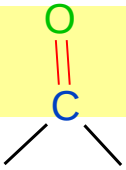
القسم 3 : مركبات الكربونيل



مجموعة الكربونيل : هي ترتيب ترتبط فيه ذرة الأكسجين مع ذرة كربون برابطة تساهمية ثنائية .

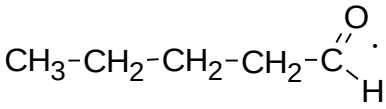
(الألدهيدات – الكيتونات – الأحماض الكربوكسيلية - الإسترات – الأميدات)

أولاً : الألدهيدات : $C_nH_{2n}O$

الألدهيد : مركب يتكون من سلسلة من ذرات الكربون ، يُوجد في نهايتها مجموعة كربونيل متصلة من طرف بذرة كربون ، ومن الطرف الآخر بذرة هيدروجين .

الصيغة العامة للألدهيدات : **-CHO*** **(* = H / R)**

لاحظ : مجموعة **-CHO** مجموعة طرفية .



تسمية الألدهيدات :

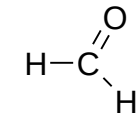
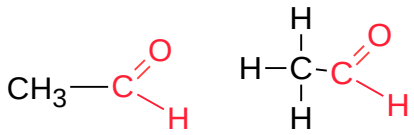
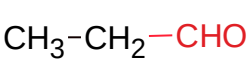
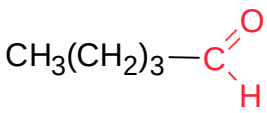
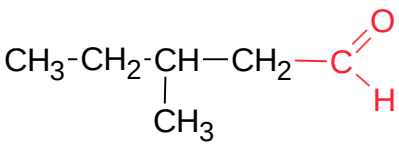
1 – إضافة المقطع (- ال) إلى اسم الألكان الذي له عدد ذرات الكربون نفسه (تشمل ذرات الكربون المجموعة الوظيفية)

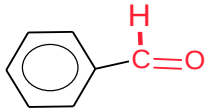
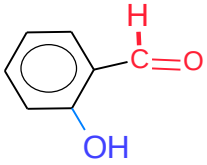
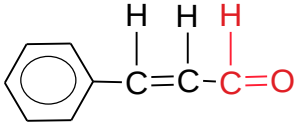
2 – لا داعي لاستخدام الأرقام إلا في حالة وجود تفرعات أو مجموعات وظيفية أخرى .

تدريبات :

ملاحظة : غالباً ما يستخدم العلماء الأسماء الشائعة للمركبات العضوية لأنها مألوفة لدى الكيميائيين .

الشكل 3-9 تم استعمال محلول الفورمالدهيد في الماضي لحفظ العينات البيولوجية. وقد تم تقييد استعمال الفورمالدهيد في السنوات الأخيرة لأن الدراسات تشير إلى أنه قد يسبب السرطان.

 ميثانال (فورمالدهيد)(أبسط ألدهيد) (يُستخدم لحفظ أجسام الكائنات الميتة لعدة سنوات) (أو حفظ العينات البيولوجية)	 إيثانال (أسيتالدهيد)
يُستخدم الفورمالدهيد صناعياً في : 1 – يتفاعل مع اليوريا لإنتاج نوع من **البلاستيك المقاوم الذي يُستعمل في صناعة قطع غيار السيارات والأزرار والأجهزة الكهربائية** . 2 – صناعة **الغراء** الذي يُستعمل في لصق قطع الخشب معاً	
	

 بنزالدهيد	 ساليسلالدهيد	 سينمالدهيد
مسئولين عن **نكهة اللوز** الطبيعية	نوع من **التوابل** ،يُستخرج من **شجرة القرفة** (شجرة استوائية)، له رائحة ومذاق القرفة ، ويُنتج من هذه الأشجار كميات كبيرة من القرفة .	

ماذا قرأت؟ حدد اثنين من استعمالات الألدهيدات.

