

Демонстрационный вариант заданий заключительного этапа по профилю «ХИМИЯ»

Блок 1. Выбор единственного верного ответа
(каждый верный ответ оценивается в 2 балла)
баллов

Всего: 68

1.1. Радиоактивный изотоп фосфора-32 используется для диагностики множества заболеваний и лечебных целей. Этот изотоп распадается с образованием позитрона. Какое дочернее ядро получается в результате этой ядерной реакции?

- А) ^{32}S
- Б) ^{31}P
- В) ^{28}Al
- Г) ^{32}Si

Верный ответ: **А**

1.2. Выберите электронные конфигурации, соответствующие атому $_{23}\text{V}$ и иону $_{23}\text{V}^{2+}$ в основном состоянии.

- А) $[\text{Ar}]4s^24p^3$ и $[\text{Ar}]4s^24p^1$
- Б) $[\text{Ar}]3d^34s^2$ и $[\text{Ar}]3d^14s^2$
- В) $[\text{Ar}]3d^34s^2$ и $[\text{Ar}]3d^3$
- Г) $[\text{Ar}]3d^5$ и $[\text{Ar}]3d^3$

Верный ответ: **В**

1.3. При взаимодействии разбавленной азотной кислоты с медью образуются

- А) нитрат меди(II), азот и вода
- Б) нитрат меди(II) и водород
- В) нитрат меди(II), оксид азота(II) и вода
- Г) нитрат меди(II), оксид азота(IV) и вода

Верный ответ: **В**

1.4. В каком из приведенных ответов частицы расположены в порядке увеличения кратности связи?

- А) CN , CN^- , CN^+
- Б) CN^+ , CN , CN^-
- В) CN , CN^+ , CN^-
- Г) CN^- , CN , CN^+

Верный ответ: **Б**

1.5. Определите тип гибридизации атомов углерода в молекулах метана и фосгена.

- А) в обоих случаях sp^3
- Б) в обоих случаях sp^2
- В) в молекуле метана – sp^2 , в молекуле фосгена – sp^3
- Г) в молекуле метана – sp^3 , в молекуле фосгена – sp^2

Верный ответ: Г

1.6. Определите геометрию молекул H_2O и BF_3 .

- А) угловая и треугольник
- Б) линейная и треугольник
- В) угловая и пирамида
- Г) линейная и пирамида

Верный ответ: А

1.7. Выберите верное математическое выражение первого постулата химической термодинамики.

- А) $dU = TdS - pdV$
- Б) $dU = dQ - dW$
- В) $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$
- Г) $dU = pdV - TdS$

Верный ответ: В

1.8. Чему равно изменение внутренней энергии закрытой системы, в которой прошла газофазная реакция $\text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$ при постоянном объеме и $T = 298 \text{ K}$ с образованием 18 г паров воды, если известно, что $\Delta_r H^0(298 \text{ K}) = -241,8 \text{ кДж/моль}$?

- А) $-241,8 \text{ кДж}$
- Б) $+241,8 \text{ кДж}$
- В) $-240,5 \text{ кДж}$
- Г) $+240,5 \text{ кДж}$

Верный ответ: В

1.9. Энтропия переохлажденного до -5°C бензола при затвердевании при этой же температуре и атмосферном давлении:

- А) уменьшается
- Б) увеличивается
- В) не изменяется
- Г) проходит через максимум

Верный ответ: А

1.10. Сколько геометрических изомеров имеет комплекс $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{Br})_2\text{Cl}]$:

- А) 2
- Б) 3
- В) 4
- Г) 6

Верный ответ: Б

1.11. Чему равен pH 10^{-3} M водного раствора гидроксида бария?

- А) 2,7
- Б) 3,0
- В) 11,0

Г) 11,3

Верный ответ: Г

1.12. Чему равен pH раствора, полученного смешиванием 1 л 0,04 М уксусной кислоты ($K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$) и 1 л 0,02 М раствора гидроксида калия?

А) 1,8

Б) 3,2

В) 4,8

Г) 6,3

Верный ответ: В

1.13. Какой из приведенных ниже факторов уменьшает степень гидролиза нитрата меди(II) в водном растворе?

А) кипячение раствора

Б) добавление азотной кислоты

В) добавление воды

Г) увеличение давления

Верный ответ: Б

1.14. Растворимость в воде (моль/л) какого из перечисленных ниже сульфидов будет максимальна?

