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

Републичко такмичење из хемије
Београд, 10.05.2014.

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; 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; Ge=73; As=75; Br=80; Rb=85; Sr=88; Y=89; Mo=96; Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Pt=195; Au=197; Hg=201; Pb=207; Bi=209; Ra=226; U=238

Нормални услови: температура = 0^{o}C; притисак 101,3 kPa.
Молска запремина: 22,4 dm^3/mol при нормалним условима.
Авогадров број: $6x10^{23}$
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol
Фарадејева константа: 96500 C/mol
Планкова константа: $6,62 \times 10^{-34}$ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Земљорадник Пера мора да пођубри своје њиве азотним ђубривом. Пошто је отишао у пољопривредну апотеку, понудили су му ђубриво А и ђубриво Б. Није хтео тек тако лако да поверује да је скупље ђубриво истовремено и боље, па је отишао кући, запамтивши имена ђубрива и чињеницу да је ђубриво Б скупље. Позвао је свог нећака Нећу, иначе дипломираног хемичара, и питао га које ђубриво да узме, рекавши му све што је запамтио. Нећа је преко интернета сазнао саставе оба ђубрива, будући да није знао шта је NPK број. Ђубриво А састојало се из калцијум-нитрата тетрахидрата, а ђубриво Б из амонијум-сулфата. Такође је пронашао да биљке усвајају сав азот из ђубрива. Назвао је Перу рекавши му: „Немој куповати ђубриво Б ако је више од ... пута скупље од ђубрива А.“ Који број је изостављен из реченице?

_____

(2 дец.)

2. Рониоци користе различите смеше гасова за дисање под водом како би се избегли непожељни ефекти током и након роњења. Главна компонента ових смеша – кисеоник – мора бити присутан у довољној количини како би се обезбедило несметано дисање, али га не сме бити ни превише како се не би десило тровање кисеоником. Ризик за тровање кисеоником јавља се при парцијалном притиску кисеоника од 160 kPa. Притисак на некој дубини d испод нивоа мора може се добити као:

$$p = p_a + \rho g d$$

где је p_a атмосферски притисак, ρ густина морске воде (1,025 g/cm^3), а g гравитационо убрзање (9,81 m/s^2).

Ронилац Златко за дисање користи гасну смешу која се састоји из 79% азота и 21% кисеоника (запреминских). До које максималне дубине Златко може да рони а да при том не ризикује тровање кисеоником.

d = _____ m

(1 дец.)

3. Растворено је 15,30 g баријум-оксида у 200 ml воде. У добијени раствор додато је 46,7 ml 10,3% сумпорне киселине (ρ = 1,07 g/cm^3). Раствор изнад насталог талога профилтриран је на топло, а филтрат је остављен да стоји на собној температури током три дана како би вода из раствора испарила. При томе је

добијено 14,96 g остатка X, умерено растворног у води на собној температури. Одредити молекулску формулу супстанце X.

_____

4. Написати електронску конфигурацију атома у основном стању, ако се тај елемент налази у III периоди периодног система елемената, а његове енергије јонизације су наведене у табели ниже.

Енергија јонизације	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
eV	8,15	16,34	33,46	45,13	166,74

_____

5. Атмосфера планете Уран се састоји од три гасовите супстанце А, Б и В. О тим супстанцама познато је следеће:

Параметар супстанце	А	Б	В
Молекул је лакши од молекула кисеоника	2 пута	16 пута	8 пута
Производи реакције са кисеоником	Угљен-диоксид и вода	вода	Не реагује
Запремински удео у атмосфери Урана	2%	83%	15%

а) Које супстанце улазе у састав атмосфере Урана?

б) Колико је пута лакши или тежи литар ваздуха са Земље од литра „ваздуха“ са Урана?

а) А = _____ Б = _____ В = _____

б) _____ пута

(цео број)

6. Израчунајте pH вредност раствора који се добија мешањем једне запремине раствора хлороводоничне концентрације 0,100 mol/dm^3 и три запремине раствора јодоводоничне киселине концентрације 0,100 mol/dm^3.

pH = _____

(2 дец.)

7. Струја јачине 2,00 A провођена је током 3,00 сата кроз раствор неке соли платине. На катоди се издвојило 10,9 g платине. Колико је било наелектрисање платинских јона у раствору?

