

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

Републичко такмичење из хемије
08.05.2021.

Тест за I 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; Ag=108; Cd=112; Sn=119; Sb=122; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Nd=144; W=184; Ir=192; 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

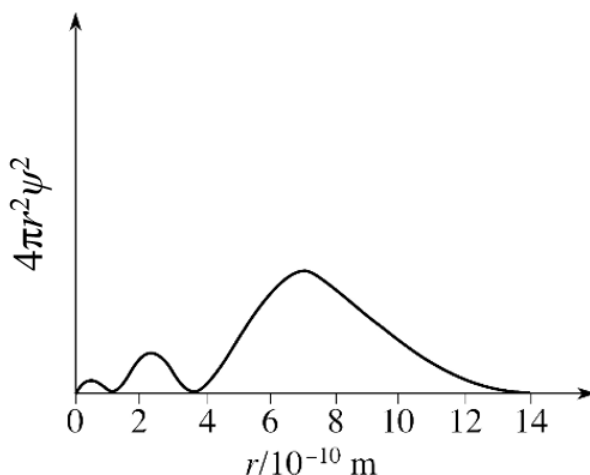
ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Очном нерву је неопходан светлосни надражај од бар 20 аЈ како би преношењем нервних импулса дуж неурона сигнал стигао до мозга. Колико фотона је потребно да емитује натријумова лампа ($\lambda = 589 \text{ nm}$) како би људско око уочило њену светлост?

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

(цео број)

2. За неку атомску орбиталу приказана је функција вероватноће налажења електрона на површини сфере чији је полупречник r једнак удаљености од атомског језгра.



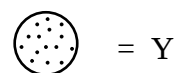
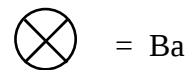
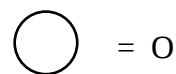
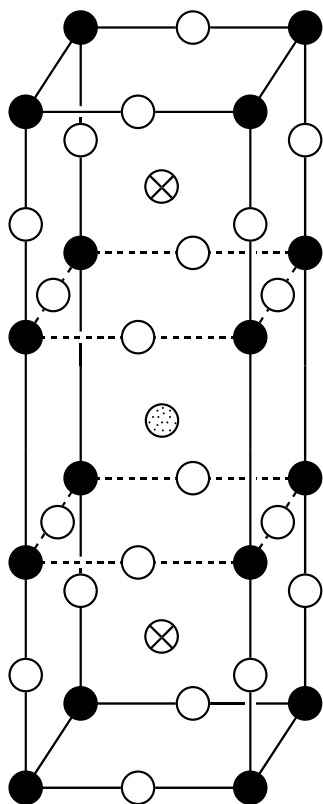
Сфере на којима није могуће пронаћи електроне зову се радијални чворови ($r = 0$ није радијални чвор). Број радијалних чворова за неку орбиталу дат је изразом $n - \ell - 1$, где су n и ℓ одговарајући квантни бројеви орбитале. Написати које све атомске орбитале би могле да поседују просторни распоред вероватноће налажења електрона као што приказује график. Узети у обзир само орбитале које се јављају у основним стањима атома 118 познатих елемената.

3. Које од следећих врста су радикали? Заокружити тачне одговоре. Радикал је било који атом, молекул или јон који садржи неспарени електрон.

- а) NO
- б) NO₂
- в) NO₂⁻
- г) Cl
- д) Cl₂O
- ђ) ClO₂
- е) C₂H₂
- ж) CH₃
- з) OH

Z(H) = 1, Z(C) = 6, Z(N) = 7, Z(O) = 8, Z(Cl) = 17

4. Осамдесетих година прошлог века откривена је класа керамичких материјала која показује суперпроводне особине. Један такав материјал садржи итријум, баријум, бакар и кисеоник, те је стога прозван “YBCO”. Јединична ћелија овог материјала приказана је на слици. Одредити његову емпиријску формулу.



5. Приказана је делимично уништена етикета са боце која је пронађена на полици једне лабораторије. Написати формулу супстанце која се налазила у њој.

МИНИСТЕРСТВО ХИМИЧЕСКОЙ		ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР	
			
Аммоний вольфрамовокислый $(\text{NH}_4)_2\text{W}_{17}\text{O}_{62} \cdot 25\text{H}_2\text{O}$			
НОМЕНКЛАТУРНЫЙ №		101	
ВЕС НЕТТО	№ ПАРТИИ/серия/	ДАТА	
Государственный Союзный Ленинградский завод химических реактивов «Красный Химик»			
П. 15/III-55 г. Т. 1500 РН-600 З. 83. 14. МГ.			

ВТУ МХП 2076—49			
	Х. Ч.	Ч. Д. А.	ЧИСТЫЙ
WO_3		85—89	
Нер. ост.		0,01	0,02
SO_4		0,02	0,05
Cl		0,01	0,02
Вещ. неосаж.			
Сероводород		0,05	0,05

Напомена: у табели на десном делу етикете (испод скраћенице „Ч. Д. А.”) наведени су масени проценти.

