

Први разред

1. Из израза за константу равнотеже реакције $2 \text{HI}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$, који гласи: $K = \frac{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$, могуће је израчунати равнотежну концентрацију HI пре компримовања на следећи начин: $[\text{HI}] = ([\text{H}_2] \times [\text{I}_2] / K)^{1/2} = (0,102 \text{ mol/dm}^3 \times 0,0018 \text{ mol/dm}^3 / 0,02)^{1/2} = 0,0958 \text{ mol/dm}^3$. Како је концентрација обрнуто пропорционална запремини ($c = n / V$), компримовањем смеше на трећину првобитне запремине, равнотежне концентрације свих учесника реакције се повећавају три пута. У овој реакцији се укупан број молова учесника реакције не мења, па смањење запремине нема утицаја на положај равнотеже ($K = \frac{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{(n(\text{H}_2)/V \times n(\text{I}_2)/V)}{(n(\text{HI})/V)^2} = \frac{n(\text{H}_2) \times n(\text{I}_2)}{n(\text{HI})^2}$), тј. исти број молова се налази у равнотежи само у тростуко мањој запремини. Следи да је $[\text{HI}]' = 3 \times 0,0958 \text{ mol/dm}^3 = 0,287 \text{ mol/dm}^3$.

2. а) Сабирањем хемијских једначина сва три корака добијамо следећи израз

$$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) + \text{NH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow$$

$$\text{NH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
Сређивањем овог израза, добијамо укупну стехиометријску једначину:

$$2 \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
б) Како је укупна брзина хемијске реакције одређена брзином најспоријег ступња, први корак одређује брзину Рашигове реакције.
в) С обзиром да први (спори) ступањ одређује брзину, израз за брзину реакције је онај који одговара овом кораку: $v = k[\text{NH}_3][\text{ClO}^-]$.

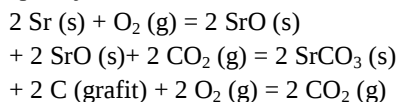
3. Једначина хемијске реакције која се одвија је следећа:

$$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
У току реакције нема промене броја молова (од 3 mol реактаната настаје 3 mol производа). На температури од 150 °C и притиску од 101,3 kPa, H₂O је водена пара. Услед тога одигравање ове реакције не мења укупан број честица у гасовитом агрегатном стању, па самим тим ни укупан притисак, при константној температури и запремини. Дакле, притисак остаје 101,3 kPa.

4. Стандардна промена енталпије реакције $2 \text{Sr}(\text{s}) + 2 \text{C}(\text{grafit}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{SrCO}_3(\text{s})$ се може израчунати, полазећи од промена енталпија датих реакција:

$2 \text{Sr}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{SrO}(\text{s})$	$\Delta H_1^\circ = -1184 \text{ kJ/mol}$	(1)
$\text{SrO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SrCO}_3(\text{s})$	$\Delta H_2^\circ = -234 \text{ kJ/mol}$	(2)
$\text{C}(\text{grafit}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	$\Delta H_3^\circ = -394 \text{ kJ/mol}$	(3)

Реакцију $2 \text{Sr}(\text{s}) + 2 \text{C}(\text{grafit}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{SrCO}_3(\text{s})$ је могуће добити множењем друге и треће једначине са 2 и њиховим сабирањем са првом једначином.



Тако се енталпија реакције $2 \text{Sr}(\text{s}) + 2 \text{C}(\text{grafit}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{SrCO}_3(\text{s})$ се може израчунати множењем вредности енталпија друге и треће реакције са 2 и сабирањем са вредношћу енталпије прве реакције:

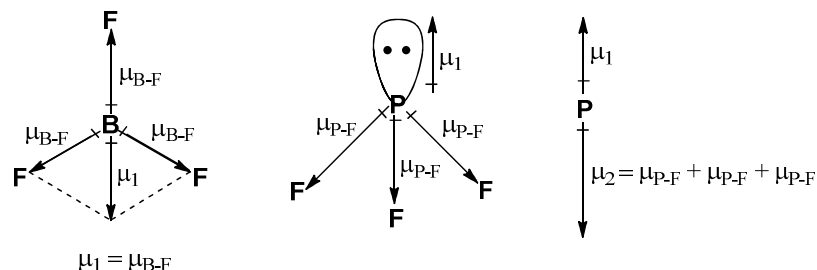
$$\begin{aligned}
 \Delta H^\circ &= \Delta H_1^\circ + 2 \times \Delta H_2^\circ + 2 \times \Delta H_3^\circ \\
 \Delta H^\circ &= -1184 \text{ kJ/mol} + 2 \times (-234 \text{ kJ/mol}) + 2 \times (-394 \text{ kJ/mol}) = -2440 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

5. Према прописима Републике Србије, дозвољено је да млеко садржи највише $0,50 \mu\text{g}$ (што у килограмима износи $5 \times 10^{-10} \text{ kg}$) афлатоксина по килограму млека. Максимални дозвољени масени удео афлатоксина у млеку изражен у % се може израчунати на следећи начин:

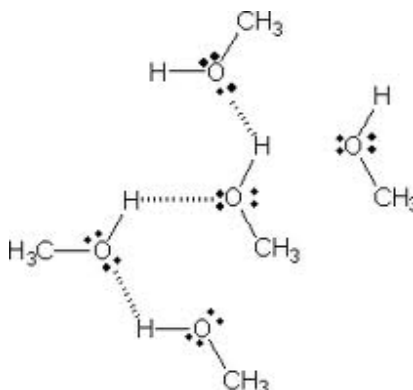
$$\omega_{\text{афлатоксина}} = (m_{\text{афлатоксина}} / m_{\text{млека}}) \times 100 = (5,0 \times 10^{-10} \text{ kg} / 1 \text{ kg}) \times 100 = 5,0 \times 10^{-8} \%$$

 Како ppb представља један масени део супстанце у милијарду масених делова узорка, масени удео који се изражава у ppb се израчунава на следећи начин:

$$\omega_{\text{афлатоксина}} = (m_{\text{афлатоксина}} / m_{\text{млека}}) \times 10^9 = (5,0 \times 10^{-10} \text{ kg} / 1 \text{ kg}) \times 10^9 = 0,5 = 5,0 \times 10^{-1} \text{ ppb}.$$
6. Према најједноставнијем (Боровом) моделу атома енергија одређеног електронског нивоа у атому је дата једначином $E_n = -E_0/n^2$, тако да је:
 - за вредност главног квантног броја $n = 1$ енергија електронског нивоа $E_1 = -E_0$;
 - за $n = 2$ – $E_2 = -E_0/4$;
 - за $n = 3$ – $E_3 = -E_0/9$;
 - за $n = 4$ – $E_4 = -E_0/16$, итд.
 Разлике вредности енергија два узастопна нивоа су онда: $E_2 - E_1 = 3/4 E_0$, $E_3 - E_2 = 5/36 E_0$ и $E_4 - E_3 = 7/144 E_0$. Следи да се са повећањем вредности главног квантног броја енергетска разлика између два узастопна нивоа све више смањује, односно да су нивои ближи по вредностима енергија, па слика под **в**) најбоље приказује однос енергије нивоа електрона у атому.
7. Овај атом садржи 11 електрона, па је његова електронска конфигурација $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Прва енергија јонизације (најнижа вредност на графику) одговара уклањању валентног електрона из атомске орбитале највише енергије, односно, у овом случају из 3s орбитале, па је овај електрон окарактерисан квантним бројевима: **$n = 3, l = 0$ и $m_l = 0$** . Десета и једанаеста енергија јонизације одговарају највећим енергијама потребним за уклањање електрона из 1s орбитале вишеструко позитивно наелектрисаног јона и стога су оба електрона окарактерисана квантним бројевима: **$n = 1, l = 0$ и $m_l = 0$** .
8. Електронегативност је (према Миликену) аритметичка средина прве енергије јонизације и афинитета према електрону: $\chi = (E_i + E_{ea}) / 2$.
 а) **Не**. Атоми реактивних метала (нпр. алкалних метала) имају малу вредност електронегативности јер они теже да отпусте своје валентне електроне и тако постигну конфигурацију племенитог гаса тј. имају малу вредност енергије јонизације и афинитета према електрону.
 б) **Да**. Електронегативност халогених атома опада са полупречником атома јер се смањује и привлачна сила којом језгро делује на валентне електроне, па се снижава и вредност енергије јонизације и афинитета према електрону.
 б) **Не**. Мера поларности молекула је његов укупни диплони момент који је векторска величина. Поларност молекула зато зависи од његове просторне уређености која условљава начин на који се међусобно слажу (сабирају) вектори диполних момената појединачних веза (чија је мера разлика у електронегативности између атома који је чине). Молекул BF_3 има тригонално планарну геометрију (видети слику ниже) у којој су вектори три диполна момента у једној равни усмерена од бора ка флуору међусобно под углом од 120° . Тако је укупни диполни момент једнак нули (иако су у овом молекулу везе B-F изразито поларне сам молекул је неполаран). Молекул PF_3 има тетраедарску структуру и векторе три диполна момента која су усмерена од фосфора ка флуору, као и један од фосфора ка слободном електронском пару на фосфору и чија је резултанта, укупни диполни момент, различит од нуле, па је молекул PF_3 поларан.



9. Водонична веза представља електростатичко привлачење између атома водоника који је ковалентном везом повезан са атомом велике електронегативности (нпр. кисеоник, флуор, азот) и неког атома донора слободног електронског пара (нпр. азот, кисеоник). Што је атом ковалентно везан за водоник електронегативнији, тј. водоник киселији, као и што је атом донор електронског пара базнији, то је водонична веза јача. Од понуђених једињења (између два иста молекула) ова два услова су испуњена само у молекулу метанола (**CH₃OH**), који између себе могу да граде водоничну везу (слика). Молекули H₂S не граде јаке водоничне везе јер атом сумпора није довољно електронегативан, као ни сумпор довољно добар донор електронског пара.



