



Сојуз на хемичарите и технолозите на Македонија
Натпревари по хемија за ученици од основно и средно образование

ДРЖАВЕН НАТПРЕВАР ПО ХЕМИЈА 26 мај, 2023

- 1) Тестовите се захефтани заедно со коверти. Во секој коверт има ливче во кое треба да ги пополниш своите податоци: име и презиме, училиште, ментор, и да го **залепиш ковертот!**
- 2) Не ставај никаква ознака на тестот, ковертот или просторот за внесување на шифра (шифрата ја внесува комисијата). Доколку се забележи некаков знак на тестот или ковертот, следува дисквалификување.
- 3) Решавај го тестот користејќи **сино хемиско пенкало**, одговорите напишани со молив нема да бидат признаени.
- 4) Забранета е употреба на учебници, книги, тетратки, ливчиња, празни листови, периоден систем, мобилен телефон и сл. Мобилните телефони треба да бидат оставени на катедрата или надвор од просторијата.
- 5) Забранет е **било каков** разговор меѓу натпреварувачите. Ако имаш некое прашање, тогаш тестаторот треба да го повика одговорниот наставник.
- 6) Внимателно прочитај го тестот и одговори според барањата со внесување на **решението во предвидениот простор од задачата**. Комисијата **ќе ги оценува само одговорите напишани во предвидениот простор за тоа**. Празната опачина на секој лист може да се користи за слободно решавање, но тоа нема да се оценува!
- 7) Максималниот број поени што може да се освојат е **50**: 40 поени од теориски проблеми и 10 поени од замислен експеримент.
- 8) Натпреварот **трае 150 минути**. Тестовите предадени по предвиденото време нема да се земат предвид за прегледување.

Ви посакуваме успех!

Пополнува комисијата

Теориски проблеми: _____

Замислен експеримент: _____

Вкупно поени: _____

Прегледал (Име и презиме)

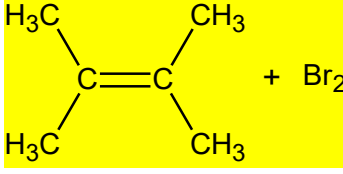
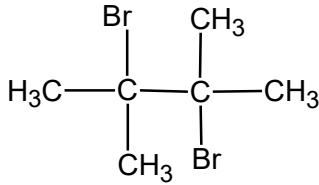
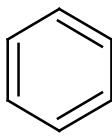
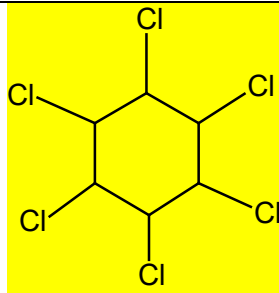
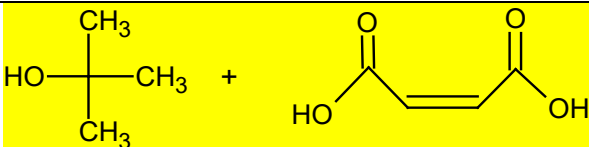
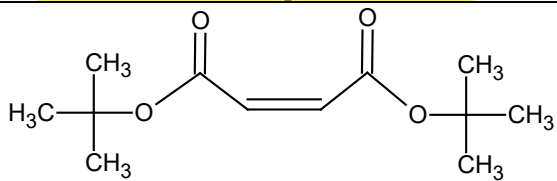
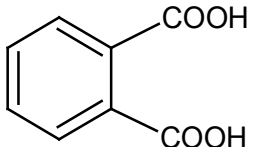
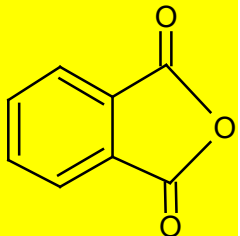
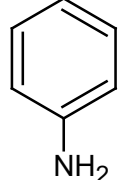
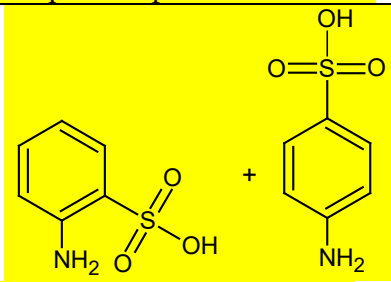
ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

(Запишете го начинот на решавање и одговорот на предвиденото место за тоа!
 Ќе се прегледуваат решенијата напишани само на предвиденото место!)

Задача 1.

