كلية التربية للعلوم الصرفة

القسم: الكيمياء

المرحلة: الاولى

أستاذ المادة: د. محمد غنام مخلف العبيدي

اسم المادة باللغة العربية: الكيمياء العضوية

اسم المادة باللغة الإنكليزية: Organic Chemistry

اسم المحاضرة الرابعة باللغة العربية: الهيدروكاربونات

اسم المحاضرة الرابعة باللغة الإنكليزية: Hydrocarbons

الهيدروكاربونات *Hydrocarbons*

يطلق أسم الهيدروكاربونات على المركبات التي تتكون ذرات الكاربون والهيدروجين فقط ، وتقسم الى هيدروكاربونات اليفاتية وهيدروكربونات أروماتية .

الهيدروكاربونات الأليفاتية *Aliphatic Hydrocarbons*

وهي عبارة عن مركبات ذات سلاسل *مستقيمة Straight* ، متفرعة *Branched* أو حلقية Cyclicوقد تكون مشبعة *Saturated* أو غير مشبعة Unsaturated ولقد أشتق اسم اليفاتية من الكلمة اليونانية (*Aleiphas*) وتعني الدهن (*Fat*) .

- التشبع *Saturation* : يقصد بالتشبع هو أن تكون جميع أواصر C-C مفردة بمعنى أن عدد ذرات الهيدروجين هو الحد الأقصى الذي يمكن أن يحتويه سواء كان المركب حلقي أو غير حلقي
- عدم التشبع *Unsaturation* : المرغب غير المشبع هو الذي تحتوي جزيئاته على أواصر مزدوجة أو ثلاثية ويكون عدد ذرات الهيدروجين أقل من العدد الأقصى الذي يمكن للهيدروكاربون أن يحتويه .

الهيدروكاربونات الأروماتية *Aromatic Hydrocarbons*

هي هيدروكاربونات تحتوي على حلقة بنزين واحدة على الأقل .

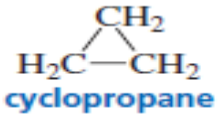
أولاً : الهيدروكاربونات الأليفاتية المشبعة *Saturated Aliphatic Hydrocarbons*

الألكانات *Alkanes (Paraffins)* C_nH_{2n+2}

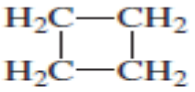
هي النوع الوحيد من الهيدروكاربونات الأليفاتية المشبعة ويطلق عليها أسم "البارافينات" Paraffins المشتقة من الكلمة اللاتينية " *Parum affinis* " وتعني الفعالية المنخفضة .

وتقسم الألكانات الى :

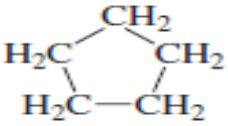
- الكانات ذات سلاسل مفتوحة *Open Chain Alkanes* قد تكون متفرعة أو غير متفرعة وتتبع القانون العام C_nH_{2n+2} حيث أن n تمثل عدد ذرات الكاربون في المركب ويقصد بالتفرع هو استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر من على ذرات الكاربون في المركب بمجموعة الكيل (تحتوي على ذرات كاربون وهيدروجين) .
- الألكانات حلقية Cyclic *Alkanes* تكون جزيئات الهيدروكاربون فيها على شكل حلقة وتتبع القانون العام C_nH_{2n} (مثل الألكينات) :



