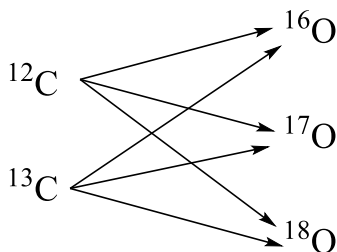


ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

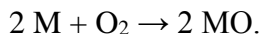
3. март 2019. године

ДЕТАЉНА РЕШЕЊА ЗА VIII РАЗРЕД

1. Сваки од два изотопа угљеника може се спарити са сваким од три изотопа кисеоника (види шему испод), тако да постоји **шест** различитих молекула угљеник(II)-оксида у природи, а то су: $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{17}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$, $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}^{17}\text{O}$ и $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$.



2. У реакцији земноалкалних метала са кисеоником настају оксиди формуле MO:



Из једначине реакције добија се:

$$n(\text{M}) : n(\text{MO}) = 2 : 2 ,$$

односно

$$n(\text{M}) = n(\text{MO}) .$$

Из ове једнакости може се добити једначина са једном непознатом, моларном масом метала M, $M(\text{M})$:

$$\frac{m(\text{M})}{M(\text{M})} = \frac{m(\text{MO})}{M(\text{MO})}$$

$$\frac{30,14 \text{ g}}{M(\text{M}) \text{ g/mol}} = \frac{33,66 \text{ g}}{(M(\text{M}) + 16) \text{ g/mol}}$$

одакле се даље добија:

$$3,52M(\text{M}) = 482,24$$

па је $M(\text{M}) = 137 \text{ g/mol}$ (метал је баријум). Бројчане вредности моларне масе и релативне атомске масе су једнаке, с тим да релативна атомска маса нема јединицу. Тачан одговор је дакле $A_r(\text{M}) = 137$.

Напомена: До једнакости количина метала и оксида може се доћи и без писања једначине реакције јер једна формулска јединка оксида садржи један атом метала. Задатак се може решити и поређењем количина метала или оксида са количином изреаговалог кисеоника. Количина изреаговалог кисеоника може се добити из разлике маса оксида и метала.

3. Сви метали проводе електричну струју (алуминијум, гвожђе и магнезијум). Исто важи и за легуре два метала (месинг). Неметали по правилу не проводе електричну струју (сумпор, хлор), а значајан изузетак је графит. Водени раствори електролита проводе струју (водени раствор калијум-хлорида), док водени раствори неелектролита не проводе струју (водени раствор шећера). Дакле, једино у одговору под **а**) су дате две супстанце које проводе електричну струју.

4. Према условима задатка, дуралуминијум садржи 12% бакра и 88% алуминијума. Маса дуралуминијума која се може справити из датих маса чистих метала ограничена је масом једног метала, док је други метал у вишку. Метал у вишку се може одредити на више начина. На пример, могуће је израчунати масу алуминијума која је неопходна за сједињавање са 20 kg бакра како би се добио дуралуминијум овог садржаја:

$$m(\text{Cu}) : m(\text{Al}) = \%(\text{Cu}) : \%(\text{Al})$$

$$(20 \text{ kg}) : m(\text{Al}) = 12 : 88$$

$$m(\text{Al}) = 146,67 \text{ kg}$$

Дакле, за припремање дуралуминијума из 20 kg бакра неопходно је 146,67 kg алуминијума. Пошто располажемо са само 100 kg алуминијума, бакар је метал у вишку, а прорачун се мора вршити на основу алуминијума. Маса дуралуминијума лако се добија из масеног удела алуминијума:

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{дуралуминијум})}$$

$$m(\text{дуралуминијум}) = \frac{m(\text{Al})}{\omega(\text{Al})} = \frac{100 \text{ kg}}{0,88} = 113,64 \text{ kg} \approx \mathbf{113,6 \text{ kg}}$$

5. Базне оксиде могу градити само метали. Хлориди су соли хлороводоничне киселине, HCl. Литијум као алкални метал гради хлорид формуле LiCl, а калцијум као земноалкални метал гради хлорид формуле CaCl₂. Тачан одговор је, дакле, г).