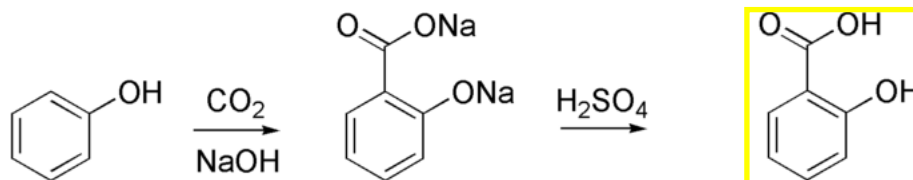
(10 п)

Дополни го делот што недостасува (реактант/и или продукт/и), напиши ги имињата на реактантите и продуктите и израмни ги равенките.

 <p>2,3-диметилбут-2-ен</p>	\longrightarrow	 <p>2,3-дибромо-2,3-диметилбутан</p>
 <p>бензен</p>	$\xrightarrow[p, t]{h\nu}$	 <p>1,2,3,4,5,6-хексахлороциклохексан</p>
 <p><i>tert</i>-бутил алкохол 2-метилпропан-2-ол</p> <p><i>cis</i>-бутендиска киселина (малеинска киселина)</p>	\longrightarrow	 <p>ди-<i>tert</i>-бутил естер на <i>cis</i>-бутендиска кис. ди-<i>tert</i>-бутил малеат</p>
 <p>Бензен-1,2-дикарбоксилна киселина Фтална киселина</p>	\xrightarrow{t}	 <p>Анхидрид на фтална киселина</p>
 <p>Анилин Аминобензен, фениламин</p>	\longrightarrow	 <p>2-аминобензен-1-сулфонска киселина 4-аминобензен-1-сулфонска киселина o- и p-аминобензенсулфонска киселина анилин-2-сулфонска кис.; анилин-4-сулфонска кис. анилин-o-сулфонска кис.; анилин-p-сулфонска кис. Сулфанилна киселина</p>

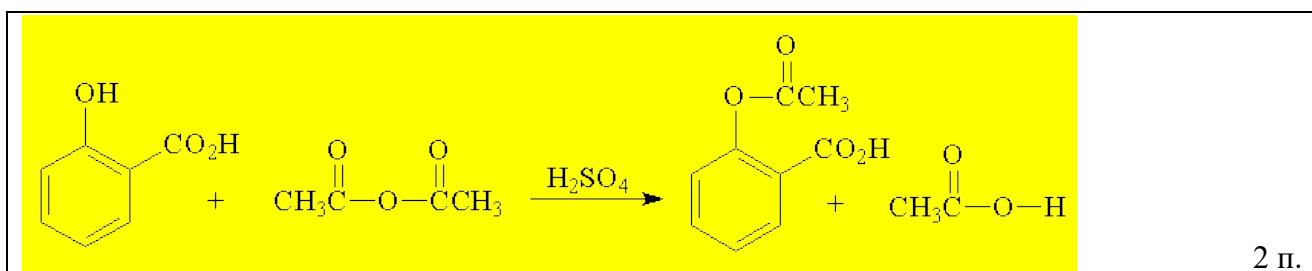
Аспирин е многу често користен лек кој се користи против болки, зголемена телесна температура и/или воспаленија. Првите записи за откритието на аспирирот се од Англија од 1763 година каде е забележана употребата на кора од врба за ублажување на треска и болка. Подоцна од кората на врба е изолирано соединението наречено салицилна киселина (од salix, латинското има за врба) за кое било утврдено дека е активната супстанца.

А. До 1860 година хемичарите Колбе и Шмит успеале да синтетизираат салицилна киселина тргнувајќи од фенол и натриум хидроксид и загревање со јаглерод диоксид при висок притисок и потоа закиселување со сулфурна киселина според следната низа реакции (напиши ја формулата и името според IUPAC на салицилна киселина како краен продукт):



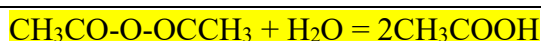
2-хидроксибензоева киселина 1 п.

Б. Поради нејзината киселост, салицилната киселина ги надрозувала слезниците на устата, грлото и стомакот и овој проблем бил решен со едноставна замена на „киселиот“ водород од фенолната група со ацетил група. Напиши ја равенката на оваа реакција, која се изведува со анхидрид на оцетна киселина при што се добива аспирин.



2 п.

В. При синтезата на аспирин од салицилна киселина, вишокот на анхидрид на оцетна киселина се отстранува со додавање на вода. Напиши ја равенката на оваа реакција:



1 п.

Г. Потоа се таложи аспирирот кој се одделува со вакуум филтрација и треба да се провери неговата чистота, а особено присуството на неизреагирана салицилна киселина. Како може да се провери дали во добиениот продукт има заостаната салицилна киселина?

Со додавање на р-р од FeCl_3 кој со феноли дава виолетово-сино обојување со што може да се разликува салицилната киселина од аспирирот, кој нема слободна фенолна група.