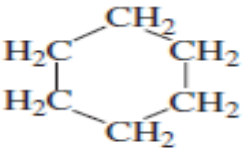
cyclopropane



cyclobutane



cyclopentane



cyclohexane

السلسلة المتشاكلة (المتماثلة) *Homologous Series*

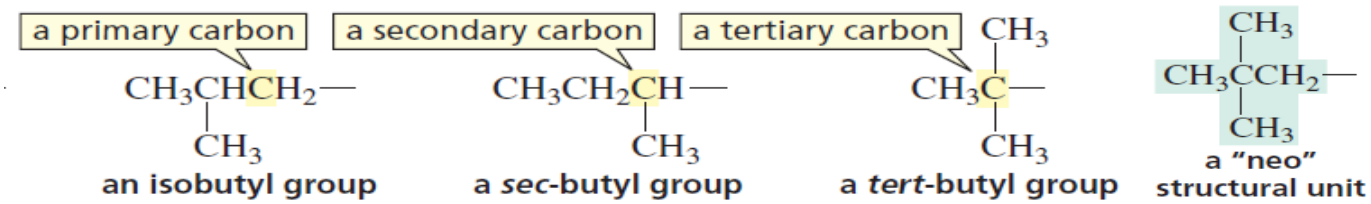
وهي سلسلة المركبات العضوية المتشابهة في التركيب والتي يختلف فيها كل مركب عن سابقه أو لاحقه بنفس العدد من الذرات ($-CH_2-$) لذلك تتدرج هذه المركبات في ازدياد وزنها الجزيئي . ومن الامثلة على ذلك السلاسل المتشاكلة (الألكانات ، الألكينات ، الألكاينات) حيث تعتبر الألكانات سلسلة متشاكلة (متماثلة) ابتداءاً من الميثان CH_4 صعوداً .

تصنيف ذرات الكاربون و الهيدروجين

تصنف كل ذرة من ذرات الالكان (المركب العضوي) تبعاً لعدد ذرات الكاربون المرتبطة بها .

1. **ذرة الكاربون الاولية (1^o) Primary وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بذرة كاربون واحدة.**
2. **ذرة الكاربون الثانوية (2^o) Secondary وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بذرتي كاربون .**
3. **ذرة الكاربون الثالثية (3^o) Tertiary وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بثلاثة ذرات كاربون منفصلة .**
4. **ذرة الكاربون الرابعية (4^o) Quaternary وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بأربعة ذرات كاربون منفصلة .**

وبنفس الطريقة تصنف ذرات الهيدروجين ، فذرة الهيدروجين التي ترتبط بذرة كاربون اولية تسمى ذرة هيدروجين اولية وبنفس الطريقة للهيدروجين الثانوية والثالثية (لا توجد هيدروجين رابعية) .

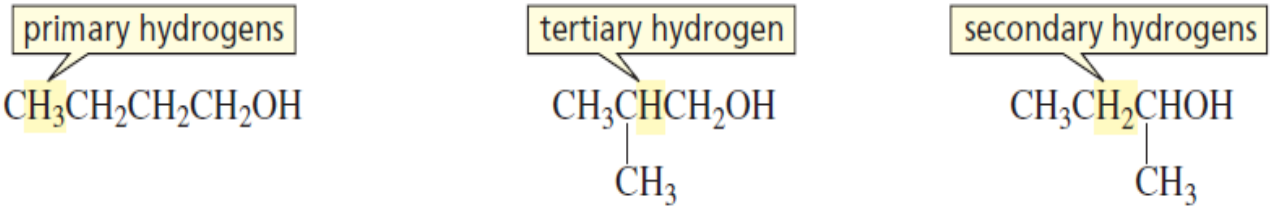


an isobutyl group

a *sec*-butyl group

a *tert*-butyl group

a "neo" structural unit



الألكانات (البارافينات) *Alkanes*

وهي عبارة عن هيدروكاربونات مشبعة لها الصيغة الجزيئية العامة (قانونها العام) C_nH_{2n+2} ، حيث ان n تمثل عدد ذرات الكاربون في جزيئة الالكان وتتألف من ذرات الكاربون والهيدروجين فقط وترتبط باواصر تساهمية مفردة σ (C — C & C —H) .

لكل ذرات الكاربون في الألكانات تهجين sp^3 وشكل رباعي السطوح Tetrahedral وقيمة الزوايا بين الاواصر 109 .5° ، وتكون الاواصر (C — C , C— H) فيها من نوع σ sigma القوية ومن الصعب كسرها ، لذلك تكون الألكانات غير فعالة وهذا ما تعنيه عبارة Paraffin باللاتينية .

