Комплект заданий для текущей и промежуточной аттестации

по дисциплине *физическая химия*

(наименование дисциплины)

Дидактическая единица: «Химическая термодинамика»

1. Вычислить работу расширения, если 100 г водорода при 50 °С расширяются от 0,04 до 0,2 м^3.

2. При 100 °С 6 г кислорода занимают объем 0,004 м^3. Вычислите работу при изотермном расширении до объема 0,0045 м^3.

3. Какое количество теплоты выделится при изотермном сжатии 0,015 м^3 идеального газа при 36,8 °С и начальном давлении 1013 Па, если его объем уменьшится в 5 раз?

4. Газ, расширяясь от 0,01 до 0,016 м^3 при постоянном давлении $1{,}013 \cdot 10^5$ Па, поглощает 126 Дж теплоты. Определите изменение внутренней энергии.

5. Определите количество теплоты, необходимое для нагревания 5 г азота от 15 до 25 °С при постоянном объеме.

6. Определите работу адиабатного сжатия 1 моль двухатомного идеального газа при повышении температуры от 15 до 25 °С.

7. Вычислить среднюю энергию химической связи в молекуле H_2S по значению энтальпии образования вещества: $\Delta_f H^o$ = –20,15 кДж/моль. Значения энтальпии образования атомарных газов H и S равны 218,0 и 277,2 кДж/г-атом, соответственно.

8. Вычислить среднюю энергию химической связи в молекуле SiH_4 по значению энтальпии образования вещества: $\Delta_f H^o$ = –35 кДж/моль. Значения энтальпии образования атомарных газов H и Si равны 218,0 и 451 кДж/моль, соответственно.

9. Вычислить среднюю энергию химической связи в молекуле PCl_5 по значению энтальпии образования вещества: $\Delta_f H^o$ = –277 кДж/моль. Значения энтальпии образования атомарных газов P и Cl равны 316,5 и 121,3 кДж/моль, соответственно.

10. Вычислить среднюю энергию химической связи в молекуле NH_3 по значению энтальпии образования вещества: $\Delta_f H^o$ = –46,19 кДж/моль. Значения энтальпии образования атомарных газов N и H равны 472,6 и 218,0 кДж/г-атом, соответственно.

11. Вычислить среднюю энергию химической связи в молекуле H_2O в газообразном ($\Delta_f H^o$ = –241,84 кДж/моль) и жидком ($\Delta_f H^o$ = –285,84 кДж/моль) состояниях. Значения энтальпии образования атомарных газов H и O равны 218,0 и 249,2 кДж/г-атом, соответственно. Исходя из полученных данных, оценить вклад водородной связи в общую энергию химического взаимодействия.

12. Вычислить среднюю энергию химической связи в молекуле OF_2 по значению энтальпии образования вещества: $\Delta_f H^o$ = –25 кДж/моль. Значения энтальпии образования атомарных газов O и F равны 249,2 и 79,4 кДж/г-атом, соответственно.

13. Найдите изменение энтропии при нагревании 1 моль кадмия от 25 до 727 °С, если температура плавления 321 °С и теплота плавления равна 6109 Дж/моль:

$$CC_{pp}(\text{Cd}_{\text{тв}}) = 22{,}22 + 12{,}30 \cdot 10^{-3} TT \ \ \text{Дж/(моль} \cdot \text{К)},$$

$$CC_{pp}(\text{Cd}_{\text{ж}}) = 29{,}83 \ \ \text{Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

14. Рассчитайте изменение энтропии 1 моль бензола при переходе из жидкого состояния при 25 °С в пар при 100 °С, если теплота испарения бензола 393,3 Дж/г, температура кипения бензола 80,2 °С, молярная теплоемкость жидкого бензола C_p(ж) = 136,1 Дж/(моль·К), а молярная теплоемкость паров бензола

$$CC_{pp}(\text{г}) = -33{,}90 + 471{,}87 \cdot 10^{-3}TT - 298{,}34 \cdot 10^{-6}TT^2 + \\ + 70{,}84 \cdot 10^{-9}TT^3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

15. Найдите изменение энтропии при нагревании 1 моль ацетона от 25 до 100 °С, если удельная теплота испарения ацетона равна 514,6 Дж/г, температура кипения равна 56 °С, молярная теплоемкость жидкого ацетона C_p(ж) = 125 Дж/(моль·К), а молярная теплоемкость паров ацетона

$$CC_{pp}(\text{г}) = 22{,}47 + 201{,}8 \cdot 10^{-3}TT - 63{,}5 \cdot 10^{-6}TT^2 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

16. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 2 моль метанола от 25 °С до 100 °С, если удельная теплота испарения метанола 1100,4 Дж/г, температура кипения метанола 64,7 °С, молярная теплоемкость жидкого метанола C_p(ж) = 81,56 Дж/(моль·К), а молярная теплоемкость паров метанола

$$CC_{pp}(\text{г}) = 15{,}28 + 105{,}2 \cdot 10^{-3}TT - 31{,}04 \cdot 10^{-6}TT^2 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

17. Найдите изменение энтропии при нагревании 1 моль этанола от 25 до 100 °С, если удельная теплота испарения этанола равна 863,6 Дж/г, температура кипения равна 78,3 °С, молярная теплоемкость жидкого этанола C_p(ж) = 111,4 Дж/(моль·К), а молярная теплоемкость паров этанола

$$CC_{pp}(\text{г}) = 19{,}07 + 212{,}7 \cdot 10^{-3}TT - 108{,}6 \cdot 10^{-6}TT^2 + \\ + 21{,}9 \cdot 10^{-9}TT^3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

18. Найдите изменение энтропии при нагревании 1 моль толуола от 25 до 150 °С, если удельная теплота испарения толуола равна 347,3 Дж/г, температура кипения равна 110,6 °С, молярная теплоемкость жидкого толуола C_p(ж) = 166 Дж/(моль·К), а молярная теплоемкость паров толуола

$$CC_{pp}(\text{г}) = -33{,}88 + 557{,}0 \cdot 10^{-3}TT - 342{,}4 \cdot 10^{-6}TT^2 + \\ + 79{,}87 \cdot 10^{-9}TT^3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

19. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $C_2H_{4(г)} + 3O_{2(г)} = 2H_2O_{(ж)} + 2CO_{2(г)}$.

20. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $CO_{(г)} + H_2O_{(ж)} = CO_{2(г)} + H_{2(г)}$.

21. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $CO_{(г)} + 3H_{2(г)} = H_2O_{(г)} + CH_{4(г)}$.

22. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $4CO_{(г)} + 2SO_{2(г)} = S_{2(г)} + 4CO_{2(г)}$.

23. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $C_6H_{6(г)} + 3H_{2(г)} = C_6H_{12(ж)}$.

24. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $CH_3COOH_{(г)} + 2H_{2(г)} = 2CH_3OH_{(г)}$.

25. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $CO_{2(г)} + 4H_{2(г)} = 2H_2O_{(ж)} + CH_{4(г)}$.

26. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $4NH_{3(г)} + 5O_{2(г)} = 6H_2O_{(г)} + 4NO_{(г)}$.

27. Определите, возможно ли протекание следующего процесса при 500 К (C_p = const): $4HCl_{(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(ж)} + 2Cl_{2(г)}$.

28. Восстановление MnO_2 водородом будет протекать в две стадии:

1) $MnO_{2(кр)} + H_{2(г)} = MnO_{(кр)} + H_2O_{(ж)}$;

2) $MnO_{(кр)} + H_{2(г)} = Mn_{(кр)} + H_2O_{(ж)}$.

На основании приведенных ниже термодинамических данных оцените в нулевом приближении ($\Delta c_p = 0$), будет ли MnO_2 восстанавливаться до металла в области температур 298–1000К?

	$MnO_{2(т)}$	$H_{2(г)}$	$H_2O_{(ж)}$	$MnO_{(т)}$	$Mn_{(т)}$
$\Delta_f H_{298}^o$, кДж/моль	–520,0	0	–285,8	–385,2	–574
S_{298}^o, Дж/(моль·К)	53,1	130,7	69,96	59,7	32,0

29. Окисление $FeBr_2$ кислородом может протекать в соответствии с реакциями:

1) $FeBr_{2(кр)} + O_{2(г)} = Br_{2(г)} + Fe_2O_{3(кр)}$;

2) $FeBr_{2(кр)} + O_{2(г)} = Br_{2(г)} + FeO_{(кр)}$.

Пользуясь табличными данными, определите до какого состояния будет окисляться $FeBr_2$ в области температур 500–1000 К?

	$FeBr_{2(т)}$	$O_{2(г)}$	$Br_{2(г)}$	$Fe_2O_{3(т)}$	$FeO_{(т)}$
$\Delta_f H_{298}^o$, кДж/моль	–249,8	0	30,9	–824,2	–272,0
S_{298}^o, Дж/(моль·К)	140,6	205,2	245,5	87,4	61

30. Окисление аммиака кислородом может протекать в соответствии с реакциями:

1) $NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O_{(г)}$;

2) $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O_{(г)}$.

Пользуясь табличными данными, рассчитайте, какой из указанных продуктов окисления будет находиться в избытке при 1000 К?

	$NH_{3(г)}$	$O_{2(г)}$	$H_2O_{(г)}$	$NO_{(г)}$	$N_{2(г)}$
$\Delta_f H_{298}^o$, кДж/моль	–45,9	0	–241,8	91,3	0
S_{298}^o, Дж/(моль·К)	192,8	205,2	188,8	210,8	191,5

31. Используя приведенные ниже табличные данные, определите возможность восстановления твердых $FeCl_3$ и FeF_3 водородом до металла. Оцените температуры восстановления.

	$FeCl_{3(т)}$	$FeF_{3(т)}$	$H_{2(г)}$	$HCl_{(г)}$	$HF_{(г)}$	$Fe_{(т)}$
$\Delta_f H_{298}^o$, кДж/моль	–399,5	–1042	0	–92,3	–268,6	0
S_{298}^o, Дж/(моль·К)	142,3	98	130,7	186,7	173,5	27,3

32. Окисление $FeCl_2$ кислородом может протекать в соответствии с реакциями:

1) $FeCl_{2(кр)} + O_{2(г)} = Cl_{2(г)} + Fe_2O_{3(кр)}$

2) $FeCl_{2(кр)} + O_{2(г)} = Cl_{2(г)} + FeO_{(кр)}$

Пользуясь табличными данными, оцените, до какого состояния будет окисляться $FeCl_2$ в области температур 500–1000 К?

	$FeCl_{2(т)}$	$O_{2(г)}$	$Cl_{2(г)}$	$Fe_2O_{3(т)}$	$FeO_{(т)}$
$\Delta_f H_{298}^o$, кДж/моль	–341,8	0	0	–824,2	–272,0
S_{298}^o, Дж/(моль·К)	118,0	205,2	223,1	87,4	61

33. Используя табличные данные, определите возможность восстановления твердых $NiCl_2$ и NiF_2 водородом до металла. Оцените температуры, при которых будет происходить восстановление.

