

30. CHIMICA ORGANICA - ALCANI

30.1. Chimica organica

R. La chimica organica è quella branca della chimica che studia le sostanze presenti negli organismi viventi?

D. No. Un tempo si credeva che i composti organici si potessero ottenere soltanto da organismi animali e vegetali, da cui il termine «organica», proposto dal chimico svedese Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), tuttora in uso per indicare la chimica di composti del carbonio, un numero sterminato di sostanze in cui sono presenti atomi di *idrogeno*, *ossigeno*, *azoto*, *alogeni*, *zolfo*, *fosforo* ed altri elementi meno comuni.

Tab. 30/1. Composizione media del corpo umano.

O	62,43 %	S	0,16 %	Zn	20 mg/kg
C	21,15 %	Cl	0,08 %	Br	10 mg/kg
H	9,80 %	Na	0,08 %	Si	10 mg/kg
N	3,10 %	Mg	0,04 %	Cu	2 mg/kg
Ca	1,65 %	Fe	55 mg/kg	I	0,5 mg/kg
P	0,95 %	F	45 mg/kg	Mn	0,3 mg/kg
K	0,23 %				

Uno dei padri della chimica organica, il tedesco Friedrich Wöhler (1800-1882) a cui si deve la sintesi dell'urea, il primo composto organico ottenuto nel 1828 partendo da una sostanza inorganica, così scrisse: «La chimica organica mi fa quasi ammattire, mi appare come una foresta tropicale piena delle cose più strane, una spaventosa giungla senza fine nella quale non si ha il coraggio di entrare per il timore di non poterne più uscire».

R. Perché i composti organici sono così numerosi?

D. Perché gli atomi di carbonio possono unirsi non soltanto con atomi di specie diversa ma anche tra loro, formando catene molecolari più o meno lunghe, aperte (nei composti *acilici*) o chiuse ad anello (nei composti *ciclici*).

R. Quali tipi di legami si possono instaurare tra due atomi di carbonio?

D. Legami covalenti sigma e pi greca e precisamente
- un legame semplice *sigma* sp^3-sp^3 ;
- un legame doppio *sigma* sp^2-sp^2 e un legame *pi greca*;
- un legame triplo *sigma* $sp-sp$ e due legami *pi greca*.

R. E tra gli atomi di carbonio e quelli di altri elementi?

D. Per la più o meno grande differenza di elettronegatività tra il carbonio e gli altri elementi, si stabiliscono legami covalenti più o meno polarizzati, come può vedere negli esempi riportati nella tab. 30/2..

Tab. 30/2. Polarizzazione dei legami.

elettronegatività del carbonio	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
legame	C:F	C:N	C:C	C:Mg	C:Na
elettronegatività del partner	4,0	3,0	2,5	1,2	0,9
legame	fortemente polare	polare	apolare	polare	fortemente polare

D. I più semplici composti organici, da cui derivano formalmente tutti gli altri, sono quelli tra carbonio e idrogeno, gli *idrocarburi*. Esistono «famiglie» o serie *omologhe* di idrocarburi; per gli appartenenti ad una determinata serie i rapporti tra carbonio e idrogeno sono gli stessi; in altre parole, ad ogni famiglia si può attribuire una formula generale.

Gli idrocarburi contenenti il maggior numero possibile di atomi di idrogeno, relativamente gli atomi di carbonio, sono detti *saturi*. In essi, gli atomi di carbonio sono uniti con legami covalenti semplici (legami sigma C—C).

Gli idrocarburi nella cui molecola sono presenti legami multipli, doppi (C=C, un legame ρ e un legame π) o tripli (C≡C, un legame ρ e due legami π) sono detti *insaturi*, ovvero *non saturi*.

30.2. Alcani

D. Gli *alcani* (detti un tempo *paraffine*) sono idrocarburi aventi formula generale C_nH_{2n+2} . Ciò significa che, nelle loro molecole, gli atomi di idrogeno sono sempre in numero doppio degli atomi di carbonio, aumentato di due. I primi quattro termini della serie, contenenti uno, due, tre, quattro atomi di carbonio, conservano i vecchi nomi di fantasia: *metano*, *etano*, *propano*, *butano*; per i successivi ($n > 4$) il nome deriva dal numero di atomi di carbonio con desinenza *-ano*.