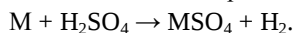
10. Запремина елементарне ћелије хрома је једнака запремини коцке странице $a = 288,5 \text{ pm}$:
 $V = a^3 = (288,5 \times 10^{-10} \text{ cm})^3 = 2,4102 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$
 У овој запремини се налазе два атома хрома и њихова маса је:
 $m = A_r(\text{Cr}) \times N/\text{Na} = 52 \times 2/6 \times 10^{23} = 1,7333 \times 10^{-22} \text{ g}$,
 па је густина хрома:
 $\rho = m/V = 1,7333 \times 10^{-22} / 2,4102 \times 10^{-23} = \mathbf{7,19 \text{ g/cm}^3}$.
11. а) Пречник атома опада у периоди са повећањем редног броја елемената, тако да график не представља промену овог својства елемента треће periode.
- ⓐ На почетку periode се налазе метали (натријум, магнезијум и алуминијум) у чијим елементарним супстанцама се атоми држе металном везом. Што је више валентних електрона у атому метала метална веза је јача, па је и тачка топљења и кључања виша. Атоми силицијума се у елементарној супстанци држе многобројним jakim ковалентним везама. Услед тога тачке топљења и кључања једног оваквог гиганског, полимерног елементарног силицијума су највише у периоди. Елементарни фосфор и сумпор су молекули чије су тачке кључања много ниже од било ког од претходних елементарних

супстанци. Хлор и аргон су молекулска и атомска елементарна супстанца које су под нормалним условима гасови јер се њихови молекули држе још слабијим силама.

в) Електронегативност елемената треће периоде правилно расте са повећањем редног броја елемента.

г) Енергија јонизације расте у трећој периоди другачијим трендом у односу на дати график.

12. Једначина реакције неког двовалентног метала са сумпорном киселином уз издвајање водоника се може представити на следећи начин:

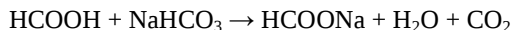


Уколико релативну атомску масу метала означимо са x , онда сулфат овог метала има релативну молекулску масу $x + 96$. Из једначине се види да метал реагује са киселином у молском односу 1:1, следи да је $n(MSO_4) = n(M)$, $2,475 / (x + 96) = 0,500 / x$, тј. одатле је $x = 24,3$.

13. Промена енталпије реакције $H_2(g) + I_2(g) = 2HI(g)$, у којој се троши енергија за раскидање везе у молекулима водоника и јода, а ослобађа при формирању две везе између атома јода и водоника износи, $\Delta H = +53 \text{ kJ/mol}$. Како енергија која треба да се уложи за раскидање веза у молекулима водоника и јода износи 183 kJ/mol то значи да се у току реакције ослободило $53 \text{ kJ/mol} - 183 \text{ kJ/mol} = -130 \text{ kJ/mol}$ енергије приликом формирања веза у молекулу.

14. а) Сваки мрав садржи $(6,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3)(0,5)/(0,8) = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ мравље киселине. За добијање једног литра чисте киселине потребно је $(1000 \text{ cm}^3)/(3,75 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3) = 2,7 \cdot 10^5$ мрава.

б) Реакција неутрализације мравље киселине натријум-хидрогенкарбонатом:



Ујед мрва садржи $(3,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3)(1,2 \text{ gcm}^{-3}) = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ g}$, односно $(3,6 \cdot 10^{-3} \text{ g})/(46 \text{ g mol}^{-1}) = 7,83 \cdot 10^{-5}$ молова мравље киселине за чију неутрализацију је потребан исти број молова $NaHCO_3$. Потребно је $(7,83 \cdot 10^{-5} \text{ mol})(84 \text{ g mol}^{-1}) = 6,6 \text{ mg}$ соде бикарбоне.

15. а) Према дефиницији растојање језгара на коме је енергија система најнижа одговара дужини везе.

б) Ова минимална енергија система одговара по дефиницији јачини везе.

в) За било које растојање језгара, између два атома водоника делују истовремено и привлачне (нпр. привлачење језгра једног атома и електронског облака другог атома) и одбојне силе (нпр. одбијање електронских омотача тих атома). Када се језгра приближе више од дужине хемијске везе почињу врло нагло да расту одбојне силе између атома (сада одбијање и између језгара атома), тако да је систем стабилнији од изолованих атома за само мала скраћења дужине везе како се и види са графика.

г) Навод није тачан. Видети објашњење под в).

д) За микрообјекте не важе класични закони механике већ закони квантне механике. То значи да је свако енергетско стање микрообјекта квантовано, тј. може да одговара само одређеној вредности енергије, па је прелаз између њих могућ само ако се систему саопшти тачно одређена количина енергије.

16. а) Молекули воде се међусобно држе јачим (водоничним) везама у кристалу леда у доносу на чврсти водоник-сулфид. Молекули воде се услед водоничних веза и боље пакују у кристал, па је он зато још стабилнији.

