



Właściwości węglowodorów nienasyconych

Bibliografia:

- Źródło: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004.
- Źródło: dostępny w internecie: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.listcards3?p_lang=en [dostęp 20.01.2022].

Właściwości węglowodorów nienasyconych

Jeśli zanurzymy suchą gąbkę w wodzie, ciecz w nią wsiąknie. Czy węglowodory nienasycone też mogą coś „pochłonać”? Czy w wyniku reakcji chemicznej mogą stać się związkami nasyconymi? W jaki sposób możemy wyjaśnić odbarwianie roztworu bromu w obecności węglowodorów nienasyconych?

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- właściwości substancji zaliczanych do właściwości fizycznych oraz do właściwości chemicznych;
- właściwości fizyczne i chemiczne alkanów;
- związki chemiczne należące do alkanów, alkenów i alkinów;
- sposoby zapisywania wzorów sumarycznych węglowodorów o podanej liczbie atomów węgla;
- sposoby rysowania wzorów strukturalnych cząsteczek węglowodorów;
- sposoby zapisywania równań reakcji spalania alkanów.

Nauczysz się

- opisywać, jakie właściwości fizyczne i chemiczne mają eten i etyn;
- omawiać zależność zmian wybranych właściwości fizycznych alkenów i alkinów od liczby atomów węgla w ich cząsteczkach;
- projektować i przeprowadzać doświadczenia pozwalające na zbadanie zachowania etenu i etynu wobec roztworu bromu (w rozpuszczalniku organicznym);
- projektować doświadczenie, które pozwoli odróżnić węglowodory nasycone od nienasyconych.

1. Właściwości fizyczne alkenów

Do właściwości fizycznych substancji zaliczamy między innymi stan skupienia, gęstość, temperatury wrzenia i topnienia oraz rozpuszczalność w wodzie.

Alkeny, podobnie jak alkany, są bezbarwne i bardzo trudno rozpuszczają się w wodzie. Ich znikoma rozpuszczalność w wodzie wynika z niepolarnej (hydrofobowej) budowy ich cząsteczek.

Polecenie 1

W poniższej tabeli zebrano temperatury wrzenia i topnienia wybranych alkanów i alkenów zbudowanych z cząsteczek o prostych (nierozgałęzionych) łańcuchach węglowych. Zawarte w tabeli dane, dotyczące temperatur wrzenia i topnienia, przedstaw w postaci wykresów słupkowych. Na wykresach uwzględnij zależność temperatury wrzenia i topnienia od liczby atomów węgla w cząsteczkach alkanów i alkenów. Porównaj zależność temperatury wrzenia i topnienia od liczby atomów węgla w cząsteczkach alkenów i alkanów.

Liczba atomów węgla w cząsteczce	nazwa alkanów	temperatura wrzenia alkanów (°C)	temperatura topnienia alkanów (°C)	nazwa alkenów	temperatura wrzenia alkenów (°C)
1	metan	−162	−183	-	-
2	etan	−89	−183	eten	−10
3	propan	−42	−188	propen	−4
4	butan	−1	−138	but-1-en	−
5	pentan	36	−130	pent-1-en	3
6	heksan	69	−95	heks-1-en	6
7	heptan	98	−91	hept-1-en	9

Źródło: Mizerski W., *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004; https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.listcards3?p_lang=en [dostęp 20.01.2022]

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

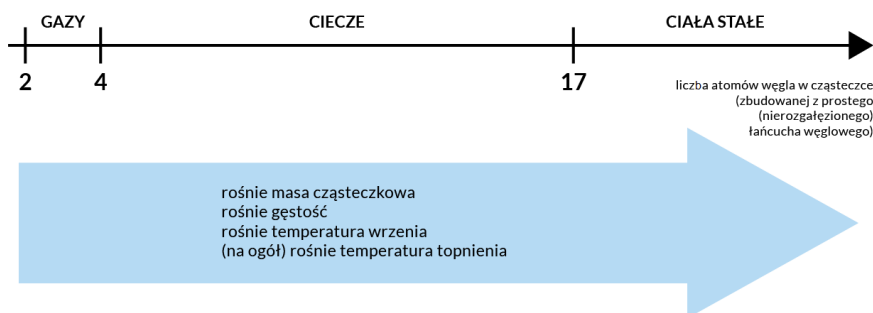
Właściwości fizyczne alkenów są podobne do właściwości odpowiednich alkanów, które zawierają taką samą liczbę atomów węgla w cząsteczkach. Zmieniają się one wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w ich cząsteczkach.

Wzrost liczby atomów węgla w cząsteczkach alkenów o prostych łańcuchach węglowych wiąże się ze wzrostem ich mas cząsteczkowych. Im większa jest masa cząsteczkowa alkenu, tym bliżej siebie znajdują się kolejne cząsteczki tego alkenu – są bardziej upakowane. To z kolei powoduje zwiększanie się gęstości alkenów wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego w ich cząsteczkach.

Gęstość związana jest ze stanem skupienia. Alkeny, podobnie jak alkanany, mogą występować w trzech stanach skupienia. Przeanalizujmy stan skupienia cząsteczek alkenów (w temperaturze 20 °C i pod ciśnieniem 1013 hPa), o prostych (nierozgałęzionych) łańcuchach, w których wiązanie podwójne występuje pomiędzy pierwszym i drugim atomem węgla. Można stwierdzić, że pierwsze trzy alkeny, mające kolejno dwa, trzy i cztery atomy węgla w cząsteczkach, to gazy. Kolejne alkeny, zawierające od pięciu do 17 atomów węgla w cząsteczkach, są cieczami, a mające 18 i więcej atomów węgla w cząsteczkach to ciała stałe.

Temperatury wrzenia i topnienia w przypadku alkenów (podobnie jak w przypadku alkanów) zależą od długości łańcucha węglowego oraz budowy ich cząsteczek. Wartości tych temperatur na ogół wzrastają wraz ze wzrostem długości prostego (nierozgałęzionego) łańcucha węglowego, a więc wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach.

