

Министарство просвете Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
Нови Пазар, 18.05.2024.

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; Be=9; 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; Pd=106; Ag=108; Cd=112; Sn=119; Sb=122; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Ce=140; Pr=141; Nd=144; W=184; Os=190; Ir=192; Pt=195; Au=197; 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: 6,0·10²³

Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62·10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА.

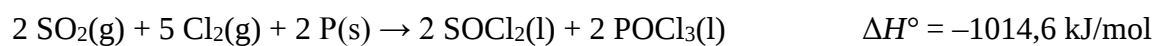
1. Израчунати pH раствора азотасте киселине концентрације $0,100 \text{ mol/dm}^3$.
 $K_a = 4,7 \cdot 10^{-4}$

$$\text{pH} = \frac{\quad}{\quad} \quad (2 \text{ дец.})$$

2. Израчунати густину у односу на водоник гасне смеше која се добија дејством вишка хлороводоничне киселине на смешу истих маса калијум-карбоната и магнезијума?

$$\frac{\rho_{\text{смеша}}}{\rho_{\text{H}_2}} = \frac{\quad}{\quad} \quad (1 \text{ дец.})$$

3. Одредити стандардну енталпију настајања фосфор(V)-оксихлорида користећи следеће термохемијске податке:



$$\Delta_f H^\circ(\text{POCl}_3(\text{l})) = \frac{\quad}{\quad} \text{ kJ/mol} \quad (1 \text{ дец.})$$

4. Колико ће натријум-сулфата декахидрата искристалисати када се 150,0 g раствора натријум-сулфата засићеног на 80 °C охлади на 20 °C? Растворљивост анхидроване соли на 20 °C износи 19,5 g/100 g H₂O, а на 80 °C износи 43,7 g/100 g H₂O.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

(1 дец.)

5. Компресиони фактор Z дефинисан је као:

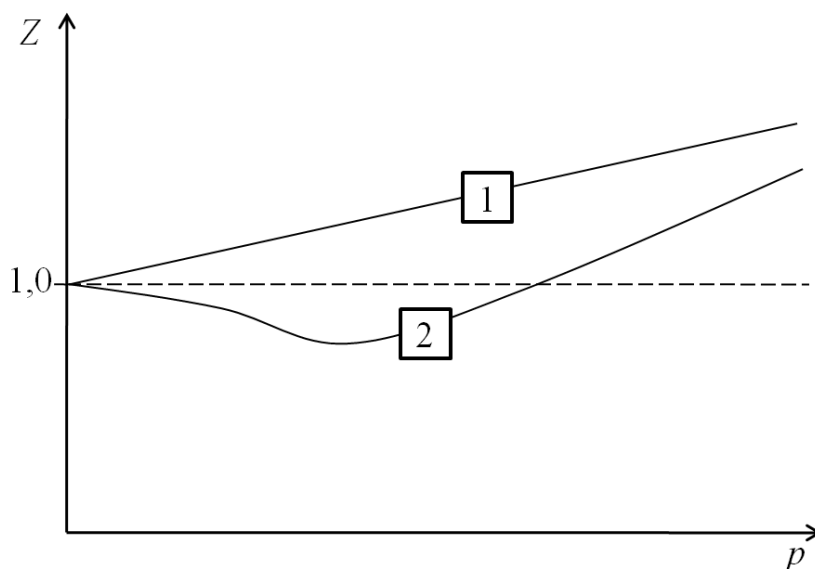
$$Z = \frac{pV}{nRT}$$

Очигледно је да је $Z = 1$ за идеалне гасове. Међутим, за реалне гасове ова вредност готово увек одступа од јединице. Једна од једначина која описује стање реалног гаса је Ван дер Валсова једначина:

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

где су a и b константе карактеристичне за сваки гас понаособ. Константа a мерило је међумолекулских сила између честица гаса, а константа b мерило је запремине самих честица гаса.

Следећи график показује зависност компресионог фактора од притиска за нека два гаса.



Заокружити „Т” ако је наведени исказ тачан, а „Н” ако је нетачан.

а) Модел идеалног гаса најбоље описује гасове на високим притисцима и ниским температурама.

