

**LV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА**  
**ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА**

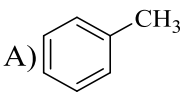
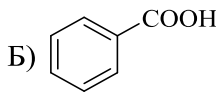
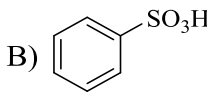
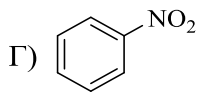
*Национален кръг, 18-19 март 2023 год.*

*Групи III и IV*

# ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

## III Група

### ЧАСТ ПЪРВА

- 1 Кое е ГРЕШНОТО твърдение за фреоните?
- А) не горят  
Б) не са отровни  
В) съдържат халоген  
Г) са силно реактивоспособни
- 2 В коя комбинация всички връзки в химичните съединения са ковалентни?
- А)  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CsCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{LiCl}$   
Б)  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{CsCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{AlCl}_3$   
В)  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{HCl}$   
Г)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{NO}$
- 3 Коя реакция ще протече?
- А)  $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow$   
Б)  $\text{SO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$   
В)  $\text{NO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
Г)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CO} \rightarrow$
- 4 Кое съединение НЕ може да се получи при директно взаимодействие между съответните прости вещества?
- А)  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
Б)  $\text{NH}_3$   
В)  $\text{CH}_4$   
Г)  $\text{NO}_2$
- 5 Кое от съединенията е по-реактивоспособно от хлоробензен при реакция на нитриране?
- А)  Б)  В)  Г) 
- 6 Разтвор на  $\text{KNO}_3$  е получен при смесване на равни обеми водни разтвори на  $\text{KOH}$  и  $\text{HNO}_3$  с еднакви молни концентрации на разтворените вещества. Каква е молната концентрация на  $\text{KNO}_3$  в сравнение с тази на изходните вещества?
- А) същата  
Б) 2 пъти по-ниска  
В) 4 пъти по-ниска  
Г) 2 пъти по-висока
- 7 В атомите на кои от благородните газове последният електронен слой е завършен?
- А)  $\text{He}$  и  $\text{Ne}$   
Б)  $\text{He}$  и  $\text{Ar}$   
В)  $\text{Ne}$  и  $\text{Ar}$   
Г) при всички благородни газове
- 8 Кой от химичните елементи  $\text{Na}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Rb}$  и  $\text{I}$  има най-малък атомен радиус?
- А)  $\text{Na}$   
Б)  $\text{Cl}$   
В)  $\text{Rb}$   
Г)  $\text{I}$
- 9 В колко грама амоняк се съдържат същия брой водородни атоми, както в 270 g вода?
- А) 127,5 g  
Б) 170 g  
В) 255 g  
Г) 510 g
- 10 Кое твърдение е вярно за енергията и здравината на химична връзка между два атома?
- А) Отделя се толкова повече енергия, колкото по-слаба е връзката.  
Б) Отделя се толкова повече енергия, колкото по-здрава е връзката.  
В) Поглъща се толкова повече енергия, колкото по-слаба е връзката.  
Г) Поглъща се толкова повече енергия, колкото по-здрава е връзката.

11 Разтвор на NaOH с масова част на разтвореното вещество 2% НЕ може да се приготви чрез разреждане с вода на разтвор:

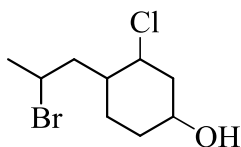
- А) с обем 250 mL, съдържащ 2 g NaOH
- Б) с масова част на NaOH 0,04
- В) с масова част на NaOH 3%
- Г) с молна концентрация на NaOH 2 mol/L

(Приемете, че плътността на всички разтвори е  $1 \text{ g/cm}^3$ )

12 При взаимодействие на кое съединение с HBr се получава само един продукт?

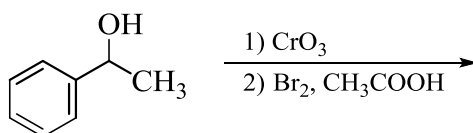
- А) 2-пентен
- Б) 2-метилхекс-3-ен
- В) 2,3-диметилбут-2-ен
- Г) 3-метилпентан-1-ол

13 Кое е правилното наименование на показаното съединение според IUPAC?



- А) 4-(2-бромпропил)-3-хлорофенол
- Б) 1-(2-бромпропил)-2-хлороциклохексан-4-ол
- В) 4-(2-бромпропил)-3-хлороциклохексан-1-ол
- Г) 2-(2-бромпропил)-1-хлоро-5-хидроксициклохексан

14 Кое съединение е главен продукт на следната последователност от реакции?



- А) бензоилбромид
- Б) 3-бромобензоена киселина
- В) 1-(3-бромофенил)етан-1-он
- Г) 2-бromo-1-фенилетан-1-он

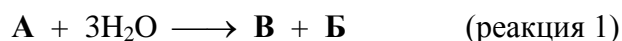
15 При кой от алкените е възможна  $\pi$ -диастереомерия?

- А) 2,5-диметилхекс-2-ен
- Б) 2,3,5-триметилхекс-2-ен
- В) 2,3,5-триметилхекс-3-ен
- Г) 4-етил-2,3-диметилхекс-3-ен

## ЧАСТ ВТОРА

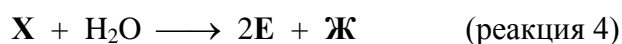
### Задача 1

Съединението **A** (молна маса 57,96 g/mol) се използва като пестицид в селското стопанство. **A** може да се използва като отрова за гризачи под формата на таблетки, както и за пречистване на помещения за съхранение на различни земеделски култури. Неговият ефект се дължи на освобождаването на газ **B**, който има силно отровно действие. **B** може да се получи от **A** в присъствие на влага (реакция 1) или под действието на киселата среда в стомаха на гризачи (реакция 2):



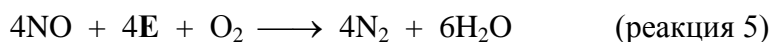
**B** има амфотерни свойства. **B** не може да се получи при директно взаимодействие между простите вещества на химичните елементи, които го изграждат. **B** може да се отдели при процес на гниене и когато се samozапали нощно време, се наблюдават така наречените „блуждаещи огънове“ в гробищни паркове.

