

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

Републичко такмичење из хемије
Београд, 6.05.2017.

Тест за III и IV 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; Li=7; Be=9; 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; Ca=40; Ti=48; Cr=52; Mn=55; Fe=56; Co=59; Ni=59; Cu=64; Zn=65; Ga=70; Ge=73; As=75; Br=80; Rb=85; Sr=88; Y=89; Zr=91; Mo=96; Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; La=139; W=184; Pt=195; Hg=201; Pb=207; Bi=209; Fr=223; Ra=226; U=238

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

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

Авогадров број: 6x10²³

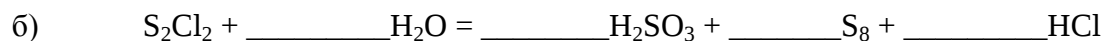
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Сређити следеће једначине реакција:

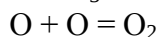
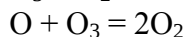
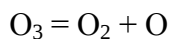


2. Да би се одредила концентрација натријум-сулфида у раствору, у $20,00 \text{ cm}^3$ раствора сумпорне киселине концентрације $0,204 \text{ mol dm}^{-3}$ додато је $20,03 \text{ cm}^3$ раствора натријум-сулфида, а затим је водоник-сулфид у потпуности уклоњен из тог раствора загревањем до кључања у дигестору. Након хлађења раствора, вишак сумпорне киселине је иститрован са раствором натријум-хидроксида концентрације $0,106 \text{ mol dm}^{-3}$ у присуству метил-црвеног као индикатора. Утрошено је $8,58 \text{ cm}^3$ раствора хидроксида. Колико грама натријум-сулфида се налазило у једном литру полазног раствора?

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

(2 дец.)

3. Из експерименталних података изведен је израз за брзину реакције разлагања озона, $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$, $v = k[\text{O}_3]^2/[\text{O}_2]$. Предложени су следећи елементарни кораци, од којих неки могу ићи и паралелно.



Заокружите тачне исказе:

а) Први корак реакције је реверзибилан и бржи од друга два.

б) Друга реакција је много бржа од треће.

в) Брзину реакције одређује друга реакција.

4. При електролизи растопе 8 g неког једињења на аноди се издвојило $11,2 \text{ dm}^3$ водоника (н.у.). Које је једињење подвргнуто електролизи?

5. Вештачка ђубрива се користе да обнове садржај азота, фосфора и калијума (скраћеница *NPK*) у земљишту. У пракси се за опис различитих ђубрива користи *NPK* индекс. Овај индекс се састоји од три броја: први број представља садржај азота (масени проценти), други садржај фосфора изражен као P_2O_5 (она маса P_2O_5 која садржи ту количину фосфора) и трећи садржај калијума изражен као K_2O . На пример, *NPK* индекс чистог P_2O_5 је 0-100-0.

а) Који је *NPK* индекс за амонијум-нитрат?

б) Комеријално је доступан раствор вештачког ђубрива са *NPK* индексом 0-10-11. Колико чврстих K_2HPO_4 и KH_2PO_4 је потребно за добијање 1 тоне овог раствора?

а) _____

б) _____ kg KH_2PO_4

(1 дец.)

_____ kg K_2HPO_4

(1 дец.)

6. Минерал берил садржи 31,28% силицијума, 53,63% кисеоника, и још само алуминијум и берилијум. Одредите емпиријску формулу берила.

7. Два гаса А и Б са оштрим мирисом, у зависности од услова, реагују међусобно на различите начине:

а) у случају вишка А: $8A + 3B = 6B$ (чврста супстанца) + Г (гас)

б) у случају вишка Б: $2A + 3B = Г + 6Д$

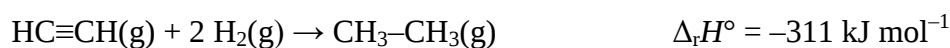
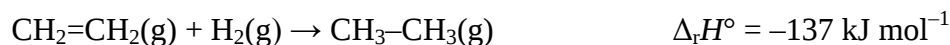
Бела супстанца В реверзибилно се разлаже при загревању дајући А и Д. Густина Г износи $1,25 \text{ gdm}^{-3}$ (н.у.). Идентификујете супстанце означене словима А-Д.

