

ОКРУЖНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

30. март 2019. године

ДЕТАЉНА РЕШЕЊА ЗА VIII РАЗРЕД

1. Слично као код раствора, масени удео неког елемента у једињењу може се пронаћи као количник оног дела релативне молекулске масе коју чини водоник и релативне молекулске масе. Део релативне молекулске масе коју чини водоник добија се као производ релативне атомске масе водоника и броја водоникових атома у молекулу једињења:

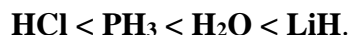
$$\omega(\text{H}, \text{PH}_3) = \frac{3 \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{PH}_3)} = \frac{3 \cdot 1}{31 + 3 \cdot 1} = 8,8\%,$$

$$\omega(\text{H}, \text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 1}{2 \cdot 1 + 16} = 11,1\%,$$

$$\omega(\text{H}, \text{HCl}) = \frac{A_r(\text{H})}{M_r(\text{HCl})} = \frac{1}{1 + 35} = 2,8\%,$$

$$\omega(\text{H}, \text{LiH}) = \frac{A_r(\text{H})}{M_r(\text{LiH})} = \frac{1}{7 + 1} = 12,5\%.$$

Тачан одговор је дакле:



2. а) $\text{Ag} + \text{HCl} \rightarrow$ **Нема реакције** (сребро као племенит метал не може да истисне водоник из хлороводоничне киселине)

б) $2 \text{Al} + 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Cu}$ (алуминијум као реактивнији метал истискује бакар из његовог нитрата, слично као што то може да уради цинк)

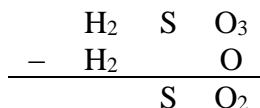
в) $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ **Ba(OH)₂** (баријум-оксид је анхидрид баријум-хидроксида и даје хидроксид у реакцији са водом)

г) $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow$ **NaNO₃ + H₂O** (реакција неутрализације између натријум-хидроксида и азотне киселине; настаје одговарајућа со – натријум нитрат и вода)

3. Прво је неопходно написати формуле свих анхидрида. Формуле анхидрида киселина могу се одредити израчунавањем валенце присутног неметала, а затим писањем његовог оксида, или „одузимањем воде”. Анхидриди база су метални оксиди, па је уз познавање валенци алуминијума и натријума лако написати формуле анхидрида алуминијум-хидроксида и натријум-хидроксида.

сумпораста
киселина

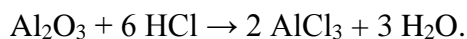
$$\begin{array}{l} \text{H}_2^{\text{I}} \text{S}^{\text{x}} \text{O}_3^{\text{II}} \\ 2 \cdot \text{I} + x = 3 \cdot \text{II} \\ x = \text{IV} \end{array}$$



азотна киселина	$\overset{\text{I}}{\text{H}} \overset{x}{\text{N}} \overset{\text{II}}{\text{O}_3}$ $\text{I} + x = 3 \cdot \text{II}$ $x = \text{V}$	$\overset{\text{V}}{\text{N}} \overset{\text{II}}{\text{O}}$ N_2O_5	$\begin{array}{cccc} 2 & \text{H} & \text{N} & \text{O}_3 \\ - & \text{H}_2 & & \text{O} \\ \hline & & \text{N}_2 & \text{O}_5 \end{array}$
алуминијум- хидроксид	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\overset{\text{III}}{\text{Al}} \overset{\text{II}}{\text{O}}$ Al_2O_3	
азотаста киселина	$\overset{\text{I}}{\text{H}} \overset{x}{\text{N}} \overset{\text{II}}{\text{O}_2}$ $\text{I} + x = 2 \cdot \text{II}$ $x = \text{III}$	$\overset{\text{III}}{\text{N}} \overset{\text{II}}{\text{O}}$ N_2O_3	$\begin{array}{cccc} 2 & \text{H} & \text{N} & \text{O}_2 \\ - & \text{H}_2 & & \text{O} \\ \hline & & \text{N}_2 & \text{O}_3 \end{array}$
угљена киселина	$\overset{\text{I}}{\text{H}}_2 \overset{x}{\text{C}} \overset{\text{II}}{\text{O}_3}$ $2 \cdot \text{I} + x = 3 \cdot \text{II}$ $x = \text{IV}$	$\overset{\text{IV}}{\text{C}} \overset{\text{II}}{\text{O}}$ CO_2	$\begin{array}{cccc} & \text{H}_2 & \text{C} & \text{O}_3 \\ - & \text{H}_2 & & \text{O} \\ \hline & & \text{C} & \text{O}_2 \end{array}$
натријум- хидроксид	NaOH	$\overset{\text{I}}{\text{Na}} \overset{\text{II}}{\text{O}}$ Na_2O	

