

Министарство просвете и науке Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
Ниш, 21.05.2011.

Тест за III и IV разред средње школе

Име и презиме

Место и школа

Разред

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

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

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

Авогадров број: 6×10²³

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 Претпоставите да сте припремили раствор који одговара равнотежном стању система мешајући растворе гвожђа(III), гвожђа(II), јодида и тријодида (I_3^-), тако да су њихове концентрације $[Fe^{3+}] = 0,027 \text{ mol dm}^{-3}$, $[Fe^{2+}] = 0,173 \text{ mol dm}^{-3}$, $[I^-] = 0,040 \text{ mol dm}^{-3}$, $[I_3^-] = 0,0866 \text{ mol dm}^{-3}$. Ако је у почетку сав јодид био радиоактиван, која ће бити концентрација радиоактивног јодида (I^-) после успостављања реалне динамичке равнотеже?

$$c = \frac{\quad}{(4 \text{ дец.})} \text{ mol/dm}^3$$

2. Алуминијум-сулфид се добија само сувим путем, нпр. дејством водоника на безводни алуминијум-сулфат при загревању. Написати једначину те реакције. Приказати такође, шта настаје од добијених прозрачних жутих кристала ако дођу у контакт са водом.

3. Растворено је 10,00 g неке легуре у азотној киселини. Под оптималним условима за квантитативно таложење, из наведеног раствора се, по додатку хлороводоничне киселине у вишку, издваја 11,96 g талога, који се у потпуности раствара у амонијаку. Филтрат после таложења је, после подешавања услова, подвргнут електролизи. На примењеном потенцијалу се издвојило 0,75 g једног метала. Минимално време потребно за квантитативно издвајање метала је било 2262 s при јачини струје од 1,00 A. Који метали су присутни у легури и у којем проценту?

_____ %
(1 дец.)

_____ %
(1 дец.)

4. Прва константа киселости угљене киселине се често, из практичних разлога, дефинише као као константа киселости раствореног угљен-диоксида и износи $4,6 \times 10^{-7}$. Растворљивост угљен-диоксида у води зависи од његовог парцијалног притиска, што се види из табеле.

$p(\text{CO}_2)$ (Pa)	$c(\text{CO}_2)$ (mol/dm ³)
$1,013 \times 10^2$	$3,36 \times 10^{-5}$
$1,013 \times 10^3$	$3,36 \times 10^{-4}$
$1,013 \times 10^4$	$3,36 \times 10^{-3}$
$1,013 \times 10^5$	$3,36 \times 10^{-2}$
$1,013 \times 10^6$	$3,36 \times 10^{-1}$

Израчунајте pH сода-воде, где је парцијални притисак CO_2 у боци $2,532 \times 10^5$ Pa.

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

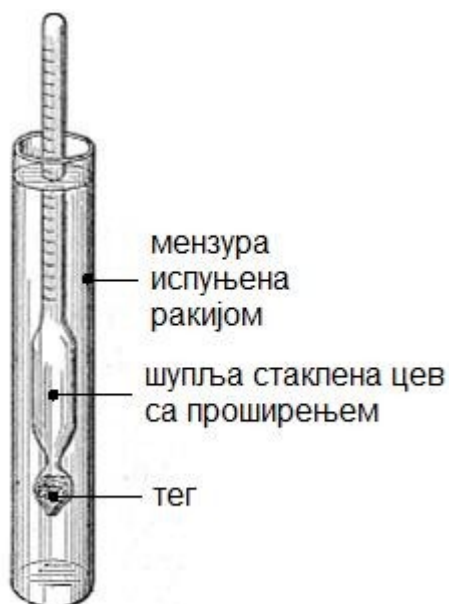
5. Таблете литијум-карбоната се често користе у терапији депресије. Један фармацеут је пратећи стандардни поступак за проверу јачине ових таблета (према Британској фармакопеји) измерио масу 20 таблета ($37,2790 \text{ g}$) и добро их хомогенизовао у тарионику. Затим је у ерленмајеру одмерио $4,7070 \text{ g}$ добијеног праха, растворио га у 100 cm^3 дестиловане воде, додао 50 cm^3 раствора HCl (1 mol dm^{-3}) и загревао добијени раствор да кључа током 1 мин. Након хлађења, иститровао је овај раствор са $22,4 \text{ cm}^3$ NaOH , концентрације 1 mol dm^{-3} , уз метил-оранж као индикатор. Колики је садржај Li_2CO_3 у једној таблети?

