535671
Регистрационный номер

Фамилия Богданов
Имя Егор
Отчество Александрович

507
(не заполнять)

Подпись

ЮНИОР

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
Секция «Химия», 11 класс

1. Изотоп радия $^{226}_{88}Ra$ массой 565 мг поместили в вакуумированный сосуд. Определите, какой газ будет находиться в сосуде через 2400 лет и оцените его объем (н.у.), пренебрегая утечкой этого газа из сосуда? В решении используйте справочные данные по периодам полураспада изотопов:

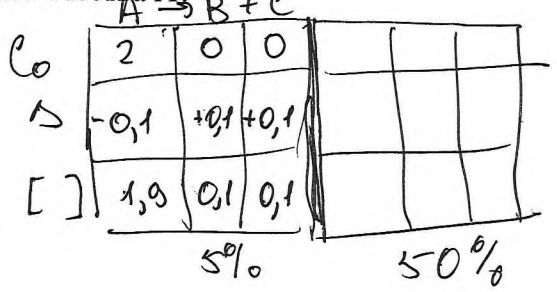
$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}\alpha$, период полураспада 1600 лет,
$^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84}Po + {}^{4}_{2}\alpha$, период полураспада 3,8 суток,
$^{218}_{84}Po \rightarrow {}^{214}_{82}Pb + {}^{4}_{2}\alpha$, период полураспада 3,1 минуты.
Изотоп $^{214}_{82}Pb$ не подвергается α-распаду.

2. Дан 0,2 М раствор $NH_3 \cdot H_2O$ ($K_д = 1{,}81 \cdot 10^{-5}$). Определите, в каком соотношении его надо смешать с 0,1 М раствором NaOH, чтобы степень диссоциации $NH_3 \cdot H_2O$ уменьшилась в 25 раз?

3. В закрытом сосуде при постоянной температуре одновременно протекают следующие реакции:

$$A_{газ} \xrightarrow{k_1} B_{газ} + C_{газ},$$
$$B_{газ} + D_{тв} \underset{k_3}{\overset{k_2}{\rightleftarrows}} F_{тв},$$

причем $k_1 \ll k_2$ и $K_c = 5$. 1) Как изменится давление в системе, когда прореагирует 5 % и 50 % вещества A, если в начальный момент в системе присутствовали только A и D (концентрация A составляла 2 моль/л, а количество D было в 20 раз больше количества A)? 2)Каким будет ответ, если количество D было бы в 10 раз меньше количества A?



Председатель методической комиссии, 2024 г.

507

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по химии

Дата 06.04.2024
Вариант № _____
Площадка написания: НИЯУ МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
9	4	2					

химия: 15 баллов

1. $m_0\left({}^{226}_{88}Ra\right) = 565$ мг $\quad m(t) = m_0 \cdot \frac{1}{2}^{\frac{t}{T}}$

$t = 2400$ лет $\quad T = 1600$ лет $\quad m_{Ra}(t) = 565\text{ мг} \cdot \frac{1}{2}^{\frac{2400}{1600}} = 199,7577$ мг

Значит распаду подверглось $565 - 199,7577 \approx 365,2423$ мг

Тогда $\nu_{перешедшего} = \frac{365,2423}{226} \approx 1,616 \cdot 10^{-3}$ моль $= \nu_1(Rn) = \nu_1(He)$ ← $\frac{4}{2}\alpha$ (Соответствие 1:1 из ур-ия реакции)

Т.к. $T(Rn) \ll T(Ra)$, предположим, что весь Rn успел подвергнуться распаду:

$\nu_1(Rn) = \nu_1(Po) = \nu_2(He) = 1,616 \cdot 10^{-3}$ моль

$\nu_2(Rn) = 0$

Т.к. $T(Po) \ll T(Rn)$, предположим, что весь Po успел подвергнуться распаду: $\nu_1(Po) = \nu_1(Pb) = \nu_3(He) = 1,616 \cdot 10^{-3}$ моль

Тогда в системе остается $\nu_2(Po) = 0$

He, $\nu(He) = \nu_1(He) + \nu_2(He) + \nu_3(He) = 4,848 \cdot 10^{-3}$ моль

Тогда его $V = V_m \cdot 4,848 \cdot 10^{-3} \approx 0,1086$ л

Ответ: He; 0,1086 л

2.