Тъй като **B** е лесно запалим газ, често към **A** се добавя веществото **D**. **D** се дехидратираща до **X** (реакция 3), който в присъствие на влага отделя газове **E** и **Ж** (реакция 4), които предпазват от спонтанно възпламеняване или експлозия.



**Ж** е безцветен газ без миризма, който се използва като пожарогасител. Качествена реакция за доказване на **Ж** е взаимодействието на **Ж** с бистра варна вода. Молната маса на **E** е 2 пъти по-малка от молната маса на **B**.

Съединението **X** се използва като тор поради високото си азотно съдържание (47%). Освен като тор, **X** намира приложение и в автомобилната индустрия, за допълнително пречистване на вредните емисии при горене на горива (реакции 4 и 5).



*Всички химични уравнения са изравнени.*

- 1 Определете кои са веществата **A** – **X**, като ги запишете с химични формули.
- 2 Напишете с изравнено химично уравнение взаимодействието на **Ж** с бистра варна вода.
- 3 Как се променя цветът на виолетовия лакмус, потопен във водните разтвори на **E** и **Ж**?
- 4 Разполагате с разтвор на вар, приготвен при разтваряне на 875 mg вещество в 0,750 L вода (плътност на водата 1 g/cm<sup>3</sup>). Пресметнете колко е масовата част на разтвореното вещество в така приготвения разтвор и молната концентрация на катионите и анионите, които участват в състава му. Изразете с изравнено химично уравнение дисоциацията на веществото в разтвора.

### Задача 2

Мирценът (**M**) е монотерпен, който е съставка на етеричните масла, получени от множество растения. Използва се и като междинно съединение в синтеза на някои ароматни съединения. Мирценът е ацикличен въглеводород, който реагира с H<sub>2</sub> в молно отношение 1:3, а при изгарянето на 1 mol **M** се получават 10 mol CO<sub>2</sub>. При реакция на 1 mol **M** с воден разтвор на

KMnO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при нагряване се получават 1 mol ацетон, 2 mol CO<sub>2</sub> и 1 mol 2-оксопентандиова киселина.

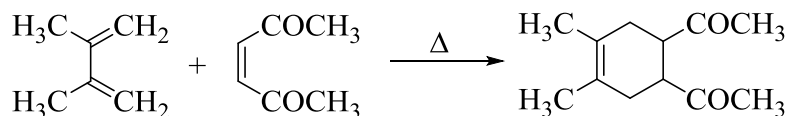
- 1 Определете молекулната формула на въглеводорода и запишете реакцията на изгарянето му с изравнено химично уравнение.
- 2 Запишете със структурни формули възможните изомерни въглеводороди, които удовлетворяват посочените изисквания.

Реакцията на Дилс-Алдер, проведена между **M** и етен, води до получаването на 1-(4-метилпент-3-ен-1-ил)циклохекс-1-ен.

- 3 Определете кой от изомерите е **M** и изразете реакцията му с етен, като запишете реагентите и продуктите със структурни формули.
- 4 Изразете реакцията на **M** с водород и наменувайте продукта по IUPAC.
- 5 Изразете със структурни формули взаимодействието на **M** с излишък от бром, като запишете само главния продукт.

*Допълнителна информация:*

*Реакцията на Дилс-Алдер е перициклена реакция, която протича по следния начин:*



### Задача 3

При взаимодействие между въглеводорода **ВВ** и амоняк при висока температура в присъствие на катализатор се получават химичното съединение **A** с линейна молекула и простото вещество **Б**. Известно е, че:

- всички участващи в реакцията вещества са газове при стайна температура;
  - масовите части на химичните елементи във **ВВ** са равни на молните части на химичните елементи в амоняка (с точност до цяло число в проценти);
  - обеите, които заемат изходните вещества, са равни помежду си, докато обеите на продуктите са в отношение 3:1;
  - продуктите заемат два пъти по-голям обем от изходните вещества при едни и същи условия
- 1 Определете химичната формула на **ВВ** чрез изчисления. Наменувайте **ВВ** по номенклатурата на IUPAC.
  - 2 Определете кои са веществата **A** и **Б**. Изразете с изравнено химично уравнение реакцията между **ВВ** и амоняк, като означите всички вещества с химични формули.
  - 3 Какви са химичните връзки (ковалентни полярни или неполярни; прости или сложни; йонни) във всички вещества, участващи в реакцията? Напишете структурната формула на **A**. Каква е пространствената геометрична форма на всяка от молекулите: амоняк, **ВВ** и **Б**?

## IV Група

### Задача 1

Железният сулфат е едно от най-разпространените съединения на желязото и най-често се среща като хептахидрат –  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . При престояване на влажен въздух, кристалите от  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  стават жълто-кафяви. Подобна промяна се наблюдава и при престояване на въздух на водни разтвори на  $\text{FeSO}_4$ , като се образува и фина утайка с ръждив цвят.