Т Н

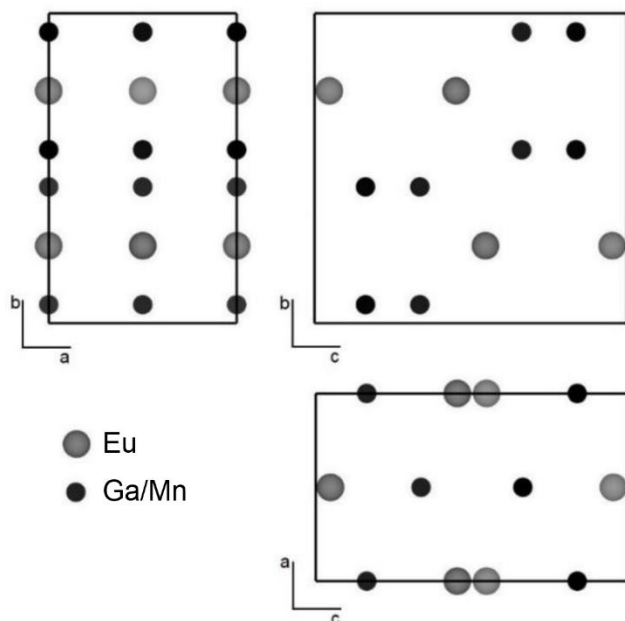
б) Ако би два гаса били хелијум и азот, гас 1 би био хелијум, а гас 2 азот.

Т Н

в) Константа b мања је за азот него за хелијум.

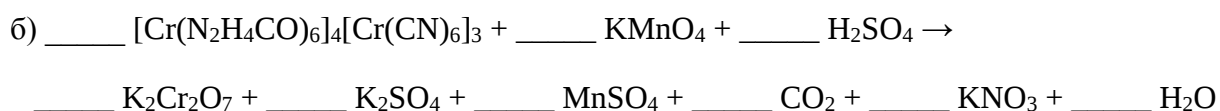
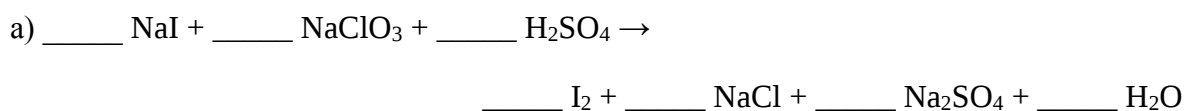
Т Н

6. На слици су приказане пројекције јединичне ћелије једног међуметалног једињења које садржи еуропијум, галијум и манган, у ab , bc и ac равнина (осе a , b и c су нормалне једна на другу). Атоми галијума и мангана могу међусобно мењати положаје, а у том случају добијају се чврсти раствори формуле $\text{EuGa}_{a-\delta}\text{Mn}_\delta$. Одредити вредност a .



$a =$ _____

7. Сређити коефицијенте у следећим једначинама реакција оксидо-редукције.



8. Монохроматска натријумова лампа ($\lambda = 589 \text{ nm}$) од 10 W претвара 60% уложене енергије у светлост. Колико фотона ствара ова лампа за $5,0 \text{ s}$?

$N =$ _____
 (1 дец. · експ.)

9. Апсорбанца раствора директно је пропорционална концентрацији апсорбујуће врсте присутне у раствору. Осмиридијум и иридосмин су легуре осмијума и иридијума које се ретко јављају у природи. Једна таква легура добија се из руде басена Витватерсранд у Јужној Африци. После флотације и концентровања добијен је прашкаст узорак масе 650 mg који садржи искључиво осмијум и иридијум. Он се преноси у тигл и додаје се довољна количина натријум-пероксида, а затим се та смеша запали тако да се догоди стапање, а добијени материјал се пренесе у чашу с нешто воде, закисели, и садржај чаше дестилује. Једино испарљиво метално једињење у чаши је осмијум-тетроксид, OsO_4 . У прихватном суду, кондензоване паре уводе се у раствор који садржи сумпор-диоксид, чиме се осмијум преводи у неиспарљив сулфит у којем је оксидациони број осмијума +6, а додатком раствора хлороводоничне киселине, тиоуреа (NH_2CSNH_2) и калај(II)-хлорида, преводи се у црвени комплекс $[\text{Os}(\text{NH}_2\text{CSNH}_2)_6]^{3+}$. Овако обрађени дестилат разблажи се дестилованом водом до црте у нормалном суду од $1,000 \text{ dm}^3$, а затим из тог раствора узме $10,00 \text{ cm}^3$, пренесе у нормални суд од $100,0 \text{ cm}^3$ који се затим допуни до црте. Мала количина овог раствора пренесе се у одговарајућу кивету и одреди апсорбанца на 480 nm помоћу спектрофотометра. Апсорбанца анализираниог раствора износила је $A = 0,737$. Раствор стандарда овог комплекса концентрације $1,12 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ даје вредност апсорбанце $A = 0,448$ у кивети истог облика на истој таласној дужини.

а) Заокружити број испред тачног исказа. У овој аналитичкој методи:

- 1) сумпор-диоксид је оксидационо средство, а калај(II)-хлорид редукционо средство,
- 2) калај(II)-хлорид је оксидационо средство, а сумпор-диоксид је редукционо средство,
- 3) и сумпор-диоксид и калај(II)-хлорид су редукциона средства,
- 4) и сумпор-диоксид и калај(II)-хлорид су оксидациона средства.