б) Грађење јаких водоничних веза води ка формирању димера или чак олигомера у парној фази. Како експерименти (који на основу гасних закона) дају информацију о молекулској маси хемијских врста које се налазе у парној фази, добијена вредност су уствари представља усредњена вредност између масе мономера, димера, тримера, и маса осталих олигомера (сума маса олигомера помножених са релативним садржајем тог олигомера у парној фази). Ова вредност мора бити већа од масе мономера.

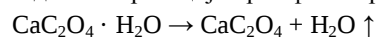
в) Исход реакције је одређен реактивношћу метала. У овој реакцији водоничне везе немају утицај на њен ток или исход.

г) Како у молекулима етана и метана нема киселих водоника, као ни атома са слободним електронским паром, између њих се не граде водоничне везе. Повећање тачке кључања је услед повећања укупног броја електрона у молекулима, односно веће поларизабилности молекула (јачих индуковани дипол - индуковани дипол сила).

д) При испаравању течног HF потребно утростити енергију на раскидање великог број водоничних веза, а у случају хлороводоника раскидају се слабије дипол-дипол везе.

ђ) Исход реакције је одређен реактивношћу метала.

17. У првој фази загревања долази до дехидратације калцијум-оксалата-монохидрата. Једначина реакције прве фазе термолитизе, која се одиграва на 200 °C:



М ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) = 146 g/mol, М (CaC_2O_4) = 128 g/mol, губитак у маси у фази I: 100% – ((128 g/mol / 146 g/mol) · 100%) = 12,32% представља губитак молекула воде. У другој фази на око 500 °C долази до издвајања угљен-моноксида и настајања калцијум-карбоната:



Губитак масе у фази II (М (CaC_2O_4) = 128 g/mol, М (CaCO_3) = 100 g/mol): 100% – ((100 g/mol / 128 g/mol) · 100%) = 21,87% представља губитак молекула угљен-моноксида. У трећој фази долази до издвајања угљен-диоксида и настајања калцијум-оксида:



Губитак у маси у овој реакцији (М (CaCO_3) = 100 g/mol, М (CaO) = 56 g/mol): 100% – ((56 g/mol / 100 g/mol) · 100%) = 44,02% је последица издвајања молекула угљен-диоксида.

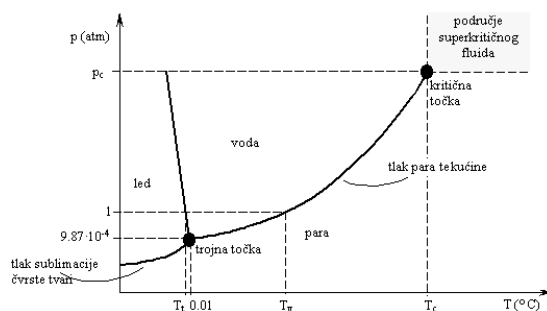
У току фаза I и II настају водена пара и угљен-моноксид који су неутрални, тј. не мењају рН воде, док у фази III настали угљен-диоксид реагује са водом и настаје угљена киселина која условљава промену (снижење) рН вредности: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$.

18. 100 cm³ 96%-тног (V/V) алкохола садржи 4 cm³ воде (тј. m = ρ V = 4 g воде) и 96 cm³ етанола (тј. m = ρ V = 75,74 g етанола). Следи да је однос масе алкохола и воде у 96%-тном алкохолу 75,74 : 4 тј. 18,935 : 1. У 40 g 96%-тног алкохола има m = (40 / (18,935 + 1)) · 18,935 = 37,99 g етанола и m = 40,00 – 37,99 = 2,01 g воде. 37,99 g етанола је 48,15 cm³ (V = m / ρ) док је укупна маса воде у 100 g вотке 62,01 g тј. 62,01 cm³. На основу тога се добија да је алкохолна јачина вотке једнака (48,15 / (48,15 + 62,01)) · 100% = 43,7%.

19. Маса фосфора у оксиду је 10 g, а маса кисеоника је m = 22,92 g – 10 g = 12,92 g. Из тога следи да се на 31 g фосфора (1 mol) у оксиду налази 40,05 g кисеоника. Дељењем са атомском масом кисеоника (40,05 g : 16 g/mol = 2,5 mol) добија се да је за један мол фосфора потребно 2,5 мола кисеоника тј. да је најмањи целобројни однос атома фосфора и кисеоника у оксиду 2 : 5, тј. да је формула насталог оксида P₂O₅.

20. Како се у равнотежи (топљење леда) налазе две фазе које су много мање стишљиве у односу на гасове, мале промене притиска неће изазвати значајне промене у положају ове равнотеже. При високим притисцима (нпр. при дну неког глечера), температура мржњења

воде се снижава јер лед има мању густину, тј. већу моларну запремину од течне воде, па се равнотежа топљења помера на страну течне воде (све мање енергије је потребно да се вода отопи, тј. лед се топи на нижим температурама). Утицај промене притиска на тачку топљења леда је илустрован на ниже приказаном фазном дијаграму. Тачан одговор је под б).