А) HgS ($K_L = 1,4 \cdot 10^{-45}$)

Б) Ag₂S ($K_L = 7,2 \cdot 10^{-50}$)

В) Sb₂S₃ ($K_L = 2,2 \cdot 10^{-90}$)

Г) Bi₂S₃ ($K_L = 8,9 \cdot 10^{-105}$)

Верный ответ: Б

1.15. Стандартный электродный потенциал $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0) = 0,337$ В. Чему равен потенциал медного электрода ($T = 298$ К), погруженного в 0,01 М раствор сульфата меди(II)?

А) 0,337 В

Б) 0,169 В

В) 0,278 В

Г) 0 В

Верный ответ: В

1.16. Изотоп ^{63}Ni подвержен β -распаду с периодом полураспада 100 лет. Из каких веществ и в каких количествах будет состоять образец через 300 лет, изначально состоявший из 8 мкг металла ^{63}Ni ?

А) 0 мкг ^{63}Ni и 8 мкг ^{63}Cu

Б) 1 мкг ^{63}Ni и 7 мкг ^{63}Cu

В) 2 мкг ^{63}Ni и 6 мкг ^{63}Cu

Г) 4 мкг ^{63}Ni и 4 мкг ^{63}Cu

Верный ответ: Б

1.17. Сколько хиральных атомов углерода в 1,2-диметилциклопентане?

- А) 7
- Б) 5
- В) 2
- Г) 8

Верный ответ: В

1.18. Кислотность в ряду *уксусная кислота - хлоруксусная кислота - фторуксусная кислота - трифторуксусная кислота*:

- А) увеличивается
- Б) уменьшается
- В) не изменяется
- Г) нет закономерности

Верный ответ: А

1.19. В состав РНК входят следующие замещенные гетероциклы:

- А) тетрагидрофуран
- Б) тимин
- В) пиперидин
- Г) индол

Верный ответ: Б

1.20. Углеводы могут быть получены по реакции имени:

- А) Вюрца
- Б) Бутлерова
- В) Кольбе
- Г) Коновалова

Верный ответ: Б

1.21. Бромуксусная кислота является предшественником (для одностадийного превращения):

- А) уксусного ангидрида
- Б) ацетонитрила
- В) глицина
- Г) глицерина

Верный ответ: В

1.22. Реакция спирта с карбоновой кислотой в присутствии серной кислоты называется:

- А) реакция гидролиза
- Б) реакция восстановления
- В) реакция этерификации
- Г) реакция озонолиза

Верный ответ: В

1.23. Какую из весовых форм предпочтительнее выбрать для гравиметрического определения кальция?

- А) CaCO_3 ($F = 0,4004$)

Б) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($F = 0,2743$)

В) CaO ($F = 0,7147$)

Г) CaSO_4 ($F = 0,2944$)

Верный ответ: Б

1.24. Раствор HCl приготовили разбавлением 9,0 мл концентрированного раствора HCl с плотностью $\rho = 1,198$ г/мл ($C(\text{HCl}) = 13,14$ М) до 1,0 литра водой. Какова молярная концентрация полученного раствора?

