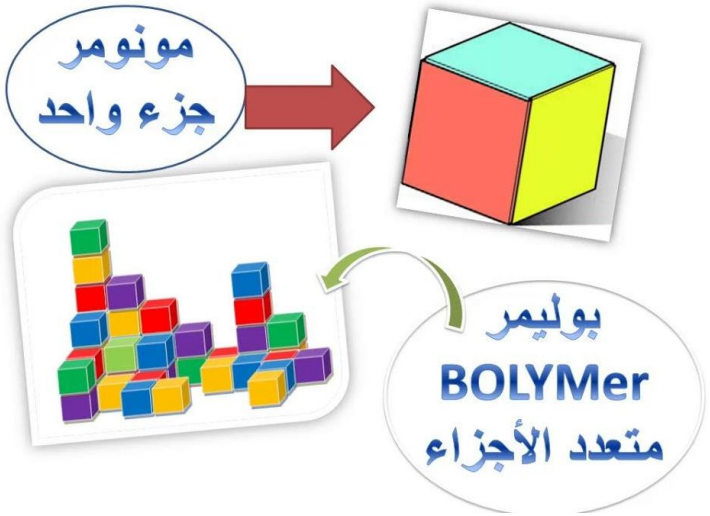
7-2
البولميرات

أعداد / أ. نعيمة الهنائي

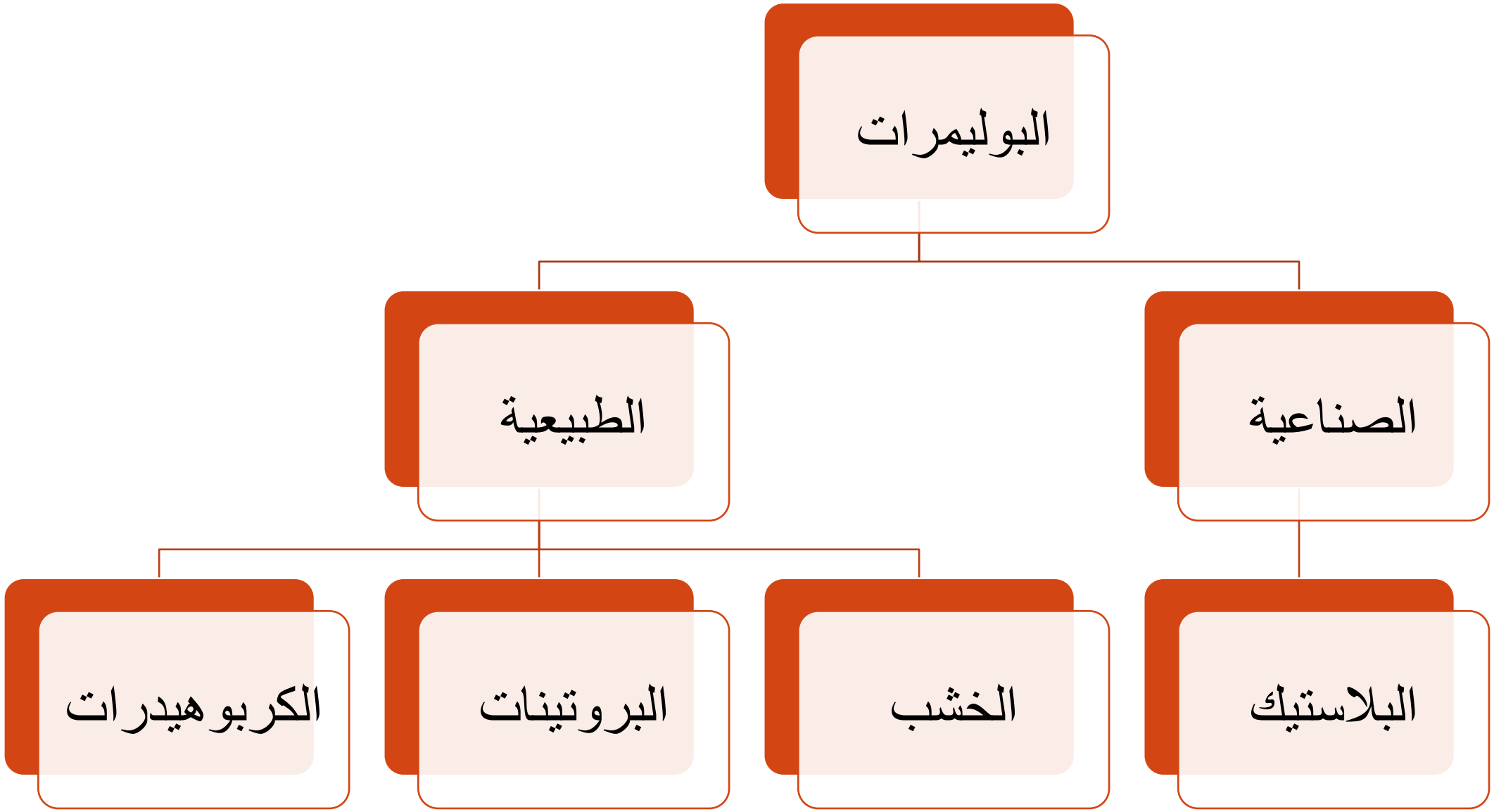
معايير النجاح

- يعرف معنى مصطلح البوليمر.
- يصف تكون البولي إيثين من مونمراته.
- يذكر اسم العملية التي تكون البولي إيثين.
- يعرف معنى مصطلح البلمرة بالإضافة.
- يصف عملية البلمرة بالإضافة بشكل عام.
- يستنتج ويرسم تركيب بوليمر الإضافة الناتج من مونومر (ألكين) معين.
- يستنتج ويرسم تركيب المونومر (الألكين) من تركيب بوليمر إضافة معين.
- يستخدم تمثيلات مناسبة لكتابة معادلة لتكون بوليمر من مونومر (ألكين) معين.
- يرسم المجموعتين الوظيفيتين اللازمتين للبلمرة بالتكثيف.
- يسمي الجزيء المفقود أثناء البلمرة بالتكثيف.
- يرسم مخططا لتوضيح كيفية تكون الرابطة أثناء البلمرة بالتكثيف لإنتاج النايلون.
- يصف الفرق بين الترابط في بوليمر الإضافة وبوليمر التكثيف.
- يقارن بوليمرات مصنوعة من مونومرات مختلفة.
- يصف الفرق بين عملية البلمرة بالإضافة وعملية البلمرة بالتكثيف