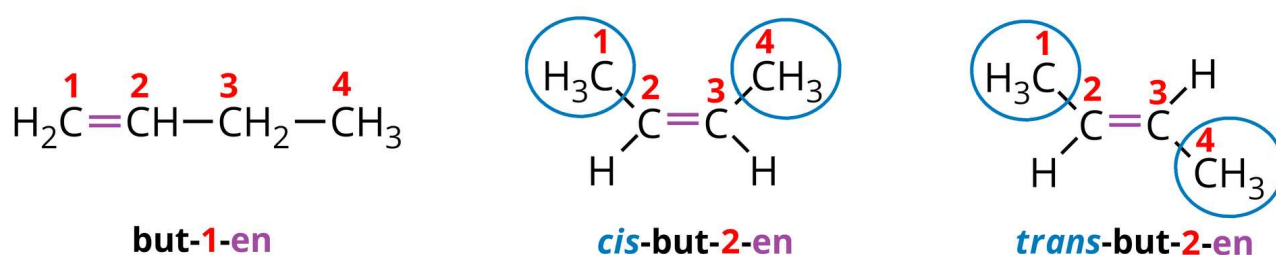
Warto jednak wspomnieć, że alkeny zbudowane z cząsteczek o rozgałęzionych łańcuchach węglowych mają niższe temperatury wrzenia niż alkeny, których cząsteczki utworzone są z prostych łańcuchów węglowych, zbudowanych z takiej samej liczby atomów węgla.



Zmiany wybranych właściwości fizycznych alkenów w zależności od długości nierozgałęzionego łańcucha węglowego w cząsteczkach i masy cząsteczkowej

Ciekawostka

Niektóre alkeny, których cząsteczki zawierają wiązanie podwójne przy innym niż pierwszy atom węgla w łańcuchu, mogą występować w formie tzw. izomerów *cis*- lub *trans*-. Alken o wzorze sumarycznym C_4H_8 może występować w postaci trzech izomerów, których cząsteczki zbudowane są z nierozgałęzionych łańcuchów węglowych. Na poniższej grafice przedstawiono wzory półstrukturalne cząsteczek tych izomerów.



Wzory półstrukturalne izomerów alkenu o wzorze C_4H_8 , których cząsteczki zbudowane są z nierozgałęzionych łańcuchów węglowych. W przypadku izomeru *cis*, obie grupy metylowe znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny, gdzie leży wiązanie podwójne, a w przypadku izomeru *trans*, grupy metylowe znajdują się po przeciwnych stronach płaszczyzny wiązania podwójnego.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Każdy z wymienionych izomerów charakteryzuje się innymi właściwościami fizycznymi.

W poniższej tabeli przedstawiono wybrane właściwości fizyczne izomerów alkenu o wzorze C_4H_8 , których cząsteczki zbudowane są z nierozgałęzionych łańcuchów węglowych.

Nazwa alkenu	Wzór sumaryczny	Temperatura wrzenia (°C)	Temperatura topnienia (°C)	Gęstość ($\frac{g}{cm^3}$) (20 °C i 1013 hPa)

Nazwa alkenu	Wzór sumaryczny	Temperatura wrzenia (°C)	Temperatura topnienia (°C)	Gęstość ($\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) (20 °C i 1013 hPa)
but-1-en	C ₄ H ₈	−6	−185	0,588
cis-but-2-en	C ₄ H ₈	4	−139	0,616
trans-but-2-en	C ₄ H ₈	1	−106	0,599

Źródło: Mizerski W., *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004;

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.listcards3?p_lang=en [dostęp 20.01.2022]

2. Właściwości chemiczne alkenów

Polecenie 2

Przyjrzyj się piktogramom, zamieszczonym na butlach z etenem i propenem, i określ, na jakie zagrożenia należy zwrócić uwagę podczas korzystania z etenu i propenu.



Alkeny

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Doświadczenie 1

Sprawdź, w jaki sposób spala się eten, pierwszy przedstawiciel alkenów. W tym celu wykonaj doświadczenie 1.

Wybierz hipotezę i zweryfikuj ją, przeprowadzając doświadczenie zgodnie z załączoną instrukcją. Napisz obserwacje i wnioski. Doświadczenie należy przeprowadzać pod sprawnie działającym wyciągiem i w okularach ochronnych.

Problem badawczy:

Jak spala się eten?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Eten spala się wybuchowo.

Hipoteza 2: Eten spala się całkowicie.

Hipoteza 3: Eten spala się niecałkowicie.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

Co będzie potrzebne:

- probówka z zebrany etenem zamknięta korkiem;
 - łuczywo;
 - statyw na probówkę;
 - zapalki.
-

Instrukcja:

1. Wyjmij korek z probówki napełnionej etenem.
2. Do wylotu probówki zbliż palące się łuczywo.
3. Obserwuj zachodzące zmiany.

Polecenie 3

Napisz obserwacje oraz wnioski do przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

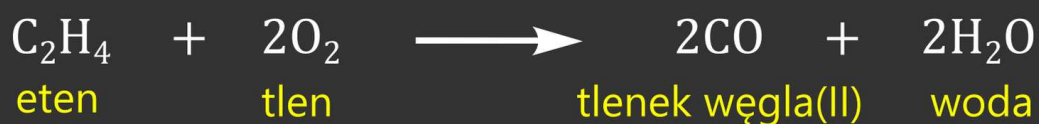
Przy pełnym dostępie powietrza (tlenu) eten spala się żółtym, świecącym płomieniem. Zachodzi wówczas spalanie całkowite, które możemy opisać za pomocą równania reakcji:



Równanie reakcji całkowitego spalania etenu

Źródło: Agnieszka Lipowicz, epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Przy ograniczonym dostępie tlenu zachodzi niecałkowite spalanie etenu, a płomień jest kopcący. W wyniku niecałkowitego spalania etenu powstają tlenek węgla(II) (czad) lub węgiel (sadza) oraz woda (w postaci pary wodnej). Niecałkowite spalanie etenu można opisać za pomocą równań reakcji:



Równania reakcji niecałkowitego spalania etenu

Źródło: Agnieszka Lipowicz, epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pozostałe alkeny, podobnie jak ich przedstawiciel eten, ulegają reakcjom spalania całkowitego lub niecałkowitego, w zależności od dostępu tlenu.

Polecenie 4

Napisz równania reakcji spalania całkowitego i niecałkowitego alkenu, który zawiera siedem atomów węgla w cząsteczce.

Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Doświadczenie 2

Sprawdź, czy eten reaguje z bromem. W tym celu wykonaj doświadczenie 2 i przekonaj się, jak eten zachowuje się wobec roztworu bromu w rozpuszczalniku organicznym.

