1-часть. Каждое задание оценивается 0,9 баллом

1. Первая ядерная реакция выполнена в 1915-году Резерфордом пропуская α-частицы через азот, получая при этом изотоп кислорода-17. Ядро какого элемента дополнительно образуется в этом процессе?

A) водород B) гелий C) литий D) бериллий

2. Определите электронную конфигурацию марганца в составе манганат иона.

A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^0$

C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^1$ D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^0$

3. В каком агрегатном состоянии все вещества проводят электрический ток?

A) в твердым B) в жидком C) в газообразном D) в состоянии плазмы

4. Сколько граммов 15% раствора необходимо для приготовления 30 граммов 45% раствора, используя 15% и 60% растворы как исходные?

A) 10 B) 15 C) 20 D) 25

5. Сколько граммов осадка получается при добавлении 150 г 4% раствора поваренной соли к 125 г 12% раствору нитрата серебра?

A) 14,72 B) 12,66 C) 2,09 D) осадок не образуется

6. В стандартных условиях энтальпия сгорания белого фосфора -760,1 кДж/моль, а черного фосфора -722,1 кДж/моль. Рассчитайте энтальпию (кДж/моль) превращения черного фосфора в белый.

A) -1482,2 B) 1482,2 C) -38,0 D) 38,0

7. Если в реакции $Cl_2 + 3F_2 = 2ClF_3$ скорость расхода F_2 равна 0,18 М/с, какова скорость образования (М/с) ClF_3?

A) 0,18 B) 0,12 C) 0,09 D) 0,03

8. Какова средняя степень окисления вольфрама в фосфовольфромате натрия ($Na_3PW_{12}O_{40}$)?

A) +6,00 B) +6,17 C) +6,42 D) +6,67

9. Определите продукт реакции: $(H_3C)_2C{=}CH_2 + DBr \rightarrow \ldots$

A) $(H_3C)_2CBr\text{-}CH_3$ B) $(H_3C)_2CBr\text{-}CH_2D$

C) $(H_3C)_2CH\text{-}CH_2Br$ D) $(H_3C)_2CD\text{-}CH_2Br$

10. Какой из нижеприведенных алкинов реагирует с аммиачным раствором $NaNH_2$?

A) 2,5-диметилоктин-3 B) 4-метилгексин-1 C) 4-метилпентин-2 D) бутин-2

2-часть. Каждое задание оценивается 1,5 баллом

11. Если 1 Кюри обозначает радиоактивность 1,0 грамма радия-226, сколько ядер образца подвергается радиоактивному распаду ежесекундно? $\lambda(^{226}Ra) = 1{,}39 \cdot 10^{-11}$ секунд$^{-1}$.

A) $2{,}66 \cdot 10^{21}$ B) $1{,}33 \cdot 10^{21}$ C) $7{,}19 \cdot 10^{10}$ D) $3{,}70 \cdot 10^{10}$

12. Рассчитайте энергию ионизации (эВ) атома водорода в основном энергетическом состоянии. Энергия электрона в атоме водорода определяется по следующему: $E = \frac{-13,6}{n^2}$ (эВ), здесь n – 1,2,3, … и т.д. целые числа.

A) 20,4 B) 13,6 C) 12,1 D) 10,2

13. Газовая смесь аммиака и углекислого газа объемом 6,0 литров (н.у.) весит 9,0 грамм. Рассчитайте объем углекислого газа (литр, н.у.) в смеси.

A) 2,31 B) 3,69 C) 2,00 D) 4,00

14. При 25°C и 760 mm Hg в колбе объемом 1000 мл находится газ X. При открытии колбы масса колбы уменьшилось на 0,695 грамм. Определите формулу газа X.

A) NH_3 B) CH_4 C) NO_2 D) CO_2

15. Для определения концентрации хлорид ионов в образце объемом 10,0 мл в образец добавили 20,0 мл 0,0500 М раствора $AgNO_3$. Полученный раствор (не отделяя осадок) оттитровали в присутствии ионов Fe^{3+} с 0,0500 М раствором KSCN. Рассчитайте концентрацию хлорид ионов (М) в образце, если на титрование потрачено 5,50 мл титранта.