$$m = \frac{\quad}{(4 \text{ дец.})} \text{ g}$$

6. У колико грама воде треба растворити $10 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times 10 \text{ H}_2\text{O}$ да би се добио раствор у коме је масени удео натријум-сулфата $\omega = 0,05$.

$$m = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ g}$$

7. Крста и Синиша, који сваке године пеку ракију, препирали су се око тога чија је ракија јача. Крстин унук, студент хемије који зна да је густина чистог етанола $0,79 \text{ g cm}^{-3}$, одлучио је да прекине сулуду расправу између двојице комшија и извео следећи експеримент са ареометром. У мензуру је сипао 145 cm^3 Крстине ракије, а затим у њу уронио ареометар, приказан на слици (шупља стаклена цевчица, на чијем се једном крају налазе проширење и оловни тег). Изнад површине течности остало је $m \text{ cm}$ врата цевчице. Након тога, поновио је експеримент са Синишином ракијом, али је у мензуру сипао 162 cm^3 ракије. Овог пута је остало $n \text{ cm}$ изнад површине ракије. Заокружите слово(а) испред тачног(них) одговора.



а) Ако је $m < n$, Крстина ракија је јача од Синишине и садржи већи удео алкохола.

б) Ако је $n < m$, Синишина ракија је слабија од Крстине и садржи мањи удео алкохола.

в) Немогуће је из овог експеримента било шта закључити о разлици у уделу алкохола у две ракије и експеримент би требало поновити са истим запреминама ракија.

г) Уколико би се мерење поновило на вишој температури, очитане вредности за m и n би биле мање.

д) Уколико би се инструмент уронио у чисту воду, дужина неуроњеног дела цевчице би била већа од m и n .

е) Ако Синиша дода шећер у своју ракију, у поновљеном експерименту биће очитана већа вредност за n .

8. Водонична веза између флуоридног анјона и молекула сирћетне киселине је изразито јака. На основу следећих података израчунати колико износи енергија водоничне везе између F^- и CH_3COOH у гасној фази:

енергија кристалне решетке KF	797 kJ mol^{-1}
енергија кристалне решетке $\text{KF} \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$	734 kJ mol^{-1}
енталпија испаравања сирћетне киселине из њеног разблаженог раствора	$20,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
енталпија растварања KF	$35,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
енталпија растварања $\text{KF} \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$	$-3,1 \text{ kJ mol}^{-1}$

$$E = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ kJ/mol}$$

9. Када се у затвореном систему загреје 0,50 мола $\text{H}_2(\text{g})$ и 0,18 мола $\text{I}_2(\text{g})$ на 500°C , равнотежна смеша садржи 0,01 мол $\text{I}_2(\text{g})$. Одредите константу равнотеже реакције.

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

10. У табели су наведене вредности константе равнотеже на различитим температурама за реакције X и Y. На основу наведених података одредите предзнак $\Delta_r H$ за обе реакције.

$T(\text{K})$	Константа равнотеже - K	
	X	Y
200	$5,51 \times 10^{-8}$	$4,39 \times 10^4$
400	1,46	4,03
600	$3,62 \times 10^2$	$3,00 \times 10^{-2}$
Предзнак $\Delta_r H$		

11. Када би се дијамант, KCl, CH_3OH и C_2H_6 уредили у низ према растућој тачки топљења, који би редослед био тачан? Заокружити тачан одговор.

- а) C, KCl, CH_3OH , C_2H_6 ,
 б) CH_3OH , C_2H_6 , C, KCl,
 в) KCl, C, C_2H_6 , CH_3OH ,
 г) C, C_2H_6 , CH_3OH , KCl,
 д) C_2H_6 , CH_3OH , KCl, C.

12. У спецификацији транзисторског материјала назначено је да садржи један атом бора на 10^{10} атома силицијума. Одредите масу бора у 1 kg транзисторског материјала.

$$m = \frac{\quad}{\text{(2 дец. x експ.)}} \text{ kg}$$

13. Колико g натријум-хидроксида треба додати у 100 cm^3 раствора натријум-бикарбоната концентрације $0,010 \text{ mol/dm}^3$, да би се добио раствор чији pH износи 10,0. $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,6 \times 10^{-7}$, $K_2(\text{HCO}_3^-) = 4,7 \times 10^{-11}$.

$$m = \frac{\quad}{\text{(4 дец.)}} \text{ g}$$

14. У човековом телу се налази око 30 mg једног природног радиоактивног изотопа, који подлеже β -распаду, дајући ^{40}Ca . Приликом β -распада неутрон се распада на протон, електрон и електронски антинутрино (честица без наелектрисања, са врло малом масом). Који су атомски и масени број тог радиоактивног изотопа.