أكتب الصيغ البنائية المختصرة لما يلي :

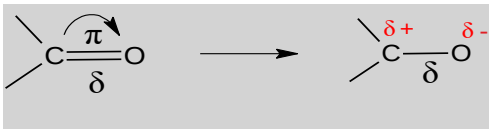
ميثانال	هكسانال	أوكتانال
ايثانال	3- ايثيل – 4- ميثيل هبتانال	4،3،3 – ثلاثي ميثيل هكسانال
4 – ميثيل بنتانال	بنتانال حلقي	بيوتانال حلقي

سم الألدهيدات التالية :

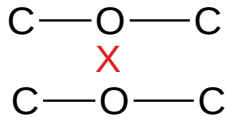
$CH_3-(CH_2)_3-CHO$	CH_3CH_2CHO	$CH_3CH_2CH_2CHO$	$CH_3-(CH_2)_4-CHO$

خصائص كيميائية وفيزيائية

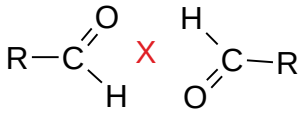
1) **جزئ الألدهيد قطبي ونشط** : لأن السالبية الكهربائية للأكسجين أكبر من السالبية الكهربائية للكربون ، فتقوم ذرة الأكسجين بسحب الكترونات الرابطة باي الضعيفة نحوها ، مما يتولد على الأكسجين شحنة سالبة جزئية ، وعلى الكربون شحنة موجبة جزئية .



2) **الألدهيد يتشابه مع الإيثرات في عدم تكوين روابط هيدروجينية فيما بينها ،أي كلاهما درجة غليانه منخفضة علل** :
لأن كلاهما لا يحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة بأكسجين ، وبالتالي لا تتكون روابط هيدروجينية بين الجزيئات .

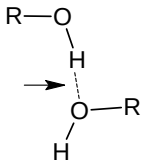


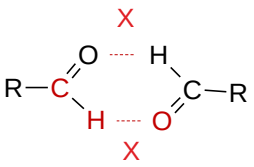
(وجه شبه)



علل : درجة غليان الألدهيدات أقل من درجة الغليان الكحولات التي تحتوي على نفس العدد من ذرات الكربون

ج : لأن الكحول يحتوي على مجموعة OH– (القطبية)التي تُمكِّن جزيئات الكحول من عمل روابط هيدروجينية فيما بينها بينما الألدهيدات لا تستطيع عمل روابط هيدروجينية فيما بينها لأنها لا تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة أكسجين .

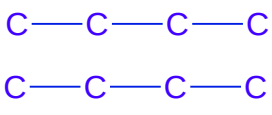




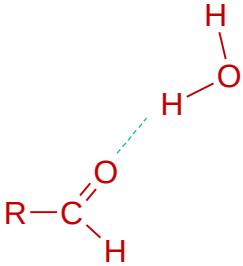
الذوبان في الماء :

علل : (ا)الألدهيدات أكثر قابلية للذوبان في الماء من الألكانات ، (اا) لكن ليس بنفس درجة الكحولات والأمينات.

ج : **(ا)**لأن الألدهيد يمكن أن يشكل روابط هيدروجينية مع ذرات الأكسجين في جزيئات الماء بينما بين الألكانات لا يوجد روابط هيدروجينية، بل قوى تشتت لندن الضعيفة .



(اا) بينما الكحولات والأمينات فلديها الفرصة لعمل روابط هيدروجينية كثيرة مع الماء مقارنةً مع الألدهيد .



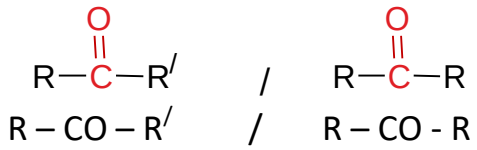
(**ملاحظة** :غالباً ذوبان الكحولات في الماء أكثر من الأمينات) (**ناقش التفسير**) :

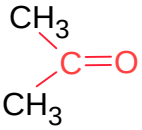
ثانياً : الكيتونات : $C_nH_{2n}O$

الكيتون : مركب عضوي ترتبط فيه ذرة الكربون الموجودة في مجموعة الكربونيل مع ذرتي كربون أخريتين .