Scriva le formule molecolari dei primi quattro alcani.

R. *Metano*, CH_4 ; *etano*, C_2H_6 ; *propano*, C_3H_8 ; *butano*, C_4H_{10} .

D. Ora denomini gli alcani dal quinto al ventesimo della serie.

R. C5, pentano; C6, esano; C7, eptano; C8, ottano; C9, nonano; C10, decano; C11, undecano; C12, dodecano; C13, tridecano; C14, tetradecano; C15, pentadecano; C16, esadecano; C17, eptadecano; C18, ottadecano; C19, nonadecano; C20, non so...

D. Per il ventesimo i prefissi sono quelli dalla tab. 30/3. Denomini i seguenti alcani e scriva le loro formule molecolari: a) C24. b) C43.

R. a) $C_{24}H_{50}$, tetracosano. b) $C_{43}H_{88}$, tritetracontano.

Tab. 30/3. Prefissi IUPAC .

C		C		C		C	
1	mono-	10	deca-	20	cos- (*)	100	eta-
2	di-	11	undeca-	30	triaconta-	200	dicta-
3	tri-	12	dodeca-	40	tetraconta-	300	tricta-
4	tetra-	13	trideca-	50	pentaconta-	400	tetracta-
5	penta-	14	tetradeca-	60	esaconta-	500	pentacta-
6	esa-	15	pentadeca-	70	eptaconta-	1000	kilia-
7	epta-, etta-	16	esadeca-	80	octaconta-	2000	dilia-
8	octa-, otta-	17	eptadeca-	90	nonaconta-	3000	trilia-
9	nona-, ennea-	18	octadeca-			4000	tetralia-
		19	nonadeca-			5000	pentalia-

(*) L' idrocarburo $C_{20}H_{42}$ si chiama eicosano.

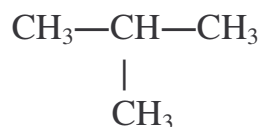
D. I *residui idrocarburici* (desinenza *-ile*) sono aggruppamenti atomici derivanti formalmente dagli idrocarburi per sottrazione di atomi di

idrogeno. Ritorneremo sull'argomento. Al momento ci serve soltanto conoscere il nome del più semplice, derivante dal metano CH_4 per sottrazione formale di un atomo di idrogeno, avente formula $-\text{CH}_3$ e chiamato *metile*. Il tratto indica che il metile è monovalente. Ebbene, impari questa regola: per scrivere la formula di struttura di un idrocarburo si deve conoscere la formula di struttura dell'idrocarburo che lo precede nella serie e in essa sostituire un atomo di idrogeno con un metile.

Dal metano CH_4 deriva CH_3-CH_3 , l'*etano* C_2H_6 ; dall'etano deriva $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, il *propano* C_3H_8 . Continui lei.

R. Dal propano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ deriva $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, il *butano* C_4H_{10} ; dal butano

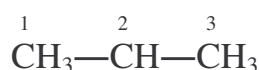
D. Alt. Le cose non sono così semplici. Torniamo al propano. Per ricavare la formula del successivo alcano, il butano, lei ha sostituito un atomo di idrogeno con un metile a fine formula, in un gruppo CH_3 . Proviamo ad eseguire la sostituzione nel gruppo centrale CH_2 del propano: risulta un composto avente la formula



la cui formula molecolare è C_4H_{10} , la stessa del butano. Vi sono quindi *due butani*, uno a *catena lineare* e l'altro a *catena ramificata*



n-butano (p.e. = - 0,5 °C)



iso-butano (p.e. = - 11,7 °C)

Questo fenomeno, frequentissimo in chimica organica, si chiama *isomeria* e sono detti *isomeri* due o più composti aventi la stessa formula molecolare, cioè stessa composizione chimica e stessa massa molecolare relativa ma *diversa formula di struttura* e quindi diverse proprietà fisiche e chimiche.

