

LIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА
ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 12 февруари 2022 год.

Група V

ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

V Група¹

Задача 1

Нитрофосфатен процес е метод за промишлено производство на азотни торове от 1927 г. Той включва три етапа:

- i. Подкиселяване с разредена азотна киселина на фосфатен минерал, напр. апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, при което се получава смес от фосфорна киселина и калциев динитрат.
- ii. Охлаждане на получената реакционна смес (под 0°C), за да кристализира калциевият нитрат, който се отделя и може да се използва за производство на азотен тор.
- iii. Филтратът, състоящ се от фосфорна киселина и остатък от калциевия динитрат, се неутрализира с разтвор на амониак, за да се получи смес от калциев хидрогенфосфат, амониев нитрат и диамониев хидрогенфосфат, която може и се използва като комбиниран тор.

1 Изразете процесите (i) и (iii) с изравнени химични уравнения.

В сместа, която се неутрализира (в етап iii), може да се добави калциев нитрат или фосфорна киселина, за да се получи комбиниран тор, който е от същите вещества, но в различно количествено отношение.

Ако към азотен или комбиниран тор се добави калиева сол, ще се получи NPK тор.

Много страни са стандартизирали етикетирането на селскостопанските торове, за да се покаже съдържанието на основни хранителни вещества. Най-често срещан е етикетът NPK, който показва количествата на азот, фосфор и калий. NPK етикетът се представя с три числа, които показват относителното съдържание на макроелементите азот, фосфор и калий в тора. Първото число („N-индекс“) е масовата част (в %) на елемента азот в тора; второто число („P-индекс“) е масовият процент на всички фосфор в тора представен като дифосфорен пентаоксид; и третото число („K-индекс“) е за калий в тора, представен като масова част на дикалиев оксид. Тор с NPK етикет 15-13-20 би съдържал 15%(мас.) азот, 13%(мас.) P_2O_5 , 20% K_2O и 52% инертни съставки. (NPK етикетът се представя само с цели числа.)

- 2 Определете NPK етикета на комбиниран тор, получен от смес, в която масовото отношение на фосфорна киселина към калциев динитрат е 2,39 : 1,00.
- 3 Изчислете в какво масово отношение трябва да се смесят комбиниран тор със състав от в. 2 и калиев нитрат, за да се получи комбиниран тор, в който K-индексът да е 1/3 от N-индекса на получения комбиниран тор.
- 4 Определете и запишете NPK етикета на получения комбиниран тор след добавянето на калиев нитрат?

¹ Учебно съдържание XI и XII клас.

В хода на процес (1) се получават два изомерни продукта, като основно се получава **Б** (по правилото на Зайцев). Съединението **Б**, което участва във взаимодействие (3), има два геометрични изомера, а съединението **Б1** не дава геометрични изомери.

2 Напишете уравненията на процесите от схема 1. Наименувайте Д по IUPAC.

Съединението **И** е протеиногенна аминокиселина. В изграждането на протеините участват L- α -аминокиселините. При насочен синтез на пептиди съответните функционални групи на аминокиселините се защитават: обикновено аминогрупата се ацилира, а карбоксилната група се естерифицира (схема 2).



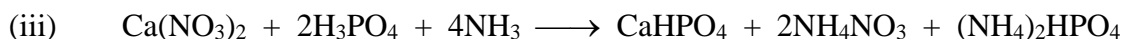
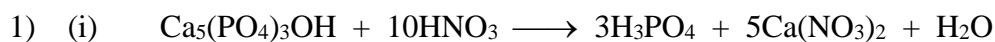
Схема 2

- 3 Наименувайте **И** по IUPAC. С помощта на Фишерови проекционни формули напишете структурите на D- и L-пространствените изомери на **И**, като ги обозначите.
- 4 Напишете уравненията на процесите от *Схема 2*.

ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

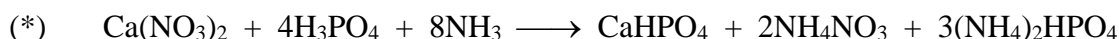
V Група

Задача 1



2) От $m(\text{H}_3\text{PO}_4) / m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 2,39 / 1,00$:

$$\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{2,39M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{1,00M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{2,39 \text{ g} \times 164,074 \text{ g/mol}}{1,00 \text{ g} \times 97,994 \text{ g/mol}} = \frac{4,00}{1,00}$$



От реакция (*): (КТ – комбиниран тор)

$$\begin{aligned} m(\text{КТ})_1 &= M(\text{CaHPO}_4) + 2 \text{ mol} \times M(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 3 \text{ mol} \times M((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = \\ &= 1 \text{ mol} \times 136,058 \text{ g/mol} + 2 \text{ mol} \times 80,043 \text{ g/mol} + \\ &+ 3 \text{ mol} \times 132,056 \text{ g/mol} = 692,31 \text{ g} \end{aligned}$$

$$m(\text{N-КТ})_1 = n(\text{N}) \times M(\text{N}) = 10 \text{ mol} \times 14,007 \text{ g/mol} = 140,07 \text{ g}$$

$$(\text{N-ind.})_1 = \frac{m(\text{N-КТ})_1}{m(\text{КТ})_1} = \frac{140,07 \text{ g}}{692,31 \text{ g}} = 0,2023 \rightarrow 20\%$$

От $2\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$: $n(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{1}{2} n(\text{P})$:

$$m(\text{P-КТ})_1 = \frac{1}{2} n(\text{P}) \times M(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,5 \times 4 \text{ mol} \times 141,943 \text{ g/mol} = 283,89$$

$$(\text{P-ind.})_1 = \frac{m(\text{P-КТ})_1}{m(\text{КТ})_1} = \frac{283,89 \text{ g}}{692,31 \text{ g}} = 0,4101 \rightarrow 41\%$$

\Rightarrow NPK за (КТ)₁: 20 – 41 – 00

3) От $2\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{O} - n(\text{K}_2\text{O}) = \frac{1}{2} n(\text{KNO}_3) = \frac{1}{2} \times \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)}$

и $n(\text{N}) = n(\text{N-КТ})_1 + n(\text{KNO}_3)$:

$$(\text{K-ind.})_2 = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} \times M(\text{K}_2\text{O})}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)} = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{m(\text{KNO}_3)}{101,102 \text{ g/mol}} \times 94,195 \text{ g/mol}}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)} = \frac{0,4658m(\text{KNO}_3)}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)}$$

$$(\text{N-ind.})_2 = \frac{m(\text{N-КТ})_2}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)} = \frac{m(\text{N-КТ})_1 + \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} \times M(\text{N})}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)} =$$

$$= \frac{m(\text{N-КТ})_1 + \frac{m(\text{KNO}_3)}{101,102 \text{ g/mol}} \times 14,007 \text{ g/mol}}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)} = \frac{140,07 \text{ g} + 0,1385m(\text{KNO}_3)}{m(\text{КТ})_1 + m(\text{KNO}_3)}$$

$$\text{От } (\text{K-ind.})_2 = \frac{1}{3}(\text{N-ind.})_2: \quad 0,4658m(\text{KNO}_3) = \frac{1}{3}(140,07 + 0,1385m(\text{KNO}_3))$$

$$\Rightarrow m(\text{KNO}_3) = 111,26 \text{ g}$$

$$\frac{m(\text{KT})_1}{m(\text{KNO}_3)} = \frac{692,31 \text{ g}}{111,26 \text{ g}} = 6,22 : 1,00$$

$$4) (\text{N-ind.})_2 = \frac{140,07 \text{ g} + 0,1385 \times 111,26 \text{ g}}{692,31 \text{ g} + 111,26 \text{ g}} = \frac{155,48 \text{ g}}{803,57 \text{ g}} = 0,1935 \rightarrow 19\%$$

$$(\text{P-ind.})_2 = \frac{m(\text{P-KT})_1}{m(\text{KT})_2} = \frac{283,89 \text{ g}}{803,57 \text{ g}} = 0,3533 \rightarrow 35\%$$