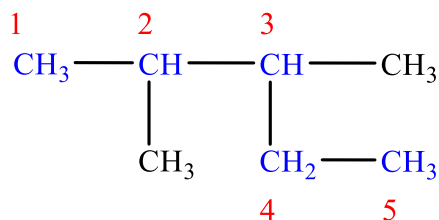
Исту општу формулу (XO_2) имају SO_2 и CO_2 , анхидриди сумпорасте киселине (H_2SO_3) и угљене киселине (H_2CO_3), као и Al_2O_3 и N_2O_3 (X_2O_3), анхидриди алуминијум-хидроксида ($\text{Al}(\text{OH})_3$) и азотасте киселине (HNO_2).

4. Најзаступљенији елемент у Земљиној кори је кисеоник, а трећи најзаступљенији је алуминијум. Помоћ при идентификацији ових елемената може се добити из опште формуле једињења које ова два елемента граде (X_2Y_3), из које се види да је X тровалентан, а Y двовалентан. Ово једињење је алуминијум-оксид, Al_2O_3 . Алуминијум-оксид као анхидрид алуминијум-хидроксида реагује са хлороводоничном киселином дајући алуминијум-хлорид (AlCl_3) и воду:



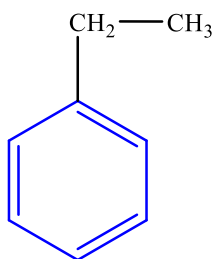
5. Основни низ је у сваком једињењу обојен плавом бојом, а црвеном бојом је истакнут исправан редослед бројања угљеникових атома:

а)



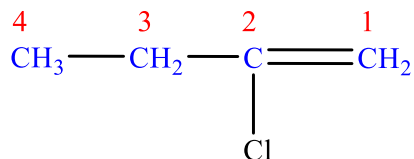
Најдужи угљоводонични низ који се може одабрати има пет угљеникових атома (пентан). Бројање треба започети од најближе рачве, па је назив овог једињења **2,3-диметилпентан** (а не 3,4-диметилпентан).

б)



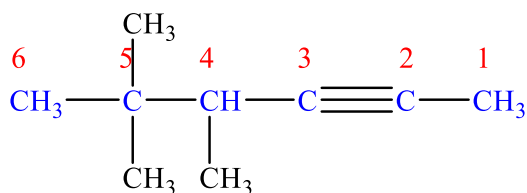
Основни низ код овог једињења је бензенов прстен. Ово једињење има само један супституент (рачву), па није неопходно наглашавати његов положај. Назив овог једињења је **етилбензен** (а не 1-етилбензен).

в)



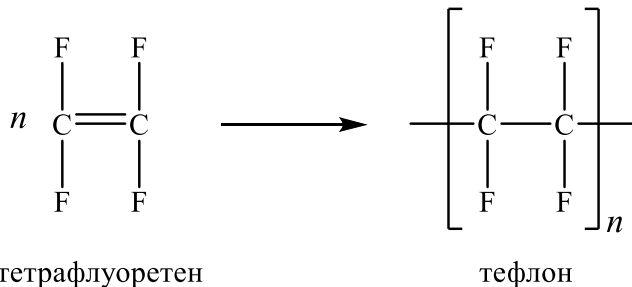
Основни низ код молекула овог једињења има четири угљеникова атома и једну двоструку везу. Бројање треба започети од краја ближег двострукој вези. Основни низ овог једињења је 1-бутен. Овде је неопходно истаћи положај двоструке везе, јер постоји и једињење 2-бутен. Молекул поседује хлоров атом као супституент у положају 2. Име овог једињења је **2-хлор-1-бутен** (а не 2-хлорбутен).

г)



Основни низ код молекула овог једињења има шест угљеникових атома и једну троструку везу. Бројање треба започети од краја ближег двострукој вези (а не рачви). Основни низ овог једињења је 2-хексин (а не 4-хексин). Постоје три метил-супституента (рачве), у положајима 4 и 5. Име овог једињења је **4,5,5-триметил-2-хексин**.