А = _____ Б = _____ В = _____

Г = _____ Д = _____

8. Црна кристална супстанца X добија се стапањем металног калцијума и бора на 1000 °C. Јединична ћелија X је коцка странице 415 pm на чијим теменима се налазе атоми калцијума, док се изврстан број атома бора налази унутар коцке. Густина овог једињења износи 2,48 g/cm³. Написати формулу супстанце X.

-
9. Дати су следећи термохемијски подаци:



енергија C–H везе, $E(\text{C–H}) = 414 \text{ kJ mol}^{-1}$

енергија C–C везе, $E(\text{C–C}) = 337 \text{ kJ mol}^{-1}$

енергија H–H везе, $E(\text{H–H}) = 430 \text{ kJ mol}^{-1}$

Израрунаи енергију веза C=C и C≡C.

$$E(\text{C}=\text{C}) = \text{_____} \text{ kJ mol}^{-1}$$

(цео број)

$$E(\text{C}\equiv\text{C}) = \text{_____} \text{ kJ mol}^{-1}$$

(цео број)

10. Треба направити 1 dm³ раствора чији је pH 5,0 полазећи од 1 dm³ раствора сирћетне киселине концентрације 0,050 mol/dm³ и натријум-ацетата или натријум-хидроксида. Колико грама

а) натријум-ацетата

б) натријум-хидроксида

треба додати у полазни раствор? Занемарити промену запремине.

$$K = 1,8 \times 10^{-5}$$

а) $m = \text{_____} \text{ g}$

(1 дец.)

б) $m = \text{_____} \text{ g}$

(1 дец.)

11. Авогадрова граница је интересантан појам иако се често помиње у хомеопатији. Размотримо следећи случај. Студент узима узорак од 20,1 g металне живе и раствара га у потпуности у азотној киселини, а затим га разблажује у одмерном суду до 100,0 cm³ дестилованом водом до црте. Из овако добијеног раствора узима 10,0 cm³, преноси у други одмерни суд од 100,0 cm³, који затим такође допуњава водом до црте. Када овај поступак преношења дела раствора и његовог разблаживања на исти начин понови још n пута, добија се раствор за који се не може поуздано тврдити да садржи чак и један јон живе(II) – достигнута је Авогадрова граница разблажења. Иако је жива(II) врло отровна, студент се одлучује да овако припремљен раствор слободно може да попије.

а) Пронаћи n .

б) До које запремине би студент требао да разблажи почетни раствор добијен растварањем живе како би постигао једнако разблажење оном које је присутно у коначном раствору добијеном претходним поступком? Ову запремину изразити као умножак (x) запремине патуљасте планете Плутон, која износи $7,15 \cdot 10^9 \text{ km}^3$.

а) $n = \underline{\hspace{2cm}}$

б) $x = \underline{\hspace{2cm}}$

(1 дец.)

12. Припремљено је 150,0 g раствора калијум-бромида засићеног на 60 °C. Када је овај раствор охлађен на 20 °C, остављен је да стоји неколико дана, након чега је из њега испарило 15,0 cm³ воде. Колико је чврстог калијум-бромида добијено филтрирањем настале смеше? Претпоставити да је собна температура износила 20 °C. Растворљивост калијум-бромида: на 60 °C 85,5 g/100 g H₂O, на 20 °C 65,3 g/100 g H₂O; густина воде 1,00 g/cm³.

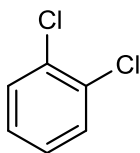
$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$

(1 дец.)

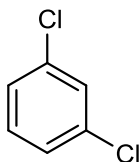
13. Ако се у засићени раствор натријум-карбоната укапа уз снажно мешање мала количина бакар(II)-сулфата, издвајају се интензивно плави кристали азурита. Азурит садржи 55,49 % бакра а не садржи сумпор. Стајањем азурита на ваздуху, он прелази у зелени малахит, који садржи 57,66 % бакра. Ни азурит ни малахит не садрже кристалну воду. Напишите формуле азурита и малахита.

