

Задача 1

В затворен съд с обем 1 m^3 са поставени 1 mol метан и 1 mol водни пари. При подходящи условия протича процес, при което се получават въглероден оксид и водород в молно съотношение $1 : 3$. След установяване на химично равновесие в съда се съдържа $0,7 \text{ mol}$ въглероден оксид.

1. Напишете и изравнете уравнението на процеса.
2. Пресметнете равновесните концентрации на всяко от веществата в съда.
3. Напишете израза за равновесната константа и пресметнете нейната стойност.
4. Как ще се измени равновесната концентрация на CO в съда (ще се повиши, ще се понижи или няма да се промени), ако:
 - а) в съда се внесе допълнително количество водни пари;
 - б) равновесната смес се постави в съд с обем $0,5 \text{ m}^3$;
 - в) в системата се внесе катализатор.

Сместа от CO и H_2 се използва за производство на метанол и метанова киселина.

5. В какъв вид хибридизация е въглеродният атом в следните съединения: метан, метанол, метанал и метанова киселина?
6. Определете степените на окисление на въглеродните атоми в съединенията от т. 5.

Задача 2

Твърдостта на вода се определя от съдържанието в нея на двузарядни катиони – главно калциеви и магнезиеви. Тези йони постъпват във водата при разтваряне на техни минерали, в наситени на въглероден диоксид подпочвени води. Основен източник на калций във водата е минералът калцит, *Cal* (CaCO_3), а на магнезий – минералът доломит, *Dol* ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

1. Колко е молното отношение $n(\text{Mg}^{2+})/n(\text{Ca}^{2+})$:
 - а) Когато водата умива само доломит?
 - б) Когато водата умива смес *Cal-Dol* в масово отношение $m(\text{Cal})/m(\text{Dol}) = 2 : 1$?

Съотношението между разтворимостта (s , mol/L) на следните съединения е:

$$s(\text{Ca}(\text{OH})_2) : s(\text{MgCO}_3) : s(\text{Mg}(\text{OH})_2) : s(\text{CaCO}_3) = 160 : 91 : 2.4 : 1$$

Разтварянето на тези минерали е обратим химичен процес. Той протича с участие на вода и въглероден диоксид и може да се представи със схемата: (M е Ca или Mg)



2. Изразете процеса с едно изравнено химично уравнение.

При нагряване на „твърда вода“ се получава така наречения „котлен камък“, който се отлага като твърд, здраво прилепващ материал по стените на тръби, бойлери, охладители, перални, домакински съдове и др. Котленият камък се състои главно от

калциев карбонат и магнезиев хидроксид. Причината за тяхното получаване, принципно, е термичното разлагане на хидрогенкарбонатните йони.

- Изразете с химични уравнения получаването на тези съединения от йоните, съдържащи се в твърда вода.

Твърдостта, причинена от карбонатни соли може да бъде намалена и водата да се омекоти, като се добави контролирано количество гасена вар (калциев хидроксид). Гасената вар утаява магнезиев хидроксид и превръща разтворения въглероден диоксид в карбонат, който утаява.

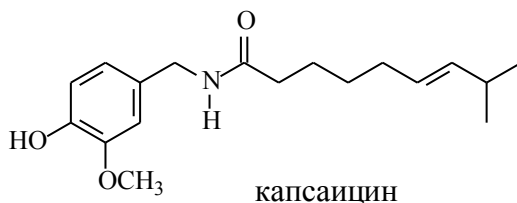
- Изразете с изравнени химични уравнения двата процеса.

Отличителна особеност на омекотяването с гасена вар е, че се намалява не само съдържанието на магнезий, но и на калций, тъй като, освен добавения с гасената вар калций, се утаява и калций от твърдата вода.

- Как ще обясните факта, че при добавяне на калциев хидроксид към твърда вода, съдържанието на калций в нея не се увеличава, а намалява?

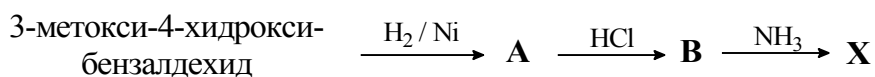
Задача 3

Капсаицинът е алкалоид, на който се дължи лютивият вкус на лютите чушки.



Капсаицинът се получава при взаимодействие на съединенията **X** и **Y**.

Съединението **X** се получава по схемата:



Съединението **Y** се получава по схемата:



- Напишете структурните формули на изходните съединения и химичните уравнения за получаване на съединенията **X** и **Y**.
- Напишете уравнението за получаване на капсаицина от съединенията **X** и **Y**. Каква нова връзка се създава в хода на това взаимодействие?
- Изразете:
 - Хидрогенирането на капсаицина;
 - Взаимодействието на продукта на хидрогениране на капсаицина с концентрирана солна киселина при нагряване. Как се нарича протичащият процес?