6. Температура неког гаса у суду А је 25 °C. Ако се он преведе у суд Б који је двоструко мање запремине, за колико °C треба охладити тај суд како би притисак у суду Б био један оном који је гас имао у суду А?

$\Delta t =$ _____ °C

(цео број)

7. Баритна вода је засићени раствор баријум-хидроксида. Масени удео баријум-хидроксида у баритној води износи 2,03%. Колика је растворљивост баријум-хидроксида октахидрата у 100 g воде?

_____ g у 100 g H_2O

(1 дец.)

8. Заокружити слово испред тачне тврдње или тачних тврдњи.

а) Растворљивост свих неорганских соли у води расте с порастом температуре.

б) Растворљивост свих гасова у води опада с повећањем притиска.

в) Пресићени раствори су метастабилни и из њих се по успостављању равнотеже добијају засићени раствори.

г) Хидратација јона је ендотерман процес.

д) Колоидни за разлику од правих раствора показују Тиндалов ефекат.

9. Колики је масени удео неког раствора халогеноводоничне киселине ако је познато да се приликом реакције овог раствора с еквивалентном количином оксида неког алкалног метала добија раствор соли масеног удела истог као и масени удео полазног раствора халогеноводоничне киселине? Не разматрати масене уделе $\omega > 70\%$ јер не постоји ни једна одговарајућа со довољне растворљивости.

$$\omega(\text{HX}) = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

(цео број)

10. На тасове ваге постављене су идентичне чаше. У чашу на левом тасу је сипано 100,0 g 10,0% раствора хлороводоничне киселине, а у чашу на десном 150,0 g 10,0% раствора калијум-карбоната. Коју масу раствора калијум-карбоната је неопходно прелити у чашу на левом тасу како би вага била у равнотежи?

$$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

(1 дец.)

11. Калијум-перманганат се приликом загревања разлаже по реакцији:

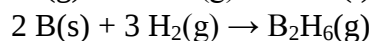
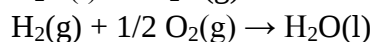
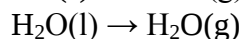
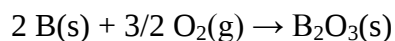


Колика се запремина гасовитог кисеоника (при нормалним условима) издваја разлагањем 71,1 g калијум-перманганата?

$$V = \text{_____} \text{ dm}^3$$

(2 дец.)

12. Помоћу следећих термохемијских података:



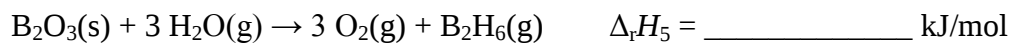
$$\Delta_r H_1 = -1273 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H_2 = +44 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H_3 = -286 \text{ kJ/mol}$$

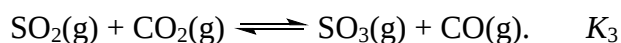
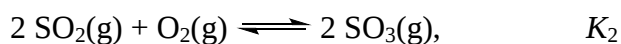
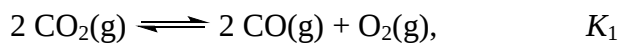
$$\Delta_r H_4 = +36 \text{ kJ/mol}$$

израчунати промену енталпије за реакцију испод.



(цео број)

13. Дате су следеће равнотеже:



Изразити K_3 помоћу K_1 и K_2 .

$$K_3 = \text{_____}$$

14. Реакција $X + Y + Z \rightarrow P + Q$ проучавана је методом почетних брзина, а добијени су следећи подаци:

$[X]_0 / \text{mol dm}^{-3}$	$[Y]_0 / \text{mol dm}^{-3}$	$[Z]_0 / \text{mol dm}^{-3}$	$\frac{\Delta[P]}{\Delta t} / \text{mol dm}^{-3} \text{ h}^{-1}$
0,01	0,01	0,01	0,002
0,02	0,02	0,01	0,008
0,02	0,02	0,04	0,016
0,02	0,01	0,04	0,016

Одредити израз за брзину ове реакције и израчунати константу њене брзине за температуру на којој су извођена мерења.

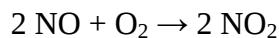
$v =$ _____ $k =$ _____
 (1 дец. x експ.) (јединица)

15. Млечна киселина (HL) се у мишићном ткиву ствара као производ анаеробог метаболизма приликом интензивне физичке активности. У крви се млечна киселина неутралише хидрогенкарбонатом. Колико износи рН вредност раствора добијеног додатком $3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol HL}$ у $1,00 \text{ dm}^3$ раствора натријум-хидрогенкарбоната концентрације $0,0240 \text{ mol/dm}^3$? $K_a(\text{HL}) = 1,4 \cdot 10^{-4}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,7 \cdot 10^{-11}$

pH = _____

(1 дец.)