Wybierz hipotezę i zweryfikuj ją, przeprowadzając doświadczenie zgodnie z załączoną instrukcją.

Doświadczenie należy przeprowadzać pod sprawnie działającym wyciągiem i w okularach ochronnych.

Problem badawczy:

Czy eten reaguje z bromem?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Eten nie reaguje z bromem.

Hipoteza 2: Eten reaguje z bromem.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

Co będzie potrzebne:

- dwie probówki;
 - statyw na probówki;
 - gumowy wężyk;
 - butla z etenem;
 - roztwór bromu w rozpuszczalniku organicznym (np. w chloroformie).
-

Instrukcja:

1. Do obydwu probówek wlej przygotowany roztwór bromu (do ok. $\frac{1}{3}$ ich pojemności).
2. Bezpośrednio do roztworu w jednej z probówek, za pomocą gumowego wężyka, wprowadź eten.
3. Obserwuj zachodzące zmiany.

Polecenie 5

Napisz obserwacje oraz wnioski do przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

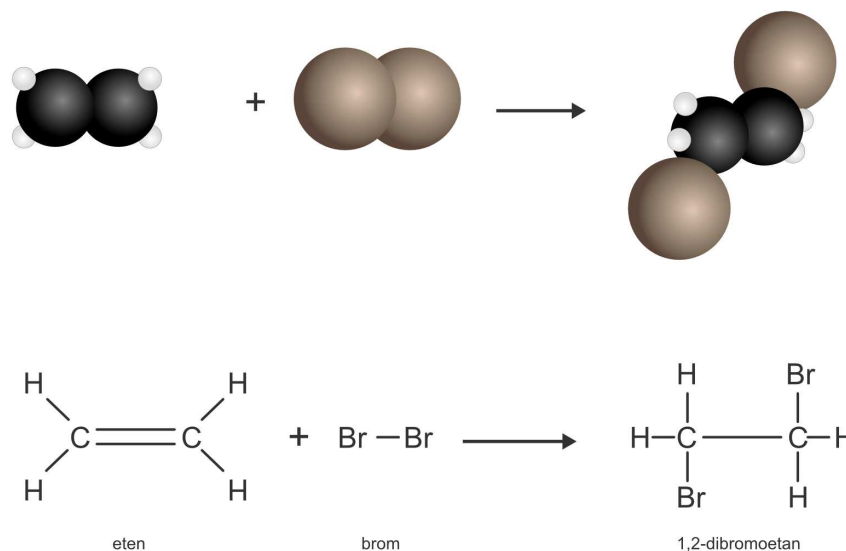
Eten jest związkiem o dużej reaktywności (aktywności chemicznej). Przyczyną tego jest obecność wiązania podwójnego w jego cząsteczce. Zaobserwowane przez Ciebie odbarwienie roztworu świadczy o tym, że pomiędzy etenem i bromem, w środowisku bezwodnym, zaszła reakcja chemiczna. Podobne obserwacje można odnotować, kiedy wprowadzimy eten do kolby z parami bromu.



Brom

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

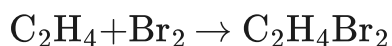
Zawartość kolby ulegnie wówczas odbarwieniu. W tym przypadku, pomiędzy etenem i bromem, zachodzi taka sama reakcja chemiczna, której objawy można było zaobserwować w doświadczeniu 2. Równanie tej reakcji możemy przedstawić za pomocą modeli i wzorów strukturalnych.



Równanie reakcji etenu z bromem w środowisku bezwodnym – ilustracja z wykorzystaniem modeli cząsteczek oraz zapis z wykorzystaniem wzorów strukturalnych

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Równanie to możemy również zapisać, wykorzystując wzory sumaryczne związków chemicznych:



ale nie odzwierciedla on dokładnej budowy cząsteczek reagentów.

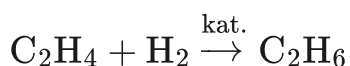
W wyniku analizowanej reakcji chemicznej, zerwaniu ulega jedna z wiążących par elektronowych w wiązaniu wielokrotnym (podwójnym) i powstaje związek nasycony o nazwie 1,2-dibromoetan (przedrostek „di-” informuje, że w cząsteczce znajdują się dwa atomy bromu, a cyfry 1 i 2 wskazują, że każdy z tych atomów przyłączony jest do innego atomu węgla w cząsteczce powstałego związku chemicznego – jeden atom bromu do pierwszego, a drugi atom bromu do drugiego atomu węgla w cząsteczce).

Ten typ reakcji nazywamy [reakcją addycji](#), czyli przyłączenia. Reakcjom tego typu ulegają wszystkie alkeny.

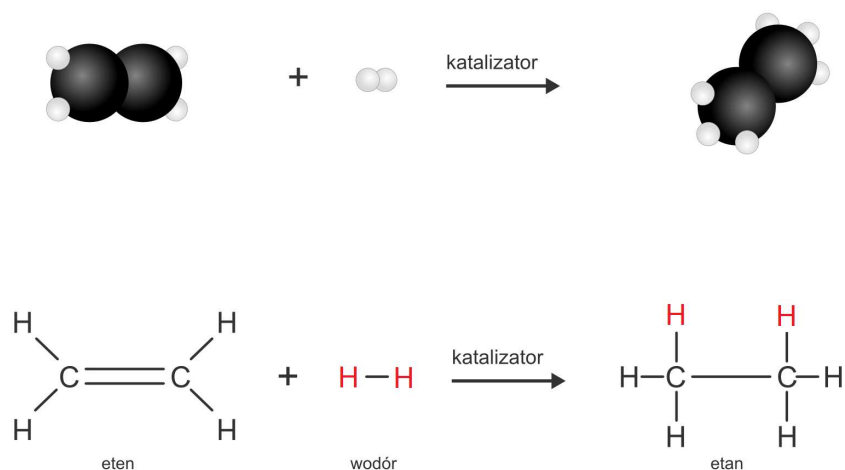
W reakcjach addycji do cząsteczki związku organicznego, który najczęściej zawiera wiązanie wielokrotne, przyłączają się atomy innych pierwiastków chemicznych, a produktem jest tylko jeden związek organiczny (inny niż wyjściowy).