*Тривиалното наименование на 3-метокси-4-хидроксибензалдехида е ванилин.

Задача 4

Лактозата (млечна захар) е дизахарид, който се образува в млечните жлези от D-глюкоза. Съдържанието ѝ в млякото на бозайниците достига до 5 %. Лактозата е изградена от два монозахарида, галактоза и глюкоза. Галактозата е епимер на глюкозата по C4 (различава се по конфигурацията при C4 на глюкозата).

1. Напишете Фишеровите проекционни формули на D-галактозата и D-глюкозата.

Наименованието на лактозата по IUPAC е O-β-D-галактопиранозил-(1,4)-α-D-глюкопираноза. При хидролиза на лактоза се получават еквимоларни количества D-галактопираноза и D-глюкопираноза.

2. Напишете структурните формули на β-D-галактопираноза и α-D-глюкопираноза, като използвате проекционни формули на Хауърд. Като използвате същите проекционни формули напишете структурата на α-лактоза, като отчетете факта, че типът на свързване между двата монозахарида е 1,4 (гликозидната връзка се образува при C1 на галактопиранозата и C4 на глюкопиранозата).

D-галактозата е алдохексоза, следователно може да се окислява до киселина (реакция сребърно огледало) и съответно да се редуцира до поливалентен алкохол.

3. Напишете уравнението, по което протича окислението на D-галактозата с $\text{Ag}_2\text{O} / \text{NH}_3$.
4. Напишете уравнението, по което протича редукцията на D-галактозата с H_2 / Pt . Възможно ли е полученият поливалентен алкохол да има енантиомер? Обосновете отговора си, като напишете съответните структурни формули (използвайте Фишерови проекционни формули).

D-глюкопиранозата взаимодейства с метанол в присъствие на каталитични количества H_2SO_4 .

5. Напишете уравнението, по което протича това взаимодействие с β изомера на D-глюкопиранозата. Определете вида на получения продукт. След като β-D-глюкопиранозата дава положителна реакция на сребърно огледало, смятате ли, че и продуктът ѝ на взаимодействие с метанол, също ще даде положителна реакция? Обосновете отговора си.

В анаеробни условия, под въздействието на ензима цимаза, глюкозата се разгражда до етанол и въглероден диоксид.

6. Как се нарича този процес? Напишете уравнението, по което протича процесът. Определете колко литра етанол (с плътност $\rho = 0,79 \text{ g/mL}$) и колко литра въглероден диоксид, при нормални условия, ще се получат при разграждането на 1800 g глюкоза. Отговорите запишете с точност една значеща цифра след десетичната запетая.

Периодична таблица на химичните елементи

| VIII A | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| IA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 H 1,0 | IIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Li 7,0 | 4 Be 9,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Na 23,0 | 12 Mg 24,3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 K 39,0 | 20 Ca 40,0 | IIIB | IVB | VB | VIB | VIIB | ← VIIIB → | IB | IIB | | | | | | | | |
| 37 Rb 85,5 | 38 Sr 87,6 | 21 Sc 45,0 | 22 Ti 48,0 | 23 V 51,0 | 24 Cr 52,0 | 25 Mn 55,0 | 26 Fe 56,0 | 27 Co 59,0 | 28 Ni 58,7 | 29 Cu 63,5 | 30 Zn 65,4 | 31 Ga 69,7 | 32 Ge 72,6 | 33 As 75,0 | 34 Se 79,0 | 35 Br 80,0 | 36 Kr 84,0 |
| 55 Cs 133 | 56 Ba 137 | 39 Y 89,0 | 40 Zr 91,2 | 41 Nb 93,0 | 42 Mo 96,0 | 43 Tc (97) | 44 Ru 101 | 45 Rh 103 | 46 Pd 106 | 47 Ag 108 | 48 Cd 112 | 49 In 115 | 50 Sn 119 | 51 Sb 122 | 52 Te 128,0 | 53 I 127 | 54 Xe 131 |
| 87 Fr (223) | 88 Ra 226 | 57 La 138,9 | 72 Hf 178 | 73 Ta 181 | 74 W 184 | 75 Re 186 | 76 Os 190 | 77 Ir 192 | 78 Pt 195 | 79 Au 197 | 80 Hg 201 | 81 Tl 204 | 82 Pb 207 | 83 Bi 209 | 84 Po (210) | 85 At (210) | 86 Rn (222) |
| 87 Fr (223) | 88 Ra 226 | 89 Ac (227) | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 xxx | 111 xxx | 112 xxx | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| лантаноиди | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 |
| | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
| актиноиди | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |
| | 140 | 141 | 140 | (147) | 150 | 152 | 157 | 159 | 162 | 165 | 167 | 169 | 173 | 175 |
| | 232 | 231 | 238 | 237 | (244) | (243) | (247) | (247) | (251) | (254) | (257) | (258) | (255) | (256) |