6. Приликом полимеризације алкена, раскида се двострука веза и велики број мономерних јединица везује се преко угљеникових атома дајући полимерни молекул (вишеструка адиција). Полимеризација тетрафлуоретена одвија се по следећој једначини реакције:



Моларна маса тетрафлуоретена је $(12 \cdot 2 + 19 \cdot 4) \text{ g/mol} = 100 \text{ g/mol}$. Моларна маса тефлона је $(100 \cdot n) \text{ g/mol}$. Знајући да је просечна моларна маса тефлона 50000 g/mol , и да је n исто што и степен полимеризације, добијамо

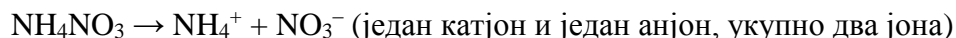
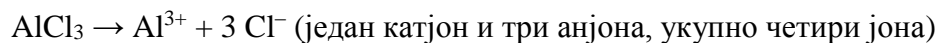
$$50000 = 100n$$

$$n = \text{СП} = \frac{50000}{100} = \mathbf{500}.$$

7. I Јаки електролити су јаке базе, јаке киселине и растворне соли. Алуминијум-хлорид и амонијум-нитрат су растворне соли. Амонијак је слаба база, а сирће (односно сирћетна киселина) слаба киселина. Угљеник(IV)-оксид је гас, анхидрид угљене киселине, која је исто слаба. Тачни одговори су **а** и **г**.

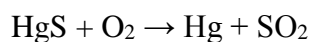
II

Једначине електролитичке дисоцијације алуминијум-хлорида и амонијум-нитрата су:



Јак електролит који електролитичком дисоцијацијом даје већи број јона је дакле **AlCl₃**.

8. Знамо да су у реакцији добијања живе реактанти HgS и O₂, а производи Hg и SO₂, па је сређена једначина ове реакције:



Из масе жива(II)-сулфида (цинабарита) можемо добити његову количину:

$$n(\text{HgS}) = \frac{m(\text{HgS})}{M(\text{HgS})} = \frac{116,5 \text{ g}}{(201 + 32) \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}.$$

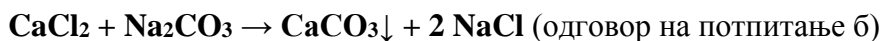
Како је стехиометријски однос HgS и Hg 1:1, ово је уједно и количина живе која се добија. Одавде можемо израчунати број атома живе који се добија:

$$N(\text{Hg}) = n(\text{Hg}) \cdot N_A = n(\text{HgS}) \cdot N_A = (0,5 \text{ mol}) \cdot \left(6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \right) = \mathbf{3 \times 10^{23}}.$$

9. Бензен је безбојна течност мање густине од воде. Гори чађавим пламеном због великог удела угљеника. Ово се дешава јер је његово сагоревање непотпуно при недовољној

доступности кисеоника (као што је случај при обичном паљењу на ваздуху), те уместо угљен-диоксида настаје чађ, која се састоји из честица елементарног угљеника. Иако се за описивање структуре његовог молекула могу користити двоструке везе, за разлику од алкена врло тешко подлеже реакцији адиције. Бензен има карактеристичан слаткаст мирис који подсећа на бензин. Тачни одговору су дакле **б** и **в**.

10. Размотримо шта се дешава када се помешају раствори по две од три соли које је наставница задала Матији. Калцијум-хлорид и натријум-хлорид као две хлоридне соли не могу да ступе у хемијску реакцију, као ни две натријумове соли, натријум-хлорид и натријум-карбонат – у добијеним воденим растворима ће постојати јони које свака со даје електролитичком дисоцијацијом. У случају мешања раствора калцијум-хлорида и натријум-карбоната долази до реакције, јер је калцијум-карбонат, један од производа реакције двоструке замене, нерастворно једињење, односно талог:



Ово значи да **Б** или **В** могу бити само калцијум-хлорид или натријум-карбонат. Одавде следи да **А** мора бити **натријум-хлорид**. Како би се одредило која со је тачно у чаши **Б** или **В**, морамо размотрити резултате Матијиног огледа са хлороводоничном киселином. Хлоридне соли свакако неће реаговати са хлороводоничном киселином, а карбонатне соли реагују уз издвајање угљен-диоксида (који настаје разлагањем непостојане угљене киселине на њен анхидрид и воду). Матија је уочио настајање мехурића гаса само када је со из чаше **Б** прелио разблаженом хлороводоничном киселином, те **Б** мора бити **натријум-карбонат**, а онда остаје да је **В** **калцијум-хлорид**.