Други разред

- У задатку је дато да је А чврста елементарна супстанца која добро проводи топлоту и електрицитет. Ово указује на то да је А метал.

А реагује са азотом према следећој једначини реакције:

$x\text{A} + y/2\text{N}_2 = \text{A}_x\text{N}_y$, дакле:

$$n(\text{A}) : n(\text{N}_2) = x : (y/2), \text{ односно } n(\text{A}) = (2x/y) \cdot n(\text{N}_2) \quad (1)$$

на основу услова задатка, након реакције са азотом маса чврсте супстанце се повећава за две трећине, из чега следи:

$$m(\text{N}_2) = 2/3 m(\text{A}), \text{ односно } n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 2/3 n(\text{A}) \cdot M(\text{A}) \quad (2)$$

заменом (1) у (2) се добија да је $28n(\text{N}_2) = 2/3 \cdot (2x/y) \cdot n(\text{N}_2) \cdot M(\text{A})$. Сређивањем овог израза добија се да је $M(\text{A}) = 21y/x$ (3)

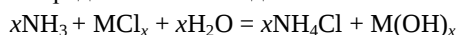
Смислена вредност $M(\text{A})$ се добија за случај када је $x = 3$, а $y = 1$, тј. $M(\text{A}) = 7$, па је елементарна супстанца **А литијум**, што у потпуности одговара условима задатка (метал сребрнасто-беле боје, добро проводи топлоту и реагује са елементарним азотом).

$3\text{Li} + 1/2\text{N}_2 = \text{Li}_3\text{N}$, дакле, супстанца **Б је Li₃N**

У контакту са водом, Li_3N хидролизује

$\text{Li}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{NH}_3$, дакле, супстанца **В је NH₃**

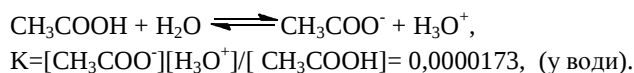
Према условима задатка, производ реакције NH_3 са раствором хлорида метала Д се раствара и у разблаженој хлороводоничној киселини и у раствору калијум-хидроксида, што указује на то да производ има амфотерна својства. Реакција амонијака и хлорида метала могла би се представити на следећи начин:



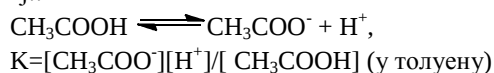
Коришћењем формуле $n = V/V_m$ ($V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$, при нормалним условима), добија се да је реаговало $0,03 \text{ mol}$ амонијака. За случај да је $x = 1$, добија се да је молекулска маса хлорида метала $M_r(\text{MCl}) = 1,335/0,03 = 44,5$, односно да је атомска маса метала $A_r(\text{M}) = M_r(\text{MCl}) - A_r(\text{Cl}) = 44,5 - 35,5 = 9$. Иако Ве има атомску масу 9, ово није добро решење, јер он не гради хлорид формуле BeCl . Слично је и за случај $x = 2$ (добијена атомска маса одговара аргону). Смислено решење, које одговара условима задатка се добија за случај када је $x = 3$, при

чему се добија да је $M_r(\text{MCl}_3)=1,335/0,01=133,5$, а $A_r(\text{M})=M_r(\text{MCl}_3)-3A_r(\text{Cl}) = 133,5 - (3 \cdot 35,5) = 27$. Дакле, метал је алуминијум, а одговарајући хлорид **Д је AlCl_3** . Талог **Г је $\text{Al}(\text{OH})_3$** . Овај талог реагује са разблаженом HCl , при чему настаје AlCl_3 (растворан у води). Такође, реагује и са калијум-хидроксидом, при чему настаје у води растворан $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$.

2. Дисоцијација сирћетне киселине се може представити на следећи начин.

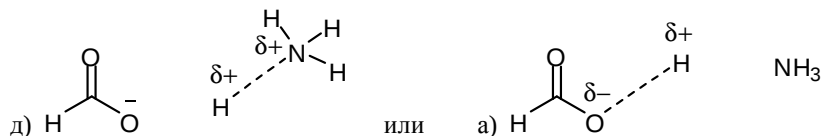


тј.:



Константа киселости зависи и од структуре киселине, али зависи и од медијума у коме се успоставља равнотежа, тј. растварача. Наелектрисане честице које настају дисоцијацијом сирћетне киселине су много боље солватисане (стабилизоване) када је растварач вода (поларни растварач који може да учествује у грађењу водоничних веза). Солватација више стабилизује производе у односу на рекатанте ових равнотежа. Из тог разлога је и енергија производа реакције нижа када је растварач вода него када је растварач толуен (неполарни растварач, без базних функционалних група и без могућности да гради водоничне везе). Зато ће константа дисоцијације имати вишу вредност у води, те следи да је тачан одговор под **б**).

