

Тема

Изомеры и гомологи

Гомологи

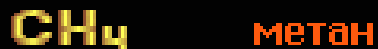
(от др.-греч. ὁμοιος «подобный, похожий» + λογος «слово, закон») — ряд родственных органических соединений с однотипной структурой, каждый последующий член которого отличается от предыдущего на постоянную группу атомов (гомологическую разность).

Изомеры

соединения, имеющие одинаковый состав, но отличающиеся последовательностью соединения атомов в молекуле.



Гомологический ряд алканов

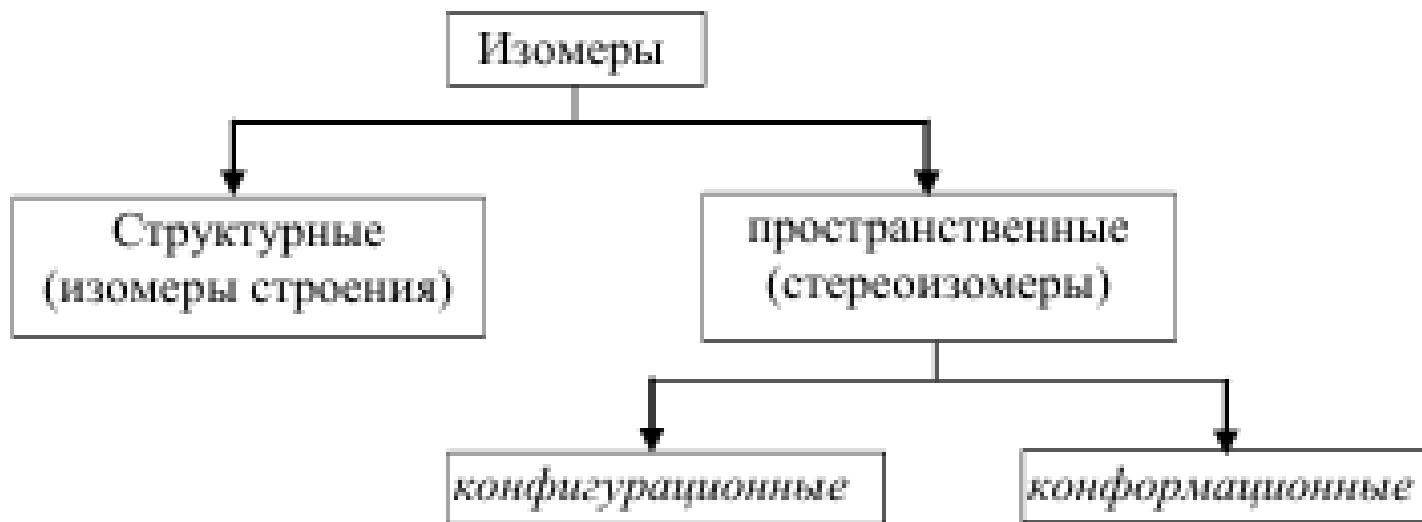


и так далее...

Общая формула: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

Изомерия органических соединений

Изомеры - соединения, имеющие одинаковый состав, но отличающиеся последовательностью соединения атомов в молекуле.



Виды структурной изомерии:

изомерия углеродного скелета



изомерия положения кратной связи



изомерия положения функциональных групп, заместителей

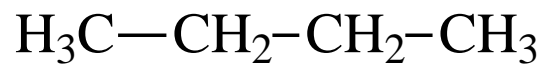


межклассовая изомерия

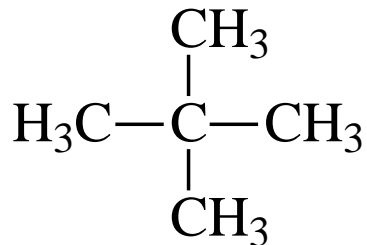


Задача

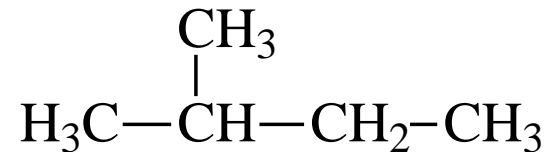
Среди данных соединений укажите изомеры



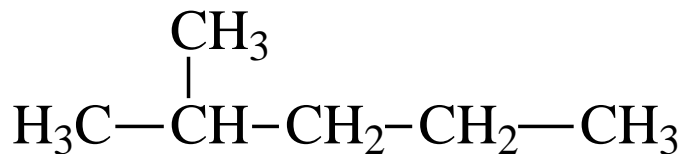
(A)



(B)



(C)



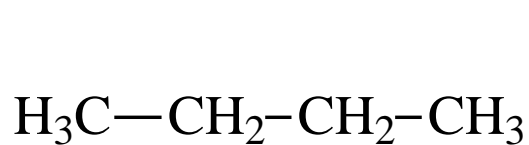
(D)



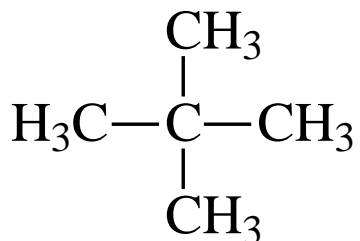
(E)

Решение

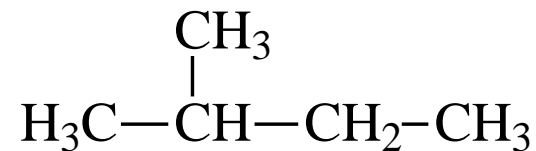
Напишем молекулярную формулу каждого соединения.



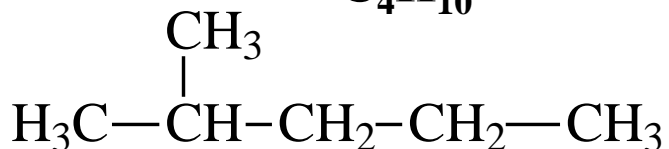
(A)



(B)



(C)



(D)

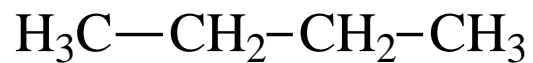


(E)

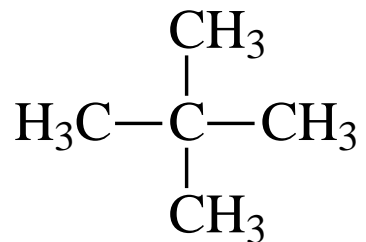


Соединения, имеющие одинаковую молекулярную формулу, называются изомерами. Соединения **(B)** **(C)** **(E)** имеют молекулярную формулу C_5H_{12} . Т.е. Они являются изомерами.

