3\ ^\circ C$). وله $ODP = 0$ و GWP منخفض.
- 4- الهواء R729: يمكن استخدامه في دورات التبريد غير التقليدية غير أن كفاءته منخفضة.
- 5- الماء R718 : يعتبر من وسائط التبريد الأمثل لاستعمالات درجات الحرارة العالية ($T > 0\ ^\circ C$) ويستخدم في التبريد بالامتصاص مع بروميد الليثيوم.