البوليمرات

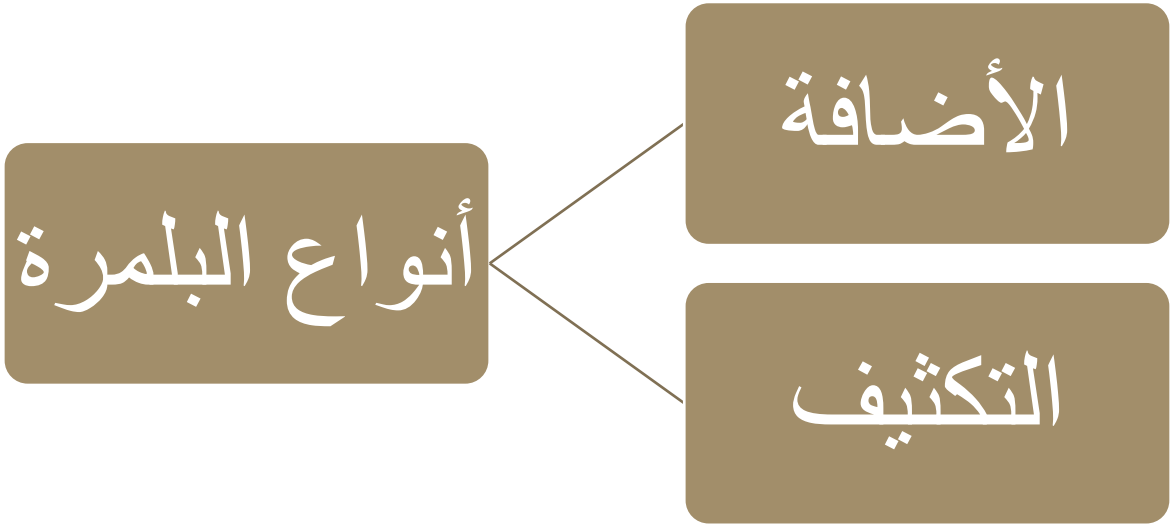


- **المونومر Monomer:** جزيء صغير له القدرة على الارتباط بجزيئات أخرى على شكل وحدات متكررة، لتكوين جُزيء ذي سلسلة طويلة (بوليمر).
- **البوليمر Polymer:** جُزيء ذو سلسلة طويلة يتكوّن من ترابط عدد كبير من جُزيئات المونومر معًا على شكل وحدات متكررة.


البوليمرات
الصناعية
الطبيعية
البلاستيك
الخشب
البروتينات
الكربوهيدرات

- ترتبط المونومرات معا بواسطة تفاعل البلمرة، وتتكرر هذه الوحدات بأعداد متفاوتة تتراوح بين مئة مرة وما يزيد عن مليون مرة.
- تعد البوليمرات جزيئات ضخمة بسبب كبر حجمها.

البلمرة Polymerisation: تفاعُل عدد كبير من جُزيئات صغيرة (مونومرات) معًا لتكوين جُزيء ذي سلسلة طويلة (بوليمر).



البلمرة بالإضافة

- في تفاعلات البلمرة بالإضافة تستخدم الاكينات لأنها تحتوي على رابطة ثنائية تتكسر الرابطة الثنائية حيث C=C وترتبط ذرات أخرى بذرتي الكربون. •

- تم تصنيع أول بولي إيثين من قبل شركة امبلاير للصناعات وسمي "ألكثين" والأسم التجاري له بوليثين.

- تتطلب تفاعلات الإضافة ضغطا مرتفعا ودرجة حرارة تعادل درجة حرارة الغرفة أو أعلى وعامل حفازا.