- 1 Изразете с изравнено химично уравнение протичащия във воден разтвор процес.
- 2 Направете обосновано предположение, дали процесът се ускорява или забавя при:
  - а) повишаване на температурата
  - б) повишаване на рН на разтвора
  - в) разбъркване на разтвора

Железен сулфат е получен по следната процедура, изпълнена в инертна среда. Към 20,0 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  се добавя вода, така че да се получи наситен разтвор на  $\text{CuSO}_4$  при 50 °С. При тази температура към разтвора се прибавя желязо на прах с маса 5,00 g. След приключване на реакцията се провежда филтруване на горещо (40 °С) за отстраняване на твърдата фаза. Филтратът се охлажда до 0 °С и след известно време се образуват бледозелени кристали от  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

- 3 Изчислете масата на водата, която се добавя към  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  за приготвяне на наситения при 50 °С разтвор, като използвате данните за разтворимост в таблицата.

*Разтворимост на  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{FeSO}_4$  (g безводно вещество за 100 g вода).*

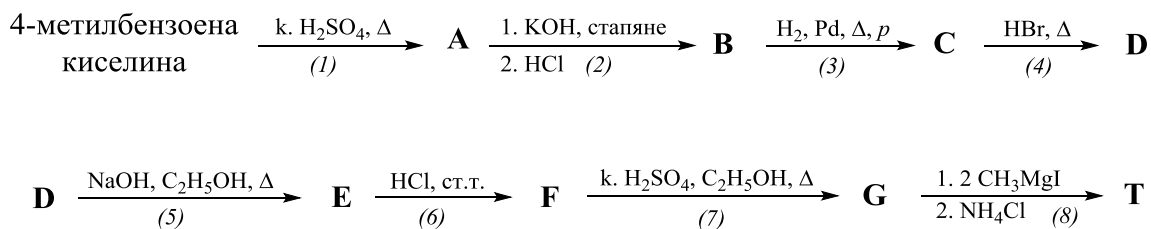
Температура, °С	0	10	20	30	40	50
$\text{CuSO}_4$	14,2	16,8	20,0	23,9	28,5	34,0
$\text{FeSO}_4$	15,6	20,5	26,3	33,0	40,4	48,8

- 4 Изразете протеклата реакция с химично уравнение. Определете от кои вещества и с какви маси се състои твърдата фаза в края на реакцията.
- 5 Какъв е разтворът (ненаситен, наситен или преситен) след пълното изкристилизиране на  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ? Обяснете отговора си.
- 6 Защо не се образува лед при охлаждането до 0 °С?
- 7 Изчислете масата на кристалите  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  след пълно изкристилизиране при 0 °С. Приемете, че при филтруването няма загуби на вода и на железен сулфат.
- 8 Защо се провежда филтруване на горещо, а не на студено?

### Задача 2

От дълбока древност човечеството цени иглолистните дървета, не само заради дървесината, но и заради смолата, на която са намерени множество приложения. При дестилация на борова смола се получават две основни фракции, наречени терпентин и колофон. Основна съставна част на терпентина е Терпинеол (Т) – безцветно, кристално съединение с молекулна формула  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ , което притежава аромат на люляк и се използва в парфюмерийната и фармацевтичната промишлености. За съединение Т е известно, че 1 mol от него реагира с 1 mol  $\text{Br}_2$ , не се окислява от слаби окислителни агенти и притежава един асиметричен въглероден атом.

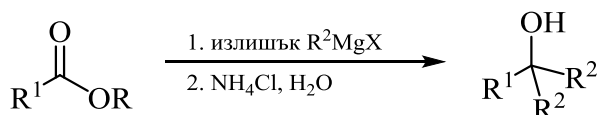
Синтезът на съединение **T** може да се осъществи по следната реакционна схема, където съединенията от **A** до **G** са органични и са главните продукти от реакциите, в които се получават.



- 1 Изразете с химични уравнения реакциите от схемата, като изобразите реагентите и продуктите със структурни формули.
- 2 Наименувайте съединенията **B**, **C** и **D** по IUPAC.
- 3 Запишете с помощта на клиновидни формули възможните стереоизомери на **T**. Какъв тип стереоизомери са те?

*Допълнителна информация:*

*Реакцията на естери с органомгнезиеви съединения протича по следния начин:*



### Задача 3

Нитрометан се използва като гориво за коли, мотори и лодки, както и като монопропелант за ракети. В единия случай, в присъствие на кислород, протича реакция (1), а в другия случай протича реакция (2), записани по-долу.



За продуктите в реакции (1) и (2) е известно, че:

- Всички вещества са газове;
- **A**, **B** и **B** са оксиди, като само **A** е киселинен;
- **Г** и **Д** са прости вещества, като **Г** е с по-висока плътност;
- **A** и **B** не съдържат елементите в **Г** и **Д**.

- 1 Кои са веществата **A**, **B**, **B**, **Г** и **Д**? Обосновете отговора си.
- 2 Изравнете уравненията на реакции (1) и (2).
- 3 Пресметнете отделените количества топлина при реакции (1) и (2), като ги изразите както в kJ/mol, така и в kJ/g спрямо веществото нитрометан.

В два еднолитрови реактора е поставен по 0,100 mol нитрометан при 25 °C, като в единия реактор протича реакция (1) със стехиометрично количество кислород, а в другия протича реакция (2).

- 4 Какви ще са крайните температури на газовите смеси, ако реакциите протичат напълно и топлинните загуби през стените на реакторите са 90,0 %? Приемете, че топлинните

капацитети на газовете са, както следва: на **А** е 54,0 J/(mol·K), на **Б, В, Г** и **Д** са по 29,1 J/(mol·K), и на водните пари е 49,9 J/(mol·K).

- 5 Какви ще са крайните налягания (в bar) на газовете смеси в двата реактора? Приемете, че газовете са идеални при тези условия. (Ако не сте решили предната подточка, направете пресмятанията с 580 K крайна температура в двата реактора.)