_____

8. Константа равнотеже за реакцију

$$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ NH_3(g)$$

износи 5,97 x 10^{-2} на 500 ^oC. Ако се 1,00 mol гасовитог азота и 1,00 mol гасовитог водоника загревају на 500 ^oC у реактору запремине 10,00 dm^3 у присуству катализатора, израчунајте проценат азота преведеног у амонијак.

_____ %

(2 дец.)

9. У тамној реагенс-боци налази се H_2O_2 непознате концентрације. Да би се она одредила, 100 g овог раствора је остављено на сунчевој светлости. Издвојило се 2,24 dm^3 гаса (н.у.). Затим је тај раствор закишељен и обрађен вишком раствора калијум-перманганата. Издвојило се још 11,2 dm^3 гаса (н.у.). Колико износи масени удео раствора водоник-пероксида?

ω= _____ %

(1 дец.)

10. На основу промена стандардних реакционих енталпија:

$SOCl_2(l) + H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 2\ HCl(g)$ $\Delta H_1 = 10,3$ kJ/mol

$PCl_3(l) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow POCl_3(l)$ $\Delta H_2 = -\ 325,1$ kJ/mol

$P(s) + 3/2\ Cl_2(g) \rightarrow PCl_3(l)$ $\Delta H_3 = -\ 306,7$ kJ/mol

$4\ HCl(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ Cl_2(g) + 2\ H_2O(l)\ \Delta H_4 = -\ 202{,}6$ kJ/mol

израчунати вредност ΔH за реакцију:

$2\ P(s) + 2\ SO_2(g) + 5\ Cl_2(g) \rightarrow 2\ SOCl_2(l) + 2\ POCl_3(l)$

$\Delta H =$ _____ kJ/mol

11. Гасна смеша добијена приликом разлагања извесне количине чистог амонијум-хромата пропуштена је кроз раствор хлороводоничне киселине. Запремина гасне смеше смањила се за извесну вредност. Напишите изједначену укупну реакцију разлагања амонијум-хромата. Напомена: Амонијум-дихромат се распада по следећој једначини:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2 + 4\ H_2O.$$

---

12. Парамагнетна својства металних комплекса се најчешће квантификују помоћу ефективног магнетног момента, μ. Теоријски, магнетном моменту доприносе две компоненте: спински угаони момент и орбитални угаони момент. За многе комплексе d-метала 4. периоде, допринос друге компоненте се може занемарити. Спински угаони момент се може одредити помоћу броја неспарених електрона n, у јединицама Боровог магнетона (BM):

$$\mu_{\text{спин}} = \sqrt{n(n+2)}\ \text{[BM]}$$

Одредите ову вредност за парамагнетни комплекс $[Ni(H_2O)_6]Cl_2$.

Атомски бројеви: H = 1, O = 8, Cl = 17, Ni = 28

$\mu_{\text{спин}} =$ _____BM

(2 дец.)

13. Смеса два халогенида натријума масе 0,500 g растворена је у води и третирана вишком сребро-нитрата. Маса добијеног талога је била 0,500 g. Напишите формулу натријум-халогенида који је сигурно присутан у полазној смеси, и израчунајте његов молски удео у полазној смеси.

_____ x = _____

(3 дец.)

14. Узорак непознатог карбонила метала (комплекса прелазног метала и угљен-моноксида) масе 1,96 g загреван је са вишком јода у пиридину, при чему долази до ослобађања CO. Гас је пропуштен преко I_2O_5 и настали јод је екстрахован угљен-тетрахлоридом. Количина I_2 у раствору CCl_4 одређена је титрацијом помоћу натријум-тиосулфата (утрошено је 20 cm^3 раствора концентрације 1,00 mol dm^{-3}). Одредите формулу непознатог комплекса. Једначина реакције јода са тиосулфатом је (коефицијенти нису сређени): $I_2 + S_2O_3^{2-} \rightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$.

_____

15. Као резултат реакције редукције неког једињења добијен је 1,4-пентандиол. Одредите које органско једињење је било редуковано ако је масени удео угљеника у 1,4-пентандиолу 1,04 пута већи од оног у полазном једињењу. Напишите структурну формулу тог једињења, предложите редукционо средство и напишите једначину реакције.

_____

_____

_____

16. Непознато једињење A молекулске формуле $C_7H_6O_2$ не реагује са Толенсовим реагенсом. После киселе хидролизе даје производе Б и В. Једињење Б показује

слабо кисела својства (pKa$_1$ = 9,2, pKa$_2$ = 13,0), док једињење В реагује са Толенсовим реагенсом. Напишите структуре једињења А, Б и В.

