البترول

- سائل كثيف لزج كريه الرائحة قابل للاشتعال لونه أسود أو بني غامق إلى بني مخضر ، لا يذوب في الماء ويوجد في الطبقة العلوية من القشرة الأرضية
- يتكون من الهيدروكربونات معظمها ألكانات
- لا يستخدم النفط الخام مباشرة لذا يمر بعمليات تكرير وفصل للحصول على مكوناته التي تدخل في شتى مجالات الصناعة ومنها :

١- الضوء الصناعي
٢- وقود : مصدر للطاقة المنزلية والتدفئة أو وقود لوسائل المواصلات
٣- طبيا ، الأدوية والعقاقير ،
٤- الملابس والمواد العازلة والاسفلت
٥- اللدائن والألياف الصناعية والمطاط الصناعي
٦- المبيدات الحشرية ومواد التنظيف والتجميل

نظرية تكون النفط :

- **نظرية غير عضوية** (اقترحها مندليف)

يتكون النفط في باطن الارض من تفاعل بخار الماء مع كربيدات الفلزات

- $Al_4C_3 + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3\ CH_4$
- $CaC_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

لم تؤيَّد هذه النظرية لعدم وجود آثار لكربيدات الفلزات وكذلك لم تفسر سبب وجود النيتروجين وبعض الشوائب في المركبات

- **النظرية العضوية** تفترض أن تكون النفط يمر بالخطوات التالية :

١- تتحلل بقايا الكائنات البحرية والنباتات القديمة إلى مواد عضوية
٢- تختلط البقايا العضوية بالطين وبمرور السنين دفنت تحت طبقات رسوبية
٣- وبفعل الحرارة والضغط الشديدين تتحول المواد العضوية إلى مادة شمعية تسمى هيدروكربونات سائلة وغازية وكيروجين (هو مخلوط من مواد عضوية ومركبات كيميائية تشترك في تكوين المواد العضوية الموجودة في بعض أنواع الصخور الرسوبية)
٤- بفعل التغيرات الجيولوجية تنتقل الكيروجين عبر طبقات الصخور إلى طبقات غير مسامية مكونة حقول النفط تسمى طبقة المكمن

تركيب النفط الكيميائي :

١- خليط هيدروكربونات (غازية ، سائلة ، صلبة)

٢- عناصر أخرى بنسب متفاوتة (O , N , S , C , H)

٣- الغاز الطبيعي : أغلب مكوناته هو غاز الميثان ونسب ضئيلة من الإيثان وهو نوعين :

أ- **غاز طبيعي رطب :** الغاز المذاب في النفط

ب- **غاز طبيعي جاف :** يوجد في حقول خاصة بمعزل عن حقول النفط

أقسام النفط حسب الشوائب :

١- **الزيت الحلو :** خالي من الشوائب غير العضوية (**N , S**)

٢- **الزيت المر :** يحتوي نسبة مرتفعة من الشوائب غير العضوية مثل (**H_2S**)

النيتروجين والكبريت وكبريتيد النيتروجين هي سبب الرائحة الكريهة للنفط

تكرير النفط : فصل مكونات النفط عن بعضها بطرق فيزيائية وكيميائية

قبل التكرير تحدث عمليات التنقيب وحفر الآبار واستخراج ونقل النفط إلى وحدات التكرير

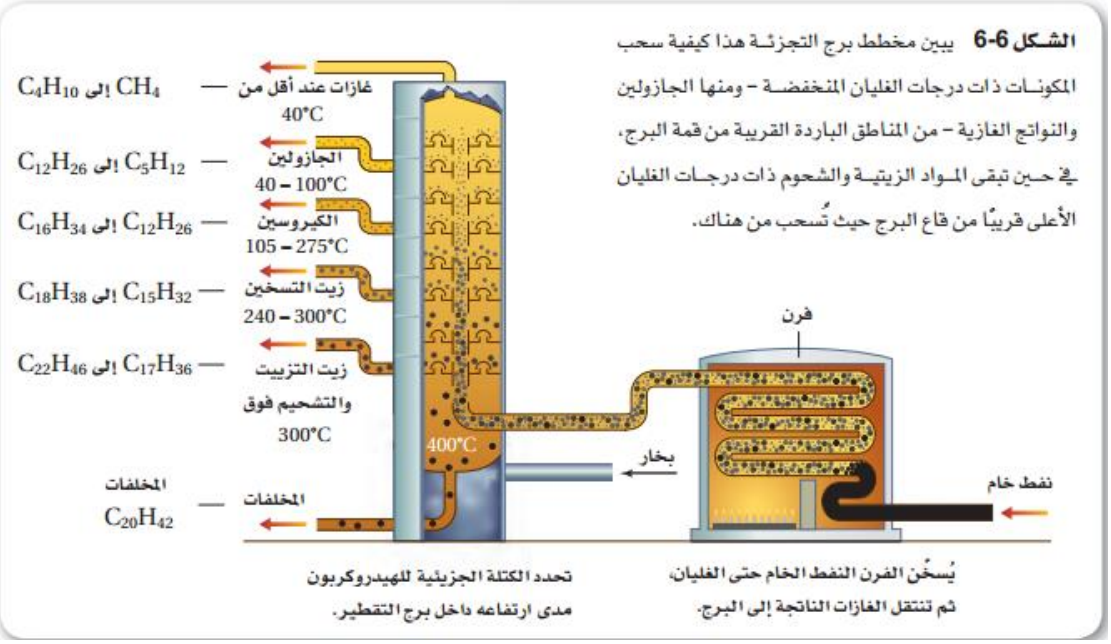
مراحل انتاج النفط (تكرير النفط)

أ- **وحدة الفصل :** فصل مكونات النفط الخام إلى غازات وسوائل متكثفة خفيفة بطرق فيزيائية فقط .

يحدث فيها العمليات التالية : التقطير التجزيئي ثم الاستخلاص بالمذيبات ثم التبريد

التقطير التجزيئي : هو عملية فصل مكونات المخاليط في الحالة السائلة عن بعضها بتحويلها إلى بخار ثم إعادة تكثيف كل منها اعتمادا على درجة غليانه .

يتم تسخين النفط الخام إلى أن يتحول جميعه إلى غاز . يكون برج التقطير بارداً من الأعلى ، وساخناً من الأسفل حول 400°C .
هذا يعني أن الهيدروكربونات الكبيرة والتي تمتلك درجات غليان عالية تتكاثف في أسفل البرج .
تصل الهيدروكربونات الصغيرة ، والتي تمتلك درجات غليان منخفضة إلى أعلى البرج ولكنها لا تتكاثف ، بل تبقى على هيئتها الغازية وتخرج من أعلى البرج .



المنتجات النفطية الناتجة عن وحدة الفصل في برج التقطير غير نقية بما فيه الكفاية بسبب تقارب الكتل الجزيئية للمواد وبالتالي تقارب درجات غليانها لذا وجب تعريضها لوحدة تنقية أكثر دقة

ب- **وحدة المعالجة والتنقية** : طرق فصل كيميائية للتخلص من الشوائب ولفصل المواد التي لم يتم فصلها جيدا في مرحلة الفصل:

١- **التنقية بالمعاملة الكيميائية** يتم استخلاص المادة المطلوبة بمادة كيميائية مناسبة مثل NaOH لإزالة كبريتيد الهيدروجين

H_2SO_4 ، $CuCl_2$

٢- **التنقية بالهدرجة** : يتم معالجة النافثا ، الكيروسين ، الديزل بتفاعلها مع غاز الهيدروجين تحت ضغط ودرجات حرارة عالية وفي وجود مواد حفازة

تمتاز التنقية بالمعاملة الكيميائية بأنها أقل كلفة من التنقية بالهدرجة

ج- **وحدة التحويل** : يتم تحويل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة

- فائدتها تكمن في ازدياد الطلب العالمي للمواد ذات الجزيئات الصغيرة

١- التكسير الحراري : في غياب الأكسجين حيث يتم تحويل المكونات الثقيلة إلى جازولين عن طريق تكسير الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر

الجازولين : خليط سلاسل هيدروكربونات مشبعة تحوي من 5-12 ذرة كربون

ينتج هيدروكربونات مشبعة (ألكانات)

هيدروكربونات غير مشبعة ويصاحبها انتاج لغاز الهيدروجين

٢- التكسير الحراري في وجود عامل حفاز

تنتج من هذه العملية المواد الأولية لصنع منتجات البلاستيك ، أفلام التصوير والألياف الصناعية .