Полезна информация: 25 °C = 298 K     R = 8,314 J/(mol·K)     1 bar = 10<sup>5</sup> Pa

$$Q_{0,обр}(\text{CH}_3\text{NO}_{2(l)}) = 113 \text{ kJ/mol} \quad Q_{0,обр}(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = 242 \text{ kJ/mol}$$

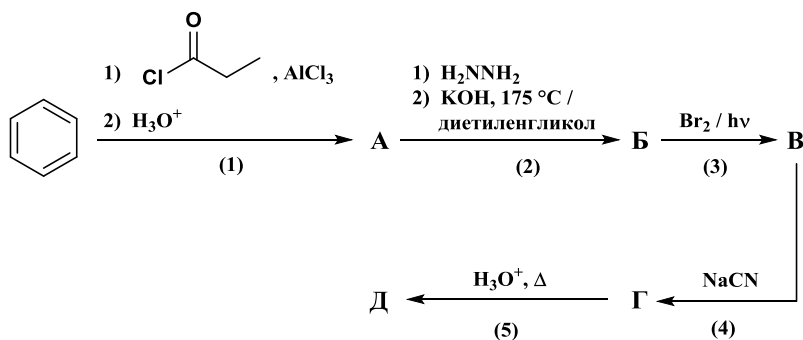
$$Q_{0,обр}(\text{А}) = 394 \text{ kJ/mol} \quad Q_{0,обр}(\text{Б}) = -90 \text{ kJ/mol}$$

$$Q_{0,обр}(\text{В}) = 111 \text{ kJ/mol}$$

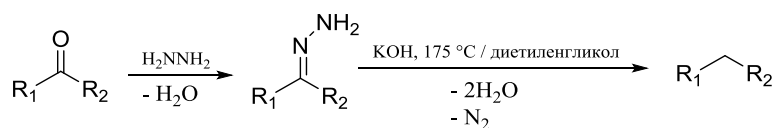
Отделената топлина  $Q = (n_1c_{V,1} + n_2c_{V,2} + \dots)\Delta T$ , където с  $n$  са означени количествата вещества, а с  $c_V$  са означени топлинните капацитети при постоянен обем на веществата в сместа.

#### Задача 4

Карбоксилната киселина **Д** е хирално съединение, с молекулна формула C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub> и се използва като вътрешен стандарт при газ-хроматографски анализ на мастни киселини. Един от начините за получаване на киселината включва последователността от превръщания в **Схема 1**.



- В хода на процес (2) протича редукция по реакцията на Кижнер – Волф

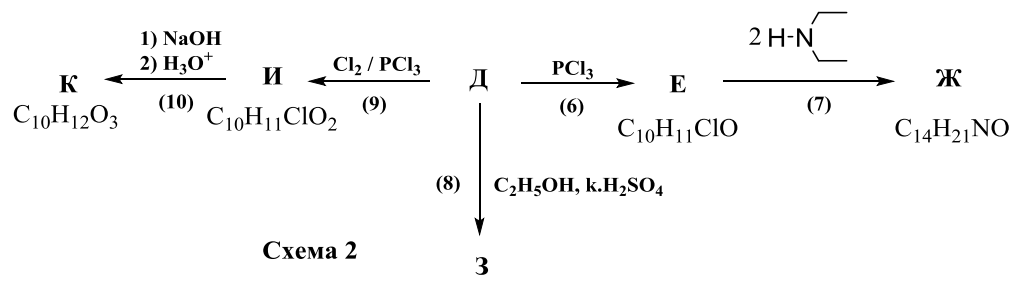


- В хода на процес (3) се получават няколко изомерни продукта на монобромирание, като **В** е основният.

- Напишете уравненията на процесите от (1) до (5) в **Схема 1**. Наименувайте органичните съединения **А** – **Д** по IUPAC.
- Напишете структурната формула на киселината **Д** и обозначете асиметричния въглероден атом със звездичка. Напишете клиновидните формули на двата пространствени изомера на киселината **Д**.
- Напишете структурните формули на всички изомерни продукти на монобромирание, получаващи се в хода на процес (3).

Киселината **Д** участва в превръщанията от **Схема 2**.





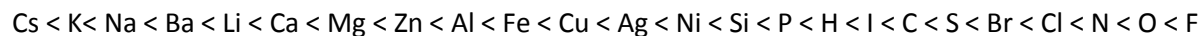
4 Напишете уравненията на реакциите от **Схема 2**.

# ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период	1 IA	← Група →										18 VIII A						
1	1 H 1.0080	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 He 4.0026
2	3 Li 6.94	4 Be 9.0122											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	← VIII B →			11 IB	12 IIB	13 Al 26.982	14 Si 28.085	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.630	33 As 74.922	34 Se 78.971	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
5	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.95	43 Tc (97)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (277)	110 Ds (281)	111 Rg (282)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (290)	115 Mc (290)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)

лантаноиди	57 La 138.906	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
актиноиди	89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	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)

РЕД НА ЕЛЕКТРООТРИЦАТЕЛНОСТ



РЕД НА ОТНОСИТЕЛНА АКТИВНОСТ

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	$H_2+2OH^-$	Zn	Fe	Ni	Pb	$H_2$	Cu	$4OH^-$	Ag	Hg	$2H_2O$	$2Cl^-$	Au
$Li^+$	$K^+$	$Ba^{2+}$	$Ca^{2+}$	$Na^+$	$Mg^{2+}$	$Al^{3+}$	$2H_2O$	$Zn^{2+}$	$Fe^{2+}$	$Ni^{2+}$	$Pb^{2+}$	$2H^+$	$Cu^{2+}$	$O_2+2H_2O$	$Ag^+$	$Hg^{2+}$	$O_2+4H^+$	$Cl_2$	$Au^{3+}$