Nella nomenclatura tradizionale gli isomeri si distinguono usando i prefissi *iso-*, *n-* (normale), *sec-* (secondario) e *ter-* (terziario) ma non bastano quando gli isomeri sono molti.

Secondo la IUPAC gli idrocarburi, e dei loro derivati, si denominano assegnando il nome dell' idrocarburo corrispondente alla catena più lunga, preceduto dai nomi delle ramificazioni e da numeri indicanti la loro posizione sulla catena principale; si devono usare i numeri più piccoli possibile.

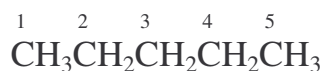
Esempi. a) Il butano normale è quindi *1-metilpropano* e l' isobutano *2-metilpropano*.

b) L' idrocarburo $\overset{7}{\text{CH}_3}\overset{6}{\text{CH}_2}\overset{5}{\text{CH}_2}\overset{4}{\text{CH}_2}\overset{3}{\text{CH}_2}\overset{2}{\text{CH}}\overset{1}{\text{CH}_3}$ si chiamerà *2-metil-eptano*

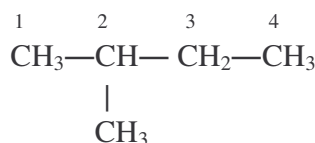
$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

Scriva ora le formule dei possibili pentani.

R. Saranno due:



1-metil-butano o *n-pentano*



2-metil-butano o *iso-pentano*

D. No, vi sono *tre* pentani: ha inserito il metile, nel butano, nelle posizioni 4 e 2 ma ha dimenticato l'isobutano; eseguendo in questo la sostituzione in 1 in 3 o nella catena laterale risulta sempre l'isopentano ma sostituendo in posizione 2 risulta un terzo pentano



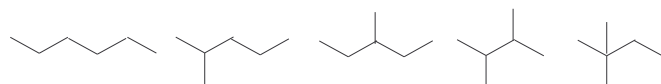
Il pentano normale bolle a 36,1 °C, l'isopentano a 27,9 °C ed il neopentano, 9,5 °C; i primi due sono liquidi molto volatili (bollono sul palmo della mano); il terzo, alla temperatura ambiente è gassoso.

R. Perché queste differenze?

D. Le molecole ramificate sono più compatte, come si vede meglio usando un modellino tridimensionale, di quelle lineari; avendo una minore superficie, esercitano una minore attrazione sulle molecole vicine; a parità di massa molecolare, hanno quindi temperature di fusione e di ebollizione più bassi.

Ora scriva le formule dei cinque esani C_6H_{14} indicando soltanto lo scheletro delle molecole.

R.

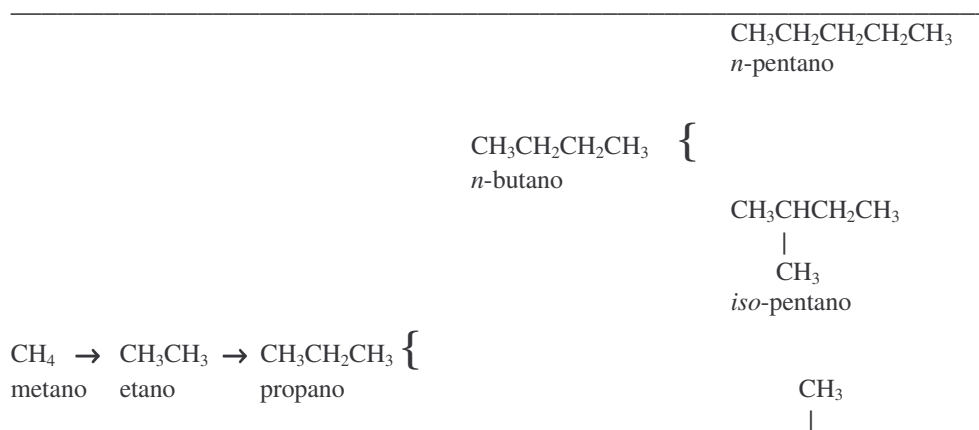


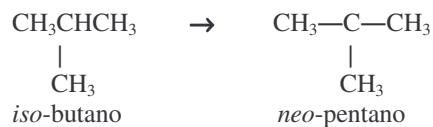
esano 1 2-metilpentano 3-metilpentano 2,3,-dimetilbutano 2,2-dimetilbutano

In una molecola organica, un atomo di carbonio si dice *primario* quando è unito ad un altro atomo di carbonio, *secondario* se unito a due, *terziario* se unito a tre e *quaternario* se unito a quattro.

