

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

Републичко такмичење из хемије
07.05.2022.

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; Ag=108; Cd=112; Sn=119; Sb=122; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Ce=140; Nd=144; Ta= 181; W=184; 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

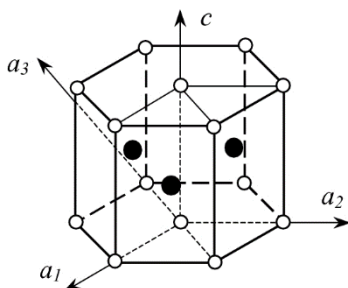
Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 × 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Реакција калијум-перхлората са угљеником се користи као погон у ракетним бакачима. У овој реакцији стандардна промена енталпије износи $-402,6 \text{ kJ}$ по молу калијум-перхлората. Напишите једначину ове реакције ако је стандардна енталпија настајања калијум-перхлората $-430,1 \text{ kJ/mol}$, калијум-хлорида $-436,7 \text{ kJ/mol}$, угљен-моноксида $-99,0 \text{ kJ/mol}$, а угљен-диоксида $-393,5 \text{ kJ/mol}$. У реакцији настају два производа, од којих је један калијум-хлорид.

2. Карбид једног метала има јединичну ћелију приказану на слици (беле куглице представљају атоме угљеника, а црне непознатог метала). Дужине њених ивица су $a_1 = a_2 = 2,902 \text{ \AA}$, и $c = 2,831 \text{ \AA}$. Густина овог карбида је $15,82 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Одредите формулу непознатог карбида.



3. Молекули апсорбују инфрацрвено зрачење на специфичним таласним дужинама које одговарају фреквенцијама молекулских вибрација. Молекулске вибрације представљају периодично кретање атома у молекулу једних у односу на друге, при чему се могу мењати дужине и углови веза. Да би дошло до апсорпције инфрацрвеног зрачења, неопходно је да при вибрацијама долази до промене диполног момента. Који од наведених гасова апсорбују инфрацрвено зрачење? Заокружити слово (слова) испред тачног (тачних) одговора.

- а) водена пара
- б) кисеоник
- в) азот
- г) аргон
- д) угљен-диоксид
- ђ) метан

4. У воденом раствору натријум-азида (NaN_3) концентрације $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ рН износи 8,36. Израчунајте константу киселости азотоводоничне киселине (HN_3).

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

(1 дец. x експ.)

5. Кад се 5,00 g кобалт(II)-хлорида третира флуором на 250°C , добија се бинарно једињење А у виду мрког праха. Том приликом се утроши $2,48 \text{ dm}^3$ флуора мереног на тој температури и атмосферском притиску. Кад се 3,00 g једињења А прелије великом количином воде издваја се гас Б (158 cm^3 на 25°C и атмосферском притиску). Гас Б се слабо раствара у води. Настали водени раствор реагује кисело и не ствара талог по додатку раствора сребро-нитрата.

Напишите формуле супстанци А и Б

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

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

6. Желимо да припремимо 500 cm^3 раствора чији је рН 2,4. На располагању су нам раствор хлороводоничне киселине чији је рН 2,0 и раствор баријум-хидроксида чији је рН 11,7. Колике запремине ових раствора треба помешати?

$$V(\text{HCl}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

(цео број)

$$V(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

(цео број)

7. Концентрација магнезијумовог јона у морској води износи $0,0523 \text{ mol/dm}^3$. Густина морске воде је $1,03 \text{ g/cm}^3$. Израчунајте масени удео магнезијумовог јона у морској води, изражен у процентима.

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

(3 дец.)

8. Полупречник орбите у Боровом атомском моделу се израчунава по следећој формули:

$$r = n^2 h^2 \varepsilon_0 / \pi m e^2,$$

где је n главни квантни број, h Планкова константа, m маса електрона, e наелектрисање електрона ($1,60 \times 10^{-19}$ C), а ε_0 диелектрична константа вакуума ($8,85 \times 10^{-12}$ F m⁻¹). Маса протона је $1,83 \times 10^3$ пута већа од масе електрона.

