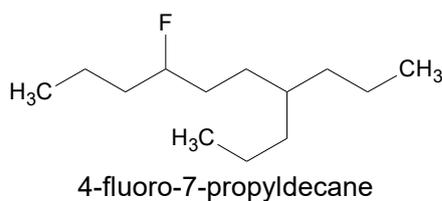
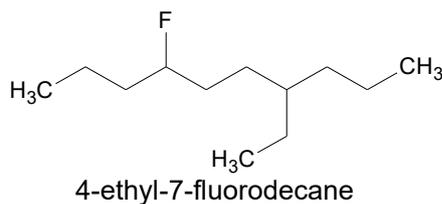


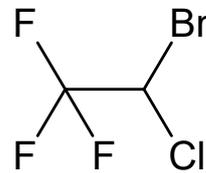
1. Nomenklatur der Halogenalkane (vereinfacht)

Wir beschränken uns auf die Benennung einfacher Fälle. Hier fügt sich die Nomenklatur in die Regeln der Benennung der Alkane ein. Es wird nicht zwischen diesen beiden Arten von Substituenten differenziert.

- Es gilt weiterhin, dass die C-Kette so durchnummeriert wird, dass der erste Substituent, gleichgültig ob es sich um ein Halogenatom oder um ein Alkylrest handelt, eine möglichst kleine Nummer bekommt. Ist so keine Unterscheidung möglich, entscheidet der zweite Substituent etc. Nur wenn diese Regel nicht eindeutig ist, entscheidet das Alphabet. Bsp:



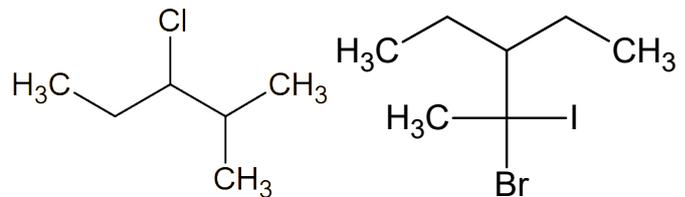
- Im Namen werden die Substituenten, gleichgültig ob es sich um ein Halogenatom oder einen Alkylsubstituenten handelt, alphabetisch sortiert, ohne Berücksichtigung der Anfangsbuchstaben etwaiger Präfixe (*di, tri, tetra, penta* etc.)



Beispiel: Skelettformel von 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan („Halothan“):
Ein wichtiges Anästhetikum.

- 1.1 Geben Sie die ausführliche Strukturformel von Halothan an!

- 1.2 Benennen Sie mit systematischem Namen:



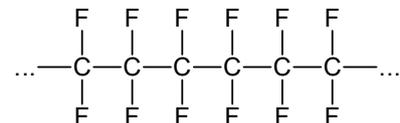
2. Eigenschaften von Halogenalkanen

2.1 Ergänzen Sie den Lückentext

- So wie auch die Alkane sind Halogenalkane eher unpolar. Der Zusammenhalt zwischen den Molekülen erfolgt über die Sie besitzen deshalb, ebenso wie die Alkane Siede- und Schmelzpunkte. Wegen der hohen Atommassen und der zumindest geringfügig höheren Polarität sind die Siedepunkte höher als der Stammalkane (Bsp für Sdp.: CH₄: -162 °C, CCl₄: +77 °C)
- Aufgrund des unpolaren Charakters sind die Halogenalkane ausgesprochen lip..... bzw.

hy..... Mischt man sie mit Wasser ergibt sich eine Ph..... Das Halogenalkan bildet aufgrund der höheren Dichte in der Regel die Phase.

- Bei hohem Halogengehalt sind Halogenalkane ausgesprochen Reaktionsträge und nicht brennbar. **Teflon (Polytetrafluorethylen)** ist beispielsweise chemisch extrem stabil. Ausschnitt aus der Strukturformel:



3. Beispiel: Tetrachlormethan und Trichlormethan

- Beim **Tetrachlormethan** (*Tetrachlorkohlenstoff*) liegt Kohlenstoff maximal oxidiert vor, wie beim Kohlenstoffdioxid. Deshalb ist Tetrachlormethan gar nicht brennbar. *Im Gegenteil*: Es handelt sich um ein bei Raumtemperatur flüssiges Feuerlöschmittel. Beim Kontakt mit der Hitze des Brandes verdampft es (Sdp: 77 °C), die Dämpfe legen sich dabei wie ein

Teppich über den Brandherd. Der Luftzutritt zu den Flammen wird unterbunden und so das Feuer erstickt. Überschüssige Reste verdunsten nach und nach, so dass keine zusätzlichen Reinigungsmaßnahmen, wie etwa bei Feuerlöschpulver, erforderlich sind. Da sich beim Brand Spuren giftiger

Gase entwickeln können ist das Feuerlöschmittel mittlerweile verboten.