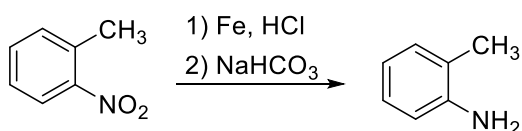
$$(\text{K-ind.})_2 = \frac{0,4658m(\text{KNO}_3)}{m(\text{KT})_1 + m(\text{KNO}_3)} = \frac{0,4658 \times 111,26 \text{ g}}{803,57 \text{ g}} = 0,0645 \rightarrow 6\%$$

$$[3(\text{K-ind.})_2 : 3 \times 0,0645 = 0,1935 (\text{N-ind.})_2]$$

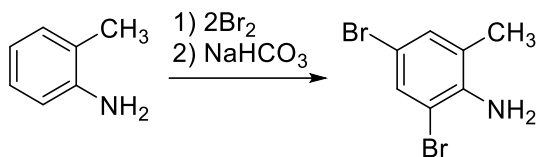
$$\Rightarrow \text{NPK за } (\text{KT})_2: 19 - 35 - 06$$

Задача 2

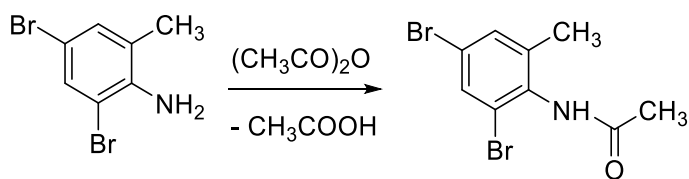
1)



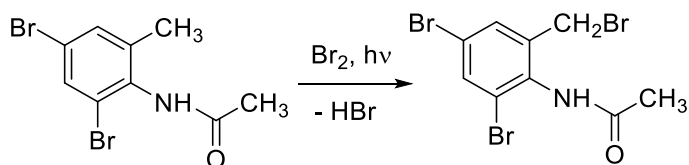
A



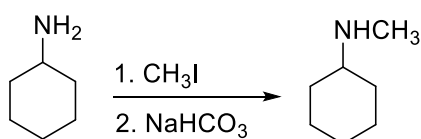
Б



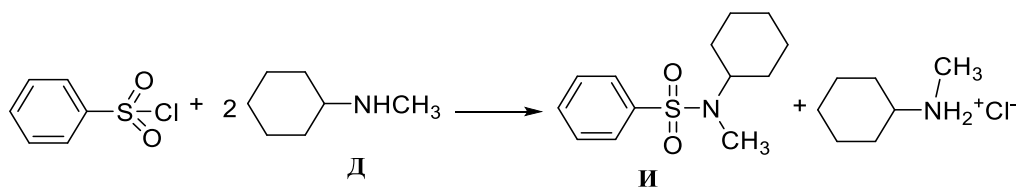
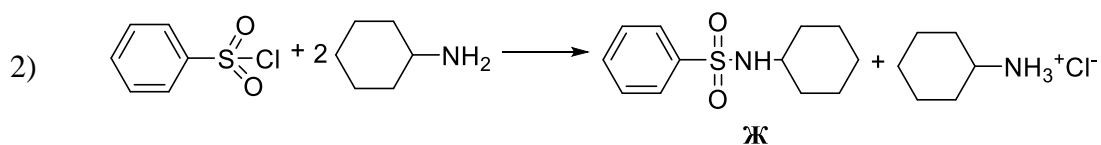
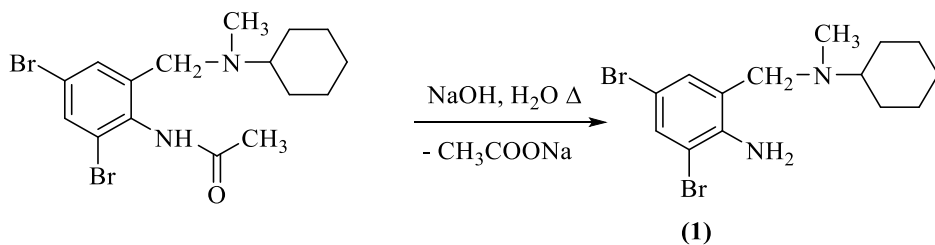
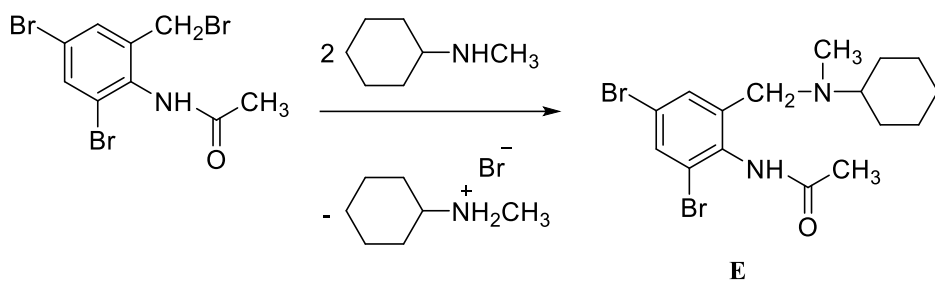
B