а) Израчунајте полупречник орбите атома водоника у основном стању.

$$r = \frac{\quad}{\quad} \text{ pm} \\ \text{(цео број)}$$

б) Израчунајте полупречник прве побуђене орбите атома водоника.

$$r = \frac{\quad}{\quad} \text{ pm} \\ \text{(цео број)}$$

9. Колико килограма соде (87,3% Na₂CO₃), кречњака (72,5% CaCO₃) и кварца (93,8 % SiO₂) је потребно за припремање довољне количине стакла (хемијског састава Na₂O · CaO · 6SiO₂) за прављење 760 прозора Бакингемске палате, уколико су димензије једног прозора 1m x 2,2 m x 1,3cm? Густина стакла је 2500 kg / m³.

_____ kg соде

(2 дец. x експ.)

_____ kg кречњака

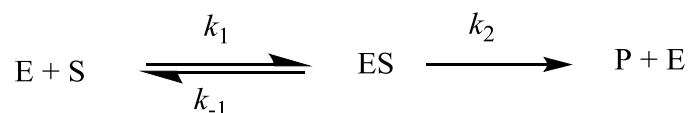
(2 дец. x експ.)

_____ kg кварца

(2 дец. x експ.)

10. Углови веза у молекулу фосфина (PH₃) блиски су 90°. Фосфин је изузетно ниске базности. У којој орбитали се налази слободни електронски пар на атому фосфора?

11. Једноставан модел за кинетику реакција катализованих ензимима дат је доле:



У овом изразу Е представља ензим, S супстрат (реактант), ES комплекс ензим–супстрат, а P производ.

Мерило каталитичке ефикасности ензима је однос k_2/K_M , где се K_M може изразити као

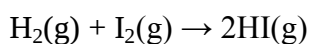
$$K_M = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1}.$$

Неки ензими су достигли тзв. каталитичку перфекцију, будући да имају веома високе вредности k_2/K_M (реда величине 10^8).

Чему је једнак однос k_2/K_M код ензима који су постигли каталитичку перфекцију? Заокружити слово испред тачног одговора:

- а) k_1
- б) k_2
- в) k_{-1}
- г) $k_2 - k_{-1}$
- д) k_2/k_{-1}
- ђ) $k_1 k_2/k_{-1}$

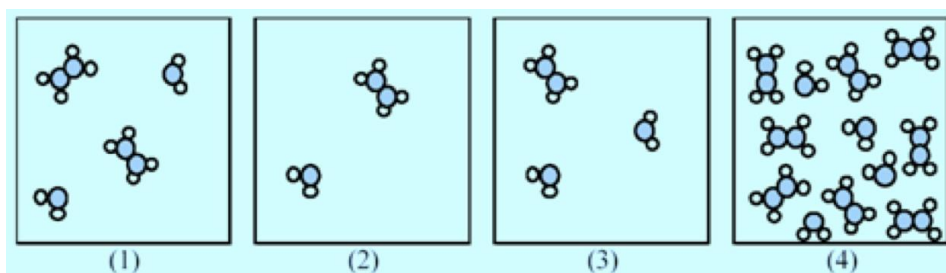
12. За реакцију



Константа брзине на 326°C износи $5,4 \times 10^{-4} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$, а на 410°C износи $2,8 \times 10^{-2} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$. Процените вредност активационе енергије за ту реакцију. Заокружите слово испред тачног одговора.

- а) $-2,8 \times 10^{-2} \text{ J/mol}$
- б) $-8,314 \text{ J/mol}$
- в) $1,6 \times 10^5 \text{ J/mol}$
- г) $0,0 \text{ J/mol}$
- д) $-1,9 \times 10^4 \text{ J/mol}$

13. Слика 1 приказује реакциону смешу молекула AB_2 и A_2B_4 у равнотежи. Које од преосталих смеша су у равнотежи?



- а) 2 и 3
- б) 3 и 4
- в) 2 и 4
- г) само 2
- д) само 4
- ђ) само 3

14. Узорак живог креча је стајао на ваздуху. Маса узорка након стајања је 4,99g. Након жарења на 900°C и хлађења, маса узорка је износила 4,92g. Настали гасови приликом жарења су проведени изнад анхидрида фосфорне киселине, што је резултовало смањењем масе гасова за 62,54 %. Одредити масени удео CaO у узорку живог креча након стајања.

_____ %

(1 дец.)

15. Материјал од којег су израђене катодне литијум-јонских батерија може се представити формулом LiCoO_2 . Приликом пуњења део катјона кобалта се оксидује у +4 оксидационо стање, док део катјона литијума напушта кристалну решетку и прелази у раствор електролита. Према томе, права формула материјала од ког је изграђена нека катода је Li_xCoO_2 , где је $0 < x < 1$. Атомском апсорпционом спектрофотометријом утврђено је да узорак садржи 61,30% Co .