تكمن أهمية العامل الحفاز في زيادة سرعة التفاعل والتأثير والتحكم في مواقع كسر الرابطة

مثال : سلسلة هيدروكربون مشبعة صيغتها الجزيئية $C_{11}H_{24}$ قد ينتج جزيئين ألكين وغاز هيدروجين أو جزيء ألكين وآخر ألكان

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$$

$$\downarrow$$

$$CH_3CH_2CH_2CH=CH_2 \quad + \quad CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$$

PENTENE HEXANE

$$CH_3CH_2CH_2CH=CH_2 \quad + \quad CH_2=CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3 \quad + \quad H_2$$

PENTENE HEXENE

مشتقات النفط الناتجة عن عمليات التقطير واستخداماتها

١- المواد الغازية الهيدروكربونات من C4-C1 ، تخرج في أعلى برج التقطير

تستخدم وقود وينتج منها غاز الطهو المنزلي (بوتاغاز) وهو الغاز النفطي المسال

٢- الجازولين : خليط سائل هيدروكربونات C5-C12

يستخدم كوقود للسيارات (بنزين السيارات) وللمشاكل البيئية التي حدثت جراء الاحتراق غير الكامل للجازولين (حدوث فرقعة في محركات السيارات) الذي ينتج غاز CO شديد السمية لذا تم وضع تصنيف عالمي للوقود يحتوي نسبة معينة من آيزوأوكتان ، هذا التصنيف يسمى الرقم الأوكتاني حيث يعبر عن جودة وقود السيارات فمثلا معنى بنزين 95 أي أن نسبة آيزوأوكتان فيه 95%

كلما ارتفع رقم الأوكتان قلل من حدوث الفرقعة (الاحتراق غير الكامل) ويحدث احتراق كامل ينتج CO_2 الأقل سمية

تم الاستغناء عن رابع إيثيل الرصاص لأضرار الرصاص الخطيرة على البيئة والإنسان ولأنه يقلل من كفاءة الاحتراق وتم استخدام مادة ثلاثي بيوتيل إيثر

٣- الكيروسين C15-C12 سائل ذو رائحة مميزة يستخدم وقود للطائرات وأفران الخبز

٤- الديزل C16-C20 ، سائل زيتي الملمس ، وقود للشاحنات

٥- زيت التشحيم : C21-C50 مواد سائلة شبه صلبة ،

- يستخدم كزيت للمحركات والعجلات للتقليل من درجة الاحتكاك في الأجزاء المتحركة
- الشموع والورق المشمع والفازلين

٦- القار (قطران) والإسفلت (الزفت): ...C70 مواد صلبة تلين بالحرارة وتتماسك بشدة عند التبريد

يستخدم في رصف الطرق والعزل المائي للمنازل

القطران أحد نواتج احتراق السيجارة ولأنه جزيئات ثقيلة تترسب في الرئة تتسبب سرطان الرئة وانسداد الحويصلات الهوائية

البوليمر

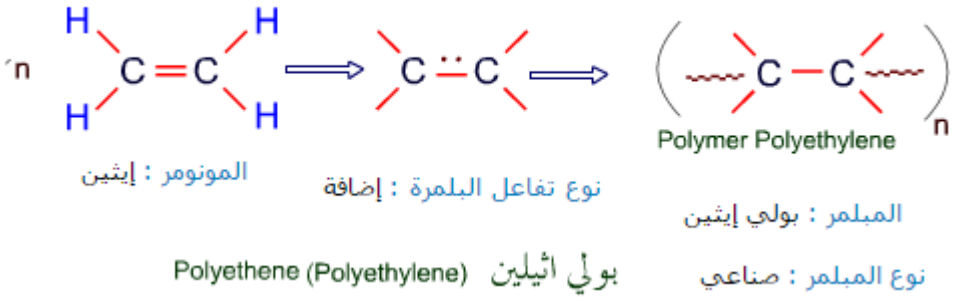
- جزيئات كبيرة تتكون من العديد من الوحدات البنائية المتكررة المسماة مونومر

تصنيف البوليمرات

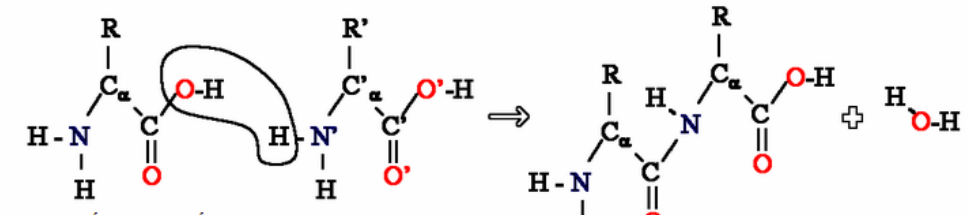
عملية البلمرة Polymerization

البلمرة : تفاعل كيميائي تتحد فيه أعداد كبيرة من جزيئات صغيرة تسمى مونومرات مع بعضها مكونةً جزيئاً عملاقاً ذا كتلة جزيئية عالية يكون البوليمر على شكل سلسلة أو متفرعاً .

البلمرة بالإضافة : عملية البلمرة التي تتكسر فيها الروابط غير المشبعة في الجزيئات من نفس النوع لترتبط ببعضها



البلمرة بالتكثف : التفاعل الذي يحدث بين مونومرات تحتوي على مجموعتين وظيفيتين أو أكثر تتحد مع بعضها ويصحبها فقد جزيء صغير (H_2O أو NH_3 أو HX)



تسمية البوليمرات :

تسمى باسم المونومرات مسبوقا بكلمي بولي

بعض البوليمرات لها أسماء تجارية يشاع استخدامها أكثر كالتفلون والنايون

مميزات منتجات البوليمرات

١- المواد الأولية في صنع البوليمرات غير مكلفة

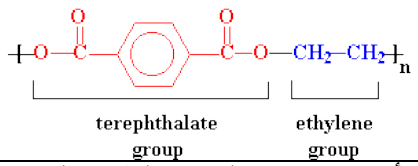
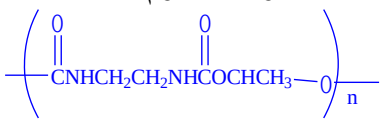
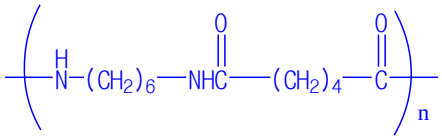
٢- سهولة تحضيرها

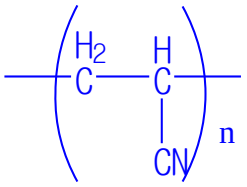
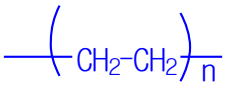
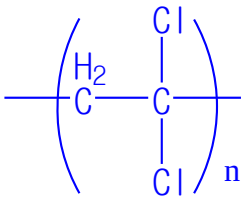
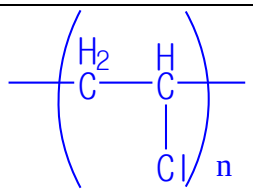
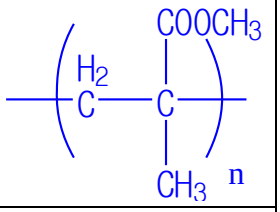
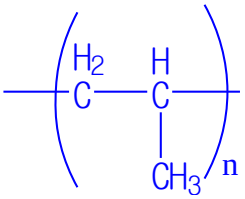
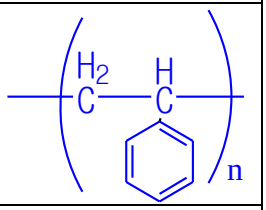
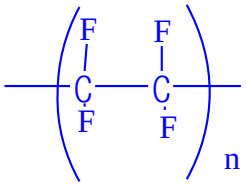
٣- متعددة الأشكال .بعضها تسحب في صورة ألياف كالحرير والبعض قوي كالفولاذ ولا تحتاج لدرجات حرارة عالية جدا كالتي تحتاجها المعادن

٤- غير قابلة للصدأ وأكثر تحملا من المواد الطبيعية ولا تتلف بسهولة

٥- غير نشطة كيميائيا ورديئة التوصيل للكهرباء والحرارة مثل (بولي إيثيلين) ، هذه الخواص جعلته مثاليا لتغليف أسلاك الكهرباء وأوعية حفظ الطعام

٦- يمكن إعادة تصنيعه مثل الخشب البلاستيك يصنع من بلاستيك معاد تدويره من نفايات بولي إيثيلين

أمثلة بوليمر التكاثف	الاستخدام
(الداكرون) بولي إيثيلين رباعي فثالات PETE مونومر$_1$ جليكول إيثيلين مونومر$_2$ حمض رباعي فثاليك	زجاجات العصير والحليب الإطارات والملابس الأواني التي تستخدم مرة واحدة - صناعة شباك الصيد و الحبال والأشرعة . 
بولي يوريثان PU مونومر$_1$:	الأثاث ، وسائد الفوم ، الطلاء المقاوم للماء ، الأحذية 
النايلون مونومر$_1$ حمض أديباتيك مونومر$_2$ 1,6-ثنائي أمينوهكسان	صناعة الأقمشة . - صناعة فرش الأسنان . - صناعة خياط الجراحة . - صناعة الجوارب النسائية . 