11. Након израчунавања одговарајућих масених удела може се закључити да су тачни одговори **б** и **в**:

$$\omega(\text{C}, \text{CH}_4) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(\text{CH}_4)} = \frac{12}{12 + 4 \cdot 1} = 75\%,$$

$$\omega(\text{C}, \text{C}_2\text{H}_2) = \frac{2 \cdot A_r(\text{C})}{M_r(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{2 \cdot 12}{2 \cdot 12 + 2 \cdot 1} = 92,3\%,$$

$$\omega(\text{C}, \text{C}_6\text{H}_6) = \frac{6 \cdot A_r(\text{C})}{M_r(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{6 \cdot 12}{6 \cdot 12 + 6 \cdot 1} = 92,3\%,$$

$$\omega(\text{C}, \text{C}_2\text{H}_4) = \frac{2 \cdot A_r(\text{C})}{M_r(\text{C}_2\text{H}_4)} = \frac{2 \cdot 12}{2 \cdot 12 + 4 \cdot 1} = 85,7\%,$$

али је довољно и да буде приказан поступак само за C_2H_2 или C_6H_6 , јер је могуће закључити да су масени удели елемената једнаки у једињењима с истим емпиријским формулама (то су формуле у којима елементи стоје у најпростијем односу), а да CH_4 и C_2H_4 имају другачије масене уделе угљеника од C_2H_2 и C_6H_6 .

12. Израчунајмо масу шећера и кухињске соли у растворима пре мешања:

$$m(\text{шећер}) = m_{p1} \cdot \omega_1(\text{шећер}) = \\ = (75 \text{ g}) \cdot 0,1 = 7,5 \text{ g}$$

$$m(\text{со}) = m_{p2} \cdot \omega_1(\text{со}) = \\ = (25 \text{ g}) \cdot 0,1 = 2,5 \text{ g}$$

Маса раствора који се добија мешањем ова два раствора једнака је збиру њихових маса, односно $m_{p3} = m_{p1} + m_{p2} = 75 \text{ g} + 25 \text{ g} = 100 \text{ g}$. Масени процентни садржај шећера и кухињске соли у раствору који је добијен мешањем је:

$$\omega_2(\text{шећер}) = \frac{m(\text{шећер})}{m_{p3}} = \frac{7,5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 7,5\%,$$

$$\omega_2(\text{со}) = \frac{m(\text{со})}{m_{p3}} = \frac{2,5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 2,5\%.$$

13. а) Због добре проводљивости и лакоће извлачења у жице, бакар се употребљава у електричним инсталацијама. Ова тврдња је тачна (**Т**).

б) Месинг је легура бакра и цинка. Легура бакра и калаја је бронза. Ова тврдња је нетачна (**Н**).

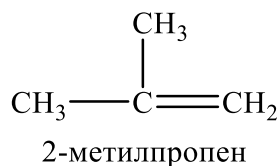
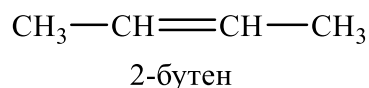
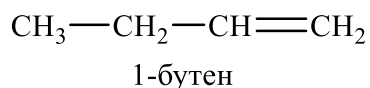
в) Магнетна својства слична гвожђу једино имају још кобалт и никал. Алуминијум нема таква магнетна својства. Ова тврдња је нетачна (**Н**).

г) Црна боја којом се испрва превлаче бакарни предмети потиче од бакар(II)-оксида (CuO), а зелена која следи након тога потиче од базног карбоната бакра(II) ((CuOH)₂CO₃), познатијег још као малахит. Ова тврдња је тачна (**Т**).