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

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

15. Неко хирално органско једињење А има базна својства. У реакцији 1 мола једињења А са 1 молем јодметана добија се органски производ Б, који има базна својства, али, за разлику од једињења А, не реагује с азотастом киселином. Из масеног спектра једињења Б се види да му је релативна молекулска маса 101. Напишите структурне формуле једињења А и Б.

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

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

16. Поли(етилен-терефталат) је полимер, који се користи као амбалажа (ПЕТ). Он је полиестар 1,2-етандиола и 1,4-бензендикарбоксилне киселине. Колика је релативна молекулска маса мономерне јединице овог полимера?

$$M_r = \frac{\hspace{2cm}}{\text{(цео број)}}$$

17. Паре органског једињења А су сагорене у чистом кисеонику. Након завршетка реакције, реакциони систем је враћен на почетне услове (притисак и температура), па је, након мерења запремине, утврђено да се она није променила. Производи сагоревања су се састојали од 50% (запреминских) угљен-диоксида и исто толико водене паре. Идентификовати органско једињење А.

18. Два молекула ацетона, под условима базне катализе, дају производ алдолне адиције – диацетон-алкохол. Међутим, равнотежна смеша садржи само 2% (масених) диацетон-алкохола. Упркос неповољној константи равнотеже, могуће је остварити добар принос уз помоћ апаратуре (Сокслетов апарат) која је приказана. Ацетон (балон **A**) се загрева до кључања, а настале паре се, у хладњаку **B**, кондензују тако да се ацетон сакупља у одељку **B**, у коме се налази чаура од филтер-папира напуњена са чврстим баријум-хидроксидом. Када се тај одељак напуни, ацетон и настали производ се кроз изводну цев у „једном цугу“ враћају у балон **A**, одакле поново испарава само ацетон (тачка кључања ацетона је 57 °C, а диацетон-алкохола 110 °C) и описани процес понавља много пута. Баријум-хидроксид је нерастворан у ацетону и диацетон-алкохолу. Занемарујући разлике у густини ацетона ($\rho = 0,8 \text{ gcm}^{-3}$) и диацетон-алкохола, израчунати:

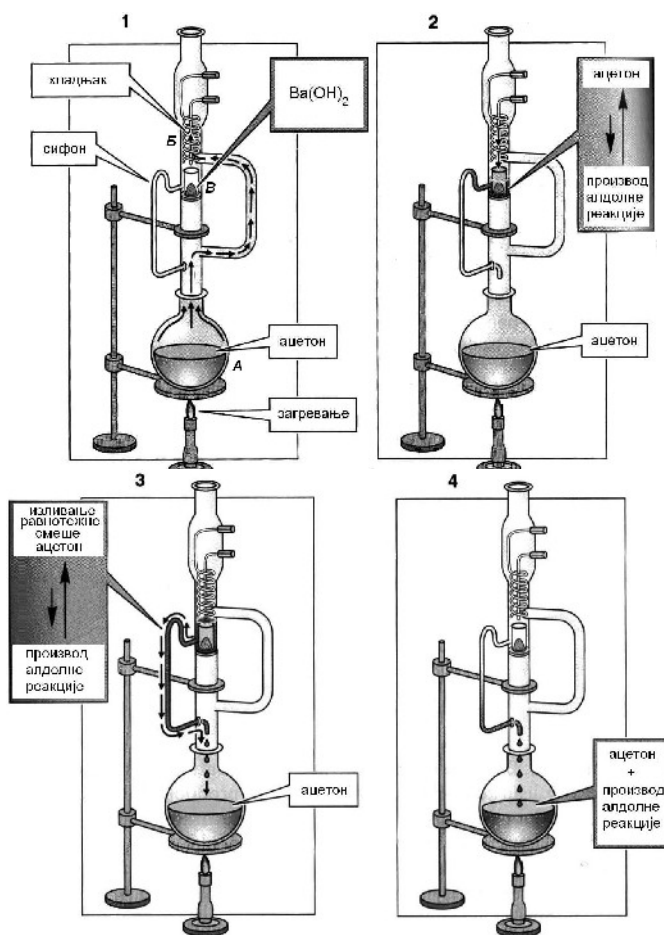
а) колико пута мора да се напуни и испразни одељак **B**, да би принос реакције био 30% и

