

# АЛКАНЫ

## Раздел А. Номенклатура и изомерия

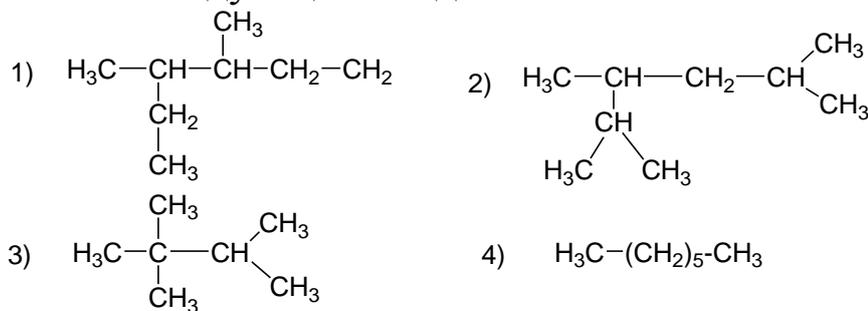
**А-1.** Напишите полные структурные формулы и назовите по номенклатуре IUPAC следующие соединения:

- 1)  $(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- 2)  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- 3)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
- 4)  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}_2\text{H}_5$

**А-2.** Напишите структурные формулы, соответствующие следующим названиям:

- 1) 2,2,3,3-тетраметилпентан;
- 2) тетраметилметан;
- 3) 2,4-диметил-4-этилгептан;
- 4) диметилпропилизопропилметан.

**А-3.** Дайте названия по рациональной номенклатуре и номенклатуре IUPAC следующим соединениям:



**А-4.** Напишите структуры следующих соединений, дайте им названия по номенклатуре IUPAC:

- 1) метилдиэтилизопропилметан;
- 2) этилдиизопропилтретбутилметан;
- 3) диизопропилтретбутилметан;
- 4) бутилвторбутилдиизобутилметан.

В структуре 3) укажите типы атомов углерода.

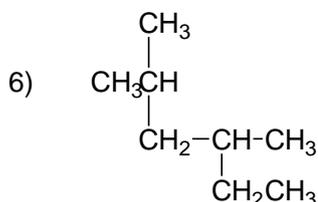
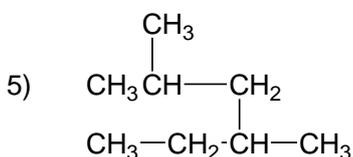
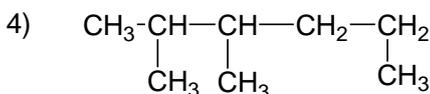
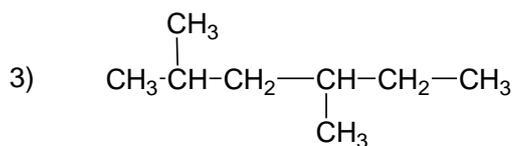
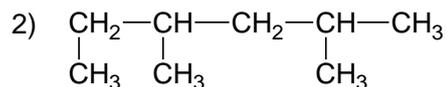
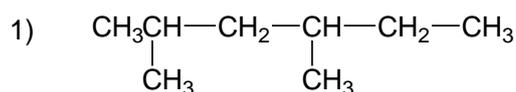
**А-5.** Изобразите структурные формулы изомеров октана, у которых:

- 1) три этильных группы;

- 2) две изопропильных группы;
- 3) пять атомов углерода в главной цепи;
- 4) максимальное количество метильных групп.

Назовите все соединения по номенклатуре IUPAC.

**A-6.** Определите, сколько разных алканов изображено ниже и назовите их по номенклатуре IUPAC:



**A-7.** Изобразите структуры алканов  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  и  $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ , в которых присутствуют только первичные атомы водорода, причем все они эквивалентны. Дайте им названия по рациональной номенклатуре и по номенклатуре IUPAC.

