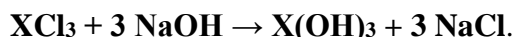


ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

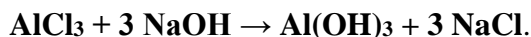
1. март 2020. године

ДЕТАЉНА РЕШЕЊА ЗА VIII РАЗРЕД

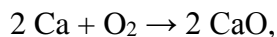
1. Распоред електрона по енергетским нивоима атома елемента X је K – 2, L – 8, M – 3. Атом елемента X има три валентна електрона, те је он метал, а валенца му **III**. Имајући на уму да је валенца кисеоника у оксидима II, а валенца хлора у хлоридима I, формуле оксида и хлорида елемента X морају бити X_2O_3 и XCl_3 . Хлорид са натријум-хидроксидом реагује реакцијом двоструке измене у којој се ствара хидроксид елемента X:



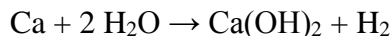
Елемент X је заправо алуминијум те се једначина може написати у следећем облику:



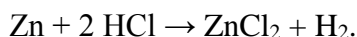
2. Калцијум је земноалкални метал, а валенца у свим једињењима му је **II**. У реакцији са кисеоником (сагоревање) даје одговарајући оксид:



те је **A = CaO**. С водом земноалкални метали реагују уз ослобађање водоника:



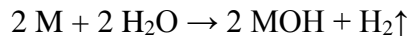
Калцијум-хидроксид не може настати у реакцији неког једињења са хлороводоничном киселином, те мора бити **B = Ca(OH)₂**, а **V = H₂**. Пошто су производи реакције Г са HCl водоник и цинк-хлорид, следи да је **Г = Zn**, односно у питању је реакција металног цинка са хлороводоничном киселином:



Једина со у шеми је цинк-хлорид. Једначина електролитичке дисоцијације цинк-хлорида је:



3. Алкални метали реагују бурно с водом дајући одговарајуће металне хидроксиде и гасовити водоник. Општа једначина реакције је:



Из услова задатка сазнајемо да је маса издвојеног водоника 0,47 g, а количина водоника је онда:

$$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{0,47 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,235 \text{ mol}.$$

Стехиометријски однос метала и водоника је 2:1, а из њега добијамо количину метала:

$$n(\text{M}) : n(\text{H}_2) = 2 : 1$$

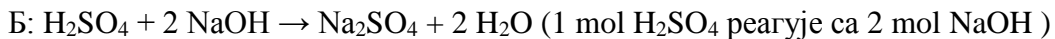
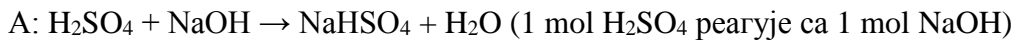
$$n(\text{M}) = 2n(\text{H}_2) = 0,47 \text{ mol}$$

Моларна маса метала М је:

$$M(\text{M}) = \frac{m(\text{M})}{n(\text{M})} = \frac{62,51 \text{ g}}{0,47 \text{ mol}} = 133 \text{ g/mol},$$

па је његова релативна атомска маса **133** (релативне вредности немају јединице). Овај метал је заправо цезијум.

4. Очигледно је да се ради о реакцији неутрализације. Међутим, пошто сумпорна киселина има два кисела водоникова атома (двобазна киселина), реакција неутрализације може тећи до стварања натријум-хидрогенсулфата (натријум-бисулфата, А) или натријум-сулфата (Б), у зависности од тога који однос количина киселине и базе је присутан:



Маса сумпорне киселине у 100 g 24,5% раствора сумпорне киселине је:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega \cdot m_r = 0,245 \cdot 100 \text{ g} = 24,5 \text{ g},$$

одакле можемо добити њену количину:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{24,5 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol}.$$

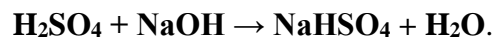
Маса натријум-хидроксида у 50 g 20% раствора натријум-хидроксида је:

$$m(\text{NaOH}) = \omega \cdot m_r = 0,2 \cdot 50 \text{ g} = 10 \text{ g},$$

одакле можемо добити његову количину:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{10 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol}.$$