А) 0,1183 М

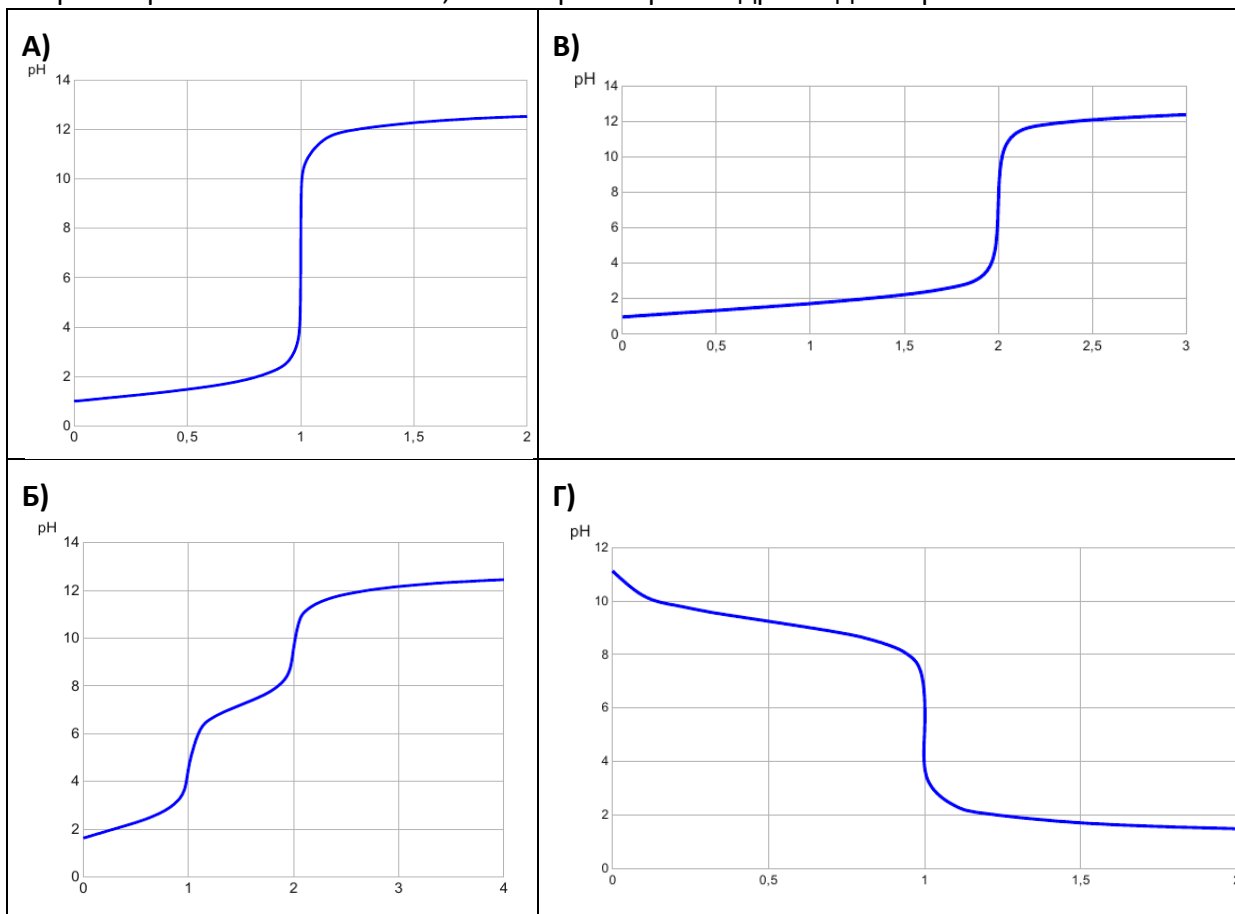
Б) 0,1 М

В) 0,12 М

Г) 0,11 М

Верный ответ: В

1.25. Какая из представленных кривых титрования описывает процесс титрования 0,1000 М раствора соляной кислоты 0,1000 М раствором гидроксида натрия?



Верный ответ: А

1.26. Какой индикатор можно использовать для фиксации конечной точки титрования при титровании слабой кислоты сильным основанием, если точка эквивалентности находится при $\text{pH} = 9,0$?

- А) Метиловый оранжевый (Интервал pH перехода окраски 3,0–4,4)
- Б) Феноловый красный (Интервал pH перехода окраски 6,8–8,4)
- В) Тимолфталейн (Интервал pH перехода окраски 9,4–10,5)
- Г) Фенолфталейн (Интервал pH перехода окраски 8,2–10,0)

Верный ответ: Г

1.27. Расположите растворы в порядке возрастания их pH :

- 1) 0,10 М H_3PO_4 ($K_{a1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$, $K_{a3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$).
- 2) 0,10 М Na_2S ($K_{a1} = 1,0 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2} = 2,5 \cdot 10^{-13}$).
- 3) 300 мл 0,1 М CH_3COONa и 250 мл 0,1 М CH_3COOH ($K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$).
- 4) 0,050 М $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ($K_b = 6,5 \cdot 10^{-4}$) + 0,050 М $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ($K_b = 6,5 \cdot 10^{-5}$) в равных объемах.
- 5) 0,10 М винная кислота ($K_{a1} = 9,1 \cdot 10^{-4}$, $K_{a2} = 4,3 \cdot 10^{-5}$) + 0,10 М NaOH в равных объемах.

- А) 4 - 1 - 5 - 2 - 3
- Б) 1 - 5 - 3 - 4 - 2
- В) 5 - 1 - 3 - 2 - 4
- Г) 3 - 1 - 2 - 5 - 4

Верный ответ: Б

1.28. Какая полуреакция соответствует процессу титрования 0,050 М раствора аскорбиновой кислоты 0,10 М раствором соли железа(III) в 0,20 М HCl ?