W odpowiednich warunkach (z wykorzystaniem odpowiedniego [katalizatora](#)), alkeny mogą przyłączyć także wodór. Reakcję taką nazywamy [reakcją uwodornienia](#).

Reakcja etynu z wodorem przebiega zgodnie z równaniem:



Analizowane równanie reakcji można również zilustrować za pomocą modeli lub z wykorzystaniem wzorów strukturalnych.

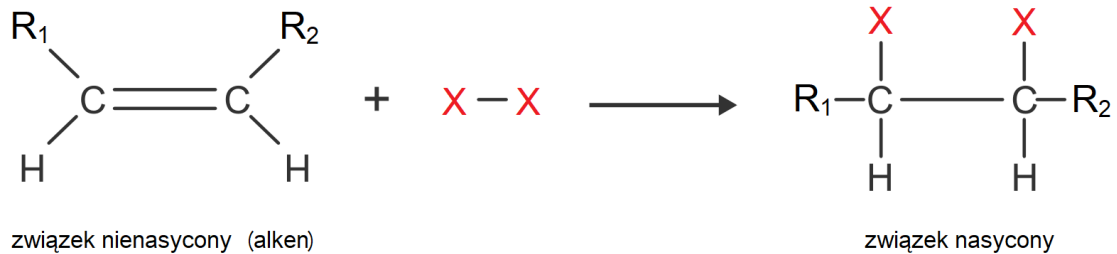


Równanie reakcji etynu z wodorem – ilustracja modelowa oraz zapis z wykorzystaniem wzorów strukturalnych

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Pamiętaj, że tak jak zaznaczono w przypadku etenu, tak i w przypadku innych związków chemicznych, których cząsteczki zawierają wiązanie podwójne, nowe

atomy przyłączają się w reakcjach addycji do obydwu atomów węgla, połączonych wiązaniem podwójnym:



Schemat reakcji addycji cząsteczki X_2 (np. Br_2 lub H_2) do cząsteczki dowolnego alkenu, gdzie: R_1 i R_2 to atomy wodoru lub grupy alkilowe.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Sam zaś związek nienasycony w reakcjach addycji „nasyca się” – poprzez zerwanie jednej z par elektronowych w wiązaniu podwójnym, przekształca się w związek nasycony.

3. Węglowodory nienasycone – alkiny

Alkiny, podobnie jak alkanany i alkeny, są bezbarwne i bardzo trudno rozpuszczają się w wodzie.

Polecenie 6

W poniższej tabeli zebrano temperatury wrzenia i topnienia wybranych alkinów, zbudowanych z cząsteczek o prostych (nierozgałęzionych) łańcuchach węglowych. Zawarte w tabeli dane dotyczące temperatur wrzenia wskazanych alkanów przedstaw w postaci wykresu kolumnowego (słupkowego). Na wykresach uwzględnij zależność temperatury wrzenia od liczby atomów węgla w cząsteczkach alkinów. Porównaj zależność temperatury wrzenia od liczby atomów węgla w cząsteczkach alkinów, alkenów i alkanów.

Liczba atomów węgla w cząsteczce	nazwa alkinu	temperatura wrzenia alkinu (°C)	temperatura topnienia alkinu (°C)
3	propyn	−23	−103
4	but-1-yn	8	−127
5	pent-1-yn	40	−90
6	heks-1-yn	71	−132
7	hept-1-yn	100	−81

Źródło: Mizerski W., *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004; https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.listcards3?p_lang=en [dostęp 20.01.2022]

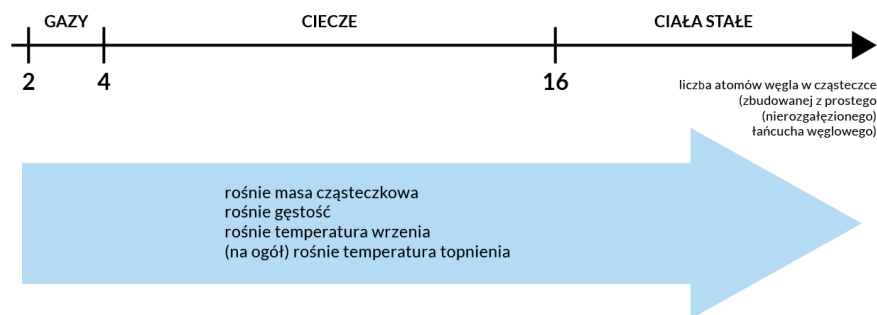
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Właściwości fizyczne alkinów są podobne do właściwości odpowiednich alkanów i alkenów, które zawierają taką samą liczbę atomów węgla w cząsteczkach. Właściwości te zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w ich cząsteczkach, co skutkuje wzrostem ich mas cząsteczkowych. Im są one większe, tym większa jest ich gęstość. Alkiny, podobnie jak alkany i alkeny, mogą występować w trzech stanach skupienia. W temperaturze 20 °C i pod ciśnieniem 1013 hPa pierwsze trzy są gazami. Kolejne, które zawierają od pięciu do około 16 atomów węgla

w cząsteczkach, to ciecze, a te, które zawierają więcej atomów węgla w cząsteczkach, to ciała stałe.

Temperatury wrzenia i topnienia w przypadku alkinów (podobnie jak gęstość) zależą od długości łańcucha węglowego oraz budowy ich cząsteczek. Wartości tych temperatur na ogół wzrastają wraz ze wzrostem długości prostego (nierozgałęzionego) łańcucha węglowego, a więc wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach.



Zmiany wybranych właściwości fizycznych alkinów w zależności od długości nierozgałęzionego łańcucha węglowego w cząsteczkach i masy cząsteczkowej.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

4. Właściwości chemiczne alkinów

Doświadczenie 3

Sprawdź, w jaki sposób spala się etyn – pierwszy przedstawiciel szeregu homologicznego alkinów. W tym celu wykonaj doświadczenie 3.

Wybierz hipotezę i zweryfikuj ją, przeprowadzając doświadczenie zgodnie z załączoną instrukcją. Napisz obserwacje i wnioski.

Doświadczenie należy przeprowadzać pod sprawnie działającym wyciągiem i w okularach ochronnych.

Problem badawczy:

Jak spala się etyn?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Etyn spala się wybuchowo.

Hipoteza 2: Etyn spala się całkowicie.