РАЗТВОРИМОСТ ВЪВ ВОДА НА СОЛИ, ХИДРОКСИДИ И КИСЕЛИНИ

катиони аниони	$H^+$	$NH_4^+$	$K^+$	$Na^+$	$Ag^+$	$Ba^{2+}$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Cu^{2+}$	$Pb^{2+}$	$Fe^{2+}$	$Fe^{3+}$	$Al^{3+}$
$OH^-$		Г			MP		CP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
$Cl^-$					MP						CP			
$Br^-$					MP						CP			
$I^-$					MP					HC	MP		HC	
$S^{2-}$	Г				MP				MP	MP	MP	MP	MP	BB
$SO_3^{2-}$	Г				CP	MP	MP	CP	CP		MP	CP		
$SO_4^{2-}$					CP	MP	CP				MP			
$NO_3^-$														
$PO_4^{3-}$					MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
$CO_3^{2-}$	Г				MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	BB	BB
$CrO_4^{2-}$					MP	MP			MP	MP	MP	MP	MP	

Г – Газ

CP – Средно разтворимо вещество

MP – Малко разтворимо вещество

BB – Взаимодействия с вода

HC – Не съществуват заедно във воден разтвор

# ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

## III Група

### ЧАСТ ПЪРВА

Въпрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отговор	Г	Г	А	Г	А	Б	А	Б	Б	Б	А	В	В	Г	В

### ЧАСТ ВТОРА

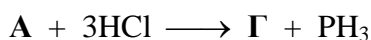
#### Задача 1

- 1) От реакция 5 следва, че **Е** е  $\text{NH}_3$ . От условието следва, че **Ж** е  $\text{CO}_2$

От реакция 4 с **Е**  $\text{NH}_3$  и **Ж**  $\text{CO}_2$  следва, че **Х** има състав  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  (**Н** е 47%) и **Д** е  $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_2$ . Щом молната маса на **Б** е 2 пъти по-голяма от тази на **Е**,  $M(\text{NH}_3) = 17,031 \text{ g/mol}$ ;

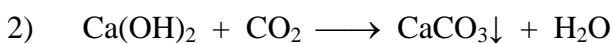
$17 \times 2 = 34,062 \text{ g/mol}$ , **Б** е  $\text{PH}_3$  или  $\text{H}_2\text{S}$ , но  $\text{H}_2\text{S}$  може да се получи при директно взаимодействие между простите вещества;  $\Rightarrow$  **Б** е  $\text{PH}_3$

От стехиометрията на реакции 1 и 2 се определя, че **В** може да съдържа елемент от трета група на ПС. Щом **В** има амфотерни свойства, **В** може да съдържа **Al**.

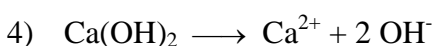


– **А** съдържа 1 mol P: **А** е **AlP** (съответстваща на  $M = 57,956 \text{ g/mol}$ )

**Г** е  $\text{AlCl}_3$ ; **В** е  $\text{Al}(\text{OH})_3$



3) Воден разтвор на  $\text{NH}_3$  оцветява лакмуса в синьо, а на  $\text{CO}_2$  – в червено.



$$w(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{m(\text{разтвор})}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}); \quad m(\text{разтвор}) = 750 \text{ g} + 0,875 \text{ g} = 750,875 \text{ g} \approx 751 \text{ g}$$

$$w(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{0,875 \text{ g}}{751 \text{ g}} = 0,00117 \text{ (0,117\%)}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{M(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = \frac{0,875 \text{ g}}{74,092 \text{ g/mol}} = 0,0118 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,0118 \text{ mol}$$

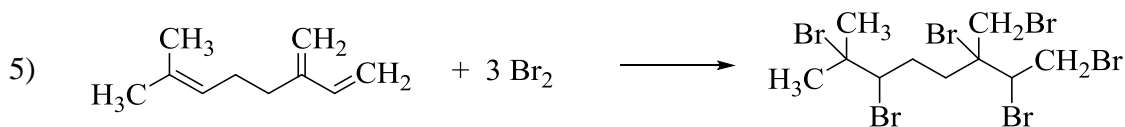
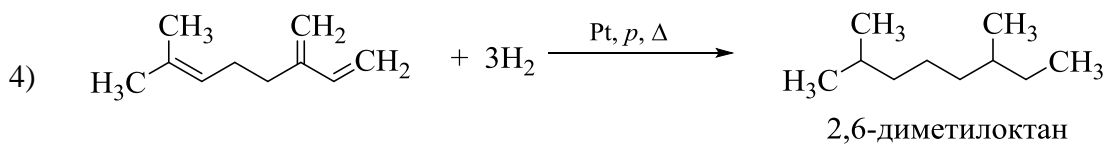
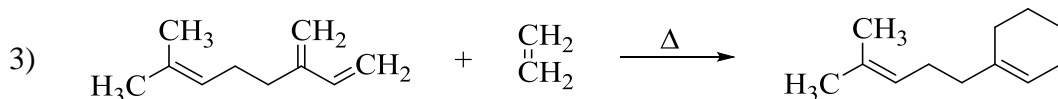
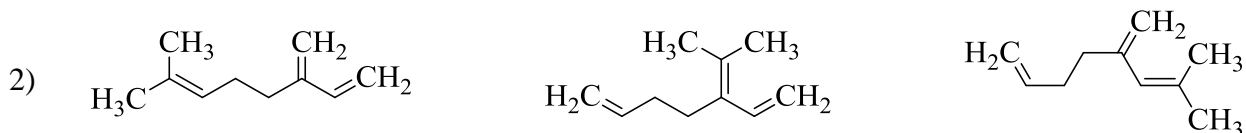
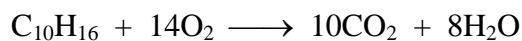
$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{n}{V} = \frac{0,0118 \text{ mol}}{0,750 \text{ L}} = 0,0157 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{OH}^-) = 2n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 2 \times 0,0118 = 0,0236 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow c(\text{OH}^-) = 0,135 \text{ mol/L}$$

## Задача 2

- 1) От предоставената информация се вижда, че въглеродът съдържа 10 С атома и три двойни връзки, от където следва, че молекулната формула е  $C_{10}H_{16}$ .



