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

Републичко такмичење из хемије
Нови Сад, 11.05.2013.

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; 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
Планкова константа: 6,62 x 10^{-34} J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. У анхидрованој соли А, која је зелене боје, молски однос калијума и елемента Б је 2:1. Масени удео калијума у соли А је 39,6 %. Со А се добија стапањем мрког једињења В са калијум-хидроксидом у присуству калијум-перхлората. Кад се једињење Г, љубичасте боје, загрева, издваја се гас Д и настају једињења А и В. Масени удео елемента Б у једињењу А је 27,9 %, у једињењу В је 63,2 %, а у једињењу Г је 34,8 %. Напишите формуле једињења А, В и Г.

   А = _____ В = _____ Г= _____

2. Концентрација сумпор-диоксида у вину се одређује јодиметријском титрацијом. Одмери се узорак од 50,00 cm^3 вина из тек отворене боце и пребаци у ерленмајер од 250 cm^3. Дода се 5 cm^3 разблажене сумпорне киселине (1:4) и неколико капи раствора скроба. Сумпор-диоксид се титрује раствором јода концентрације 0,01 mol/dm^3 до појаве плаве боје која је постојана током 4 минута. За дати узорак било је потребно 20,00 cm^3 раствора јода. Израчунајте садржај сумпор-диоксида у милиграмима на 1 dm^3 вина.

   _____ mg у 1 dm^3 вина

   (1 дец.)

3. Кад се смеса еквимолских количина азота и кисеоника подвргне дејству електричног лука на 2700 ^oC, у равнотежи ће бити 5 % (запреминских) азот(II)-оксида. Израчунајте:

   а) константу равнотеже за реакцију добијања азот(II)-оксида.

   б) принос реакције, који се дефинише као $\eta = 100\ n_{eq}(NO) / n_{max}(NO)$

   а) K = _____

   (1 дец. х експ.)

   б) η = _____%

   (1 дец.)

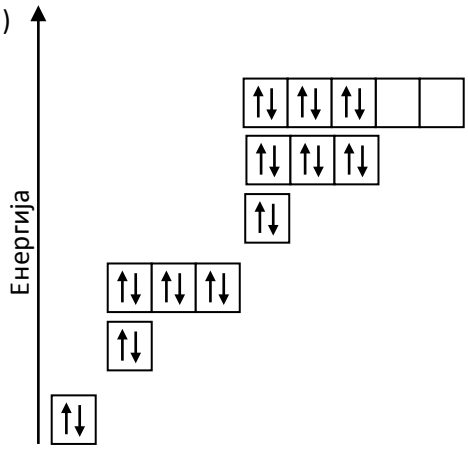
4. Колико грама $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и колико грама воде треба узети за добијање 1,00 kg 10,0% раствора $ZnSO_4$?

_____g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (цео број)

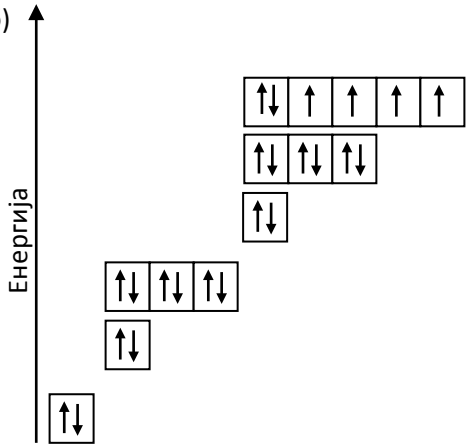
_____ g H_2O (цео број)

5. Заокружите слово испред слике која најбоље представља распоред електрона у атому једног елемента.