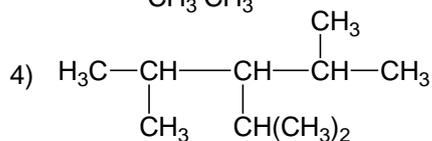
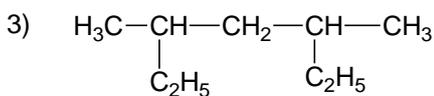
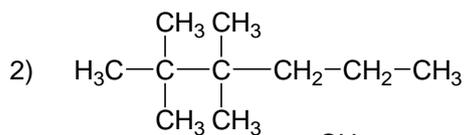
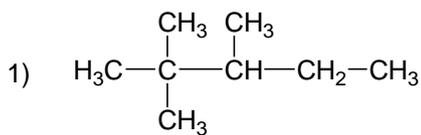
**A-8.** Изобразите структурные формулы изомеров декана, соответствующие следующим требованиям:

- 1) в структуре содержится максимальное количество четвертичных атомов углерода;
- 2) в структуре содержится максимальное количество вторичных атомов водорода;
- 3) структура содержит две третбутильные группы;
- 4) в структуре максимальное количество третичных атомов водорода.

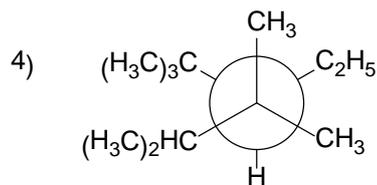
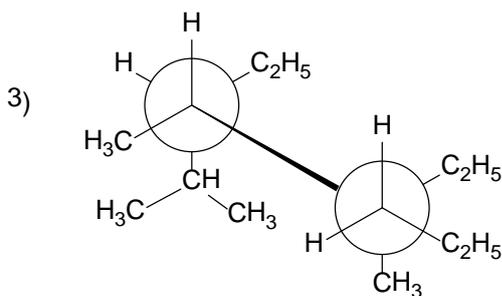
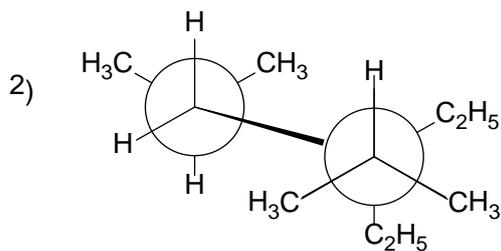
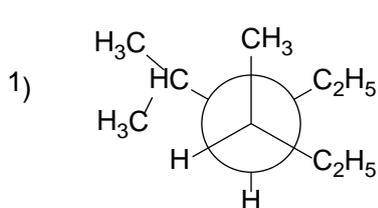
Назовите все соединения по номенклатуре IUPAC.

**A-9.** Найдите ошибки в названиях приведенных ниже соединений, дайте правильные названия по номенклатуре IUPAC:

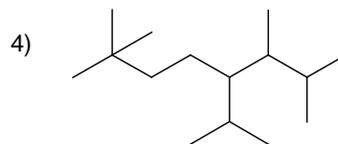
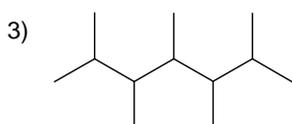
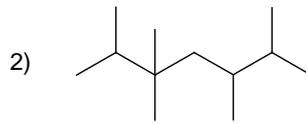
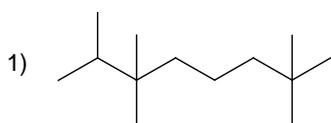
- 1) 2,3-триметилпентан;
- 2) 4,4,5,5-тетраметилгексан;
- 3) 2,4-диэтилпентан;
- 4) 2,4-диметил-3-пропилгексан.



**A-10.** Напишите структурные формулы углеводородов изображенных в виде проекций Ньюмена. Назовите их по IUPAC.



**A-11.** Напишите полные структурные формулы алканов, углеродные скелеты которых представлены ниже и назовите их по номенклатуре IUPAC.

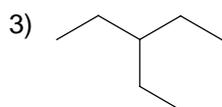
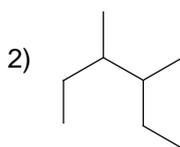
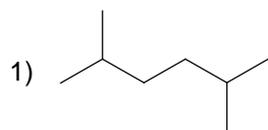


**A-12.** Напишите структурные формулы изомеров декана, содержащих:

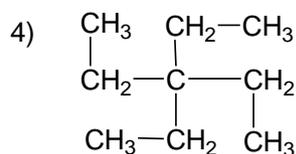
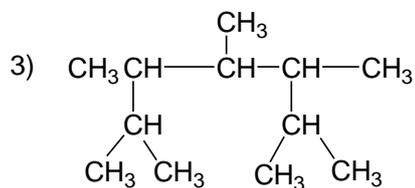
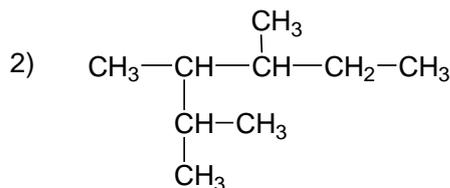
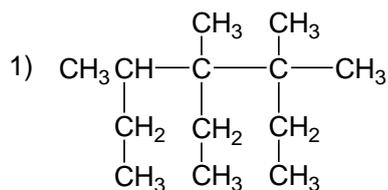
- 1) половину атомов углерода в боковых цепях;
- 2) две вторбутильные группы;
- 3) три изопропильные группы;
- 4) максимальное количество метильных заместителей.