а) Одредити формулу којом се може приказати састав испитаног катодног материјала.

б) Израчунати однос количина Co(III) и Co(IV) јона у узорку.

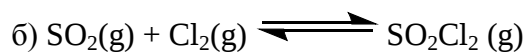
$n(\text{Co(III)}):n(\text{Co(IV)}) = \text{_____} : \text{_____}$

16. Одредите доминантан смер (удесно или улево) следећих реакција:



$$\text{pK}_a(\text{HF}) = 3,14; \text{pK}_{a1}(\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}) = 2,34$$

Концентрације свих компоненти су 10 mmol/dm^3 .



$$K_{\text{eq}} = 13$$

Концентрације свих компоненти су $0,05 \text{ mol/dm}^3$.



Концентрације свих компоненти у раствору су $0,05 \text{ mol/dm}^3$.

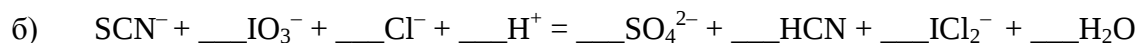
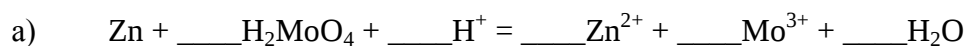
а) _____

б) _____

в) _____

17. Узорак неког метала, масе $0,525 \text{ g}$, преливен је киселином, при чему се издвојио водоник. Водоник је сакупљен изнад воде и његова запремина је била 328 cm^3 . Температура је била 20°C , а притисак измерен барометром је био $9,97 \times 10^4 \text{ Pa}$. Притисак засићене водене паре на тој температури износи $2,3 \text{ kPa}$. Напишите симбол тог метала

18. Средите коефицијенте у следећим једначинама оксидо-редукционих реакција:



19. У неком воденом раствору, концентрације различитих јона, укључујући јоне који одређују рН вредност (водоникови или хидроксидни) биле су записане на етикети. Међутим, на етикету је просута сумпорна киселина и оштећен је део на коме је била записана концентрација јона који одређују рН вредност. Ако је приказан део етикете који је остао очуван и ако се зна да су, поред јона који одређују рН вредност, само наведени јони присутни у раствору, одредити рН вредност раствора.

Јон	Концентрација/ mmol dm^{-3}
K^+	48,3
Na^+	31,7
Mg^{2+}	9,7
Ba^{2+}	15,9
S^{2-}	28,9
NO_3^-	72,8
////////	////////

pH = _____

(1 дец.)

20. Упоредите јачине веза између водоника и халогена у следећим једињењима: HF, HCl, HBr, HI. Распоредите их од најслабије према јачима.

_____ < _____ < _____ < _____

Кључ теста за II разред

	поени
1. $\text{KClO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{KCl} + 4\text{CO}$	3
2. WC	3
3. а, д, ђ	3
4. $1,9 \times 10^{-5}$	3
5. A = CoF_3	1,5
Б = O_2	1,5
6. $V(\text{HCl}) = 300 \text{ cm}^3$	1,5
$V(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 200 \text{ cm}^3$	1,5
7. 0,122 %	3
8. а) 53 pm	1,5
б) 212 pm	1,5
9. $1,38 \times 10^4 \text{ kg}$ соде	1
$1,57 \times 10^4 \text{ kg}$ кречњака	1
$4,36 \times 10^4 \text{ kg}$ кварца	1
10. 3s	3
11. а	3
12. в	3
13. д	3
14. 95,2 %	3
15. а) $\text{Li}_{0,75}\text{CoO}_2$	1,5
б) 3:1	1,5
16. а) $\leftarrow$	1
б) $\leftarrow$	1
в) $\rightarrow$	1
17. Ca	3
18. а) $3\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{MoO}_4 + 12\text{H}^+ = 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Mo}^{3+} + 8\text{H}_2\text{O}$	1,5
б) $2\text{SCN}^- + 3\text{IO}_3^- + 6\text{Cl}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{HCN} + 3\text{ICl}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	1,5

19. 10,8	3
20. $\text{HI} < \text{HBr} < \text{HCl} < \text{HF}$	3