تحضير البولي إثين

الصورة ٧-٤ بعض الأدوات المنزلية المصنوعة من البولي إيثين

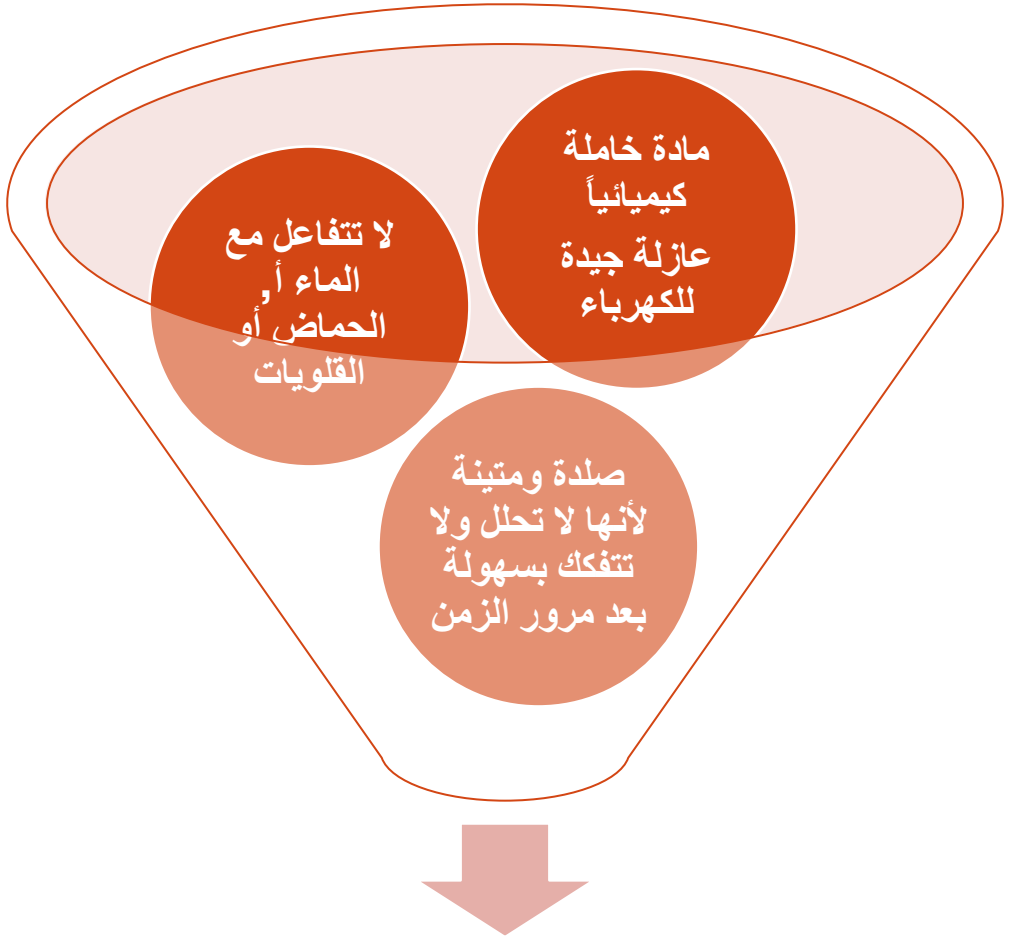
يتطلب:
- مونومر الايثين
- ضغط عالي
- درجة حرارة الغرفة أو أعلى
- عامل حفاز

يحضر عن طريق التكسير الحرارى لمشتقات الالكينات التي تحتوي على الرابطة الثنائية حيث يتم كسر الرابطة الثنائية بين ذرات الكربون واضافة ذرات أخرى اليها تحت ظروف معينة

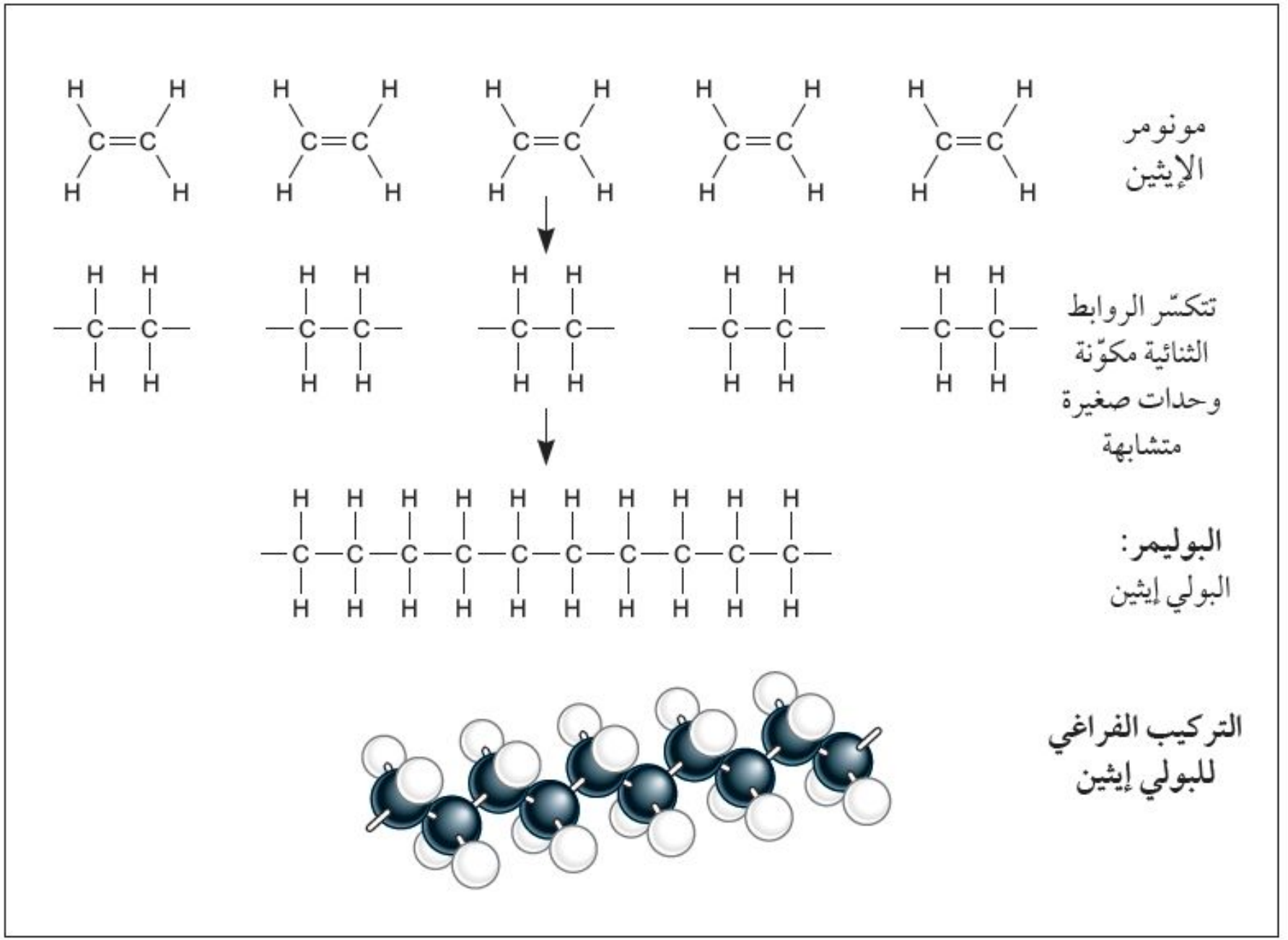
بولي إيثين ← (ضغط مرتفع، حرارة، عامل حفّاز) ← إيثين

$$n\left(\begin{array}{cc} H & H \\ | & | \\ C=C & \\ | & | \\ H & H \end{array}\right) \xrightarrow[\text{حرارة، عامل حفّاز}]{\text{ضغط مرتفع}} \left(\begin{array}{cc} H & H \\ | & | \\ C-C & \\ | & | \\ H & H \end{array}\right)_n$$

n : تشير إلى عدد وحدات المونومر الداخلة في التركيب البنائي للبوليمر.