16. Брзина реакције оксидације азот(II)-оксида до азот(IV)-оксида:



у одређеном температурном интервалу смањује се са порастом температуре. Предложена су три механизма ове реакције, 1–3:

- | | | |
|----|--|------------------------------|
| 1: | $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ | (спор корак) |
| 2: | $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}$
$\text{NO} + \text{O} \rightarrow \text{NO}_2$ | (спор корак)
(брз корак) |
| 3: | $2 \text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_2$
$\text{N}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ | (брз корак)
(спор корак). |

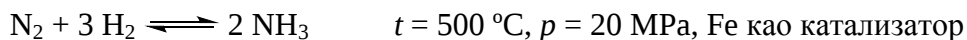
Експериментално је утврђено да брзина ове реакције одговара изразу $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$.
Заокружити тачан одговор. На основу ових података може се закључити да:

- а) реакција може тећи само по механизму 1,
- б) реакција може тећи само по механизму 2,
- в) реакција може тећи само по механизму 3,
- г) реакција може тећи по механизмима 1 и 2,
- д) реакција може тећи по механизмима 1 и 3,
- ђ) реакција може тећи по механизмима 2 и 3.

17. Реакције неутрализације у воденој средини су егзотермне. Неки водени раствор на 60 °C има pH = 7,00. Какав је овај раствор? Заокружити тачан одговор.

- а) кисео
- б) базан
- в) неутралан

18. Хабер-Бошов поступак је један од најважнијих процеса у индустријској хемији и најважнији процес у производњи вештачких ђубрива. Представља синтезу амонијака из елемената при пажљиво контролисаним условима:



Упоредити наведене вредности уписујући знак <, = или > на празне линије.

- | | | | |
|----|---|-------|---|
| а) | константа равнотеже на
атмосферском притиску | _____ | константа равнотеже на $p = 20 \text{ МПа}$ |
| б) | константа равнотеже на $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | _____ | константа равнотеже на $t = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| в) | равнотежна концентрација
амонијака на атмосферском
притиску | _____ | равнотежна концентрација амонијака
на $p = 20 \text{ МПа}$ |
| г) | $\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t}$ | _____ | $-\frac{\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t}$ |
| д) | брзина директне реакције на
$t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | _____ | брзина директне реакције на
$t = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| ђ) | брзина повратне реакције без
катализатора | _____ | брзина повратне реакције у присуству
катализатора |

19. а) Средити коефицијенте у следећој једначини реакције оксидо-редукције.



- б) Који реактант је оксидационо средство? _____
- в) Који реактант је редукционо средство? _____

20. Одредити молекулску формулу непознате супстанце, ако је прецизно измерена релативна молекулска маса молекула којег сачињавају најдоминантији (најзаступљенији) изотопи елемента/елемената износи 28,006148. Такође је познато и то да молекул сачињава/сачињавају неки од следећих елемената: угљеник, водоник, азот, кисеоник.

елемент	изотоп	заступљеност	релативна атомска маса
угљеник	^{12}C	(98,84 – 99,04) %	12,000000
	^{13}C	(0,96 – 1,16) %	13,003355
водоник	^1H	(99,972 - 99,999) %	1,007825
	$^2\text{H (D)}$	(0,001 – 0,028) %	2,014102
азот	^{14}N	(99,578 – 99,663) %	14,003074
	^{15}N	(0,337 – 0,422) %	15,000109
кисеоник	^{16}O	(99,738 – 99,776) %	15,994915
	^{17}O	(0,0367 – 0,0400) %	16,999132
	^{18}O	(0,187 – 0,222) %	17,999160

Кључ теста за I разред

	поени
1. 60	3
2. 3s, 4p, 5d	3
3. а, б, г, ђ, ж, з	3
4. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$	3
5. $(\text{NH}_4)_4\text{W}_5\text{O}_{17} \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$	3
6. 149 °C	3
7. 3,9 g у 100 g H_2O	3
8. в, д	3
9. 40 %	3
10. 25,4 g	3
11. 5,04 dm ³	3
12. 2035 kJ/mol	3
13. $K_3 = \sqrt{K_1 K_2}$	3
14. $v = k[\text{X}]^2[\text{Z}]^{1/2}$	1
$k = 2,0 \cdot 10^2 \text{ mol}^{-3/2} \cdot \text{dm}^{9/2} \cdot \text{h}^{-1}$	1+1
15. pH = 7,19	3
16. в	3
17. б	3
18. а) =, б) >, в) <, г) =, д) <, ђ) <	6×0,5
19. а) $15 \text{ Se} + \text{SeCl}_4 + 4 \text{ AlCl}_3 \rightarrow 2 \text{ Se}_8[\text{AlCl}_4]_2$	2
б) SeCl_4	0,5
в) Se	0,5
20. N_2	3