A) 0,1000 B) 0,0725 C) 0,0500 D) 0,0275

16. Металл Y массой 10 г с температурой 90,00°C погрузили в воду (c = 4,184 Дж/(г·градус)) массой 100 г с температурой 10,00°C. Определите теплоемкость металла Y и его химическую формулу, если известно, что при установлении равновесия температура стала 10,85°C.

A) c = 0,236 Дж/(г·градус) – Ag B) c = 0,385 Дж/(г·градус) – Cu

C) c = 0,449 Дж/(г·градус) – Fe D) c = 0,901 Дж/(г·градус) – Al

17. Константа равновесия (K_f) реакции $Cd^{2+} + 4SCN^- \leftrightarrow [Cd(SCN)_4]^{2-}$ равна $1,0 \cdot 10^3$. Каким должен быть объем (литр) раствора, чтобы при установлении равновесия количества ионов Cd^{2+}, SCN^- и $[Cd(SCN)_4]^{2-}$ были по 0,5 моль?

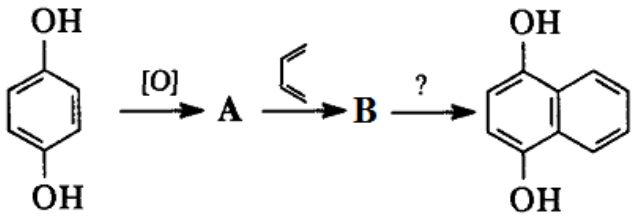
A) 2,0 B) 2,2 C) 2,8 D) 8,0

18. Как изменится масса анода при электролизе раствора сульфата меди(II) с погруженными 2 медными электродами в течении 1300 секунд силой тока 0,35 А?

A) увеличится на 0,30 грамма B) увеличится на 0,15 грамма

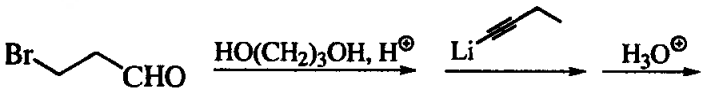
C) уменьшится на 0,30 грамма D) уменьшится на 0,15 грамма

19. Определите свойства вещества "?" в нижеприведенной схеме:



A) окислитель B) восстановитель C) диен D) диенофил

20. Назовите вещества, которое получается на конце схемы:

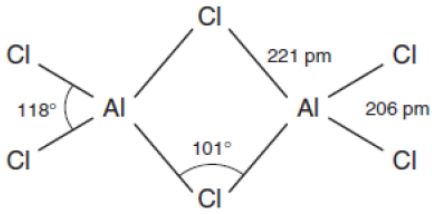


A) 1-бромгептин-4-ол-3 B) гептин-4-диол-1,3

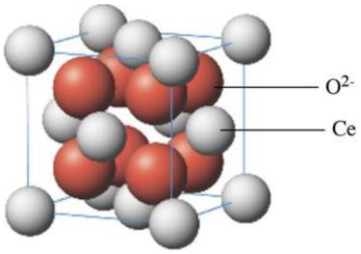
C) 1,3-дигидроксигептанон-4 D) гептин-4-аль

<u>3-часть. Каждое задание оценивается 2,6 баллом</u>

21. Молекула димера хлорида алюминия имеет структуру, как показана на рисунке справа. Определите расстояние (пм) между атомами алюминия в димере.



22.



На рисунке слева изображена элементарная ячейка кристалла оксида церия. Степень окисления Ce не указана.

Проанализируйте рисунок и определите химическую формулу оксида.

23. 0,455 г Тироксина выделенного из щитовидной железы растворили в 10,0 г бензола. Температура замерзания полученного раствора составила 5,144°C. Рассчитайте молярную массу (г/моль) Тироксина, если температура замерзания чистого бензола составляет 5,444°C и криоскопическая константа (K) для бензола равна 5,12 градус/моляль. Для определения понижение температуры замерзания растворителя (ΔT) используется следующее уравнение: $\Delta T = -K \cdot m$, здесь ΔT – понижение температуры замерзания растворителя, K – криоскопическая константа растворителя и m – моляльная (моль/кг) концентрация раствора.