б) Израчунати процентни садржај (по маси) легуре добијене из руде. Претпоставити линеарну зависност концентрације комплексног катјона и апсорбанце у испитиваном опсегу.

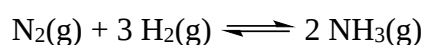
$$w(\text{Os}) = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \%$$

$$w(\text{Ir}) = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \%$$

10. Узорак амонијум-хлорида масе 10,7 g и узорак калцијум-хидроксида масе 6,0 g помешани су, а добијена смеша је благо загревана. Израчунати запремину насталог гаса при нормалним условима.

$$V(\text{гас}) = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ dm}^3$$

11. На неком притиску и температури успостављена је равнотежа:



и тада се у суду с покретним клипом налази 0,65 mol N_2 , 0,25 mol H_2 и 0,10 mol NH_3 , а притисак је такав да је запремина равнотежног система 1,00 dm³.

а) Израчунати константу равнотеже на овој температури и притиску.

$$K = \frac{\quad}{(2 \text{ дец.})}$$

б) Реакционом систему се дода 0,25 mol N_2 , тако да се не промене ни притисак ни температура. Заокружити број испред тачне тврдње.

- 1) Додатком 0,25 mol N_2 при овим условима равнотежа се помера улево.
- 2) Додатком 0,25 mol N_2 при овим условима равнотежа се помера удесно.
- 3) Додатком 0,25 mol N_2 при овим условима равнотежа није поремећена.

12. Моларна маса једне кисеоничне киселине јода је 176 g/mol. При реакцији те киселине са H_2S добијају се I_2 , S и H_2O . У смеси реакционих производа, на 1 mol I_2 долази 5 mol S. Написати сређену једначину ове хемијске реакције.

13. Олеандрин ($C_{32}H_{48}O_9$) је кардиотоксично једињење које производи олеандер (*Nerium oleander* L.). Садржај олеандрина у сувим листовима ружичастог олеандера је 0,0082% (масених). Од укупне количине унетог олеандрина, 30% прелази у крвоток. Сматра се да при концентрацији овог једињења у крви од 0,035 nmol/mL долази до смртог исхода. Израчунати масу листова олеандера која може да убије човека који их поједе. Узети да просечан човек има 5 L крви.

$$m = \frac{\quad}{\quad} \text{ g}$$

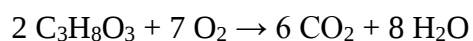
(2 дец.)

14. У некој смеси метана и водене паре на 110 °C на један атом угљеника долази 7 атома водоника. Када се ова смеша загреје на 1000 °C, а затим охлади на почетну температуру, и даље постоје само гасовите супстанце. У новодобијеној гасној смеси се не налазе ни метан ни водена пара, али се налазе два оксида и једна проста супстанца. Одредити формулу и запремински удео просте супстанце у новодобијеној гасној смеси.

$$\varphi(\quad) = \frac{\quad}{\quad} \%$$

(1 дец.)

15. Енталпије реакција сагоревања могу се одредити калориметријом. Калориметар са бомбом састоји се од херметички затворене коморе (бомбе) уроњене у воду, узорак се у њему пали под високим притиском у присуству кисеоника, а ослобођена топлота израчунава се помоћу пораста температуре система који се мери термометром. Када се у калориметарској бомби, уроњеној у 3000 g воде, у вишку кисеоника сагори 4,60 g глицерола, температура воде расте за 5,85 °C. Израчунати енталпију дате реакције. Специфични топлотни капацитет воде је $4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, а топлотни капацитет калориметра (константа калориметра) је $1672 \frac{\text{J}}{\text{K}}$.



$$\Delta_r H = \frac{\quad}{\quad} \text{ kJ/mol}$$

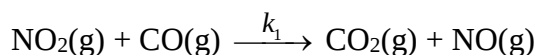
(цео број)

16. Припремљен је раствор мешањем 750 cm^3 воденог раствора бензиламина ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_2$) концентрације $0,500 \text{ mol/dm}^3$ и 250 cm^3 бензиламонијум-хлорида ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$) концентрације $1,00 \text{ mol/dm}^3$. Израчунати pH добијеног раствора.