ملاحظة: ممكن أن ترتبط مجموعة الكربونيل بعدد كثير من ذرات الكربون على الطرفين .

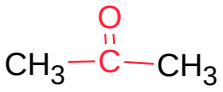
الصيغة العامة :



أبسط الكيتونات وأكثرها شيوعاً : الأسيتون ($CH_3-CO-CH_3$) //  // $(CH_3)_2CO$

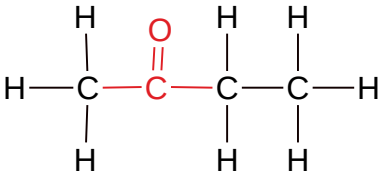
استخدامه : **مذيب لتلميع الأظافر**

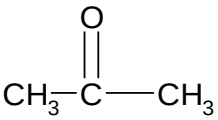
تسمية الكيتونات : تتم إضافة المقطع (- ون) الى اسم الألكان ، ووضع رقم قبل الاسم للشارة إلى موقع مجموعة الكربونيل .

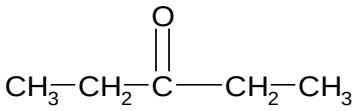


2– بروبانون

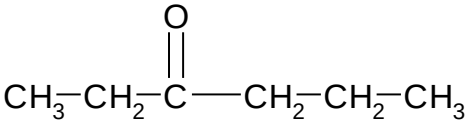
ملاحظة : (لا يوضع رقم قبل الاسم لأن مجموعة الكربونيل تقع فقط في المنتصف في هذه الحالة لأصغر كيتون)

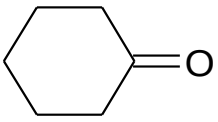


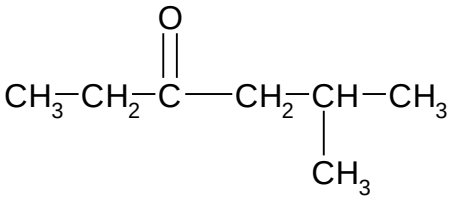


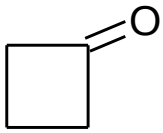


2 – بيوتانون (إيثيل ميثيل كيتون)









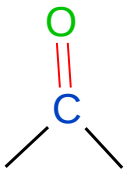
أكتب الصيغ البنائية المختصرة لما يلي :

3- هكسانون　　2- بنتانون　　2- أوكتانون

3 – ميثيل -2- هكسانون　　هكسانون حلقي　　بنتانون حلقي

2 ، 2 – ثنائي كلورو – 3 – بنتانون

علل : **تشترك الألدهيدات والكيتونات في العديد من الخصائص الكيميائية والفيزيائية** بسبب تشابه بنيتهما حيث يحتوي كلاهما علي مجموعة كربونيل



خصائص الكيتونات :

1 – جزيئات قطبية 2 – أقل نشاط من الألدهيدات

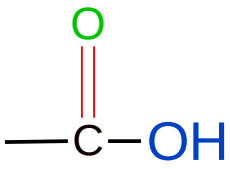
لذا ..... تُعتبر الكيتونات مذيبات جيدة للمركبات العضوية متوسطة القطبية ، ومنها الشموع والبلاستيك والدهان والطلاء والورنيش والغراء

لا يمكن لجزيئات الكيتون أن تشكل رابطة هيدروجينية مع بعضها مثل الألدهيد

لكن يمكن أن تشكل روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء

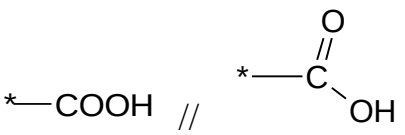
إذن ..... الكيتونات قابلة للذوبان في الماء نسبياً أما الأسيتون يذوب في الماء

ثالثاً : الأحماض الكربوكسيلية : $C_nH_{2n}O_2$



الحمض الكربوكسيلي : هو مركب عضوي يحتوي على مجموعة كربوكسيل –COOH

مجموعة الكربوكسيل : تتكون من مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل

الصيغة العامة : 