Hipoteza 3: Etyn spala się niecałkowicie.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

Co będzie potrzebne:

- probówka z zebrany etynem zamknięta korkiem;
 - łuczywo;
 - statyw na probówkę;
 - zapałki.
-

Instrukcja:

1. Zdejmij korek z probówki napętnionej etynem.
2. Do wylotu probówki zbliż palące się łuczywo.
3. Obserwuj zachodzące zmiany.

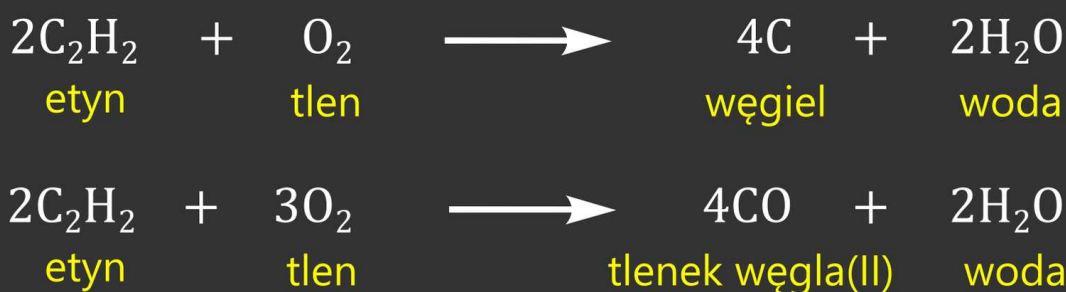
Polecenie 7

Napisz obserwacje oraz wnioski do przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

Etyn jest gazem palnym. W powietrzu spala się żółtym, silnie kopącym płomieniem. Podczas jego spalania na ściankach probówki może być widoczna sadza (czarny nalot). Świadczy to o dużej zawartości procentowej węgla w etynie. Produktami niecałkowitego spalania etynu są tlenek węgla(II) (czad) lub węgiel (sadza) oraz woda (w postaci pary wodnej). Równania reakcji spalania niecałkowitego możemy zapisać jako:



Równania reakcji niecałkowitego spalania etynu

Źródło: Agnieszka Lipowicz, epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Całkowite spalanie etynu zachodzi przy zwiększonym dostępie tlenu, np. w [palnikach acetylenowo-tlenowych](#). Równanie reakcji całkowitego spalania etynu ma postać:



Równania reakcji całkowitego spalania etynu

Źródło: Agnieszka Lipowicz, epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pozostałe alkiny, podobnie jak ich przedstawiciel etyn, ulegają reakcjom spalania całkowitego lub niecałkowitego, w zależności od dostępu tlenu.

Polecenie 8

Napisz równania reakcji spalania całkowitego i niecałkowitego alkinu, który zawiera cztery atomy węgla w cząsteczce.

Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Doświadczenie 4

Sprawdź, czy etyn reaguje z bromem. W tym celu wykonaj doświadczenie 4 i przekonaj się, jak etyn zachowuje się wobec roztworu bromu w rozpuszczalniku organicznym.

Wybierz hipotezę i zweryfikuj ją, przeprowadzając doświadczenie zgodnie z załączoną instrukcją. Napisz obserwacje i wnioski.

Doświadczenie należy przeprowadzać pod sprawnie działającym wyciągiem i w okularach ochronnych.

Problem badawczy:

Czy etyn reaguje z bromem?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Etyn nie reaguje z bromem.

Hipoteza 2: Etyn reaguje z bromem.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

Co będzie potrzebne:

- dwie probówki;
 - statyw na probówki;
 - gumowy wężyk;
 - butla z etynem;
 - roztwór bromu w rozpuszczalniku organicznym (np. w chloroformie).
-

Instrukcja:

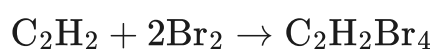
1. Do obydwu probówek wlej przygotowany roztwór bromu (do ok. $\frac{1}{3}$ ich pojemności).
2. Bezpośrednio do roztworu w jednej z probówek, za pomocą gumowego wężyka, wprowadź etyn.
3. Obserwuj zachodzące zmiany.

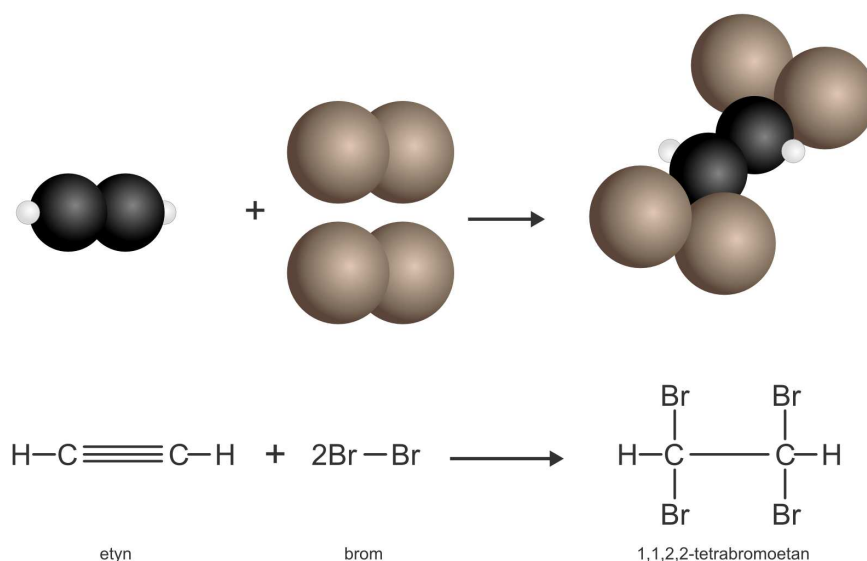
Polecenie 9

Napisz obserwacje oraz wnioski do przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:**Wnioski:**

Etyn, podobnie jak eten, powoduje odbarwienie roztworu bromu. Obserwacja ta świadczy o tym, że pomiędzy etynem i bromem zachodzi reakcja chemiczna. Przebiega ona łatwo, co świadczy o dużej reaktywności chemicznej etynu. Równanie tej reakcji (przebiegającej w środowisku bezwodnym) możemy zapisać jako:





Równanie reakcji etynu z bromem w środowisku bezwodnym – ilustracja z wykorzystaniem modeli cząsteczek oraz zapis z wykorzystaniem wzorów strukturalnych