### Задача 3

$$1) \quad \chi(\text{N}) = \frac{n(\text{N})}{n(\text{N}) + n(\text{H})} = \frac{1}{1+3} = 0,25 (= 25\%)$$

$$\chi(\text{H}) = \frac{n(\text{H})}{n(\text{N}) + n(\text{H})} = \frac{3}{1+3} = 0,75 (= 75\%) \text{ (или } \chi(\text{H}) = 1 - \chi(\text{N}) = 0,75)$$

Нека означим **ВВ** с  $\text{C}_x\text{H}_y$

$$w(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{m(\text{C}) + m(\text{H})} = \frac{12,011x}{12,011x + 1,008y}, \quad w(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{C}) + m(\text{H})} = \frac{1,008y}{12,011x + 1,008y}$$

I вариант:  $w(\text{C}) = 0,75$  и  $w(\text{H}) = 0,25$ ;  $w(\text{C}) = 3w(\text{H})$  или  $12,011x = 3 \times 1,008y \Rightarrow 4x = y$

$\Rightarrow$  **ВВ** е **CH<sub>4</sub>** метан

II вариант:  $w(\text{C}) = 0,25$  и  $w(\text{H}) = 0,75$ ;  $w(\text{H}) = 3w(\text{C})$  или  $1,008y = 3 \times 12,011x \Rightarrow y = 36x$

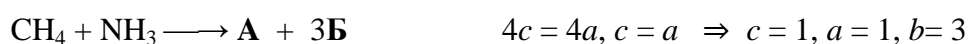
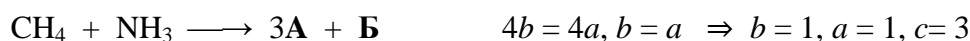
$\Rightarrow$  невъзможно

2) От данните за реакцията следва:  $n(\text{CH}_4) = n(\text{NH}_3) = a$

нека  $n(\text{A}) = b$                        $n(\text{B}) = c$

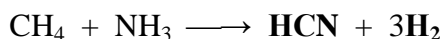
$$b + c = 2 \times 2a = 4a$$

като или  $b = 3c$ ,      или  $c = 3b$  следователно реакцията е или:



простото вещество **Б** може да е **N<sub>2</sub>** или **H<sub>2</sub>**

Единственото възможно решение е:



**А** е **HCN**; **Б** е **H<sub>2</sub>**

3) Химични връзки:

CH<sub>4</sub>: прости, ковалентни полярни;

NH<sub>3</sub>: прости, ковалентни полярни;

H<sub>2</sub>: проста, ковалентна неполярна;

HCN: (C/H) прости, ковалентна полярна;

(C/N) сложна, ковалентна полярна



Пространствена геометрична форма на молекулите:

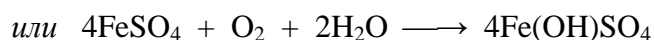
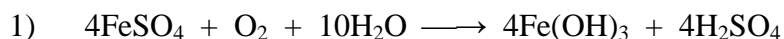
NH<sub>3</sub> – правилна триъгълна пирамида

**ВВ** (CH<sub>4</sub>) – правилен тетраедър

**Б** (H<sub>2</sub>) – линейна

## IV Група

### Задача 1



или друго вярно уравнение на процеси на окисление и хидролиза

2а) Ускорява се. Повече частици от реакционната смес преодоляват енергетичната бариера.

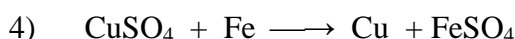
б) Ускорява се. Повишава се концентрацията на  $\text{OH}^-$ , което благоприятства образуването на хидроксид.

в) Ускорява се. Контактът между железните йони и кислорода е улеснен.

3)  $m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = 20,0 \text{ g} \times \frac{159,60 \text{ g/mol}}{249,68 \text{ g/mol}} = 12,8 \text{ g}$

$$m(\text{H}_2\text{O общо}) = m(\text{CuSO}_4) \times \frac{100}{34,0} = 37,6 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O добавена}) = m(\text{H}_2\text{O общо}) - m(\text{H}_2\text{O в кристалохидрат}) = \\ = 37,6 \text{ g} - (20,0 \text{ g} - 12,8 \text{ g}) = 30,4 \text{ g}$$



$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{20,0 \text{ g}}{249,68 \text{ g/mol}} = 0,0801 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{5,00 \text{ g}}{55,845 \text{ g/mol}} = 0,0895 \text{ mol}$$

Желязото е в излишък. Твърдата фаза накрая се състои от нереагирано желязо и мед.

$$m(\text{Fe, край}) = [n(\text{Fe, нач}) - n(\text{Fe, реакт})] \times M(\text{Fe}) = \\ = 0,0094 \text{ mol} \times 55,845 \text{ g/mol} = 0,52 \text{ g}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \times M(\text{Cu}) = 0,0801 \text{ mol} \times 63,546 \text{ g/mol} = 5,09 \text{ g}$$

5) Наситен, защото съдържа разтворено вещество в разтвор, който е в равновесие с кристалите.