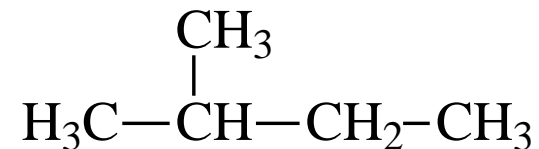
Задача Среди данных соединений укажите гомологи



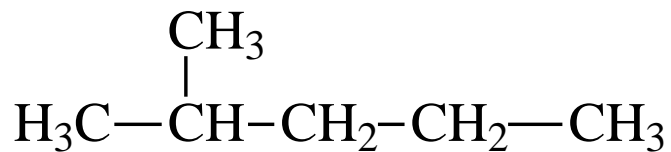
(A)



(B)



(C)

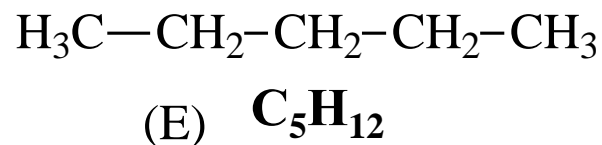
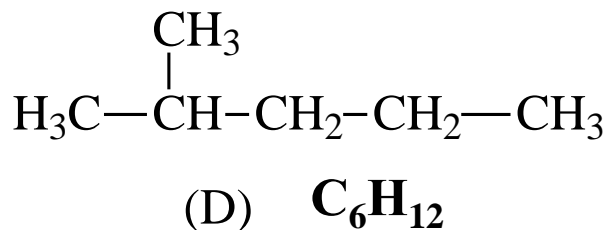
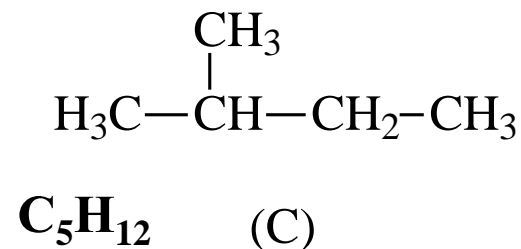
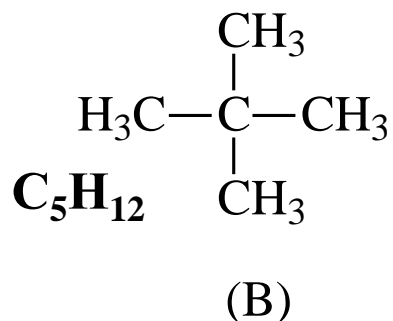
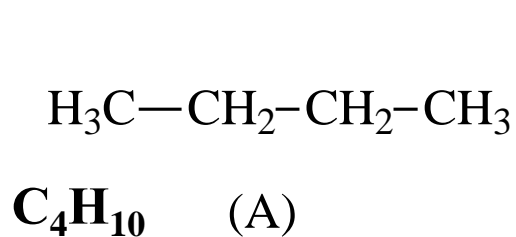


(D)



(E)

Решение



Гомологи имеют однотипную структуру и различаются на одну или несколько постоянную группу атомов (гомологическую разность).

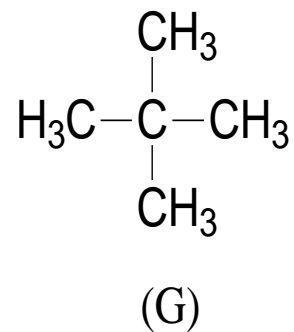
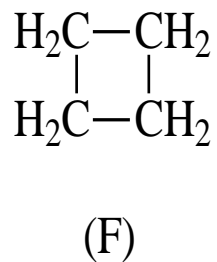
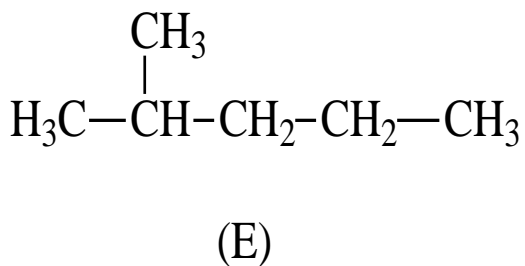
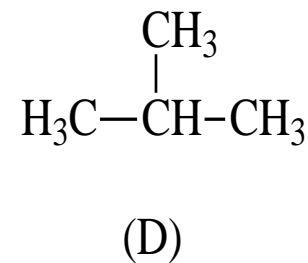
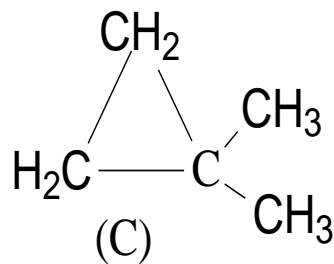
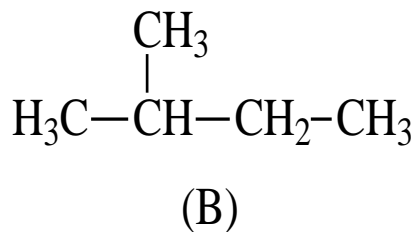
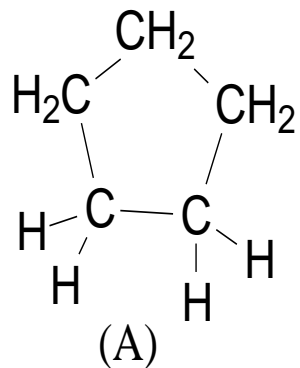
Данные соединения алканы .

Однотипную структуру имеют молекулы

(I) (C) (D)