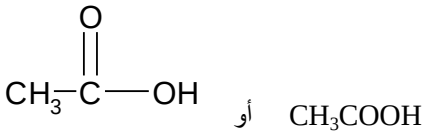
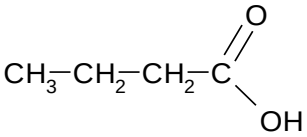
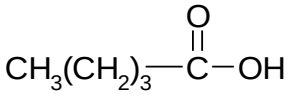
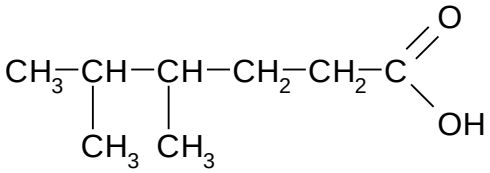
ماذا قرأت؟ **اشرح** كيف يشتق اسم حمض الإيثانويك.

التسمية : إضافة المقطع (ويك) إلى نهاية ايم الألكان ، وكلمة حمض إلى بداية الاسم . (حمض + الكان + ويك)

HCOOH حمض ميثانويك أبسط حمض كربوكسيلي ، يتكون من مجموعة كربوكسيل مرتبطة بذرة هيدروجين الاسم الشائع هو : حمض الفورميك تنتجه بعض الحشرات كوسيلة دفاعية	CH_3COOH حمض إيثانويك حمض الأستيك حمض الخليك

الشكل 3-10 يدافع النمل اللاسع عن نفسه بإفراز سم يحتوي على حمض الفورميك.
حدد اسمًا آخر لحمض الفورميك.

سمّ المركبات التالية :

حمض ميثانويك	 أو CH_3COOH
	
$CH_3(CH_2)_4COOH$	$CH_3(CH_2)_7COOH$
CH_3CH_2COOH	 حمض 4،5- ثنائي ميثيل هكسانويك
س : اكتب الصيغ المختصرة لكل من :	
حمض 4،4- ثنائي ايثيل هبتانويك	حمض البيوتانويك
حمض الهبتانويك	حمض البروبانويك
3 – فلورو -2 – ميثيل حمض البيوتانويك	

خواص الأحماض الكربوكسيلية :

1 - قطبية 2 – **نشطة** 3 - لها طعم لاذع

4 - تحول لون ورقة تباع الشمس من الأزرق إلى الأحمر

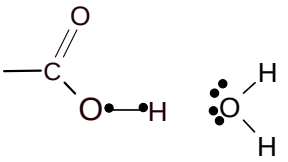
5 - تتأين في الماء بشكل ضعيف ، وينتج من تأينها أيونات الهيدرونيوم وأنيونات الحمض ، والتي تكون في حالة اتزان مع الماء والحمض غير المتأين .

مثال : تأين حمض الإيثانويك (الأستيك) (الخليك) :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) — أيون إيثانوات (أيون الأسيتات)

علل : **تتأين الأحماض الكربوكسيلية في الماء** لأن ذرات الأكسجين ذات سالبية كهربائية عالية ، وتجذب الإلكترونات بعيداً عن ذرة الهيدروجين في مجموعة الهيدروكسيل (وجود مجموعة OH القطبية)، ونتيجة لذلك يمكن أن ينتقل H^+ البروتون إلى ذرة أخرى يكون لها زوج من الكترونات غير مرتبطة مثل ذرة الأكسجين في جزئ الماء .