$c_1(NH_3 \cdot H_2O) = 0,2$ M
$K_д = 1,81 \cdot 10^{-5}$
$c_1(NaOH) = 0,1$ M
c_1 – концентрации до смешения
c_2 – после смешения,
[ ] – равновесные
α – степень диссоциации

1) $NH_3 \cdot H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$ $\quad K_д = \frac{[NH_4^+]\cdot[OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]} \approx \frac{[OH^-]^2}{c_1(NH_3 \cdot H_2O)} = 1,81 \cdot 10^{-5}$

$c_1(NH_3 \cdot H_2O) \gg [NH_4^+]$

$[NH_4^+] = [OH^-] = \sqrt{K_д \cdot c_1(NH_3 \cdot H_2O)} \approx 1,9 \cdot 10^{-3}$ M

Тогда $\alpha_1 = \frac{1,9 \cdot 10^{-3}}{c_1(NH_3 \cdot H_2O)} \approx 0,0095$ M

По усл. $\alpha_2 = \frac{\alpha_1}{25} \approx 3,8 \cdot 10^{-4}$ M $= \frac{[NH_4^+]}{c_2(NH_3 \cdot H_2O)}$ $\quad c_2(NaOH) \gg [NH_4^+]$, $c_2(NH_3 \cdot H_2O) \gg [NH_4^+]$

2) После смешения:

$$\begin{cases} K_д = \frac{[NH_4^+]}{[NH_3 \cdot H_2O]} \cdot \frac{(c_2(NaOH) + [NH_4^+])}{c_2(NH_3 \cdot H_2O) - [NH_4^+]} \approx \frac{[NH_4^+] \cdot c_2(NaOH)}{c_2(NH_3 \cdot H_2O)} = 1,81 \cdot \\ \frac{[NH_4^+]}{c_2(NH_3 \cdot H_2O)} = 3,8 \cdot 10^{-4} \end{cases}$$

Тогда:

$3,8 \cdot 10^{-4} \cdot c_2(NaOH) = 1,81 \cdot 10^{-5}$

$\Leftrightarrow c_2(NaOH) \approx 0,0476$ M Значит NaOH р-р разбавили в $\frac{1}{0,0476} = 2,1$ раза

Ответ: р-ры смешали в соотношении 1,1 $(NH_3 \cdot H_2O)$: 1 (NaOH)

Лист 1 из 1

3.

$k_1 \ll k_2$

$k_c = 5$

Реакция 1: $A_г \xrightarrow{k_1} B_г + C_г$

Реакция 2: $B_г + D_{тв} \underset{k_3}{\overset{k_2}{\rightleftarrows}} F_{тв}$

1) а) Прореагировало 5% A:

$C(A) = 2М - 2М \cdot 0{,}05 = 1{,}9М$

$C_1(B) = C(C) = 0{,}1\,М$

Однако $k_2 \gg k_1 \Rightarrow$ можно считать, что все B вступило в реакцию 2.

$B + D \rightleftarrows F$ Т.к. D - в избытке, B реагирует полностью:

$K_c = \frac{k_2}{k_3} = 5 \Leftrightarrow k_3 = \frac{1}{5} k_2$ (в 20 раз больше A) Тогда в системе останется $\frac{1}{5}$ вступившего в реакцию B: $C_{газа} = 1{,}9 + 0{,}1 + 0{,}02 = 2{,}02$

A C B_2

б) Прореаг. 50% A:

$C(A) = 2М - 2М \cdot 0{,}5 = 1М$

$C_1(B) = C(C) = 1М$ После реакции 2:

В которой D все еще в избытке, $\frac{1}{5}$ полученного B остается в системе Тогда $C_{газа} = 1 + 1 + 0{,}2 = 2{,}2\,М$

$K_c = \frac{1}{C_{изр}^{B}}$

$\Rightarrow C_{изр\,B} = 0{,}2$

Если $C_A < C_{изр\,B}$, "правая р-ия не идет"

2) а) 5%: $C(A) = 1{,}9М$ $C(C) = 0{,}1М$ $C_1(B) = 0{,}1М$

$B + D \rightleftarrows F$

Если D в 10 раз меньше A $\rightarrow$ D ~ 0,2 при переводе в C $\Rightarrow$ все еще изб

