

1																	18
¹ H 1.008	2											13	14	15	16	17	² He 4.003
³ Li 6.94	⁴ Be 9.01											⁵ B 10.81	⁶ C 12.01	⁷ N 14.01	⁸ O 16.00	⁹ F 19.00	¹⁰ Ne 20.18
¹¹ Na 22.99	¹² Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	¹³ Al 26.98	¹⁴ Si 28.09	¹⁵ P 30.97	¹⁶ S 32.06	¹⁷ Cl 35.45	¹⁸ Ar 39.95
¹⁹ K 39.10	²⁰ Ca 40.08	²¹ Sc 44.96	²² Ti 47.87	²³ V 50.94	²⁴ Cr 52.00	²⁵ Mn 54.94	²⁶ Fe 55.85	²⁷ Co 58.93	²⁸ Ni 58.69	²⁹ Cu 63.55	³⁰ Zn 65.38	³¹ Ga 69.72	³² Ge 72.63	³³ As 74.92	³⁴ Se 78.97	³⁵ Br 79.90	³⁶ Kr 83.80
³⁷ Rb 85.47	³⁸ Sr 87.62	³⁹ Y 88.91	⁴⁰ Zr 91.22	⁴¹ Nb 92.91	⁴² Mo 95.95	⁴³ Tc -	⁴⁴ Ru 101.1	⁴⁵ Rh 102.9	⁴⁶ Pd 106.4	⁴⁷ Ag 107.9	⁴⁸ Cd 112.4	⁴⁹ In 114.8	⁵⁰ Sn 118.7	⁵¹ Sb 121.8	⁵² Te 127.6	⁵³ I 126.9	⁵⁴ Xe 131.3
⁵⁵ Cs 132.9	⁵⁶ Ba 137.3	57- 71	⁷² Hf 178.5	⁷³ Ta 180.9	⁷⁴ W 183.8	⁷⁵ Re 186.2	⁷⁶ Os 190.2	⁷⁷ Ir 192.2	⁷⁸ Pt 195.1	⁷⁹ Au 197.0	⁸⁰ Hg 200.6	⁸¹ Tl 204.4	⁸² Pb 207.2	⁸³ Bi 209.0	⁸⁴ Po -	⁸⁵ At -	⁸⁶ Rn -
⁸⁷ Fr -	⁸⁸ Ra -	89- 103	¹⁰⁴ Rf -	¹⁰⁵ Db -	¹⁰⁶ Sg -	¹⁰⁷ Bh -	¹⁰⁸ Hs -	¹⁰⁹ Mt -	¹¹⁰ Ds -	¹¹¹ Rg -	¹¹² Cn -	¹¹³ Nh -	¹¹⁴ Fl -	¹¹⁵ Mc -	¹¹⁶ Lv -	¹¹⁷ Ts -	¹¹⁸ Og -

⁵⁷ La 138.9	⁵⁸ Ce 140.1	⁵⁹ Pr 140.9	⁶⁰ Nd 144.2	⁶¹ Pm -	⁶² Sm 150.4	⁶³ Eu 152.0	⁶⁴ Gd 157.3	⁶⁵ Tb 158.9	⁶⁶ Dy 162.5	⁶⁷ Ho 164.9	⁶⁸ Er 167.3	⁶⁹ Tm 168.9	⁷⁰ Yb 173.0	⁷¹ Lu 175.0
⁸⁹ Ac -	⁹⁰ Th 232.0	⁹¹ Pa 231.0	⁹² U 238.0	⁹³ Np -	⁹⁴ Pu -	⁹⁵ Am -	⁹⁶ Cm -	⁹⁷ Bk -	⁹⁸ Cf -	⁹⁹ Es -	¹⁰⁰ Fm -	¹⁰¹ Md -	¹⁰² No -	¹⁰³ Lr -



Республиканская олимпиада по химии
 Районный этап (2022-2023).
 Официальный комплект решений 10-класса.