- Auch **Trichlormethan (=Chloroform)** ist aufgrund seines hohen Halogengehaltes eines der seltenen Beispiele eine nicht-brennbaren organischen Lösungsmittel. Es wurde früher als Narkosemittel verwendet. Heutzutage wird es aufgrund seiner Toxizität hierfür nicht mehr eingesetzt und beispielsweise durch *Halothan* ersetzt (vgl. oben!).

3.1 Ermitteln Sie die anhand der Strukturformeln die Oxidationszahl des Kohlenstoffs in Tetrachlormethan und Trichlormethan.

4. Beispiel Hoch halogenierte Kohlenwasserstoffe: Chemikalien für die Ewigkeit

Die historisch älteste Problemgruppe dieser Verbindungen sind die **FKWs**. Streng genommen spricht man lieber von **Chlorfluorkohlenwasserstoffen (CFKW)**, denn die Substituenten werden alphabetisch sortiert (also Chl... vor F...). Sie entstehen, wenn man ausgehend von Alkanen H-Atome vollständig oder zum größeren Teil gegen -Cl und -F ersetzt. Es handelt sich um sehr klimaschädliche Verbindungen, die vor allem zum **Ozonloch** aber zusätzlich auch zum **Treibhauseffekt** beitragen. Die Verwendung als Treibgase in Spraydosen und als Kältemittel in Kühlschränken ist in der Europäischen Union schon lange verboten.

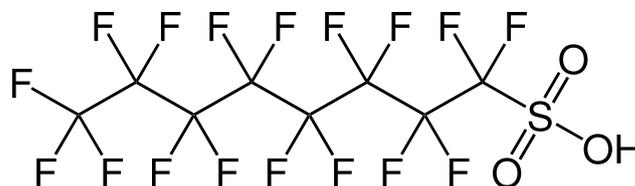
4.1 Geben Sie die Strukturformel an von 1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan (= „Frigen 114“ an)

4.2 Beurteilen Sie die Brennbarkeit von *Frigen 114* (siehe hierfür auch Infotext links zu Tetrachlormethan).

Eng mit den CFKWs verwandt sind die **Perfluorkohlenwasserstoffe (Perfluorcarbone)**. Bei ihnen sind alle H-

Atome der Kohlenwasserstoffe durch F ersetzt. Das wohl bekannteste Perfluorcarbon ist das polymere **Polytetrafluorethylen (PTFE)**, das unter dem Namen **Teflon** gehandelt wird. Strukturformel:

Die historisch jüngste Problemgruppe sind die **Per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAs)**. Das sind aliphatische organische Verbindungen, bei denen an mindestens einem Kohlenstoffatom die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig durch Fluoratome ersetzt worden sind. Ein Beispiel ist die **Perfluorooctansulfonsäure**:



Von einigen PFAs gehen große gesundheitliche Gefahren aus und sie stehen im Verdacht krebserregend zu sein.

Alle hoch halogenierten Kohlenwasserstoffe und Alkylverbindungen sind chemisch reaktionsträge, d.h. **inert**. Aufgrund dieses Verhaltens haben sie in der Umwelt, beispielsweise im Boden, eine extrem lange Verweildauer und werden dort kaum abgebaut, vgl. z.B. CFKW oben!. Sie sind damit **persistent**. Besonders bei persistenten Stoffen die lipophil sind, kann es zu Anreicherungen in der Nahrungskette kommen

5. Halogenalkane im Labor

Im Labor werden Tetrachlorkohlenstoff und Trichlormethan zur Extraktion von Fetten eingesetzt. Ein Sicherheitsplus ist, dass sie aufgrund des hohen Halogengehalts nicht brennbar sind, auch schon Dichlormethan ist schwerentzündlich. Aufgrund der hohen Giftigkeit und des hohen gesundheitsgefährdenden Potentials durch chronische Einlagerung in Fettgewebe und der Leber sind trotzdem in jedem Fall Ersatzstoffprüfungen erforderlich!

Ein wichtige Sicherheitsregel im chemischen Labor lautet:

Zu Halogenkohlenwasserstoffen dürfen keine elementaren Alkalimetalle gegeben werden, beispielsweise zu Trocknungszwecken!

Bei einigen wenigen Ausnahmen, prüfe man sorgfältig auch andere Literaturquellen. Begründung: Halogenalkane reagieren mit Alkalimetallen unter **heftigen Explosionen**, die häufig einige Sekunden zeitverzögert auftreten („STAUDINGER-Versuch“).