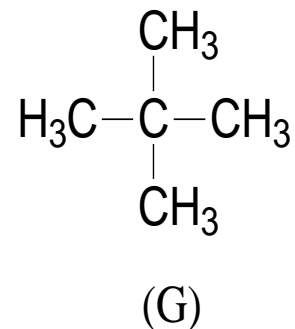
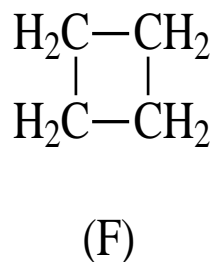
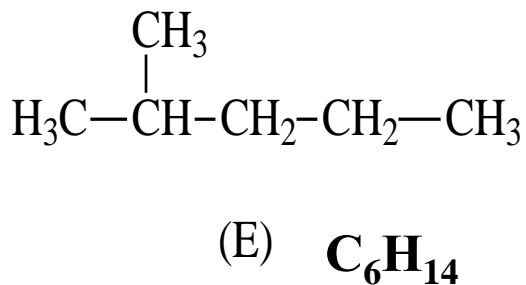
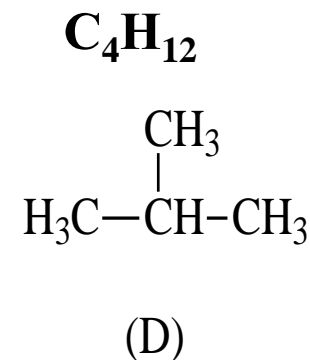
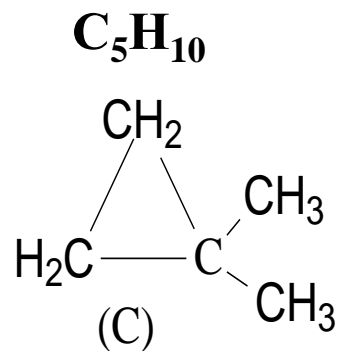
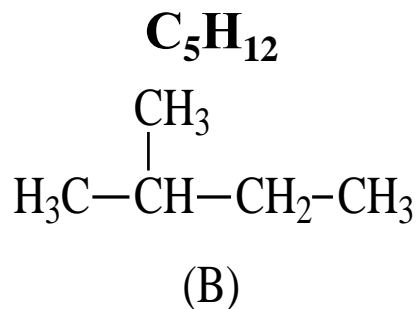
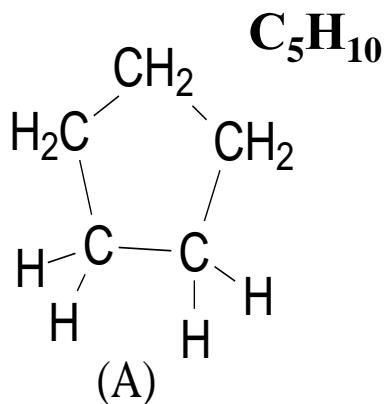
(II) (A) (E)

Задача Среди данных соединений укажите изомеры и гомологи



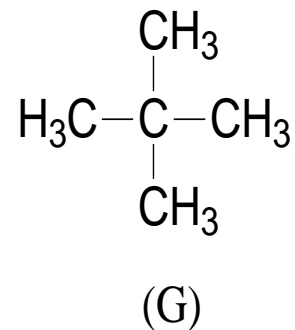
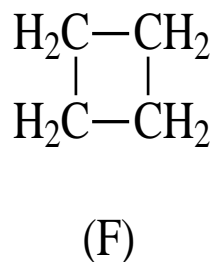
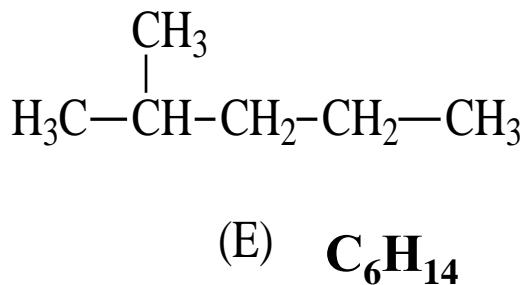
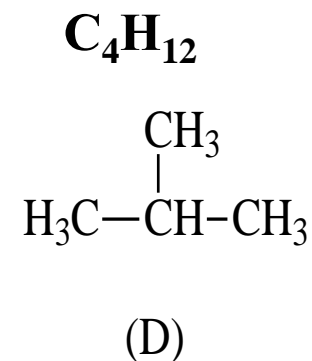
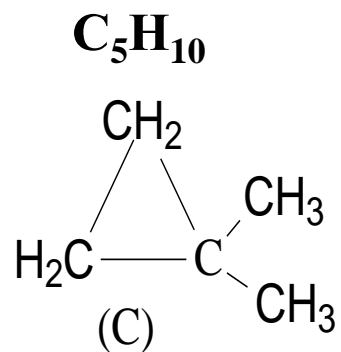
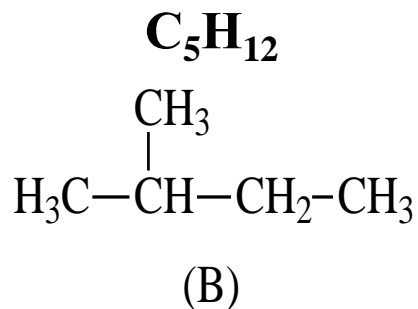
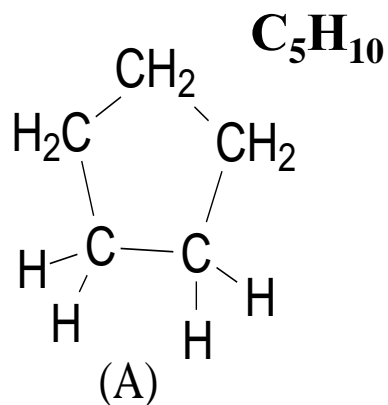
Решение

Определим изомеры



решение

Определим гомологи



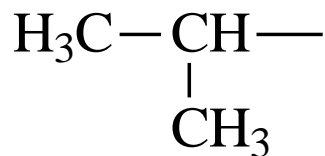
Задача

Напишите структурные формулы радикалов, изомерных н-пропилу и н-бутилу. Дайте им названия.

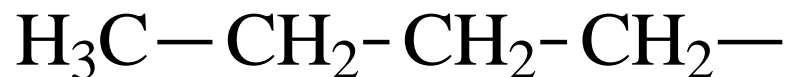
н-пропил C_3H_7-



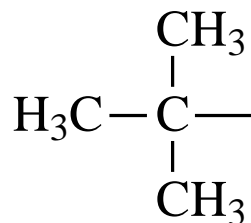
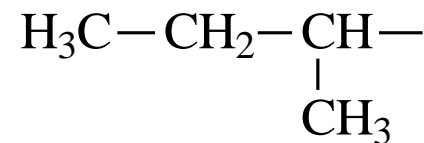
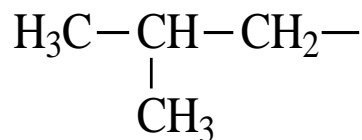
Изомеры



н-бутил C_4H_9-



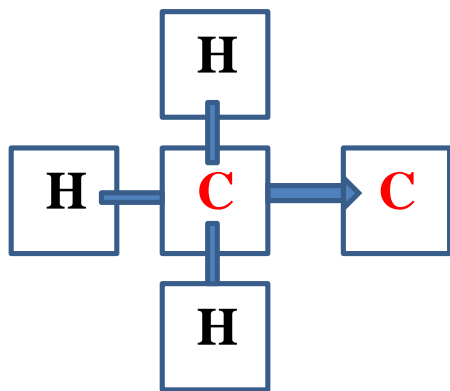
Изомеры



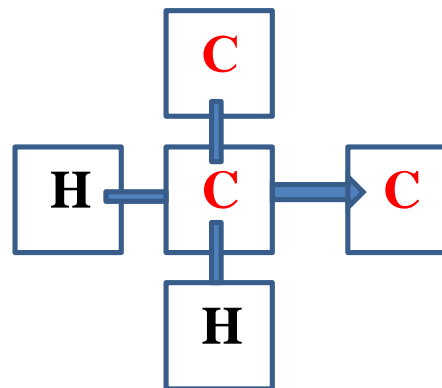
Задача 2

Напишите структурные формулы изомеров октана, содержащих в главной цепи пять атомов углерода. Назовите их согласно систематической номенклатуре.