Назовите все соединения по номенклатуре IUPAC.

**A-13.** Напишите полные структурные формулы алканов, углеродные скелеты которых представлены ниже и назовите их по номенклатуре IUPAC и рациональной номенклатуре:



**A-14.** Назовите приведенные ниже алканы по систематической номенклатуре, для структуры 1) укажите типы атомов углерода.



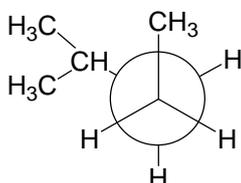
**A-15.** Напишите структурные формулы изомеров октана (не менее четырех), содержащих 5 атомов в главной цепи. Назовите их по рациональной номенклатуре и номенклатуре IUPAC.

## Раздел Б. Конформационный анализ

**Б-1.** Изобразите все предельные конформации этана и пропана в виде формул Ньюмена и перспективных формул. Отличаются ли они по энергии, и если да, то в каком случае (этана или пропана) это различие больше?

**Б-2.** Проведите конформационный анализ бутана, рассматривая вращение вокруг связи  $C_2-C_3$ . Перечислите типы предельных конформаций и расположите их по убыванию энергии.

**Б-3.** Ниже в виде формулы Ньюмена изображена одна из предельных конформаций 2-метилпентана.



Укажите тип конформации. Проводя вращение вокруг той же  $C-C$  связи, изобразите другие возможные предельные конформации. Расположите их по возрастанию энергии.

**Б-4.** Учитывая только вращение вокруг указанной связи, нарисуйте кривую изменения потенциальной энергии для 2,3-диметилбутана в зависимости от угла поворота (вращение вокруг связи  $C_2-C_3$ ). Укажите, какой предельной конформации соответствует каждый энергетический минимум или максимум.

**Б-5.** Сколько предельных конформаций отвечает 1,2-дихлорэтану? Изобразите их с помощью формул Ньюмена. Чем можно объяснить возрастание дипольного момента этого соединения при повышении температуры?

**Б-6.** Кристаллизацией при низких температурах были выделены 2 изомерные формы сильно пространственно затрудненного 1,1,2,2-тетрабромэтана. Изобразите их в виде проекций Ньюмена. Поясните свой ответ.

**Б-7.** Учитывая только вращение вокруг указанной связи, нарисуйте кривую изменения потенциальной энергии для 2-метилбутана в за-

висимости от угла поворота (вращение вокруг связи  $C_2-C_3$ ). Укажите, какой предельной конформации соответствует каждый энергетический минимум или максимум.

**Б-8.** Используя два типа проекционных формул (проекция Ньюмена и проекции типа «лесопильные козлы») изобразите молекулу этана в наиболее выгодной конформации. Как можно распространить этот тип формул на систему с тремя углеродными атомами? Используйте два типа проекционных формул для изображения наиболее выгодной конформации пропана. Должны быть показаны все связи С-С.

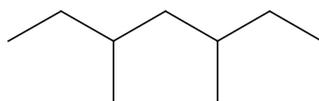
**Б-9.** Сколько предельных конформаций соответствует 1-хлор-2-бромэтану? Изобразите их с помощью формул Ньюмена. Какая из них отвечает энергетическому минимуму? Будет ли это соединение обладать дипольным моментом? Будет ли меняться дипольный момент при повышении температуры?

**Б-10.** Учитывая только вращение вокруг указанной связи, нарисуйте кривую изменения потенциальной энергии для 2,2,3,3-тетраметилбутана в зависимости от угла поворота (вращение вокруг связи  $C_2-C_3$ ). Укажите, какой предельной конформации соответствует каждый энергетический минимум или максимум.

**Б-11.** Один из углов С-С-С в молекуле 2,2,4,4-тетраметилпентана значительно больше, нежели другие. Укажите в структурной формуле, который из них. Дайте объяснение. Изобразите с помощью проекции Ньюмена наиболее выгодную конформацию этого алкана, если учитывать вращение только вокруг связи  $C_3-C_4$ .

