

Index of Hydrogen Deficiency

Learning outcomes

- Understand how the number of double bonds/rings can be worked out from molecular formula

IHD

Subject _____

Day _____

Date _____

$$IHD = \frac{1}{2} (2C + (2-H))$$

ex: C_4H_8

$$IHD = \frac{1}{2} (2(4) + (2-8)) = 1$$

* If the $IHD = 0$, There ^{are} no cycle or double bond compound (saturated)

* If $IHD = 1$, There is either ~~cycle~~ cycle or double bond

* If $IHD = 2$, There are cycle and one double bond, ~~or~~ two double bond, triple bond, or two double bond

* and so on.

Subject _____

Day _____

Date _____

* O and S atoms do not count.

* ~~Hal~~ Halogens (F, Cl, Br, I) are one hydrogen. +1H each

* N atom is +1C, +1H

ex: $CH_4N_2O \rightleftharpoons C_3H_6$

$$IHD = \frac{1}{2} (2(3) + (2-6)) = 1$$

ex: $CH_2Cl_2 \rightleftharpoons CH_4$

$$IHD = \frac{1}{2} (2(1) + (2-4)) = 0$$

Index of Hydrogen Deficiency

- Alkanes have maximum number of hydrogen atoms

تحتوي الألكانات على أكبر عدد من ذرات الهيدروجين
- For every two hydrogen atoms fewer than in alkane with same number of carbon atoms, there is one double bond or ring present. (double bond equivalent)

لكل ذرتين من الهيدروجين أقل من تلك الموجودة في الألكان ذات عدد مماثل من ذرات الكربون، هناك رابط مزدوج أو حلقة واحدة موجودة. (الرابط المزدوج المعادل)
- The number of double bond equivalents sometimes called degree of unsaturation or the Index of hydrogen deficiency.

يُطلق على عدد مكافئات الروابط المزدوجة أحيانًا درجة عدم التشبع أو مؤشر نقص الهيدروجين.

How the index of hydrogen deficiency works.

1- A double bond counts as one IHD.

2- A triple bond counts as two IHD

3- One ring counts as one IHD

كيفية عمل مؤشر نقص الهيدروجين.

1- الرابطة المزدوجة تُحسب كوحدة IHD واحدة.

2- الرابطة الثلاثية تُحسب كوحدة IHD واحدة.

3- الحلقة الواحدة تُحسب كوحدة IHD واحدة.

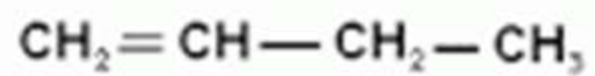
Hydrocarbons (C_xH_y)

$$\text{IHD} = (1/2)[2C + 2 - H]$$

(where x = number of carbon, Y= number of hydrogen)