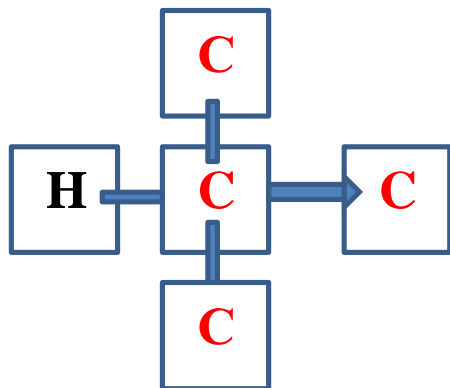
Первичный атом углерода



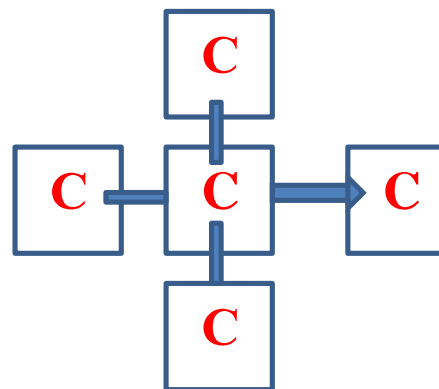
Вторичный атом углерода



Третичный атом углерода



Четвертичный атом углерода

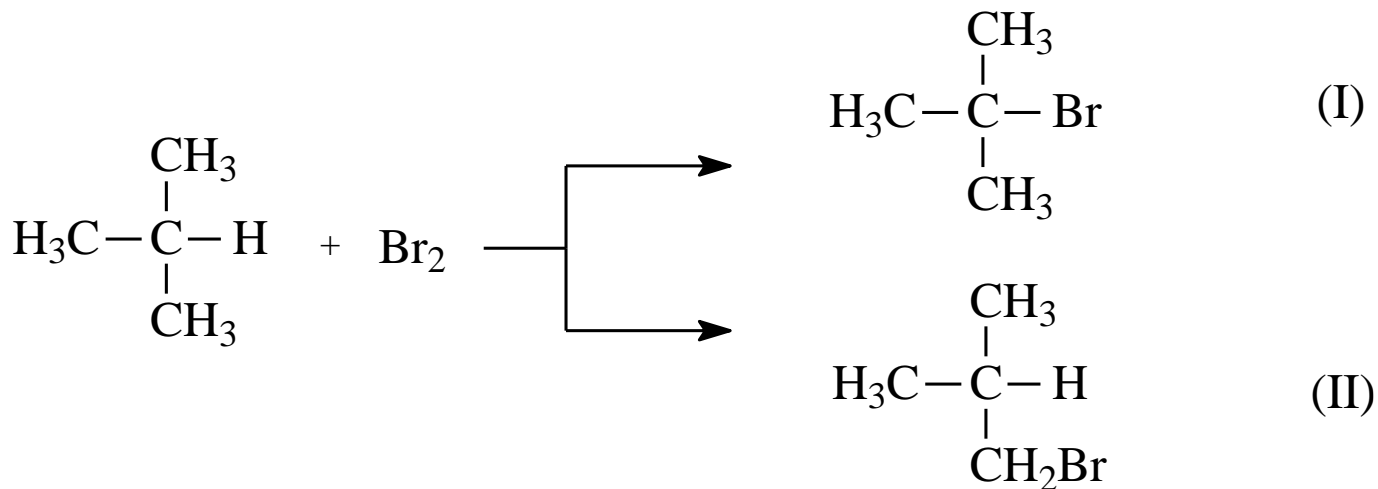


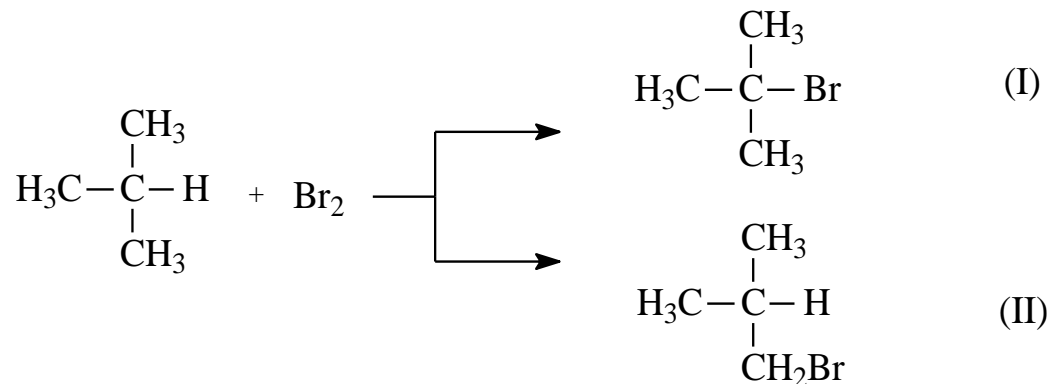
Расчет числа структурных изомеров

Каков состав смеси монобромидов, образующихся при бромировании изобутана, если известно, что отношение реакционной способности С-Н связей у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1:82:1600?