Esempi. Nell'etano i due atomi di carbonio sono primari; nel propano l'atomo di carbonio 2 è secondario; nell'isobutano l'atomo di carbonio 3 è terziario e nel neopentano l'atomo di carbonio 2 è quaternario.

Tab. 30/4. Genesi delle formule dei primi cinque alcani.





C1	C2	C3	C4	C5
----	----	----	----	----

R. In numero degli isomeri di un idrocarburo crescerà con l'aumentare degli atomi di carbonio.

D. Vero. Vi sono 5 esani, 9 eptani, 18 ottani, 35 nonani e 75 decani. E' stata calcolata la possibile esistenza di 336 319 eicosani $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$!

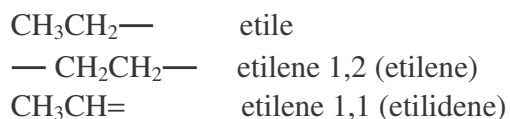
30.3. Alchili e alchileni

D. Il metile non è che il più semplice dei residui idrocarburici a cui è stato attribuito un nome. I residui monovalenti degli alcani $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-$ sono detti *alchili* (simb. $\text{R}-$, desinenza *-ile*) e i residui bivalenti $-\text{C}_n\text{H}_{2n}-$ *alchileni* (simb. $-\text{R}-$, desinenza *-ilene*).

* Dal metano CH_4 derivano un alchile e un alchilene



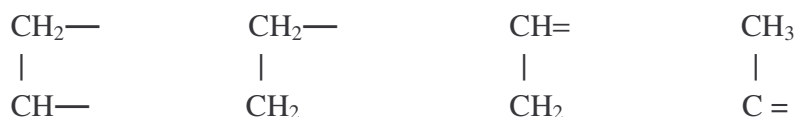
* Dall'etano CH_3CH_3 derivano un alchile e due alchileni

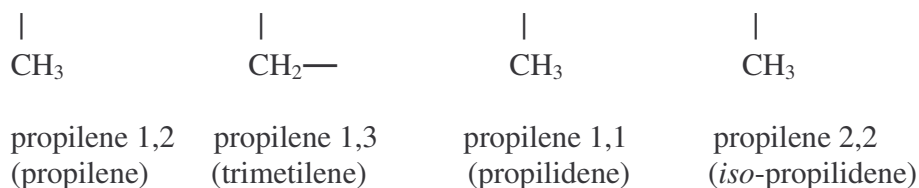


* Dal propano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ derivano due alchili

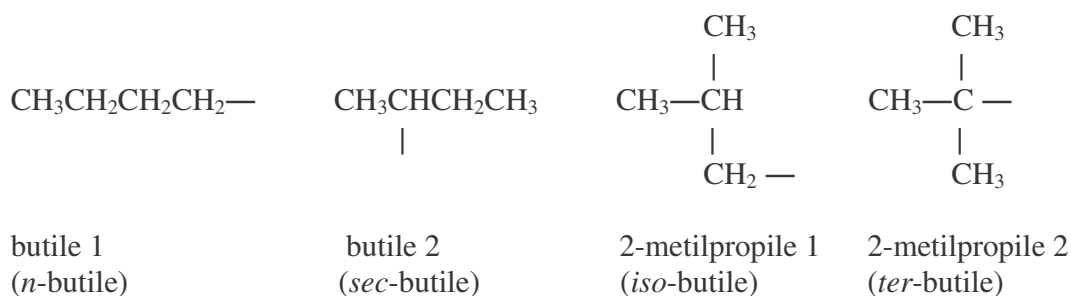


e quattro alchileni





* Dal butano e dall'isobutano derivano quattro alchili



* Dai pentani C_5H_{12} derivano alchili $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{—}$ detti *pentili* o *amili* come ad es. il *pentile* 1, o *amile* 1, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{—}$.