6. Маса алуминијум-хлорида (AlCl₃) у раствору добија се као:

$$m(\text{AlCl}_3) = m_p \cdot \omega(\text{AlCl}_3) = (50,0 \text{ g}) \cdot 0,264 = 13,2 \text{ g}$$

одакле се може добити његова количина:

$$n(\text{AlCl}_3) = \frac{m(\text{AlCl}_3)}{M(\text{AlCl}_3)} = \frac{13,2 \text{ g}}{(27 + 35 \cdot 3) \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$$

Алуминијум-хлорид је једињење растворно у води (електролит) и дисосује према једначини:



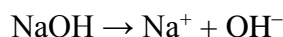
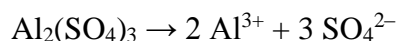
Из једначине реакције електролитичке дисоцијације види се да једна формулска јединка ове соли дисосује на четири јона, један алуминијумов катјон и три хлоридна анјона. Укупна количина јона у раствору је дакле:

$$n_{\text{јона}} = n(\text{AlCl}_3) \cdot 4 = (0,1 \text{ mol}) \cdot 4 = 0,4 \text{ mol}.$$

Број јона добија се множењем ове вредности са Авогадровом константом:

$$N_{\text{јона}} = n_{\text{јона}} \cdot N_{\text{А}} = (0,4 \text{ mol}) \cdot \left(6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \right) = 2,4 \cdot 10^{23}.$$

7. Јаки електролити су јаке базе, јаке киселине и растворне соли. Амонијак је слаба база, сирћетна киселина и угљена киселина су слабе киселине. Натријум-хидроксид је јака база, а алуминијум-сулфат со растворна у води, па су тачни одговори **в** и **д**, а једначине електролитичке дисоцијације:



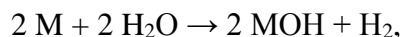
8. Неопходно је упоредити број анјона у једној формулској јединки.

а)	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	>	CaCO_3	(3, 1)
б)	ZnCl_2	=	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	(2, 2)
в)	NaHCO_3	<	FeCl_3	(1, 3)
г)	NaCl	=	Na_2SO_4	(1, 1)

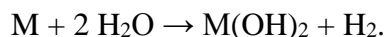
9. Укупна количина слатке воде је $100 - 97 = 3\%$. Од тих 3% , неупотребљиво је $77 + 11 = 88\%$, а употребљиво је $100 - 88 = 12\%$. Удео употребљиве слатке воде је $\frac{3}{100} \cdot \frac{12}{100} = 0,0036$, што је **0,36%**.

10. Једињења која су неелектролити у воденом раствору су присутна у облику неутралних молекула, и зато њихови раствори не проводе струју. **Супстанца А је неелектролит.** Раствори електролита садрже јоне, због чега проводе струју. Јаки електролити су у потпуности дисосовани и присутни у облику јона, док су слаби електролити делимично дисосовани. Због овог раствори јаких електролита боље проводе струју. **Супстанца Б је јак електролит, а супстанца В је слаб електролит.**

11. Алкални метали (Na, K, Rb) и земноалкални метали (Ca) лако реагују са водом, док племенити метали (Au) не реагују са водом. Алкални метали реагују са водом по једначини:



а земноалкални по једначини:



Из једначина се може закључити да један мол алкалног метала даје пола мола водоника, док један мол земноалкалног метала даје један мол водоника. У случају узорка алкалних метала истих маса, највећа количина ослобођеног гаса одговараће алкалном металу са најмањом моларном масом (јер је она обрнуто пропорционална количини), а то је натријум (23). Може се израчунати количина издвојеног водоника у случају реакције 1,0 g натријума са водом:

$$n(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{1,00 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}} = 0,043 \text{ mol}$$