Решение

Напишем уравнение реакции бромирования изобутана





Введем обозначение реакционной способности С-Н связей:

k_1 – реакционная способность при первичном атоме углерода, равна 1

k_2 – реакционная способность при вторичном атоме углерода, равна 82

k_3 – реакционная способность при третичном атоме углерода, равна 1600

Соединение (II) может быть получено в результате бромирования трех метильных групп изобутана. Метильная группа является первичным атомом углерода и содержит три С-Н связи, реакционная способность которых k_1

Следовательно, метильные группы производят

$$3(-\text{CH}_3\text{-группы}) * 3(\text{С-Н связи}) = 9 \text{ молекул соединения (II)}$$

Но их реакционная способность k_1 . Поэтому метильные группы образуют

$$9 * k_1 = 9 * 1 = 9 \text{ молекул соединения (II)}$$

Соединение (I) может быть получено в результате бромирования изобутана одного атома водорода при третичном атоме углерода. Реакционная способность С-Н связи данной группы $k_3 = 1600$

Следовательно, будет получено

$$1 \cdot k_3 = 1 \cdot 1600 = 1600 \text{ молекул соединения (I)}$$

Рассчитаем долю соединений (I) и (II) в смеси

$$w_1 = \frac{1600}{1600 + 9} 100\% = 99.4\%$$

$$w_2 = \frac{9}{1600 + 9} 100\% = 0.6\%$$

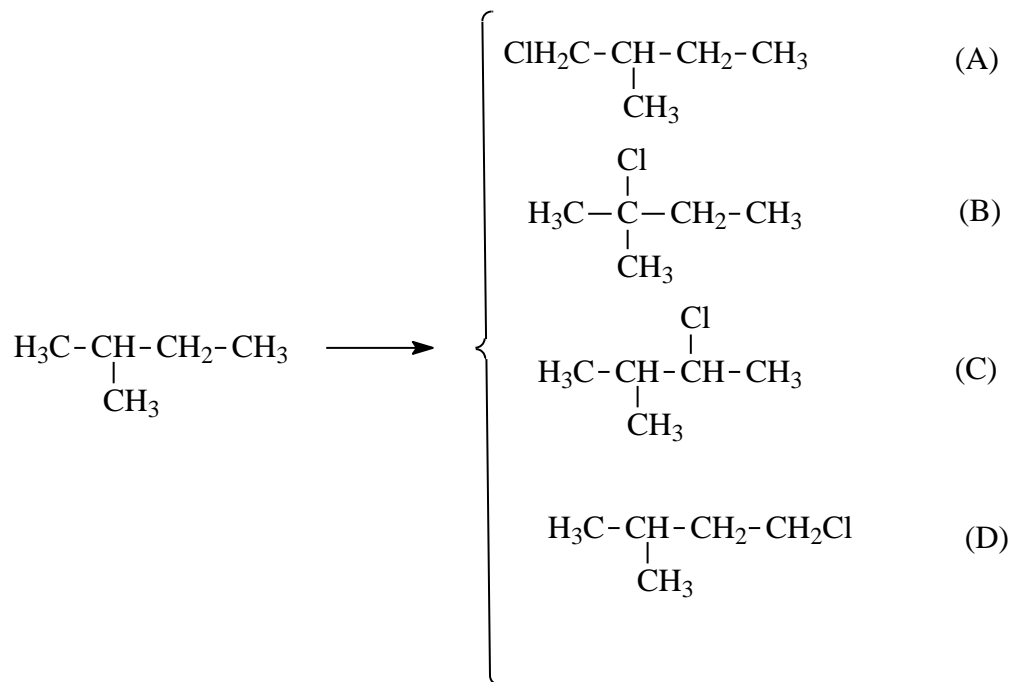
Следовательно, в смеси будет содержаться 99.4% соединения (I) и 0.6% соединения (II)

Расчет числа структурных изомеров

Относительная реакционная способность первичной, вторичной и третичной С-Н-связей в реакциях радикального бромирования составляет соответственно 1:32:1600. Каким будет процентный состав продуктов радикального монобромирования изопентана в этом случае?

Решение

Напишем уравнение реакции бромирования изобутана



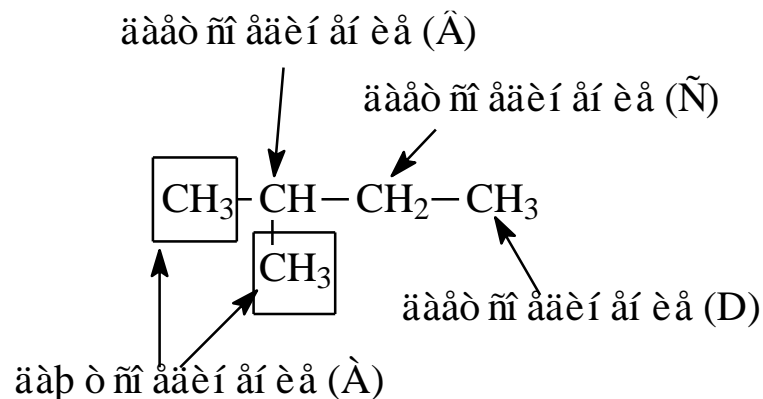
Введем обозначение реакционной способности С-Н связей:

k_1 – реакционная способность при первичном атоме углерода, равна 1

k_2 – реакционная способность при вторичном атоме углерода, равна 32

k_3 – реакционная способность при третичном атоме углерода, равна 1600

Определим, какие группы дают соединения (A), (B), (C) и (D)



Рассчитаем долю соединений (A), (B), (C) и (D) в смеси

$$w_A = \frac{6 \cdot 1}{6 \cdot 1 + 1 \cdot 1600 + 2 \cdot 32 + 3 \cdot 1} 100\% = 0.36\%$$

$$w_B = \frac{1 \cdot 1600}{6 \cdot 1 + 1 \cdot 1600 + 2 \cdot 32 + 3 \cdot 1} 100\% = 95.64\%$$

$$w_C = \frac{2 \cdot 32}{6 \cdot 1 + 1 \cdot 1600 + 2 \cdot 32 + 3 \cdot 1} 100\% = 3.83\%$$

$$w_D = \frac{3 \cdot 1}{6 \cdot 1 + 1 \cdot 1600 + 2 \cdot 32 + 3 \cdot 1} 100\% = 0.18\%$$

Сtereoизомеры

```
graph TD; A[Сtereoизомеры] --> B[Конфигурационные]; A --> C[Конформационные (конформации, конформеры)];
```

Конфигурационные

- Могут существовать в виде индивидуальных форм
- Могут быть выделены в виде самостоятельно существующих веществ
- Каждый изомер обладает определенными физическими и химическими свойствами

Конформационные (конформации, конформеры)

- Существуют все вместе в виде единого множества геометрических форм молекул
- Возникают в результате вращения отдельных фрагментов молекул вокруг простых связей
- Взаимопревращение конформеров **не сопровождается** разрывом связей