بينما لا يتأين الألدهيد ----------

تصنيف الأحماض الكربوكسيلية

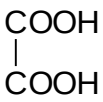
الأحماض الكربوكسيلية

أحادية الكربوكسيل — ثنائية الكربوكسيل — ثلاثية الكربوكسيل

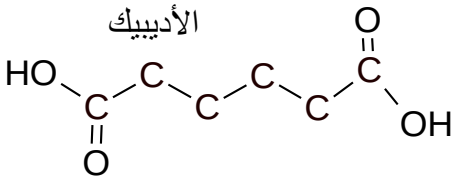
الفورميك $HCOOH$

الأستيك CH_3COOH

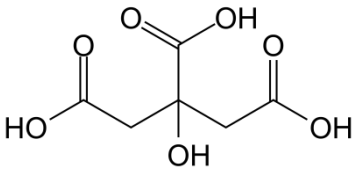
الأوكساليك

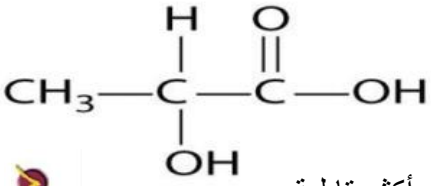


الأديبيك



السيتريك





ملاحظة : بعض الأحماض الأخرى تحوي مجموعة وظيفية إضافية مثل OH

مثال : حمض اللاكتيك الموجود في اللبن

والحمض المحتوي على مجموعتين وظيفيتين OH - , COOH – غالباً ما يكون أكثر قابلية للذوبان في الماء وأكثر حمضية من الأحماض التي تحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة

فسر : ذوبانية حمض الإيثانويك (حمض الأستيك) عالية في الماء ، وأحيانا الأحماض الكربوكسيلية التي تكون في الحالة الطبيعية على شكل سلسلة طويلة ، مثل حمض البالمتيك $CH_3(CH_2)_{14}COOH$

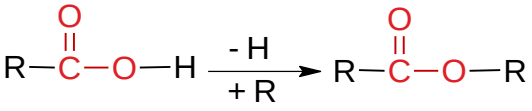
(اجعل الحل يتضمن كِبر أو صِغر حجم الجزئ ، فعالية قطبية مجموعة الكربوكسيل في الحالتين)

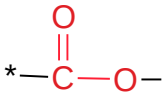
ماذا قرأت؟ قوم مستعملاً المعلومات أعلاه، فسر لماذا تصنف الأحماض الكربوكسيلية على أنها أحماض؟

المركبات العضوية المشتقة من الأحماض الكربوكسيلية

الاسترات — الأميدات

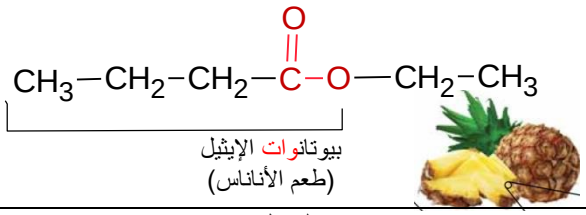
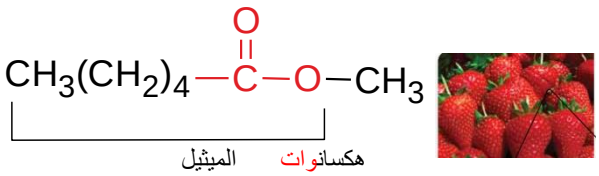
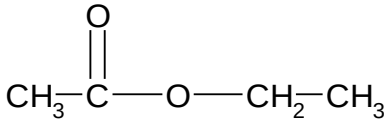
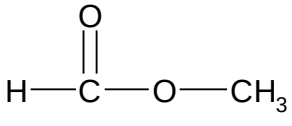
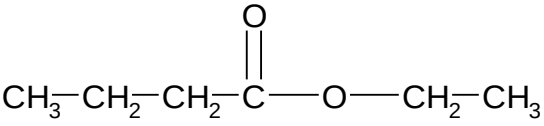
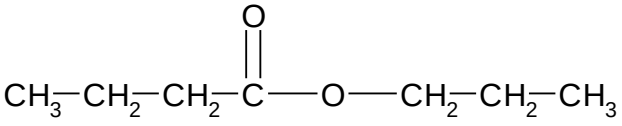
أ - الاسترات : مركب عضوي يحتوي على مجموعة كربوكسيل ، أُستبدلت ذرة الهيدروجين فيها بمجموعة ألكيل .



