

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
Београд, 12.05.2018.

Тест за II разред средње школе

Име и презиме

Место и школа

Разред

Име и презиме професора

Не отварајте добијени материјал док Вам се не каже да то учините. Радите пажљиво! У прилогу се налази чиста хартија на којој треба да рачунате. Означите своја рачунања на хартији редним бројем задатка да би комисија могла да прати ваш рад.

РЕЗУЛТАТЕ ОБАВЕЗНО УПИШИТЕ У МЕСТА КОЈА СУ ЗА ТО ПРЕДВИЂЕНА
КОД СВАКОГ ЗАДАТКА!

Заокружене вредности које треба употребити код решавања задатака:

Релативне атомске масе: H=1; He = 4; Li=7; B=11; C=12; N=14; O=16; F=19;
Ne = 20; Na=23; Mg=24; Al=27; Si=28; P=31; S=32; Cl=35,5; Ar = 40; K=39; Ca=40;
Ti=48; Cr=52; Mn=55; Fe=56; Co=59; Ni=59; Cu=64; Zn=65; Ge=73; As=75; Br=80;
Kr = 84; Rb=85; Sr=88; Y=89; Mo=96; Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131;
Cs=133; Ba=137; Pt=195; Hg=201; Pb=207; Bi=209; Rn = 222; Ra=226; U=238

Нормални услови: температура = 0°C; притисак 101,3 kPa.

Молска запремина: 22,4 dm³/mol при нормалним условима.

Авогадров број: 6,0x10²³

Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Силицијум(IV)-хлорид и силицијум(IV)-флуорид имају различито понашање при хидролизи. Силицијум(IV)-хлорид је течност, која као један од производа хидролизе гради јаку једнобазну киселину. Та реакција се може запазити и кад силицијум(IV)-хлорид стоји на ваздуху, при чему се у контакту са влагом из ваздуха гради аеросол па се ова супстанца користи за стварање димних завеса. Силицијум(IV)-флуорид је гас, који при хидролизи гради врло јаку двобазну киселину. Та киселина не садржи ниједну везу Si–O. Напишите једначине реакција хидролизе ова два силицијум(IV)-халогенида.
-
-

2. Колика минимална маса угљеника је неопходна да при потпуном сагоревању обезбеди довољно енергије за отапање 1,00 kg леда? Дати су следећи термохемијски подаци:



$$m = \text{_____ g}$$

(1 дец.)

3. Два суда, први запремине 35,0 dm³ и други запремине 65,0 dm³, спојена су цевчицом занемарљиве запремине. Уколико се температура у првом одржава на 100 °C, а у другом на 0 °C, и ако се у тако спојеним судовима налази 4,50 mol идеалног гаса, колики је притисак у систему након успостављања равнотеже?

$$p = \text{_____ kPa}$$

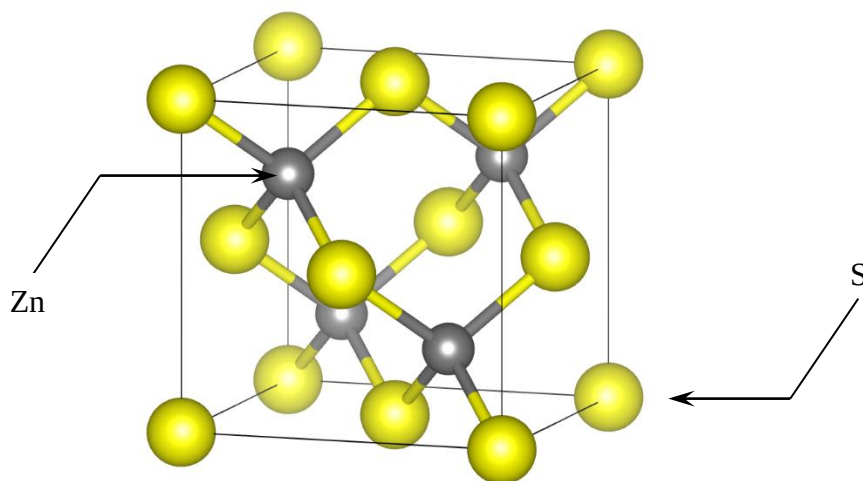
(цео број)

4. Густина металног цезијума је 1,87 g/cm³. Израчунати атомски полупречник цезијума ако његови атоми чине 68,0% простора у кристалној решетки. Третирати атоме као лопте.

$$r = \text{_____ pm}$$

(цео број)

5. Цинк-сулфид кристалише у кубном кристалном структурном типу приказаном испод, а сродном структури дијаманта.