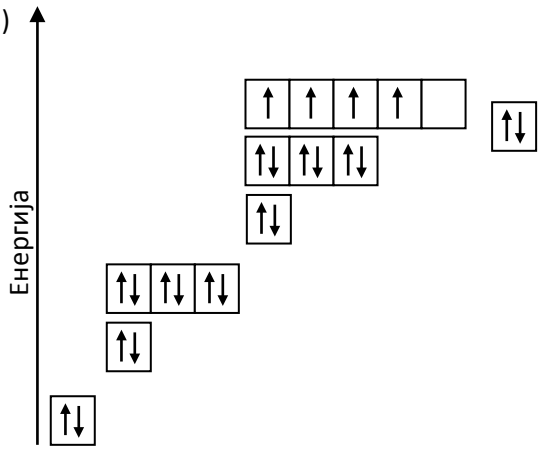
а)



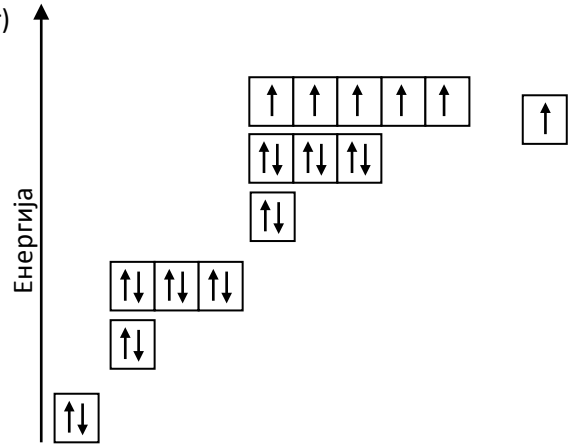
б)



в)



г)



6. Заокружите слово испред тачног предвиђања резултата огледа. Електрична проводљивост раствора калцијум-хидроксида кроз који се пропушта угљеник(IV)-оксид мења се на следећи начин:
   а) стално опада
   б) стално расте
   в) опада, па расте
   г) расте, па опада

7. Узорак магнезијума је сагорен на ваздуху. Чврстом производу, масе 18,0 g, додат је раствор хлороводоничне киселине до потпуног растварања. При третману добијеног раствора вишком натријум-хидроксида издвојио се гас и пао талог масе 29,0 g. Израчунајте запремину издвојеног гаса (н.у.).

$V =$ _____ dm^3
(2 дец.)

8. Израз за брзину реакције азот(IV)-оксида и озона
   $2NO_2(g) + O_3(g) \rightarrow N_2O_5(g) + O_2(g)$
   је $v = k[NO_2][O_3]$. Заокружите слово испред механизма који је сагласан са изразом за брзину:

   а) Механизам А: $NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2$ (спори корак)
   $NO_2 + NO_3 \rightarrow N_2O_5$ (брзи корак)

   б) Механизам Б: $O_3 \rightleftharpoons O_2 + O$ (брзи корак)
   $NO_2 + O \rightarrow NO_3$ (спори корак)
   $NO_2 + NO_3 \rightarrow N_2O_5$ (брзи корак)

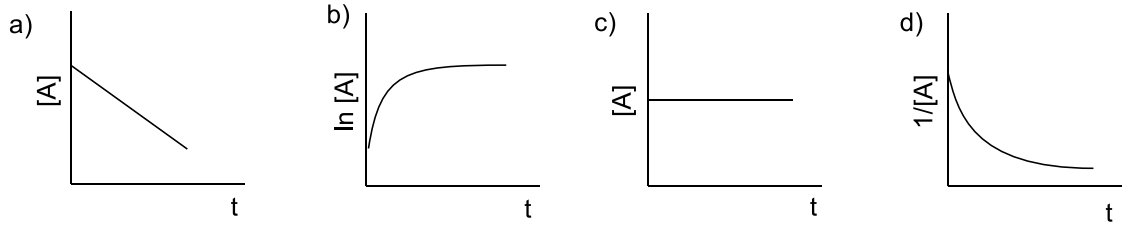
   в) Оба механизма су сагласна са изразом за брзину.

   г) Ни један ни други механизам нису сагласни са изразом за брзину.

9. Течни хидразин, N_2H_4, користи се као ракетно гориво – у реакцији хидразина са водоник-пероксидом настају азот и водена пара уз ослобађање велике количине топлоте. За колико степени се загреје гасна смеша која настаје у реакцији N_2H_4 и H_2O_2 (претпоставите да се целокупна енергија ослобођена у реакцији троши на загревање насталих гасова). $\Delta H_f°(N_2H_4) = 50{,}6$ kJmol^{-1}, $\Delta H_f°(H_2O_2) = -187{,}8$ kJmol^{-1}, $\Delta H_f°(H_2O) = -285{,}8$ kJmol^{-1}. Топлотни капацитети азота и водене паре износе: 29,1 J/(mol×K) за азот и 33,6 J/(mol×K) за водену пару.