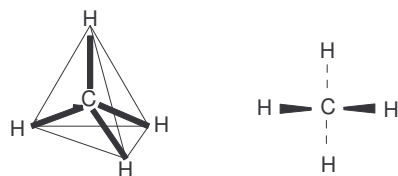
30.4. Proprietà degli alcani

D. Gli alcani sono gli idrocarburi contenenti il maggior numero di atomi di idrogeno relativamente al numero di atomi di carbonio: vengono perciò detti idrocarburi *saturi*.

Tra carbonio e idrogeno si stabiliscono legami ρ $s\text{-}sp^3$ (entalpia di legame, 413 kJ/mol; distanza di legame, 108 pm).

Tra carbonio e carbonio si stabiliscono legami ρ $sp^3\text{-}sp^3$ (entalpia di legame 348 kJ/mol; distanza di legame, 144 pm).

Nel metano l'atomo di carbonio si trova al centro di un ipotetico tetraedro in cui i quattro atomi di idrogeno occupano un vertice. Il modo migliore per studiare la geometria di una sostanza organica è disporre di modellini molecolari o di un software ad hoc. Sulla carta, il metano e i suoi derivati si possono rappresentare con formule prospettiche in cui l'atomo di carbonio, per convenzione, giace sul piano del foglio; i legami che si trovano sotto il piano del foglio si rappresentano con linee tratteggiate mentre quelli che si trovano sopra con linee appuntite



Nel metano, e negli altri alcani, gli angoli di legame sono $109^{\circ} 28'$.

* Le molecole degli alcani sono apolari per cui si stabiliscono tra loro soltanto deboli legami di van der Waals. Metano, propano, butano, neopentano, aventi molecole di piccole dimensioni, sono gassosi alla temperatura ambiente; il n-pentano è un liquido bassobollente (p.e. = $36,1^{\circ}\text{C}$); dal C_6 al C_{15} gli alcani sono liquidi aventi punti di ebollizione crescenti con l'aumentare degli atomi di carbonio; oltre il C_{16} sono solidi bassofondenti.

I sali sono solubili nella benzina?

R. Non credo, trattandosi di composti ionici, solubili in solventi polari quali l'acqua e non in solventi apolari come gli idrocarburi della benzina.

D. * Gli alcani non sono miscibili con acqua, liquido polare.

Per togliere una macchia di unto da un tessuto non si usa acqua ma per esempio benzina o trielina. Perché?

R. Perché i grassi sono probabilmente sostanze apolari.

D. * Gli alcani liquidi e solidi sono più leggeri dell'acqua, avendo densità comprese tra $0,77 \text{ g/cm}^3$ e $0,82 \text{ g/cm}^3$.

* Gli alcani gassosi sono inodori; gli alcani liquidi e solidi hanno il caratteristico odore della benzina.

R. Il metano è inodoro? Quando apro il rubinetto del gas avverto un cattivo odore...

D. Non è l'odore del metano ma di composti solforati (come ad esempio il tiolano o tetraidrotiofene) di odore gradevolissimo, percettibile anche a bassissime concentrazioni, aggiunti ad arte per segnalare eventuali fughe. Un tempo, quando si usava il gas di città, o gas illuminante, prodotto per distillazione del litantrace, l'odorizzazione non era necessaria, contenendo il gas varie sostanze di odore cattivo. Purtroppo, quando si verificano perdite negli scantinati non intonacati, l'odore può non essere avvertito perchè le sostanze osmofore sono adsorbite dai laterizi.

R. Che cosa sono i GPL?

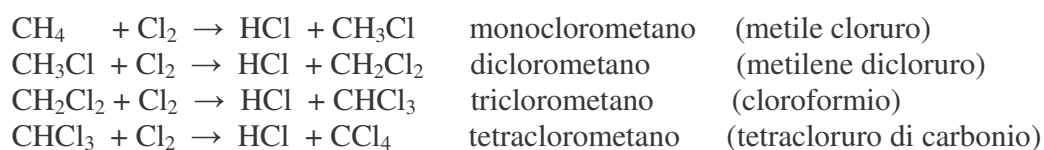
D. GPL è acronimo di *gas di petrolio liquefatti*, miscele di propano e butani; nelle bombole sotto pressione sono allo stato liquido e diventano gassosi quando si apre la valvola. Ma torniamo alle proprietà degli alcani.