الصيغة العامة : 

تسمية الاسترات : يُستبدل المقطع (ويك) بالمقطع (وات) متبوعاً بمجموعة الألكيل

س : سم الإسترات التالية :

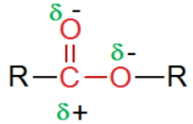
 بيوتانوات الإيثيل (طعم الأناناس)	 هكسانوات الميثيل (مسئول عن طعم الفواكه)
بنتانوات البنتيل	2 – ميثيل بيوتيل أسيتات 2 – ميثيل بيوتيل إيثانوات نهكة في الأطعمة والمشروبات
 ايثيـــــل ايثانوات (ايثانوات ايثيل)	 ميثيـــل ميثانوات (ميثانوات ميثيل)
 ايثيل بيوتانوات	 بروبيل بيوتانوات
$CH_3(CH_2)_3COOCH_2CH_3$	CH_3COOCH_3
$CH_3-CO_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3(CH_2)_3COO(CH_2)_3CH_3$

س : اكتب الصيغ المختصرة لكل من :

بروبيل ايثانوات	بيوتيل ميثانوات
بيوتيل ايثانوات	بروبيل بروبانوات
ميثيل بيوتانوات	إيثيل ميثانوات
هكسانوات أيزوبروبيل	ميثانوات الهكسيل

ملاحظة : **معظم الروائح العطرية والنكهات الطبيعية هي خليط من الأسترات والألدهيدات والكحولات .**

خواص الإسترات :



1 – جزيئات قطبية 2 – العديد منها متطاير ، وذو رائحة عطرة

3 – يُوجد الكثير منها في الروائح والنكهات الطبيعية للأزهار والفواكه

4 – تنتج النكهات الطبيعية مثل الموز والتفاح عن خليط من جزيئات المركبات العضوية ، ومنها الإستر

5 - بعض النكهات قد يكون بسبب تركيب أستر واحد

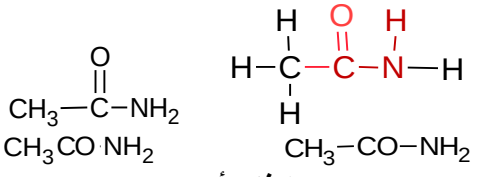
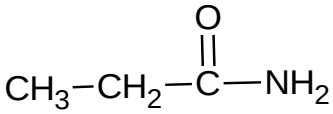
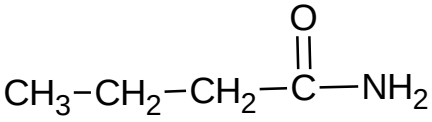
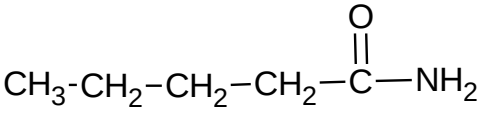
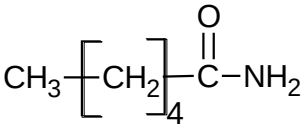
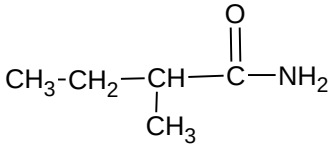
لذا تُستخدم الإسترات في : النكهات والمشروبات والعطور والشموع المعطرة والمواد المعطرة الأخرى

ب – الأميدات : مركب عضوي يحتوي على مجموعة كربوكسيل ، أُستبدلت فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة نيتروجين مرتبطة مع ذرات أخرى .

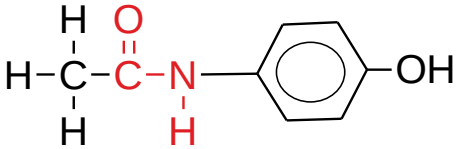
الصيغة العامة :

التسمية : الألكان (كل عدد ذرات الكربون) + أميد

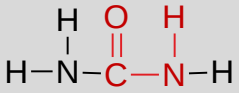
س : سم الأميدات التالية وارسم الصيغ البنائية المختصرة :

 **إيثان أميد** الاسم الشائع : (أسيتاميد) = مشتق من حمض الأسيتيك	
	
	 2 – ميثيل بيوتان أميد
أوكتانوأميد	2 – إيثيل – 3 – ميثيل بيوتان أميد

مثال : مسكن الألم (أسيتامينوفين) بدلاً من الأسبرين (4-هيدروكسي فينيل أسيتاميد)