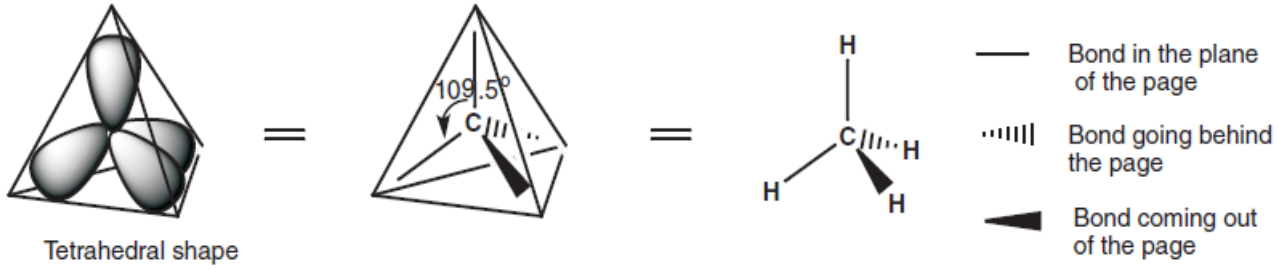


Fig. 3. Tetrahedral shape of an sp^3 hybridized carbon

بالرغم من كون الألكانات مركبات غير فعالة نسبياً لكنها تدخل بعض التفاعلات الكيميائية بظروف شديدة وغالباً ما يكون لهذه التفاعلات اهمية محدودة للكيمياء العضوية الا انها ذات أهمية صناعية كبيرة لأهميتها كوقود Fuel فالغاز الطبيعي والبنزين من أهم مشتقات النفط الخام Crude Oil .

س: اكتب القانون العام للالكانات . ثم أعط مثال لها مع بيان تهجين ذرة الكاربون فيها والشكل الهندسي لها ؟

نظام التسمية *Nomenclature*

هنالك نوعان من أنظمة التسمية وهي كالآتي :

نظام التسمية الاعتيادي (الشائع) *Common Name*

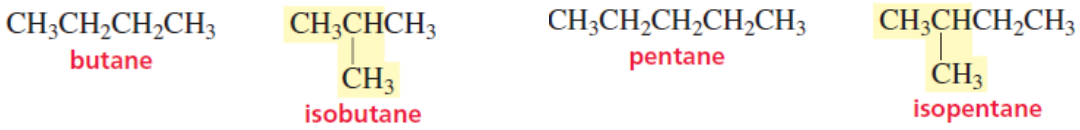
أ. تسمى الأشباه الجزيئية للالكانات ذات السلسلة المستمرة غير المتفرعة straight- chain بـ الاشباه الاعتيادية Normal (n) حيث يوضع الحرف n قبل البادئة التي تدل على عدد ذرات الكاربون في الالكان يليها المقطع (ان) ane . علماً بان الميثان والايثان والبروبان ليس لهم اشباه جزيئية أو ايزوميرات (جميعهم normal) .

n + البادئة + ane

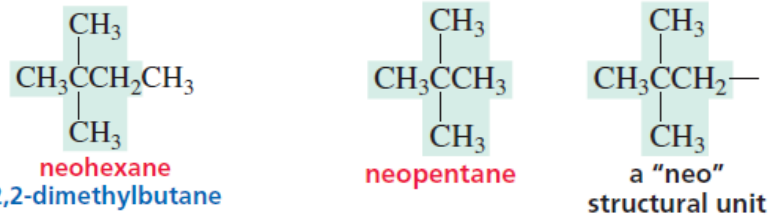
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ — n-Butane

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ — n-Heptane

ب. اذا احتوى الالكان على تفرع في ذرة الكاربون رقم 2 فيطلق عليه اسم ايزو Iso مثل :



ج. اذا احتوى الالكان على ذرة كاربون رابعية (ترتبط بأربعة ذرات كاربون مجاورة وتكون خالية من الـ H) فيطلق عليه اسم نيو neo مثل :