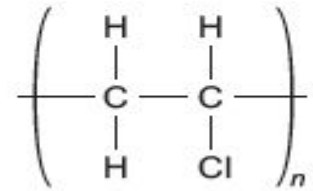
خواص البولي إثين


مونومر
الإيثين
تتكسّر الروابط
الثنائية مكوّنة
وحدات صغيرة
متشابهة
البوليمر:
البولي إيثين
التركيب الفراغي
للبولي إيثين

أجب عن الأسئلة التالية:

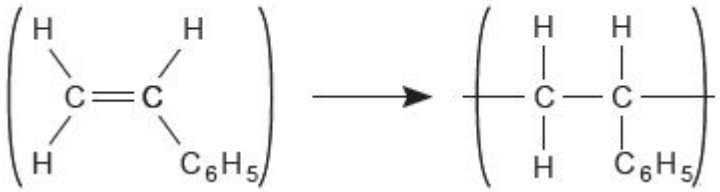
أ- أكمل المعادلة الكيميائية التي تمثل صناعة البوليمرات:

كلورو إيثين ⟶ البولي كلورو إيثين

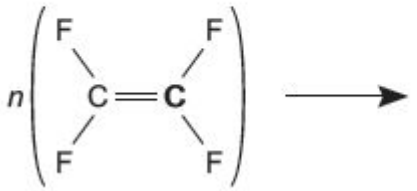


ب- المعادلة التالية تمثل صناعة بوليمر البولي الإثين ما هو الخطأ الذي وقع فيه الطالب عند كتابة المعادلة:

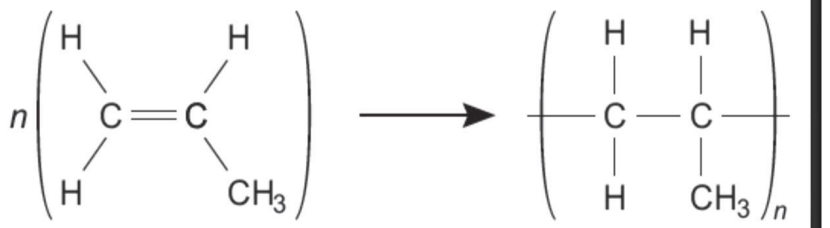
فينيل الإيثين ⟶ البولي فينيل الإيثين



رباعي فلورو إيثين ⟶ البولي رباعي فلورو إيثين



البولي بروبين ← بروبين

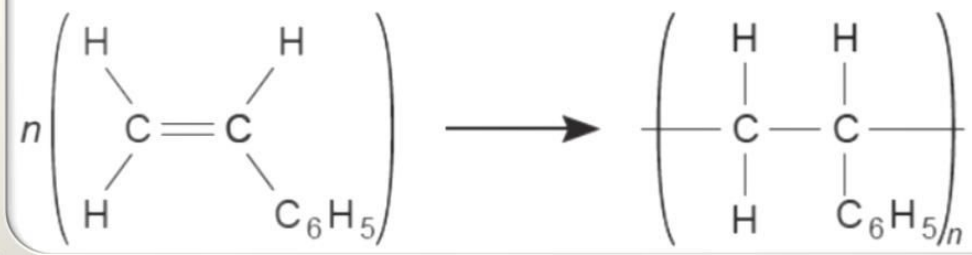


- البولي كلورو إيثين poly(chloroethene)

البولي كلورو إيثين ← كلورو إيثين

البولي فينيل إيثين poly(phenylethene)

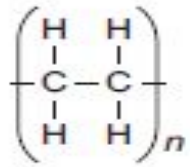
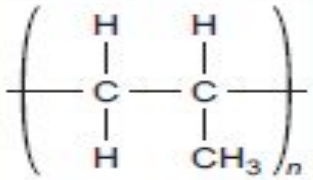
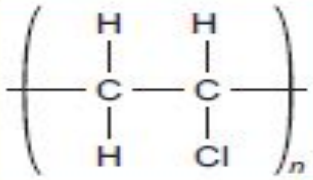
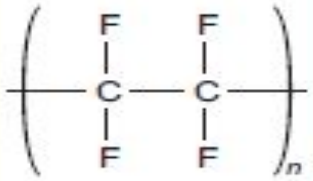
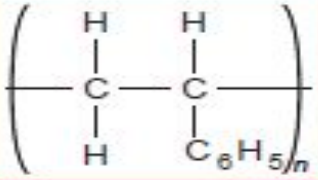
البولي فينيل الإيثين ← فينيل الإيثين



البولي رباعي فلورو إيثين poly(tetrafluoroethene)