Тогда $C_{газа} = 2{,}0\,г$ (B реагирует полностью)

б) 50%: $C(A) = 1М$ $C(C) = 1М$ $C_1(B) = 1М$

$B + D \rightleftarrows F$

1М 0,2

В реак. 2 входит только 0,2 М (B)

$\Rightarrow C_2(B) = 0{,}8 + 0{,}04 = 0{,}84\,М$

$\frac{1}{5}$ вступившего

Расчет давления: $PV = \nu RT \Leftrightarrow P = CRT$ T - const R - const

1) а) $P_1 = P_1 = 2RT$

$P_2 = 2{,}02RT$

$\frac{P_2}{P_1} = 1{,}01$ Возросло в 1,01 раз

2) а) $P_1 = 2RT$

$\frac{P_2}{P_1} = 1{,}01$ Возросло в 1,01 раз

б) $P_1 = 2RT$

$P_2 = 2{,}2RT$

$\frac{P_2}{P_1} = 1{,}1$

Возросло в 1,1 раз

б) $P_1 = 2RT$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{2{,}84RT}{2RT} = 1{,}42$

Возросло в 1,42 раза

507

ЛИСТ ОТВЕТОВ

Фамилия, имя, отчество Богданов Егор Александрович

Шифр

Задание 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а	в	г	г	в	а	б	б	а	г
−	+	+	+	−	+	−	+	+	−
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
б	г	г	в	б	20 а	а	в	в	б
−	+	−	+	+	+	+	−	+	−

/12 6 б

Задание 2.

ранний	Д	Ж	З	А	Е	И	Б	Г	В	поздний
	−	−	−	+	−	−	−	−	−	

/1 0,75 б

Задание 3.

Фенотип	**Частота встречаемости**	**Число мартышек данной окраски**
Бурые	0,51 +	≈ 7589 (Окр. до целых) +
Светло-коричневые	0,45 +	≈ 6696 (Окр. до целых) +
Золотистые	0,04 +	≈ 595 + (Окр. до целых)

8,25б

Σ = 15,0б

507

Задание 1. На каждый вопрос выберите только один ответ, который вы считаете наиболее полным и правильным. Индексы правильных ответов внесите в матрицу в листе ответов.

1. В прорастающей пыльцевой трубке сосны находится:

а) 1 спермий; б) 2 спермия; в) 3 спермия; г) 4 спермия

2. Назовите тип плода у сои:

а) коробочка; б) стручок; в) боб; д) семянка

3. Какие приспособления характерны для растений, опыляемых ветром:

а) пыльца крупная и липкая; б) пыльцы образуется мало; в) раскрытие цветков в соцветии происходит поочередно; г) околоцветник мелкий, малозаметный

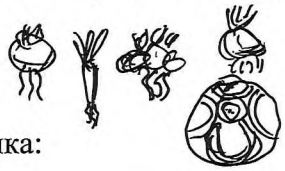
4. Какие функции у корневого чехлика?

а) проведение растворов минеральных веществ; б) обеспечение утолщения корня;

в) накопление запасных веществ; г) облегчение продвижения корня между частичками почвы.

5. Из перечисленных ниже растений к семейству Капустные относятся:

а) свекла, б) репа, в) морковь, г) картофель.



6. Где расположена нервная система ланцетника:

а) над хордой; б) под хордой; в) внутри хорды; г) по бокам хорды.

7. Выберите верное описание миграции аскариды в организме человека:

а) ротовая полость-кишечник-кровь-лёгкие-кишечник; б) ротовая полость-лёгкие-кровь-кишечник; в) ротовая полость-кишечник; г) ротовая полость-кишечник-кровь-мышцы.

8. Какой из перечисленных организмов проявляет положительный фототаксис?

а) малярийный плазмодий; б) эвглена; в) плазмодий миксомицета ; г) амёба протей.

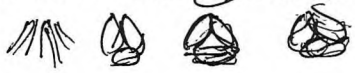
9. Один круг кровообращения имеется у:

а) карпа; б) лягушки; в) утконоса; г) гаттерии.