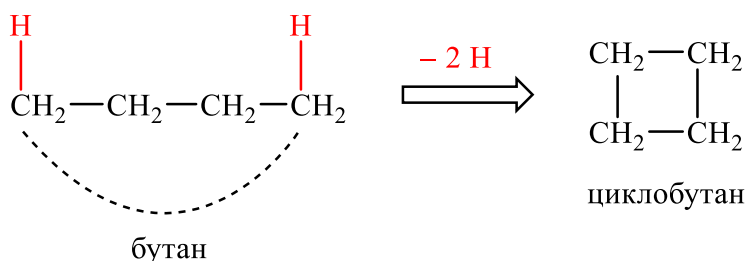
д) Велика већина метала у елементарном стању има боју у нијансама беле или сиве, а значајни изузеци су злато, бакар и цезијум. Метално гвожђе је сиве боје. Ова тврдња је нетачна (**Н**).

ђ) Гвожђе се може легирати с различитим металима (нпр. цинк, калај) не би ли се заштитило од корозије. Нерђајући челик садржи значајан удео хрома („прохром“). Ова тврдња је тачна (**Т**).

14. Из молекулске формуле видимо да изомерна једињења морају да обухватају алкене (C₄H₈ = C_nH_{2n}). Изомерни алкени формуле C₄H₈ су:



До осталих, мање очигледних решења овог задатка долази се када се примети да исту општу формулу (два водоника мање у односу на алкане) имају и циклична алифатична једињења (циклоалкани):



Могуће је још једно циклично једињење молекулске формуле C_4H_8 , и то оно где постоји трочлани прстен:



Не постоје мањи прстени од трочланих, тако да постоји укупно пет изомера молекулске формуле C_4H_8 .

Напомена: Након учења о хибридизацији, у средњој школи ће постати јасно да заправо постоје два изомера једињења које сада представљамо као 2-бутен (геометријска изомерија), а самим тим да постоји укупно шест изомера молекулске формуле C_4H_8 .

15. Сумпор-диоксид је анхидрид сумпорасте киселине, па растварањем у води даје киселину **(б)**. Пећински украси (сталактити, сталагмити) настају током дугих периода времена у којима се таложи калцијум-карбонат **(а)**. Угљоводоник *n*-хексан је течност на собној температури и чест органски растварач **(г)**. Метан (познат и као руднички гас) је присутан у подземним наслагама угља, па је у рудницима угља велики безбедносни ризик **(д)**. Кисеоник је споредни производ фотосинтезе, процеса у којем биљке праве храну, али и обезбеђују опстанак другим организмима **(в)**.

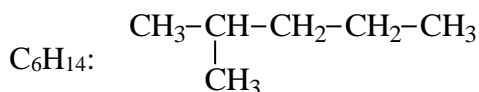
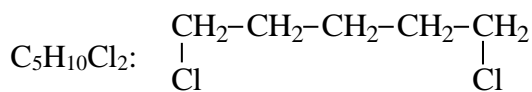
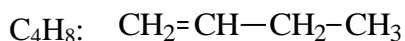
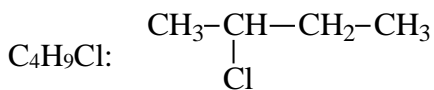
16. Јасно је да је водени раствор плавог камена плаве боје. Из текста задатка се може закључити и да је раствор јода у хлороформу и бензину љубичасте боје. Плави камен, бакар(II)-сулфат пентахидрат, јонско је једињење које се добро раствара у води. Молекул јода садржи неполярну ковалентну везу јод–јод, па се добро раствара у неполярним органским растварачима („слично се у сличном раствара”). Ако је у смеси вода–хлороформ доњи слој љубичаст, то значи да хлороформ има већу густину од воде. Ако је у смеси вода–бензин горњи слој љубичаст, то значи да бензин има мању густину од воде. На основу ових закључака може се одговорити на питања задатка:

I а) Јод се раствара у **хлороформу** и **бензину**.

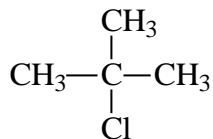
б) Плави камен се раствара у води.

II Однос густина воде, хлороформа и бензина је: **бензин < вода < хлороформ**.

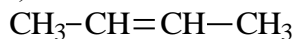
17. Изомери су једињења исте молекулске, а различите структурне формуле. Довољно је наћи парове једињења са истом молекулском формулом.