أشهر بوليمرات الإضافة واستخداماتها	
بولي أكريلونيتريل (أكريلان) الاقمشة والملابس والمفروشات والسجاد 	 **بولي إيثيلين** PE ١- صنع الأغطية البلاستيكية . ٢- صنع أكياس تعبئة الخضراوات وأكياس النفايات . ٣- صنع الأدوات المنزلية . ٤- تغليف الأسلاك الكهربائية لأنه مادة عازلة .
بولي فينيلدين كلوريد تغليف الطعام والأقمشة 	 **بولي فينيل كلوريد** PVC ١- أنابيب (مواسير) بلاستيكية وخراطيم المياه ٢- المفروشات والملابس ضد المطر ٣- جدران المنازل
بولي ميثيل ميثاكريلات الزجاج غير قابل للكسر ، العدسات ، النوافذ ، التحف 	 **بولي بروبلين** PP أوعية المشروبات الحبال والسجاد أدوات المطبخ
	**بولي ستايرين** PS رغوة التغليف والعزل ، أوعية للنباتات وحاويات للطعام وعمل النماذج والمجسمات الصغيرة
	**بولي رباعي فلوروإيثين** (التفلون) ١. فرش ملاعب التزلج . ٢. صنع أوانٍ لحفظ المواد الكيميائية. ٣. صنع الصمامات التي لا يلزم تشحيمها ٤. صنع أدوات الطبخ التي لا يلتصق بها الطعام .

إعادة تدوير البوليمرات

- المواد الأولية لصنع البوليمرات مشتقة من البترول والذي بدوره لن يدوم سينفذ في أي وقت لذا اتجه العالم لإعادة استخدام نفايات البلاستيك للتقليل من حجم استعمال النفط
- عملية إعادة التدوير صعبة بسبب العدد الكبير من البوليمرات المختلفة ، لذلك لابد من فرز المواد البلاستيكية وفقا لمكوناتها . من هنا جاءت رموز إعادة التدوير لتسهيل عملية الفرز

الشكل 5-22 تساعد الرموز الموجودة على المواد البلاستيكية على إعادة تدويرها لأنها تحدد مكوناتها.

البوليمرات الطبيعية (تتكون بالتكاثف) :

تنتج البوليمرات الطبيعية كما في البوليمرات الصناعية من ارتباط عدد كبير من المونومرات إلا أن البوليمرات الطبيعية تنتج **داخل أجسام الكائنات الحية** .

- **البروتينات** : وحدة بنائها الأحماض الأمينية
- تدخل البروتينات في تركيب جميع الخلايا الحية ، ومن أهم وظائفها :
- تكوين الدم .
- بناء الأنسجة وتجديدها .
- إنتاج الإنزيمات .
- توليد المقاومة لبعض الأمراض .
- مساعدة الغدد على تأدية وظائفها .

- **النشا** : وحدة بنائه الجلوكوز (بوليمر مستقيم)
- **السلسيلوز** : وحدة بنائه الجلوكوز (بوليمر متفرع)

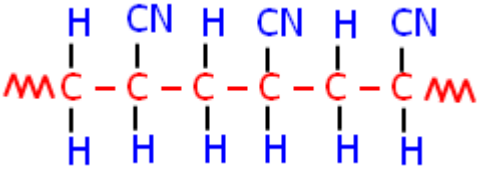
وجد السليلوز في الخشب ، ويشكل ٩٠% من تركيب القطن .
يستخدم السليلوز في صناعة الورق والحرير الصناعي ، والألبسة القطنية والمتفجرات .

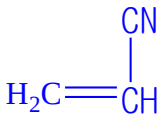
ذائبية البوليمرات في الماء

- تتراوح بين عديمة الذائبية إلى ذائبية ضعيفة حسب وجود روابط قطبية
- بوليمرات التكثف أكثر ذائبية من بوليمرات الإضافة بسبب احتواء الأولى على مجموعات وظيفية قطبية

عند إذابة كمية من النشا في الماء فإن جزءًا بسيطاً منها يذوب في الماء ، بينما يبقى الجزء الأكبر من النشا دون ذوبان ، يسمى الجزء الذائب من النشا **بالأميلوز**

سؤال : إذا علمت أن الصيغة البنائية للأكريلان Acrilan هي ما الصيغة البنائية للمونومر الذي يدخل في تركيب هذا الجزيء العملاق ؟

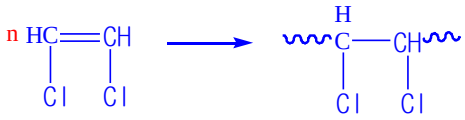


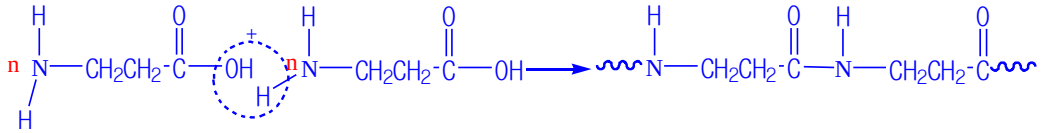


الجواب : Acrylonitrile

21. الفكرة الرئيسة **ارسم** الصيغة البنائية للبوليمر الذي ينتج عن المونومرات الآتية في حالتي:
a. الإضافة، و b. التكثف.

a. $CH_2=CH-Cl$ **b.** $NH_2-CH_2CH_2-C(=O)-OH$





54. تصنيع البوليمر ما المونومرات التي يلزم أن تتفاعل لإنتاج كل من البوليمرات الآتية؟

a. بولي إيثيلين إيثيلين $CH_2=CH_2$

b. بولي ايثيلين تيرافثاليت إيثيلين جليكول + حمض تيرفثاليك

c. بولي رباعي فلوروإيثيلين رباعي فلورو إيثيلين

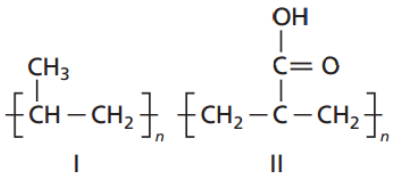
55. سم البوليمرات الناتجة عن المونومرات الآتية:

a. CH_3Cl بولي فينيل كلوريد

b. $CH_2=CCl_2$ بولي فينيلدين

56. اختر البوليمر في كل من الأزواج الآتية، الذي تتوقع أن تكون ذوبانيته أكبر في الماء.

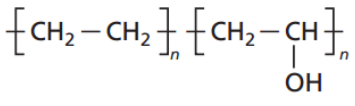
a.



I II ✓

بسبب وجود مجموعات قطبية C=O , OH

b.



I II ✓

بسبب وجود مجموعات قطبية OH

الكربوهيدرات

- مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل بجانب مجموعة الكربونيل
- توصف الكربوهيدرات بأنها مركبات متعددة الهيدروكسيل وأغلبها تحتوي على مجموعة الديهيد أو كيتون .
- يطلق على السكر الذي يحتوي على مجموعة الدهيد (الدوز) **سكر ألدهيدي** مثل الجلوكوز والجالاكتوز

- السكر الذي يحتوي على مجموعة كيتون (كيتوز). **سكر كيتوني** مثل الفركتوز

أهمية الكربوهيدرات

١. المصدر الأول للطاقة في الخلية الحية .
٢. تعمل كوحدات تركيبية لجدار وغشاء الخلية .
٣. تعمل كمكونات خلوية ضرورية لعمل ونمو الخلية .

أنواع الكربوهيدرات :

١- السكريات الأحادية أبسط أنواع الكربوهيدرات وتسمى سكريات بسيطة

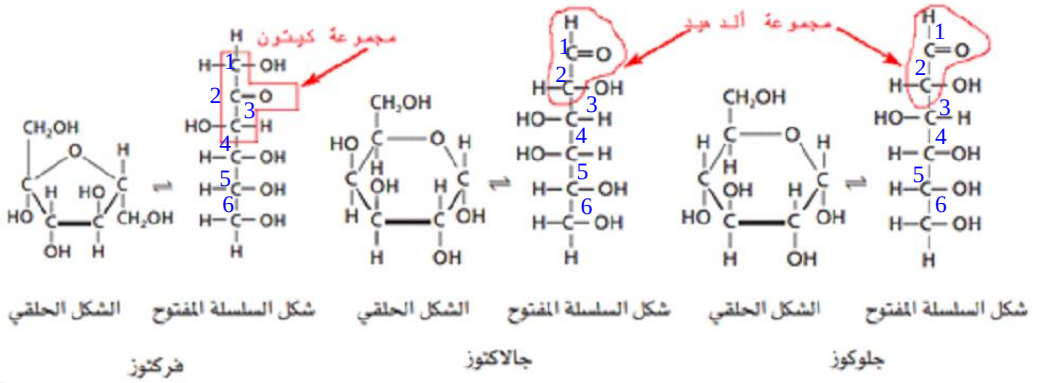
تحتوي على **4-6** ذرات كربون ، تعدد المواقع القطبية يجعل منها قابلة للذوبان في الماء بشكل جيد ويجعل درجة انصهارها عالية

سكريات أحادية ثلاثية : triose وتحتوي على ثلاث ذرات كربون مثل غليسرلدهيد

سكريات أحادية رباعية : tetrose وتحتوي على أربع ذرات كربون مثل التريوز

كريات أحادية خماسية : pentose وتحتوي على خمس ذرات كربون مثل الريبوز (في الاحماض النووية)

لكل سكر أحادي صيغتين بنائيتين إما حلقي أو سلسلة مفتوحة



الجلوكوز، والجلاكتوز، والفركتوز سكريات أحادية. وتكون في المحاليل المائية في حالة اتزان بين الشكل الحلقي وشكل السلسلة المفتوح.

في الشكل الحلقي تختفي مجموعة الكربونيل وتتحول لمجموعة هيدروكسيل كما أنها أكثر استقرارا من الشكل المفتوح

- الجلوكوز (سكر الدم) : سكر أحادي ألدهيدي له ست ذرات كربون ويوجد بتركيز عالي في الدم ، مصدر رئيسي للطاقة الفورية في الجسم
- الجالاكتوز : سكر ألدهيدي يشبه الجلوكوز في الصيغة البنائية لكن يختلف عنه في اتجاه ذرة الهيدروجين ومجموعة الكربوكسيل في الفراغ عند **C4**

الجلوكوز والجالاكتوز متشكلان هندسيان

- الفركتوز (سكر الفاكهة) : سكر أحادي كيتوني له ست ذرات كربون يوجد بكثرة في الفواكه

الفركتوز والجلوكوز متشكلان بنائيان

٢- السكريات الثنائية

سكر ناتج عن تفاعل تكاثف بين سكرين أحاديين ، تتكون رابطة إيثرية C-O-C

- جلوكوز + فركتوز ← السكروز (سكر المائدة) :
- جلوكوز + جالاكتوز ← لاكتوز سكر الحليب)
- جلوكوز + جلوكوز ← مالتوز

٣- السكريات عديد التسكر : بوليمرات حيوية تتكون بالتكثف حيث أن المونومر

سكر أحادي ، الروابط المتكونة هي روابط إيثرية C-O-C ، تتكون على الأقل من 12 وحدة بنائية

- الجلايكوجين (النشا الحيواني) : بوليمر للجلوكوز ، تختزن الطاقة ويوجد في الكبد وعضلات الإنسان والحيوان ، وفي البكتيريا والفطريات
- النشا : بوليمر للجلوكوز موجود في النباتات ، جزيء طري يذوب نوعا ما في الماء ويستعمل لتخزين الطاقة .

ينفصل النشا عند إذابته في الماء الساخن إلى جزئين:

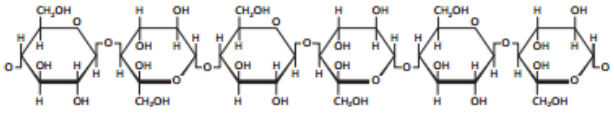
١- الأميلوز : سلاسل مستقيمة ذائبة في الماء .

٢- الأميلوبكتين : سلاسل متفرعة غير ذائبة في الماء ويشكل معظم كتلة النشا.

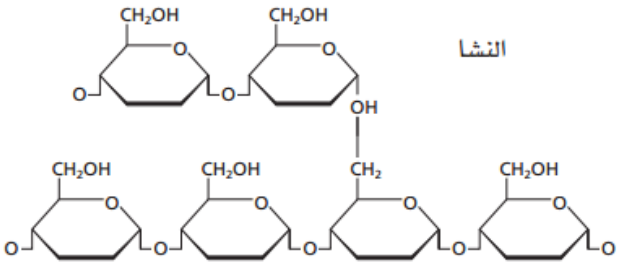
- السيليلوز : بوليمر للجلوكوز لا يذوب في الماء ويكون الجدران القاسية للخلية النباتية (خلايا الخشب)

الإنسان يستطيع أن يهضم الجلايكوجين والنشا لكنه لا يستطيع أن يهضم السليلوز الألياف الغذائية عبارة عن سليلوز لأنه يمر بالجهاز الهضمي دون أن يتغير

النشا بوليمر متفرع والسيليلوز بوليمر مستقيم وكلاهما الجلوكوز هو المونومر



السليلوز



النشا

الكشف عن الكربوهيدرات :

١- اختبار مولش (الحلقة البنفسجية) ، للتمييز الكربوهيدرات
يضاف على محلول عينة الكربوهيدرات مادة ألفا نافثول + حمض H2SO4 المركز ، تظهر حلقة بنفسجية دل

٢- اختبار اليود : للكشف عن النشا والسليلوز : يتحول لون النشا إلى الأزرق أو البنفسجي ، بينما السليلوز يعطي لون بني

٣- لتمييز السكريات المختزِلة : يجرى أحد الاختبارات التالية

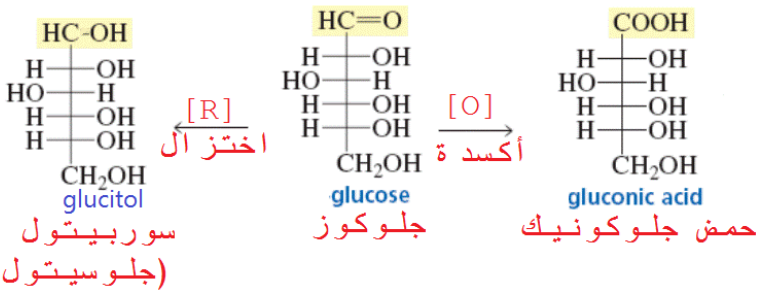
أ- اختبار فهلنج :

يتكون محلول فهلنج من محلول فهلنج A (محلول كبريتات النحاس) و محلول فهلنج B (خليط من هيدروكسيد الصوديوم و ترترات الصوديوم (ملح روشيل) مذاب في الماء) . في البداية تؤخذ كميتان متساويتان من المحلولين في انبوبة اختبار حيث يضاف خليطهما على المحلول المراد الكشف عنه ثم يسخن المحلول ، فإذا تكون راسب أحمر أو بني محمر دل ذلك على وجود السكريات المختزلة او الألدهيد .

ب- اختبار بندكت : محلول يتكون من خليط من كبريتات النحاس II و مزيج من سترات الصوديوم و كربونات الصوديوم مذابة في الماء ، و يستخدم للكشف عن السكريات المختزلة في المحلول مثل الجلوكوز.
عند الكشف عن المحلول يتم خلط المزيج مع المحلول في أنبوبة اختبار و من ثم يغلى الخليط .فإذا تكون راسب احمر دل وجود على السكريات المختزلة بتركيز عال أما إن ظهر لون اصفر فدل ذلك على ان تركيز السكريات المختزلة قليلة التركيز

٤- اختبار بارفود : للتمييز بين السكريات الأحادية المختزلة والسكريات الثنائية المختزلة خليط من حمض الأسيتيك وأسيتات النحاس(II) حيث يضاف هذا الكاشف على السائل المراد الكشف عنه في انبوبة اختبار ثم تسخن الانبوبة ، فإذا تكون راسب أحمر من أكسيد النحاس الثنائي دل ذلك على وجود سكر مختزل أحادي

ملاحظة : السكريات المختزِلة هي السكريات الألدهيدية حيث تعمل كعوامل اختزال (يحدث لها أكسدة) ، السكريات غير المختزلة أي لا تتأكسد بسبب وجود مجموعة الكيتون



تدريب

س : الجلوكوز يحتوي مجموعات وظيفية

a. إستر وحمض
b. كحول وألدهيد √
c. كحول وحمض
d. إستر وألدهيد

س : أي التالي صحيح بخصوص النشا

a. أنه سكر ثلاثي
b. أنه مجموعة سكريات متعددة √
c. يحتوي 6 ذرات كربون
d. أنه سيليلوز

أي التالي سكر ثنائي

فركتوز _ جلوكوز _ لاكتوز √ _ سيليليوز

ما اسم الكربوهيدرات متعدد التسكر المخزن في عضلات الحيوانات :

نشا _ لاكتوز _ جلايكوجين √ _ سيليلوز

النشا عبارة عن :

سكر متعدد √ _ حمض أميني _ سكر أحادي _ صورة للسيليلوز

8. الجلايكوجين من السكريات عديدة التسكر التي تستخدم لتخزين الطاقة في:

a. الحيوانات
b. النباتات
c. الفطريات
d. البكتيريا

9. يعد الجلوكوز والفركتوز من السكريات:

a. الأحادية
b. الثنائية
c. السداسية
d. عديدة التسكر

43. الكربوهيدرات صنّف الكربوهيدرات الآتية إلى سكريات أحادية، أو ثنائية، أو عديدة التسكر:

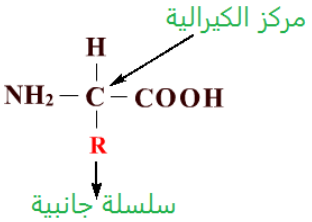
a. النشا عديد التسكر
b. الجلوكوز أحادي
c. السكروز ثنائي
d. الرايبوز أحادي
e. السليلوز عديد التسكر
f. الجلايكوجين عديد التسكر
g. الفركتوز أحادي
h. اللاكتوز ثنائي

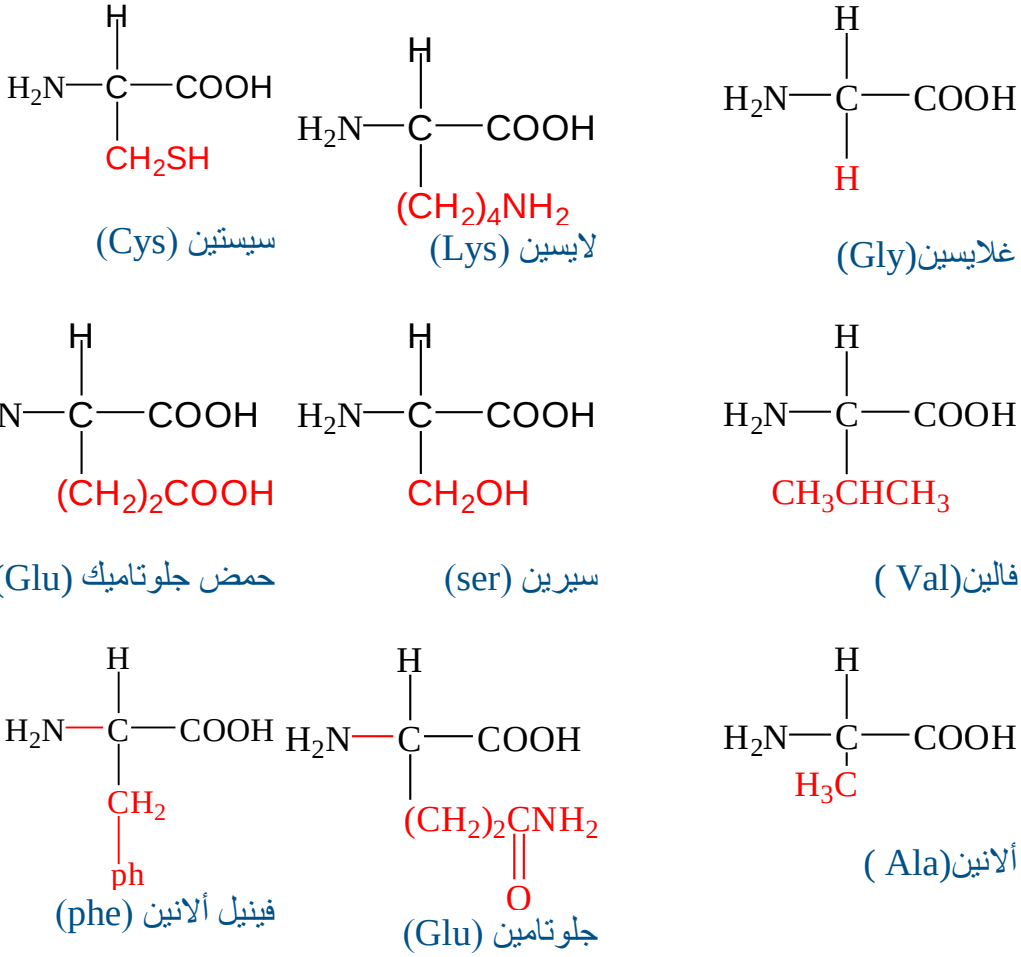
44. سمِّ متشكلين للجلوكوز. جا لاكتوز (متشكل هندسي) ، فركتوز (متشكل بنائي)

45. ما نوع الرابطة التي تتكون عند اتحاد سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي؟ رابطة إيثرية

البروتينات

- البروتينات هي بوليمرات عضوية حيوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معا بترتيب معين
- يجب أن يكون البروتين مطويا في تركيب معين ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح
- الأحماض الأمينية : جزيئات عضوية توجد فيها مجموعتي كربوكسيل والمجوعة أمين وهي جزيئات ذات خاصية كيرالية
- السلسلة الجانبية تختلف من حمض أميني لآخر وتتكسبها خصائص قطبية أو حمضية أو قاعدية أو أروماتية أو أليفاتية
- **يوجد 20 حمض أميني في الطبيعه أشهرها :**



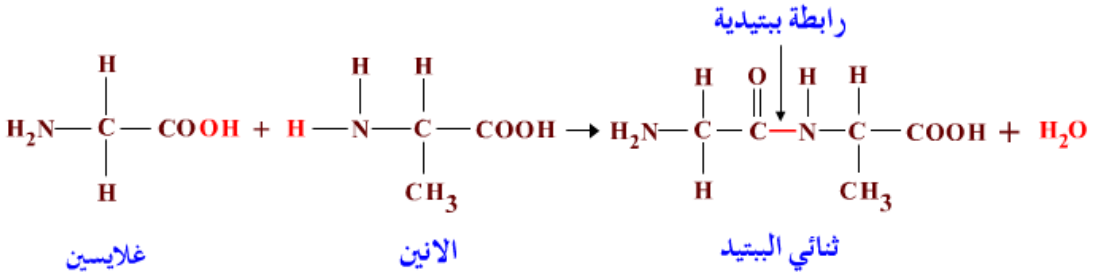


- عند اتحاد حمضين أمينيين أو أكثر تنشأ سلسلة تعرف بـ الببتيد
- الرابطة الببتيدية هي رابطة الأميد التي تنشأ عند اتحاد حمضين أمينيين
- تترابط الحموض الأمينية فيما بينها بروابط ببتيدية ، ويتم الارتباط بحذف جزيء ماء بين كل حمضين أمينين من مجموعة الكربوكسيل ومجموعة الأمين .

ـ وعند ارتباط حمضين أمينين يسمى الناتج ثنائي الببتيد **Dipeptide**

ـ وعند ارتباط ثلاثة حموض أمينية يسمى الناتج ثلاثي الببتيد **Tripeptide**
ـ وإذا ارتبط عدد كبير من الحموض الأمينية تنتج سلسلة بروتين عديد الببتيد **Polypeptide** حيث أصغر البروتينات يحتوي 50 حمض أميني

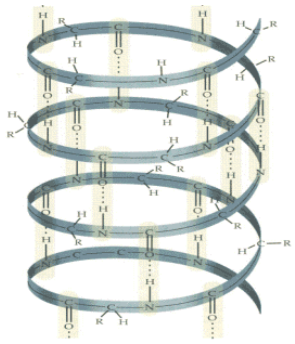
مثال :
يرتبط غلايسين مع ألانين برابطة ببتيدية لتكوين ثنائي ببتيد :



إن اختلاف تتابع الحموض الأمينية يؤدي إلى اختلاف ثنائي الببتيد.
والبروتينات المكونة لأجسام الكائنات الحية تعد بالآلاف وهي مبنية من عشرين حمضاً أمينياً. ويعتمد اختلاف هذه البروتينات على ثلاثة عوامل :
ـ نوع الحموض الأمينية في السلسلة .
ـ عدد الحموض الأمينية في السلسلة .
ـ تتابع الحموض الأمينية في السلسلة .
ويتم حساب احتمالات تتابع الحموض الامينية بالعلاقة التالية 20^n حيث n عدد الأحماض الأمينية
ثنائي الببتيد له $20^2 = 400$ تتابع محتمل للأحماض الأمينية
أصغر البروتينات يحتوي على 50 حمض أميني له احتمال تتابعات 20^{50}

احسب عدد التتابعات المحتملة لسلسلة ببتيد تتكون من أربعة أحماض أمينية. $20^4 = 160000$

تركيب البروتين ثلاثي الأبعاد :
ـ السلاسل الطويلة للبروتينات تبدأ بالطي مكونة أشكال ثلاثية الأبعاد تحدد بواسطة التفاعلات بين الأحماض الأمينية :



١ـ الشكل الحلزوني

معظم السلاسل البروتينية في جسم الكائن الحي تتخذ ترتيباً تلتف فيه السلسلة بطريقة حلزونية يتيح الفرصة لنشوء روابط هيدروجينية بين ذرة هيدروجين من الرابطة (N– H)مع ذرة أكسجين من الرابطة . (C=O)
ومع امتداد السلاسل اللولبية يأخذ البروتين شكلاً ليفياً أو كروياً أو بشكل صحيفة مطوية، وقد تتداخل فيه السلاسل البروتينية مع بعضها.

بقاء البروتين بتلك الأشكال ضروري جدا لأن البروتين لا يستطيع أن يقوم بعمله إذا تغير شكله (حصل له مسخ)

المسخ (الدنترة) **Denaturation** : تغير الخواص الطبيعية الأصلية للبروتين حيث يحصل تشوه في تركيب البروتين الثلاثي الأبعاد وتمزقه أو تتلفه .

الأسباب التي تؤدي إلى الدنترة :

١- تغير درجة الحرارة (كما يحدث عند سلق البيض)
٢- تغير الرقم الهيدروجيني
٣- قوة الرابطة الأيونية

وظائف البروتين البيولوجية

١- **وظيفة تسريع التفاعلات** تعد **الأنزيمات** عوامل مساعدة بروتينية ، تعمل على اتمام التفاعلات الكيميائية داخل جسم الكائن الحي ، دون أن تستهلك . بتقليل طاقة التنشيط

- يحتوي الإنزيم على موقع نشط Active site يوافق تماماً الجزيء الذي يعمل عليه الأنزيم توافقاً يشبه توافق القفل والمفتاح
- تسمى المادة التي يعمل عليها الانزيم المادة الأساس Substrate وهي مادة خاضعة لفعل الإنزيم

أنزيم (E) + مادة أساس (S) ⟵ معقد أنزيم ـ مادة أساس (E ـ S) ⟵ أنزيم (E) + مادة ناتجة (P)

- التركيب المتكون من الإنزيم والمادة الخاضعة يسمى **مركب (معقد) الانزيم والمادة الخاضعة (E-S)**
- التنوع الكبير للسلاسل الجانبية في الأحماض الأمينية يسمح بتكوين عدد من القوى بين الجزيئية التي بدورها تخفض طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل حيث تتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة S إلى نواتج

٢- **وظيفة النقل :** تنقل جسيمات أصغر منها في أرجاء الجسم . مثل بروتين الهيموغلوبين في الدم الذي ينقل الأكسجين من الرئتين إلى سائر الأعضاء

الهيموغلوبين : بروتين كروي فيه 4 سلاسل متعددة الببتيد يحتوي كل منها مجموعة حديد تسمى هيم يرتبط معها الأكسجين

٣- **وظيفة الدعم البنائي :**

البروتينات البنائية : بروتينات تقتصر على وظيفة واحة فقط وهي تكوين تراكيب حيوية لبعض أجزاء المخلوقات الحية .

الكولاجين : بروتين بنائي أكثر توافرا في الحيوانات وهو جزء من الأوتار والجلد والأربطة والعظام .

الكيراتين : يوجد في الشعر والفرو ، الأظافر ، حوافر وقرون الحيوانات.

٤- **وظيفة الاتصالات :**

الهرمونات جزيئات تحمل الإشارات من أحد أجزاء الجسم إلى الآخر ، بعض الهرمونات بروتين مثل :

الأنسولين : هرمون بروتيني يتكون من 51 حمض أميني تنتجه خلايا البنكرياس ، عندما يطلق الأنسولين إلى مجرى الدم يعطي إشارات لخلايا الجسم أن سكر الدم متوفر بكثرة ويجب تخزينه . النقص في كمية إفراز الأنسولين يؤدي إلى مرض السكري

هرمون الحليب ـ عند الاناث ينشط من افراز الحليب من الغدد الثديية بعد الولاده ، كما يشجع الجسم الأصفر على افراز الأستروجين والبروجستيرون .

وظائف البروتين الطبية :

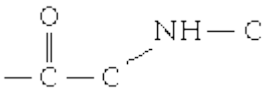
- تم صنع بروتينات لاستعمالها كأدوية مثل إبر الأنسولين وهرمونات الغدة الدرقية وهرمونات النمو ، والمحليات الصناعية مثل الاسبرتام
- بعض المنتجات الصحية والتجميلية ومحاليل التنظيف

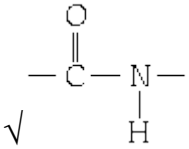
تدريب :

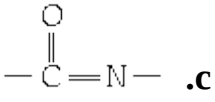
س: كل الأحماض الأمينية تحتوي مجموعة :

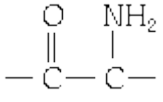
ألدهيد _ إستر _ إيثر _ أمين √

أي المجموعات الوظيفية التالية تميز البروتين

a. 

b. √ 

c. 

d. 

أي البروتينات أطول في ؟ (افترض أن لهما نفس الكتلة المولية)

البروتينات الخيطية (ليفية) √ _ البروتينات الكروية

تسلسل الأحماض الأمينية في البروتين يعطي شكل بنائي

أولي √ _ ثنائي _ ثلاثي

أي العبارات التالية خاطئة فيما يتعلق بالبروتين

a. تتكون من أحماض أمينية c. تلعب دورا حيويا كعوامل حفازة

b. المكون الرئيسي في الأنسجة الحيوانية d. موجودة في الخلايا الحية √

الروابط الببتيدية تتكون عبر :

a. تفاعل تكثف √ c. تفاعل استبدال

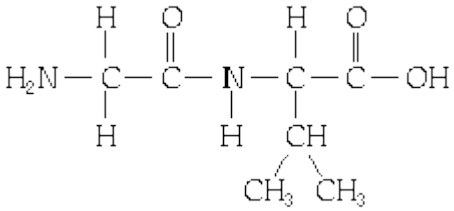
b. تفاعل احتراق d. لا شيء مما سبق

الهيموغلوبين مثال على :

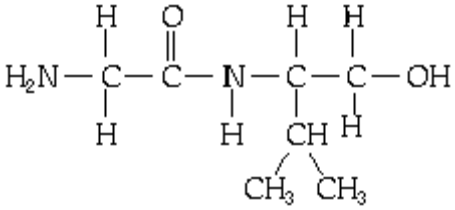
DNA _ بروتين كروي √ _ بروتين خيطي _ نشا

أي الأشكال التالية لثنائيات الببتيد تتكون من تفاعل تكاثف بين الجلايسين والفالين

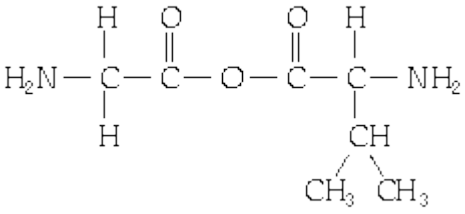
a. √



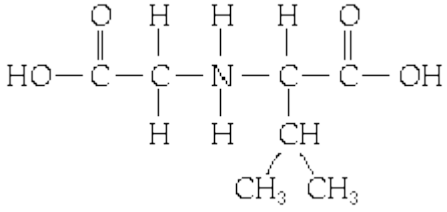
b.



c.



d.



البروتينات هي بوليمرات تتكون بتفاعل تكاثف بين مجموعتين وظيفيتين هما

a. الكحول والأمين
b. الأمين والحمض الكربوكسيلي √
c. الإستر والحمض الكربوكسيلي
d. الكحول والحمض الكربوكسيلي

24. ماذا تُسمى السلسلة المكوّنة من ثمانية أحماض أمينية؟ ببتيد
والسلسلة المكوّنة من 200 حمض أميني؟ بروتين

25. سمِّ نوعين من المجموعات الوظيفية التي تتفاعل معًا لتكوين رابطة ببتيدية، حمض كربوكسيل + مجموعة أمين
وسمِّ أيضًا المجموعة الوظيفية في الرابطة الببتيدية نفسها. مجموعة أميد

30. سمِّ المجموعات الوظيفية في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية الآتية:

a. الجلوتامين أميد
b. السيرين هيدروكسيل (كحول)
c. حمض الجلوتاميك كربوكسيل
d. اللايسين أمين

32. أعطِ مثالاً على حمض أميني له حلقة أروماتية في سلسلته الجانبية. فينل ألانين

38. بكم طريقة يمكنك ترتيب ثلاثة أو أربعة أو خمسة أحماض أمينية مختلفة في الببتيد؟

$20^3 = 8 \times 10^3$, $20^4 = 16 \times 10^4$, $20^5 = 32 \times 10^5$

39. كم رابطة ببتيدية توجد في ببتيد يحوي خمسة أحماض أمينية؟

4 روابط ببتيدية ، كل حمضين بينهم رابطة واحدة

40. **البروتينات** متوسط الكتلة المولية لحمض أميني في ببتيد متعدد هو 110. فما الكتلة المولية التقريبية للبروتينين الآتيين؟

a. الأنسولين (51 حمضًا أمينيًّا) 51×110 = 5610 g/mol
b. المايوسين (1750 حمضًا أمينيًّا) 1750×110 = 192500 g/mol

42. معدل الكتلة المولية لحمض أميني هو 110 g/mol، احسب عدد الأحماض الأمينية التقريبي في بروتين كتلته المولية 36,500 g/mol

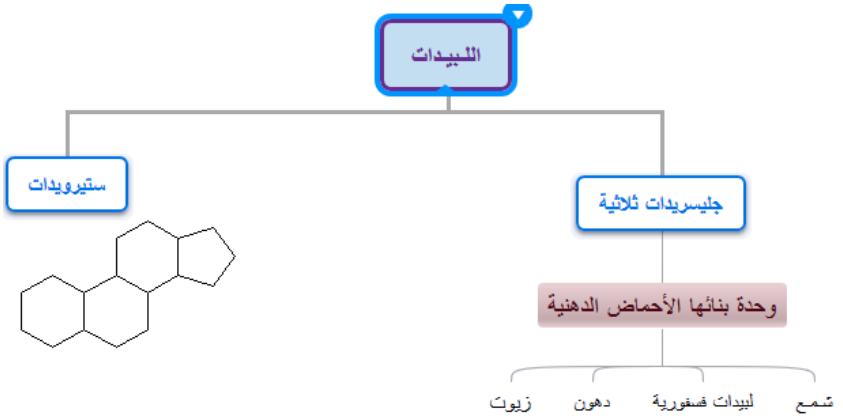
$\frac{36500}{110} = 332$

الليبيدات

- **الليبيدات** : جزيئات حيوية كبيرة ليست بوليمرات وغير قطبية ؛ وغير قابلة للذوبان في الماء

- **تؤدي وظيفتين رئيسيتين** في المخلوقات الحية ، تختزن الطاقة ، تكون تركيب معظم الأغشية الخلوية بالإضافة لوظائف أخرى
ـ تكون خلايا الدماغ والأنسجة العصبية
ـ تعمل كعازل حراري في الحيوان والانسان.
ـ البعض منها تعمل كهرمونات.