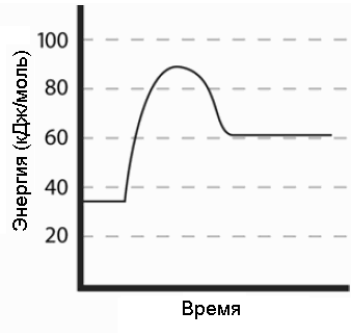
24. Каково кинетическое уравнение для следующей реакции? $2NO + H_2 \rightarrow N_2O + H_2O$.

$[NO]_0$, M	$[H_2]_0$, M	Начальная скорость реакции, M·минут$^{-1}$
0,60	0,37	0,18
1,20	0,37	0,72
1,20	0,74	1,44

Достаточно определить целые значения x и y в следующем уравнении: $r = k[NO]^x[H_2]^y$.

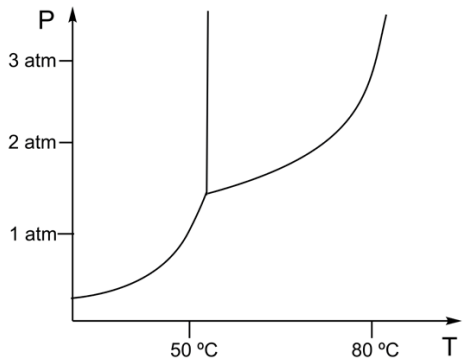
25. На рисунке справа приведена энергетическая диаграмма для реакции A → B.

Проанализируйте энергетическую диаграмму и рассчитайте изменение энтальпии реакции (ΔH, кДж/моль).



26. При разложении 34,96 г бинарного вещества в подушке безопасности автомобиля образуется 12,35 г металлического натрия и 16,0 литров газа при 17°C образуя давление 1,20 атм внутри подушки. Определите химическую формулу бинарного вещества, использующихся на подушках безопасности автомобилей.

27.

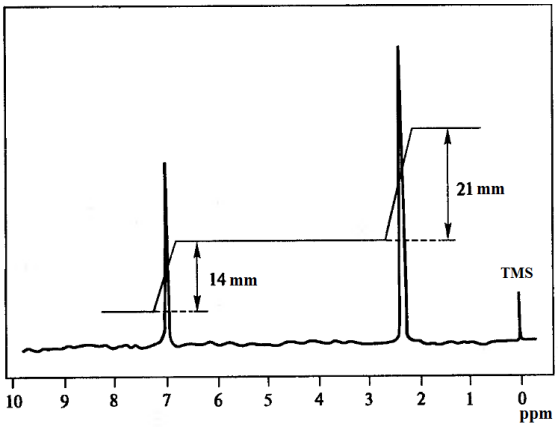


На рисунке слева приведена фазовая диаграмма гексафторида урана (UF_6).

Проанализировав фазовую диаграмму, объясните, что произойдет с твердым UF_6 при нагревании его при стандартном атмосферном давлении (расплавится, сублимируется или разлагается).

28. На рисунке справа приведен ^1H ЯМР спектр углеводорода с составом C_8H_{10}.

Проанализируйте спектр и нарисуйте подходящую структурную формулу углеводорода с составом C_8H_{10}.



29. При гидрировании левулиновой кислоты ($CH_3COCH_2CH_2COOH$) при высоком давлении и температуре с участием Ni в качестве катализатора образуется единственный продукт с составом $C_5H_8O_2$. Нарисуйте структуру продукта, если известно, что в его ИК-спектре отсутствует сигнал поглощения OH-группы.

30. Сколько различных декапептидов (олигопептид содержащий 10 аминокислот в составе) можно получать используя 20 канонических α-аминокислот? Не учитывайте способность боковых групп образовать пептидные связи.