**Б-12.** Объясните, почему при обычной температуре 1,2-дибромэтан практически не обладает полярностью, в то время как 1,2-дигидроксиэтан обнаруживает существенный дипольный момент.

**Б-13.** Для алкана, углеродный скелет которого изображен ниже изобразите все предельные конформации, учитывая вращение только вокруг связи  $C_3-C_4$ . Расположите их по убыванию энергии.



**Б-14.** Используя два типа проекционных формул (проекция Ньюмена и проекции типа «лесопильные козлы») изобразите молекулу этана в наиболее выгодной конформации. Как можно распространить этот тип формул на систему с четырьмя углеродными атомами? Используйте два типа проекционных формул для изображения предпочтительной конформации бутана. Должны быть показаны все связи С-С.

**Б-15.** Изобразите на диаграмме зависимость энергии 1,1,2-трихлорэтана от конформации. Укажите, какой предельной конформации соответствует каждый энергетический минимум или максимум. Аргументируйте свой ответ.

## Раздел В. Строение и реакционная способность

**В-1.** При бромировании пропана при  $120^{\circ}\text{C}$  образуется смесь, содержащая 3 % н-пропилбромиды и 97 % - изопропилбромиды. Оцените сравнительную реакционную способность первичного и вторичного атомов водорода в реакции бромирования. Нарисуйте график изменения потенциальной энергии в ходе бромирования для каждого изомера.

**В-2.** Определите состав реакционной смеси образующейся в результате термического ( $t^{\circ} = 300^{\circ}\text{C}$ ) монохлорирования пропана. Относительные скорости замещения атома водорода на атомы хлора при  $C_{\text{перв.}} : C_{\text{втор.}} : C_{\text{трет.}} = 1,0 : 3,3 : 4,4$ . Приведите механизм реакции хлорирования.

**В-3.** Рассчитайте изомерный состав смеси, образующейся при бромировании бутана в газовой фазе. Относительные реакционные способности связей С-Н выражаются соотношением:  $C_{\text{перв.}} : C_{\text{втор.}} : C_{\text{трет.}} = 1 : 32 : 1600$ . Приведите механизм реакции бромирования.

**В-4.** При фотолизе диазметана  $\text{CH}_2\text{N}_2$  образуется карбен  $\text{CH}_2\cdot$ . Наиболее важной реакцией карбена является внедрение по связи С-Н. Взаимодействие карбена с *n*-пентаном приводит к образованию смеси продуктов, в которой 48 % *n*-гексана, 35 % 2-метилпентана и 17 % 3-метилпентана. Приведите расчет процентного содержания этих соединений в смеси при условии, что все связи С-Н обладают одинаковой реакционной способностью и сравните с приведенными данными. Какой тип связи С-Н благоприятствует внедрению?

**В-5.** При фотолизе кетена  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$  или диазметана  $\text{CH}_2\text{N}_2$  в газовой фазе в пропане были выделены не только продукты внедрения (какие?), но и побочные продукты: этан, *n*-гексан, 2-метилпентан и 2,3-диметибутан. Объясните образование этих продуктов, если известно, что их выход увеличивается при добавлении аргона и уменьшается в присутствии кислорода.

**В-6.** Напишите структурные формулы продуктов монохлорирования *n*-пентана. Укажите процентное содержание каждого продукта, имея в виду, что вторичный атом водорода замещается в 3,9 раза легче, чем первичный. Объясните, почему?

**В-7.** В результате реакции сульфохлорирования 2-метилбутана образуется 3-метил-2-хлорсульфонилбутан. Приведите механизм сульфохлорирования. Объясните, почему в реакционной смеси среди продуктов сульфохлорирования обычно отсутствует продукт замещения третичного атома водорода.

**В-8.** При хлорировании эквимольной смеси этана и неопентана образуется хлористый этил и неопентилхлорид в соотношении 1 : 2,3. Как соотносятся реакционные способности первичных атомов водорода в этане и неопентане?

**В-9.** Реакция хлорирования пропана при  $25^0\text{C}$  (в условиях облучения) приводит к образованию 57 % 2-хлорпропана и 43 % 1-хлорпропана. Хлорирование пропана при  $450^0\text{C}$  дает другое распределение изомеров: 25 % 2-хлорпропана и 75 % 1-хлорпропана. Определите относительную реакционную способность атомов водорода в пропане в каждом случае. Объясните различия.