$\Delta T =$ _____ K
(цео број)

10. Који од следећих дијаграма одговара реакцији нултог реда А → Б? Заокружите слово поред тачног одговора.



11. Под киселим условима стандардни редокс-потенцијал пара MnO_4^-/MnO_2 износи 1,69 V, пара MnO_2/Mn^{2+} 1,239 V, пара IO_3^-/I_3^- 1,20 V и пара I_3^-/I^- 0,54 V. Напишите реакцију јодида и перманганата до које долази
    а. када је јодид у вишку (када се укапава раствор перманганата у раствор јодида)
    б. када је перманганат у вишку (када се укапава раствор јодида у раствор перманганата)

    а) _____

    б) _____

12. Кроз 200 cm^3 раствора сребро-формијата пропуштен је вишак водоника до потпуног издвајања талога. После одвајања талога, вредност pH раствора износила је 2,00. Одредите моларну концентрацију соли у полазном раствору. Константа дисоцијације мрављe киселине износи $1,82 \cdot 10^{-4}$.

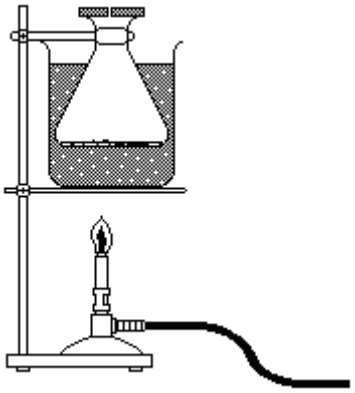
c = _____ mol/dm^3

(3 дец.)

13. Напишите симбол елемента који при н.у. има густину 19,32 g/cm^3 и моларну запремину $1,02x10^{-5}$ m^3/mol?

_____

14. Димаова метода представља једну од најстаријих метода помоћу је одређивана молекулска маса испарљивих супстанци. Овај оглед се изводи тако што се мала запремина течне супстанце (V), чију моларну масу желимо да одредимо, дода у претходно одмерени суд запремине 50 mL (чија је маса m_1). Овај суд се затим потапа у кључало водено купатило (слика ниже). Како узорак полако испарава, његове паре потискују ваздух из суда, тако да на крају суд садржи само паре непознате супстанце. Након тога се суд хлади и мери се његова маса (m_2). На крају се на барометру у лабораторији очитава тачна вредност атмосферског притиска (P).



15.

16.

У једном оваквом експерименту, за непознату супстанцу X, добијени су резултати приказани у табели 1:

$V_{\text{непознате супстанце}}$ **(mL)**	m_1 **(g)**	m_2 **(g)**	P **(mbar)**
5	32,1867	32,3047	1000

Одредите моларну масу супстанце X, уколико је зависност температуре кључања воде од атмосферског притиска дата у табели 2:

Атмосферски притисак (mbar)	980	986	993	1000	1006	1013
Температура кључања (°C)	99,07	99,26	99,94	99,63	99,82	100

M = _____ g/mol
(2 дец.)

15. Напишите и именујте све изомере молекулске формуле $C_2H_2F_2$. Koje(a) од ових једињења је (су) неполарно(а)?

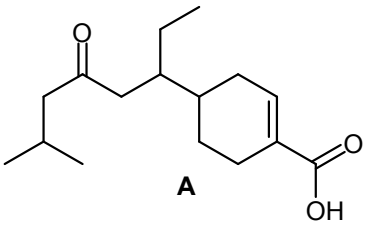
_____

16. Два изомерна алкохола **А** (оптички активан) и **Б** (оптички неактиван) имају молекулску формулу $C_9H_{10}O$ и реагују са концентрованом сумпорном киселином дајући један те исти угљоводоник **В**. Каталитичка хидрогенизација В даје угљоводоник **Г** формуле C_9H_{10}, а који при нитровању са концентрованом азотном киселином у сумпорној киселини гради само два мононитро деривата. Написати структурне формуле једињења **А**-**Г**.