- а) Одредити координационе бројеве (КБ) цинка и сумпора у овој кристалној структури.

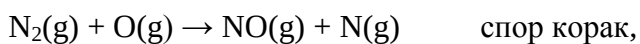
КБ(Zn) = _____

КБ(S) = _____

- б) Израчунати густину цинк-сулфида ако је дужина ивице јединичне ћелије $5,406 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

$\rho = \frac{\text{_____}}{\text{(2 дец.)}} \text{ g/cm}^3$

6. Азот-моноксид може се добити директном реакцијом азота и кисеоника на високим температурама. Предложен је следећи механизам за ову реакцију:



Написати израз за брзину ове реакције који следи из оваквог механизма.

$v = \text{_____}$

7. У раствору који је добијен по додатку $50,0 \text{ cm}^3$ раствора калијум-хидроксида концентрације $0,100 \text{ mol/dm}^3$ у 100 cm^3 раствора који садржи $0,456 \text{ g}$ гликолне киселине (HOCH_2COOH), pH износи $4,53$. Колико износи константа киселости гликолне киселине?

$$K_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

(2 дец. x експ.)

8. Једног зимског дана на $-5,0^\circ\text{C}$ аутомобилска гума надувана је на $2,50 \text{ bar}$ ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$). Колики ће бити притисак у истој гуми лети, на $35,0^\circ\text{C}$, у kPa? Претпоставити да та гума не пушта ваздух и да се њена запремина не мења.

$$p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kPa}$$

(цео број)

9. Гаетале је најсланије језеро на свету. Налази се у пустињи Данакил на северу Етиопије, изнад једног термалног извора, па је температура у њему око $50\text{--}60^\circ\text{C}$. Због велике количине растворених соли вода у њему је врло густа ($\rho = 1,42 \text{ g/cm}^3$), а становници оближњег села користе је у козметичке сврхе. Јони одговорни за њен салинитет су Ca^{2+} , Mg^{2+} и Cl^- , док су количине осталих јона занемарљиве. Утврђено је да су $[\text{Ca}^{2+}] = 3,91 \text{ mol/dm}^3$ и $[\text{Mg}^{2+}] = 2,13 \text{ mol/dm}^3$. Салинитет се обично изражава као масени удео укупних растворених соли у сланој води, и то у процентима. Колико износи салинитет језера Гаетале?

$$\underline{\hspace{2cm}} \%$$

(1 дец.)

10. На собној температури, супстанце А, Б и В су безбојне, нерадиоактивне течности које не проводе електричну струју. При некој нижој температури све супстанце очвршћавају, а кристалић супстанце А тоне у течности Б која је на собној температури. Том приликом се добија смеша три супстанце А, Б и Г. Смеша А, Б и Г се добија и мешањем истих количина течних А и Б, при чему је молски однос насталих А, Б и Г = $1 : 1 : 2$. Супстанца Г се не може добити у чистом стању у течном агрегатном стању. Направљени су раствори исте концентрације NaOH у течностима А, Б и В и подвргнути електролизи са инертним електродама. Однос маса гасова који су се издавајали на катодама и анодама се разликовао од раствора до раствора, а у случају раствора NaOH у В тај однос није био сталан током времена. Максимална вредост тог масеног односа за раствор В није прелазила $1 : 9$ ни при дужем трајању електролизе. Идентификовати супстанце А, Б, В и Г.