Содержание

Предисловие	3
Задача №1. Пищевая добавка (8%)	4
Задача №2. Растворимость (9%)	6
Задача №3. Неизвестное вещество (9%)	7
Задача №4. Расчёты с растворами (12%)	9
Задача №5. Поговорим о биологии (12%)	12

Обращение к участникам:

Коллегия химиков хочет, чтобы районная олимпиада выполняла не только роль отбора на областную олимпиаду, но и являлась возможностью для участников получить удовольствие от решения задач, узнать что-то новое и подогреть свой интерес к химии. Чтобы лучше выполнять эту задачу нам нужно лучше понимать уровень подготовки участников. Для этого мы **просим вас дать обратную связь по олимпиаде заполнив анкету: opros.qazcho.kz**. Чем больше мы получим ответов, тем лучше мы сможем корректировать сложность, качество и объем заданий как на областном этапе, так и на районном этапе в следующем году. Заранее спасибо!

Обращение к членам жюри:

Перед вами находится официальный комплект решений районного этапа республиканской олимпиады по химии (2022-2023 учебный год). Мы расписали как должен оцениваться каждый пункт каждой задачи (включая максимальный балл за задачу и за отдельный пункт). Если у вас есть вопросы по решению той или иной задачи или по ее оцениванию, вы можете связаться с составителями через специальный чат для жюри. Ссылка на чат есть на странице qazcho.kz/join/.

В большинстве решений мы указываем разбалловку за финальные ответы. Если не указано иное, вы можете выдавать баллы за правильные рассуждения даже если финальный ответ неправильный или отсутствует вовсе (но иногда авторское решение ограничивает сколько баллов можно давать за рассуждения без конечного ответа). Во всех задачах, за правильный ответ без расчетов и рассуждений (если не указано иное) ученику должно присуждаться 0 баллов.

Теперь просьба. Мы (составители) не получаем никакой информации о результатах учеников на районном этапе. Из-за этого, мы лишены обратной связи: мы не можем понять было ли задание слишком легким или слишком сложным, мы не можем корректировать нашу работу на основании реальных данных. **Поэтому мы бы хотели попросить вас отправить результаты вашего района на нашу почту results@qazcho.kz**. Особенно полезными будут результаты с разбалловкой по задачам (в идеале -- по подпунктам). Если хотите, вы можете анонимизировать результаты (т.е. отправить без имен учеников). Но если вы отправите результаты с именами, у нас будет возможность сравнивать их с последующими результатами этих учеников на областном и заключительном этапах (в идеале, если мы хорошо будем справляться с составлением заданий, у этих результатов должна быть корреляция).

В любом случае мы гарантируем полную конфиденциальность как отправителя (т.е. вас), так и результатов, которые мы получим. Все данные будут использованы исключительно в целях статистического анализа направленного на улучшение нашей работы.

Задача №1. Пищевая добавка

Автор: Мадиева М.

1.1 (5 баллов)

Для расчетов выбираем массу соединения, равную 100 г, т.е. $m = 100$ г. Массы калия, водорода, фосфора и кислорода составят:

$$m(K) = m \cdot w(K) = 100 \cdot 0.2868 = 28.68 \text{ г}$$

$$m(H) = m \cdot w(H) = 100 \cdot 0.0147 = 1.47 \text{ г}$$

$$m(P) = m \cdot w(P) = 100 \cdot 0.2279 = 22.79 \text{ г}$$

$$m(O) = m \cdot w(O) = 100 \cdot 0.4706 = 47.06 \text{ г}$$

Определяем количества веществ атомных калия, водорода, фосфора и кислорода:

$$\nu(K) = \frac{m(K)}{M(K)} = \frac{28.68 \text{ г}}{39.10 \text{ г моль}^{-1}} = 0.73 \text{ моль}$$

$$\nu(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{1.47 \text{ г}}{1.00 \text{ г моль}^{-1}} = 1.47 \text{ моль}$$

$$\nu(P) = \frac{m(P)}{M(P)} = \frac{22.79 \text{ г}}{30.97 \text{ г моль}^{-1}} = 0.74 \text{ моль}$$

$$\nu(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{47.06 \text{ г}}{16.00 \text{ г моль}^{-1}} = 2.94 \text{ моль}$$

Находим отношение количеств веществ:

$\nu(K) : \nu(H) : \nu(P) : \nu(O) = 0.73 : 1.47 : 0.74 : 2.94$. Разделив правую часть равенства на меньшее число (0.73), получим:

$\nu(K) : \nu(H) : \nu(P) : \nu(O) = 1 : 2 : 1 : 4$. Следовательно, простейшая формула пищевой добавки KH_2PO_4 .

