509

536933
Регистрационный номер

Фамилия Андреева
Имя Ирина
Отчество Владиславовна

(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 А, если в начальный момент в системе присутствовали только А и D (концентрация А составляла 2 моль/л, а количество D было в 20 раз больше количества А)? 2)Каким будет ответ, если количество D было бы в 10 раз меньше количества А?

Председатель методической комиссии, 2024 г.

509

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по химии (биологии)

Дата 06.04.24
Вариант № _____
Площадка написания:
НИЯУ МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	7	5					

№2

$$\underset{c(1-\alpha)}{NH_3\cdot H_2O} \rightleftarrows \underset{c\alpha}{NH_4^+} + \underset{c\alpha}{OH^-}$$

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$K_g = 1{,}81\cdot10^{-5} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3\cdot H_2O]} = \frac{c\alpha\cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

$\alpha_0 = 9{,}468\cdot10^{-3}$ $\quad \alpha_2 = \frac{\alpha_0}{25} = 3{,}7872\cdot10^{-4}$ +

(7)

$[OH^-]_2 = [OH^-]_{NaOH} + [OH^-]_{NH_3\cdot H_2O}$ $\quad [OH^-]_{NH_3\cdot H_2O} \approx 0$

$\Rightarrow [OH^-]_2 = [OH^-]_{NaOH}$

$$K_g = 1{,}81\cdot10^{-5} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3\cdot H_2O]} = \frac{c_2\alpha_2[OH^-]_{NaOH}}{c_2(1-\alpha_2)}$$

$$K_g = \frac{\alpha_2[OH^-]_{NaOH}}{1-\alpha_2}$$ пусть было 1 л $0{,}2\ NH_3\cdot H_2O$, добавили х л 0,1 н NaOH

$$C_{OH^-_{NaOH}} = \frac{x\cdot 0{,}1}{x+1}$$

$$K_g = 1{,}81\cdot10^{-5} = \frac{3{,}7872\cdot10^{-4}\cdot\frac{x\cdot0{,}1}{1+x}}{1-3{,}7872\cdot10^{-4}} \Rightarrow x = 0{,}915$$

*(более точно)

$$[OH^-]_{NH_3\cdot H_2O} = c_2\alpha_2 = \frac{0{,}2\cdot1}{1+x}\cdot\frac{\alpha_0}{25}$$

$$1{,}81\cdot10^{-5} = \frac{3{,}7872\cdot10^{-4}\cdot\left(\frac{x\cdot0{,}1}{1+x} + 3{,}7872\cdot10^{-4}\cdot\frac{0{,}2}{1+x}\right)}{1-3{,}7872\cdot10^{-4}} \Rightarrow x = 0{,}913$$

Ответ: $\frac{V(NH_3\cdot H_2O)}{V(NaOH)} = \frac{1}{0{,}913} \approx 1{,}095$

№1 $\frac{c_t}{c_0} = e^{-kt}$ $k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

(если в начале был 1 моль $^{226}_{88}Ra$)

$Ra \xrightarrow{k_1} Rn \xrightarrow{k_2} Po \xrightarrow{k_3} Pb$

	Ra	Rn	Po	Pb
образовалось	–	$1-e^{-k_1 t}$	$1-e^{-k_2 t}$	$1-e^{-k_3 t}$
ушло	$1-e^{-k_1 t}$	$1-e^{-k_2 t}$	$1-e^{-k_3 t}$	–
осталось	$e^{-k_1 t}$	$e^{-k_2 t} - e^{-k_1 t}$	$e^{-k_3 t} - e^{-k_2 t}$	$1-e^{-k_3 t}$

$n(He) = n_{обр} Rn + n_{обр} Po + n_{обр} Pb = 1-e^{-k_1 t} + 1-e^{-k_2 t} + 1-e^{-k_3 t} = 3 - e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t} - e^{-k_3 t}$

$n(He) = 3 - e^{-\frac{\ln 2}{1600}\cdot 2400} - e^{-\frac{\ln 2}{3,8}\cdot 2400\cdot 365} - e^{-\frac{\ln 2}{3,1}\cdot 2400\cdot 365\cdot 24\cdot 60} = 2,646$

Rn – газ, но его почти не осталось
т.к. он, образуясь, сразу переходит в Po

$\Rightarrow n Ra = \frac{m}{M} = \frac{565\cdot 10^{-3}}{226} = 2,5\cdot 10^{-3}$ моль

$\Rightarrow n He = 2,646 \cdot n Ra = 6,615\cdot 10^{-3}$ моль

$V = n He \cdot V_m = 6,615\cdot 10^{-3}\cdot 22,4 = 0,148$ л

Ответ: 148 мл

№3 $A \xrightarrow{k_1} B + C$ $B + D_{тв} \underset{k_3}{\overset{k_2}{\rightleftarrows}} F_{тв}$ $k_1 \ll k_2$

$K_c = 5 = \frac{k_2}{k_3} = \frac{1}{[B]} \Rightarrow [B]_{равн} = 0,2$

1) • прореаг 2М $A \Rightarrow$ образов 2М B и 2М C

B прореаг с D т.к. равн $[B] = 0,2 \Rightarrow$ при $B_0 = 2$М $[B]'_{равн} = 0,2\cdot 2 = 0,4$ моль
(находится в избытке)

$\Rightarrow$ было 2М газов, стало $2 + 0,4 = 2,4$М газов (закрытый сосуд)

509

ШИФР: _____
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по химии / биологии

Дата 06.04
Вариант № _____
Площадка написания: НИЯУ МИФИ
ФИО и рег. номер не указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2		5					