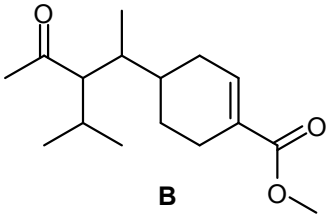
А = _____ Б = _____

В = _____ Г = _____

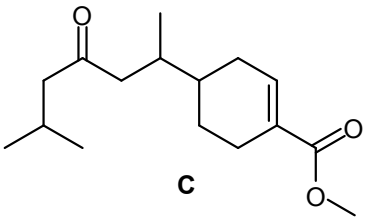
17. Јувабион је природни производ са хормоналним дејством према извесном европском инсекту, изолован из једне врсте америчке јеле (*Abies balsamea*). Масеном спектрометријом високе резолуције је утврђено да је његова молекулска формула $C_{16}H_{26}O_3$. На слици ниже су дате структуре (A-F) јувабиона и његових 5 изомера. Одредите која од њих одговара јувабиону, узимајући у обзир следеће чињенице: када се 100 mg јувабиона подвргне каталитичкој хидрогенизацији (потпуна конверзија), добија се 100,75 mg производа. Ако се јувабион загрева са концентрованим воденим раствором базе, настаје раствор једињења X, чијим закишељавањем настаје једињење Y. Једињење Y настаје и када се јувабион загрева са воденим раствором киселине. Ако се јувабион третира са I_2 у присуству базе (NaOH), није уочено издвајање светло жутих кристала. Која је структура јувабиона, једињења X и Y?



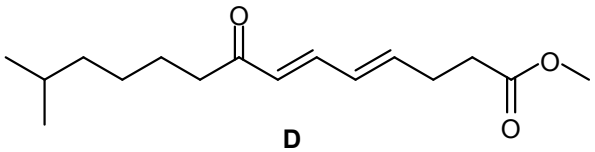
A



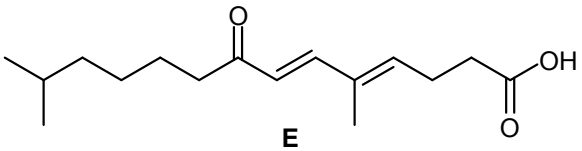
B



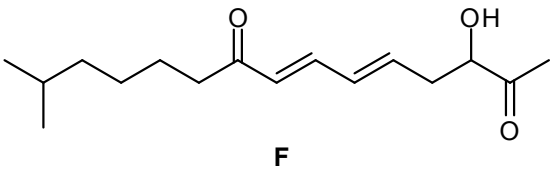
C



D



E



F

јувабион = _____ X = _____

Y = _____

18. Сулфанилна киселина (*p*-аминобензенсулфонска киселина) представља важно полазно једињење за синтезу сулфонамидних лекова и азо-боја. Предложите синтезу овог једињења полазећи од бензена.

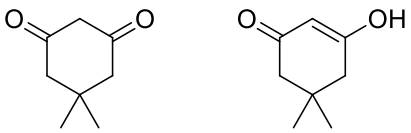
---

19. Седатив веронал (барбитон) спада у барбитурате. Синтетисао га је немачки хемичар Меринг, и назвао по италијанском граду Верони, јер је сматрао да се тамо најбоље може одморити. Веронал се добија на следећи начин. Диетил-малонат (1 mol) се третира са два мола натријум-етоксида и два мола етил-бромида, а добијени производ А се даље третира уреом под киселим условима уз загревање. Напишите структуре једињења А и веронала.