10. Какие из млекопитающих принадлежат к одному отряду:

а) слон и носорог; б) заяц и крыса; в) свинья и олень; г) лошадь и корова.

11. Снаружи легкие покрыты:



а) гладкими мышцами; б) сетью венозных сосудов; в) плеврой; г) ресничным эпителием.

12. Обратному всасыванию в почках не подвергается:

а) глюкоза; б) аминокислоты; в) витамины; г) мочевина.

13. Зрачок - это отверстие в:

а) сетчатке; б) радужке; в) роговице; г) склере.

14. Ядра симпатической нервной системы лежат в:

а) среднем мозге; б) продолговатом мозге; в) грудных сегментах спинного мозга; г) крестцовых сегментах спинного мозга.

15. Содержащийся в слюне лизоцим:

а) расщепляет белки; б) расщепляет полисахариды; в) расщепляет жиры; г) расщепляет нуклеиновые кислоты.

16. Из энтодермы развиваются:

а) головной мозг; б) мышцы; в) хрящи; г) печень.

17. Назовите основную причину такого явления, как борьба за существование:

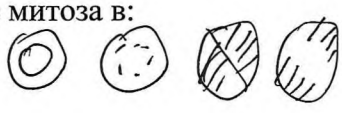
а) избыточное размножение особей и ограниченность ресурсов среды; б) неспособность организмов справиться с действием климатических факторов; в) стремление вида к расселению за пределы его обычного ареала; г) наличие хищников, поедающих данный вид.

18. Примерами гомологичных органов являются:

гомо - пр из одн дел разн
аналог - пр из разн - дел одн

а) легкие амфибий и пауков; б) прыгательные ноги тушканчика и кенгуру; в) китовый ус и усы сома; г) щупальца кальмара и ноги таракана.

19. Хромосомы выстраиваются на экваторе в процессе митоза в:



а) анафазе; б) телофазе; в) метафазе; г) профазе.

про мета тело ана

20. Органоид, активно окисляющий вещества в клетке:

а) аппарат Гольджи; б) лизосомы; в) клеточные включения; г) митохондрии.

507

Задание 2. Расположите растения по срокам зацветания от ранних к поздним:

4 А. Сирень

6 Б. Орешник

8 В. Дуб

7 Г. Береза

1 Д. Безвременник

~~Е~~ Е. Ландыш майский

2 Ж. Тимофеевка луговая

3 З. Цикорий обыкновенный

5 И. Гладиолус

Результаты внесите **в ЛИСТ ОТВЕТОВ.**

Задание 3. Решите задачу.

На одном из островов в Индийском океане обнаружена изолированная популяция мартышек с бурой, светло-коричневой и золотистой окраской шерсти. Известно, что различия в цвете шерсти определяются в этом случае одним геном, бурый цвет (аллель **B**) доминантен по отношению к светло-коричневому (аллель **b**), а светло-коричневый доминирует над золотистым (аллель $\mathbf{b^y}$). Частоты встречаемости аллелей: **B** – 0,3; **b** – 0,5; $\mathbf{b^y}$ – 0,2. Различия в окраске не дают каких-либо преимуществ в выживании и размножении. Какова частота встречаемости фенотипов? Всего на острове обитает 14880 мартышек. Сколько среди них будет обезьян бурого, светло-коричневого и золотистого цвета? Внесите результаты в лист ответов.

$(a+b+c)^2 =$
$= (a+b+c)(a+b+c)$
$a^2 + ab + ac +$
$b^2 + bc + ba +$
$c^2 + cb + ac$

B	b	b^y
бурый	св-кор	зол
0,3	0,5	0,2

$p^2 + q^2 = 1$

$p^2 + 2pq + q^2 = 1$

$p + q + t = 1$

$B + b + b^y = 1$
0,3 0,5 0,2

$B^2 + b^2 + b^y{}^2 + 2Bb + 2bb^y + 2Bb^y = 1$

$B^2 + 2Bb + 2Bb^y$ - бурый

$(0,3^2 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,2) \cdot 14880 \approx 7588,8$
0,51

$b^2 + 2bb^y$ - светкор

$0,5 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,2 = 0,45 \cdot 14880 \approx 6696$

$0,2 \cdot 0,2 \cdot 14880$
$0,04 \approx 595,2$