**В-10.** Относительные скорости замещения атомов водорода в этане в 270 раз больше, чем в метане. Рассчитайте, каково будет соотношение хлористого метила и хлористого этила, если молярное соотношение исходной смеси  $\text{CH}_4 : \text{C}_2\text{H}_6 = 10 : 1$ . Объясните разницу в реакционной способности.

**В-11.** При фотохимическом хлорировании метана избытком хлора в продуктах реакции наряду с четыреххлористым углеродом был обнаружен гексахлорэтан. Приведите возможный механизм его образования.

**В-12.** Фотохимическое хлорирование изобутана при  $25^\circ\text{C}$  приводит к образованию смеси, содержащей 36 % 2-хлор-2-метилпропана и 64 % 1-хлор-2-метилпропана. Бромирование изобутана в тех же условиях дает другое соотношение продуктов замещения: 99,4 % 2-хлор-2-метилпропана и 0,6 % 1-хлор-2-метилпропана. Определите относительную реакционную способность атомов водорода в изобутане в каждом случае. Объясните различия.

**В-13.** При  $150^\circ\text{C}$  в темноте тетраэтилсвинец (ТЭС) катализирует хлорирование метана. Предложите механизм этого процесса. Какова роль ТЭС? Какие продукты кроме хлорпроизводных метана будут присутствовать в реакционной смеси?

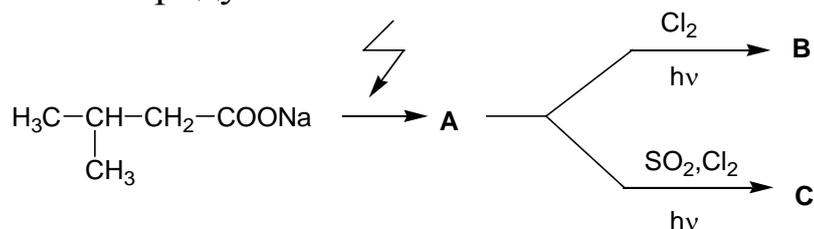
**В-14.** При фотолизе диазметана  $\text{CH}_2\text{N}_2$  образуется карбен  $\text{CH}_2\cdot$ . Наиболее важной реакцией карбена является внедрение по связи С-Н. Приведите возможный механизм внедрения карбена на примере взаимодействия карбена с н-бутаном (Считается, что в условиях фотолиза генерируется синглетный карбен). Укажите, какие продукты при этом образуются, рассчитайте примерный состав реакционной смеси с учетом только статистического фактора.

**В-15.** Укажите, сколько изомерных монохлоридов образуется при фотохимическом хлорировании 2,2,4-триметилпентана. Какие углеводородные радикалы предшествуют каждому из продуктов? Расположите их по убыванию стабильности. Рассчитайте состав изомерной смеси продуктов с учетом того, что относительные скоро-

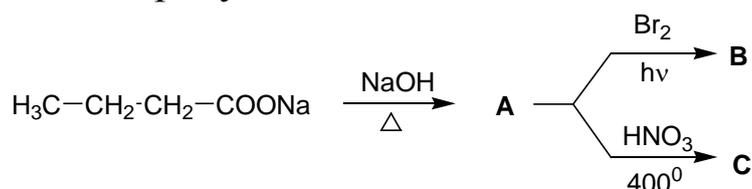
сти замещения атома водорода на атомы хлора при  $C_{\text{перв.}} : C_{\text{втор.}} : C_{\text{трет.}} = 1,0 : 3,3 : 4,4$ .

## Раздел Г. Способы получения и химические свойства

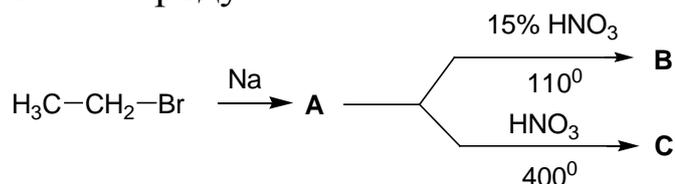
**Г-1.** Выполните схему превращений и назовите все промежуточные и конечные продукты:



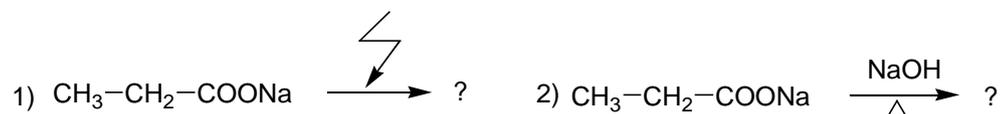
**Г-2.** Выполните схему превращений и назовите все промежуточные и конечные продукты:



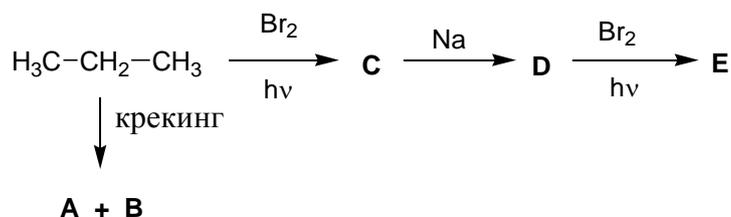
**Г-3.** Выполните схему превращений и назовите все промежуточные и конечные продукты:



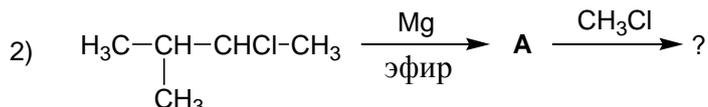
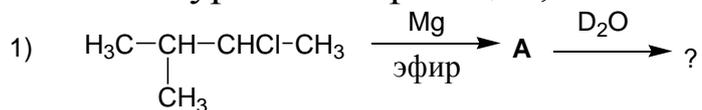
**Г-4.** Закончите уравнения реакций, назовите конечные соединения:



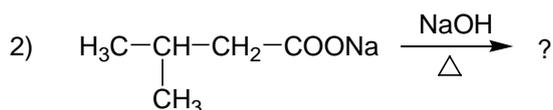
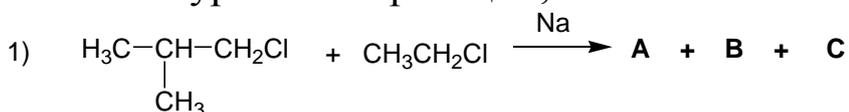
**Г-5.** Выполните схему превращений и назовите все промежуточные и конечные продукты:



**Г-6.** Закончите уравнения реакций, назовите конечные соединения:



**Г-7.** Закончите уравнения реакций, назовите конечные соединения:



**Г-8.** Проставьте недостающие реагенты:

- иодистый вторбутил  $\rightarrow$  н-бутан
- пропилмагнийбромид  $\rightarrow$  1-D-бутан
- 2,3-диметилбутан  $\rightarrow$  2-нитро-2,3-диметилбутан

**Г-9.** Предложите путь для следующих превращений:

- пропионовая кислота  $\rightarrow$  этан
- пропионовая кислота  $\rightarrow$  н-бутан

**Г-10.** Предложите пути синтеза следующих соединений:

- 2-бромбутана из этана;
- 2-нитро-2,3-диметилбутана из пропана.

**Г-11.** Предложите способ получения 2,5-диметилгексана из исходных соединений, содержащих в молекуле 4 и 8 атомов углерода.

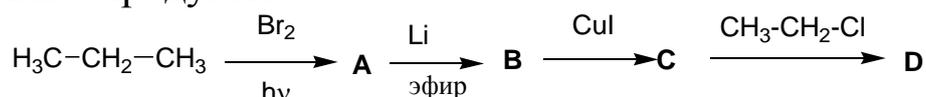
**Г-12.** Предложите способ получения 3,4-диметилгексана из исходных соединений, содержащих в молекуле 5 и 9 атомов углерода.

**Г-13.** Какие из перечисленных алкилгалогенидов: иодистый метил; хлористый этил; бромистый пропил; хлористый вторбутил; трет-бутилхлорид; иодистый изобутил - необходимо использовать для синтеза:

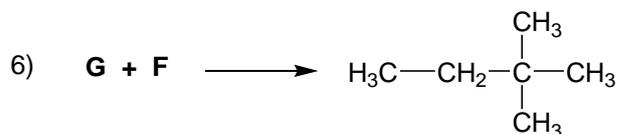
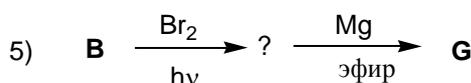
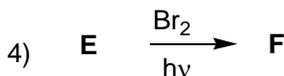
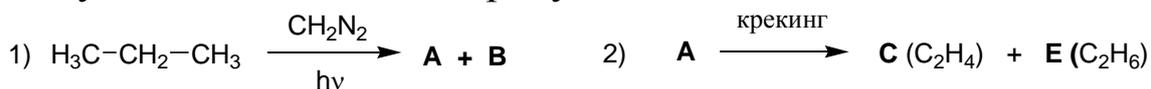
- а) 2,5-диметилгексана;  
 б) тетраметилметана.