5 балла за правильный ответ с расчетом. Правильный ответ без расчета - **0 баллов**. При отсутствии правильного ответа, за правильные расчеты (масс или количества вещества элементов) можно выдавать до **3 балла** суммарно.

1.2 (3 балла)

Рассчитаем количества веществ KH_2PO_4 и KOH :

$$m_{\text{р-ра}}(\text{KH}_2\text{PO}_4) = V \cdot \rho = 63.00 \cdot 1.35 = 85.05 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = V \cdot \rho = 23.60 \cdot 1.19 = 28.44 \text{ г}$$

$$\nu(\text{KH}_2\text{PO}_4) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{M(\text{KH}_2\text{PO}_4)} = \frac{85.05 \cdot 0.40}{136.07} = 0.25 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{M(\text{KOH})} = \frac{28.44 \cdot 0.20}{56.01} = 0.10 \text{ моль}$$

КОН в недостатке, поэтому в ходе реакции он израсходуется полностью с образованием гидрофосфата калия: $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{HPO}_4$

Определяем количества веществ после реакции:

$$\nu(\text{KH}_2\text{PO}_4)_{\text{в конце}} = \nu(\text{KH}_2\text{PO}_4) - n(\text{KOH}) = 0.250.10 = 0.15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{K}_2\text{HPO}_4) = \nu(\text{KOH}) = 0.1 \text{ моль.}$$

Определяем массовые доли солей в растворе:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{суммарный}) = m_{\text{р-ра}}(\text{KH}_2\text{PO}_4) + m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 85.05 + 28.44 = 113.49 \text{ г}$$

$$m(\text{KH}_2\text{PO}_4) = \nu \cdot M = 0.15 \cdot 136.07 = 20.41 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = \nu \cdot M = 0.10 \cdot 174.17 = 17.42 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KH}_2\text{PO}_4) = \frac{m(\text{KH}_2\text{PO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{20.41}{113.49} = 0.1798 \text{ или } 17.98\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{HPO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{HPO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{17.42}{113.49} = 0.1535 \text{ или } 15.35\%$$

По 0.75 балла за каждую массу и массовую долю, всего 3 балла

Задача №2. Растворимость

Автор: Аманжолов А.

2.1 (9 баллов)

В ходе растворения строго необходимого количества оксида меди в серной кислоте будет происходить следующая реакция (**1 балл**): $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Для начала рассчитаем массу раствора серной кислоты:

$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \cdot 1.223 = 244.6$ г. Далее рассчитаем количества вещества серной кислоты в исходном растворе: $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{244.6 \cdot 0.2003}{98} = 0.5$ моль, что равно количеству оксида меди. То есть масса оксида меди будет равна: $m(\text{CuO}) = 0.5 \cdot 80 = 40$ г. То есть образовавшийся при растворении оксида будет весить: $m_{\text{р-ра}} = 244.6 + 40 = 284.6$ г. При этом масса образовавшейся соли сульфата меди будет равна: $m(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0.5 = 80$ г. (**3 балла** за расчеты)

При охлаждении выпадает кристаллогидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (**2 балла**). Возьмем его количество за x моль, тогда масса покинувшей раствор соли будет равна $160x$ (масса ушедшего сульфата меди), а масса выпавшего кристаллогидрата будет равна $250x$ (масса медного купороса). Используя приведенную в условии растворимость соли, мы можем составить следующее выражение:

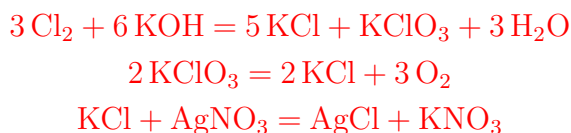
$$\frac{17.1}{117.1} = \frac{80 - 160x}{286.4 - 250x}$$

Откуда x получается равным 0.3112 моль. Откуда масса кристаллогидрата выходит равной $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 250 \cdot 0.3112 = 77.8$ г. (**3 балла**)

Задача №3. Неизвестное вещество

Автор: Галикберова М.