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Jak widzisz, jest to reakcja addycji – do cząsteczki związku nienasyconego przyłączają się cząsteczki bromu i powstaje tylko jeden produkt. Przeanalizuj poniższą animację, a dowiesz się, jaki jest schemat przebiegu reakcji addycji bromu do etynu.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D155KVmAd>

Animacja pt. *Schemat przebiegu reakcji addycji bromu do etynu*

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

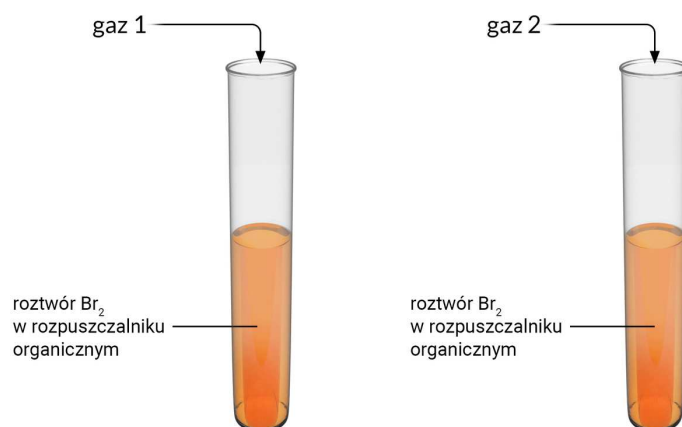
Animacja przedstawia poszczególne kroki przyłączania atomów bromu do cząsteczki etynu podczas reakcji addycji.

W wyniku reakcji addycji bromu do etynu, w cząsteczce etynu początkowo ulega zerwaniu jedna z trzech wiążących par elektronowych w wiązaniu potrójnym, a następnie druga. W efekcie powstaje związek nasycony 1,1,2,2-tetrabromoetan (przedrostek „tetra-” informuje, że w cząsteczce znajdują się cztery atomy bromu, a cyfry 1, 1, 2 i 2 wskazują, że dwa z tych atomów przyłączone są do pierwszego, a następne dwa do drugiego z atomów węgla w cząsteczce).

Zwróć uwagę, że alkany – w przeciwieństwie do alkenów i alkinów – nie reagują z bromem i nie powodują odbarwienia roztworu bromu. Reakcja z bromem może zatem zostać wykorzystana do odróżniania związków nasyconych (alkanów) od związków nienasyconych (alkenów i alkinów).

Polecenie 10

W dwóch niepodpisanych butlach znajdowały się gazy: w jednej propan, a w drugiej propen. W celu odróżnienia tych dwóch gazów przeprowadzono doświadczenie, zilustrowane na poniższym schemacie.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W czasie wykonywania doświadczenia, odnotowano następujące obserwacje: roztwór, do którego wprowadzono gaz 1 odbarwił się, a roztwór, do którego wprowadzono gaz 2, pozostał barwny.

Spośród podanych poniżej wniosków, wybierz wszystkie te, które odpowiadają przedstawionemu doświadczeniu.

☐

Gaz 1 to związek nienasycony, a gaz 2 to związek nasycony.

☐

W probówce, do której wprowadzono gaz 1, zaszła reakcja chemiczna, którą można opisać równaniem: $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$.

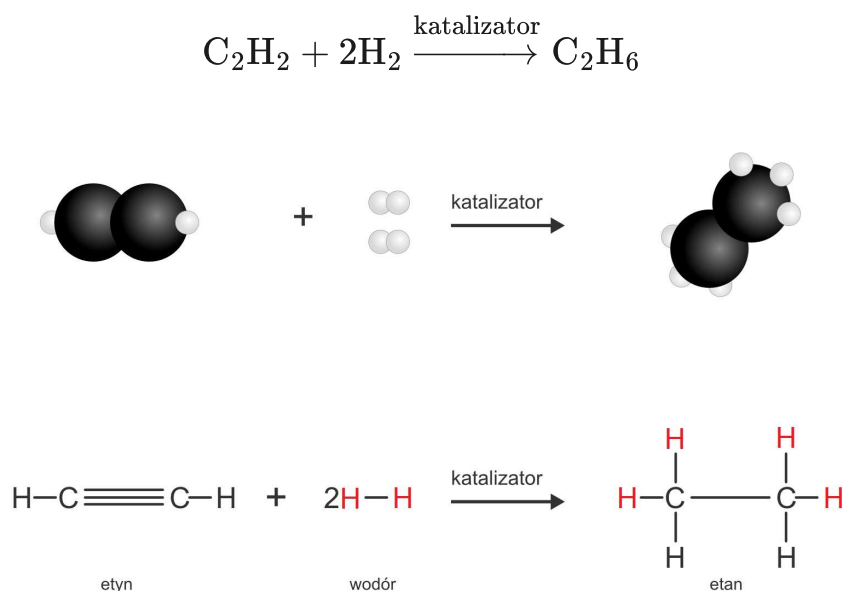
☐

W probówce, do której wprowadzono gaz 1, zaszła reakcja chemiczna, którą można opisać równaniem: $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8\text{Br}_2$.

- ☐ W probówce, do której wprowadzono gaz 2, zaszła reakcja chemiczna, którą można opisać równaniem: $C_3H_8 + Br_2 \rightarrow C_3H_8Br_2$.
- ☐ Gaz 1 to propen, a gaz 2 to propan.
- ☐ W probówce, do której wprowadzono gaz 2, zaszła reakcja chemiczna, którą można opisać równaniem: $C_3H_6 + Br_2 \rightarrow C_3H_6Br_2$.
- ☐ Gaz 1 to związek nasycony, a gaz 2 to związek nienasycony.
- ☐ Gaz 1 to propan, a gaz 2 to propen.