أنواع اللبيدات

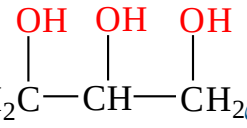


-

- **الأحماض الدهنية :** أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة يمكن تمثيلها كالتالي $CH_3(CH_2)_nCOOH$ وإليها يرجع طول السلسلة ودرجة التشبع في الجليسريدات لذا تعتبر الوحدة الأساسية لها
- معظم الاحماض الدهنية تحتوي عدد زوجي من ذرات الكربون تتراوح بين ***12*** و ***24*** بسبب إضافة ذرتين معا في الوقت نفسه في تفاعلات إنزيمية

أنواع الأحماض الدهنية وفقا لنوع الروابط

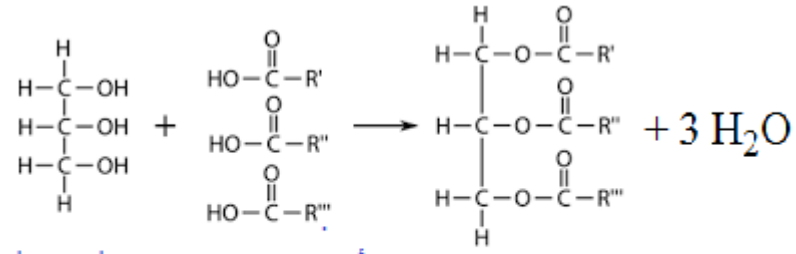
- **الأحماض الدهنية المشبعة :** لا تحتوي أي روابط π في السلسلة وتكون دهون (مصدرها الطبيعي حيواني)
- **الأحماض الدهنية غير المشبعة :** تحتوي على الأقل رابطة واحدة π في السلسلة وتكون الزيوت (مصدرها الطبيعي نباتي)



الجليسرول وهو عبارة عن كحول ثلاثي الهيدروكسيل اسمه بـ IUPAC ، 1,2,3-propane triol

الجليسريد الثلاثي :

عبارة عن ثلاث أحماض دهنية متحدة مع الجليسيرول بتفاعل تكاثف وتكون روابطة إسترية



على حسب الروابط في الأحماض الأمينية يكون الجليسريد الثلاثي إما زيوت (غير مشبعة) أو دهون (مشبعة)

الزيوت والدهون

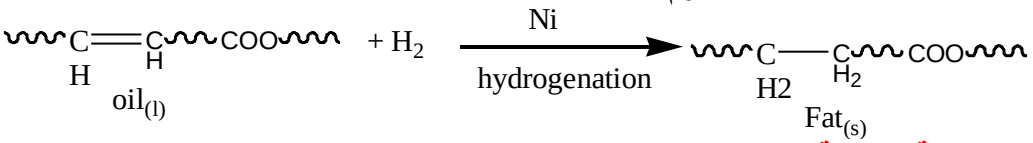
تشترك الزيوت والدهون في كونها استرات ثلاثية (ثلاثي غليسريد للغليسرول مع الحموض الدهنية ، ويتم الارتباط بينهما بروابط **إسترية** .

الخواص الفيزيائية للدهون والزيوت

- الدهون صلبة نوعا ما في درجات الحرارة العادية لكن درجات انصهارها منخفضة بسبب أن الروابط الثنائية في الدهون تقريبا كلها في صورة سيس Cis ولأن اتجاه Cis لا يساعد على بقاء الأحماض الدهنية متراصة بالتالي لا تكون قوى التجاذب بين الجزيئية قوية (قوى لندن)
- الزيوت في حالة السيولة.
- لا تذوب الدهون أو الزيوت في الماء بل تذوب في المذيبات غير القطبية.
-

هدرجة الزيوت :

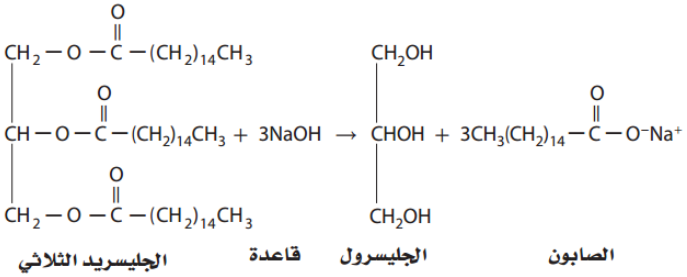
تحويل الزيوت إلى دهون صلبة بهدرجة الزيوت جزئياً بوجود عامل مساعد كالنيكل ، ويطلق على ناتج عملية الهدرجة السمن النباتي أو الزبد النباتي . باستخدام عوامل حفازة مثل البلاتين ، النيكل ، البلاديوم .



الهدرجة الجزئية : التحكم في الهدرجة حتى لا يتم هدرجة جميع روابط π

تصبن الزيوت والدهون

التحلل المائي للجليسريد الثلاثي في وسط قاعدي لينتج غليسرول وخليط من أملاح الحموض الدهنية (الصابون)



يتكون الصابون من طرفين :

١- طرف هيدروكربوني غير قطبي متمثلا في السلسلة يقوم بإذابة الأوساخ التي غالبا ما تكون غير قطبية

٢- الطرف القطبي : متمثلا في مجموعة ***COONa+*** يكون متمسكا بجزيئات الماء القطبية

وهكذا يمكن إزالة جزيئات الأوساخ باستعمال الماء بواسطة الصابون

الليبيدات الفسفورية

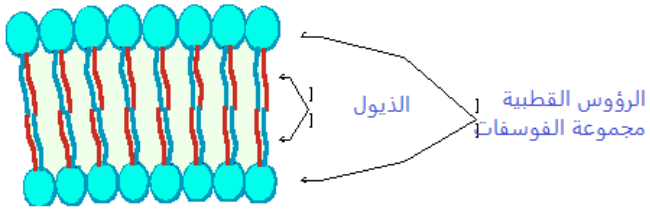
- جليسريدات ثلاثية استبدل احد الاحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية .
- توجد بكثرة في الأغشية البلازمية بترتيب ثنائي الطبقة

أي طبقتين من الليبيد الفسفوري في هيئة رؤوس وذيول :

١- **الرؤوس** متجهة للخارج تتمثل في الجزء القطبي (الفوسفات)

٢- **الذيول** متجهة للداخل متمثلة في المجموعة غير القطبية

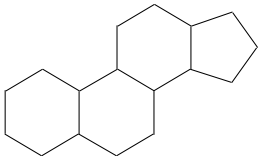
- هذا الترتيب يعمل حاجز ينظم دخول وخروج المواد من الغشاء البلازمي



الشموع :

- ليبيدات تكونت من أحماض دهنية مع كحول ذي سلسلة طويلة جدا
- الصيغة العامة : $CH_3(CH_2)_xCOO(CH_2)_xCH_3$
- تغطي الشمع أوراق النباتات لتمنع فقدان الماء . و تكون قطرات الماء كحبات الخرز على أوراق النبات دليل على وجود الشمع
- شمع النحل يتكون من اتحاد حمض دهني يدعى بالماتيك (***16*** ذرة كربون) مع كحول يحتوي (***30*** ذرة كربون)
- تصنع الشموع من شمع العسل (شمع النحل) لأنه يميل إلى الإحتراق ببطء وهدوء

الستيرويدات

- هي تراكيب نظام متعددة الحلقات الملتحمة لا تحتوي أحماض دهنية
- الوحدة الأساسية للبناء  ***3*** حلقات سداسية (هكسان حلقي) وحلقة خماسية (بنتان حلقي) ملتحمة معا
- الستيرويدات هي المكون الأساسي لبعض الهرمونات مثل الهرمونات الجنسية

أمثلة على الستيرويدات :

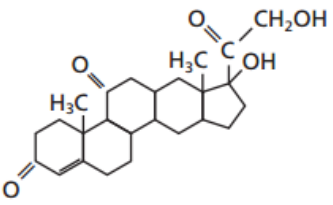
١- الكوليسترول : مكون مهم للأغشية الخلوية

٢- فيتامين ***D*** : يدخل في تكوين العظام

٣- بوفوتوكسين : ستيرويد سام يفرزه العلجوم العملاق (ضفدع) من جلده للدفاع عن نفسه ، تأثير السم على الإنسان مجرد مادة مهيجة لكنها قاتلة للحيوانات الصغيرة

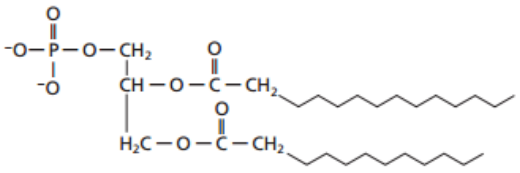
64. حدّد هل يعد كل تركيب مما يأتي: حمضًا دهنيًّا، أو جليسريد ثلاثيًّا، أو ليبيد فوسفوريًّا، أو ستيرويد، أو شمعًا؟

a.