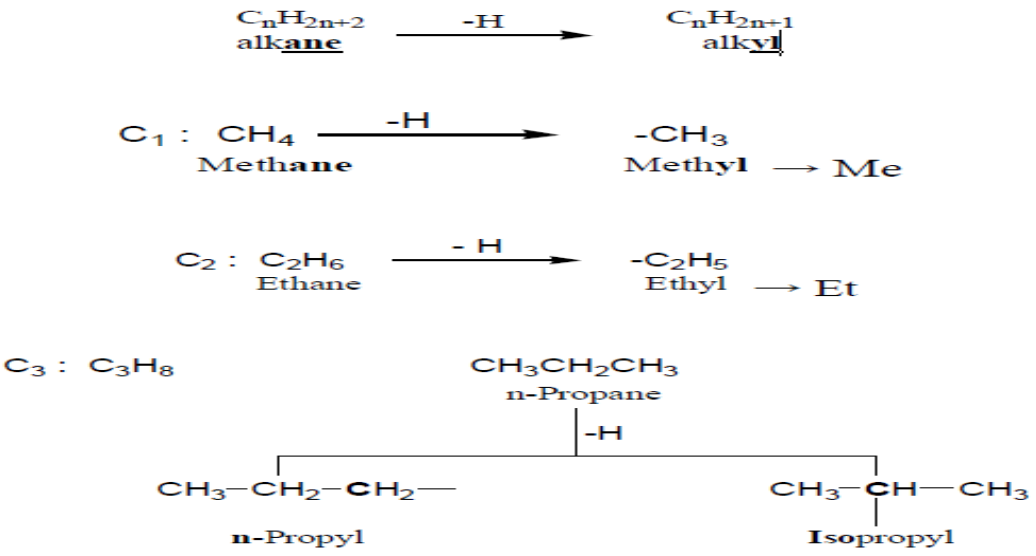


مجموعة (جذر) الألكيل *Alkyl group*

هي مجموعة احادية التكافؤ لا توجد منفردة ولكن مرتبطة بذرات او مجاميع اخرى وتشتق نظرياً من الالكان المقابل بنزع ذرة هيدروجين واحدة ويرمز لها بالرمز R ويشتق اسم مجموعة الألكيل من اسم الالكان المقابل باستبدال المقطع ane بالمقطع yl من نهاية كلمة الكيل Alkyl. وتتبع مجاميع الألكيل القانون العام C_nH_{2n+1}

ملاحظة:

- مجموعة الألكيل الثانوية *Secondary (sec.)*: تعني ان مجموعة الألكيل مرتبطة عن طريق ذرة كاربون متصلة بذرتين كاربون ويرمز لها بالرمز *2°* .
- مجموعة الألكيل الثالثية *Tertiary (tert.)*:تعني مجموعة الألكيل مرتبطة عن طريق ذرة كاربون ثالثية (متصلة بثلاث ذرات كاربون) ويرمز لها بالرمز *3 °* .
- يرمز لذرة الكاربون احادية *Primary* بالرمز *1°* ولذرة الكاربون الرباعية بالرمز *4°* .
- يوصف الهيدروجين بانه أولي او ثانوي او ثالثي حسب ذرة الكاربون المرتبط بها.