А = _____ Б = _____

В = _____

17. У Вијетнаму, земљи која ће бити домаћин 46. међународне хемијске олимпијаде, успева вијетнамски цимет, *Cinnamomum loureiroi*. То је врста која садржи око 1–5% етарског уља у коме се налази око 25% цинамалдехида (А), највише од свих циметних врста. Цинамалдехид је *trans*-3-фенил-2-пропенал. Благом оксидацијом цинамалдехида са натријум-хлоритом добија се једињење Б. Када се раствор једињења Б у бензену загрева уз рефлукс са апсолутним етанолом уз додатак концентроване сумпорне киселине добија се једињење В, које садржи два кисеоникова атома. Напишите структурне формуле цинамалдехида и једињења Б и В.

А = _____ Б = _____

В = _____

18. Лентионин је природно једињење са карактеристичним мирисом на бели лук, а изоловано је из шитаке печурака (*Lentinula edodes*). Лентионин сачињава, поред угљеника и водоника, још само једна врста хетероатома. Ако се 244,9 mg лентионина сагори у кисеонику, резултујућа смеша производа садржи 46,90 mg воде. Ова смеша обезбојава разлбажени раствор калијум-јодида и јода. Ако се производи сагоревања још једног узорка од 244,9 mg лентионина апсорбују у раствору водоник-пероксида (и тај раствор после загрева до кључања), онда добијени раствор гради талог са раствором баријум-хлорида, који се не раствара у разблаженим киселинама и има масу 1,518 g. Молекулска и емпиријска формула лентионина су исте. Написати молекулску формулу лентионина.

Написати структурну формулу овог једињења, ако се зна да је то цикличан молекул, да у њему не постоје рачвања ни угљеник-угљеник везе, као и да је сваки хетероатом повезан за барем још један хетероатом.

---

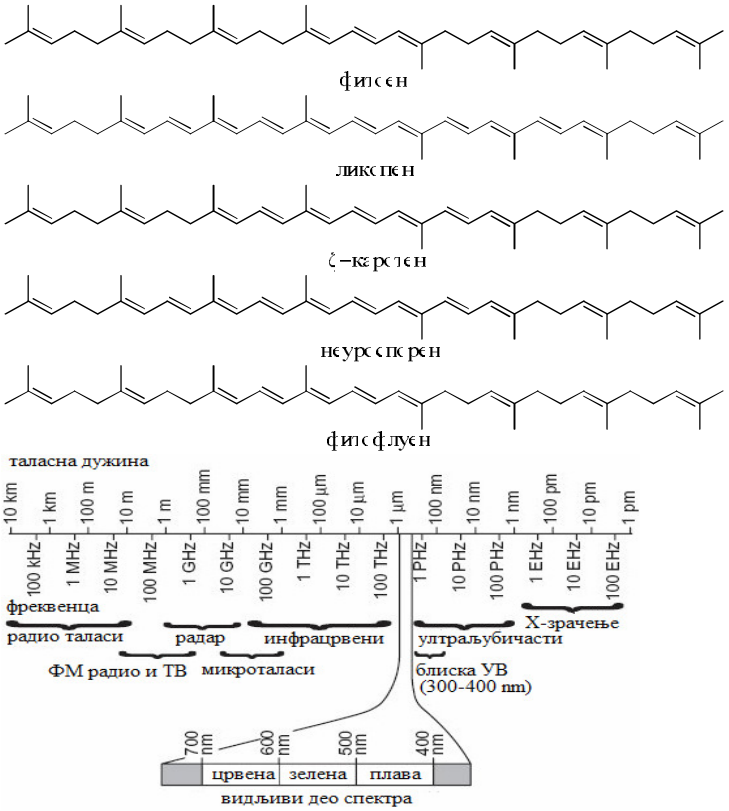
19. Енергетски нивои електрона у једнодимензионалној квантној кутији су дати изразом:

$$E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2} \qquad n: 1, 2, 3\ldots$$

где је h Планкова константа, m маса електрона, а L дужина кутије.

Некада је могуће предвиђати особине органских молекула помоћу овог једноставног израза. Тако, могуће је проценити таласну дужину фотона који бива апсорбован од стране неког молекула (а тиме и предвидети боју те супстанце), претпостављајући да се електрони понашају као да су у поменутој кутији и да разлика у енергијама између највишег попуњеног нивоа и првог празног нивоа одговара енергији апсорбоване светлости.