Gli alcani, per l'alta energia dei legami C-C e C-H sono poco reattivi nelle ordinarie condizioni di temperatura e pressione; alla temperatura ambiente non reagiscono con acidi, basi, ossidanti e riducenti ma diventano reattivi quando, per effetto delle alte temperature delle alte pressioni, delle radiazioni elettromagnetiche, di reattivi particolarmente energetici, si possono spezzare i legami C-C e C-H.

30.5. Alogenazione

D. E' una reazione di sostituzione di uno o più atomi di idrogeno di un alcano con due o più atomi di un alogeno, con formazione di miscele di *aloidrocarburi* o *alogenuri alchilici*. Nelle formule di questi composti l'alogeno viene spesso indicato con il simbolo X. La *fluorurazione*, per la bassa energia del legame F-F e l'alta energia del legame C-F, non viene eseguita perché troppo esotermica, conducendo alla carbonizzazione dell'alcano. I fluoroalcani si ottengono per via indiretta. La clorurazione avviene ad alta temperatura ed alla luce e conduce ad una serie di cloroidrocarburi; la bromurazione e la iodurazione degli alcani sono lente e di scarsa importanza.

Esempio. Nella clorurazione del metano si ottengono quattro prodotti di sostituzione



R. Perché ha chiamato *radicalica* l'alogenazione degli alcani?

D. Per il *meccanismo* della reazione, conoscenza delle fasi successive attraverso le quali da uno o più reagenti si formano uno o più prodotti.

Si verifica una *scissione radicalica*, o *scissione omolitica*, o *omolisi*, quando una molecola X:Y si spezza in due tronconi $\cdot\text{X}$ e $\cdot\text{Y}$ su ognuno dei quali rimane un elettrone del doppietto elettronico prima condiviso



$\cdot\text{X}$ e $\cdot\text{Y}$ sono *radicali liberi*, aggruppamenti di vita brevissima, estremamente reattivi (salvo casi particolari) per la presenza di elettroni spaiati; così ad esempio sono radicali liberi l'atomo di idrogeno $\cdot\text{H}$, gli atomi degli alogeni ($\cdot\text{F}$, $\cdot\text{Cl}$, ecc.), l'idrossile $\cdot\text{OH}$.

Rappresenti la scissione radicalica dell'etano $\text{H}_3\text{C:CH}_3$.



D. L'unione di due radicali liberi prende il nome di *colligazione*. In una reazione radicalica avvengono omolisi dei reagenti e colligazioni tra i radicali risultanti. Le reazioni radicaliche avvengono in genere a temperatura elevata, in fase gassosa o tra sostanze disciolte in solventi inerti, apolari o poco polari; spesso richiedono catalizzatori e/o l'azione di radiazioni luminose o ultraviolette.

Nelle *reazioni radicaliche di sostituzione* (come l'alogenazione degli alcani di cui stiamo parlando) si rompe un legame in un composto X:Y e si stabilisce un nuovo legame tra $\cdot\text{X}$, o $\cdot\text{Y}$, e un terza particella Z. Per consuetudine, uno dei reagenti, in genere quello avente molecola più

complessa, o quello oggetto di sperimentazione, si considera come *substrato*; l'altro reagente è detto *reattivo*.

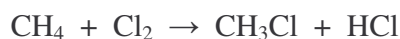
In una sostituzione radicalica



substrato	reattivo	prodotto della sostituzione	particella uscente
-----------	----------	--------------------------------	-----------------------

il punto di rottura del substrato e l'attacco del radicale sono determinati dalla stabilità del radicale stesso.

Esempio. Il meccanismo della clorurazione del metano



è il seguente:

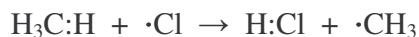
Attivazione, o iniziazione.