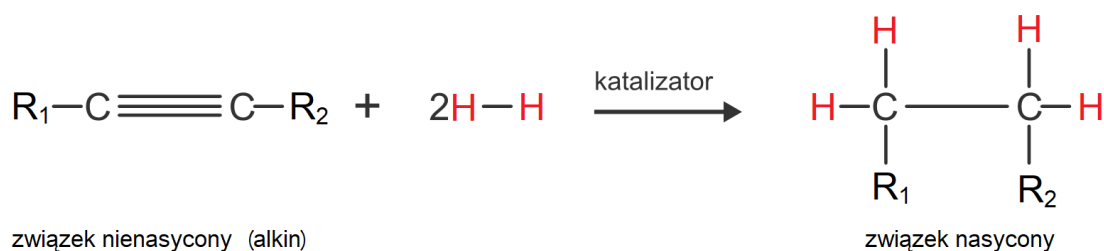
Etyn i inne alkiiny ulegają reakcjom addycji (przyłączania) – m.in. z wodorem i fluorowcami (np. chlorem, bromem). Aktywność alkinów w reakcjach addycji jest większa niż aktywność alkenów. W wyniku tych reakcji mogą powstać związki nasycone o pojedynczych wiązaniach między atomami węgla.

Równanie reakcji uwodornienia etynu możemy zapisać jako:



Równanie reakcji etynu z wodorem – ilustracja modelowa oraz zapis z wykorzystaniem wzorów strukturalnych

Pamiętaj, że tak jak to zaznaczono w przypadku etynu, tak i w przypadku cząsteczek innych alkinów, nowe atomy przyłączają się w reakcjach addycji do obydwu atomów węgla, połączonych wiązaniem potrójnym.

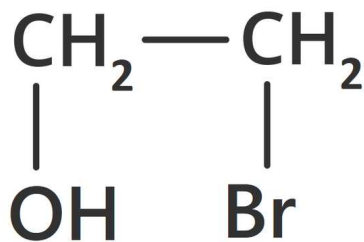


Schemat reakcji addycji cząsteczki X_2 (np. Br_2 lub H_2) do cząsteczki dowolnego alkinu, gdzie: R_1 i R_2 to atomy wodoru lub grupy alkilowe

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Alkeny i alkiny odbarwiają również wodę bromową. Jednak reakcja chemiczna, która zachodzi po wprowadzeniu związku nienasyconego do wody bromowej, jest nieco bardziej skomplikowana od reakcji tych związków z bromem, w środowisku bezwodnym. Produktami tych reakcji są tzw. bromohydryny. Przykładowo, po wprowadzeniu etenu do wody bromowej powstanie związek chemiczny o wzorze:



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie

- Właściwości fizyczne alkenów oraz alkinów są podobne do właściwości fizycznych alkanów. Zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w łańcuchu.
- Alkeny i alkiny są reaktywne chemicznie, są palne i ulegają reakcjom typu addycji.
- Alkiny są bardziej reaktywne od alkenów.

Praca domowa

Polecenie 11.1

Wyjaśnij, na czym polegają różnice w budowie cząsteczek etanu, etenu i etynu.

Odpowiedź:

Polecenie 11.2

Pogrupuj właściwości fizyczne i chemiczne alkenów i alkinów.

właściwości fizyczne

ich gęstość rośnie wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego w cząsteczkach

właściwości chemiczne

aktywne chemicznie

praktycznie nierozpuszczalne w wodzie

ich temperatury wrzenia rosną wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego w cząsteczkach

bezbarwne

reagują z bromem

palne

mogą występować w trzech stanach skupienia

Słownik

chloroform

związek organiczny o wzorze sumarycznym CHCl_3 ; bezbarwna ciecz stosowana jako rozpuszczalnik substancji o budowie niepolarnej; dawniej wykorzystywany do narkozy

reakcja addycji

(łac. *additio* „dodawanie”) reakcja przyłączenia atomów innych pierwiastków, np. fluorowców (chloru, bromu, jodu), do cząsteczki z wiązaniem wielokrotnym, bez

wydzielenia produktów ubocznych

katalizator

substancja chemiczna, która dodana do układu reakcyjnego zwiększa szybkość danej reakcji chemicznej

reakcja uwodornienia

reakcja przyłączenia cząsteczki wodoru do cząsteczki z wiązaniem wielokrotnym, bez wydzielenia produktów ubocznych

palnik acetylenowo-tlenowy

urządzenie stosowane do spawania i cięcia metali; wysoka temperatura niezbędna do spawania osiągana jest w wyniku spalania mieszaniny etynu (acetyleny) w czystym tlenie

woda bromowa

nasycony wodny roztwór bromu o barwie brunatnej (lub pomarańczowej w przypadku roztworów rozcieńczonych)

Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w tekście wstawiając opcje podane poniżej w odpowiednie miejsca. Wykorzystaj znajomość właściwości fizycznych węglowodorów nienasyconych.

Alkeny, podobnie jak alkany, są – w wodzie. Temperatury wrzenia i topnienia alkenów i alkinów zależą od oraz budowy ich cząsteczek.

Węglowodory, których cząsteczki zawierają łańcuch rozgałęziony, mają temperatury wrzenia niż węglowodory, których cząsteczki zbudowane są z takiej samej liczby atomów węgla połączonych w prosty (nierozgałęziony) łańcuch. W temperaturze 20 °C i pod ciśnieniem 1013 hPa, pierwsze węglowodory z szeregu homologicznego alkenów (zawierające od dwóch do czterech atomów węgla w cząsteczkach) są gazami.

niższe

cieczami

bezbarwne

bardzo trudno rozpuszczają się

wiązania

cztery

wyższe

długości łańcucha węglowego

trzy

rozpuszczają się

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz.

Ćwiczenie 2



Reakcja uwodornienia etenu



Uzupełnij substraty i produkty w równaniu reakcji uwodornienia etenu, przeciągając modele w odpowiednie miejsca.