	$NiCl_{2(т)}$	$NiF_{2(г)}$	$H_{2(г)}$	$HCl_{(г)}$	$HF_{(г)}$	$Ni_{(т)}$
$\Delta_f H_{298}^o$, кДж/моль	–305,3	–651,4	0	–92,3	–268,61	0
S_{298}^o, Дж/(моль·К)	97,7	73,6	130,7	186,7	173,51	29,9

34. Для реакции $2HI_{(г)} = H_{2(г)} + I_{2(г)}$ константа равновесия $K_p = 1{,}83 \cdot 10^{-2}$ при 698,6 К. Сколько граммов HI образуется при нагревании до этой температуры 10 г I_2 и 0,2 г H_2 в трехлитровом сосуде? Чему равны парциальные давления H_2, I_2 и HI?

35. Константа равновесия реакции $CO_{(г)} + 2H_{2(г)} = CH_3OH_{(г)}$ при 500 К равна $K_p = 6{,}09 \cdot 10^{-3}$. Рассчитайте общее давление, необходимое для получения метанола с 90 % выходом, если CO и H_2 взяты в соотношении 1: 2.

36. Константа равновесия газофазной реакции изомеризации борнеола ($C_{10}H_{17}OH$) в изоборнеол равна 0,106 при 503 К. Смесь 7,5 г борнеола и 14,0 г изоборнеола поместили в сосуд объемом 5 л и выдерживали при 503 К до достижения равновесия. Рассчитайте мольные доли и массы борнеола и изоборнеола в равновесной смеси.

37. Равновесие в реакции $2NOCl_{(г)} = 2NO_{(г)} + Cl_{2(г)}$ устанавливается при 227 °С и общем давлении 1,0 бар, когда парциальное давление NOCl равно 0,64 бар (изначально присутствовал только NOCl). Рассчитайте $\Delta_r G°$ этой реакции. При каком общем давлении парциальное давление Cl_2 будет равно 0,10 бар?

38. Рассчитайте общее давление, которое необходимо приложить к смеси 3 частей H_2 и 1 части N_2, чтобы получить равновесную смесь, содержащую 10 % NH_3 по объему при 400 °С. Константа равновесия для реакции
$N_{2(г)} + 3H_{2(г)} = 2NH_{3(г)}$ при 400 °С равна $K_p = 1{,}60 \cdot 10^{-4}$.

39. При 2000 °С для реакции $N_{2(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{(г)}$ $K_p = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$. В равновесной смеси N_2, O_2, NO и инертного газа при общем давлении 1 бар содержится 80 % (по объему) N_2 и 16 % O_2. Сколько процентов по объему составляет NO? Чему равно парциальное давление инертного газа?

40. Определите константу равновесия реакции $SO_{2(г)} \leftrightarrow 1/2O_{2(г)} + SO_{3(г)}$ при 700 К, если при 500 К константа равновесия равна $K_p = 2{,}14 \cdot 10^{-5}$, а энтальпия реакции равна $\Delta_r H = -97{,}8$ кДж/моль. **2.** Константа равновесия реакции $N_2O_{4(г)} = 2NO_{2(г)}$ при 25 °С равна $K_p = 0{,}143$. Рассчитайте давление, которое установится в сосуде объемом 1 л, в который поместили 1 г N_2O_4 при этой температуре.

41. Сколько молей PCl_5 нужно добавить в литровый сосуд при 250 °С, чтобы получилась концентрация хлора, равная 0,1 моль/л?
Дано: $K_p = (p_{PCl3} \cdot p_{Cl2}) / p_{PCl5} = 1{,}78$ атм.

42. Для реакции $C_{(тв)} + 2H_{2(г)} = CH_{4(г)}$ $K_p = 0{,}263$ атм$^{-1}$ при 1000 °С. Рассчитать общее давление в сосуде объемом 2 л, в который предварительно поместили 0,100 моля CH_4, нагрели до 1000 °С и дождались установления термодинамического равновесия.

43. При 2000 К и общем давлении 1 атм 2% воды диссоциировано на водород и кислород. (*а*) Рассчитать K_p. (*б*) Увеличится или уменьшится степень диссоциации при понижении общего давления? (*в*) Как изменится степень диссоциации при добавлении в систему газообразного аргона при сохранении общего давления равным 1 атм?

44. При нагревании платины в среде газообразного хлора протекает реакция:

$$Pt_{(тв)} + Cl_{2(г)} = PtCl_{2(г)}$$

При 1000 К $\Delta_r G$ = 3,35 кДж/моль. Каким будет парциальное давление $PtCl_2$, если давление Cl_2 равно 1 атм? Оценить равновесное давление хлора над $PtCl_2$ при 500 К если энтальпия реакции равна $\Delta_r H$ = –30,35 кДж/моль.

45. Константа равновесия реакции $CO_{(г)} + H_2O_{(г)} = CO_{2(г)} + H_{2(г)}$ при 500 °С равна K_p = 5,5. Смесь, состоящую из 1 моль CO и 5 моль H_2O, нагрели до этой температуры. Рассчитайте мольную долю H_2O в равновесной смеси.

46. Для реакции $A_{(г)} + B_{(г)} = AB_{(г)}$ ΔG = –478 Дж/моль при 273ºС. Какое общее давление нужно установить в эквимолярной смеси А и Б, чтобы 40% смеси превратилось в АВ?

47. Для реакции $C_{(тв)} + CH_{4(г)} = C_2H_{4(г)}$ K_p = 0,01 при 1000 ºС. Рассчитать общее давление в сосуде объемом 2 л, в который предварительно поместили 0,100 моля C_2H_4, нагрели до 1000 ºС и дождались установления термодинамического равновесия.

Дидактическая единица: «Растворы и термодинамические характеристики их образования»

1. 68,4 г сахарозы растворено в 1000 г воды. Рассчитайте: *а*) давление пара; *б*) осмотическое давление; *в*) температуру замерзания; *г*) температуру кипения раствора. Давление пара чистой воды при 20 °С равно 2314,9 Па. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные воды равны 1,86 и 0,52 К·кг·моль$^{-1}$ соответственно.

2. Раствор, содержащий 0,217 г серы и 19,18 г CS_2, кипит при 319,304 К. Температура кипения чистого CS_2 равна 319,2 К. Эбулиоскопическая постоянная CS_2 равна 2,37 К·кг·моль$^{-1}$. Сколько атомов серы содержится в молекуле серы, растворенной в CS_2?

3. Раствор, содержащий 0,81 г углеводорода $H(CH_2)_nH$ и 190 г бромэтана, замерзает при 9,47°С. Температура замерзания бромэтана 10,00°С, криоскопическая постоянная 12,5 К·кг·моль$^{-1}$. Рассчитайте *n*.

4. Плотность 50 %-ного (по массе) раствора этанола в воде при 25°С равна 0,914 г/см^3. Рассчитайте парциальный мольный объём этанола в этом растворе, если парциальный мольный объём воды равен 17,4 см^3/моль.

5. Плотность водного раствора, содержащего 30 % (масс.) NH_3 при 15°С, составляет 0,8951 г/см^3, а парциальный молярный объем воды 18,0 см^3/моль. Рассчитайте парциальный молярный объем аммиака в этом растворе.

6. Раствор, содержащий 60 % (масс.) метанола в воде, имеет плотность 0,895 г/см^3 при 20°С. Парциальный молярный объём воды в растворе этого состава равен 16,8 см^3/моль. Рассчитать парциальный молярный объём спирта.

7. Смесь $C_6H_5CH_3$ и C_6H_6 содержит 30 % (мас.) $C_6H_5CH_3$. При 30°С давление пара чистого $C_6H_5CH_3$ равно 48,9 гПа, а давление пара чистого C_6H_6 – 157,5 гПа. Принимая, что эти две жидкости образуют идеальный раствор, рассчитать общее и парциальные давления каждого компонента над раствором при этой температуре.

8. Парциальные мольные объёмы ацетона и хлороформа в растворе с мольной долей хлороформа 0,4693 равны 74,166 и 80,235 $см^3 \cdot моль^{-1}$ соответственно. Рассчитайте объём такого раствора, имеющего массу 1 кг.

9. Плотность 50 %-ного (по массе) раствора этанола в воде при 25°С равна 0,914 $г/см^3$. Рассчитайте парциальный мольный объём этанола в этом растворе, если парциальный мольный объём воды равен 17,4 $см^3/моль$.

10. Смесь $C_6H_5CH_3$ и C_6H_6 содержит 30 % (мас.) $C_6H_5CH_3$. При 30 °С давление пара чистого $C_6H_5CH_3$но 48,9 гПа, а давление чистого C_6H_6 – 157,5 гПа. Принимая, что эти жидкости образуют идеальный раствор, рассчитать общее и парциальные давления каждого компонента над раствором при этой температуре.

11. При 140 °С давление пара C_6H_5Cl равно 1252 гПа, а давление пара C_6H_5Br – 661 гПа. Принимая, что эти жидкости образуют идеальный раствор, определите состав смеси, которая кипит при 140 °С и 1013 гПа. Каким будет состав пара при этой температуре?

12. При 60 °С давление пара этанола равно 470 гПа, а давление пара метанола – 833 гПа. Смесь этих спиртов, которую можно считать идеальной, содержит 50 % (мас.) каждого компонента. Каков состав пара над раствором при этой температуре?

13. Раствор, приближающийся по свойствам к идеальным, состоящий из бензола и толуола, содержит 30 % толуола. Определите давление пара раствора и состав пара, выразив его в мольных долях. Давление пара бензола 160 гПа, а толуола 48,9 гПа.

14. Рассчитайте давление и состав пара над раствором, содержащим 20 % (мас.) *о*-ксилола, 30 % (мас.) *м*-ксилола, 50 % (мас.) *п*-ксилола. При 80 °С и если его считать идеальным. Давление пара чистых веществ принять равным соответственно 145,2; 154,2 и 190,1 гПа.

15. Этанол и метанол при смешении образуют раствор. Приближающийся к идеальному. Давление паров этанола 59, а метанола 118 гПа при 20 °С. Рассчитайте молярные доли метанола и этанола в растворе, содержащем по 100 г каждого; парциальные и общее давление паров раствора; молярную долю метанола в паре.

Дидактическая единица: «Фазовые равновесия»

1. Температура плавления бензола 5,6 ° С, разность удельных объемов в жидком и твердом состоянии соответствует $1{,}301 \cdot 10^{-5}$ $м^3/кг$. Найти изменение температуры плавления при увеличении давления до 1013 гПа. Скрытая теплота 128,0 кДж/кг.

2. Давление паров воды при 99,5 °С равно 995 гПа, при 100,5 °С – 1031 гПа. Удельный объем насыщенного пара при 100 °С составляет 1,658 $м^3/кг$. Какова теплота испарения при 100 °С. Плотность жидкой воды при 100 °С примите равной $1 \cdot 10^3$ $кг/м^3$.

3. Плотность твердого и жидкого железа при температуре плавления соответственно равна $7{,}868 \cdot 10^3$ и $6{,}88 \cdot 10^3$ $кг/м^3$. Изменение температуры плавления при повышении давления на 1 Па равно $1{,}214 \cdot 10^{-7}$ К/Па. Температура плавления железа 1535 °С. Определите теплоту плавления 1 кг железа.

4. Скрытая теплота плавления воска при 52,7 °С и давлении $1{,}0133 \cdot 10^5$ Па равна 147,9 кДж/кг. Прирост удельного объема при плавлении составляет $0{,}125 \cdot 10^{-3}$ $м^3/кг$. Определите температуру плавления воска при давлении $20{,}26 \cdot 10^5$ Па.