L'alta temperatura (>260 °C) o le radiazioni UV provocano la scissione radicalica di alcune molecole di cloro in due radicali liberi

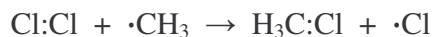


Reazione a catena, o propagazione.

a) I radicali liberi $\cdot Cl$ attaccano alcune molecole di metano, liberando radicali metili



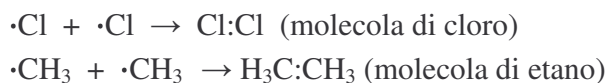
b) I radicali metile possono a loro volta reagire con molecole di cloro, liberando altri radicali $\cdot Cl$



Si formano cioè radicali a spese di altri radicali e quindi la reazione, iniziata con poche, si estende a tutte le particelle dei reagenti.

Disattivazione, o terminazione.

Le reazioni a catena si interrompono quando i radicali liberi si uniscono senza produrne altri, come ad esempio



Possono agire da disattivanti anche i materiali costituenti le pareti del recipiente in cui si esegue la reazione, e anche impurezze dei reagenti.

Per il propano e gli omologhi superiori la clorurazione è un fenomeno più complesso, potendosi formare più derivati isomeri. In genere, avviene più facilmente sul carbonio terziario, meno facilmente sul carbonio secondario e ancor meno sul carbonio primario, per la diversa stabilità dei radicali liberi che si formano.

Esempio. Nella clorurazione del butano a 300 °C si ottiene circa il 68 % di 2-clorobutano e circa il 32 % di 1-clorobutano.

30.6. Nitrazione

D. È una reazione di sostituzione di un atomo di idrogeno di un alcano con un aggruppamento NO₂ (nitroile) realizzata mediante acido nitrico.

Esempio. Il metano, alla temperatura di 470 °C forma, insieme ad altri prodotti, il nitrometano (CH₄ + HONO₂ → CH₃NO₂ + H₂O) usato come propellente.

30.7. Combustione

D. Gli alcani, e tutti gli altri idrocarburi, bruciano formando diossido di carbonio e vapore d'acqua.

Esempio. La reazione CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂O (ΔH = 213 kcal/mol) è utilizzata per produrre energia termica nell'industria e nella vita domestica.

30.8. Preparazione degli alcani

D. Gli alcani si trovano nei gas naturali e nei petroli.

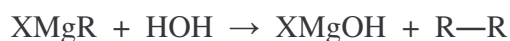
30.7.1. Sintesi di Wurtz. Un alcano non ramificato si può ottenere con la sintesi dovuta al chimico francese Charles Adolphe Wurtz (1817-1884), reazione tra un aloidrocarburo con sodio metallico



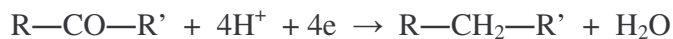
30.7.2. Idrogenazione catalitica (Pt, Pd, Ni) di un alchene



30.7.3. Idrolisi di un reattivo di Grignard (li incontreremo più avanti)



30.7.4. Riduzione di Clemmensen, da aldeidi o chetoni (li incontreremo più avanti) con amalgama di zinco e acido cloridrico



30.7.5. Reazione di Kolbe. La reazione, dovuta al chimico tedesco Adolf Kolbe (1818-1884) consiste nell'elettrolisi di soluzioni acquose di sali di acidi carbossilici: gli anioni $RCOO^-$ si ossidano all'anodo

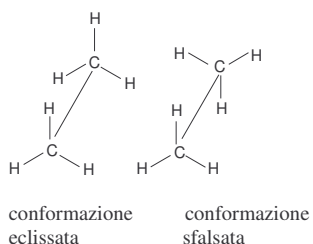


■ Il **metano** CH_4 è il principale componente dei *gas naturali*, estratti dal sottosuolo mediante trivellazione e usati tanto come combustibili quanto come materia prima per sintesi chimiche e per produrre idrogeno. Il **propano** C_2H_6 e i **butani** C_4H_{10} accompagnano il metano nei gas naturali e costituiscono anche un sottoprodotto dell'industria petrolifera; compressi in bombole allo stato liquido (GPL, cioè gas di petrolio liquefatti) si usano come combustibili per uso industriale domestico.

