

Задания теоретического тура для 11 класса. (70 баллов)
(Время выполнения – 5 астрономических часов = 300 минут)

1. Разрешается использовать микрокалькулятор и периодическую таблицу.
2. Задачи можете решать в любом порядке, но оформляйте так, чтобы границы между задачами были заметны.
3. Результаты вычислений представить только нужным количеством значащих цифр!
4. Для облегчения проверки ключевые ответы выделить.

№11-1-2011 обл. 5 баллов. Навеску неизвестного металла массой 13,0 г обработали избытком разбавленной азотной кислоты. К полученному раствору прибавили при нагревании избыток раствора щёлочи, в результате чего получили 1,12 л газа (н.у.). Какой металл растворили в азотной кислоте? Ответ обоснуйте расчётами, напишите уравнения соответствующих реакций.

№11-2-2011 обл. 5 баллов Смесь бензола, циклогексана и циклогексена, реагируя с бромной водой, присоединяет 0,1 моль Br_2 . При дегидрировании данной смеси образуется 0,5 моль бензола и H_2 , количества которого в 2 раза меньше количества H_2 , необходимого для полного гидрирования исходной смеси (в результате гидрирования образуется циклогексан). Определите количества бензола в исходной смеси.

№11-3-2011 обл. 7 баллов. Два элемента образуют между собой соединения *A, B, В, Г, Д*. При растворении в воде вещества *A* и *B* ведут себя как основания, вещество *B* – как кислота, а вещество *Г* – как соль. Соединение *Д* неустойчиво и имеет тот же состав, что и соль *Г*. При действии на вещество *A* раствора гипохлорита натрия в желатине образуется вещество *B*, которое при реакции с азотистой кислотой даёт вещество *B*. При термическом разложении кислоты и соли образуются вещества в мольном отношении 1:3 и 1:1.

А) Расшифруйте вещества, обозначенные в условии буквами *A-Д*.

Б) Приведите уравнения описанных реакций.

В) Изобразите структурные формулы упомянутых веществ, учитывая, что в веществе *Д* содержится цепочка из атомов одного элемента.

№11-4-2011 обл. 7 баллов. Газ *X* реагирует с нейтральными водными растворами сульфида, иодида, сульфита и нитрита калия, а также с порошкообразным серебром, причем во всех случаях объем газа после реакции равен исходному. При пропускании газа *X* через раствор *транс*-гексена-2 в гексане объем газа уменьшается на 8 %, а при пропускании над нагретой порошкообразной медью газ *X* поглощается полностью. (Растворимостью газов в жидкостях пренебречь).

1. Что представляет собой газ *X*? Рассчитайте плотность газа *X* в г/л при н.у.

2. Как можно получить газ *X*?

3. Напишите уравнения реакций газа *X* с указанными солями калия, серебром, *транс*-гексеном-2 и порошкообразной медью.

4. Через раствор *транс*-гексена-2 в гексане пропустили газ *X*, а затем обработали водой. Сколько соединений может образоваться в растворе после окончания реакции? Изобразите их структурные формулы.

№11-5-2011 обл. 10 баллов **Ионные равновесие в растворах.**

1) Рассчитайте аналитическую концентрацию для каждого из следующих растворов:

а) раствор HCl , $\text{pH} = 4.00$ (раствор А),

б) раствор уксусной кислоты, $\text{pH} = 4.00$ (раствор В),

в) раствор серной кислоты, $\text{pH} = 4.00$ (раствор С),

г) раствор лимонной кислоты, $\text{pH} = 4.00$ (раствор Д).

Рассчитайте pH каждой из следующих смесей:

д) равные объемы раствора А и раствора NaOH ($\text{pOH} = 4$),

е) равные объемы раствора В и раствора NaOH ($\text{pOH} = 4$),

ж) равные объемы растворов А и В,

з) равные объемы растворов А и С.

2) Рассчитайте значения pH в трех точках эквивалентности (pH_1 , pH_2 и pH_3) при титровании 0.100 М фосфорной кислоты 0.100 М раствором гидроксида натрия.

Уксусная кислота: $\text{pK}_a = 4.76$; Серная кислота: $\text{pK}_a2 = 1.99$;

Лимонная кислота: $\text{pK}_a1 = 3.10$, $\text{pK}_a2 = 4.35$, $\text{pK}_a3 = 6.39$

Фосфорная кислота: $\text{pK}_a1 = 2.2$, $\text{pK}_a2 = 7.2$, $\text{pK}_a3 = 12.4$

№11-6-2011 обл. Стрoение ядра. Корпускулярно-волновые свойства электрона. 12 баллов.

А) Радиоактивный распад.