- А) $\text{Fe}^{3+} + \bar{e} = \text{Fe}^{2+}$
- Б) $\text{Fe}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Fe} \downarrow$
- В) $\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Fe} \downarrow$
- Г) $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \bar{e} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{OH}^-$

Верный ответ: А

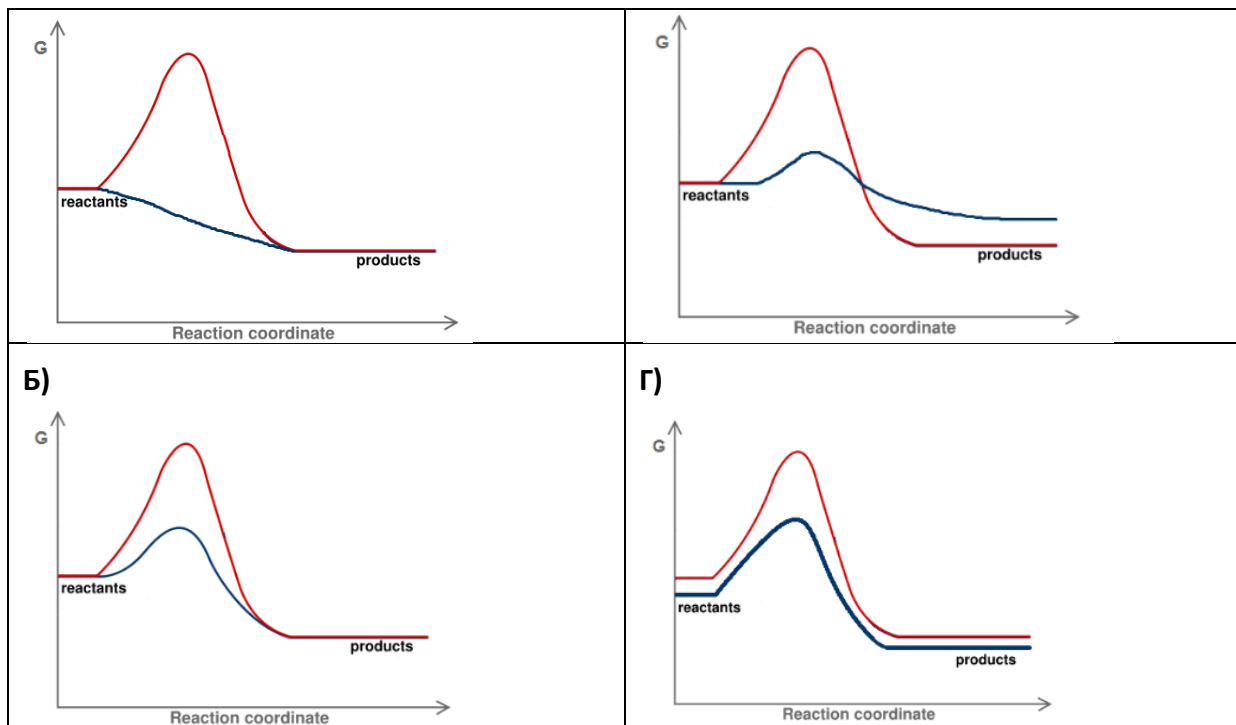
1.29. Укажите правильный порядок соединений, образующихся при окислении глюкозы (катаболизм углеводов):

- А) Глюкоза – пируват – ацетил-СоА – CO_2
- Б) Глюкоза – ацетил-СоА – пируват – CO_2
- В) Глюкоза – α -кетоглутарат – пируват – CO_2
- Г) Глюкоза – α -кетоглутарат – ацетил-СоА – CO_2

Верный ответ: А

1.30. На рисунках представлены графики зависимости свободной энергии Гиббса от протекания химической реакции (координаты реакции). Какой график показывает влияние фермента на химическую реакцию?

А)	Б)
----	----



Верный ответ: Б

1.31. Какие из следующих органических реактивов используются в реакции ДНК полимеризации?

- А) dNMP
- Б) NMP
- В) dNTP
- Г) NTP

Верный ответ: В

1.32. Определите изоэлектрическую точку (pI) для трипептида Lys-Asn-Glu:

	pKa ₁ (α-карбоксильная группа)	pKa ₂ (α-амино группа)	pKa ₃ (группа боковой цепи)
Lys	2.18	8.95	10.53
Asn	2.02	8.80	
Glu	2.19	9.67	4.25