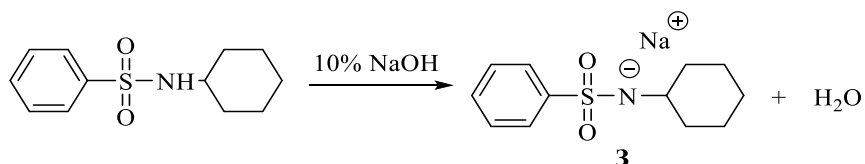
Г



Д



Съединението **Ж** проявява NH кисели свойства – при взаимодействие с NaOH се получава разтворим във вода продукт.



В съединението **И** няма такъв тип водородни атоми и няма възможност за протичане на аналогично взаимодействие.

$$5) \quad M_{\text{ср.}}(\text{Me}) = (M(\text{A}) \times a + \frac{M(\text{B}) \times b}{a+b}) = 43$$

$$M(\text{A}) \times 0,8 + M(\text{B}) \times 0,2 = 43$$

A е s-елемент от втора група и степен на окисление +2.

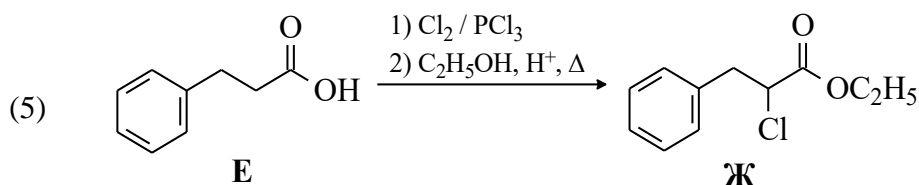
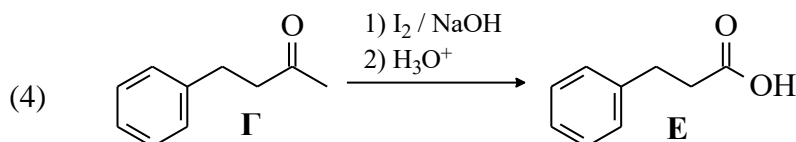
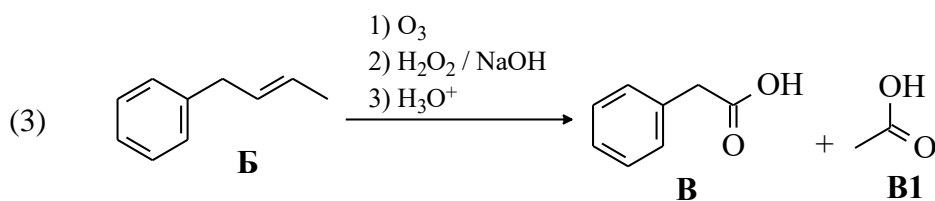
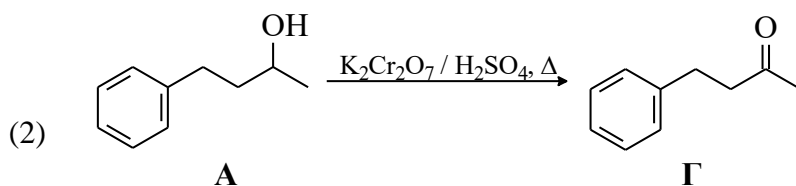
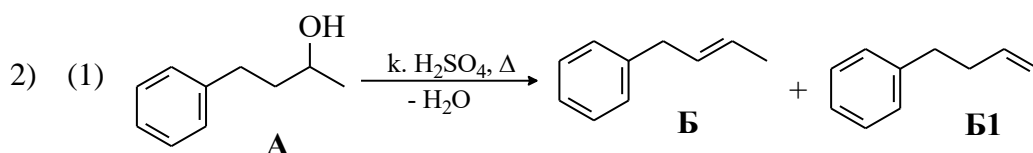
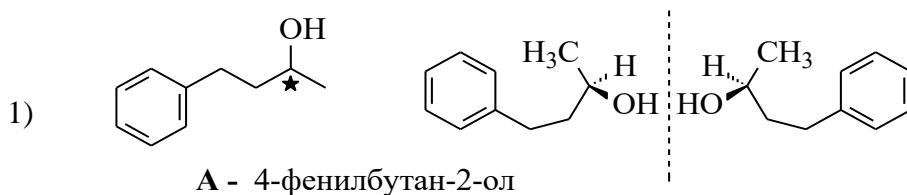
От $M_{\text{ср.}}(\text{Me}) = 43 \text{ g/mol}$ и $\chi(\text{A}) = 80 \text{ mol \%}$ следва, че A не е Sr и Ba.