5. Теплота плавления, плотность жидкой и твердой воды характеризуются следующими значениями 332,13 кДж/кг; 999,86 $кг/м^3$ и 916,8 $кг/м^3$ соответственно. Вычислите

температуру плавления воды при давлении $7{,}5 \cdot 10^8$ Па и температурный коэффициент давления в тройной точке (273,16 К; 611,657 Па).

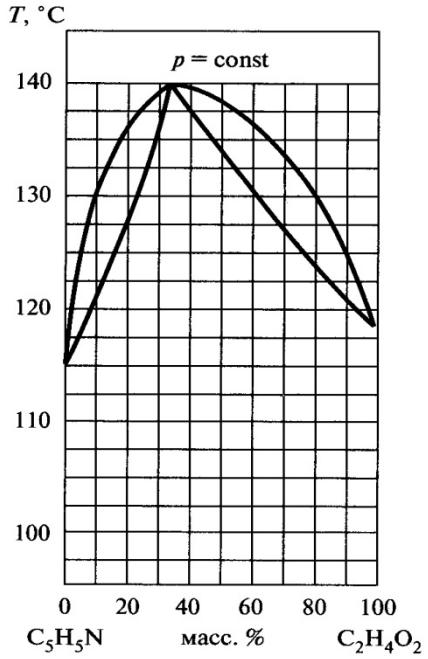
6. Давление пара хлороформа при 40 °С равно 49198 Па, а при 50 °С равно 71330,69 Па. Вычислите энтальпию и энтропию испарения хлороформа, а также температуру его кипения.

7. Давление пара метилового спирта при 20 °С равно 12554 Па, а при 40 °С равно 34551 Па. Определите молярную теплоту испарения и энтропию испарения метилового спирта, а также температуру его кипения.

8. Давление насыщенного пара вещества при 589 К составляет 101,3 кПа. При какой температуре будет перегоняться вещество, если в перегонном аппарате поддерживается давление в 2,0 кПа. Теплоту испарения оцените по эмпирической формуле Трутона.

9. Нормальная температура кипения бензола равна 80,1 °С. При какой температуре будет кипеть бензол, если давление составляет 0,0385 МПа? Теплоту испарения оцените по формуле Трутона.

10. Теплота плавления и плотности жидкой и твердой ртути при температуре тройной точки (234,29 К) равна соответственно $11{,}8 \cdot 10^3$ Дж/кг, 13690 и 14193 кг/м^3. Вычислите давление, при котором температура плавления станет равной 235,29 К.



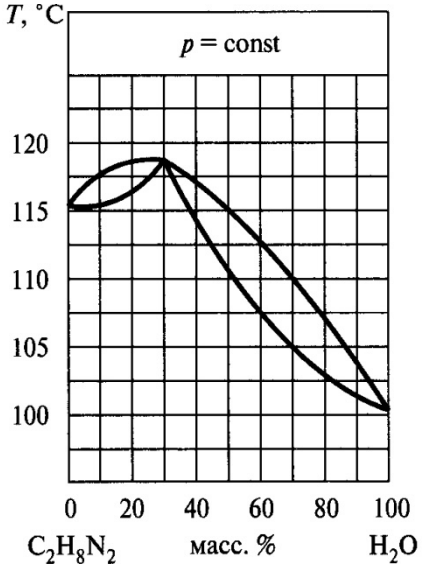
11. По диаграмме состояния системы «пиридин – уксусная кислота» определите:

а) какие отклонения от закона Рауля характерны для данной системы; положение точки азеотропного состава;

б) при какой температуре закипит смесь, состоящая из 40 % пиридина и 60 % уксусной кислоты;

б) каков состав паровой фазы, образующейся в момент закипания указанной выше смеси;

г) что получим в дистилляте и кубовом остатке после перегонки указанной смеси в ректификационной колонне; какова их масса и состав, если исходная масса системы составляет 10 кг.



12. По диаграмме состояния системы «этилендиамин – вода» определите:

а) какие отклонения от закона Рауля характерны для данной системы; положение точки азеотропного состава;

б) при какой температуре закипит смесь, состоящая из 40 % этилендиамина и 60 % воды;

б) каков состав паровой фазы, образующейся в момент закипания указанной выше смеси;

г) что получим в дистилляте и кубовом остатке после перегонки указанной смеси в ректификационной колонне; какова их масса и состав, если исходная масса системы составляет 10 кг.

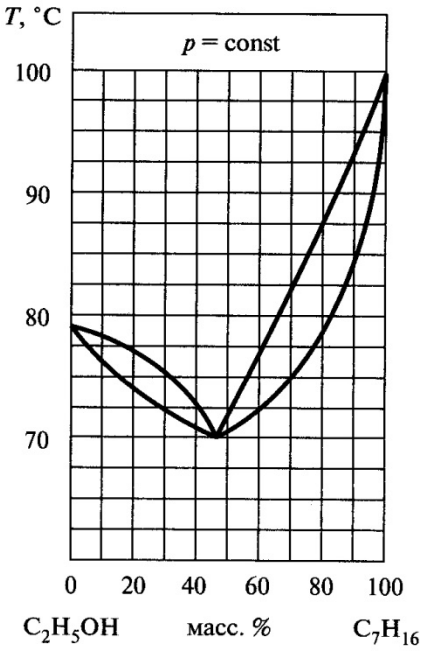
13. По диаграмме состояния системы «этанол – гептан» определите:

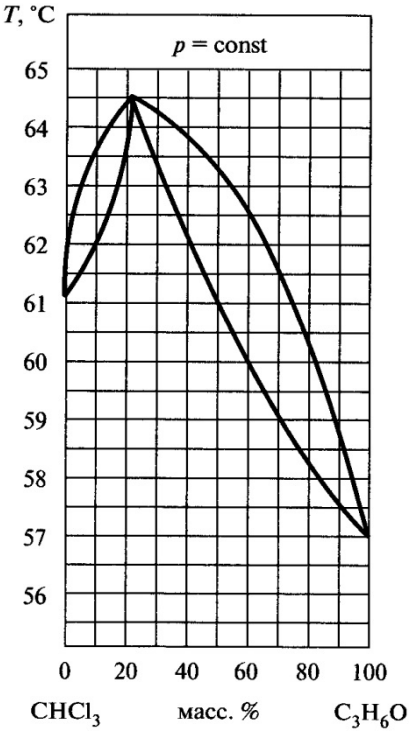
а) какие отклонения от закона Рауля характерны для данной системы; положение точки азеотропного состава;

б) при какой температуре закипит смесь, состоящая из 70 % гептана и 30 % этанола;

б) каков состав паровой фазы, образующейся в момент закипания указанной выше смеси;

г) что получим в дистилляте и кубовом остатке после перегонки указанной смеси в ректификационной колонне; какова их масса и состав, если исходная масса системы составляет 10 кг.





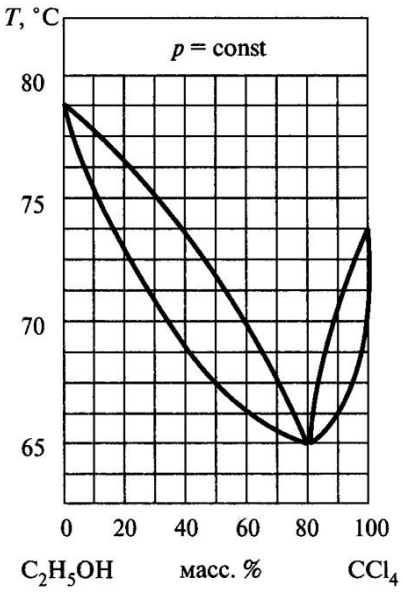
14. По диаграмме состояния системы «хлороформ – ацетон» определите:

а) какие отклонения от закона Рауля характерны для данной системы; положение точки азеотропного состава;

б) при какой температуре закипит смесь, состоящая из 40 % хлороформа и 60 % ацетона;

б) каков состав паровой фазы, образующейся в момент закипания указанной выше смеси;

г) что получим в дистилляте и кубовом остатке после перегонки указанной смеси в ректификационной колонне; какова их масса и состав, если исходная масса системы составляет 10 кг.



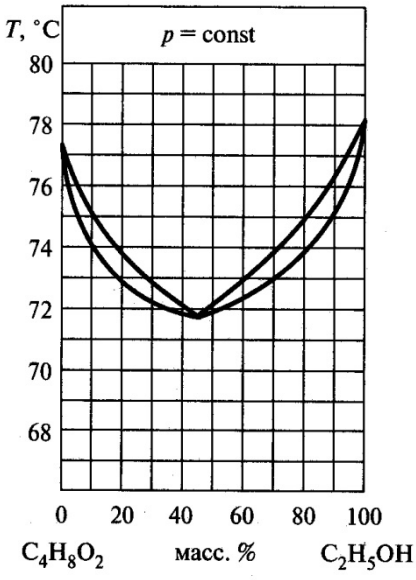
15. По диаграмме состояния системы «этанол – четыреххлористый углерод» определите:

а) какие отклонения от закона Рауля характерны для данной системы; положение точки азеотропного состава;

б) при какой температуре закипит смесь, состоящая из 30 % четыреххлористого углерода и 70 % этанола;

б) каков состав паровой фазы, образующейся в момент закипания указанной выше смеси;

г) что получим в дистилляте и кубовом остатке после перегонки указанной смеси в ректификационной колонне; какова их масса и состав, если исходная масса системы составляет 10 кг.



16. По диаграмме состояния системы «этилацетат – этанол» определите:

а) какие отклонения от закона Рауля характерны для данной системы; положение точки азеотропного состава;

б) при какой температуре закипит смесь, состоящая из 80 % этанола и 20 % этилацетата;

б) каков состав паровой фазы, образующейся в момент закипания указанной выше смеси;

г) что получим в дистилляте и кубовом остатке после перегонки указанной смеси в ректификационной колонне; какова их масса и состав, если исходная масса системы составляет 10 кг.

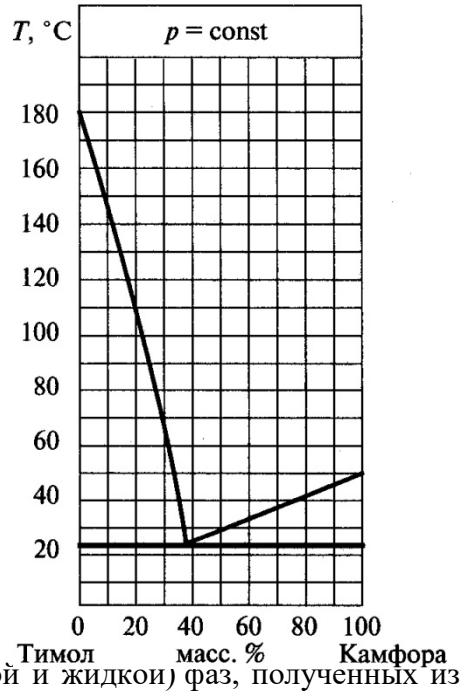
17. По диаграмме плавкости системы «тимол – камфора» рассмотреть процесс охлаждения расплава, содержащего 20 % камфоры от температуры 180 °С до 10 °С. Для каждой точки, расположенной на пересечении линии состава рассматриваемой системы с линиями диаграммы и в промежутках между ними:

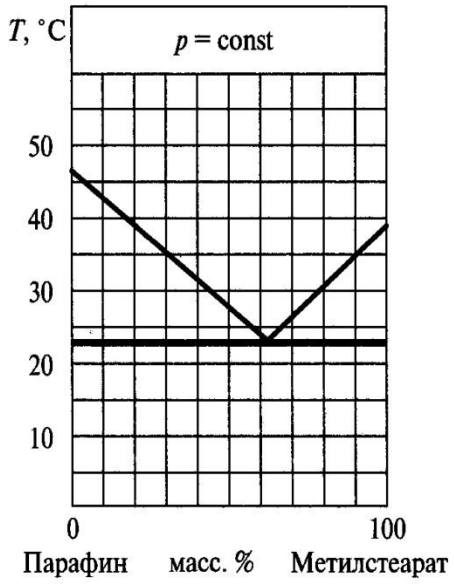
а) дайте наименование точки и определите, что происходит в ней;

б) назовите равновесные фазы;

в) определите число фаз и число степеней свободы; поясните, что означает данное число степеней свободы;

г) постройте кривую охлаждения данного расплава;





д) при температуре 60 °С для данной системы вычислите массы равновесных (твердой и жидкой) фаз, полученных из 400 г первоначального расплава.

18. По диаграмме плавкости системы «парафин – метилстеарат» рассмотреть процесс охлаждения расплава, содержащего 30 % метилстеарата от температуры 60 °С до 10 °С. Для каждой точки, расположенной на пересечении линии состава рассматриваемой системы с линиями диаграммы и в промежутках между ними:

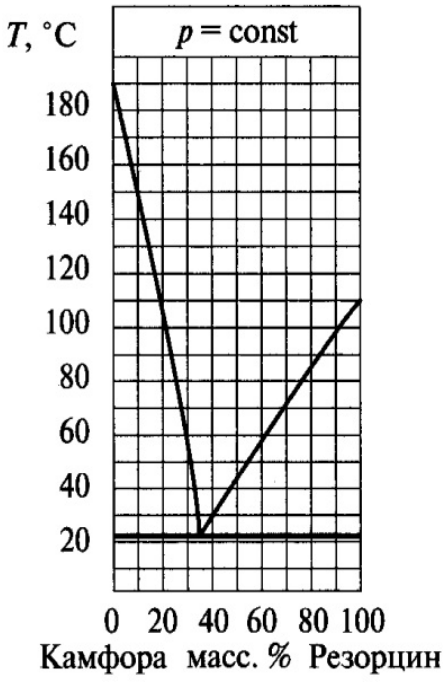
а) дайте наименование точки и определите, что происходит в ней;

б) назовите равновесные фазы;

в) определите число фаз и число степеней свободы; поясните, что означает данное число степеней свободы;

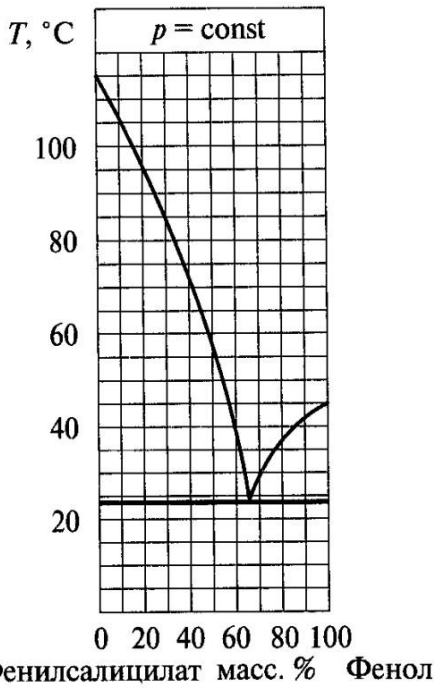
г) постройте кривую охлаждения данного расплава;

д) при температуре 30 °С для данной системы вычислите массы равновесных (твердой и жидкой) фаз, полученных из 500 г первоначального расплава.

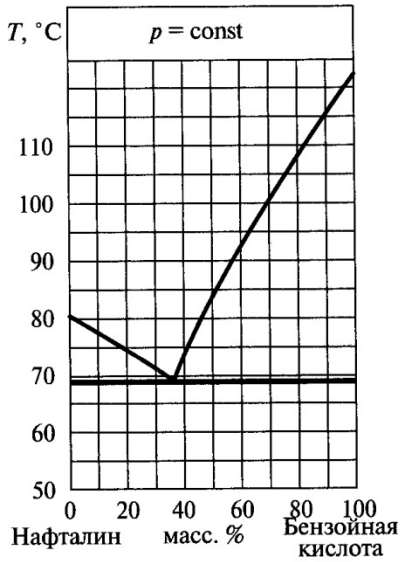


19. По диаграмме плавкости системы «камфора – резорцин» рассмотреть процесс охлаждения расплава, содержащего 20 % резорцина от температуры 180 °С до 10 °С. Для каждой точки, расположенной на пересечении линии состава рассматриваемой системы с линиями диаграммы и в промежутках между ними:

а) дайте наименование точки и определите, что происходит в ней;
б) назовите равновесные фазы;
в) определите число фаз и число степеней свободы; поясните, что означает данное число степеней свободы;
г) постройте кривую охлаждения данного расплава;
д) при температуре 50 °С для данной системы вычислите массы равновесных (твердой и жидкой) фаз, полученных из 600 г первоначального расплава.

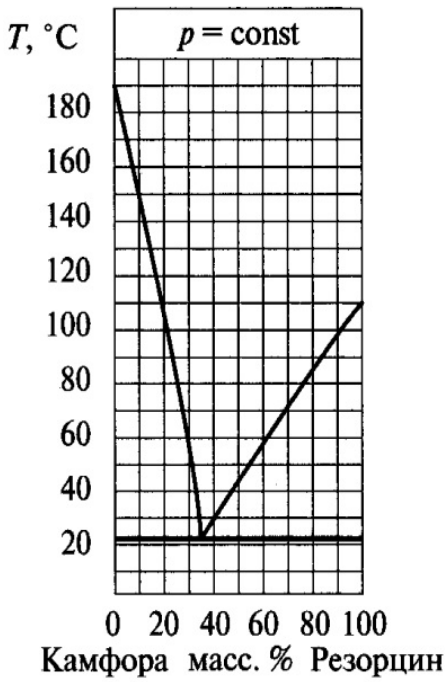


20. По диаграмме плавкости системы «нафталин – бензойная кислота» рассмотреть процесс охлаждения расплава, содержащего 70 % бензойной кислоты от температуры 120 °С до 60 °С. Для каждой точки, расположенной на пересечении линии состава рассматриваемой системы с линиями диаграммы и в промежутках между ними:



а) дайте наименование точки и определите, что происходит в ней;
б) назовите равновесные фазы;
в) определите число фаз и число степеней свободы; поясните, что означает данное число степеней свободы;
г) постройте кривую охлаждения данного расплава;
д) при температуре 80 °С для данной системы вычислите массы равновесных (твердой и жидкой) фаз, полученных из 500 г первоначального расплава.

21. По диаграмме плавкости системы «фенилсалицилат – фенол» рассмотреть процесс охлаждения расплава, содержащего 30 % фенола от температуры 110 °С до 10 °С. Для каждой точки, расположенной на пересечении линии состава рассматриваемой системы с линиями диаграммы и в промежутках между ними:
а) дайте наименование точки и определите, что происходит в ней;
б) назовите равновесные фазы;
в) определите число фаз и число степеней свободы; поясните, что означает данное число степеней свободы;
г) постройте кривую охлаждения данного расплава;
д) при температуре 50 °С для данной системы вычислите массы равновесных (твердой и жидкой) фаз, полученных из 500 г первоначального расплава.



22. По диаграмме плавкости системы «камфора – резорцин» рассмотреть процесс охлаждения расплава, содержащего 80 % резорцина от температуры 140 °С до 10 °С. Для каждой точки, расположенной на пересечении линии состава рассматриваемой системы с линиями диаграммы и в промежутках между ними:

а) дайте наименование точки и определите, что происходит в ней;

б) назовите равновесные фазы;

в) определите число фаз и число степеней свободы; поясните, что означает данное число степеней свободы;

г) постройте кривую охлаждения данного расплава;

д) при температуре 50 °С для данной системы вычислите массы равновесных (твердой и жидкой) фаз, полученных из 600 г первоначального расплава.

Дидактическая единица: «Теория электролитов»

1. Раствор, содержащий бромид натрия массой 0,933 г в воде массой 33,5 г, замерзает при температуре –0,944°С. Вычислите кажущуюся степень диссоциации бромида натрия в этом растворе. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.

2. Раствор, содержащий в воде массой 100 г хлорид магния массой 2,6 г, замерзает при –1,4°С. Вычислите изотонический коэффициент..

3. Определите давление пара раствора хлорида натрия, который замерзает при –1°С. Давление пара воды при этой температуре 28 гПа. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.

4. Определите температуру кипения раствора, содержащего в 1 кг воды 0,01 моль хлорида бария, если кажущаяся степень диссоциации его равна 87 %, а эбулиоскопическая постоянная воды 0,512 К·кг/моль.

5. Определите температуру замерзания раствора нитрата кальция, состоящего из воды массой 50 г и нитрата кальция массой 3,34 г. Степень диссоциации нитрата кальция в этом растворе равна 69,5%. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.

6. Давление насыщенного пара воды при 55 ºС равно 157,3 гПа. При растворении 7,45 г хлорида калия в 1000 г воды давление пара понизилось на 52 гПа. Вычислите кажущуюся степень диссоциации хлорида калия в этом растворе.

7. Найти молярную концентрацию (моль/л) раствора мочевины, который изотоничен раствору хлорида бария с молярной концентрацией 0,01 моль/л. Кажущаяся степень диссоциации хлорида бария 87%.

8. Вычислите осмотическое давление и температуру кипения водного раствора хлорида магния массовой долей 3,7%, плотностью 1,03 г/см^3 при 17°С и кажущейся степени диссоциации 70,5%.

9. Раствор, содержащий 0,05 моль $Al_2(SO_4)_3$ в 100 г воды замерзает при –4,19 ºС. Определить кажущуюся степень диссоциации соли и осмотическое давление при 298 К, если плотность раствора равна 1,1 г/см^3.

10. Вычислить температуру замерзания раствора, содержащего 7,308 г хлорида натрия в 250 г воды, если при 18°С осмотическое давление данного раствора $2{,}1077 \cdot 10^6$ Па. Плотность раствора принять равной 1.

11. Раствор 1,7 г хлорида цинка в 250 г воды замерзает при –0,24°С. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль. Вычислите степень диссоциации соли в этом растворе и осмотическое давление.

12. Вычислить давление пара над раствором и осмотическое давление раствора, содержащего в воде массой 44,7 г иодид кадмия массой 9,472 г, при 80°С. Давление пара воды при этой температуре 473 гПа, степень диссоциации соли 32,6%. Плотность раствора 1,08 г/см^3.

13. Определите молярную концентрацию ионов Al^{3+} и Cl^- в растворе хлорида алюминия с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л, если кажущаяся степень диссоциации соли равна 65%.

14. Определите pH насыщенного раствора гидроксида кальция, растворимость которого равна 0,17 г в 100 г воды. Плотность воды считать равной 1, диссоциацию – полной. *Ответ:* 12,66.

15. Определить pH раствора уксусной кислоты, молярной концентрацией 0,1 моль/л, если константа диссоциации равна $1{,}75 \cdot 10^{-5}$.

16. Определить молярную концентрацию раствора уксусной кислоты, если pH равен 4,82, а константа диссоциации $1{,}75 \cdot 10^{-5}$.

17. Вычислите степень диссоциации уксусной кислоты в растворе, если известно, что в 1 мл этого раствора содержится $5{,}94 \cdot 10^{19}$ молекул и $1{,}2 \cdot 10^{18}$ ионов.

18. Вычислите степень диссоциации уксусной кислоты в 0,01 М растворе, если известно, что в 500 мл этого раствора содержится $3{,}13 \cdot 10^{21}$ частиц (молекул и ионов).

19. Определить число частиц (молекул и ионов), образующихся при растворении 1,2 г уксусной кислоты в 0,5 л воды, если степень диссоциации составляет 2%.

20. Рассчитайте константу диссоциации и число всех частиц в 0,01 М растворе азотистой кислоты (кроме H_2O). Степень диссоциации азотистой кислоты в 0,01 М растворе составляет 0,2.

21. Вычислите концентрацию ионов водорода в 0,2%-ом растворе фтороводородной кислоты (плотность ≈ 1г/см^3), если степень её диссоциации 2%.

22. Вычислите концентрацию ионов водорода в растворе, полученном при внесении 1,6 г оксида серы (VI) в 2 л воды. Изменением объёма раствора можно пренебречь. Почему в условии задачи не указана степень диссоциации вещества в растворе?

23. Сколько граммов гидроксида калия содержится в 1 мл раствора, если концентрация гидроксильных ионов в таком растворе составляет 2 моль/л, а кажущая степень диссоциации щелочи равна 96%.

24. Вычислить pH раствора синильной кислоты с молярной концентрацией 0,04 моль/л, если константа диссоциации синильной кислоты равна $7{,}2 \cdot 10^{-10}$.

25. Две одноосновные органические кислоты при одинаковой молярной концентрации имеют степени диссоциации: первая – 0,2, вторая – 0,5. Константа диссоциации какой кислоты больше и во сколько раз?

26. Вычислите кажущуюся степень диссоциации раствора гидроксида бария с молярной концентрацией эквивалента 0,016 моль/л, если pH равен 12,16.

27. Определить молярную концентрацию гидроксида аммония, если pH раствора равен 11,6, а степень диссоциации 0,4%.

28. В каком соотношении нужно смешать раствор $c(CH_3COOH)$ = 0,4 моль/л с раствором $c(CH_3COOK)$ = 0,1 моль/л, чтобы pH полученного раствора был равен 4,44? $K_A(CH_3COOH) = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$. Соль диссоциирует полностью.

29. Как изменится степень диссоциации раствора гидроксида аммония с молярной концентрацией 0,1 моль/л, если к его раствору добавить такое количество сухого хлорида аммония, чтобы его молярная концентрация в растворе была бы равной 0,1 моль/л? Константа диссоциации NH_4OH равна $1{,}8 \cdot 10^{-5}$. Диссоциацию NH_4Cl считать полной.

30. Определите pH смеси аммиака и хлорида аммония, если она приготовлена из растворов этих веществ молярной концентрации 0,1 моль/л в отношении 1 : 9. $K_B(NH_4OH) = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$. Диссоциация соли – полная.

31. К раствору $c(CH_3COOH)$ = 0,3 моль/л объёмом 100 мл добавлен раствор $c(CH_3COONa)$ = 0,1 моль/л объёмом 30 мл. Найти pH раствора, если константа диссоциации уксусной кислоты равна $1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

32. Найти pH буферной смеси приготовленной из раствора дигидрофосфата натрия ($c(\frac{1}{3}\ NaH_2PO_4)$ = 0,2 моль/л) объёмом 50 мл и раствора гидрофосфата натрия ($c(\frac{1}{3}\ Na_2HPO_4)$ = 0,4 моль/л) объёмом 20 мл. $K_A(H_2PO_4^-) = 1 \cdot 10^{-7}$. Диссоциацию Na_2HPO_4 на ионы Na^+ и ионы HPO_4^{2-} считать полной.

33. Вычислить $\Delta G°$, $\Delta H°$ и $\Delta S°$ процесса диссоциации бензойной кислоты, если её pK_A при 35°C и 45°C равны соответственно 4,221 и 4,241.

34. Константы диссоциации уксусной кислоты при 25°C и 40°C равны соответственно $1{,}754 \cdot 10^{-5}$ и $1{,}703 \cdot 10^{-8}$. Вычислите термодинамические характеристики процесса диссоциации уксусной кислоты.

35. Вычислите константу диссоциации гидроксида аммония при 20°C, если при 18°C она равна $1{,}72 \cdot 10^{-5}$, а при 25°C равна $1{,}81 \cdot 10^{-5}$.

36. Вычислить $\Delta G°$, $\Delta H°$ и $\Delta S°$ процесса диссоциации синильной кислоты в воде при 298 К, пользуясь справочными данными о термодинамических свойствах соединений и ионов в водных растворах.

37. Используя данные об энергиях Гиббса образования твердых солей и ионов в воде, рассчитайте растворимость $CaSO_4$.

Дидактическая единица: «Неравновесные явления в растворах электролитов»

1. Электрическое сопротивление 0,01 М раствора хлорида калия, заполняющего электролитическую ячейку, равно 300 Ом при 298 К, удельная электропроводность этого раствора κ = 0,1423 См/м. Вычислите удельную и эквивалентную электропроводности 0,1 М раствора $LiNO_3$, если его электросопротивление в данной ячейке равно 45,8 Ом.

2. В ячейку для измерения электропроводности помещены на расстоянии 1,2 см между ними плоские электроды площадью по 4 $см^2$. Определите удельную и эквивалентную электропроводности 10^{-2} М раствора KBr, если электросопротивление этого раствора в данной ячейке равно 209,5 Ом.

3. Электрическое сопротивление наполняющего сосуд для измерения электропроводности 0,1 М раствора KCl равно 42 Ом при 293 К, а 0,1 М раствора LiCl – 50,7 Ом. Рассчитайте удельную и эквивалентную электропроводности раствора LiCl, если удельная электропроводность указанного раствора KCl равна 1,167 См/м. *Ответ:* 0,966 См/м; $96{,}6 \cdot 10^{-4}$ См·$м^2$·$моль^{-1}$.

4. В сосуд для измерения электропроводности помещены плоские электроды площадью 3 $см^2$ каждый, расстояние между ними 1,5 см. Вычислите удельную и эквивалентную электропроводности 10^{-2} М раствора NaI, если электросопротивление этого раствора в данном сосуде 419,8 Ом.

5. Электрическое сопротивление 0,02 М раствора хлорида калия в ячейке для определения электропроводности равно 170 Ом при 298 К, удельная электрическая проводимость этого раствора 0,2765 См/м. Определите удельную и эквивалентную электропроводности $5 \cdot 10^{-2}$ М раствора NH_4NO_3, помещенного в данную ячейку, если известно, что при разности потенциалов 0,8 В через этот раствор проходит ток силой 12,2 мА.

6. В ячейку для измерения электропроводности помещены плоские электроды площадью по 4,5 $см^2$ на расстоянии 0,9 см между ними. Рассчитайте удельную и молярную электропроводности 10^{-2} М раствора NH_4Cl, помещенного в данную ячейку, если известно, что при разности потенциалов 1,2 В через этот раствор проходит ток силой 8,5 мА.

7. В сосуд для измерения электропроводности помещены на расстоянии 1,82 см один от другого плоские электроды поверхностью 5,2 $см^2$ каждый. Вычислите удельную и молярную электропроводности $1,56 \cdot 10^{-2}$ М раствора муравьиной кислоты, помещенного в данный сосуд, если известно, что при разности потенциалов 2,18 В через этот раствор проходит ток силой 4,2 мА.

8. Электрическое сопротивление 0,1 М раствора KCl в сосуде для измерения электропроводности равно 32,6 Ом при 298 К, удельная электрическая проводимость этого раствора 1,288 См/м. Определите удельную и молярную электропроводности 0,125 М раствора NH_4OH, помещенного в данный сосуд, если известно, что при разности потенциалов 18 В через этот раствор проходит ток силой 18,2 мА.

9. Найдите молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора NaCl при 293 К, если его плотность $1,0125 \cdot 10^3$ $кг/м^3$ и удельная электрическая проводимость 3,325 См/м.

10. Вычислите молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора $CuSO_4$ при 293 К, если его удельная электропроводность 1,1034 См/м, плотность раствора $1,019 \cdot 10^3$ $кг/м^3$.

11. Определите молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора $CaC1_2$ при 293 К, если плотность раствора $1,0148 \cdot 10^3$ $кг/м^3$, удельная электропроводность 3,455 См/м.

12. Рассчитайте молярную и эквивалентную электропроводности 4%-го раствора $AgNO_3$ при 293 К, если его плотность $1,0327 \cdot 10^3$ $кг/м^3$, удельная электропроводность 2,187 См/м.

13. Найдите молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора $CdSO_4$ при 291 К, если его удельная электрическая проводимость 1,1034 См/м, плотность раствора $1,019 \cdot 10^3$ $кг/м^3$.

14. Определите молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора $BaC1_2$ при 293 К, зная, что его плотность $1,016 \cdot 10^3$ $кг/м^3$, удельная электропроводность 1,8934 См/м.

15. Вычислите молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора $NiSO_4$ при 291 К, если плотность раствора $1,02 \cdot 10^3$ $кг/м^3$, удельная электропроводность 1,678 См/м.

16. Рассчитайте молярную и эквивалентную электропроводности 2%-го раствора $A1C1_3$ при 291 К, если его плотность $1,0164 \cdot 10^3$ $кг/м^3$, удельная электропроводность 3,565 См/м.

17. Определите удельную электропроводность раствора, содержащего 0,5 М Li_2SO_4 и серную кислоту; pH 1. Предельные подвижности ионов найдите в справочнике.

18. Вычислите удельную электрическую проводимость раствора, содержащего $FeC1_2$ ($C = 5 \cdot 10^{-2}$ М) и соляную кислоту; pH 2. Предельные подвижности ионов найдите в справочнике.

19. Рассчитайте удельную электропроводность раствора, состоящего из нитрата кальция ($C = 10^{-2}$ М) и азотной кислоты; pH 0,5. Предельные подвижности ионов найдите в справочнике.

20. Найдите удельную электропроводность раствора, содержащего 0,1 М бромид бария и кислоту HBr; pH = 0. Предельные подвижности ионов найдите в справочнике.

21. Вычислите удельную электропроводность раствора, состоящего из хлорида меди (C = $l0^{-1}$ М) и соляной кислоты; pH = 1. Предельные подвижности ионов найдите в справочнике.

22. Определите удельную электрическую проводимость раствора, представляющего смесь сульфата цинка (C = 0,1 М) и серной кислоты; pH = 0. Предельные подвижности ионов найдите в справочнике.