1. В результате α -распада 1 мг радия в течение одного года образуется $4,3 \cdot 10^{-5}$ см³ гелия. Через сколько лет распадается половина имеющейся навески радия?
2. Природный уран представляет собой смесь изотопов ²³⁸U (99,3%, $T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$ лет) и ²³⁵U (0,7%, $T_{1/2} = 7,04 \cdot 10^8$ лет). Считая, что при первичном нуклеосинтезе число атомов обоих изотопов урана было одинаковым (²³⁸U : ²³⁵U = 1:1), рассчитайте возраст Земли, т.е. время, прошедшее после нуклеосинтеза.

Б) Теория Бора.

1. Определите длину волны электрона, имеющего скорость $2 \cdot 10^6$ м/с.
2. Вычислите скорость движения электрона в атоме водорода в основном состоянии, а также во втором возбуждённом.
3. Вычислите энергию ионизации атома водорода.
4. Вычислить неопределённость в скорости электрона в атоме водорода на первой боровской орбите.
5. Возможен ли переход электрона атома водорода из основного состояния в n-возбуждённое при поглощении монохроматического света с длиной волны равной $\lambda = 121,6$ нм? Если да, то чему равно значение n?

В) Волновые свойства микрочастиц.

1. Рассчитать длину волны де Бройля нейтронов при 100К.
Фундаментальные физические постоянные: $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Дж·с⁻¹ * Кл² * м⁻¹, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$ кг.

№11-7-2011 обл. 12 баллов. Электрохимия.

Окислительно-восстановительные системы Fe^{3+}/Fe^{2+} и H_3AsO_4/H_3AsO_3 широко применяются в аналитической химии, так как соответствующие электрохимические равновесия можно сдвигать посредством комплексообразования или изменения pH.

- а) Рассчитайте стандартный окислительно-восстановительный потенциал, E^0 для реакции:
 $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$

Стандартный окислительно-восстановительный потенциал системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в 1 моль/дм³ HCl равен 0.710 В.

- б) Оцените константу устойчивости комплекса $[FeCl]^{2+}$.

Как Fe^{3+} , так и Fe^{2+} ионы образуют очень устойчивые комплексы с ионами CN^- .

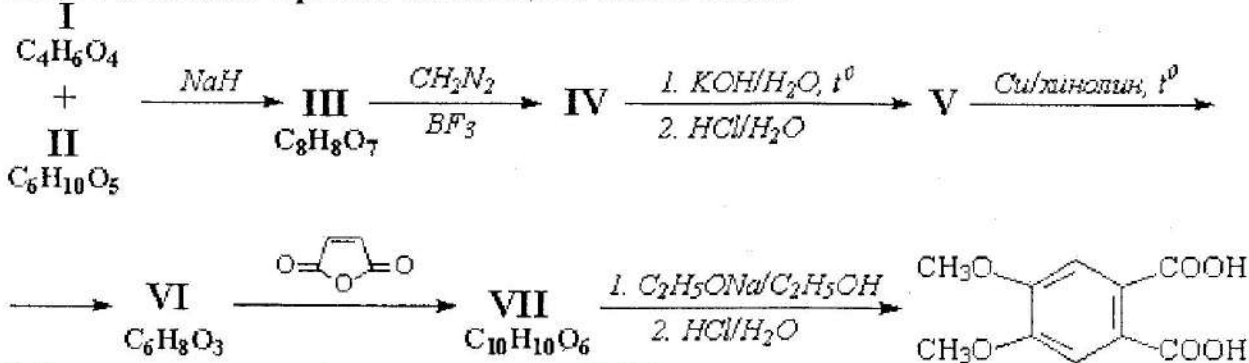
- в) Рассчитайте отношение полных констант устойчивости ионов $[Fe(CN)_6]^{3-}$ и $[Fe(CN)_6]^{4-}$.

- г) H_3AsO_4 и $K_4Fe(CN)_6$ растворили в воде в стехиометрическом соотношении. Каким будет равновесное отношение $[H_3AsO_4]/[H_3AsO_3]$ при pH = 2.00?

- д) Возможны ли следующие равновесные концентрации в водном растворе? $[H_3AsO_4] = [H_3AsO_3] = [I_3^-] = [I^-] = 0,1$ моль/дм³. Если да, то рассчитайте pH раствора:

Fe^{2+}/Fe	Fe^{3+}/Fe	$[Fe(CN)_6]^{3-}/[Fe(CN)_6]^{4-}$	H_3AsO_4/H_3AsO_3	$I_2/2I^-$
$E_1^0 = -0,440$ В	$E_2^0 = -0,036$ В	$E_4^0 = +0,356$ В	$E_5^0 = +0,560$ В	$E_6^0 = +0,540$ В

№11-8-2011 обл. Органическая цепочка. 12 баллов



1. Определите неизвестные вещества I-VII.

2. Напишите механизм превращения веществ I и II в III. (Указание: первая стадия – это конденсация Дикмана).