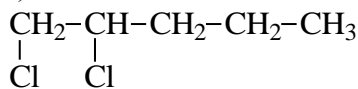
б)



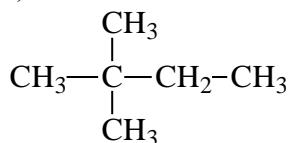
в)



а)

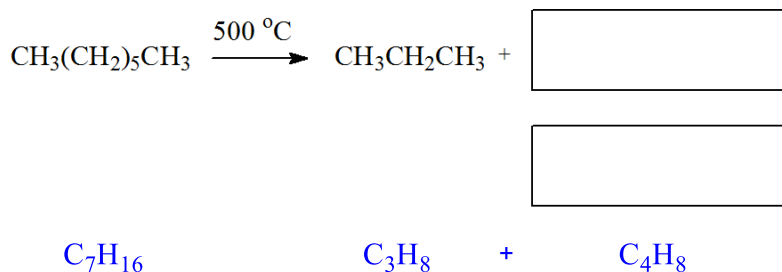


г)

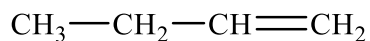


18. Приказана алотропска модификација је дијамант. Он је најтврђи природни минерал; дефинише највећу вредност на Мосовој скали тврдоће. Графит проводи електричну струју, а дијамант не. Фулерен (или фудбален) је алотропска модификација угљеника изграђена од лоптастих молекула са шездесет угљеникових атома. Као што се може видети на датој шеми, за сваки атом угљеника у структури дијаманта везана су још четири атома угљеника. Тачни одговори су а и д.

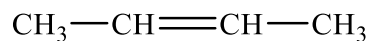
19. Пошто се један молекул *n*-хептана (C_7H_{16}) цепа на два молекула, од којих је један пропан (C_3H_8), преостали фрагмент који настаје мора имати молекулску формулу C_4H_8 :



Овај молекул по условима задатка мора бити ациклични неразгранат угљоводоник, тако да се задатак у ствари своди на писање два изомера молекулске формуле C_4H_8 који су ациклични и неразгранати, а то су 1-бутен и 2-бутен:



1-бутен

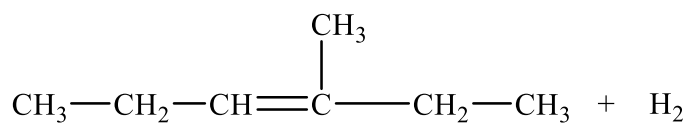


2-бутен

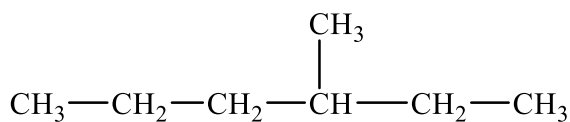
20. а) Постоје три изомера пентана (C_5H_{12}), *n*-пентан, 2-метилбутан и 2,2-диметилпропан. И *n*-пентан и 2-метилбутан могу с молекулом хлора да дају више различитих органских једињења која садрже један атом хлора. Са друге стране, који год водоник на 2,2-диметилпропану покушамо да заменимо хлором, увек добијамо исто једињење, 1-хлор-2,2-диметилпропан, па угљоводоник А мора бити 2,2-диметилпропан.

алкан	производ(и) супституције са једним атомом Cl
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ <p style="text-align: center;"><i>n</i>-пентан</p>	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—Cl}$ <p style="text-align: center;">1-хлорпентан</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ <p style="text-align: center;">2-хлорпентан и 3-хлорпентан</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p style="text-align: center;">2-метилбутан</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{Cl} \end{array}$ <p style="text-align: center;">1-хлор-2-метилбутан</p> $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p style="text-align: center;">2-хлор-2-метилбутан итд.</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p style="text-align: center;">2,2-диметилпропан (А)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} = \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_2\text{—Cl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p style="text-align: center;"> </p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array} = \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2\text{—Cl} \end{array}$ <p style="text-align: center;">1-хлор-2,2-диметилпропан</p>

б) Ради се о катализованомј реакцији адиције водоника на алкен у којој се добија алкан:



3-метил-3-хексен



3-метилхексан

(Б)

в) Када се алкини подвргну реакцији с водоником у присуству погодног катализатора такође настају алкани, јер се на један молекул алкина могу адирати два молекула водоника – прво један да се добије алкен, а затим још један који алкен преводи у алкан. Постоје три различита алкина која могу да дају Б у оваквој реакцији, а то су:

