

МОН, LIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 13 февруари 2021 г.

Четвърта състезателна група – ученици, които през настоящата година са в X клас

Задача 1

От първостепенно значение за кръговрата на водата в природата са валежите. Обичайно водата от валежите има стойност на рН, варираща между 5 и 6 (често около 5,5).

1. Напишете уравнението на електролитна дисоциация на водата. Колко е стойността на рН на чиста вода при 25 °С?
2. На какво се дължи стойността на рН на обикновената дъждовна вода? Напишете химичното уравнение на процеса, който качествено обяснява тази стойност.

Понякога валежите могат да имат по-ниски стойности на рН, достигащи до под 4, а са отчитани дори и стойности под 3.

3. На какво се дължи понижената стойност на рН на валежите в някои случаи? Напишете с химично уравнение един пример за процес, който обяснява това понижение.

Водите в океаните и моретата, а също и в много безотточни езера и минерални извори, имат по-високи стойности на рН. Данни за рН, както и за приблизителния състав на главните разтворени вещества в три вида вода, са представени в таблицата вдясно.

4. Изразете с химично уравнение процеса, който качествено обяснява стойността на рН на черноморската вода. В уравнението използвайте йона, допринасящ в най-голяма степен за рН. Как се нарича този процес?
5. Направете обосновано предположение – ако проба черноморска вода бъде нагрята до кипене и след това бъде охладена до първоначалната температура, каква ще бъде стойността на рН в сравнение с преди нагриването – по-висока, по-ниска или същата?
6. Подредете във възходящ ред температурите на кипене на трите вида вода от таблицата и на чиста вода, намиращи се на морското равнище. При

Вода от:	Световен океан	Черно море	Мин. извор, ез. Натрон, Танзания
рН	8,1 – 8,2	8,3 – 8,4	10,0
Йон	Масова част (g/kg)		
Cl ⁻	19,16	9,89	0,348
Na ⁺	10,68	5,44	0,840
SO ₄ ²⁻	2,68	1,38	0,122
Mg ²⁺	1,28	0,48	0,001
Ca ²⁺	0,41	0,27	0,001
K ⁺	0,40	0,21	0,020
HCO ₃ ⁻	0,248	0,157	0,639
CO ₃ ²⁻	0,028	0,021	0,461

какви условия черноморската вода кипи при същата температура като температурата на кипене на чистата вода на морското равнище?

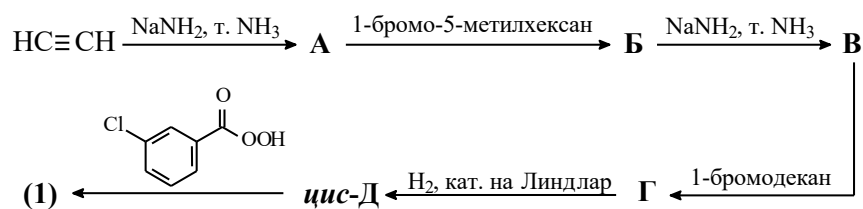
7. Ако от двете страни на полупропусклива преграда бъдат поставени съответно океанска и черноморска вода (намиращи се в топлинно и хидростатично равновесие), какъв процес би протекъл? Какви биха били видимите външни признаци за него? Докога ще протича той?

В много страни, включително и България, получаването на трапезна сол става чрез изпарение на морска вода.

8. Ако приемем, че всичкият натрий във водата може да се отдели като NaCl, колко грама NaCl се съдържат в 1 kg вода от Черно море?
9. Ако допуснем, че разтворимостта на NaCl във вода не се влияе от наличието на други вещества, и пренебрегнем наличието на други разтворени вещества освен показаните в таблицата, колко грама вода трябва да се изпари от 1 kg черноморска вода, за да започне да кристализира NaCl при 30 °C? Разтворимостта при 30 °C е 36,1 g NaCl в 100 g вода.
10. Може ли да се твърди, че за да започне да кристализира NaCl от 1 kg океанска вода, трябва да се изпари приблизително 2 пъти по-малко вода, отколкото от черноморската? Обосновете се накратко, без подробни изчисления.
11. След изпаряването на част от водата и кристализирането на NaCl при 30 °C, какъв ще е полученият разтвор по отношение на NaCl при 30 °C – ненаситен, наситен или преситен?

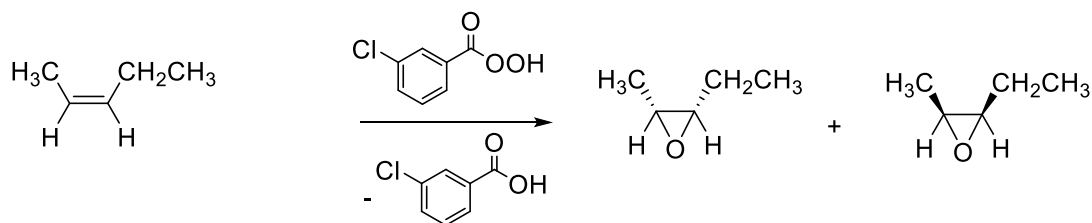
Задача 2

Съединение (1) е феромон, отделян от женските молци за привличане на мъжките индивиди. На схемата е представен метод за синтез на съединението (1):



За реагентите и реакциите от схемата е известно:

- Съединенията **А** – **Д** и продуктът **(1)** са органични.
- При прехода (**Г**) → (**Д**) 1 мол от съединението **Г** реагира с 1 мол H_2 .
- Преходът (**Д**) → (**1**) се осъществява аналогично на написаната по-долу реакция:



1. Напишете химичните уравнения от схемата.
2. Напишете стереоизомера на *цис-Д*. Какъв вид стереоизомери са те?
3. Има ли стереогенен/ни център/ове в съединение **(1)**? Ако има – означете ги със звездичка.

Задача 3

Сместа **З** е известна на човечеството от поне 1000 години. Тя се състои от три неорганични вещества: 75,0 мас.% **А**, 12,5 мас.% **Б** и 12,5 мас.% **В**. При загряване или удар, протича следната химична реакция:



За веществата от реакцията по-горе е известно, че:

- **Б**, **В** и **Ж** са прости вещества, докато **Е** е оксид.
- **Е** и **Ж** (при 273 К и 1 bar) са газове с плътности съответно 1,94 g/L и 1,24 g/L.
- **А**, **Г** и **Д** са соли на един алкален елемент с три оксокиселини. Масовите части на алкалния елемент са: 38,7 % в **А**, 56,6 % в **Г** и 44,9 % в **Д**.
- Трите оксокиселини съдържат химични елементи със степени на окисление +4, +5 и +6, като една от тях е едноосновна, а другите две са двуосновни.
- Всяка от двойките вещества **А** и **Ж**, **Б** и **Г**, **Б** и **Е**, **В** и **Д** има по един общ химичен елемент в състава си.

1. Кои са веществата **А**, **Б**, **В**, **Г**, **Д**, **Е** и **Ж**? Обосновете отговора си с изчисления.
2. Изравнете **уравнение 1**, ако знаете, че коефициентите пред **Б** и **В** се отнасят помежду си, както молните части на **Б** и **В** в сместа **З**.

10,0 g от сместа **З** се загряват и протича реакцията от **уравнение 1**, като част от изходните вещества са в излишък.

3. Колко мола (mol) от всяко вещество **А**, **Б** и **В** са реагирали по реакцията от **уравнение 1**?

Необходима информация: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ $pV_m = RT$

Задача 4

Съединението **A** е вторичен алкохол с молекулна формула C₁₀H₂₂O, има два хирални (асиметрични) въглеродни атома и се използва като изходно съединение за получаване на разнообразни, ценни за практиката продукти във фармацевтичната и парфюмерийната промишлености.

За определяне структурата на **A** са проведени следните превръщания – схема (1):

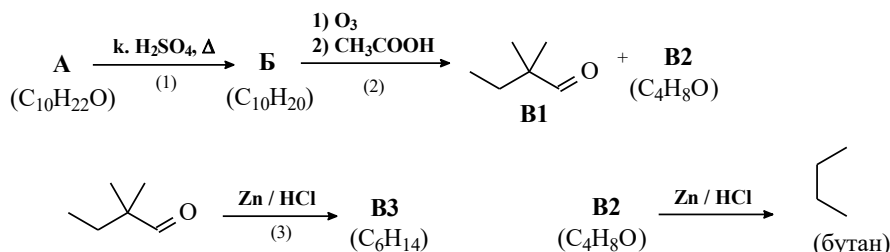


Схема 1.

1. Запишете уравненията за процесите (1), (2) и (3). Наименувайте органичното съединение **B** по IUPAC.
2. Напишете структурната формула на съединението **A** и го наименувайте по IUPAC. Означете асиметричните въглеродни атоми със звездичка.

Съединението **A** участва във взаимодействията от схема (2):

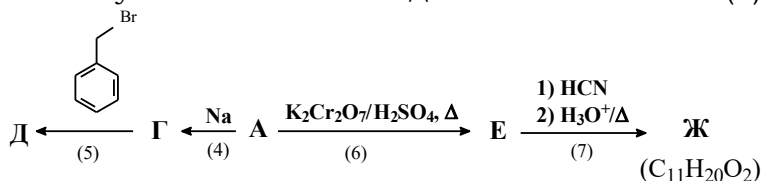


Схема 2

3. Запишете уравненията за процесите (4) - (7).

Съединението **Ж** има два геометрични изомера. (*E*)-изомерът на съединението участва като изходно съединение в превръщанията от схема (3):

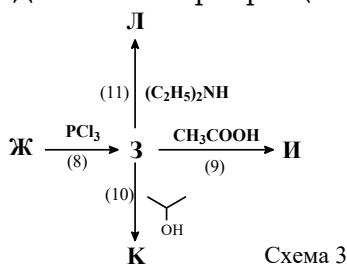
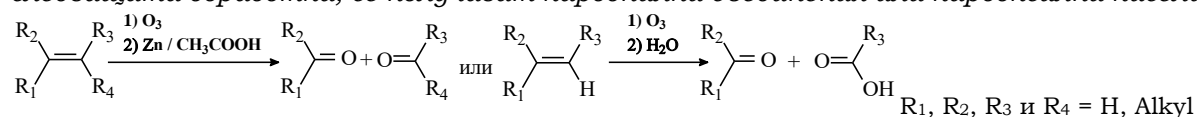


Схема 3

4. Напишете химичните уравнения на превръщанията от схема (3). Напишете структурните формули на геометричните изомери на **Ж**. Определете към кои класове органични съединения принадлежат съединенията **Д**, **З**, **И**, **К** и **Л**.

Допълнителна информация: Взаимодействието на **B** с озон се нарича озонизиране и се прилага за „контролирано“ разцепване на двойна C=C връзка, като в зависимост от следващата обработка, се получават карбонилни съединения или карбоксилни киселини.



ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период

	1 IA	← Група →										13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
1	1 H 1.008																	
2	3 Li 6.941	2 Be 9.012											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.001	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ←	9 VIII B →	10 →	11 IB	12 IIB	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	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 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	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 132.905	56 Ba 137.33	57 La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 Ac (227)	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

лантаноиди	57 La 138.906	58 Ce 140.12	59 Pr 140.908	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 173.04	71 Lu 174.97
актиноиди	89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238	93 Np 237	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (255)	103 Lr (256)

РЕД НА ЕЛЕКТРООТРИЦАТЕЛНОСТ

Cs, Li, Ba, Na, Ca, Mg, Ag, Al, Fe, Zn, Si, Cu, Ni, P, H, I, S, C, Br, Cl, N, O, F

РЕД НА ОТНОСИТЕЛНА АКТИВНОСТ

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au
 Li⁺, K⁺, Ba²⁺, Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Zn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺, 2H⁺, Cu²⁺, Hg²⁺, Ag⁺, Au³⁺

Разтворимост във вода на соли, хидроксида 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 ⁻	X	Г			MP		CP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
Cl ⁻					MP						MP			
Br ⁻					MP						MP			
I ⁻					MP					MP	MP			
S ²⁻	Г				MP				MP	MP	MP	MP	MP	BB
SO ₃ ²⁻	Г				MP	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	
CrO ₄ ²⁻					MP	MP			MP	MP	MP	MP		

MP – Малко разтворимо вещество

CP – Средно разтворимо вещество

Г – Газ

BB – Взаимодействия с вода