3.1 (1.5 балла)



За каждое уравнение по **0.5 балла**.

3.2 (2 балла)

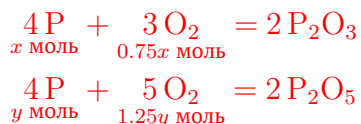
X – KClO_3 , хлорат калия. **Y** – O_2 , кислород. **Z** – AgNO_3 , нитрат серебра. **T** – AgCl , хлорид серебра. За каждую формулу по **0.5 балла**.

3.3 (2 балла)

$$\begin{aligned}\nu(\text{P}) &= \frac{m}{M} = \frac{11.16}{31} = 0.36 \text{ моль} \\ \nu(\text{KClO}_3) &= \frac{m}{M} = \frac{27}{122.5} = 0.22 \text{ моль}\end{aligned}$$



Сравнив количества фосфора и кислорода, можно понять, что образуется смесь оксидов. Пусть в первой реакции прореагировало x моль фосфора, а во второй – y моль.



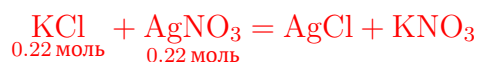
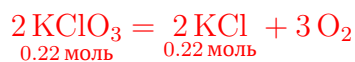
Составим систему:

$$\begin{cases} x + y = 0.36 \\ 0.75x + 1.25y = 0.33 \end{cases} \quad (1)$$

Из этого $x = 0.24$ моль, $y = 0.12$ моль. Значит, $\nu(\text{P}_2\text{O}_3) = 0.5x = 0.12$ моль.
 $\nu(\text{P}_2\text{O}_5) = 0.5y = 0.06$ моль. $m(\text{P}_2\text{O}_3) = M \cdot n = 110 \cdot 0.12 = 13.2$ г.
 $m(\text{P}_2\text{O}_5) = M \cdot n = 142 \cdot 0.06 = 8.52$ г. За каждую массу по **1 баллу**.

3.4 (2 балла)

$$\nu(\text{KClO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{27}{122.5} = 0.22 \text{ моль}$$



$$m(\text{AgNO}_3) = M \cdot n = 170 \cdot 0.22 = 37.4 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{w} = \frac{37.4}{0.1} = 374 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р-ра}}}{d} = \frac{374}{1.09} = 343 \text{ мл}$$

2 балла за объем.

3.5 (1.5 балла)

Хлорат калия применяется в основном в производстве спичек и пиротехнических изделий. (**0.5 балла** за идею связанную с окислительными свойствами хлората)

Нитрат серебра применяется в гальванотехнике, производстве зеркал; в фотографии как компонент проявителей, усилителей и других растворов, в производстве фотоэмульсий; в медицине, как средство для прижигания кожи и бактерицидное средство. (**0.5 балла** за любое применение нитрата серебра).

Хлорид серебра используется как светочувствительный компонент фотографических эмульсий различных фотографических материалов, компонент электродов химических источников тока на основе систем $\text{Ag}/\text{AgCl}/\text{Cl}^-$; входит в состав антимикробных композиций на основе ионов серебра. (**0.5 балла** за любое применение хлорида серебра).

Задача №4. Расчёты с растворами

Автор: Молдағұлов Ғ.

4.1 (1 балла)



По 0.5 балла за каждую правильную и полностью сбалансированную реакцию. Частичные баллы в данном пункте не присуждаются.