4. Како се реакција одвија у једном кораку, прелазно стање не може бити



(одговарали би једном од прелазних стања за реакцију која се одвија у више (два) корака-јонизација, па протоновање)

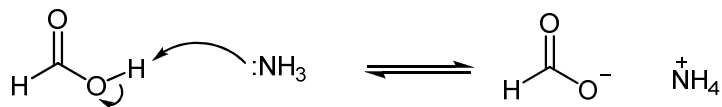
Како би се између преосталих понуђених одговора одабрао исправан, треба размотрити следеће. За мрављу киселину и амонијак важи:

$$K_a(\text{HCOOH})=[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]/[\text{HCOOH}]$$

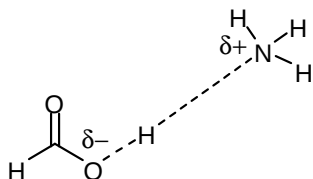
$$K_a(\text{NH}_4^+)=[\text{NH}_3][\text{H}^+]/[\text{NH}_4^+]$$

Такође, константа ниже дате реакције, по којој реагују мравља киселина и амонијак, може се представити као

$K=[\text{HCOO}^-][\text{NH}_4^+]/[\text{HCOOH}][\text{NH}_3]$, односно $K=K_a(\text{HCOOH})/K_a(\text{NH}_4^+)=10$. Реакција је спонтанa, односно равнотежа померена на десно, тј. производи су нешто стабилнији од реактаната.

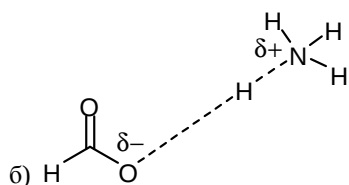


На основу Хамондовог постулата даље следи да ће прелазно стање по структури више наликовати реактантима (производи реакције имају нижу енергију од реактаната, па је прелазно стање по енергији ближе реактантима). Имајући ово на уму, од три преостала одговора је лако одабрати исправан в):



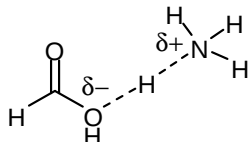
(структура више наликује структури реактаната: краћа О-Н веза и дужа N-H веза).

У случају



прелазно стање је би по структури требало да буде ближе производима реакције: дужа О-Н веза и краћа N-H веза.

Одговор под г) не може бити исправан је амонијак базнији од мравље киселине.



9. У 84,2 mg суперпроводника налази се:

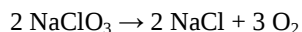
$$(84,2 \text{ mg})(0,134)/(89 \text{ g mol}^{-1}) = 0,127 \text{ mmol итријума (у } 3+ \text{ стању);}$$

$$(84,2 \text{ mg})(0,412)/(137 \text{ g mol}^{-1}) = 0,253 \text{ mmol баријума (у } 2+ \text{ стању);}$$

$$(84,2 \text{ mg})(0,286)/(64 \text{ g mol}^{-1}) = 0,376 \text{ mmol бакра (у } 2+ \text{ и } 3+ \text{ оксидационим стањима).}$$

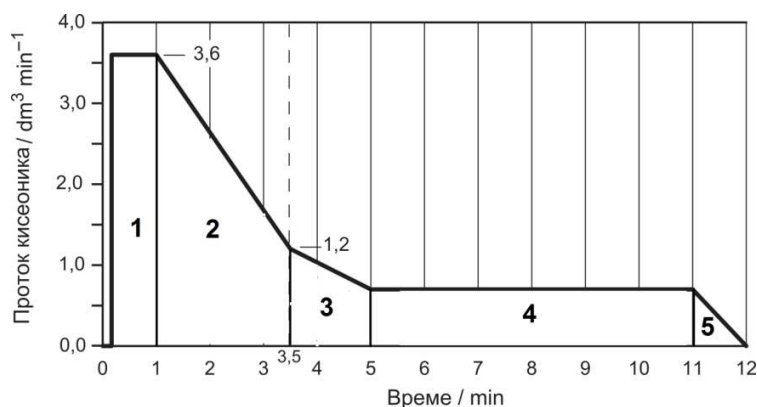
Број молова итријума, баријума и бакра не мења се редукцијом, али се број молова атома кисеоника смањује (напушта суперпроводник у облику воде). Број молова кисеоника у редукованом полупроводнику може да се израчуна водећи рачуна о укупном наелектрисању у суперпровонидку. Тако, баријум, бакар и итријум имају позитивна оксидациона стања, док је оксидационо стање кисеоника -2, па је $(0,127)(3) + (0,253)(2) + (0,376)(2) = 2x$, где је x број молова атома кисеоника. Решавањем се добија да је $x = 0,82 \text{ mmol}$ атома кисеоника. Маса суперпроводника након редукције је $(84,2 \text{ mg})(0,134 + 0,412 + 0,286) + (0,82 \text{ mmol})(16 \text{ g mol}^{-1}) = 83,19 \text{ mg}$.