А = _____

веронал = _____

20. Димедон (5,5-диметил-1,3-циклохександион) је циклични дикетон који се користи за спектрофотометријско одређивање алдехида. Иако се лако синтетише, због ниске цене (око 0,5 евра по граму) већина лабораторија купује комерцијално доступни димедон. Узорак супстанце из тек отвореног паковања (10,0 mg супстанце растворено је у 0,40 ml деутерохлороформа, $CDCl_3$) анализиран је NMR спектроскопијом. Иако на паковању пише да је садржај димедона преко 99,0%, анализом добијеног спектра утврђено је да је у раствору присутна и знатна количина једињења X.



dimedon X

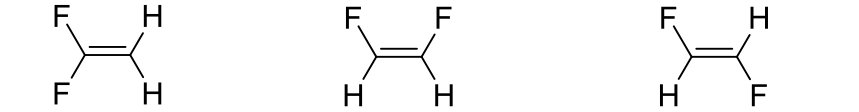
Водоник везан за sp^2 хибридизовани угљеник једињења X даје сигнал на хемијском померању од 5,5 док сигнали метил група оба једињења имају померање око 1,0. Однос интензитета сигнала на 5,5 и 1,0 износи 1 : 18. Израчунајте масене концентрације димедона и једињења X у анализираном раствору, ако знате да је интензитет сигнала директно пропорционалан броју водоника од којих потиче тај сигнал.

_____ mg/cm^3 димедона (1 дец.) _____ mg/cm^3 једињења X (1 дец.)

Кључ решења задатака за III и IV разред

	Поени
1. A = K_2MnO_4	1
B = MnO_2	1
Г = $KMnO_4$	1
2. 256,0 mg	3
3. а) $1,1x10^{-2}$	1,5
б) 5,0 %	1,5
4. 178 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	1,5
822 g H_2O	1,5
5. г	3
6. в	3
7. 4,48 dm^3	3
8. а	3
9. 5004 K	3
10. а	3
11. 0,559 mol/dm^3	3
12. а) $15\ I^- + 2\ MnO_4^- + 16\ H^+ = 5\ I_3^- + 2\ Mn^{2+} + 8\ H_2O$	1,5
б) $I^- + 2\ MnO_4^- + 2\ H^+ = IO_3^- + 2\ MnO_2 + H_2O$	1,5
13. Au	3
14. 73,14 g/mol	3

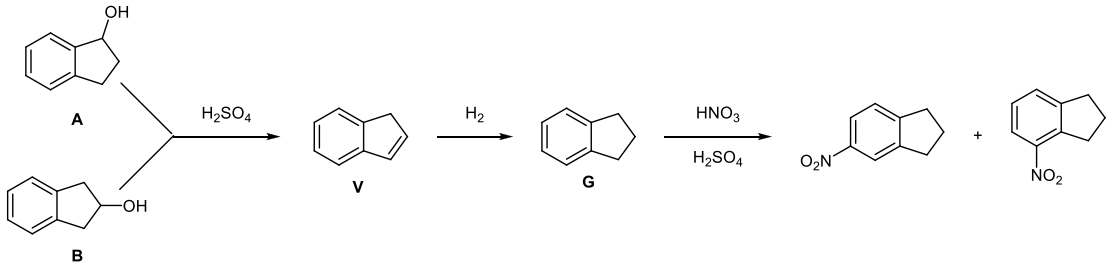
15.



1,1-difluoreten (*Z*)-1,2-difluoreten (*E*)-1,2-difluoreten

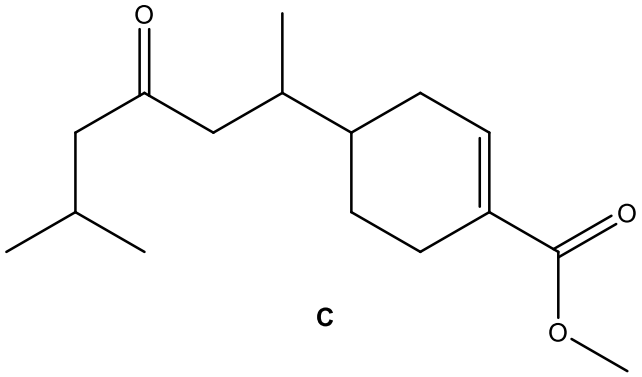
nepolarno jedinjenje 3 x 0,5 + 1,5

16.