2 п.

Д. Доколку за синтеза на аспирин се тргнува од фенол со чистота 95 % и приносот на крајниот продукт е 80 %, пресметај колку фенол треба да се земе за да се добие 1 kg аспирин?

$$n(\text{A}) = n(\text{F})$$

$$\frac{m(\text{A})}{M(\text{A})} = \frac{m(\text{F})}{M(\text{F})} \Rightarrow m(\text{F}) = \frac{m(\text{A}) \cdot M(\text{F})}{M(\text{A})} \quad (1 \text{ п})$$



$$m(F) = \frac{m(A) \cdot M(F)}{M(A)} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 94,108 \text{ g/mol}}{180,154 \text{ g/mol}} = 0,5224 \text{ kg} \quad (1 \text{ п})$$

Ова е масата на чист фенол доколку приносот е 100%.

Бидејќи фенолот е со чистота 95%, масата на потребниот фенол треба да се подели со 0,95:

$$m(F)_{95\%} = \frac{0,5224 \text{ kg}}{0,95} = 0,5499 \text{ kg} \quad (1 \text{ п})$$

Бидејќи приносот не е 100% туку 80%, масата на фенол која треба да се земе треба да се подели и со 0,80:

$$m(F)_{95\%, \text{exp}} = \frac{0,5499 \text{ kg}}{0,80} = 0,6874 \text{ kg} \quad (1 \text{ п})$$

Последните два чекори може да се по било кој редослед или да се пресметаат истовремено со делење на теориската маса на фенол (0,5224 kg со 0,80 и 0,95)

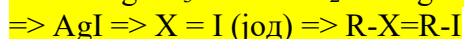
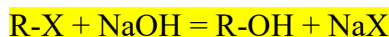
4 п.

Задача 3.

(8 п)

Некоја течност А реагира со воден раствор на натриум хидроксид и при тоа се добива алкохолот Б (не се добива алкен, ниту сол на карбоксилна киселина).

При реакција на 1,80 g од соединението А со воден раствор на сребро нитрат се добива 2,71 g жолт талог, кој не се раствора во амонијак. Направи ги потребните пресметки и напиши ги формулите на соединенијата А и Б.



$$n(R-I) = n(AgI)$$

$$\frac{m(R-I)}{M(R-I)} = \frac{m(AgI)}{M(Ag)}$$

$$M(R-I) = \frac{m(R-I) \cdot M(AgI)}{m(AgI)} = \frac{1,80 \text{ g} \cdot 234,8 \text{ g/mol}}{2,71 \text{ g}} = 155,9 \text{ g/mol}$$

$$M(R-) = M(R-I) - M(I) = 155,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 126,9 \text{ g/mol} = 29 \text{ g/mol}$$

R мора да има два C атоми ($2 \cdot 12 = 24 \text{ g/mol}$) и 5 водородни атоми ($5 \cdot 1 = 5 \text{ g/mol}$) $\Rightarrow C_2H_5$

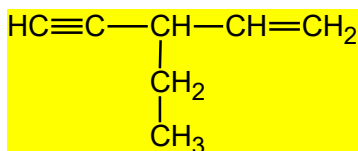
A= етил јодид (јодоетан) 6 п.

Б= етил алкохол (етанол) 2 п.

Соединението X е незаситен ацикличен јаглеродород кој има седум јаглеродни атоми во молекулата, од кои еден е хирален и има само по еден примарен, секундарен и терцијарен јаглероден атом, но нема кватернерен јаглероден атом.

Со целосна каталитичка хидрогенација на соединението X се добива соединението Y, кое што во својот состав нема хирален јаглероден атом. Релативната молекулска маса на соединението Y е 100,23.

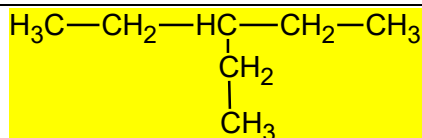
А. Напиши ја структурната формула и името на соединението X според IUPAC.



3-етилпент-1-ен-4-ин

6 п.

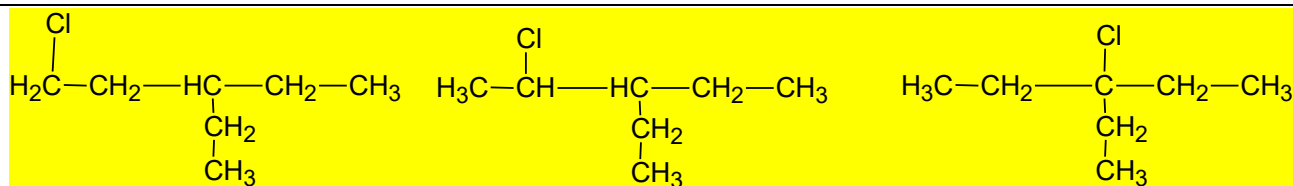
Б. Напиши ја структурната формула и името на соединението Y според IUPAC.