4.2 (4 балла)

$$m = m(\text{исх. р-р})$$

$$m(\text{LiCl}) = m(\text{MgCl}_2) = 0.1m \text{ г}$$

$$\nu(\text{LiCl}) = \frac{0.1m}{6.94 + 35.45} = 0.00236m \text{ моль} \implies \nu_1(\text{AgCl}) = 0.00236m \text{ моль}$$

$$\nu(\text{MgCl}_2) = \frac{0.1m}{24.31 + 2 \cdot 35.45} = 0.00105m \text{ моль} \implies \nu_2(\text{AgCl}) = 0.00210m \text{ моль}$$

По 0.5 балла за каждое соотношение между количеством вещества в исходном растворе и массе образующегося осадка. Всего 1 балл.

Одинаковое кол-во осадка из двух растворов могло образоваться лишь в двух случаях: 1) если хлорид магния прореагировал полностью, а хлорид лития был в избытке $\nu(\text{AgNO}_3) = 2 \cdot \nu(\text{MgCl}_2) < \nu(\text{LiCl})$; 2) если хлориды магния и лития были в избытке в обоих случаях $\nu(\text{AgNO}_3) < 2 \cdot \nu(\text{MgCl}_2)$ и $\nu(\text{AgNO}_3) < \nu(\text{LiCl})$.

По 1 баллу за рассмотрение каждого из двух возможных случаев. Всего 2 балла.

Тогда:

$$\nu(\text{MgCl}_2) \geq \frac{\nu(\text{AgCl})}{2} = \frac{m(\text{AgCl})}{2 \cdot M_w(\text{AgCl})} = \frac{18.06 \text{ г}}{2 \cdot (107.9 + 35.45) \text{ г/моль}} = 0.063 \text{ моль}$$

$$0.00105m \geq 0.063$$

$$m \geq 60 \text{ г}$$

Таким образом под условие задачи подходит любая масса раствора равная или больше 60 г.

1 балл за вывод правильного промежутка значений исходной массы трёх растворов. В случае если участник вместо неравенства вывел только равенство присуждается 0.25 балла.

4.3 (2 балла)

$$m = m(\text{исх. р-р})$$

Исходя из условия что хлорид лития прореагировал наполовину, рассчитаем массу исходного раствора:

$$\nu(\text{LiCl}) = 2 \cdot \nu(\text{AgCl}) = 2 \cdot 0.126 \text{ моль} = 0.252 \text{ моль}$$

$$0.00236m = 0.252$$

$$m = 106.78 \text{ г}$$

Данное значение подходит под предыдущее неравенство $m \geq 60 \text{ г}$. 2 балла за правильный расчёт исходной массы трёх растворов.

4.4 (1 балл)

$$m(\text{р-р AgNO}_3) = \frac{\nu(\text{AgCl}) \cdot M_w(\text{AgNO}_3)}{0.2} = \frac{0.126 \text{ моль} \cdot 169.91 \text{ г моль}^{-1}}{0.2} = 107.04 \text{ г}$$

Расчёт массы раствора нитрата серебра – 1 балл. За правильный ответ без вычислений баллы не присуждаются.

4.5 (1 балл)

$$m(\text{конеч. р-р}) = 106.78 + 107.04 - 18.06 = 195.76 \text{ г}$$

Расчёт конечной массы трёх растворов 1 балл. За правильный ответ без вычислений баллы не присуждаются.

4.6 (3 балла)

Так в первом растворе:

$$\omega(\text{LiCl}) = \frac{0.126 \text{ моль} \cdot 42.39 \text{ г/моль}}{195.76 \text{ г}} \cdot 100\% = 2.73\%$$

$$\omega(\text{LiNO}_3) = \frac{0.126 \text{ моль} \cdot 68.95 \text{ г/моль}}{195.76 \text{ г}} \cdot 100\% = 4.44\%$$

По 0.5 баллу за расчёт массовой доли каждой соли в конечном растворе. Всего 1 балл.