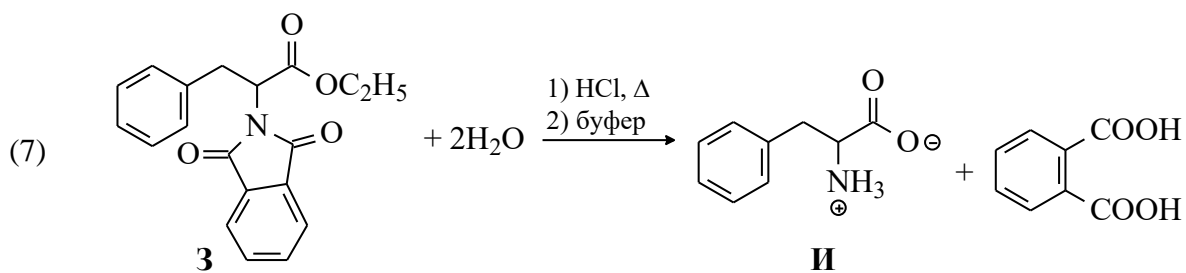
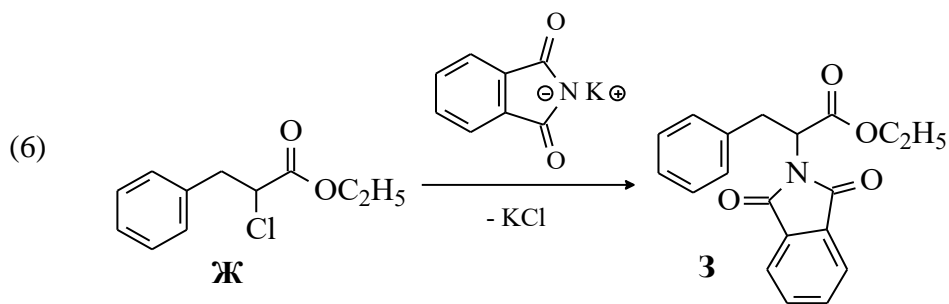
Ако A е Be, $M(\text{Be}) = 9 \text{ g/mol}$, то $M(\text{B}) = 179 \text{ g/mol} \Rightarrow$ няма такъв елемент.

Ако A е Mg, $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol}$, то $M(\text{B}) = 119 \text{ g/mol} \Rightarrow$ B е Sn, но е p-елемент

Ако A е Ca, $M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$, то $M(\text{B}) = 55 \text{ g/mol} \Rightarrow$ B е d-елементът Mn

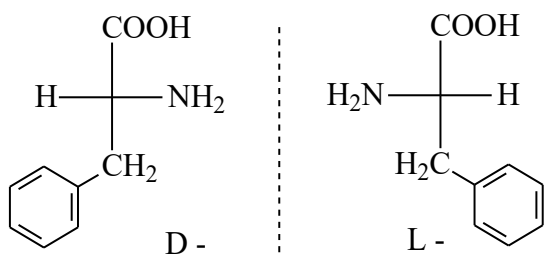
Задача 4





Д – 2-метил-4-фенил-2-гидроксибутаннитрил

3)



II - 2-амино-3-фенилпропанова киселина