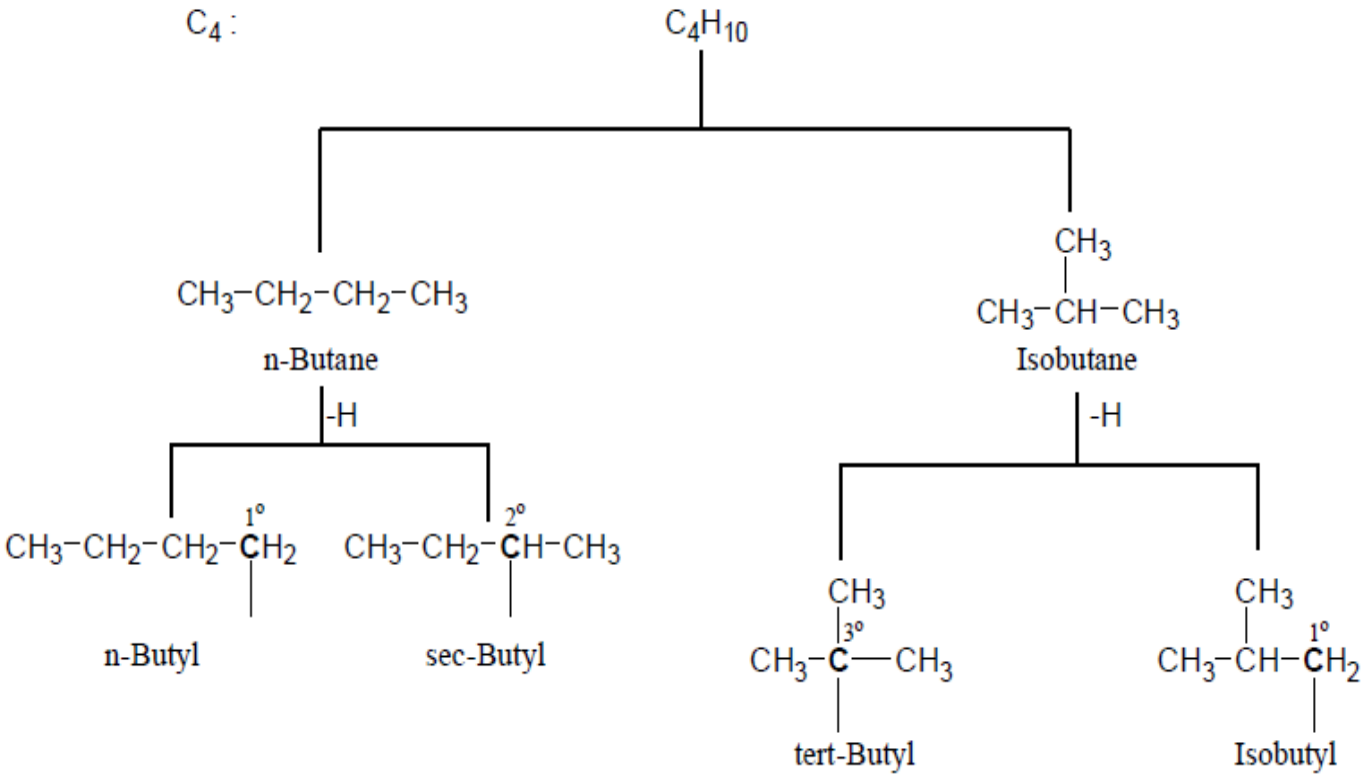


Table 2.2 Names of Some Alkyl Groups

methyl	CH_3-	*sec*-butyl	$CH_3CH_2CH(CH_3)-$	neopentyl	$CH_3C(CH_3)_2CH_2-$
ethyl	CH_3CH_2-				
propyl	$CH_3CH_2CH_2-$			hexyl	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$
isopropyl	$CH_3CH(CH_3)-$	*tert*-butyl	$CH_3C(CH_3)_2-$	isohexyl	$CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CH_2-$
butyl	$CH_3CH_2CH_2CH_2-$	pentyl	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2-$		
isobutyl	$CH_3CH(CH_3)CH_2-$	isopentyl	$CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2-$		

نظام التسمية العام

Systematic Name IUPAC

1. عند تسمية الألكانات المتفرعة branched- chain يجب اختيار أطول سلسلة كاربونية مستمرة وتعطي الاسم البادئة يليها المقطع ان ane.
2. يتم ترقيم السلسلة من أقرب ذرة كاربون طرفية للمجموعة المعوضة ويكتب أسم هذه المجموعة قبل الأسم الأساس مع تحديد موقعها بكتابة رقم ذرة الكاربون المستبدل عليها.
3. عند وجود سلسلتين متساويتين في الطول يجب اختيار السلسلة التي تحتوي على اكبر عدد من المجاميع المعوضة .

4. عند وجود اكثر من مجموعة معوضة من نفس النوع تسبق ببادئة توضح عدد هذه المجموعات فمثلا: ثنائي di ، ثلاثي tri ، رباعي tetra ، خماسي penta . . . وهكذا .

5. عند وجود اكثر من مجموعة او ذرة معوضة من نفس النوع على السلسلة يكرر الرقم لكل واحدة.

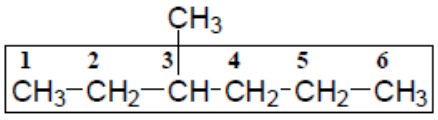
6. عند وجود مجموعتين معوضتين مختلفتين على السلسلة يتم كتابة اسماء المجموعات على اساس التسلسل الهجائي للحروف ويكون الترقيم من اقرب تفرع.

7. عند وجود مجموعتين معوضتين مختلفتين على السلسلة ومتكافئتين في الموقع ترقم السلسلة بحيث تأخذ المجموعة التي لها اسبقية التسمية الرقم الاصغر.

8. تدخل المقاطع tri, di ضمن التسلسل الهجائي عند كتابة اسماء المجموعة.