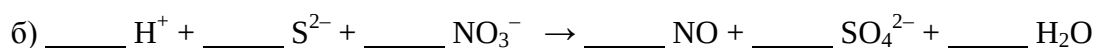
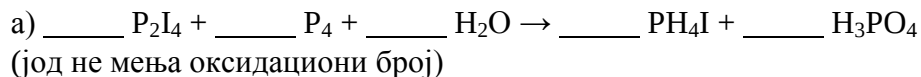
$$A = \underline{\hspace{2cm}} \quad B = \underline{\hspace{2cm}} \quad V = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Gamma = \underline{\hspace{2cm}}$$

11. У реакцији метала М и гасовитог хлора настаје само један производ, хлорид метала М. У табели испод дате су масе хлорида добијеног у огледима са различитим масама метала М и запремине гасовитог хлора (при нормалним условима).

М (g)	Cl ₂ (dm ³)	хлорид (g)
20,0	90,0	98,9
30,0	80,0	148,3
40,0	70,0	197,8
50,0	60,0	238,4
60,0	50,0	198,6
70,0	40,0	158,9
80,0	30,0	119,2

Одредити формулу хлорида метала М.

12. Изједначити следеће једначине оксидоредукције уписивањем одговарајућих коефицијената.



13. Колико износи Де Бројева (De Broglie) таласна дужина неутрона који се креће брзином од 120 km/s? Маса неутрона је 1,675 · 10⁻²⁷ kg.

$$\lambda = \text{_____ m}$$

(1 дец. x експ.)

14. Смеша CuSO₄·5H₂O и FeSO₄·7H₂O масе 1,202 g растворена је у води. Добијеном раствору додат је вишак раствора баријум-хлорида. Маса добијеног талога износила је 1,086 g. Одредити масени процентни садржај почетне смеше.

$$\omega(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \text{_____ \%} \quad \omega(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \text{_____ \%}$$

(1 дец.)

(1 дец.)

15. Ако је молски удео неке киселине у њеном воденом раствору 0,0667, а њен масени удео у истом раствору 0,200, колика је моларна маса те киселине?

$$M = \text{_____ g/mol}$$

(1 дец.)

16. Заокружити слово испред тачне тврдње (тачних тврдњи).

- а) Угао O–S–O веза код сумпор(VI)-оксида је нешто већи него код сумпор(IV)-оксида.
- б) Дужина везе у молекулу кисеоника (O₂) већа је од оне у пероксидном јону (O₂²⁻).
- в) Хемијска веза у молекулу PCl₅ може се објаснити правилом октета.
- г) Јонски полупречник O²⁻ већи је од јонског полупречника F⁻.
- д) F⁻ лакше прима електрон него O⁻.

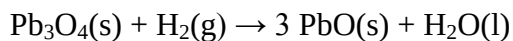
17. Испитивана је кинетика хемијске реакције између две супстанце, А и Б. Уочено је да је брзина реакције пропорционална концентрацији А при свим испитаним концентрацијама. При врло ниским концентрацијама супстанце Б брзина реакције била је пропорционална концентрацији Б, али при већим концентрацијама постаје независна од концентрације Б. Које од предложених објашњења је исправно? Заокружити тачан одговор.

- а) Б реагује са А пре најспоријег корака реакције.
- б) У изразу за брзину хемијске реакције појављује се члан [Б]⁻¹.
- в) А и Б реагују у стехиометријском односу 1:2.
- г) Ради се о хетерогеној реакционој смеши – супстанца А је у раствору или у гасовитом стању, а супстанца Б је у чврстом стању.