6) Разтворите замръзват при по-ниска температура от чистия разтворител.

7)  $m(\text{FeSO}_4, \text{ по уравнение}) = n(\text{FeSO}_4) \times M(\text{FeSO}_4) = \\ = 0,0801 \text{ mol} \times 151,90 \text{ g/mol} = 12,2 \text{ g}$

Маса на вода в разтвора след кристализацията ( $m_{\text{max}}$  – максимална маса на кристалите  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

$$m(\text{вода, край}) = m(\text{вода, останала}) - m_{\text{max}} \times \frac{7 \times M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}$$

Останалият разтворен  $\text{FeSO}_4$ :

$$m(\text{FeSO}_4, \text{ край}) = m(\text{FeSO}_4, \text{ останал}) - m_{\text{max}} \times \frac{M(\text{FeSO}_4)}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}$$

Чрез данните за разтворимост се получава отношението

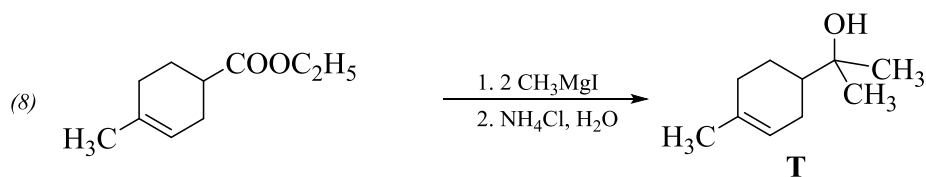
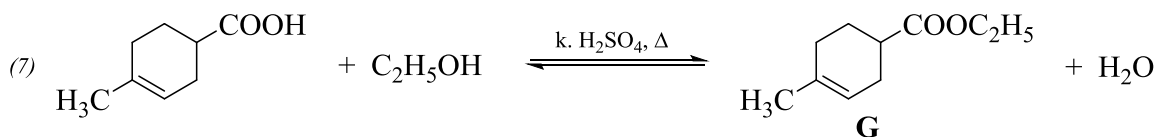
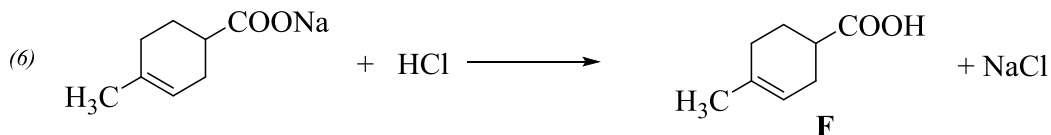
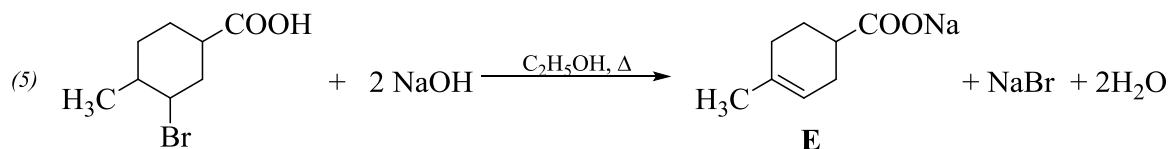
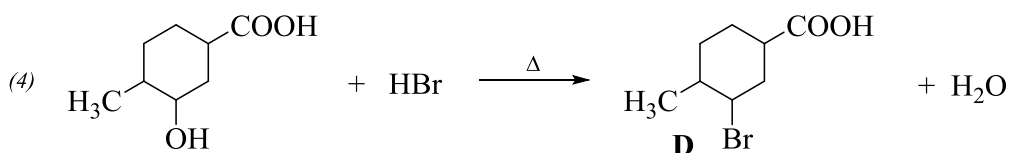
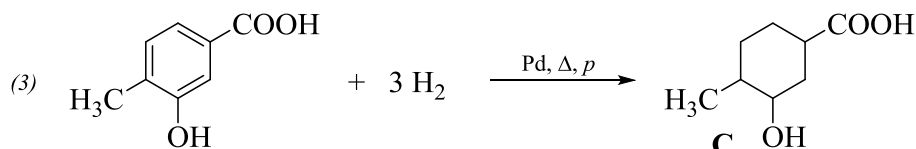
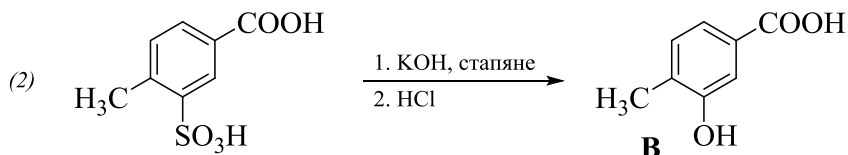
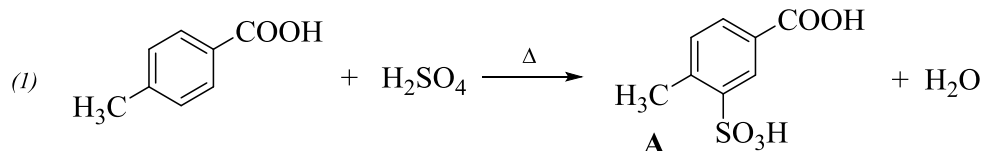
$$\frac{15,6 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{12,2 \text{ g} - m_{\max} \times \frac{151,90 \text{ g/mol}}{278,01 \text{ g/mol}}}{37,6 \text{ g} - m_{\max} \times \frac{7 \times 18,015 \text{ g/mol}}{278,01 \text{ g/mol}}}; \quad m_{\max} = 13,3 \text{ g}$$

- 8) При филтруване на студено е възможно да започне кристализация по филтъра и така да намалее практическият добив от железен сулфат хептахидрат.