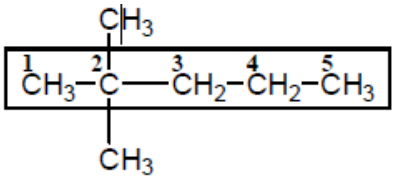
جدول بأسماء أبسط اول عشرة الكانات ((حفظ)) .

No. of Carbon Atoms	Parent البادئة	Alkane Common Name (ane)	Chemical Formula	Condensed Formula
1	Meth.	n-Methane	CH_4	CH_4
2	Eth.	n-Ethane	C_2H_6	$CH_3\ CH_3$
3	Prop.	n-Propane	C_3H_8	$CH_3\ CH_2\ CH_3$
4	But.	n-Butane	C_4H_{10}	$CH_3\ (CH_2)_2\ CH_3$
5	Pent.	n-Pentane	C_5H_{12}	$CH_3\ (CH_2)_3\ CH_3$
6	Hex.	n-Hexane	C_6H_{14}	$CH_3\ (CH_2)_4\ CH_3$
7	Hept.	n-Heptane	C_7H_{16}	$CH_3\ (CH_2)_5 CH_3$
8	Oct.	n-Octane	C_8H_{18}	$CH_3\ (CH_2)_6\ CH_3$
9	Non.	n-Nonane	C_9H_{20}	$CH_3\ (CH_2)_7\ CH_3$
10	Dec.	n-Decane	$C_{10}H_{22}$	$CH_3\ (CH_2)_8\ CH_3$



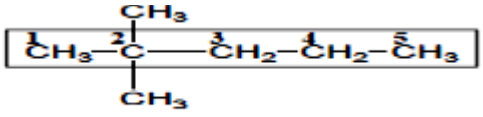
3-Methyl hexane

السلسلة الرئيسية ـ داخل المستطيل ـ تعطى الاسم الأساسي وأي مجموعة خارجه تكون مجموعة مستبدلة (مجموعة ألكيل)

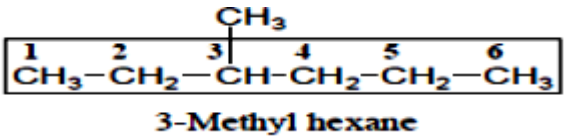


2,2-Dimethyl pentane

تكرار الرقم لمجموعتي الميثيل على نفس ذرة الكربون لتحديد موقعهما واستخدام البادئة di لتدل على عددهما (قاعدة 10)



2,2-Dimethyl pentane



3-Methyl hexane

س : صحح الخطأ في تسمية المركبات التالية مع كتابة الأسماء النظامية الصحيحة ؟

(a) 1,1-Dimethyl pentane (b) 3-Methyl-2-propyl hexane

(c) 4,4-Dimethyl-3-ethyl pentane (d) 5-Ethyl-4-methyl hexane

الخواص الفيزيائية للألكانات *Physical properties*

الألكانات الاربعة الاولى C_1- C_4 غازات بينما تكون الألكانات الاعلى $C_5 - C_{17}$ سوائل والاعلى من ذلك مواد صلبة مثل شمع البرافين $C_{18}H_{38}$.

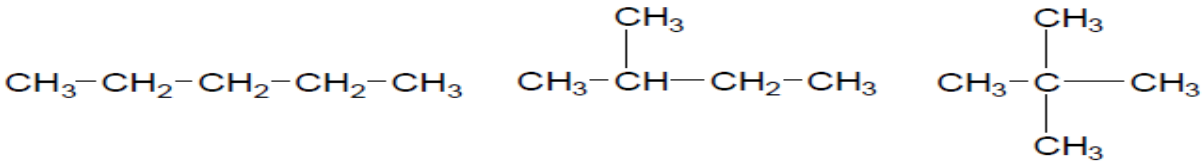
1. درجة الغليان *Boiling point (m.p)*

تزداد درجة غليان الألكانات تزايد منتظم بزيادة الوزن الجزيئي بغض النظر عن التركيب البنائي للجزيئة (مستمر او متفرع) .