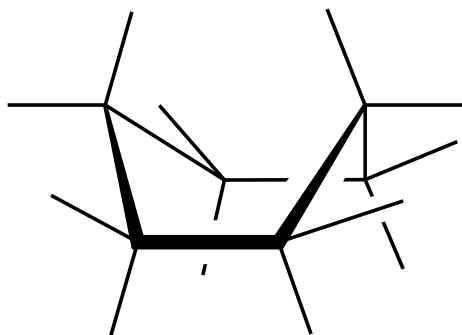
Конформация – пространственное расположение атомов в молекуле, которое **может** изменяться при вращении и изгибе связей

Конфигурация – пространственное расположение атомов в молекуле, которое **не может** изменяться при вращении и изгибе связей

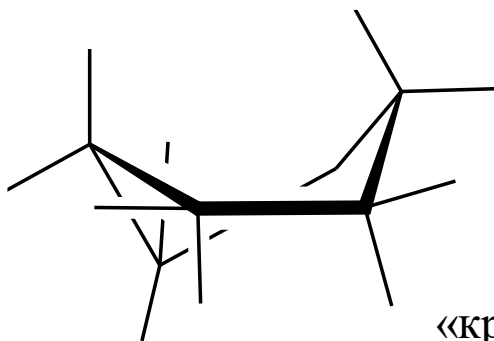
Конформационные стереоизомеры

пространственное расположение атомов в молекуле, которое **может** изменяться при вращении и изгибе связей

циклогексан

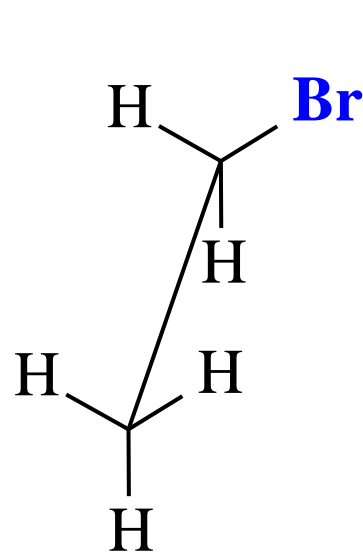


«ванна»

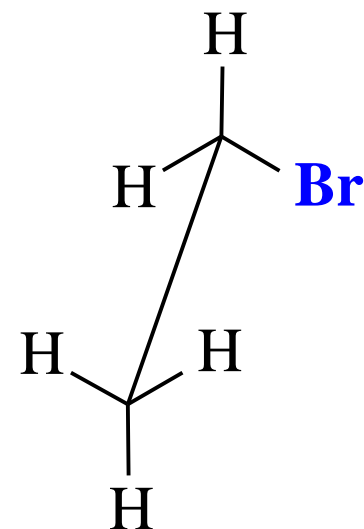


«кресло»

бромэтан



«заслоненная»
»



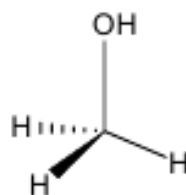
«заторможенная»

Способы изображения пространственного строения молекул

CH₄

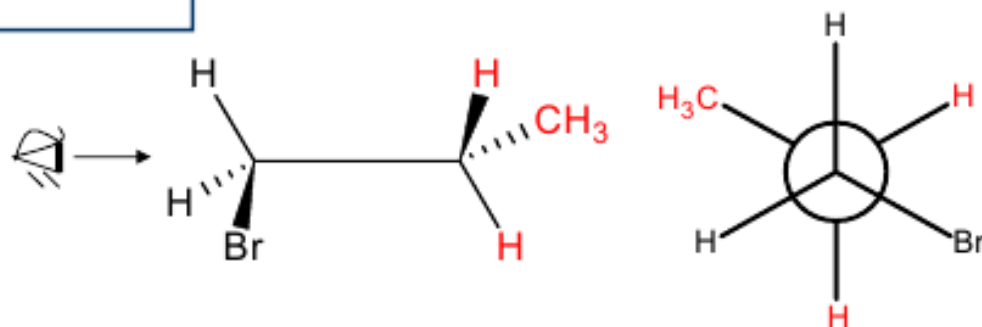


Сtereoхимические формулы



Метанол

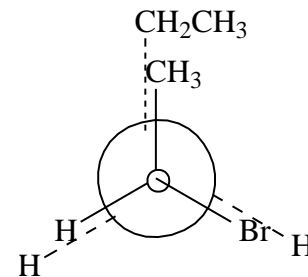
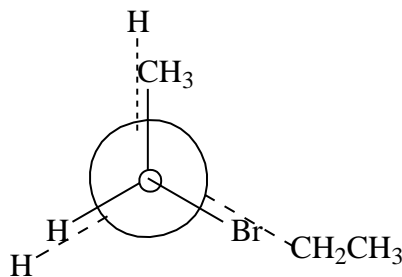
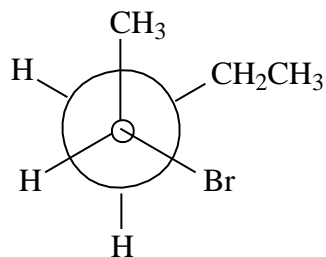
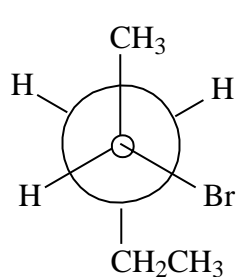
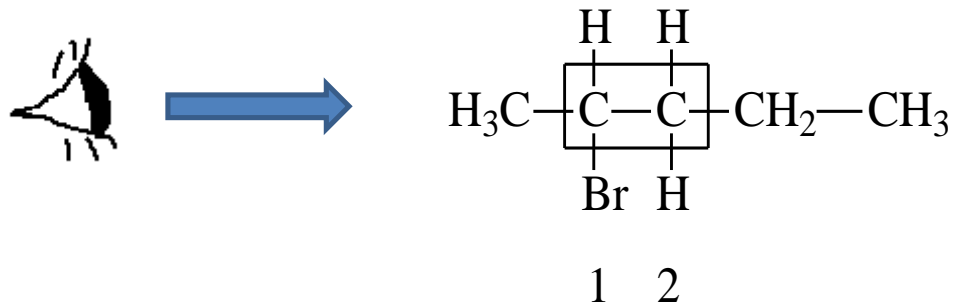
H₃C—CH₂—CH₂—Br