23. Удельная электропроводность раствора муравьиной кислоты при разведении 64 л/моль и температуре 298 К равна $6{,}75\cdot10^{-2}$ См/м. Рассчитайте степень диссоциации, pH раствора и константу диссоциации кислоты, если предельные подвижности ионов H^+ и $HCOO^-$ соответственно равны $349{,}8\cdot10^{-4}$ и $54{,}6\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль.

24. Вычислите степень диссоциации, pH раствора и константу диссоциации гидроксида аммония при разведении 128 л/моль, если при 298 К удельная электропроводность раствора равна $1{,}05\cdot10^{-2}$ См/м, а предельные подвижности ионов NH_4^+ и OH^- соответственно равны $73{,}5\cdot10^{-4}$ и $198{,}3\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль.

25. Удельная электропроводность раствора хлоруксусной кислоты при разведении 1024 л/моль и 298 К равна $2{,}594\cdot10^{-2}$ См/м. Найдите степень диссоциации, pH раствора и константу диссоциации кислоты, если предельные подвижности ионов H_3O^+ и $CH_2C1CO_2^-$ соответственно равны $349{,}8\cdot10^{-4}$ и $39{,}8\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль.

26. Определите степень диссоциации, pH раствора и константу диссоциации уксусной кислоты при разведении 32 л/моль, если при 298 К удельная электрическая проводимость раствора равна $2{,}8754\cdot10^{-2}$ См/м, а предельные подвижности ионов H_3O^+ и CH_3COO^- соответственно равны $349{,}8\cdot10^{-4}$ и $40{,}9\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль.

27. Удельная электропроводность раствора пропионовой кислоты при разведении 256 л/моль и 298 К равна $8{,}48\cdot l0^{-3}$ См/м. Вычислите степень диссоциации, pH раствора и константу диссоциации кислоты, если предельные подвижности ионов H_3O^+ и $C_2H_5COO^-$ соответственно равны $349{,}8\cdot10^{-4}$ и $35{,}8\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль.

28. Электрическое сопротивление ячейки для измерения электропроводности, наполненной 0,01 М раствором KCl, равно 368 Ом при 298 К. Удельная электропроводность этого раствора 0,1413 См/м. Ячейку наполняют раствором нитрата кальция, концентрация которого равна C_1, электросопротивление R_1 = 12,84 Ом. Затем добавляют к этому раствору хлорид кальция с концентрацией C_2, электросопротивление суммарного раствора R_2 = 9,61 Ом. Найдите концентрации C_1 и C_2 . Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

29. Сопротивление 0,1 М раствора KCl в сосуде для определения электропроводности равно 49 Ом при 298 К, удельная электрическая проводимость этого раствора равна 1,288 См/м. Сосуд наполняют раствором сульфата меди, концентрация которого равна C_1 , электросопротивление R_1 = 231,1 Ом. Затем добавляют к первому раствору второй – бромид меди концентрацией C_2, электросопротивление суммарного раствора R_2 = 38,95 Ом. Определите концентрации C_1 и C_2. Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

30. Электрическое сопротивление 0,02 М раствора KCl в электролитической ячейке равно 155,5 Ом при 298 К, удельная электропроводность этого раствора 0,2765 См/м. Ячейку наполняют раствором нитрата кобальта(II), концентрация которого равна C_1, электросопротивление – R_1 = 3,43 Ом. Затем к первому раствору добавляют второй – нитрата натрия концентрацией C_2, общее электросопротивление смеси R_2 = 2,65 Ом. Вычислите концентрации C_1 и C_2. Сведения о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

31. Электрическое сопротивление 0,1 М раствора KCl в ячейке для определения электропроводности 46,6 Ом при 298 К, удельная электропроводность этого раствора 1,288

См/м. Ячейку наполняют раствором хлорида никеля, концентрация которого равна C_1, сопротивление R_1= 153,4 Ом. Затем к первому раствору добавляют второй – сульфата никеля концентрацией C_2, суммарное сопротивление R_2 = 91,05 Ом. Рассчитайте значения концентрации C_1 и C_2. Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

32. Электрическое сопротивление 0,01 М раствора KCl в сосуде для измерения электропроводности 283,1 Ом при 298 К, удельная электропроводность этого раствора 0,1413 См/м. Сосуд наполняют раствором хлорида бария, концентрация раствора C_1, электросопротивление R_1 = 14,29 Ом. К первому раствору добавляют второй – хлорида аммония концентрацией C_2, электросопротивление смеси R_2 = 3,88 Ом. Найдите значения концентрации C_1 и C_2. Сведения о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

33. Вычислите эквивалентную электропроводность изомасляной кислоты C_3H_7COOH при бесконечном разведении, степень диссоциации и pH раствора, если ее молярная электропроводность при разведении V = 128 л/моль и 298 К равна $15{,}9\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль, константа диссоциации кислоты $1{,}42\cdot10^{-5}$.

34. Определите молярную электрическую проводимость гидразина $N_2H_4\cdot H_2O$ при бесконечном разбавлении, если его молярная электропроводность при 298 К и разведении V = 256 л/моль равна $5{,}5\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль, константа диссоциации основания $1{,}7\cdot10^{-6}$.

35. Константа диссоциации диметиламина $(CH_3)_2NH\cdot H_2O$ равна $6\cdot10^{-4}$ при 298 К, его молярная электропроводность при этой температуре и разведении 64 л/моль равна $45{,}3\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль. Рассчитайте молярную электропроводность диметиламина при бесконечном разведении.

36. Найдите молярную электропроводность этиламина $C_2H_5NH_2\cdot H_2O$ при бесконечном разбавлении, если его молярная электропроводность при разведении 32 л/моль и 298 К равна $28{,}9\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль, константа диссоциации $3{,}18\cdot10^{-4}$.

37. Константа диссоциации диэтиламина $(C_2H_5)_2NH\cdot H_2O$ при 298 К равна $9{,}6\cdot10^{-4}$, его молярная электропроводность при этой температуре и разведении 16 л/моль равна $28{,}8\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль. Вычислите молярную электрическую проводимость амина при бесконечном разведении.

38. Определите молярную электропроводность пиперидина $C_5H_{11}N\cdot H_2O$ при бесконечном разбавлении, если его молярная электрическая проводимость при разведении 8 л/моль и 298 К равна $23{,}0\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль, константа диссоциации $1{,}32\cdot10^{-3}$.

39. Удельная электропроводность насыщенного раствора AgCl равна $1{,}34\cdot10^{-4}$ См/м при 291 К, удельная электрическая проводимость воды взятой для растворения этого соединения $1{,}0\cdot10^{-5}$ См/м. Рассчитайте растворимость (моль/л) соли и произведение растворимости, считая насыщенный раствор бесконечно разбавленным и соль полностью диссоциированной. Предельные подвижности ионов Ag^+ и Cl^- при этой температуре соответственно равны $53{,}5\cdot10^{-4}$ и $66{,}4\cdot10^{-4}$ См·м^2/моль.

40. Удельная электропроводность насыщенного раствора хлорида серебра при 298 К равна $1{,}92\cdot10^{-4}$ См/м, удельная электропроводность воды, взятой для растворения соли, $1{,}0\cdot10^{-5}$ См/м. Вычислите растворимость (моль/л) и произведение растворимости AgCl при указанной температуре. Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

41. Определите растворимость (моль/л) насыщенного раствора AgBr и произведение растворимости при 291 К, если удельная электропроводность этого раствора $5{,}76\cdot10^{-5}$ См/м, удельная электропроводность воды, использованной при растворении $3{,}6\cdot10^{-5}$ См/м. Сведения о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

42. Удельная электропроводность насыщенного раствора $AgIO_3$ равна $1{,}797\cdot10^{-3}$ См/м при 298 К; удельная электропроводность воды, использованной для растворения, $1{,}0\cdot10^{-4}$ См/м. Найдите растворимость и произведение растворимости $AgIO_3$, если эквивалентная

электропроводность при бесконечном разведении Λ^0, См·м^2/моль: $102{,}8\cdot10^{-4}$ для $AgCOOCH_3$, $91{,}0\cdot10^{-4}$ для $NaCOOCH_3$, $91{,}1\cdot10^{-4}$ для $NaIO_3$.

43. Вычислите растворимость насыщенного раствора $AgBrO_3$ и произведение растворимости при 291 К, если удельная электропроводность раствора $4{,}762\cdot10^{-2}$ См/м, удельная электропроводность взятой для растворения воды $1{,}20\cdot10^{-4}$ См/м, предельные эквивалентные электропроводности Λ^0, См·м^2/моль: $115{,}8\cdot10^{-4}$ для $AgNO_3$, $112{,}9\cdot10^{-4}$ для $KBrO_3$ и $126{,}2\cdot10^{-4}$ для KNO_3.

44. Удельная электропроводность насыщенного раствора $CaSO_4$ при 298 К равна $1{,}396\cdot10^{-1}$ См/м, удельная электропроводность взятой для растворения соли воды – $1{,}0\cdot10^{-4}$ См/м. Рассчитайте растворимость и произведение растворимости $CaSO_4$ при данной температуре. Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

45. Удельная электропроводность насыщенного раствора оксалата кальция $8{,}62\cdot10^{-4}$ См/м при 291 К, а взятой для растворения соли воды $2\cdot10^{-5}$ См/м. Определите растворимость и произведение растворимости CaC_2O_4 при этой температуре. Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

46. Найдите растворимость насыщенного раствора BaC_2O_4 и произведение растворимости при 291 К, если удельная электропроводность раствора $7{,}143\cdot10^{-3}$ См/м, а воды, использованной для растворения, $1{,}21\cdot10^{-4}$ См/м. Сведения о предельных подвижностях ионов возьмите в справочнике.

47. Удельная электропроводность насыщенного раствора Ag_2SO_4 равна $4{,}542\cdot10^{-1}$ См/м при 298 К, удельная электропроводность взятой для растворения соли воды $1{,}0\cdot10^{-4}$ См/м. Рассчитайте растворимость и произведение растворимости Ag_2SO_4 при указанной температуре. Данные о подвижностях ионов найдите в справочнике.

48. Вычислите растворимость (моль/л) насыщенного раствора CaF_2 и произведение растворимости при температуре 291 К, если удельная электропроводность раствора $3{,}65\cdot10^{-3}$ См/м, а использованной для растворения соли воды $8{,}0\cdot10^{-5}$ См/м. Сведения о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

49. Удельная электропроводность насыщенного раствора $PbSO_4$ равна $2{,}90\cdot10^{-3}$ См/м при 291 К, а взятой для растворения соли воды – $1{,}3\cdot10^{-5}$ См/м. Найдите растворимость и произведение растворимости сульфата свинца при указанной температуре. Данные о подвижностях ионов возьмите в справочнике.

50. Рассчитайте растворимость насыщенного раствора $Fe(OH)_2$ и произведение растворимости при 298 К, если удельная электропроводность раствора $3{,}045\cdot10^{-4}$ См/м, а воды, взятой для растворения гидроксида, $1{,}0\cdot10^{-5}$ См/м. Сведения о подвижностях ионов найдите в справочнике.

Дидактическая единица: «Электрохимические системы»

1. Почему соли кобальта(III), как правило, неустойчивы в водных растворах?