	CH_4	CH_3-CH_3	$CH_3-CH_2-CH_3$
b.p	-162°C	-88°C	-42°C

اما عند تساوي الوزن الجزيئي فان درجة الغليان تعتمد على التركيب البنائي للجزيئة و كمايلي:

أ. تقل درجة الغليان بزيادة التفرع على السلسلة حيث تعمل هذه التفرعات على ابعاد الجزيئات عن بعضها البعض فتقل قوى فاندرفالز .



b.p	36°C	28°C	9.5°C

ب. تزداد درجة الغليان بزيادة تماثل جزيئة المركب بسبب انتظام شكل جزيئاته .

ج. درجة غليان الألكانات الحلقية اعلى من درجة غليان الألكانات غير الحلقية.

د. تقل درجة غليان الألكانات الحلقية بوجود مجموعات الكيل مستبدلة.

هـ. درجة غليان الأيزومير الهندسي Cis اعلى من درجة غليان الأيزومير Trans .

2. درجة الانصهار *Melting Point (m.p):*

تزداد درجة الانصهار للالكانات غير الحلقية ذات السلاسل المستقيمة بزيادة الوزن الجزيئي تزايد غير منتظما كم يظهر في الجدول.

عدد ذرات الكربون	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m.p	-183	-172	-188	-138	-130	-95	-91	-57	-54	-30

الألكانات الحلقية لها درجة انصهار أعلى من الألكانات غير الحلقية المقابلة لها في الوزن الجزيئي بسبب تناظرها الاعلى الذي يؤدي الى تراصها بشكل اكبر في الشبكة البلورية وبالتالي تكون قوى التجاذب أكبر فترتفع درجة الانصهار..

س: أيهما ينصهر بدرجة حرارة أعلى Pentane ام Cyclopentane ولماذا ؟

3. الذوبانية *Solubility*

جميع الألكانات الحلقية وغير الحلقية لا تذوب في المذيبات القطبية مثل الماء بسبب ضعف قطبيتها ولكنها تذوب في المذيبات ذات القطبية المنخفضة مثل البنزين(الشبيه يذيب الشبيه) وتمتزج الألكانات السائلة فيما بينها بأي نسبة ولها ميل تجاه الدهون والزيوت بسبب احتواء الزيوت والدهون على سلسلة هيدروكاربونية طويلة R لذا تستخدم الألكانات في التنظيف الجاف وإزالة الدهون .

4. الكثافة *Density*

كثافتها اقل من كثافة الماء وهي اقل المواد العضوية كثافة.

Table 2.1 Nomenclature and Physical Properties of Straight-Chain Alkanes

Number of carbons	Molecular formula	Name	Condensed structure	Boiling point (°C)	Melting point (°C)	Density[a] (g/mL)
1	CH_4	methane	CH_4	−167.7	−182.5	
2	C_2H_6	ethane	CH_3CH_3	−88.6	−183.3	
3	C_3H_8	propane	$CH_3CH_2CH_3$	−42.1	−187.7	
4	C_4H_{10}	butane	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	−0.5	−138.3	
5	C_5H_{12}	pentane	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	36.1	−129.8	0.5572
6	C_6H_{14}	hexane	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	68.7	−95.3	0.6603
7	C_7H_{16}	heptane	$CH_3(CH_2)_5CH_3$	98.4	−90.6	0.6837
8	C_8H_{18}	octane	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	127.7	−56.8	0.7026
9	C_9H_{20}	nonane	$CH_3(CH_2)_7CH_3$	150.8	−53.5	0.7177
10	$C_{10}H_{22}$	decane	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	174.0	−29.7	0.7299
11	$C_{11}H_{24}$	undecane	$CH_3(CH_2)_9CH_3$	195.8	−25.6	0.7402
12	$C_{12}H_{26}$	dodecane	$CH_3(CH_2)_{10}CH_3$	216.3	−9.6	0.7487
13	$C_{13}H_{28}$	tridecane	$CH_3(CH_2)_{11}CH_3$	235.4	−5.5	0.7546
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20	$C_{20}H_{42}$	eicosane	$CH_3(CH_2)_{18}CH_3$	343.0	36.8	0.7886

علل .: يغلي $CH_3CH_2CH_2CH_3$ (butane) بدرجة حرارة أوطأ من CH_3CHCH_3 (2-methylpropane) .

س : قارن بين H_2O و CH_4 من حيث الوزن الجزيئي ، القطبية ودرجة الغليان ؟