3-етилпентан

2 п.

В. Напиши ги рационалните структурни формули и имиња на сите можни монохлорирани продукти кои ќе се добијат при реакцијата на халогенирање на соединението Y.



3-етил-1-хлоропентан

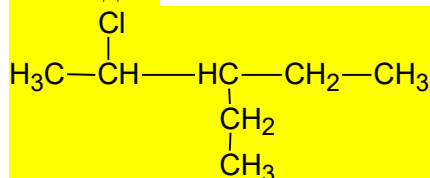
3-етил-2-хлоропентан

3-етил-3-хлоропентан

2 п.

Г. Колку од монохлорираниите органски продукти добиени при реакцијата на халогенирање на соединението Y имаат хирален јаглероден атом? Напиши ги нивните имиња според номенклатурата на IUPAC.

Само еден:



3-етил-2-хлоропентан

2 п.



Задача 5. ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

(10 п)

Еден хемичар добил задача да оддели 3 супстанции од една смеса од следните 3 супстанции: **А. бензоева киселина**, **Б. 1,4-дибромобензен** и **В. 4-хлороанилин**.

На располагање имал вода, диетил етер, воден раствор од хлороводородна киселина, воден раствор од натриум хидрогенкарбонат и безводен натриум сулфат. Од лабораториски прибор имал ерленмаери, одделителна инка и ротоевапоратор (уред за испарување на растворувач под намален притисок).

За таа цел тој го направил следното:

- I. Смесата ја растворил во диетил етер во ерленмаер и ја префрлил во одделителна инка. Потоа во инката додал воден раствор од HCl, убаво ја проклумкал и потоа ја оставил за да се одвојат два слоја и го испуштил долниот (водниот слој) во чист ерленмаер. Ја повторил истата постапка уште еднаш со раствор од HCl и уште еднаш со дестилирана вода и долниот слој од трите повторувања го собрал во истиот **ерленмаер бр. 1**.
- II. Потоа во одделителната инка со останатиот раствор во диетил етер додал воден раствор од NaHCO_3 и ја повторил постапката: клумкање, одделување на долниот воден слој (2 пати) и трет пат со дестилирана вода. Овој пат ги собрал трите водни слоја во чист **ерленмаер бр. 2**.
- III. На крајот, остатокот од растворот во диетил етер од одделителната инка го испуштил во чист **ерленмаер бр. 3**.

Објасни:

- I. Зошто додал воден раствор од HCl и која супстанца и во која форма ја одделил во водната фаза во овој чекор? Како може потоа таа супстанца да ја врати во првичната форма? 4 п.

Во кисела средина базните супстанции (протон акцептори) се протонираат и како катјони имаат тенденција да се растворот во вода повеќе отколку во органски растворувачи.

4-хлороанилин е база и со HCl се протонира (амино групата) и преминува во водната фаза и се одделува од другите две супстанции. Потоа со неутрализација (со NaHCO_3) може да се врати во првичната форма, која се таложи поради помала растворливост од нејзиниот катјон.

Ерленмаер бр. 1: супстанца **В. 4-хлороанилин**

- II. Зошто додал воден раствор од NaHCO_3 и која супстанца и во која форма ја одделил во водната фаза во овој чекор? Како може потоа да ја врати таа супстанца во првичната форма? 4 п.

Во базна средина киселите супстанции преминуваат во анјонска форма и како како анјони имаат тенденција да се растворот во вода повеќе отколку во органски растворувачи.

Бензоева киселина со NaHCO_3 преминува во бензоатни анјони кои преминуваат во водната фаза и се одделува од другите две супстанции. Со неутрализација (со HCl) се враќа во форма на киселина, која се таложи поради помала растворливост во вода од нејзината сол (анјон).

Ерленмаер бр. 2: супстанца **А. бензоева киселина**

- III. Која супстанца и во која форма ја одделил во органската фаза во овој чекор? 2 п.

Во органската фаза останува 1,4-дибромобензенот, кој се испушта во ерленмаер, се додава безводен Na_2SO_4 за отстранување на траги од вода во растворот во диетил етер, а потоа растворувачот се отстранува со испарување под намален притисок.

Ерленмаер бр. 3: супстанца **Б. 1,4-дибромобензен**



ПЕРИОДЕН СИСТЕМ

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 181.0	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.0	89 Ac 227.0	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)			

58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)