## **Задача 2**

1.





2) **B** – 4-метил-3-хидроксибензоена киселина

**C** – 4-метил-3-хидроксициклохексан-1-карбоксилна киселина

**D** – 3-бромо-4-метилциклохексан-1-карбоксилна киселина

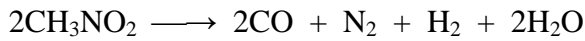
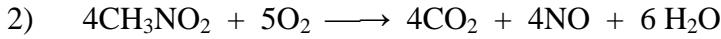


### Задача 3

1) Г и Д са прости вещества и газове, които не съдържат кислород. Освен това, Г е с висока плътност от Д  $\Rightarrow$  Г е  $N_2$ , а Д е  $H_2$ .

А и В са оксиди, като А е киселинен. Освен това, А и В не съдържат Н и N  $\Rightarrow$  А е киселинният оксид  $CO_2$ , а В е неутралният оксид  $CO$ .

Б е неутрален оксид на азот  $\Rightarrow$  Б е  $NO$ .



3)  $4Q_1 = 4 \times Q_{0,обр}(CO_{2(g)}) + 4 \times Q_{0,обр}(NO_{(g)}) + 6 \times Q_{0,обр}(H_2O_{(g)}) - 4 \times Q_{0,обр}(CH_3NO_{2(l)}) = 2\,216\text{ kJ}$   
 $\Rightarrow Q_1 = 554\text{ kJ/mol} = 554/61,04\text{ kJ/g} = 9,08\text{ kJ/g}$

$$2Q_2 = 2 \times Q_{0,обр}(CO_{(g)}) + 2 \times Q_{0,обр}(H_2O_{(g)}) - 2 \times Q_{0,обр}(CH_3NO_{2(l)}) = 480\text{ kJ}$$
$$\Rightarrow Q_2 = 240\text{ kJ/mol} = 240/61,04\text{ kJ/g} = 3,93\text{ kJ/g}$$

4)  $(1 - 0,900) \times Q_1 = 55,4\text{ kJ/mol} = (54,0 + 29,1 + 6/4 \times 49,9)/1000 \times \Delta T_1 \Rightarrow \Delta T_1 = 351\text{ K}$ ,

$$T_1 = 298 + 351 = 649\text{ K}$$

$$(1 - 0,900) \times Q_2 = 24,0\text{ kJ/mol} = (2 \times 29,1 + 49,9)/1000 \times \Delta T_2 \Rightarrow \Delta T_2 = 222\text{ K}$$
,

$$T_2 = 298 + 222 = 520\text{ K}$$

5)  $p_1 = \frac{n_1 RT_1}{V_1} = \frac{0,350 \times 8,314 \times 649}{10^{-3}} = 18,9\text{ bar}$

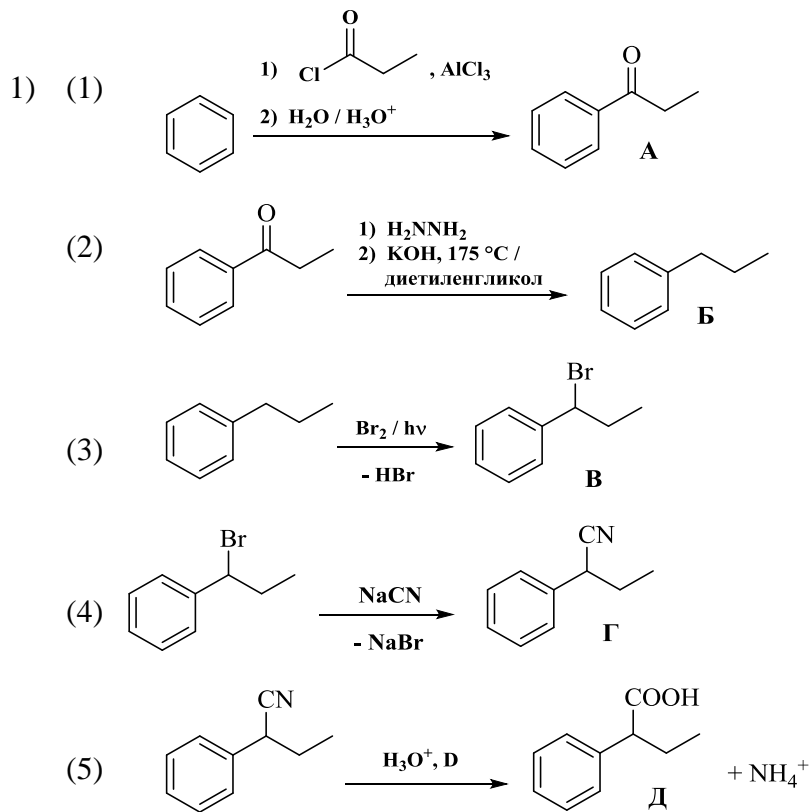
$$p_2 = \frac{n_2 RT_2}{V_1} = \frac{0,300 \times 8,314 \times 520}{10^{-3}} = 13,0\text{ bar}$$

*Ако не е решили предната подточка:*

$$p_1 = \frac{n_1 RT_1}{V_1} = \frac{0,350 \times 8,314 \times 580}{10^{-3}} = 16,9\text{ bar}$$

$$p_2 = \frac{n_2 RT_2}{V_1} = \frac{0,300 \times 8,314 \times 580}{10^{-3}} = 14,5\text{ bar}$$

### Задача 4



Наименования:

А – 1-фенилпропан-1-он (этилфенилкетон)

Г – 2-фенилбутаннитрил

Б – пропилбензен

Д – 2-фенилбутановая кислота

В – (1-бромопропил)бензен