البولي رباعي فلورو إيثين ← رباعي فلورو إيثين

أمثلة على بعض بوليمرات الاضافة

البوليمر		المونومر	الخصائص	بعض الاستخدامات
اسمه العلمي	اسمه ورمزه التّجاريّان / صيغته البنائية			
البولي إيثين	البولي إيثلين، (البوليثين) PE 	الإيثين $CH_2=CH_2$	صلد، ومتين	الأكياس البلاستيكية، الأكواب، الصحون المجوّفة، القناني، العبوات، ومواد التغليف
البولي بروبين	البولي بروبيلين PP 	البروبين $CH_3CH=CH_2$	صلد، ومتين فسر يستخدم البولي بروبين في صناعة الصناديق والحبال؟	الصناديق، العلب، والحبال البلاستيكية يمكن صبها وصهرها في قوالب ويمكن سحبها علي هيئة ألياف
البولي كلورو إيثين	بولي كلوريد الفينيل، PVC 	الكلورو إيثين $CH_2=CHCl$	قوي، وصلد ولكنه ليس مرنًا كالبولي إيثين موصل رديء للحرارة فسر يعتبر البولي كلورو إثين مناسبا لصناعة أنابيب السباكة	مواد عازلة، الأنابيب ومرازيب المياه أنه أكثر قوة وصلادة
البولي رباعي فلورو إيثين	البولي رباعي فلورو إثيلين، (التفلون) PTFE 	رباعي فلورو الإيثين $CF_2=CF_2$	سطح غير لاصق، مقاوم لدرجات الحرارة المرتفعة	المقالي غير اللاصقة، الصنابير والمفاصل غير اللاصقة
البولي فينيل إيثين	البولي ستيرين PS 	الفينيل إيثين (الستيرين) $CH_2 = CH - C_6H_5$	خفيف، موصّل رديء للحرارة	مواد عازلة غير ملوّنة ومواد تغليف (على شكل رغوة)

عيوب طريقة البلمرة بالإضافة

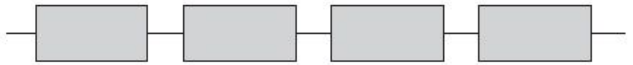
- غير قابلة للتحلل بيولوجيا (مادة ال تتفكك وال تتحلل بشكل طبيعي في البيئة)
- معظم المواد البلاستيكية لا يتم التخلص منها بطريقة صحيحة (ترمى في المناطق الريفية والمحيطات وتبقى هناك لمئات السنين وقد تؤدي إلى نفوق الحيوانات أو اختناقها
- وقد تدخل إلى سلسلتنا الغذائية .

بعض خصائص **بوليمرات الإضافة**:

- تتكوّن جميع البوليمرات من جُزيئات ذات سلاسل طويلة تشكّلت عن طريق ارتباط عدد كبير من جُزيئات المونومرات.
- تتضمّن البلمرة بالإضافة جُزيئات مونومر تحتوي على رابطة ثنائية C=C.
- تُصنع بوليمرات الإضافة عادة من نوع واحد فقط من المونومر.
- تتكسر الرابطة الثنائية خلال عملية الإضافة، وترتبط الجُزيئات «المتشابهة» معًا لتكوّن جُزيئًا ذا سلسلة طويلة.

تذكَّر

- عند رسم التركيب البنائي للبولي إيثين، والبوليمرات الأخرى، لا تنسَ وضع الحرف n خارج القوسَين.
- يمكن تمثيل التركيب البنائي للبولي إيثين بشكل مخطّط على النحو الآتي:



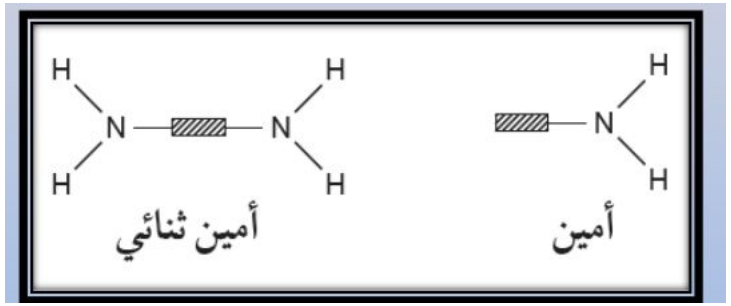
تذكَّر

لفهم مخطّط التركيب البنائي للبولي بروبين، من المهم أن تدرك أن مجموعة $-CH_3$ هنا هي مجموعة جانبية (فرعية)، ولن تكون جزءًا من السلسلة، فقد تكوّنت السلسلة من ذرّات الكربون التي ترتبط معًا بالرابطة الثنائية C=C الموجودة في المونومر.

البلمرة بالتكثيف

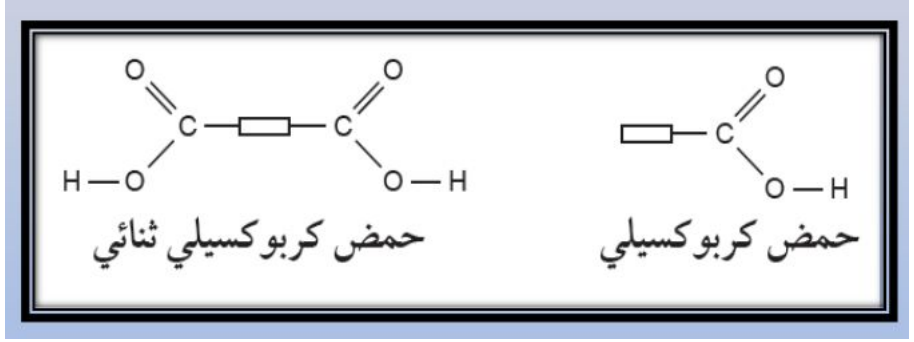
البلمرة بالتكثيف Condensation polymerisation:
عملية بلمرة يتم فيها ربط المونومرات عن طريق تفاعُل تكثيف يُزال خلاله جُزيء صغير، غالبًا ما يكون الماء.