Укажите также побочные продукты, если они образуются.

**Г-14.** Выполните схему превращения, назовите промежуточные и конечные продукты:



**Г-15.** Выполните последовательность реакций, назовите промежуточные и конечные продукты:



## Раздел Д. Определение структуры по свойствам

**Д-1.** Определите структуру углеводорода состава  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , который может быть получен из первичного алкилгалогенида по реакции Вюрца в качестве единственного продукта, а при нитровании образует преимущественно третичное нитропроизводное. Напишите уравнения реакций. Приведите механизм реакции нитрования.

**Д-2.** Определите строение углеводорода  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , при бромировании которого образуется преимущественно третичный монобромид. Углеводород  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  может быть синтезирован путем электролиза соли изомазляной кислоты. Напишите уравнения реакций. Приведите механизм реакции бромирования и реакции электролиза по Кольбе.

**Д-3.** Определите структуру двух алкилхлоридов **A** и **B**, при взаимодействии которых в условиях конденсации Вюрца образуется смесь трех алканов, каждый из которых при хлорировании образует только один монохлорид. Напишите уравнения всех реакций.

**Д-4.** Каково строение углеводорода  $C_8H_{18}$ , при нитровании которого по Коновалову получается третичное нитропроизводное. Углеводород может быть получен по реакции Вюрца из вторичного алкилгалогенида без побочных продуктов. Напишите все указанные реакции.

**Д-5.** Определите строение углеводорода  $C_8H_{18}$ , который при бромировании и нитровании дает в качестве единственного изомера первичное производное. Напишите соответствующие реакции.

**Д-6.** Бромистый алкил **A** образует реактив Гриньяра, который под действием воды превращается в н-гексан. При обработке натрием вещество **A** дает 4,5-диэтилоктан. Каково строение алкилгалогенида **A**?

**Д-7.** Установите структуру карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью превращается в пропан, а при электролизе по Кольбе – в 2,3-диметилбутан.

**Д-8.** Установите структуру алкилиодида, который, при нагревании с иодистоводородной кислотой, превращается в изопентан, а при взаимодействии с металлическим натрием образует 3,6-диметилоктан. Напишите соответствующие реакции.

**Д-9.** Бромистый алкил **A** образует реактив Гриньяра, который при обработке водой превращается в изопентан, а в условиях реакции Вюрца дает 2,3,4,5,-тетраметилгексан. Каково строение соединения **A**? Приведите уравнения всех указанных реакций.

**Д-10.** Алкан формулы  $C_5H_{12}$  может быть получен обработкой четырех различных алкилхлоридов  $C_5H_{11}Cl$  цинком в водной кислоте. Напишите структурные формулы алкана и всех алкилхлоридов.

**Д-11.** Определите структуру углеводорода  $C_8H_{18}$ , который может быть получен при нагревании с иодистоводородной кислотой из пяти изомерных иодидов или каталитическим гидрированием двух изомерных алкенов. Напишите структурные формулы всех упомянутых соединений.

**Д-12.** Определите структуру изомера октана, который не может быть получен из алкена реакцией гидрирования. Предложите способ получения этого изомера октана, используя исходные соединения с меньшим числом атомов углерода.

**Д-13.** Установите структуру алкана  $C_6H_{14}$ , который может быть получен из трех изомерных алкилгалогенидов при нагревании с иодистоводородной кислотой или каталитическим гидрированием одного алкена  $C_6H_{12}$ .

**Д-14.** Определите структуру алкана  $C_5H_{12}$ , который при хлорировании в присутствии третбутилпероксида дает только один монохлорид. Сколько изомерных дихлоридов образуется из этого алкана при дальнейшем хлорировании? Напишите механизм реакции хлорирования. Объясните роль третбутилпероксида.

**Д-15.** Установите строение карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью дает н-пентан, а при электролизе по Кольбе образует 4,5-диметилоктан. Напишите уравнения соответствующих реакций.