(يتكون من مجموعة أمين (- NH -) مرتبطة مع مجموعة كربونيل ومجموعة أروماتية

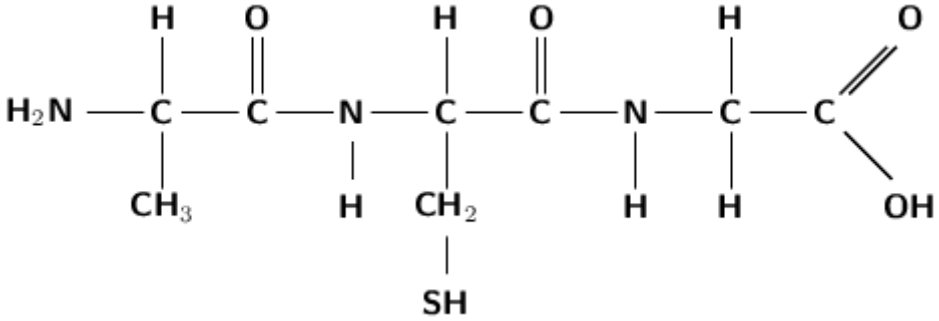
مثال : من أشهر الأميدات (**الكارأميد**)(**اليوريا**)  ،

وتُعتبر اليوريا :

آخر نواتج عملية هضم البروتينات في الثدييات

يُوجد في الدم والصفراء والحليب عند الثدييات

ملاحظة هامة : البروتينات الطبيعية ، وبعض المواد الصناعية تحتوي على المجموعة الوظيفية للأميد مُكررة عدة مرات .



(بروتين)

ملاحظة هامة : عندما تتكسر البروتينات تغادر مجموعات الأمين منها ، تتحول هذه المجموعات الأمينية (NH_2) إلى جزيئات أمونيا (NH_3) ، وتُعتبر سامة للجسم .

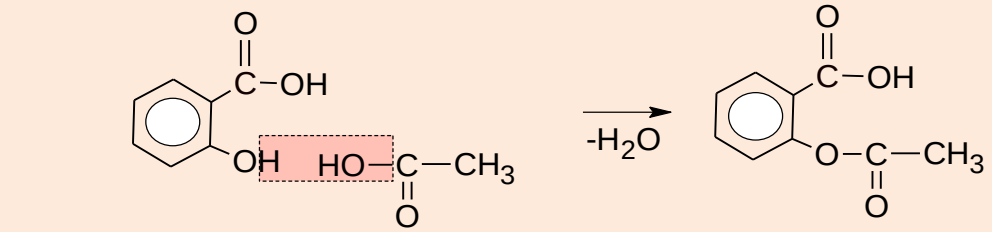
وتتحول الأمونيا السامة إلى يوريا في الكبد ، وتُصفى اليوريا خارج الدم في الكليتين ، وتخرج مع الجسم في البول .
علل : تُستعمل اليوريا كسماد تجاري بسبب النسبة العالية من النيتروجين في اليوريا ، وسهولة تحولها إلى أمونيا في التربة

علل : **تُستخدم اليوريا كمصدر بروتيني للحيوانات العاشبة مثل الماشية والأغنام** .حيث تستخدم هذه الحيوانات اليوريا لإنتاج البروتين في أجسامها .

ماذا قرأت؟ حدّد أحد الأميدات الموجودة في جسم الإنسان.

تفاعلات تكثيف : ارتباط جزيئين عضويين صغيرين لتكوين جزيء عضوي أكثر تعقيداً ، ومصحوباً بجزيء صغير كالماء ، وينتج الجزيء الصغير من كلا الجزيئين المتفاعلين .