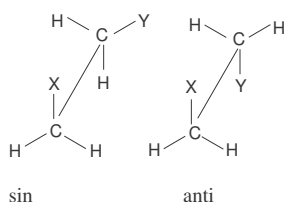
30.9. Conformeri.

D. Nelle molecole dagli alcani, e dei loro derivati, gli atomi di carbonio possono ruotare intorno ai legami semplici ρ : le molecole possono così assumere infinite *conformazioni*, comprese tra i due casi estremi, le conformazioni *eclissata* e *sfalsata*.

Esempi. a) L'etano H_3C-CH_3 può avere infinite conformazioni per rotazione del legame $C-C$, comprese tra i due casi limite



b) Per i derivati dell'etano in cui due atomi di idrogeno sono sostituiti con atomi o aggruppamenti atomici X e Y uguali o diversi le due conformazioni eclissata e sfalsata prendono il nome di conformero *sin* e conformero *anti*. Per un composto XH₂C—CH₂Y le due forme sono

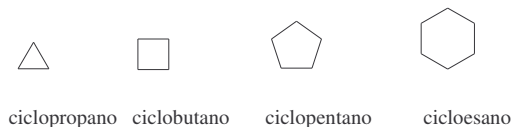


30.10. Cicloalcani

D. I *cicloalcani* (detti anche *cicloparaffine* e *nafteni*) sono idrocarburi saturi ciclici aventi formula generale C_nH_{2n}. Si denominano come gli alcani contenenti lo stesso numero di atomi carbonio. Il più semplice è il *ciclopropano* C₃H₆ ovvero (CH₂)₃.

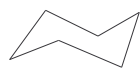
R. Perché?

R. Ovviamente occorrono al minimo tre atomi di carbonio per formare un anello! Al ciclopropano seguono il *ciclobutano* C₄H₈, il *ciclopentano* C₅H₁₀, il *cicloesano* C₆H₁₂, ecc., rappresentati con figure geometriche; in ogni vertice è sottinteso un gruppo —CH₂—

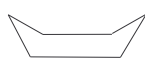


Nei cicloalcani si verifica ibridazione sp^3 dell'atomo di carbonio, come negli alcani quindi gli angoli di legame dovrebbero essere, in tutti i cicloalcani, $109^\circ 28'$ ma non è così.

Esempi. Il *ciclopropano* ha formula piana e i tre angoli a 60° ; per questo motivo la molecola, «in tensione», è poco stabile e tende ad addizionare altre sostanze con apertura dell'anello. Il *ciclobutano* e il *ciclopentano* hanno formula «ondulata» e gli angoli di legame sono rispettivamente 88° e 105° . La molecola del cicloesano può assumere varie conformazioni e la più stabile è quella detta «a sedia»



conformazione a sedia



conformazione a barca

I cicloalcani, dal cicloesano in avanti, danno le stesse reazioni di sostituzione degli alcani e inoltre, per azione delle alte temperature, subiscono la deidrogenazione formando composti ciclici insaturi, gli areni, di cui parleremo a lungo più avanti.

I cicloalcani sono presenti nei petroli e si possono ottenere per dealogenazione di un derivato alogenato saturo o per idrogenazione di un arene.

■ Il **ciclopropano** C_3H_6 è un anestetico, il **cicloesano** C_6H_{12} si usa come solvente.

Meritano un cenno gli *spirani*, idrocarburi ciclici saturi in cui un atomo di carbonio è comune a due anelli, come ad esempio



spiropentano



spiroeptano

30.11. Silani

R. Ho sentito parlare di *silani*, che cosa sono?

D. Sono composti simili agli alcani in cui il carbonio è sostituito dal silicio. Prendono il nome dei corrispondenti alcani. Esempi: SiH_4 ,

silicometano; Si_2H_6 , *silicoetano*; Si_3H_8 , *silicopropano*. Il silicio forma difficilmente catene contenenti più di sei atomi.