Проекционные формулы Ньюмена

Задача Нарисуйте (**проекция Ньюмена**) конформационные изомеры 2-бромпентана

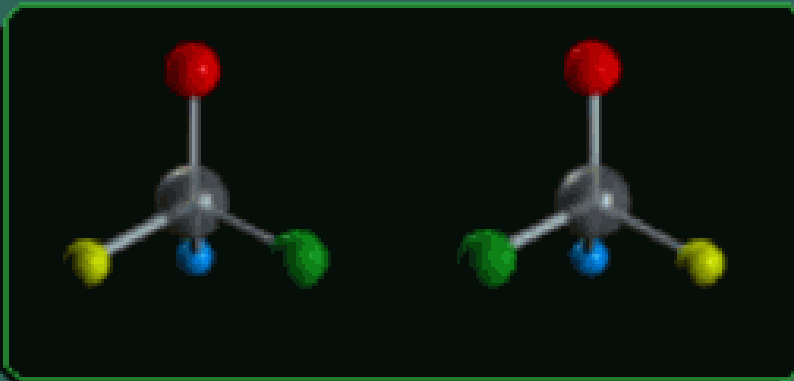
Решение



Заторможенные конформации

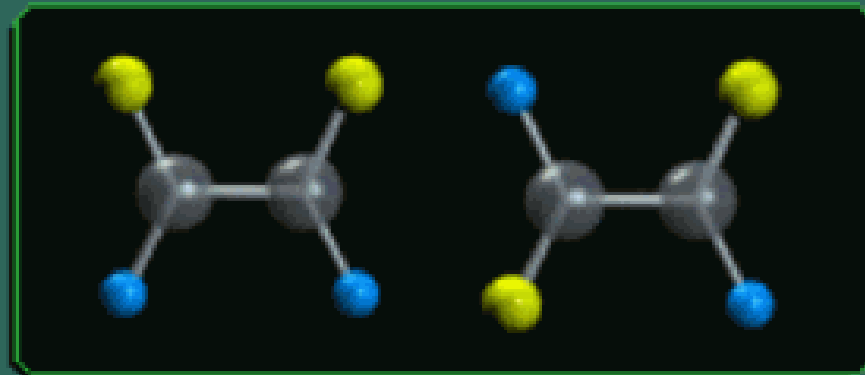
Заслоненные конформации

Пространственные изомеры



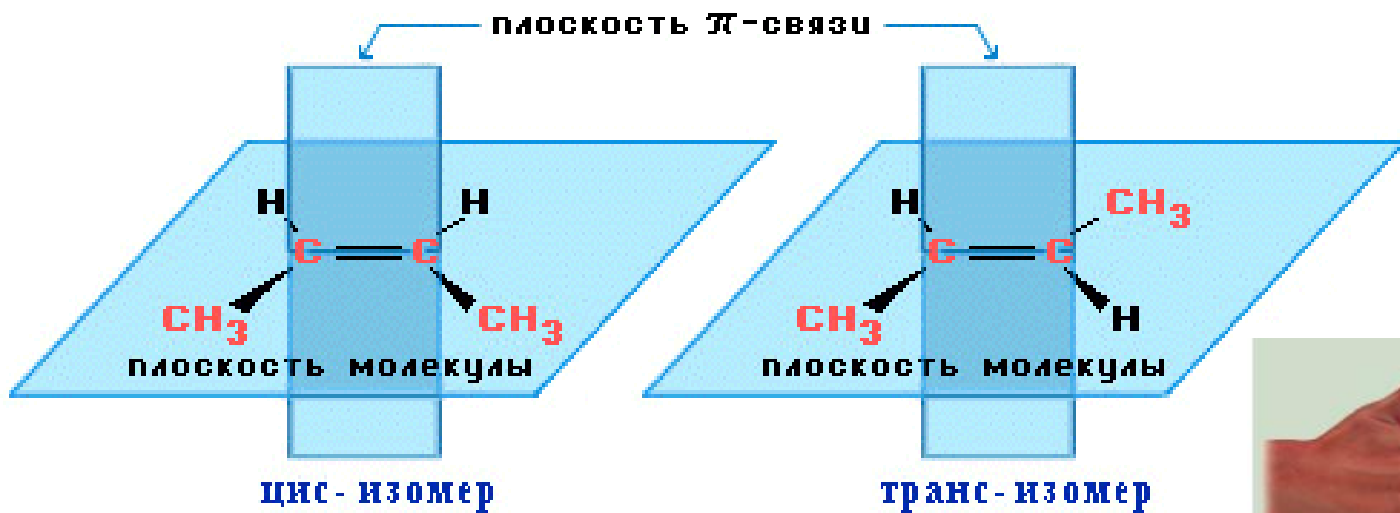
←←
Оптические
(зеркальные)
изомеры

Цис- и транс-
изомеры



Конфигурационные стереоизомеры

пространственное расположение атомов в молекуле, которое **не может** изменяться



Z-изомер

E-изомер



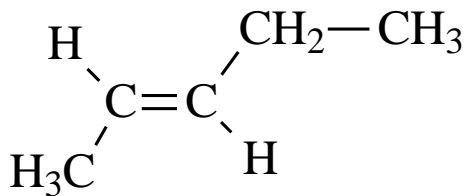
Cis-hands (cis-thumbs/fingers)



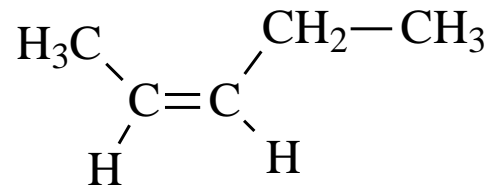
Trans-hands (trans-thumbs/fingers)

Задача Нарисуйте цис-транс изомеры пент-2-ена

Решение



транс-пент-2-ен

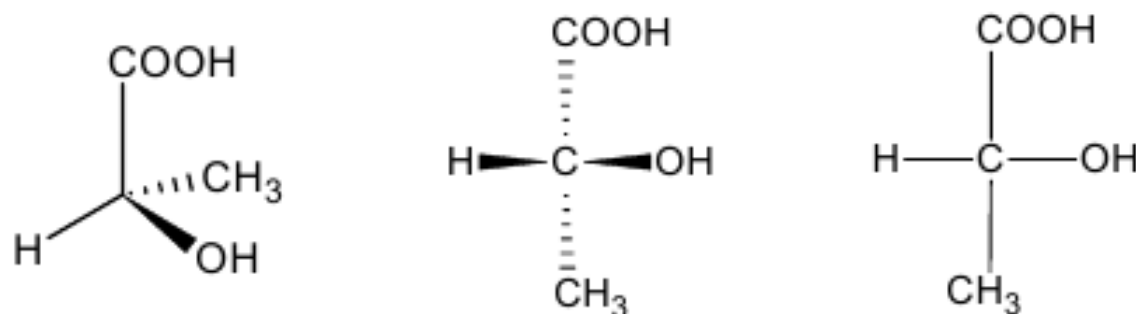


цис-пент-2-ен

Проекционные формулы Фишера

Молекулы, имеющие в своем составе **ассиметрические атомы углерода** (тетраэдрические атомы с четырьмя разными заместителями)