2. Являются ли растворы солей железа(II) устойчивыми на воздухе? Почему их сохраняют в присутствии металлического железа?

3. Какие металлы осаждаются из водного раствора, содержащего хлориды кадмия, кобальта(II) и ртути(II), если в раствор опустить оловянную пластинку? Принять активности ионов в растворе равными единице.

4. Будут ли устойчивыми при 25°С в отсутствие комплексообразующих агентов водные растворы ионов: *а*) Tl+; *б*) Cu+?

5. Каким путем можно окислить фториды до газообразного фтора?

6. Является ли пероксид водорода H_2O_2 окислителем или восстановителем по отношению к следующим редокс-системам при нормальных концентрациях ионов: *а*) $I^- \mid I_2$; *б*) $S_2O_8^{2-} \mid SO_4^{2-}$; *в*) $Fe^{3+} \mid Fe^{2+}$?

7. В раствор, содержащий нитраты цинка, свинца и серебра, опускают медную проволоку. Что происходит? Принять активности ионов в растворе равными единице.

8. Каким путем можно восстановить нитрат-ион до: *а*) NO; *б*) HNO_2; *в*) NH_3?

9. Могут ли ионы железа(III) окислить ионы: *а*) Br^- до Br_2; *б*) I^- до I_2? Ответ мотивируйте.

10. До какого состояния можно окислить ионы Mn^{2+} в кислой среде: *а*) с участием дихромата калия; *б*) с помощью фтора; *в*) в присутствии $NaIO_3$?

11. Укажите область pH, в которой протекает реакция диспропорционирования хлора в водном растворе с образованием хлорной воды. Считать единичными концентрации всех окисленных и восстановленных форм, кроме ионов H^+.

12. С участием какого галогена можно окислить: *а*) Sn^{2+} до Sn^{4+}; *б*) Fe^{2+} до Fe^{3+}; *в*) Tl^+ до Tl^{3+}?

13. Определите область pH, в которой протекает реакция диспропорционирования йода в водном растворе. Кристаллический йод практически не растворяется в воде, но в присутствии ионов I^- легко переходит в раствор в результате реакции комплексообразования: $I_2 + I^- \rightleftarrows I_3$. Считать единичными концентрации всех окисленных и восстановленных форм, кроме ионов H^+.

14. Можно ли окислить в кислой среде с помощью дихромата калия: *а*) ионы галогенов; *б*) Cr^{2+} до Cr^{3+}; *в*) Ce^{3+} до Ce^{4+}?

15. Укажите область pH, в которой протекает реакция окисления иона Fe^{2+} дихроматом калия. Активности всех окисленных и восстановленных форм, кроме ионов H^+, равны единице.

16. Какая реакция при смешивании H_2O_2 с ионами Fe^{2+} является наиболее вероятной: окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} или восстановления Fe^{2+} до Fe? Ответ мотивируйте.

17. Определите область pH, в которой происходит окисление ионов Cl^- перманганатом калия. Считайте активности всех окисленных и восстановленных форм, кроме ионов H^+, равными единице.

18. Сравните действие на железо и медь растворов кислот при pH = 0: *а*) HCl; *б*) HNO_3.

19. Золото не окисляется в растворах соляной или азотной кислот, но растворяется в царской водке. Объясните эти явления, используя следующие данные: $E^\circ_{NO_3^-/NO}$ = 0,96 В; $E^\circ_{Au^+/Au}$ = 1,68 В; $E^\circ_{Au^{3+}/Au}$ = 1,42 В; для реакции $Au^{3+} + 4Cl^- = AuCl_4^-$, $\lg\beta_4 = 22$; для реакции $Au^+ + 2Cl^- = AuCl_2^-$, $\lg\beta_2 = 9$.

20. Вычислите стандартный потенциал редокс-системы H_2O/H_2 при 25°C по отношению к стандартному водородному электроду.

21. Представьте схематически электрохимические цепи, в которых самопроизвольно протекают указанные ниже реакции, запишите полуреакции. Вычислите по справочным данным при 25ºC стандартные значения ЭДС элемента, изменения энергии Гиббса и константу равновесия.

	Схема 1	Схема 2
1.	$Co + Sn^{2+} \rightleftarrows Co^{2+} + Sn$	$Ni + 2AgCl \rightleftarrows NiCl_2 + Ag$
2.	$Zn + 2Ag^+ \rightleftarrows Zn^{2+} + 2Ag$	$2Fe^{3+} + 3I^- \rightleftarrows 2Fe^{2+} + I_3^+$

3.	$Tl^+ + 2Ce^{4+} \rightleftarrows Tl^{3+} + 2Ce^{3+}$	$Pb + 2AgBr \rightleftarrows PbBr_2 + 2Ag$
4.	$Zn + Cl_2 \rightleftarrows ZnCl_2$	$S_2O_8^{2-} + 2S_2O_3^{2-} \rightleftarrows S_4O_6^{2-} + 2SO_4^{2-}$
5.	$Au^{3+} + 1{,}5H_2 \rightleftarrows Au + 3H^+$	$2Hg + CuCl_2 \rightleftarrows Hg_2Cl_2 + Cu$
6.	$Hg + 2Co^{3+} \rightleftarrows Hg^{2+} + 2Co^{2+}$	$H_3AsO_4 + 3I^- + 2H^+ \rightleftarrows HAsO_2 + I_3^- + 2H_2O$
7.	$Sn^{2+} + 2Fe^{3+} \rightleftarrows Sn^{4+} + 2Fe^{2+}$	$Ag + ½Cl_2 \rightleftarrows AgCl$
8.	$Pb + 2H^+ \rightleftarrows Pb^{2+} + H_2$	$Cd + Hg_2SO_4 \rightleftarrows Cd^{2+} + SO_4^{2-} + 2Hg_{(ж)}$
9.	$Sn^{2+} + 2Co^{3+} \rightleftarrows Sn^{4+} + 2Co^{2+}$	$Tl + AgI \rightleftarrows TlI + Ag$
10.	$Li + H^+ \rightleftarrows Li^+ + ½H_2$	$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightleftarrows Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$
11.	$Fe + 2H^+ \rightleftarrows H_2 + Fe^{2+}$	$Ag^+ + I^- \rightleftarrows AgI$
12.	$Sn + Hg_2Cl_2 \rightleftarrows SnCl_2 + 2Hg$	$Mn^{2+} + 2Ce^{4+} + 2H_2O \rightleftarrows MnO_2 + 2Ce^{3+} + 4H^+$
13.	$H_2 + Tl^{3+} \rightleftarrows 2H^+ + Tl^+$	$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 4H^+ \rightleftarrows 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$
14.	$Mg + Se \rightleftarrows Mg^{2+} + Se^{2-}$	$½H_2 + AgCl \rightleftarrows Ag + HCl$
15.	$Ag^+ + Br^- \rightleftarrows AgBr$	$MnO_4^- + 5Cl^- + 8H^+ \rightleftarrows Mn^{2+} + 5/2Cl_2 + 4H_2O$

22. Напишите полуреакции, протекающие на электродах, и суммарную реакцию при работе электрохимической цепи. Получите уравнение для ЭДС цепи через активности ионов и среднюю ионную активность электролита. Определите стандартное значение ЭДС при 25°С.

	Схема 1	Схема 2
1.	Pb | $PbBr_2$ | $MnBr_2$ | Hg_2Br_2, Hg | Pb	Cu | $CuSO_4$ | Ag_2SO_4, Ag | Cu
2.	Pt | Ag, Ag_2O | KOH | O_2, Pt	Zn | Na | Na_2S | ZnS, Zn
3.	Ag | Ni | $NiCl_2$ | AgCl, Ag	Pt | CO_2, HCOOH | H_2SO_4 | H_2, Pt
4.	Sn | $SnCl_2$ | Hg_2Cl_2, Hg | Sn	Pt | Tl, TlOH | $Ba(OH)_2$ | O_2, Pt
5.	Cd, CdS | K_2S | S | Cd	Pt, H_2 | H_2SO_4 | Hg_2SO_4, Hg | Pt
6.	Ag | Fe | FeI_2 | AgI, Ag	Pt | Tl, TlCl | $CdCl_2$ | Cl_2, Pt
7.	Pt | Ag, AgBr | HBr | $Br_{2(ж)}$ | Pt	Cu, CuI | CuI_2 | Cu
8.	Pt | Pb, PbO | $Ba(OH)_2$ | O_2, Pt	Zn | $ZnBr_2$ | Hg_2Br_2, Hg | Zn
9.	Pt | Ag, Ag_2SO_4 | H_2SO_4 | HClO, Cl_2, Pt	Pb, PbI_2 | NiI_2 | Ni | Pb
10.	Pt | Ag | AgF | F_2 | Pt	Cu | Co | $CoCl_2$ | CuCl, Cu
11.	Ba | $Ba(OH)_2$ | HgO, Hg | Ba	Pt, Cu| $CuCl_2$ | Cl_2, Pt
12.	Pt | Hg, HgS | Na_2S | S, Pt	Ag | Al | $AlCl_3$ | AgCl, Ag
13.	Pt | CO_2, HCOOH | H_2SO_4 | Ag_2SO_4, Ag | Pt	Pt | Hg, Hg_2Br_2 | KBr | Br_2 | Pt
14.	Pt | Pb, $PbCl_2$ | $CaCl_2$ | Cl_2, Pt	Sn | $SnBr_2$ | AgBr, Ag | Sn
15.	Ag | Ni, $Ni(OH)_2$ | $Ba(OH)_2$ | Ag_2O, Ag	Pt | Hg, Hg_2I_2 | HgI | $I_{2(кр)}$, Pt
16.	Zn | $ZnCl_2$ | AgCl, Ag | Zn	Cd | $CdSO_4$ | Hg_2SO_4, Hg | Cd
17.	Ag, AgI | CaI_2 | Hg_2I_2, Hg | Ag	Cu | Th | $ThCl_4$ | CuCl, Cu
18.	Cu, Cu_2S | K_2S | S | Cu	Pb, $PbBr_2$ | $NiBr_2$ | Ni | Pb
19.	Pt| Hg, HgO | $Ba(OH)_2$ | O_3, O_2, Pt	Mn | $MnCl_2$ | Hg_2Cl_2, Hg | Mn
20.	Pt | Fe | $FeCl_2$ | Cl_2, Pt	Co | $CoBr_2$ | Hg_2Br_2, Hg | Co

23. Вычислите значение стандартного электродного потенциала пары Cr^{3+} | Cr по справочным данным о потенциалах окислительно-восстановительного электрода Cr^{3+}, Cr^{2+} | Pt и пары Cr^{2+} | Cr.

24. Определите значение стандартного редокс-электрода Hg^{2+}, Hg_2^{2+} | Pt по справочным данным о потенциалах пар Hg^{2+} | Hg и Hg_2^{2+} | Hg.

25. Рассчитайте стандартный потенциал редокс-пары HClO | Cl^- на основании значений стандартных потенциалов окислительно-восстановительных систем H^+, HClO | Cl_2, Pt и Cl^- | Cl_2, Pt.