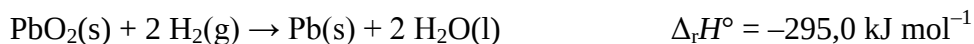
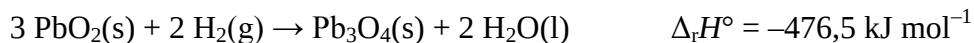
18. Извршена је анализа врло загађеног ваздуха са високим садржајем водоник-сулфида. У ту сврху, 110 dm³ ваздуха на 17 °C и 101,3 kPa пропуштано је кроз 300 cm³ стандардизованог раствора калијум-перманганата концентрације 0,0200 mol/dm³ закисељеног сумпорном киселином. Након тога, добијени раствор љубичасте боје профилиран је од талог насталог сумпора и аликвот од 50,0 cm³ титрован стандардним раствором натријум-оксалата концентрације 0,0500 mol/dm³ (што је праћено ослобађањем угљен-диоксида), при чему је утрошак титрационог средства био 31,8 cm³. Одредити запремински удео водоник-сулфида у испитиваном узорку ваздуха. Претпоставити да кисеоник из ваздуха не учествује у редокс процесима.

_____ %
(1 дец.)

19. Одредити $\Delta_r H^\circ$ реакције



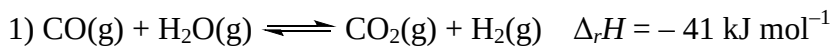
уз помоћ следећих термохемијских података:



$$\Delta_r H^\circ = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ mol}^{-1}$$

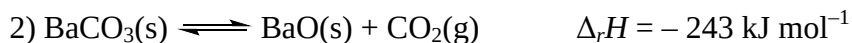
(1 дец.)

20. Размотрити утицај следећих фактора на дате хемијске равнотеже. Уписати знак „ $\rightarrow$ ” уколико се равнотежа помера удесно, „ $\leftarrow$ ” уколико се помера улево, а „ $=$ ” уколико равнотежа остаје непромењена.



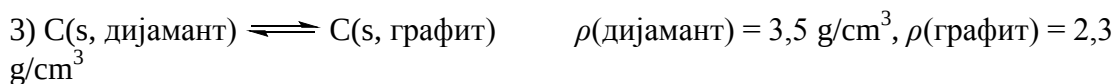
а) повећање температуре

б) повећање притиска



в) додаток BaCO_3

г) смањење притиска



д) повећање притиска

Други разред

	Поени
1. $\text{SiCl}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4 \text{HCl}$ или $\text{SiCl}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4 \text{HCl}$	1,5
$3 \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SiF}_6$ или $3 \text{SiF}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{H}_2\text{SiF}_6$	1,5
2. 10,2 g	3
3. 113 kPa	3
4. 268 pm	3
5. а) КБ(Zn) = 4, КБ(S) = 4	1,5
б) $4,09 \text{ cm}^3$	1,5
6. $v = k [\text{N}_2][\text{O}_2]^{1/2}$	3
7. $1,48 \cdot 10^{-4}$	3
8. 287 kPa	3
9. 44,8%	3
10. А = $^2\text{H}_2\text{O}$ (D_2O)	0,75
Б = $^1\text{H}_2\text{O}$	0,75
В = $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$	0,75
Г = $^1\text{H}^2\text{HO}$ (HDO)	0,75
11. AlCl_3	3
12. а) $\underline{10} \text{ P}_2\text{I}_4 + \underline{13} \text{ P}_4 + \underline{128} \text{ H}_2\text{O} \rightarrow$ $\underline{40} \text{ PH}_4\text{I} + \underline{32} \text{ H}_3\text{PO}_4$	1,5
б) $\underline{8} \text{ H}^+ + \underline{3} \text{ S}^{2-} + \underline{8} \text{ NO}_3^- \rightarrow$ $\underline{8} \text{ NO} + \underline{3} \text{ SO}_4^{2-} + \underline{4} \text{ H}_2\text{O}$	1,5
13. $3,3 \cdot 10^{-12} \text{ m}$	3
14. $\omega(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 69,6\%$, $\omega(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 30,4\%$	3
15. 63,0 g/mol	3
16. а), г)	3
17. а)	3
18. 0,12 %	3
19. $-204,8 \text{ kJ mol}^{-1}$	3

20.	а) $\leftarrow$	0,6
	б) $=$	0,6
	в) $=$	0,6
	г) $\rightarrow$	0,6
	д) $\leftarrow$	0,6