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

$$n(\text{H}_2) = \frac{n(\text{Na})}{2} = 0,0215 \text{ mol}$$

Количина водоника у случају реакције 1,0 g калцијума са водом добија се на сличан начин:

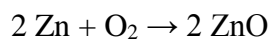
$$n(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{1,00 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,025 \text{ mol}$$

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

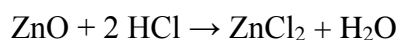
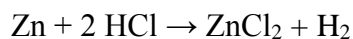
$$n(\text{H}_2) = n(\text{Ca}) = 0,025 \text{ mol}$$

Знајући да сви остали алкални метали производе мање количине водоника од натријума, и знајући да калцијум даје више водоника од узорка натријума исте масе ($0,025 > 0,0215$), јасно је да највећу количину гаса даје калцијум. Како је запремина пропорционална количини, тачан одговор је **в**).

12. а) Цинк као двовалентни метал реагује са кисеоником дајући оксид ZnO:



б) Стајањем на ваздуху, чист цинк се преводи у смешу цинка и цинк-оксида. Оба реагују са хлороводоничном киселином, али само цинк уз издвајање водоника:



Из количине издвојеног водоника може се израчунати маса металног цинка у смеси:

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

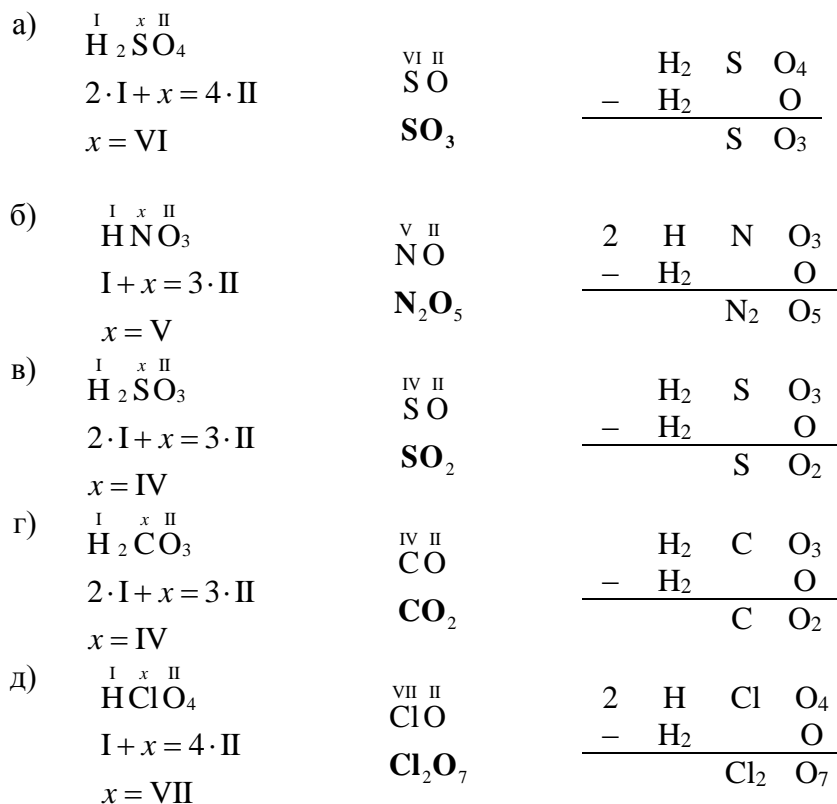
$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 0,150 \text{ mol}$$

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = (0,150 \text{ mol}) \cdot (65 \text{ g/mol}) = 9,75 \text{ g/mol},$$

а затим и масени удео цинка у смеши:

$$\omega(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m_{\text{смеша}}} = \frac{9,75 \text{ g}}{10,0 \text{ g}} = \mathbf{97,5\%}.$$

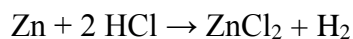
13. Формуле анхидрида киселина могу се одредити израчунавањем валенце присутног неметала, а затим писањем његовог оксида, или „одузимањем воде”.