За ниже наведене алифатичне каротеноиде (приказане су структурне формуле без узимања у обзир конфигурације двоструке везе) зна се да је један транспарентан у блискоj UV области, да један апсорбује зрачење у блискоj UV области, а да је један црвене боје. Навести ком каротеноиду одговара која од наведених карактеристичнних апсорпција. Имати на уму да боја коју видимо потиче од оне коју супстанца није апсорбовала, односно комплементарна је апсорбованој (види електромагнетни спектар).



294 nm _____ 365 nm _____ 425 nm _____

468 nm _____ 502 nm _____

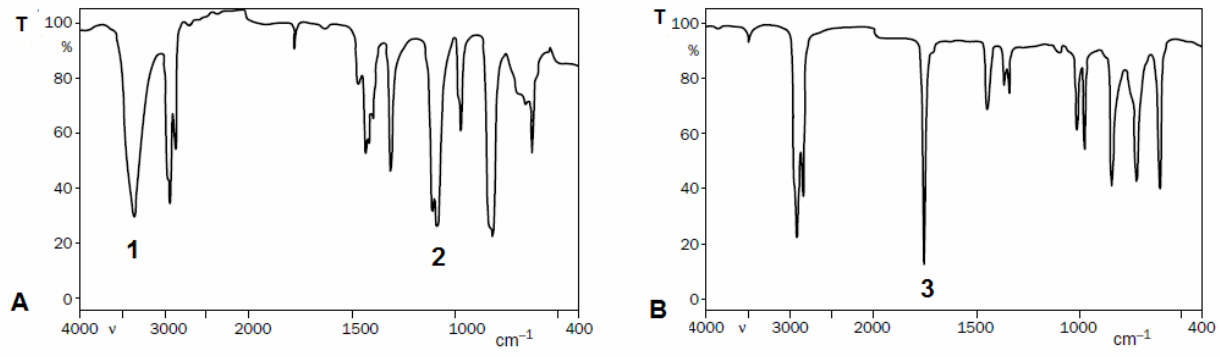
20. Једињење A ($C_2H_3O_2Cl_3$) има седативно и хипнотичко дејство. Лако се раствара у води и алкохолу. Ово једињење настаје растварањем једињења B у води. Инфрацрвени спектри (између осталог, траке, тј. „минимуми“, у инфрацрвеном спектру указују на постојање одређених функционалних група у молекулу) A (ИЦ1) и B (ИЦ2) су дати испод. Из једињења B се, под одговарајућим условима, могу добити и једињења C-E. Напишите структурне формуле једињења A-F ако знате следеће:

а) Редукцијом једињења B натријум-борхидридом (производ C) губи се трака 3 из ИЦ2, али се појављују траке аналогне тракама 1 и 2 из ИЦ1.

б) Оксидацијом једињења B настаје једињење D које има исти број C-атома. У спектру једињења D постоје траке аналогне траци 3 (ИЦ2) и тракама 1 и 2 (ИЦ1).

в) Једињење B реагује са метанолом у киселој средини дајући производ E у чијем инфрацрвеном спектру постоји трака аналогна траци 2, али не и траци 1 (ИЦ1).

г) Једињење D реагује са метанолом у киселој средини дајући производ F у чијем инфрацрвеном спектру постоје траке аналогне траци 2 (ИЦ1) и траци 3 (ИЦ2), али не и траци 1 (ИЦ1).