10. Натријум-хлорат разлагањем даје натријум-хлорид и кисеоник:



За добијање 3 мола кисеоника потребна су 2 мола натријум-хлората. Запремина кисеоника која се ослободи из сваког генератора једнака је површини испод криве на графику, то јест збиру површина правоугаоника 1, трапеза 2, трапеза 3, правоугаоника 4 и троугла 5 и износи (површина трапеза је $(a + b)h/2$, где су a и b дужине паралелних страница, а h висина):

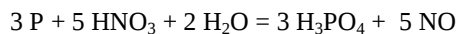
$(5/6)(3,6) + (1,2 + 3,6)(3,5 - 1)/2 + (0,7 + 1,2)(5 - 3,5)/2 + (11 - 5)(0,7) + (12 - 11)(0,7)/2 = 14,975$ литара, што представља 0,67 мола. Да би се добила та количина кисеоника потребно је $(0,67 \text{ mol}) / 1,5 = 0,447 \text{ mol}$ натријум-хлората, односно $(0,447 \text{ mol})(106,5 \text{ g mol}^{-1}) = 47,5 \text{ g}$.



12. а) Фосфор се оксидује и прелази из оксидационог стања 0 у +5 (отпушта 5 електрона), док се азот редукује из +5 у +2 (прима 3 електрона). Да би број отпуштених електрона у реакцији био једнак броју примљених, потребно је да коефицијенти испред фосфора и азотне киселине буду у односу 3:5.



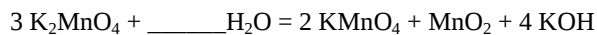
Коефицијент испред воде добија се када се од укупног броја атома кисеоника на десној страни одузме број О атома из азотне киселине и износи $17 - 15 = 2$.



б) Манган из калијум-манганата подлеже диспропорцији, то јест један део се оксидује из стања +6 у +7 (отпушта један електрон), док се остатак редукује до +4 (прима два електрона). Да би број отпуштених електрона у реакцији био једнак броју примљених, потребно је да коефицијенти испред KMnO_4 и MnO_2 буду у односу 2:1.



Коефицијент испред KOH се добија одузимањем броја атома К из калијум-перманганата од броја К атома на левој страни.

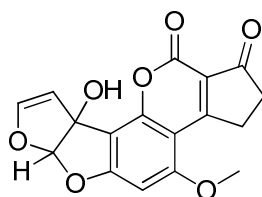
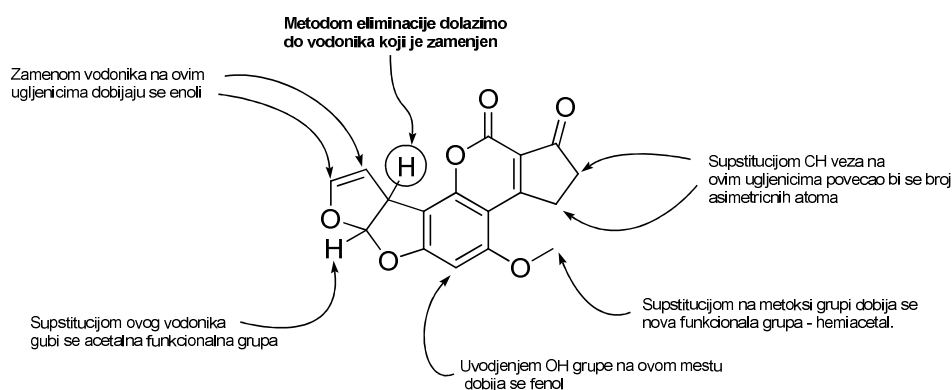


На десној страни је 4 атома водоника тако да је коефицијент испред воде 2.



Трећи разред

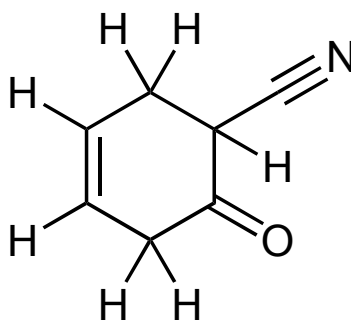
15.



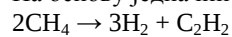
aflatoksin M1

16. Број σ веза: 7 C-H, 7 C-C, 1 C-N и 1 C-O веза, дакле укупно 16.

Број π веза: 2 C-N, 1 C-C и 1 C-O, дакле укупно 4.



17. На основу једначине пиролизе:



а узимајући да је почетни број молова метана x , број молова водоника можемо изразити као $3x/2$, а број молова етина $x/2$.