14. Уколико катјон садржи три електрона мање него протона, он је три пута позитивно наелектрисан, односно поседује валенцу III. Пошто су натријум и калијум као алкални метали једновалентни, а калцијум као земноалкални метал двовалентан, једино једињење са тровалентним катјоном је алуминијум-бромид, односно одговор **а**).

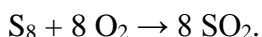
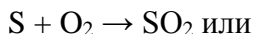
15. Шећер као органско једињење садржи атом угљеника у својој структури. Калцијум-карбонат (CaCO₃) садржи угљеник. Челик је легура гвожђа и угљеника, а понекад и још неких елемената. Графит је алотропска модификација угљеника. Гипс је калцијум-сулфат дихидрат (CaSO₄·2H₂O), па он не садржи угљеник; тачан одговор је **д**).

16. Са разблаженом хлороводоничном киселином реагују и гвожђе и алуминијум и цинк, али не и сребро (племенити метал). Гвожђе се јавља у својим једињењима у валенцама II и III, алуминијум је увек тровалентан, а цинк увек двовалентан, те цинк једини испуњава услове задатка (**в**). Цинк са хлороводоничном киселином даје цинк-хлорид и гасовити водоник који се хвата у балону:



17. У цикличним структурама угљеникови атоми затварају прстенове, док прстенова нема у ацикличним структурама. У неразгранатим ацикличним структурама угљеникови атоми повезани су у линеарном низу, док се у разгранатим ацикличним структурама на таквим низовима јављају „рачве”, додатни угљеникови атоми. **Структуре а и д** садрже прстен (**цикличне структуре**), **структура б** састоји се из линеарног низа угљеникових атома (**неразграната ациклична**), а **структуре в и г** у себи садрже „рачве” (**разгранате ацикличне**).

18. Сумпор (S или S₈) при сагоревању реагује са кисеоником дајући SO₂:



Количина сумпора у 3,2 g је:

$$n(S) = \frac{3,2 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}.$$

Количина кисеоника неопходна да сагори ту количину сумпора је:

$$n(S) = n(O_2) = \mathbf{0,1 \text{ mol}}$$

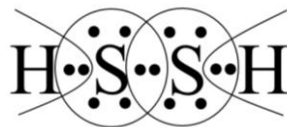
па је 0,05 mol кисеоника недовољно и тачан одговор је **НЕ**.

Напомена: До истих закључака и одговора долази се и уз помоћ једначине реакције у којој се јавља S₈.

19. Атом водоника садржи један валентни електрон (K – 1), а атом сумпора 6 (K – 2, L – 8, M – 6). Из Луисових симбола ова два елемента може се закључити да сумпор може да веже два водоникова атома (приликом чега сумпор остварује електронски октет, а водоник електронски дублет), али ово једињење садржи само осам валентних електрона (сумпороводоник, водоник-сулфид, H₂S).



Начин да се овај број повећа је да се за атом сумпора уместо атома водоника веже још један атом сумпора, за који би онда морао да се веже још један атом водоника. Ово је једина могућа комбинација атома водоника и сумпора која даје једињење са 14 валентних електрона (2·1 + 2·6). Ово једињење (H₂S₂) се зове водоник-дисулфид или водоник-персулфид.



20. У складу са начелом да се „слично у сличном раствара”, етанол и вода као поларни растварачи међусобно се мешају, док се *n*-хексан као неполаран растварач не меша ни са етанолом, ни са водом. Имајући ово на уму, тачан одговор може бити само епрувета где се у истом слоју налазе етанол и вода (б и в). Знајући још да *n*-хексан има мању густину и од воде и од етанола, он мора бити горњи слој, јер је лакши од смеше етанола и воде. Тачан одговор је **в**.