ستيرويد (حلقات ملتحمة ٣ سداسية و ١ خماسي)

b.



ليبيد فوسفاتي

الأحماض النووية

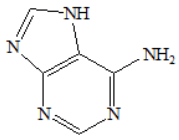
- الحمض النووي – بوليمر حيوي يحتوي على النيتروجين ، يقوم بتخزين ونقل المعلومات الوراثية .

- النيوكليوتيد – الوحدة الأساسية لبناء الحمض النووي ، مكون من ثلاث أجزاء

١-مجموعة فوسفات غير عضوية
٢-سكر أحادي ذو خمس ذرات كربون (بنتوز)
٣-قاعدة نيتروجينية

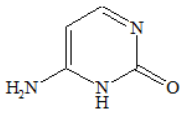
تتشابه النيوكليوتيدات في مجموعة الفوسفات وتختلف في نوع القاعدة النيتروجينية والسكر

القواعد النيتروجينية عددها خمس وهي حلقات عضوية غير متجانسة تحتوي ذرات نيتروجين



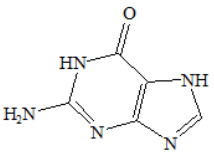
A أدنين

DNA , RNA



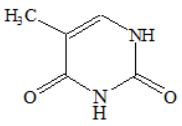
C سايتوسين

DNA , RNA



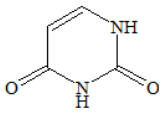
G جوانين

DNA , RNA



T ثايمين

DNA



U يوراسيل

RNA

تركيب الحمض النووي سكر أحادي من أحد النيوكليوتيدات مرتبط بمجموعة فوسفات نيوكليوتيد آخر ، تشكل سلسلة شريطية تحتوي على سكر ومجموعة فوسفات متناوبة .

كل سكر يرتبط بقاعدة نيتروجينية ، وتتكدس القواعد النيتروجينية على وحدات النيوكليوتيدات المتجاورة في وضع منحرف قليلا شبيه بدرجات السلم . القوى الجزيئية (القطبية والهيدروجينية) تبقي القواعد النيتروجينية قريبة من بعضها .

الحمض النووي DNA

- اسمه حمض دايوكسي رايبوز موجود في نواة الخلية

تركيبه :

- سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيد ملتفين معا بما يشبه البناء الحلزوني ويحتوي كل نيوكليوتيد على :

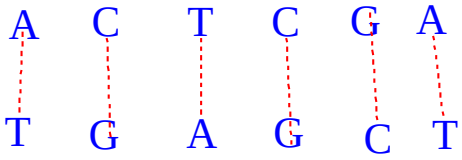
١- مجموعة فوسفات
٢- سكر دايوكسي رايبوز
٣- القواعد النيتروجينية (أدنين ، ثايمين ، سايتوسين ، جوانين)

تتماسك شريطي النيوكليوتيد في الـ DNA بروابط هيدروجينية تنشأ بين القواعد ودائما يرتبط الأدنين بالثايمين A-T وكميتهما دائما متساوية ويرتبط الجوانين بالسيتوسين C-G وكميتهما دائما متساوية

العالمان جيمس واتسون و فرانسيس كريك اكتشفا ذلك وتمكنا من تحديد التركيب الثنائي اللولب لـ DNA دون أن يقوما بالتجارب بل بتجميع أعمال العلماء الذين درسوا الحمض النووي ، وقدما نموذج لتوقع كيف يؤدي DNA عمله

س: افترض أن أحد شريطي DNA يحتوي جزءا بالقواعد النيتروجينية بالتسلسل التالي A,C,T,C,G,A ، ماذا سيكون ترتيب القواعد في الشريط الآخر

1. T, G, A, G, C, T √
2. C, A, G, A, T, C
3. G, T, C, T, A, G
4. A, C, T, C, G, A



وظيفة ***DNA*** : يختزن المعلومات الوراثية للخلية في النواة ويُنسخ قبل انقسام الخلية حتى تنتقل المعلومات الوراثية للجيل الجديد

الحمض النووي RNA

- حمض الرايبونيوكلييك موجود في السيتوبلازم
- يختلف عن الـ DNA من ناحية :

١- السكر الخماسي : سكر الرايبوز
٢- يحتوي على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل بدلا من الثايمين
٣- شريط نيوكليوتيد واحد فقط دون وجود روابط هيدروجينية بين القواعد

وظيفته :

١- يمكن الخلايا من استخدام المعلومات الموجودة في الـ DNA
٢- تستعمل الخلايا الـ RNA لصنع البروتين بتسلسل الأحماض الأمينية وفقا لترتيب القواعد النيتروجينية

أي العبارات التالية صحيحة بشأن الفرق بين DNA , RNA

١. **DNA يحتوي ثايمين و RNA يحتوي يوراسيل**
٢. **RNA يحتوي سكر خماسي ذرات الكربون (بنتوز)**
٣. **RNA يحتوي نيتروجين في القواعد العضوية**
٤. **RNA موجود في السيتوبلازم و DNA موجود في نواة الخلية**

a. العبارة الأولى والرابعة √
b. العبارة الرابعة فقط
c. العبارة الثالثة فقط
d. العبارة الأولى فقط

74. نسخ **DNA** يحتوي أحد أشرطة جزيء DNA الترتيب القاعدي التالي.
فما تعاقب القواعد على الشريط الآخر في جزيء DNA؟

C–C–G–T–G–G–A–C–A–T–T–A

G-G-C-A-C-C-T-G-T-A-A-T

46. **السكريات** أعط مصطلحًا علميًّا لكل مما يأتي:

a. سكر الدم جلوكوز
b. سكر المائدة سكروز
c. سكر الفاكهة فركتوز
d. سكر الحليب لاكتوز

66. **الدهون غير المشبعة** كم مولاً من غاز الهيدروجين تتطلبه هدرجة تامة لـ 1 mol من حمض اللينولينك؟ اكتب معادلة موزونة لتفاعل الهدرجة. علمًا بأن الصيغة الكيميائية لحمض اللينولينك هي:

$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$

3mol ؛ *كل رابطة π تحتاج لمول واحد من* H_2

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 3 و 4.

بيانات النيوكليوتيدات لعينات من DNA					
العينة	محتوى كل نيوكليوتيد	A	G	C	T
I	العدد	195	?	231	?
	النسبة	20.8	?	29.2	?
II	العدد	?	402	?	?
	النسبة	?	32.5	?	?
III	العدد	?	?	194	234
	النسبة	?	?	22.7	27.3
IV	العدد	266	203	?	?
	النسبة	28.4	21.6	?	?

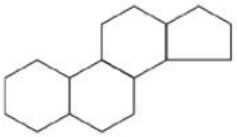
3. ما النسبة المئوية للثايمين (T) في العينة IV؟
a. 28.4%
b. 78.4%
c. 71.6%
d. 21.6%

4. ما عدد جزيئات السايتوسين في جزيء واحد من العينة (II)؟
a. 402
b. 434
c. 216
d. 175

G = C ، A = T

1. أي مما يأتي لا ينطبق على الكربوهيدرات؟
   a. توجد السكريات الأحادية باستمرار بين التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة.
   b. ترتبط السكريات الأحادية في النشا بنفس نوع الروابط التي ترتبط بها في اللاكتوز.
   c. لجميع الكربوهيدرات الصيغة العامة $C_n(H_2O)_n$.
   d. تقوم النباتات فقط بصنع السليلوز، ويهضمه الإنسان بسهولة.

2. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالأحماض النووية RNA و DNA؟
   a. يحتوي DNA على السكر الرايبوزي المنقوص الأكسجين، بينما يحتوي RNA على السكر الرايبوزي.
   b. يحتوي RNA على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل، بينما لا يحتوي DNA على ذلك.
   c. يتكون RNA من شريط مفرد، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج.
   d. يحتوي DNA على القاعدة النيتروجينية الادنين، بينما لا يحتوي RNA على ذلك.



5. تمثل الصيغة أعلاه:
   a. سليلوز
   b. نشا
   c. بروتين
   d. ستيرويد

6. تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية في:
   a. الكربوهيدرات
   b. الأحماض النووية
   c. الليبيدات
   d. البروتينات

7. يتكون السكروز من:
   a. جزيئات من الفركتوز
   b. جزيئات من الجلوكوز
   c. جزيء من الفركتوز وآخر من الجلكوز
   d. جزيء من الفركتوز وآخر من الجالاكتوز