- **Example C_4H_8**

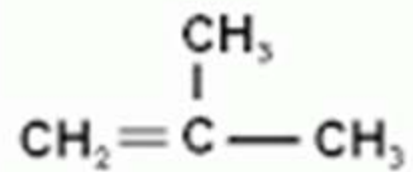
$$\frac{1}{2}(8 + 2 - 8) = 1$$



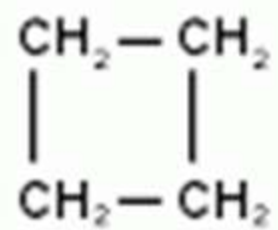
$$\text{IHD} = 1$$



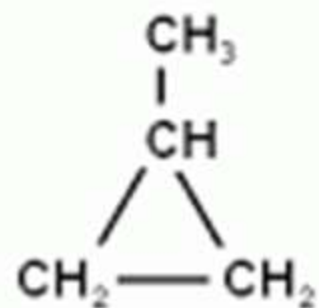
$$\text{IHD} = 1$$



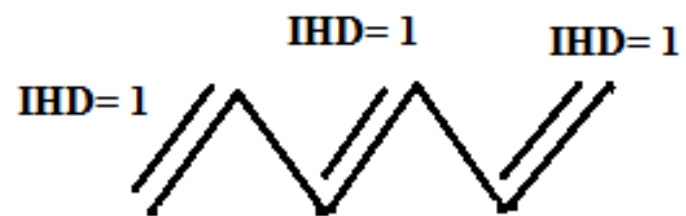
$$\text{IHD} = 1$$



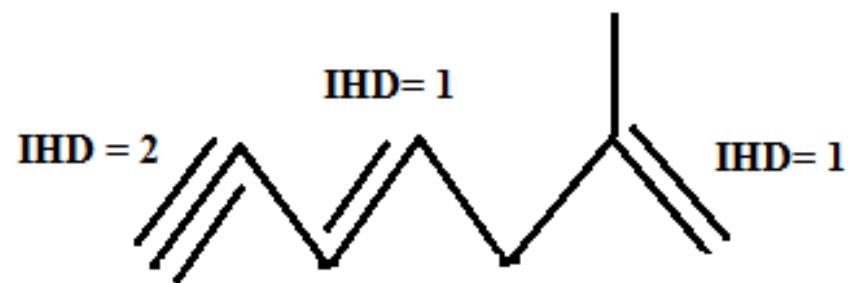
$$\text{IHD} = 1$$



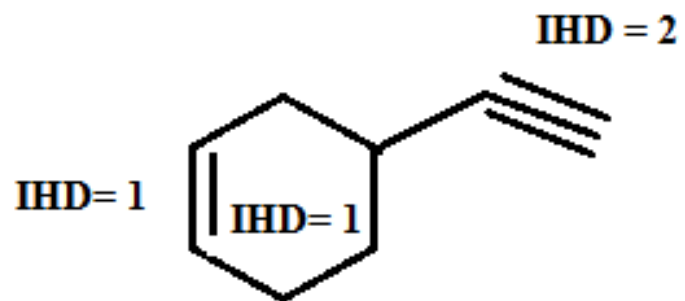
$$\text{IHD} = 1$$



IHD for the molecule = 3



IHD for the molecule = 4



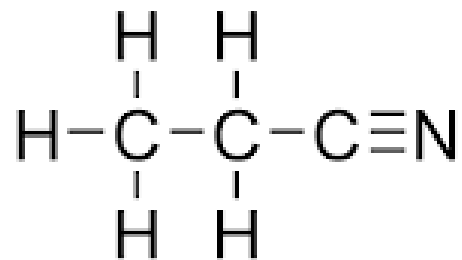
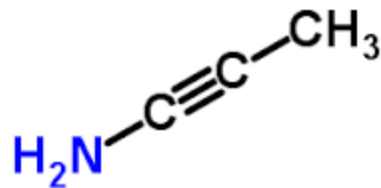
IHD for the molecule = 4

Compounds Containing Elements Other than C and H

- O and S atoms do not affect the IHD. • ذرات الأكسجين والكبريت لا تؤثر على مؤشر الهيدروجين غير المشبع.
- Halogens (F, Cl, Br, I) are treated like H atoms (CH_2Cl_2 has the same IHD as CH_4). • تُعامل الهالوجينات (F, Cl, Br, I) مثل ذرات الهيدروجين (CH_3Cl له نفس IHD مثل CH_4).
- For each N, add one to the number of C and one to the number H (CH_5N is treated as C_2H_6 . $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ is treated as C_3H_6 by adding 2 to # of C and 2 to # of H). • لكل ذرة نيتروجين، أضف واحدًا إلى عدد ذرات الكربون وواحدًا إلى عدد ذرات الهيدروجين (يُعامل CH_3N مثل C_2H_6 ، ويُعامل $\text{CH}_3\text{N}_2\text{O}$ مثل C_3H_6 ، بإضافة 2 إلى عدد ذرات الكربون و2 إلى عدد ذرات الهيدروجين).

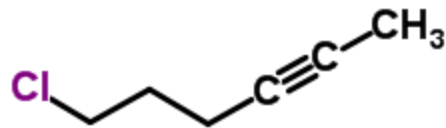
Calculate IHD for

- $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}$ will be treated as C_4H_6
- $\text{IHD} = 1/2(4 \times 2 + 2 - (6)) = 4/2 = 2$
- Possible structures



Calculate IHD for

- $\text{C}_6\text{H}_9\text{Cl}$ will be treated like C_6H_{10}
- $\text{IHD} = 1/2[2\text{C} + 2 - \text{H}]$
- $\text{IHD} = 1/2[12 + 2 - 10] = 4/2 = 2$



- As a general rule:

$$\text{Degrees of Unsaturation} = \frac{2C + 2 + N - H - X}{2}$$

C = #carbons

H = #hydrogens

N = #nitrogens

X = #halogens

Practice problems