Како је густина $\rho = m / V$, и ако из реактора изађе запремина од 1 dm^3 , маса гасне смеше је $0,5357 \text{ g}$. Укупну масу можемо изразити као суму маса појединих састојака смеше, изражену као производ броја молова, степена конверзије метана (α) и моларне масе, па је:

$$m = (1 - \alpha) \cdot x \cdot 16 \text{ (неизреаговани метан)} + \alpha \cdot x / 2 \cdot (26) \text{ (етин)} + \alpha \cdot 3x / 2 \cdot (2) \text{ (водоник)} = 0,5357 \text{ g}$$

$$16 \cdot x - 16 \cdot \alpha \cdot x + 13 \cdot \alpha \cdot x + 3 \cdot \alpha \cdot x = 0,5357 \text{ g},$$

$$16 \cdot x = 0,5357, \text{ следи: } x = 0,0335$$

На исти начин можемо изразити укупну запремину као збир производа молова и степена конверзије метана (α) и моларне запремине:

$$V = (1 - \alpha) \cdot x \cdot 22,4 + \alpha \cdot x / 2 \cdot 22,4 + \alpha \cdot 3x / 2 \cdot 22,4 = 1$$

$$22,4 \cdot x - 22,4 \cdot \alpha \cdot x + 11,2 \cdot \alpha \cdot x + 33,6 \cdot \alpha \cdot x = 1$$

$$22,4 \cdot x + 22,4 \cdot \alpha \cdot x = 1 \text{ тј. } 22,4 \cdot x \cdot (1 + \alpha) = 1, \text{ одакле се, заменивши } x, \text{ добија:}$$

$$22,4 \cdot 0,0335 \cdot (1 + \alpha) = 1 \text{ тј. } \alpha = 33,26\%$$

Одатле је:

$$V(\text{CH}_4) = (1 - \alpha) \cdot x \cdot 22,4 = (1 - 0,3326) \cdot 0,0335 \cdot 22,4 = 0,501 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_2) = \alpha \cdot x / 2 \cdot 22,4 = 0,3326 \cdot 0,0335 / 2 \cdot 22,4 = 0,125 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2) = \alpha \cdot x \cdot 3 / 2 \cdot 22,4 = 0,3326 \cdot 0,0335 \cdot 3 / 2 \cdot 22,4 = 0,374 \text{ dm}^3$$

Запремински проценти гасова у смеше је:

метан 50,1%; ацетилен 12,5% и водоник 37,4%.

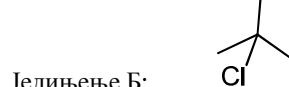
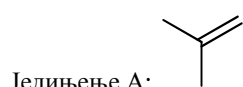
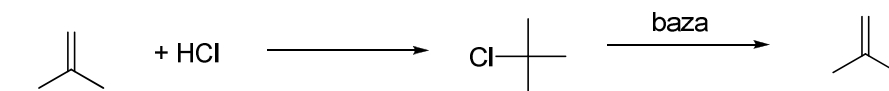
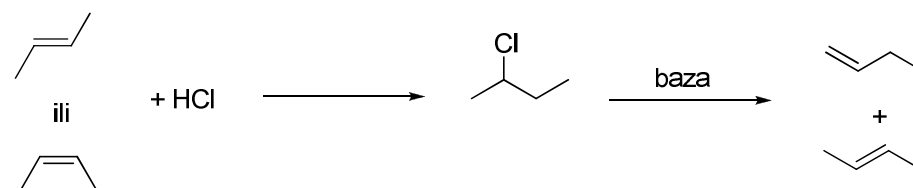
18. Реакција сагоревања угљоводоника: $\text{C}_n\text{H}_m + (n + m/4) \text{O}_2 \rightarrow n \text{CO}_2 + (m/2) \text{H}_2\text{O}$

Реакција хидрогенизације: $\text{C}_n\text{H}_m + (2n + 2 - m)/2 \text{H}_2 = \text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

Из услова задатка добијамо да је $2(n + m/4)/(2n + 2 - m) = 6$, односно $6,5m - 10n = 12$.

За n од 1 до 9 само се у случају $n = 4$ добија целобројна вредност за m . Како је $m = 8$, формула угљоводоника је C_4H_8 .

Једињење А је или 2-метилпропен или 2-бутен (неки од два геометријска изомера). 2-бутени у реакцији са хлороводоником дају 2-хлорбутан који дехидрохалогеновањем даје 1- и 2-бутен, док адицијом HCl на 2-метилпропен настаје *терц*-бутил-хлорид, из ког елиминацијом може да настане само један производ – 2-метилпропен. Стога је решење А = 2-метилпропен, а Б = *терц*-бутил-хлорид.



19.

Правилан назив:

- | | | | |
|-----------------------------|---|---|--------------------------|
| а) 2-дихлорпентан | ТАЧАН | НЕТАЧАН | (2,2-дихлорпентан) |
| б) 2-етилхексан | ТАЧАН | НЕТАЧАН | (3-метилхептан) |
| в) 2-метилциклохексен | ТАЧАН | НЕТАЧАН | (1-метилциклохексен) |
| г) 4-етил-1,2-диметилбензен | ТАЧАН | НЕТАЧАН | |
| д) дифенилметанон | ТАЧАН | НЕТАЧАН | |
| ђ) циклохексанал | ТАЧАН | НЕТАЧАН | (циклохексанкарбалдехид) |

20. Два производа су хидрокси-алдехиди (алдоли) настали кондензацијом пропанала и бензалдехида у једном случају и два молекула пропанала у другом случају. Дехидратацијом ова два једињења настају преостала два производа.