- ترتبط جزيئات البروتينات والحمض الريبوزي النووي عن طريق البلمرة بالتكثيف.
- النايلون أول نوع من الألياف الصناعية التي انتجت بهذه الطريقة، وهو عبارة عن بوليمر مكون من مونومرين مختلفين هما:



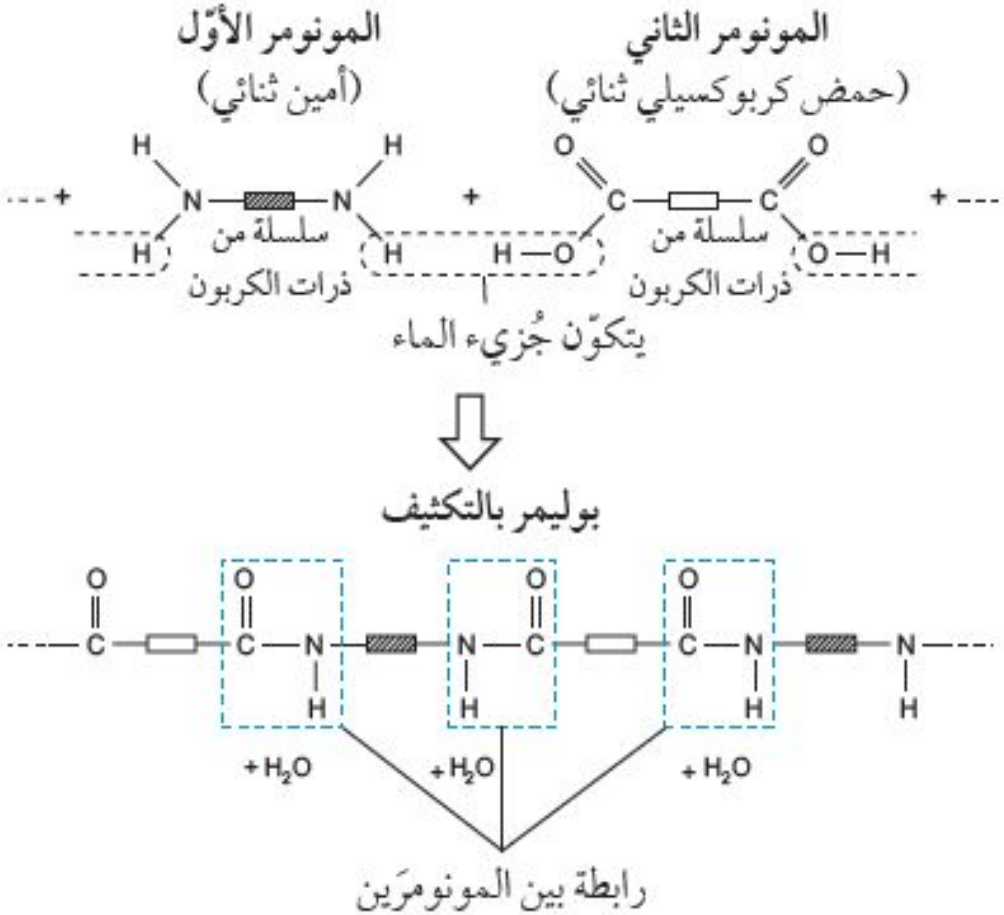
مونومير امين ثنائي يتضمن المجموعة الوظيفية $-NH_3$

- أمين ثنائي

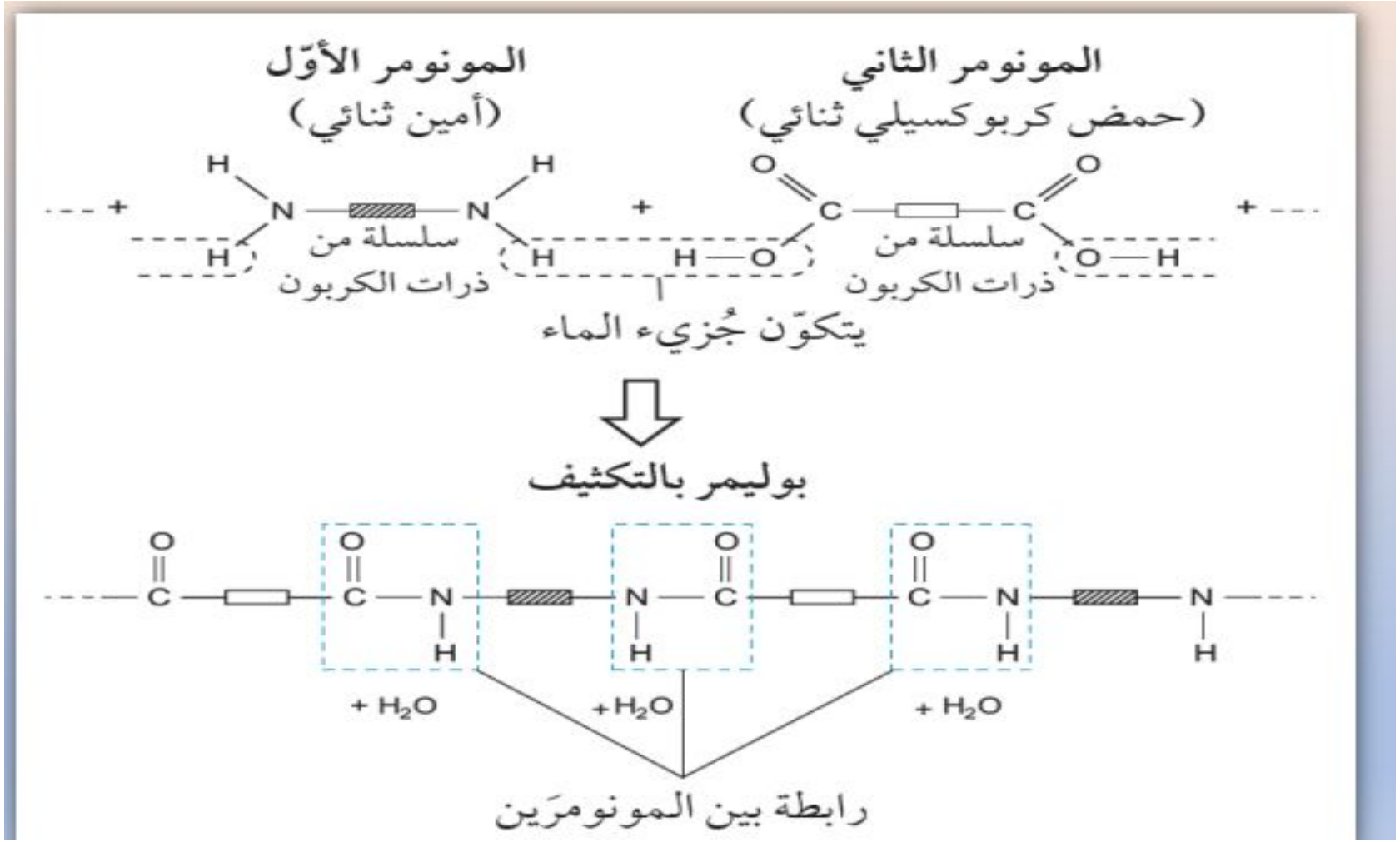


- حمض كربوكسيلي ثنائي.

مونومير حمض كربوكسيلي ثنائي يتضمن المجموعة الوظيفية -COOH



ينتج عندما يتفاعل مجموعة من أحد $-NH_3$ أمينية طرفي مونومر ثنائي الأمين مع مع مجموعة كربوكسيلية في أحد طرفي -COOH مونومر ثنائي الكربوكسيل لتكون رابطة بينهما ويفقد الماء H_2O


المونومر الأوّل
(أمين ثنائي)
المونومر الثاني
(حمض كربوكسيلي ثنائي)
سلسلة من ذرات الكربون
سلسلة من ذرات الكربون
يتكوّن جُزيء الماء
بوليمر بالتكثيف
+ H2O
+ H2O
+ H2O
رابطة بين المونومرَين

مقارنة بين البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكثيف

أوجه المقارنة	البلمرة بالإضافة	البلمرة بالتكثيف
المونومرات المُستخدمة	تُستخدم عادة جُزيئات كثيرة من مونومر واحد.	تُستخدم عادة جُزيئات كثيرة من مونومرَين مختلفَين.
	يكون المونومر غير مُشبع، ويحتوي عادة على رابطة C=C.	تحتوي المونومرات على مجموعات وظيفية نشطة في طرفَي جُزيئاتها، مثل $-NH_2$ و $-COOH$.
التفاعُل الذي يحدث	تفاعل إضافة؛ ترتبط المونومرات معًا عن طريق كسر الرابطة الثنائية C=C.	تفاعُل تكثيف حيث ترتبط المونومرات معًا بفقد جزيء صغير (جُزيء الماء عادة) في كل مرّة يرتبط فيها مونومر بالسلسلة.
طبيعة المادة الناتجة	مادة ناتجة واحدة فقط؛ البوليمر.	مادتان ناتجتان: البوليمر والماء أو البوليمر وجُزيء صغير آخر.

1) ما المقصود بالبلمرة بالإضافة؟

2) اكتب معادلة رمزية لتكون البولي إيثين من الإيثين.

ارسم الصيغة البنائية للوحدة المتكررة في البوليمرين الآتيين:

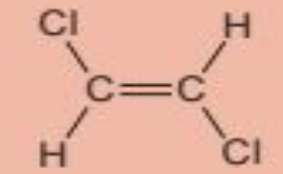
أ. البولي بروبين.

ب. البولي كلورو إيثين (PVC).

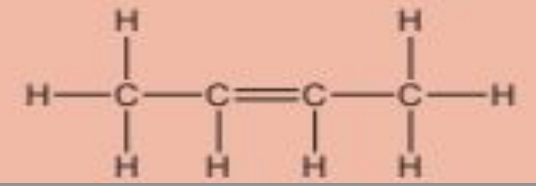
ما المونومر المُستخدم لإنتاج البوليمر PTFE، (المعروف أيضًا باسم البولي رباعي فلورو إيثين)؟

١١-٧ ارسم الصيغة البنائية لبوليمر الإضافة الذي يمكن أن يتكوّن من كل من المونومريَن الآتيَين:

أ.

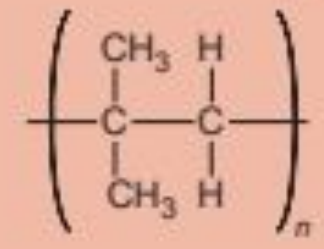


ب.

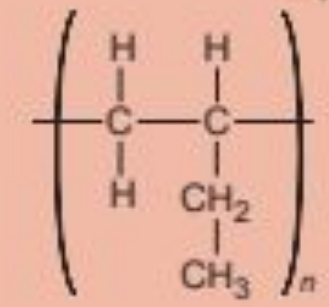


٧-١٢ ارسم الصيغة البنائية لكل من المونومرين اللذين يمكن أن يكوّنا بوليمرَي الإضافة الآتيين:

أ.



ب.



١٣-٧ يعد النايلون جُزيئًا صناعيًا كبيرًا يتم تصنيعه بطريقة البلمرة بالتكثيف. المجموعات الوظيفية للمونومرات هي $-NH_2$ و $-COOH$، وهي تكوّن بالتكثيف رابطة تمتلك الصيغة $-CONH-$.

أ. أثناء تكوّن النايلون، يتكوّن جُزيء آخر ناتج من تكثيف $-NH_2$ و $-COOH$، اكتب صيغته.

ب. ارسم الصيغة البنائية للنايلون الناتج. يمكنك تمثيل ذرات الكربون بين روابط $-CONH-$ بالكتل المستطيلة ▭.

١٤-٧ اكتب أوجه التشابه والاختلاف بين طريقتَي: البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكثيف.

أسئلة نهاية الوحدة

١ تعدّ الكحولات سلسلة متجانسة من المُركّبات العضوية.

أ. ما المجموعة الوظيفية للكحولات؟

ب. اكتب الصيغة الجُزيئية للإيثانول.

ج. ارسم الصيغة البنائية للإيثانول.