№3 $A \xrightarrow{k_1} B + C$ $\quad B + D_{тв} \underset{k_3}{\overset{k_2}{\rightleftarrows}} F_{тв}$ $\quad k_1 \ll k_2$

$K_c = 5 = \frac{k_2}{k_3} = \frac{1}{[B]} \Rightarrow [B]_{равн} = 0{,}2$ $\quad [A]_0 = 2\ М$

(−)

1) • прореаг $0{,}05 \cdot 2 = 0{,}1$ М A $\Rightarrow$ образов 0,1 М B и 0,1 М C $\quad 0{,}1 < C_{кр} = 0{,}2$

В сразу же прореаг с D (в изб.), т.к. равн $[B] = 0{,}2 \Rightarrow$ при $B_0 = 0{,}1$ М

$[B]'_{равн} = 0{,}2 - 0{,}1 = 0{,}02$ М ? равновесия устанав. мгновенно (см. соотн. констант $\to 0{,}2$)

$\Rightarrow$ было 2 М газов, стало $\underbrace{(2-0{,}1)}_{A} + \underbrace{0{,}1}_{C} + \underbrace{0{,}02}_{B} = 2{,}02$

это не равновесное, здесь равн. не уст.

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2{,}02}{2} = 1{,}01$

давление возрастет на 1%

[B] в кон. р-ре в D на н.б. больше 0,2

так $C_k < 0{,}2$, не подходит

• прореаг $0{,}5 \cdot 2 = 1$ М A $\Rightarrow$ образов. 1 М B и 1 М C

D в изб $\Rightarrow [B]''_{равн} = 0{,}2 \cdot 1 = 0{,}2$ М

$\Rightarrow$ было 2 М газов, стало $\underbrace{(2-1)}_{A} + \underbrace{1}_{C} + \underbrace{0{,}2}_{B} = 2{,}2$ М

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2{,}2}{2} = 1{,}1$

(+)

давление возрастет на 10%

~~2) допустим $\nu_{\text{н}}$ ... $\Rightarrow 0{,}1\,M\,D$~~

~~В таких условиях максимально возможное кол-во прореагировавшего $B = [D]$ т.к. оно ограничивается кол-вом D~~

~~$\Rightarrow B_{\text{равн оставш.}} = 0{,}2 \cdot B_{\text{max возможн. прореаг.}} = 0{,}2 \cdot 0{,}1 = 0{,}02\,M$~~

~~$= 0{,}2 \cdot D$~~

~~$\Rightarrow B_{\text{прореаг}} = B_{\text{обр}} - B_{\text{оставш.}}$~~

~~• 5% $A_0 = 2\,M \rightarrow D_0 = 0{,}2\,M$~~

~~$A_{\text{прореаг}} = 0{,}1\,M\,A \rightarrow B_{\text{обр}} = 0{,}1\,M \quad C_{\text{обр}} = 0{,}1\,M$~~

2) ~~...~~ ~~во второй реакции~~ ~~будет~~ ~~невозможно~~ ~~установ~~ ~~равновесие не установится~~

~~$\Rightarrow B_{\text{прореаг}} = D$~~

• 5% $A_0 = 2\,M \rightarrow D_0 = 0{,}2\,M$

$A_{\text{прореаг}} = 0{,}1\,M \rightarrow B_{\text{обр}} = 0{,}1\,M \quad C_{\text{обр}} = 0{,}1\,M$

$D > B$ поэтому возможно чтобы установилось равновесие

$B_{\text{равн}} = 0{,}2 \cdot B_{\text{обр}} = 0{,}02\,M$

не этот момент $C_B < C_{B\,\text{равн.}} \Rightarrow$ р-ие с D не идёт

....

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{2{,}02}{2} = 1{,}01$ ... (аналогично 1-му пункту)

• 50% $A_0 = 2\,M \quad D_0 = 0{,}2\,M$

$A_{\text{прореаг}} = 1\,M \rightarrow B_{\text{обр}} = 1\,M \quad C_{\text{обр}} = 1\,M$

$[D] < [B]$ – равновесие не установится весь возможный B прореагирует с D $B_{\text{прореаг}} = D$ и еще останется

$\Rightarrow B_{\text{ост}} = B_{\text{обр}} - B_{\text{прореаг}} = 1 - 0{,}2 = 0{,}8$

было 2 М газов, стало $\underset{A}{(2-1)} + \underset{B}{0{,}8} + \underset{C}{1} = 2{,}8\,M$

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{2{,}8}{2} = 1{,}4$ давление возрастёт на 40%

509

ЛИСТ ОТВЕТОВ

Фамилия, имя, отчество Андреева Ирина Владиславовна

Шифр

Задание 1

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

/13 6,5

Задание 2.

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

/0

Задание 3.

Фенотип	**Частота встречаемости**	**Число мартышек данной окраски**
Бурые	17/60 −	4216 −
Светло-коричневые	3/20 −	2232 −
Золотистые	1/225 −	66 −

Σ = 6,5б /0

509

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:

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.

20. Органоид, активно окисляющий вещества в клетке:

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

509

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

А. Сирень

Б. Орешник

В. Дуб

Г. Береза

Д. Безвременник

Е. Ландыш майский

Ж. Тимофеевка луговая

З. Цикорий обыкновенный

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 $\mathbf{b}^{\mathbf{y}}$). Частоты встречаемости аллелей: **B** – 0,3; **b** – 0,5; $\mathbf{b}^{\mathbf{y}}$ – 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.