مثال : إنتاج جزيء الأسبرين (حمض أسيتالسلسليك)من جزيء حمض الأستيك وجزيء حمض السالساليك

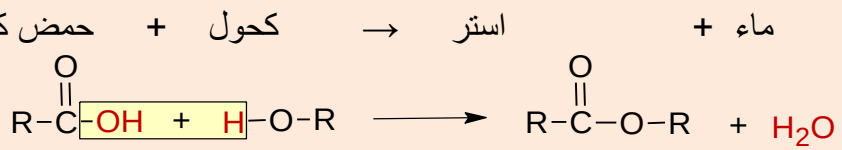


حمض السالسليك حمض الأستيك حمض أسيتالسالسليك (الأسبرين)

ما نوع التفاعل المستعمل لإنتاج الأسبرين من حمض السلسليك وحمض الأستيك ؟

ملاحظة : تُعتبر تفاعلات التكثيف من تفاعلات الحذف حيث ترتبط فيه ذرتين لم يسبق لهما أن ارتبطا ببعضهما البعض

من أكثر هذه التفاعلات شيوعاً : تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية مع المواد العضوية الأخرى مثل :
مثال : تكاثف الحمض الكربوكسيلي والكحول



التقويم 3-3

الخلاصة

- مركبات الكربونيل مركبات عضوية تحتوي على مجموعة C=O.
- هناك خمسة أنواع مهمة من المركبات العضوية تحتوي على مركبات الكربونيل، هي الألدهيدات، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.

13. الفكرة الرئيسة صنف كل مركب من مركبات الكربونيل الآتية إلى واحد من أنواع المواد العضوية التي درستها في هذا القسم.

a. $CH_3CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

c.

b. $CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$

d. $CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$

14. صف نواتج تفاعل التكاثف بين الحمض الكربوكسيلي والكحول.

15. حدد الصيغة العامة للألكانات C_nH_{2n+2}. اشتق الصيغة العامة التي تمثل الألدهيد، والكيتون، والحمض الكربوكسيلي.

16. استنتج لماذا تكون المركبات العضوية التي تحتوي مجموعات كربوكسيل ذات خواص حمضية عندما تذوب في الماء، بينما لا تكون مركبات أخرى مشابهة لها في التركيب مثل الألدهيد الخواص نفسها؟

13. a. إستر b. أميد c. كيتون d. الألدهيد
14. النواتج هي إستر وماء.
15. الألدهيد: $C_nH_{2n}O$؛ الكيتون $C_nH_{2n}O$؛ الحمض الكربوكسيلي: $C_nH_{2n}O_2$.
16. تتأين مجموعة الكربوكسيل بسهولة وتمنح أيون H^+. ومع ذلك، فإن ذرة الهيدروجين المرتبطة بمجموعة الكربونيل في الألدهيد لا تتأين بسهولة.

إتقان المفاهيم

41. ارسم الصيغة العامة لكل نوع من أنواع المركبات العضوية الآتية:

a. ألدهيد
b. إستر
c. كيتون
d. أميد
e. حمض كربوكسيلي

42. استعمالات شائعة سم الألدهيد، أو الكيتون، أو الحمض الكربوكسيلي، أو الإستر، أو الأميد المستعمل لكلٍّ من الأغراض الآتية:

a. حفظ العينات البيولوجية
b. مذيب لتلميع الأظافر
c. حمض في الخل
d. نكهة في الأطعمة والمشروبات

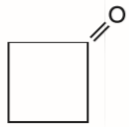
43. ما نوع التفاعل المستعمل لإنتاج الأسبرين من حمض السلسيليك وحمض الأسيتيك؟

إتقان حل المسائل

44. ارسم الصيغ البنائية لمركبات الكربونيل الآتية:

a. 2،2- ثنائي كلورو- 3 - بنتانون
b. 4- ميثيل بنتانال
c. هكسانوات الأيزوبروبيل
d. أوكتانوأميد
e. 3- فلورو- 2 - ميثيل حمض البيوتانويك
f. بنتانال حلقي
g. ميثانوات الهكسيل

45. سمّ مركبات الكربونيل الآتية:

a. 

b. $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

c. $CH_3-(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$

d. $CH_3-(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

41. ارجع إلى دليل حلول المسائل.
42. a. فورمالدهيد
b. أسيتون c. حمض الإيثانويك (الأسيتيك)
d. بيوتانوات الإيثيل، 2- ميثيل بيوتل أسيتات، بنتانوات البنتل، إسترات أخرى
43. تكاثف

إتقان حل المسائل

44. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

45. a. بيوتانون حلقي b. بيوتانال
c. هكسانو أميد d. حمض الهكسانويك