Структура молекулы изображается в виде двухмерного скелета с горизонтальными и вертикальными линиями



Молочная кислота

Перестановка двух заместителей = переход к другому энантиомеру

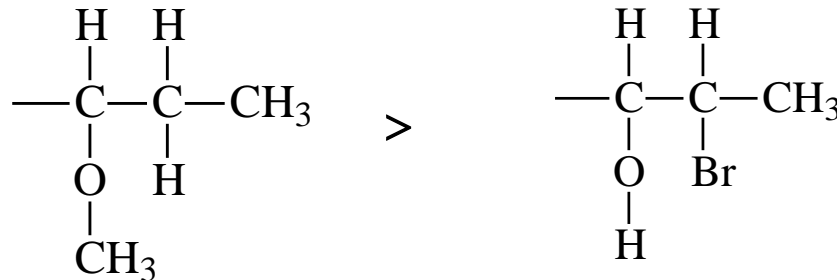
Поворот на 90° = переход к другому энантиомеру

Поворот на 180° = тот же самый энантиомер

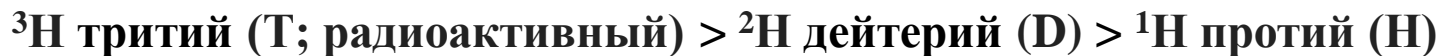
Правила Кана-Ингольда-Прелога

(правило последовательности или правила старшинства)

Правило 1. Атом с большим атомным номером старше атома с меньшим атомным номером.



Правило 2. Атом с большей атомной массой старше атома с меньшей атомной массой.



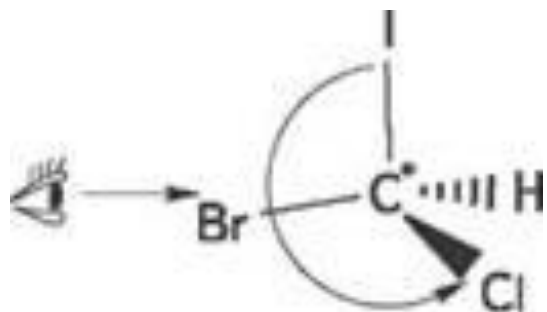
Правило 3. Если два лиганда различаются только конфигурацией, то R старше S, а цис- старше транс-

Алгоритм построения проекции Фишера

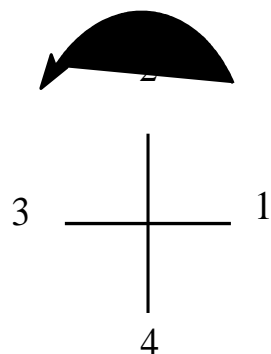
- 1.** Определяют старшинство заместителей согласно **правилу Кана - Ингольда – Прелога**. (старшинство заместителей $(1) > (2) > (3) > (4)$)
- 2.** Модель молекулы ориентируют так, чтобы заместитель с наименьшим порядковым номером (4) был направлен в сторону, наиболее удаленную от наблюдателя, а остальные заместители смотрели на наблюдателя. Старший заместитель должен быть направлен вверх. Если старшинство заместителей (1-3) убывает по направлению часовой стрелки – конформация молекулы R (от лат. *rectus* – правый), если старшинство заместителей убывает против часовой стрелки – конформация S (лат. *sinister* – левый).

оптическая изомерия

S-конфигурация (левый)

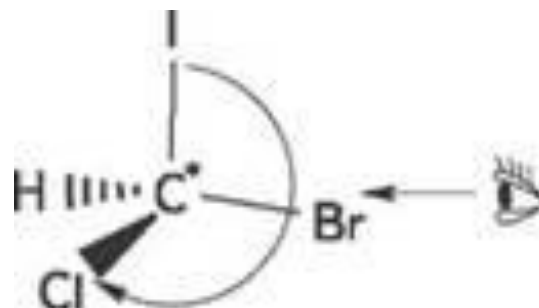


S

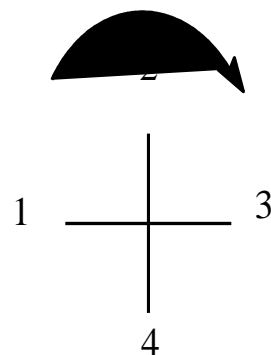


R-конфигурация (правый)

$I(1) > Br(2) > Cl(3) > H(4)$



R



Задание

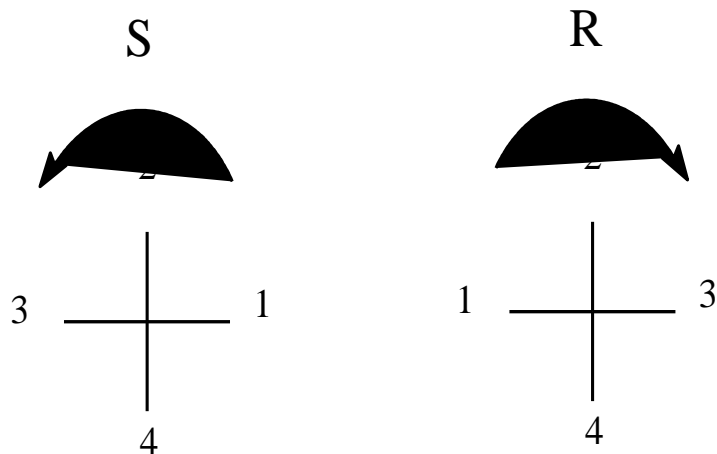
Нарисовать проекции Фишера R- и S- конфигурации CFCIBrJ

Решение

Определим старшинство заместителей согласно правилу Кана-Ингольда-Прелога:

“Атом с большим атомным номером старше атома с меньшим атомным номером”.

J(1) – Br(2) – Cl(3) – H(4)



Задание

Нарисовать проекции Фишера R- и S- конфигурации молочной кислоты $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$

Решение

Определим старшинство заместителей согласно правилу Кана-Ингольда-Прелога:

“Атом с большим атомным номером старше атома с меньшим атомным номером”.

-OH(1) – COOH(2) – CH_3 (3) – H(4)