Во втором растворе:

$$\omega(\text{MgCl}_2) = \frac{(0.00105m - \frac{\nu(\text{AgCl})}{2}) \cdot M_w(\text{MgCl}_2)}{m(\text{конеч. р-р})} \cdot 100\%$$

$$= \frac{(0.00105 \cdot 106.78 - \frac{0.126}{2}) \text{ моль} \cdot 95.21 \text{ г/моль}}{195.76 \text{ г}} \cdot 100\% = 2.39\%$$

$$\omega(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{\frac{0.126}{2} \text{ моль} \cdot 148.33 \text{ г/моль}}{195.76 \text{ г}} \cdot 100\% = 4.77\%$$

По 1 баллу за расчёт массовой доли каждой соли в конечном растворе. Всего 2 балла.

За правильный ответ без вычислений баллы не присуждаются.

Задача №5. Поговорим о биологии

Автор: Мельниченко Д.

5.1 (2 балла)

Для начала, вычислим количество моль глюкозы:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2.00\text{г}}{180.156\text{г моль}^{-1}} = 0.0111\text{моль (0.25 балла)}$$

Молярная масса рассчитывается исходя из формулы вещества

Дальше, находим изменение энергии Гиббса для данного значения:

$$\Delta G = 13.8\text{кДж моль}^{-1} \cdot 0.0111\text{моль} = 0.153\text{кДж (0.75 балла)}$$

Так как значение положительное, реакция НЕ будет протекать самопроизвольно (1 балл)

5.2 (1.5 балла)

Находим изменение энергии Гиббса для данного значения:

$$\Delta G = -30.5\text{кДж моль}^{-1} \cdot 3.50 \cdot 10^{-3}\text{моль} = -0.107\text{кДж (1 балл)}$$

Так как значение отрицательное, реакция будет протекать самопроизвольно (0.5 балла)

5.3 (1.5 балла)

Мы видим, что для того, чтобы получить реакцию (3), мы должны сложить две предыдущие реакции.

Таким образом, согласно закону Гесса, значения ΔG для итоговой реакции будет представлять сумму ΔG первой и второй реакций.

$$\Delta G = -30.5\text{кДж моль}^{-1} + 13.9\text{кДж моль}^{-1} = -16.6\text{кДж моль}^{-1} (1 балл)$$

Таким образом, итоговый спаренный процесс имеет отрицательное значение ΔG и является самопроизвольным. (0.5 балла)

5.4 (3 балла)

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$K = e^{-\frac{\Delta G}{RT}}$$

Используя формулу, получаем следующие значение:

1. $K = 3.82 \cdot 10^{-3}$

2. $K = 2.22 \cdot 10^5$

3. $K = 812$

При этом, не забываем, что значения для ΔG необходимо было перевести из кДж в Дж. За каждый верный расчет по одному баллу.

5.5 (2 балла)

Если мы рассчитаем отношение концентраций, то выйдет:

$$Q = \frac{[\text{АДФ}][\text{фосфат}]}{[\text{АТФ}]} = \frac{0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ (1 балл)}$$

Это значение значительно отличается от $2.22 \cdot 10^5$, полученного в предыдущем пункте. Так как значение Q намного меньше значения K , реакция будет сильно смещена вправо, в сторону продуктов. (1 балл)

* Также, можно объяснить смещение равновесия по принципу Ле Шателье, но тогда необходимо продемонстрировать верное вычисление равновесных концентраций. Только в таком случае дается полный балл

5.6 (2 балла)

Каждая единица АТФ может произвольно превращаться в АДФ с выделением $30.5 \text{ кДж моль}^{-1}$ или $5.065 \times 10^{-20} \text{ Дж}$. Таким образом, чтобы нивелировать затраты в $1.234 \times 10^{-19} \text{ Дж}$, нам необходимо:

$$12.34 - 5.065x = 0$$

$$x \approx 2.44$$

(1 балл за логику и вычисление) То есть, на сочетание с этим процессом нам необходимо как минимум три молекулы АТФ. (1 балл за верное количество)

* Отметим, что в организмах АТФ может гидролизироваться не только до АДФ, но и до АМФ, и для такой реакции будет отличное значение ΔG . Но в условиях данной задачи мы принимаем во внимание только реакцию АТФ \rightarrow АДФ