4 x 0,75

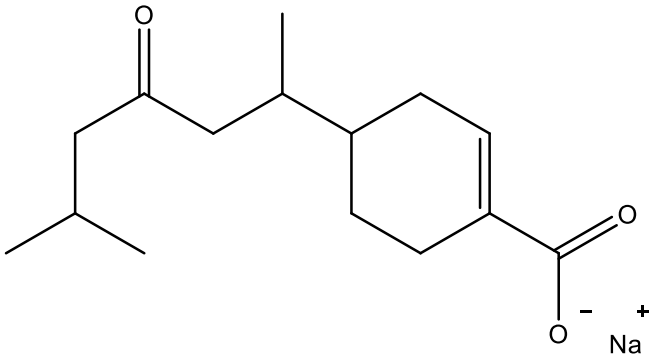
17. јувабион =



C

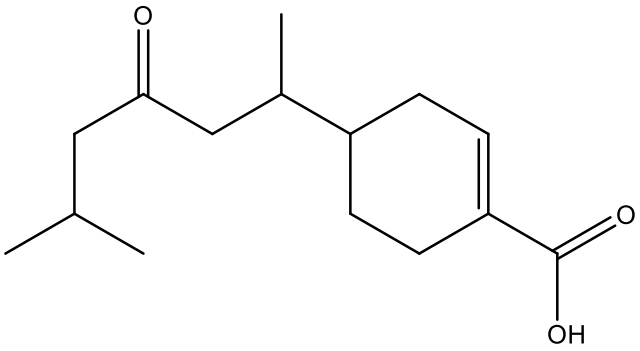
1

X =



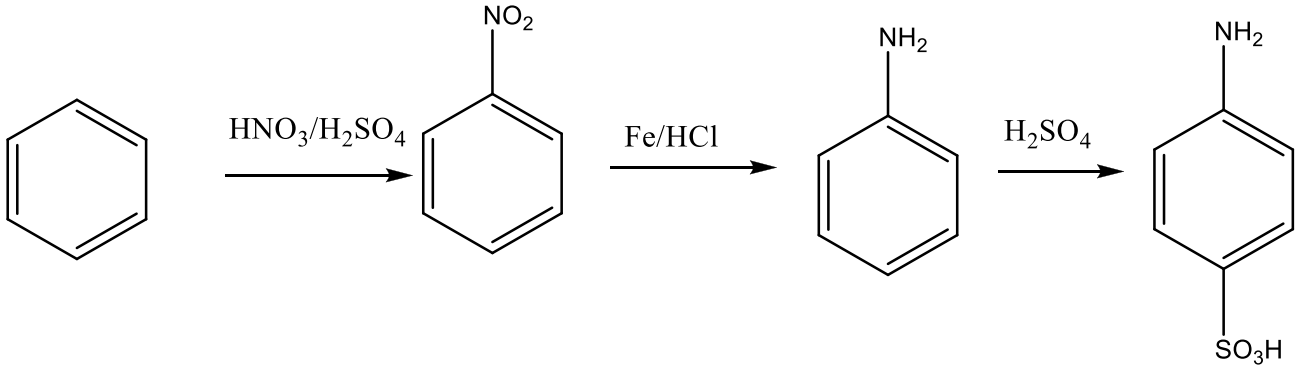
1

Y =



1

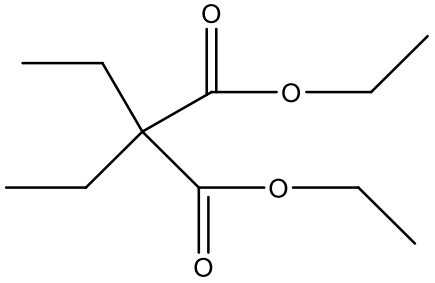
18.



3

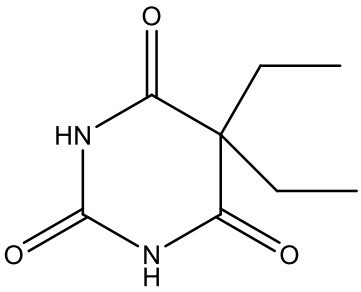
19.

A =



1,5

веронал =



1,5

20. 16,7 mg/cm^3 димедона 1,5

8,3 mg/cm^3 таутомера X 1,5