азурит _____ малахит _____

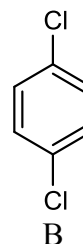
14. Дихлорбензен јавља се у облику *орто*- (А), *мета*- (Б) и *пара*-изомера (В). Поређати ове изомере по њиховој растућој растворљивости у води.



А



Б



В

_____ < _____ < _____

15. Два изомерна угљовододоника садрже само један тип sp^3 -хибризованих атома угљеника (примарни, секундарни или терцијарни). Смеса 0,486 mol тих угљоводника је третирана раствором брома у угљен-тетрахлориду. После удаљавања растварача и вишка брома, маса остатка је износила 88,82 g. Масени удео брома у остатку је износио 54,05%. Напишите структурне формуле ових изомера.

16. Алкил-јодид А је преведен у одговарајући Грињаров реагенс, који је реаговао са 2-метилпропаналом. Након обраде реакционе смеше водом, добијено је једињење Б, које је лако реаговало са НВг и дало други алкил-халогенид В. Једињење В је слично преведено у Грињаров реагенс који је у реакцији са водом да једињење Г. Када је полазно једињење загревано са металним натријумом добијено је једињење Г. Написати структурне формуле једињења А-Г.

А = _____ Б = _____

В = _____ Г = _____

17. Пикринска киселина (2,4,6-тринитрофенол) је слабо растворна у води. Ово једињење је јака киселина. Засићени раствор на 25 °С има рН 1,21. Колико износи масена концентрација засићеног раствора пикринске киселине на овој температури?

$\gamma =$ _____ g/dm³

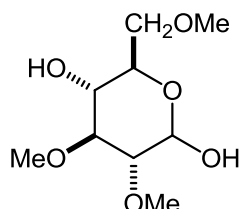
(1 дец.)

18. Студент је у оквиру практичног дела испита добио задатак да синтетише једињење Х. Овај студент је требало да у раствор, добијен мешањем *a* ml ацетофенона ($\rho = 1,03 \text{ g/cm}^3$) и 10 ml етанола, дода, уз мешање, *b* ml фурфурала (2-фуранкарбалдехид, $\rho = 1,16 \text{ g/cm}^3$), а затим и 3 ml 2%-ног воденог раствора натријум-хидроксида. Према датом пропису у реакциону смешу се додаје исти број молова ацетофенона и фурфурала. Након дванаесточасовног мешања на собној температури, студент је обрадио реакциону смешу, изоловао и пречистио једињење Х, а затим је израчунао да је ово једињење добио у приносу од 51,6%. Како је добио значајно нижи принос једињења Х у односу на своје колеге, овај студент је добро размислио о томе како је извео синтезу и схватио да је пермутовао запремине ацетофенона и фурфурала, односно да је додао *a* ml фурфурала и *b* ml ацетофенона. У ком приносу је овај студент заиста добио једињење Х?

_____ %

(1 дец.)

19. Горко једињење А је изоловано из метанолног екстракта грма *Viburnum phlebotrichum* за које је елементална анализа показала да је молекулске формуле $C_{22}H_{30}O_9$. Третирањем једињења А ацет-анхидридом у пиридину добијено је једињење В молекулске формуле $C_{32}H_{40}O_{14}$. Рефлуksom водено-метанолног раствора А и NaOH, а затим разблаживањем водом, па екстракцијом диетил-етром, пажљивим закишељавањем воденог слоја воденим раствором HCl, и екстракцијом поново диетил-етром, па етил-ацетатом, добијено је једињење С у другом етарском екстракту, а једињење D у етил-ацетатном екстракту. Када се једињење А третира вишком метил-јодида и сребро(I)-оксидом у N,N-диметилформамиду, па добијени производ хидролизује под киселим условима, међу производима идентификовани су метилована глукоза (доле дата формула) и 4-метоксифенол. Из реакционе смеше добијене третирањем једињења В или С вишком $LiAlH_4$ у сувом етру може да се изолује исти производ, 2,6-диметил-2,7-октадиен-1,6-диол. Написати структурне формуле једињења А-D.