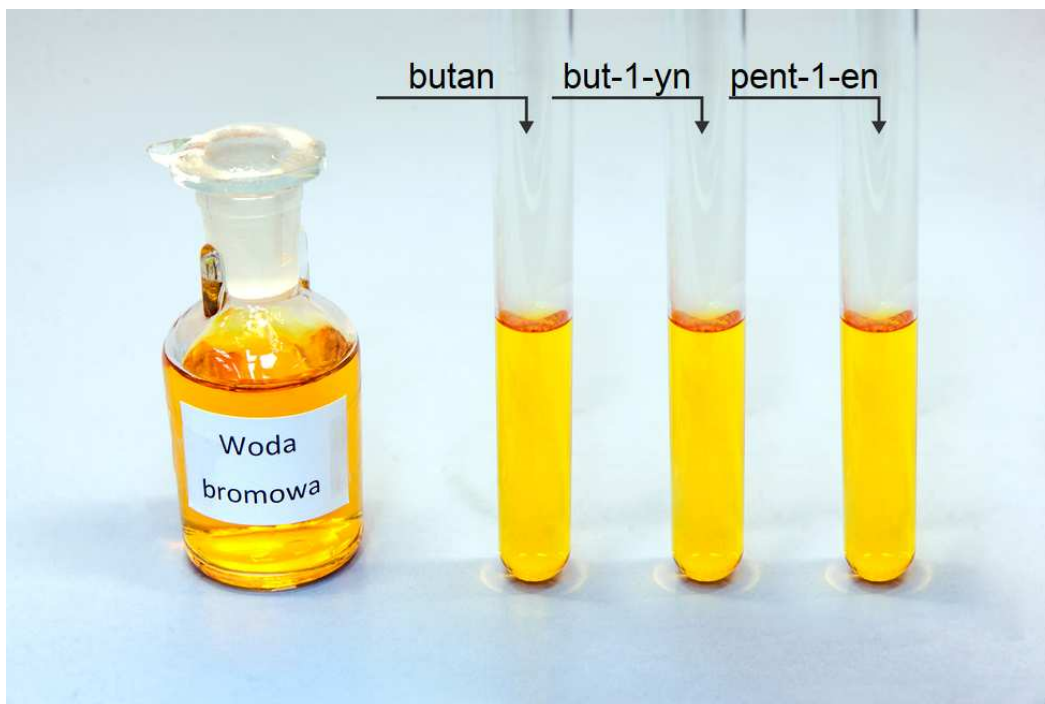
Sprawdź

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D155KVmAd>

Modelowa ilustracja równania reakcji uwodornienia etenu

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wskaż probówki, w których nastąpi odbarwienie roztworu bromu.

☐ Probówka, do której wprowadzono but-1-yn.

☐ Probówka, do której wprowadzono pent-1-en.

☐ Probówka, do której wprowadzono butan.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij równanie reakcji, opisującej przebieg niecałkowitego spalania etenu. Załóż, że w jej wyniku powstaje niebezpieczny dla człowieka czad. Wstaw wzory związków i pierwiastków chemicznych oraz współczynniki stechiometryczne we właściwe miejsca.



C₂H₂

2

CO

O₂

C₂H₆

C₂H₄

7

3

5

2

4

2

6

Ćwiczenie 5



Uzupełnij równanie reakcji, która zachodzi podczas spalania etynu przy zwiększonym dostępie tlenu, np. w palnikach acetylenowo-tlenowych. Wstaw wzory pierwiastków i związków chemicznych oraz współczynniki stechiometryczne we właściwe miejsca.



7 2 O₂ C₂H₄ 3 8 C₂H₆ 2 H₂ 5 C₂H₂ 4 CO₂ 6
5

Ćwiczenie 6



Uzupełnij równanie reakcji, opisującej przebieg niecałkowitego spalania propynu. Załóż, że jednym z produktów tej reakcji jest sadza. Wstaw wzory pierwiastków i związków chemicznych oraz współczynniki stechiometryczne we właściwe miejsca.



CO 5 C C₃H₄ C₃H₈ 2 C₃H₆ 3 4 O₂ 6

Ćwiczenie 7



Na podstawie tabeli oceń, które podane informacje są prawdziwe, a które fałszywe.

Węglowodory nienasycone

Węglowodór nienasycony	Wzór chemiczny	Temperatura wrzenia (°C)	Temperatura topnienia (°C)
Eten	C_2H_4	-103,7	-169,0
Propen	C_3H_6	-47,6	-185,2
But-1-en	C_4H_8	-6,2	-185,3
Etyn	C_2H_2	-75	-82
Propyn	C_3H_4	-23	-103
But-1-yn	C_4H_6	-9	-126

	Prawda	Fałsz
Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach analizowanych alkenów maleje ich temperatura wrzenia.	☐	☐
Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach analizowanych węglowodorów nienasyconych wzrasta ich temperatura wrzenia.	☐	☐
Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach analizowanych alkenów maleje ich temperatura topnienia.	☐	☐
Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach analizowanych alkinów wzrasta ich temperatura topnienia.	☐	☐

Źródło: Małgorzata Bartoszewicz.

Ćwiczenie 8



Wskaż właściwe słowa w poniższym tekście.

Alkenes and alkynes are ☐ saturated ☐ / ☐ unsaturated ☐ hydrocarbons. In an alkene molecule there is one ☐ double ☐ / ☐ triple ☐ bond between the carbon atoms. The alkyne molecule contains one ☐ double ☐ / ☐ triple ☐ bond between carbon atoms. The ☐ chemical ☐ / ☐ physical ☐ properties of alkenes and alkynes change with increasing number of carbon atoms in a straight carbon chain. The more carbon atoms in a straight carbon chain, the ☐ lower ☐ / ☐ higher ☐ the boiling point of the alkene. A similar relationship is observed for alkynes. Alkenes and alkynes exist in ☐ two ☐ / ☐ three ☐ different states of matters. The lightest of these are ☐ gases ☐ / ☐ liquids ☐ and the heaviest are ☐ liquids ☐ / ☐ solids ☐. Both alkenes and alkynes are ☐ practically insoluble ☐ / ☐ highly soluble ☐ in water, which is related to the ☐ polar ☐ / ☐ non-polar ☐ structure of their molecules. Alkenes and alkynes are flammable. Reaction products of the ☐ complete ☐ / ☐ incomplete ☐ combustion of these hydrocarbons are carbon(IV) oxide and water. The products of the ☐ complete ☐ / ☐ incomplete ☐ combustion of these hydrocarbons are carbon(II) oxide or carbon and water. Characteristic reactions for alkenes and alkynes are addition reactions. The atoms of the new elements join in the molecules of alkenes and alkynes to the carbon atoms joined by a ☐ single ☐ / ☐ multiple ☐ bond. The product of the addition of bromine to alkene is ☐ saturated ☐ / ☐ unsaturated ☐. Alkynes are ☐ less ☐ / ☐ more ☐ chemically active than alkenes.

Bibliografia

Danikiewicz W., *Chemia dla licealistów. Chemia organiczna*, Warszawa 2002.

Encyklopedia PWN

Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Notatnik