26. Вычислите стандартный электродный потенциал полуреакции восстановления $MnO_4^- + 8H^+ + 7e^- \rightleftarrows Mn + 4H_2O$, используя справочные данные о стандартных потенциалах редокс-системы H^+, MnO_4^-, Mn^{2+} | Pt и пары Mn^{2+} | Mn.

27. Определите значение стандартного потенциала электрода Fe^{3+} | Fe по справочным данным о потенциалах редокс-электрода Fe^{3+}, Fe^{2+} | Pt и пары Fe^{2+} | Fe.

28. Рассчитайте стандартный потенциал полуреакции восстановления

$$ClO_4^- + 7H^+ + 6e^- \rightleftarrows HClO + 3H_2O$$

на основании значений стандартных потенциалов редокс-систем H^+, ClO_3^-, $HClO_2$ | Pt; H^+, $HClO_2$, HClO | Pt и H^+, ClO_4^-, ClO_3^- | Pt.

29. По справочным данным о стандартных потенциалах электродов первого рода Cu^+ | Cu и Cu^{2+} | Cu найдите значение стандартного потенциала редокс-электрода Cu^{2+}, Cu^+ | Pt.

30. Вычислите стандартный электродный потенциал полуреакции восстановления $MnO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightleftarrows MnO_2 + 2H_2O$, используя справочные данные о стандартных потенциалах редокс-системы H^+, MnO_4^- | MnO_2, Pt и системы MnO_4^-, MnO_4^{2-} | Pt.

31. Рассчитайте стандартный электродный потенциал пары Co^{3+}|Co по справочным данным о потенциалах редокс-электрода Co^{3+}, Co^{2+} | Pt и пары Co^{2+} |Co.

32. Определите значение стандартного потенциала полуреакции восстановления

$$ClO_4^- + 4H_2O + 8e^- \rightleftarrows Cl^- + 8OH^-,$$

используя справочные данные о стандартных потенциалах редокс-систем ClO_2^-, ClO^-, OH^- | Pt; ClO_4^-, ClO_3^-, OH^- | Pt; ClO^-,Cl^-, OH^- | Pt и ClO_3^-, ClO_2^-, OH^- | Pt.

33. По справочным данным о стандартных потенциалах электродов первого рода Sn^{2+} | Sn и редокс-системы Sn^{4+}, Sn^{2+} | Pt найдите значение стандартного электродного потенциала Sn^{4+} | Sn.

34. Рассчитайте стандартный потенциал полуреакции восстановления

$$VO_2^+ + 4H^+ + 5e^- \rightleftarrows V + 2H_2O$$

на основании значений стандартных потенциалов пары V^{2+} | V и редокс-систем V^{3+}, V^{2+} | Pt; H^+, VO^{2+}, V^{3+} | Pt и H^+, VO_2^+, VO^{2+} | Pt.

35. Вычислите стандартный электродный потенциал пары Ti^{3+} | Ti по справочным данным о потенциалах редокс-электрода Ti^{3+}, Ti^{2+} | Pt и пары Ti^{2+} | Ti.

36. Вычислите тепловой эффект, изменение энергии Гиббса и энтропии реакции $Zn + 2AgCl = ZnCl_2 + 2Ag$ протекающей в гальваническом элементе при 293,2 К, если ЭДС элемента при этой температуре равна 1,0072 В. Для решения задачи используйте также стандартное значение ЭДС при 298,2 К.

37. В гальваническом элементе при 298 К обратимо протекает реакция

$$Cd + 2AgCl = CdCl_2 + 2Ag.$$

Рассчитайте изменение энергии Гиббса и энтропии реакции при этой температуре. Стандартное значение ЭДС при 298 К рассчитайте по справочным данным. Стандартные теплоты образования $CdCl_2$ и AgCl равны 389,7 и 126,9 кДж/моль соответственно.

38. В элементе протекает реакция $Ag + ½Hg_2Cl_2 = AgCl + Hg$. Рассчитайте изменение стандартных значений энергии Гиббса, энтальпии и энтропии при 293,2 К, если ЭДС элемента при этой температуре равна 0,0439 В. Для решения задачи используйте также стандартное значение ЭДС при 298,2 К.

39. Вычислите тепловой эффект, изменение энергии Гиббса и энтропии реакции

$$Cd + PbCl_2 = CdCl_2 + Pb$$

протекающей в гальваническом элементе при 293,2 К, если ЭДС элемента при этой температуре равна 0,19036 В. Для решения задачи используйте также стандартное значение ЭДС при 298,2 К.

40. Тепловой эффект реакции

$$Pb + Hg_2Cl_2 = PbCl_2 + Hg$$

равен –94,2 кДж/моль при 298,2 К. ЭДС элемента, в котором обратимо протекает эта реакция, возрастает на $1{,}45\cdot10^{-4}$ В при повышении температуры на 1 К. Вычислите ЭДС элемента, изменение энергии Гиббса и энтропии при 298,2 К.

41. Тепловой эффект при 298 К для реакции

$$Pb + 2AgCl = PbCl_2 + 2Ag$$

равен 105,1 кДж/моль. Вычислите ЭДС элемента, изменение энергии Гиббса и энтропии при 293,2 К. Для решения задачи используйте стандартное значение ЭДС при 298,2 К.

42. Зависимость ЭДС от температуры для цепи

$$Cu, Cu_2O \mid NaOH(aq) \mid HgO, Hg$$

выражается уравнением

$$E = 0{,}4617 - 1{,}44\cdot10^{-4}(T - 298{,}2) + 1{,}4\cdot10^{-7}(T - 298{,}2)^2.$$

Рассчитайте для этой реакции изменение энергии Гиббса, энтальпии и энтропии при 303,2 К.

43. Зависимость ЭДС от температуры для цепи

$$Pt, H_2 \mid NaOH(aq) \mid HgO, Hg$$

выражается уравнением

$$E = 0{,}9257 - 2{,}949\cdot10^{-4}(T - 298{,}2) + 4{,}99\cdot10^{-7}(T - 298{,}2)^2.$$

Рассчитайте для этой реакции изменение энергии Гиббса, энтальпии и энтропии при 303,2.

44. Подвижности ионов Cu^{2+} и SO_4^{2-} соответственно равны 55 и 80 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух медных электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $CuSO_4$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

45. Подвижности ионов Zn^{2+} и Cl^- соответственно равны 54 и 76 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух цинковых электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $ZnCl_2$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

46. Подвижности ионов Cu^{2+} и Cl^- соответственно равны 55 и 76 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух медных электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $CuCl_2$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

47. Подвижности ионов Cd^{2+} и Cl^- соответственно равны 54 и 76 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух кадмиевых электродов в 0,1 М и

0,01 М растворах $CdCl_2$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

48. Подвижности ионов Ni^{2+} и Cl^- соответственно равны 54 и 76 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух никелевых электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $NiCl_2$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

49. Подвижности ионов Cu^{2+} и NO_3^- соответственно равны 55 и 71 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух медных электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $Cu(NO_3)_2$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

50. Подвижности ионов Ni^{2+} и SO_4^{2-} соответственно равны 54 и 80 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух никелевых электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $NiSO_4$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

51. Подвижности ионов Zn^{2+} и NO_3^- соответственно равны 55 и 71 См·см^2·моль$^{-1}$. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух цинковых электродов в 0,1 М и 0,01 М растворах $Zn(NO_3)_2$ и диффузионный потенциал на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля.

52. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\begin{array}{ccccc} \text{Ni} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{NiSO}_4} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{CuSO}_4} \end{array} \vert \ \text{Cu}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

53. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\begin{array}{ccccc} \text{Zn} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{ZnSO}_4} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{NiSO}_4} \end{array} \vert \ \text{Ni}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

54. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\begin{array}{ccccc} \text{Zn} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{ZnCl}_2} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{CuCl}_2} \end{array} \vert \ \text{Cu}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

55. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\begin{array}{ccccc} \text{Zn} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{Zn(NO}_3)_2} & \vert & \underset{C = 0{,}01\ \text{М}}{\text{Cu(NO}_3)_2} \end{array} \vert \ \text{Cu}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

56. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\mathrm{Pb} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Pb(NO_3)_2}} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Cu(NO_3)_2}} \;\big|\; \mathrm{Cu}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

57. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\mathrm{Co} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Co(NO_3)_2}} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Cu(NO_3)_2}} \;\big|\; \mathrm{Cu}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

58. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\mathrm{Cd} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Cd(NO_3)_2}} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Pb(NO_3)_2}} \;\big|\; \mathrm{Pb}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

59. Вычислите при 298 К ЭДС цепи

$$\mathrm{Cd} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Cd(NO_3)_2}} \;\big|\; \underset{C = 0{,}01\ \mathrm{M}}{\mathrm{Cu(NO_3)_2}} \;\big|\; \mathrm{Cu}$$

с учетом диффузионного потенциала, возникающего на границе соприкасающихся растворов. Коэффициенты активности катионов рассчитайте по теории Дебая-Хюккеля. Подвижности ионов возьмите из справочных данных.

60. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Cu(NH_3)_4^{2+}$.

61. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Ag(S_2O_3)_2^{3-}$.

62. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Co(NH_3)_6^{2+}$.

63. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Ni(NH_3)_6^{2+}$.

64. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Ag(CN)_2^-$.

65. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Zn(NH_3)_4^{2+}$.

66. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Zn(CN)_4^{2-}$.

67. По данным стандартных электродных потенциалов вычислите константу нестойкости комплекса $Au(CN)_2^-$.

68. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли TlI.

69. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли AgBr.

70. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли Ag_2SO_4.

71. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли $PbCl_2$.

72. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли CdS.

73. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли $PbBr_2$.

74. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли FeS.

75. Воспользовавшись значениями стандартных электродных потенциалов, определите произведение растворимости малорастворимой соли $PbSO_4$.

76. ЭДС цепи, составленной из насыщенного каломельного электрода и водородного электрода, заполненного исследуемым раствором, при 298 К равна 0,562 В. Потенциал насыщенного каломельного электрода относительно водородного электрода равен 0,242 В. Вычислите pH раствора.

77. ЭДС цепи, составленной из стандартного водородного электрода и хингидронного электрода, заполненного исследуемым раствором, при 298 К равна 0,544 В. Определите pH исследуемого раствора. Стандартный потенциал хингидронного электрода равен 0,699 В.

78. ЭДС цепи, составленной из насыщенного каломельного электрода и хингидронного электрода, заполненного исследуемым раствором, при 298 К равна 0,274 В. Определите pH исследуемого раствора.

79. ЭДС цепи, составленной из насыщенного каломельного и водородного электрода, заполненного желудочным соком, при 298 К равна 0,332 В. Потенциал насыщенного каломельного электрода при 298 К равен 0,250 В. Определите pH желудочного сока.

80. При определении pH некоторого раствора с помощью водородного и каломельного электродов ЭДС цепи при 298 К равна 0,415 В. Каков pH раствора?

81. Водородный и каломельный электроды погружены в раствор с pH, равным 1,2. Какова ЭДС элемента? Электродный потенциал каломельного электрода в этом растворе равен 0,205 В.

82. ЭДС цепи, составленной из стандартного водородного электрода и хингидронного электрода, заполненного исследуемым раствором, при 298 К равна 0,544 В. Определите pH исследуемого раствора. Стандартный потенциал хингидронного электрода равен 0,699 В.