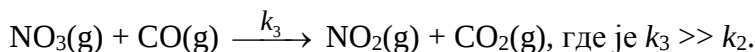
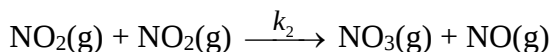
$$K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_3^+) = 4,30 \cdot 10^{-10}$$

$$\text{pH} = \frac{\quad}{\quad} \quad (2 \text{ дец.})$$

17. Сматра се да се реакција:



на температурама изнад 225°C одвија у једном кораку. На температурама испод 225°C одвија се у два корака према механизму:



Написати образац за брзину ове хемијске реакције:

а) на температурама изнад 225°C ; $v = \underline{\hspace{4cm}}$

б) на температурама испод 225°C . $v = \underline{\hspace{4cm}}$

18. Боракс је тривијалан назив за кристалохидрат натријум-тетрабората, а формула боракса уобичајено се пише као $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

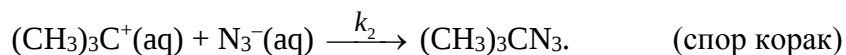
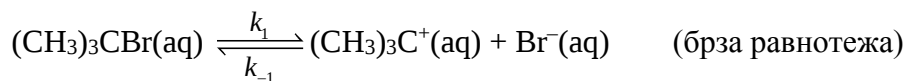
а) Знајући да боракс садржи тетраборатни јон, $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$, написати формулу боракса која показује присуство тетраборатног јона.

$\underline{\hspace{4cm}}$

б) Имајући у виду да су два атома бора у тетраборатном јону sp^2 -хибридизована, а друга два sp^3 -хибридизована, нацртати Луисову формулу тетраборатног анијона.

$\underline{\hspace{4cm}}$

19. Предложен је следећи механизам за реакцију између *терц*-бутил-бромида ((CH₃)₃CBr) и азидног јона у воденом раствору, у којој настаје *терц*-бутил-азид ((CH₃)₃CN₃):



Заокружити „Т” ако је наведени исказ тачан, а „Н” ако је нетачан.

а) Брзина нестајања *терц*-бутил-бромида зависи од концентрације *терц*-бутил-бромида. Т Н

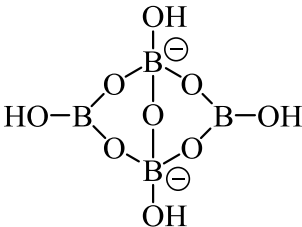
б) Брзина настајања *терц*-бутил-азида зависи од концентрације *терц*-бутил-азида. Т Н

в) Брзина настајања *терц*-бутил-азида зависи од концентрације бромидног јона. Т Н

20. Једињење **A** које садржи метал **M** безбојна је кристална супстанца која се одлично раствара у води. Користи се као реагенс у квалитативној анализи, а у базној средини даје једињење **B** које садржи 6,9% кисеоника (масених). Загревањем **A** губи 36,5% масе. Када се у раствор **A** дода нешто раствора натријум-сулфида, добија се црни талог **B**. Када се **B** загрева на 900 °C добија се сиви прах метала **M** – из 1,10 g **B** може се загревањем на овај начин добити 0,96 g **M**. Написати формуле једињења **A–B**.

A = _____ **B** = _____ **B** = _____

Кључ теста за II разред

	поени
1. $\text{pH} = 2,18$	3
2. 4,1	3
3. $-558,5 \text{ kJ/mol}$	3
4. 76,1 g	3
5. а) H	1
б) T	1
в) H	1
6. $a = 2$	3
7. а) $\underline{6} \text{ NaI} + \text{NaClO}_3 + \underline{3} \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \underline{3} \text{ I}_2 + \text{NaCl} + \underline{3} \text{ Na}_2\text{SO}_4 + \underline{3} \text{ H}_2\text{O}$	1,5
б) $\underline{10} [\text{Cr}(\text{N}_2\text{H}_4\text{CO})_6]_4[\text{Cr}(\text{CN})_6]_3 + \underline{1176} \text{ KMnO}_4 + \underline{1399} \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\quad \underline{35} \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \underline{223} \text{ K}_2\text{SO}_4 + \underline{1176} \text{ MnSO}_4 + \underline{420} \text{ CO}_2 +$ $\quad \underline{660} \text{ KNO}_3 + \underline{1879} \text{ H}_2\text{O}$	1,5
8. $8,9 \cdot 10^{19}$	3
9. а) 3	1
б) $w(\text{Os}) = 53,8\%$, $w(\text{Ir}) = 46,2\%$	1+1
10. $3,6 \text{ dm}^3$	3
11. а) $K = 0,98$	1,5
б) 1	1,5
12. $2 \text{ HIO}_3 + 5 \text{ H}_2\text{S} \rightarrow 5 \text{ S} + \text{I}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$	3
13. 4,10 g	3
14. $\varphi(\text{H}_2) = 77,8\%$	1,5+1,5
15. -3326 kJ/mol	3
16. $\text{pH} = 9,54$	3
17. а) $v = k[\text{NO}_2][\text{CO}]$	1,5
б) $v = k[\text{NO}_2]^2$	1,5
18. а) $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	1
б)	
	2
19. а) T	1
б) H	1
в) T	1
20. A = AgNO_3 , Б = Ag_2O , В = Ag_2S	1+1+1