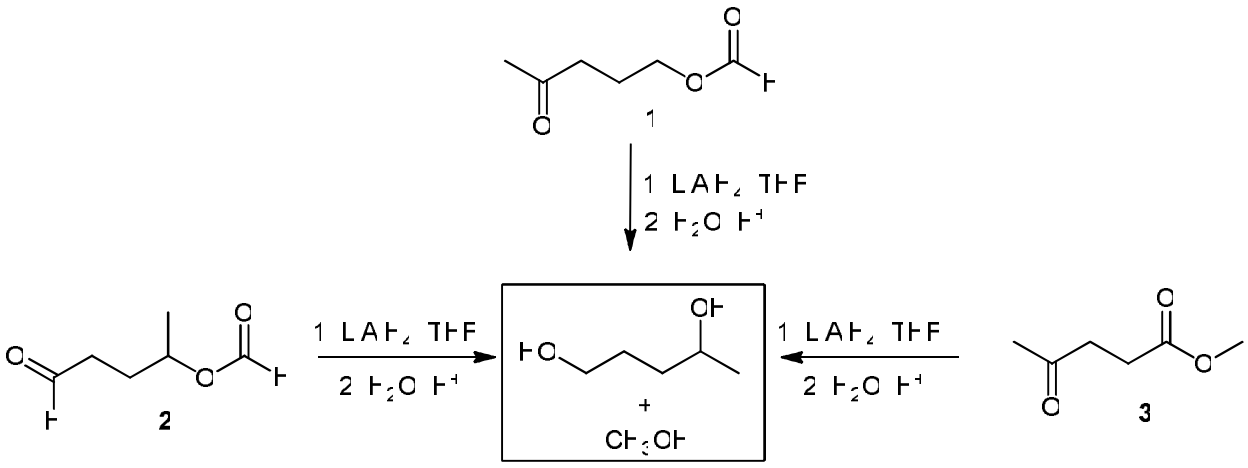
A = _____ B = _____

C = _____ D = _____

E = _____ F = _____

Кључ решења задатака за III и IV разред

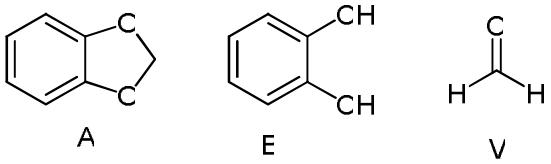
		поени
1.	1,79	3
2.	65,7 m	3
3.	$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	3
4.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2\ 3p^2$	3
5.	A = CH_4	0,5
	Б = H_2	0,5
	В = He	0,5
	11 пута	1,5
6.	1,00	3
7.	4+	3
8.	1,15 %	3
9.	23,8 %	3
10.	-1081,6 kJ/mol	3
11.	$2\ (NH_4)_2CrO_4 \rightarrow Cr_2O_3 + 5\ H_2O + 2\ NH_3 + N_2$	3
12.	2,83 ВМ	3
13.	NaF	1
	0,669	2
14.	$Fe(CO)_5$	3
15.		



1 поен за било које једињење **1**, **2** или **3**, 1 поен за $LiAlH_4$, 1 поен за реакцију

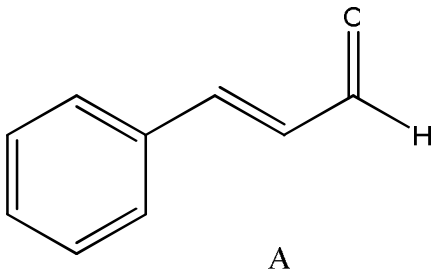
1 + 1 + 1

16.

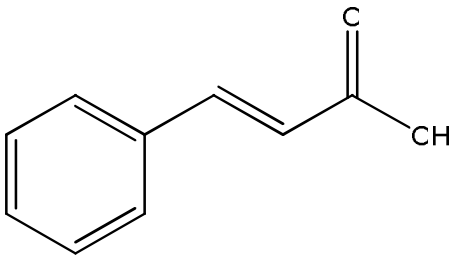


1 + 1 + 1

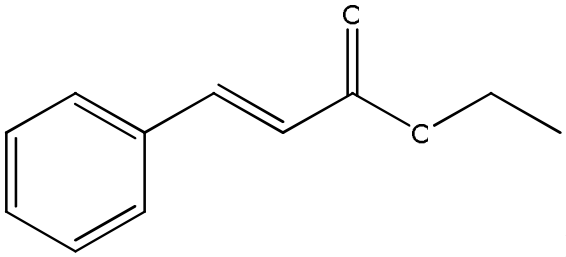
17.



1

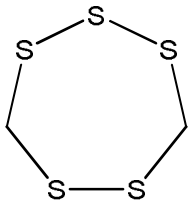


1



B 1

18. $C_2H_4S_5$ 1,5



1,5

19. 294 nm фитоен 3

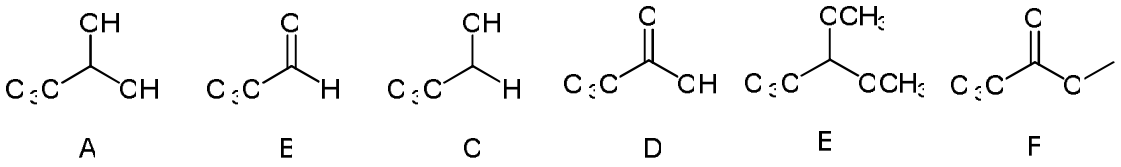
365 nm фитофлуен

425 nm ζ-каротен

468 nm неуроспорен

502 nm ликопен

20.



A E C D E F

6 x 0,5