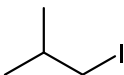


A = _____ B = _____

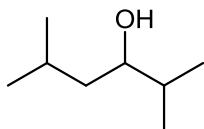
C = _____ D = _____

20. У протонском NMR-спектру једињења молекулске формуле $C_6H_{15}N$ јављају се два сигнала, који нису разложени (синглети). Однос интензитета та два сигнала је 1,5:1. Напишите структурну формулу овог једињења.

Кључ решења задатака за III и IV разред

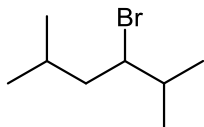
	Поени
1. а) $2\text{Na}_3\text{AsS}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{As}_2\text{S}_5 + 3\text{H}_2\text{S} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$	1,5
б) $16\text{S}_2\text{Cl}_2 + 24\text{H}_2\text{O} = 8\text{H}_2\text{SO}_3 + 3\text{S}_8 + 32\text{HCl}$	1,5
2. 14,12 g	3
3. а, б, в	3
4. LiH	3
5. а) 35-0-0	1
б) 64,81 kg KH_2PO_4	1
162,17 kg K_2HPO_4	1
6. $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$	3
7. А – NH_3	0,6
Б – Cl_2	0,6
В – NH_4Cl	0,6
Г – N_2	0,6
Д – HCl	0,6
8. CaB_6	3
9. $E(\text{C}=\text{C}) = 598 \text{ kJ mol}^{-1}$	1,5
$E(\text{C}\equiv\text{C}) = 822 \text{ kJ mol}^{-1}$	1,5
10. а) 7,4 g	1,5
б) 1,3 g	1,5
11. а) 22	1,5
б) 1,4	1,5
12. 26,1 g	3
13. а) $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	1,5
б) $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	1,5
14. $\text{B} < \text{Б} < \text{А}$	3
15. а)	
	1,5
б)	
	1,5
16. А =	
	0,75

B =



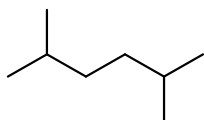
0,75

B =



0,75

Γ =



0,75

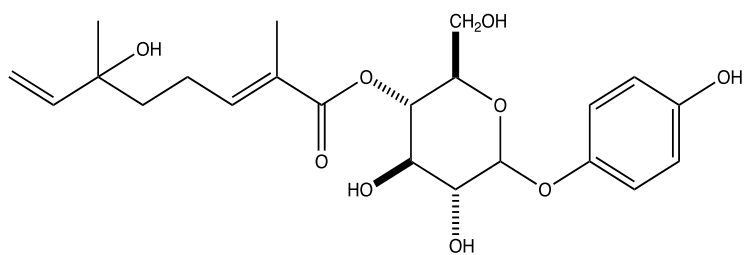
17. 14,1 g/dm³

3

18. 72,6%

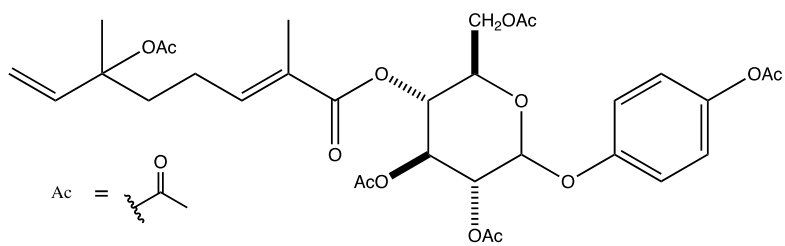
3

19. A =



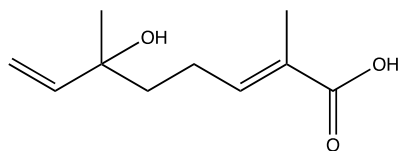
0,75

B =



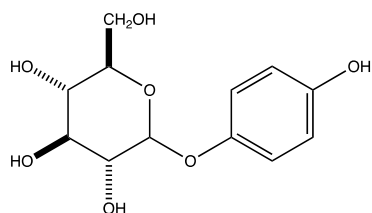
0,75

C =



0,75

D =



0,75

20.