б) колико износи максимални принос који може да се оствари примењујући ову методологију,

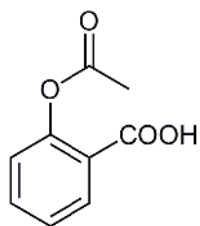
ако је у балону **A** било 3 литра ацетона на почетку експеримента, а максимална запремина одељка **B**, пре него што се испразни, износи 150 cm³.

а) _____ пута
(цео број)

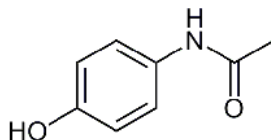
б) _____ %
(1 дец.)



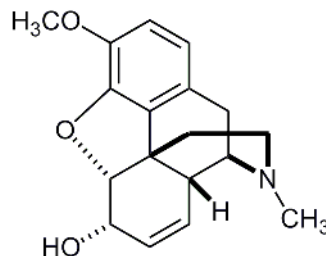
19. Један аналгетик под именом „АПЦ“ садржи као активне супстанце аспирин, парацетамол и кодеин (Слика). У циљу раздвајања ових активних супстанци десет АПЦ таблета је fino уситњено и сва три активна састојка екстрахована су погодним органским растварачем немешљивим са водом. У екстракт је уз интензивно мешање стакленим штапићем додат 10% водени раствор HCl. Након пар минута, водени слој *A* је одвојен од органског слоја *B*. Затим је у органски слој *B* (поново уз интензивно мешање) додат 10% водени раствор NaHCO₃. Поново су се формирале две фазе - водени слој *B* и органски слој *Г*. У ком раствору/растворима (*A-Г*) су се налазиле наведене супстанце?



Аспирин



парацетамол



кодеин

аспирин

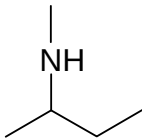
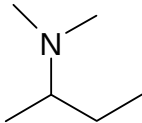
парацетамол

кодеин

20. Етарско уље камилице, чија плава боја потиче од једињења хамазулена (C₁₄H₁₆), један је од састојака пасте за зубе. Количина етарског уља камилице у пасти за зубе може се одредити методом UV-VIS спектрофотометрије, мерећи апсорбанцију на 280 nm. Узорак пасте за зубе масе 20 g екстрахован је три пута са по 10 cm³ етанола. Етанолни екстракти су спојени, пренети су у нормални суд од 100 cm³ који је допуњен до црте. Апсорбанција аликвота овог раствора, запремине 10 cm³, у ћелији дужине 5 cm, је износила 0,509. Узорак етарског уља, које се користи у производњи пасте за зубе, масе 200 mg растворен је у 1 dm³ етанола, а затим је измерена апсорбанција аликвота од 2 cm³, у ћелији дужине 1 cm и износила је 1,226. Одредити колико етарског уља произвођач додаје у једну пасту за зубе масе 100 g. Апсорбанција је директно пропорционална концентрацији и дебљини слоја кроз који пролази зрачење.

$$m = \frac{\text{_____}}{(1 \text{ дец.})} \text{ mg}$$

Кључ за III и IV разред

	поени
1. $0,0053 \text{ mol dm}^{-3}$	3
2. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 12 \text{ H}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 + 12 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{ H}_2\text{S}$	1,5 1,5
3. Ag 90,0 % Cu 7,5 %	$0,75 + 0,75$ $0,75 + 0,75$
4. 3,71	3
5. 0,4044 g	3
6. 78,2 g	3
7. а), г), д), е)	3
8. $45,5 \text{ kJ mol}^{-1}$	3
9. 35	3
10. X: $\Delta_r H > 0$ или +; Y: $\Delta_r H < 0$ или -	3
11. д	3
12. $3,93 \times 10^{-11} \text{ kg}$	3
13. 0,0128 g	3
14. $Z = 19$ $A = 40$	1,5 1,5
15. A =	
	
Б =	1,5
	
	1,5
16. 192	3
17. метанал, етен	3
18. а) 300 пута б) 95,1 %	1,5 1,5
19. аспирин - Б, В парацетамол - Б, Г кодеин - А	1 1 1
20. 8,3 mg	3