Количински однос у којем су помешани сумпорна киселина и натријум-хидроксид је $0,25 \text{ mol} : 0,25 \text{ mol} = 1:1$, тако да се приликом мешања раствора догађа реакција неутрализације сумпорне киселине натријум-хидроксидом до натријум-хидрогенсулфата:



5. а) Неки од алотропа угљеника су графит, дијамант и фулерен. Графит и дијамант сачињавају огромне мреже везаних атома угљеника. Фулерен чине засебни молекули, али у њима се налази 60 атома угљеника. Ни у једном од својих алотропа угљеник не постоји у облику осмоатомних молекула. Један од алотропа сумпора јавља се у виду осмоатомних молекула. Овај исказ је нетачан (**Н**).

б) Озон је алотроп кисеоника у чијим молекулима постоје три атома (O_3). Количина озона у 19,2 g је:

$$n(O_3) = \frac{m(O_3)}{M(O_3)} = \frac{19,2 \text{ g}}{48 \text{ g/mol}} = 0,4 \text{ mol},$$

а број молекула у 0,4 mol је:

$$N(O_3) = n(O_3) \cdot N_A = 0,4 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 2,4 \cdot 10^{23}.$$

Овај исказ је тачан (**T**).

в) Амонијак није састојак киселих киша. Он је база и не би могао да буде у присуству киселина а да не реагује с њима. Овај исказ је нетачан (**H**).

г) Калцијумови валентни електрони су у вишем енергетском нивоу у односу на магнезијумове, и тиме је привлачење између њих и позитивног језгра мање. Приликом стварања јонске хемијске везе они се лакше одводе, а то значи да је калцијум реактивнији од магнезијума. Пораст реактивности у групама Периодног система уочава се и код алкалних и земноалкалних метала. Ово се често демонстрира на примеру реакције алкалних метала са водом, при чему се види огромна разлика у реактивности литијума и цезијума. Овај исказ је тачан (**T**).

д) Амалгамима називамо легуре живе са другим металима. Овај исказ је тачан (**T**).

6. Да би со приликом електролитичке дисоцијације давала два бута више катјона него анјона она мора бити облика M_2A , односно валенца киселинског остатка A мора бити двоструко већа од валенце метала M . Ако разматрање почнемо од натријум-хидроксида, као киселина у обзир може доћи само сумпорна киселина. Магнезијум-хидроксид би захтевао киселину с четворовалентним киселинским остатком. За калијум-хидроксид важи исто што и за натријум хидроксид, односно пар му може бити само сумпорна киселина. Дакле, могући парови су $NaOH-H_2SO_4$ и $KOH-H_2SO_4$, а неутралне соли које дају Na_2SO_4 и K_2SO_4 . Једначине њихове електролитичке дисоцијације су:



7. Негашени креч је калцијум-оксид, CaO , а кречњак је калцијум-карбонат, $CaCO_3$. Жарењем се калцијум-карбонат разлаже по реакцији:



док се калцијум-оксид не мења. Дакле, смањење масе потиче само од реакције разлагања калцијум-карбоната, и то због настанка гасовитог угљеник(IV)-оксида. Узмимо да смо имали 100 g смеше калцијум-оксида и калцијум-карбоната. У том случају маса се приликом жарења смањи за 3,3 g, а то је маса насталог угљеник(IV)-оксида. Помоћу ње стехиометријски можемо доћи до масе калцијум-карбоната која је била присутна у узорку:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{3,3 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0,075 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,075 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = (0,075 \text{ mol}) \cdot (100 \text{ g/mol}) = 7,5 \text{ g.}$$

Пошто је укупна маса смеше 100 g, у њој постоји 7,5 g калцијум-карбоната и 92,5 g калцијум-оксида. Масени удео калцијум-оксида (негашеног креча) у узорку је:

$$\omega(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{m(\text{CaO}) + m(\text{CaCO}_3)} = \frac{92,5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \mathbf{92,5\%}.$$

8. Почнимо од реакције $2 \text{ Na} + 2 \text{ A} \rightarrow 2 \text{ B} + \text{ C}$. С таквим стехиометријским односима алкални метали реагују са водом ($2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{ H}_2$). На ово указује и чињеница да се једињење Ц може у реакцији са Г превести до А, као и да А реагује са натријум-оксидом дајући два молекула Б. Дакле, **А = H₂O**, **Б = NaOH** и **Ц = H₂**. Из друге реакције видимо да Г реагујући са H₂ даје воду, па следи **Г = O₂** ($2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$). Исто можемо закључити и из треће реакције, где натријум реагује са Г дајући натријум-оксид ($4 \text{ Na} + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Na}_2\text{O}$). Коначно, натријум-оксид реагује са водом (А) дајући натријум-хидроксид (Б), што потврђује претходне претпоставке.

9. Угљен-диоксид није токсичан при малим концентрацијама (сетите се да пијемо газирану воду). Азот из ваздуха је врло нереактиван, па не може реаговати са угљен-диоксидом. Иако је угљен-моноксид врло токсичан, он не може настати из угљен-диоксида изузев при врло високим температурама. Угљен-диоксид има већу густину од ваздуха (има молекулску масу већу од кисеоника и азота) и када се велика количина овог гаса ослободи, попут поменутог догађаја у Камеруну, падајући у приземне слојеве атмосфере истиснуће кисеоник, гас који је људима и животињама неопходан за дисање. Тачан одговор је г. Ово својство угљен-диоксида обично се објашњава примером Пасје пећине надомак Напуља. У овој пећини се нагомилава угљен-диоксид у таквој количини да мале животиње (попут паса) не могу да преживе у њој, док људи могу слободно да је посете.

10. У колони А налазе се два елемента (хлор и јод), два једињења (сода бикарбона и калијум-перманганат) и смеша (прашак за пециво). Хлор је на собној температури зелени гас, а јод чврста супстанца сиве боје. Прашак за пециво је смеша натријум-хидрогенкарбоната (натријум-бикарбоната, соде бикарбоне), калијумове соли винске киселине и скроба. Сода бикарбона (натријум-хидрогенкарбонат) је прашкасто бело једињење, а калијум-перманганат (хиперманган) изразито љубичасто обојено једињење.

11. Да би се неки гас хватао под водом (сакупљао у стакленој посуди која је уроњена у воду) он не сме реаговати с водом. С водом реагују анхидриди киселина (кисели оксиди) као што су CO₂ и SO₂ (анхидриди H₂CO₃ и H₂SO₃). Азот(IV)-оксид (азот-диоксид) формално није анхидрид ни једне киселине, али у реакцији са водом даје азотну и азотасту киселину ($2 \text{ NO}_2 + \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{ HNO}_3 + \text{ HNO}_2$), па га често зову „мешовитим анхидридом”. Он је и састојак

киселих киша. Азот(II)-оксид не реагује с водом и може се хватати под водом. Тачан одговор је **б**.

12. Да би оксид имао једнаке масене уделе елемената који га изграђују довољно је проверити да ли је збир маса атома два елемента једнак (у супротном ни масени удели не могу бити једнаки).

CO ₂	C: 12 g/mol, O: 2·16 g/mol = 32 g/mol
CO	C: 12 g/mol, O: 16 g/mol = 16 g/mol
NO ₂	N: 14 g/mol, O: 2·16 g/mol = 32 g/mol
NO	N: 14 g/mol, O: 16 g/mol = 16 g/mol
SO ₂	S: 32 g/mol, O: 2·16 g/mol = 32 g/mol
SO	S: 32 g/mol, O: 16 g/mol = 16 g/mol

Видимо да је то случај само код SO₂, тако да је тачан одговор **д**.