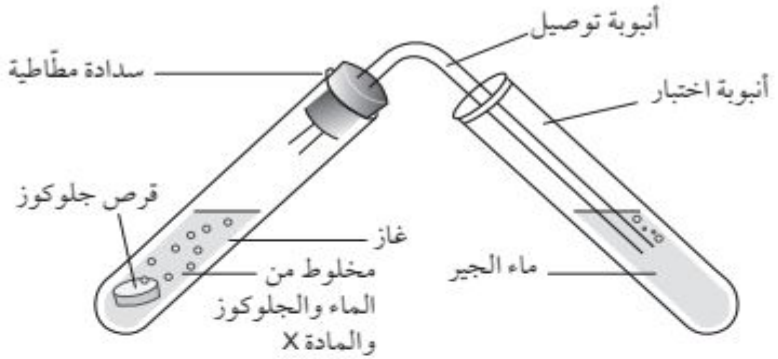
د. تُستخدم الكحولات في الغالب كوقود، مثل الجازولين (البنزين).

١. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعُل احتراق الإيثانول.

٢. يعدّ الإيثانول كوقود صديقًا للبيئة أكثر من الجازولين. فسّر ذلك.

٣. اذكر استخدامًا رئيسيًا آخر للكحولات.

٢ يتم إنتاج الإيثانول عن طريق تخمّر السكّريات مثل الجلوكوز.
يبيّن الرسم أدناه تجربة مخبرية لتخمّر الجلوكوز



أ. تعد المادة X المذكورة في الشكل أعلاه ضرورية لحدوث عملية التخمّر. ما اسم هذه المادة؟

ب. أي من درجات الحرارة الآتية تتيح الظرف الأفضل لنجاح هذه التجربة؟

١. 15 °C ٢. 25 °C ٣. 35 °C ٤. 45 °C

ج. ما الغاز الذي سينتج أثناء عملية التخمّر؟ وكيف يتم إثبات ذلك باستخدام الرسم المبيّن في الشكل أعلاه؟

د. الصيغة الكيميائية للجلوكوز هي: $C_6H_{12}O_6$.
اكتب معادلة كيميائية موزونة لعملية التخمّر المُنتِجة للإيثانول والغاز الذي تم تحديده في الجزئية **ج**.

هـ. ما المدة الزمنية التي يمكن أن يستغرقها حدوث التفاعُل؟

١. دقيقة واحدة.
٢. ساعة واحدة.
٣. أسبوع واحد.
٤. سنة واحدة.

و. بعد اكتمال التفاعُل، يجب فصل الإيثانول عن مخلوط التفاعُل.
اذكر اسم العملية التي تُستخدم للحصول على إيثانول نقي بشكل مقبول من المخلوط.

ز. أجب عن الأسئلة الآتية التي تصف طريقة إنتاج الإيثانول عن طريق تميُّه الإيثين:

١. اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية.
٢. ما الظروف المطلوبة المناسبة لإنتاج الإيثانول بهذه الطريقة؟
٣. اذكر ميزتَين مقارنة بعملية التخمّر.
٤. اذكر اثنتين من السلبيات مقارنة بعملية التخمّر.

٣ أ. يُستخدم الإيثين لإنتاج البولي إيثين.

انسخ الجملتَين الآتيتَين المتعلقتين بهذا التفاعُل، ثم أكملهما باستخدام كلمات من القائمة أدناه:

عوامل حفّازة البوليمرات المونومرات

جُزيئات الإيثين التي ترتبط معًا لتكوين البولي إيثين تسمى .....

وجُزيئات البولي إيثين التي تكوّنت تسمى .....

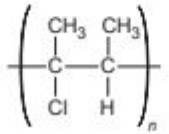
ب. ١. باختصار، صِف ما يحدث عندما تتفاعل جُزيئات الإيثين لتكوين البولي إيثين.

٢. اكتب معادلة كيميائية، باستخدام الصيَغ البنائية، لتوضيح تكوّن البولي إيثين من الإيثين.

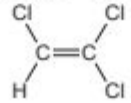
٣. اذكر استخدامَين للبولي إيثين.

ج. تم تصنيع الكثير من الجُزيئات الكبيرة الأخرى منذ اكتشاف البولي إيثين.

١. ارسم الصيغة البنائية للمونومر الذي سوف يكوّن البوليمر الآتي:



٢. ارسم الصيغة البنائية للبوليمر الذي يتكوّن من المونومر الآتي:



٤ البولي إيثين بوليمر تكوّن من الإيثين، ويعدّ مثالًا على بوليمر إضافة.
ويعدّ النايلون بوليمرًا أيضًا، ولكنه ليس بوليمر إضافة.

أ. ما الاسم المُعطى لنوع تفاعُل البلمرة الذي يكوّن النايلون؟

ب. اذكر خاصيتين تختلف فيهما البلمرة التي تُكوّن النايلون عن البلمرة التي تُكوّن البولي إيثين.

ج. يتكوّن النايلون الآتي من جُزيئَين مختلفَين، هما:

(حمض 6،1- ثنائي هكسانويك) و 6،1– ثنائي أمينو الهكسان

$HOOCC_4H_8COOH$ $H_2NC_6H_{12}NH_2$

١. عندما يتفاعل حمض الهكسان ثنائي الكربوكسيل مع 6،1– ثنائي أمينو الهكسان، فإنه يشكّل النايلون ومادة ناتجة أخرى، ما اسمها؟

٢. اكتب التركيب البنائي لتوضّح كيف يرتبط هذان المُركّبان معًا في سلسلة البوليمر؛ ضمّن رسمك ثلاث وحدات مونومر على الأقل. يمكنك استخدام كتل (مستطيلات ▭) لتمثيل سلاسل الكربون.

د. يُستخدم النايلون أحيانًا كمادة عازلة في المُعدّات الكهربائية. ما الخاصّية التي يمتلكها النايلون والتي تجعله مناسبًا لهذا الاستخدام؟