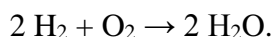
13. Неутралне соли бабра(II) садрже Cu²⁺ јон, а базне соли (CuOH)⁺ јон (формално настао уклањањем једног хидроксидног јона из бакар(II)-хидроксида, Cu(OH)₂). Формула базног карбоната (CO₃²⁻) била би дакле (CuOH)₂CO₃ (или Cu₂CO₃(OH)₂). Ово једињење познато је и као малахит. Оно садржи два атома бабра, један атом угљеника, пет атома кисеоника и два атома водоника. Масени удели бабра и угљеника у њему су:

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{2A_r(\text{Cu})}{2A_r(\text{Cu}) + A_r(\text{C}) + 5A_r(\text{O}) + 2A_r(\text{H})} = \frac{2 \cdot 64}{2 \cdot 64 + 12 + 5 \cdot 16 + 2 \cdot 1} = \frac{128}{222} = \mathbf{57,7\%},$$

$$\omega(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{2A_r(\text{Cu}) + A_r(\text{C}) + 5A_r(\text{O}) + 2A_r(\text{H})} = \frac{12}{222} = \mathbf{5,4\%}.$$

14. Раствори **неелектролита** (г) не проводе електричну струју. Такав је водени раствор **етанола** (а) који не подлеже електролитичкој дисоцијацији. Раствори **јаких електролита** одлично проводе електричну струју (д). Такав је раствор **калијум-јодида**, соли растворне у води, која у потпуности дисосује дајући у воденом раствору јоне као носиоце наелектрисања. Раствори **слабих електролита** такође проводе електричну струју (ђ), али не онолико колико то чине раствори јаких електролита. Слабе киселине попут **угљене киселине** (в) су слаби електролити.

15. Реакција водоника и кисеоника у којој настаје вода је:



Изрчунајмо која маса кисеоника је неопходна да би 2 g водоника у потпуности изреаговало:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{2 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) : n(\text{O}_2) = 2 : 1$$

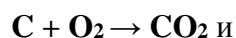
$$n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{2} = 0,5 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = (0,5 \text{ mol}) \cdot (32 \text{ g/mol}) = 16 \text{ g.}$$

Пошто је за реакцију на располагању само 8 g кисеоника, реакција ће стати кад се утроши сав кисеоник (кисеоник је лимитирајући (ограничавајући) реактант, односно водоник је присутан у вишку). Тачан одговор је **а**.

16. Јонска веза јавља се у следећим једињењима: KBr (K^+Br^-), NaOH (Na^+OH^-), NH_4NO_3 ($\text{NH}_4^+\text{NO}_3^-$), MgI_2 ($\text{Mg}^{2+}(\text{I}^-)_2$). Из састава јона видимо да су KBr и MgI_2 једињења у којима се јавља искључиво јонска веза, док су NaOH и NH_4NO_3 једињења у којима се јавља и јонска и ковалентна веза, и то јер у њиховим вишатомним јонима постоји ковалентна веза (OH^- , NH_4^+ , NO_3^-). Искључиво ковалентна једињења су O_3 и N_2O_5 .

17. Валенца кисеоника је II, па валенца угљеника и сумпора у насталим оксидима мора бити IV, а ти оксиди су CO_2 и SO_2 . Одговарајуће једначине реакција су:



18. а) N_2O (азот(I)-оксид) није анхидрид ни једне киселине и не реагује са водом. **Нема реакције.**

б) Na_2O (натријум-оксид) као оксид алкалног метала је базни оксид и с водом даје одговарајући хидроксид:

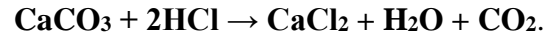
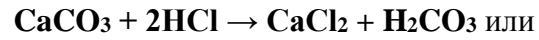


в) SO_3 (сумпор(VI)-оксид) је анхидрид сумпорне киселине и даје ту киселину у реакцији с водом:



г) CO (угљеник(II)-оксид, угљен-моноксид) није анхидрид ни једне киселине и не реагује са водом. **Нема реакције.**

19. Калцијум-карбонат из љуске реагује с хлороводоничном киселином реакцијом двоструке измене приликом које настају калцијум-хлорид и угљена киселина. Само врло мала количина угљене киселине постоји у раствору, јер се већина распада на угљен-диоксид (који испарава и одлази из суда у којем се одвија реакција) и воду. Тачни одговори су:



20. Једињења с разгранатим низом садрже бар један угљеник за који су везана за бар три друга угљеникова атома. Једино једињење које садржи и двоструку везу и гранање у својој структури приказано је под **в**.