- А) 6.8
- Б) 3.9
- В) 9.9
- Г) 6.6

Верный ответ: Г

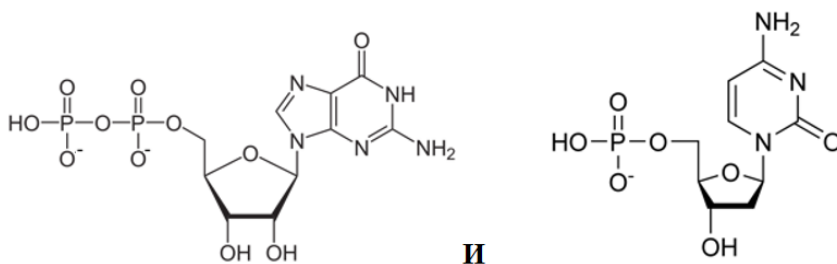
1.33. Определение N-концевой аминокислоты возможно при использовании:

- А) Карбоксипептидазы
- Б) Реактива Сэнгера (1-фтор-2,4-динитробензол)
- В) Бромциана (BrCN)

Г) Соляной кислоты

Верный ответ: Б

1.34. Соотнесите нуклеотиды и их сокращенные обозначения.



А) dGDP и UMP

Б) dGDP и CMP

В) ADP и dUMP

Г) GDP и dCMP

Верный ответ: Г

Блок 2. Задания с множественным выбором ответов или на соотнесение
(каждый полностью верный ответ оценивается в 3 балла)
Всего: 12
баллов

2.1. Какие из перечисленных ниже утверждений являются верными для обратимой экзотермической элементарной реакции?

- А) Энергии активации прямой и обратной реакции равны, так как проходят через один и тот же активированный комплекс.
- Б) Энергия активации прямой реакции больше, чем энергия активации обратной реакции.
- В) Энергия активации прямой реакции меньше, чем энергия активации обратной реакции.
- Г) Тепловой эффект реакции может быть рассчитан из разности энергий активации.
- Д) Добавление катализатора ускорит и прямую, и обратную реакции, снизив их активационные барьеры.
- Е) После достижения состояния равновесия между прямой и обратной реакцией их энергии активации станут равны.

В поле ответа введите последовательность букв (без пробелов), например, АБВ

Верный ответ: ВГД

2.2. В каких из перечисленных степеней окисления хром образует соли?

- А) +1.
- Б) +2.
- В) +3.
- Г) +4.

Д) +5.

Е) +6.

В поле ответа введите последовательность букв (без пробелов), например, АБВ

Верный ответ: **БВЕ**

2.3. Какие из перечисленных веществ обесцвечивают бромную воду:

А) стирол

Б) транс-гексен-2

В) циклогексан

Г) бензол

Д) ксилол

Е) изопрен

В поле ответа введите последовательность букв (без пробелов), например, АБВ

Верный ответ: **АБЕ**

2.4. Выберите из всех перечисленных факторов те, которые повышают растворимость малорастворимых соединений:

А) Отсутствие конкурентных химических реакций

Б) Введение в раствор постороннего электролита (солевой эффект)

В) Добавление одноименного иона

Г) Добавление избытка осадителя, обладающего комплексообразующими свойствами

Д) Добавление избытка растворителя

Е) Понижение pH раствора

В поле ответа введите последовательность букв (без пробелов), например, АБВ

Верный ответ: **БГЕ**

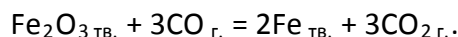
Блок 3. Задания с «открытым» ответом

(каждый верный ответ оценивается в 5 баллов)

Всего: 20

баллов

3.1. Доменное производство – важнейший процесс восстановления железа из его природных оксидов. Этот процесс при разных температурах включает множество происходящих реакций. Одной из таких реакций является восстановление Fe_2O_3 с помощью CO:



Для всех участников этой реакции известны термодинамические данные при 298 К:

Соединение	$Fe_2O_{3\text{ тв.}}$	$CO_{\text{ г.}}$	$Fe_{\text{ тв.}}$	$CO_{2\text{ г.}}$
$\Delta_f H^0_{298}$, кДж/моль	-823	-111	?	-394
$S^0_{p, 298}$, Дж/моль · К	104	29	25	37

Определите тепловой эффект этой реакции (кДж) при 500 К ($\Delta_r H^0_{500}$), считая, что $\Delta_r C^0_p$ не зависит от температуры.

Ответ запишите с точностью до целых значений, например: 15 кДж.

Верный ответ: 32

- 3.2.** Содержание хрома(III) в образце определили методом обратного титрования. К навескам образца прибавляли по 50,00 мл стандартного раствора ЭДТА ($C(\text{ЭДТА})=0,1000$ моль/л), избыток ЭДТА оттитровывали стандартным раствором Cu^{2+} ($C(\text{Cu}^{2+})=0,1000$ моль/л). Массы навесок образца и объёмы раствора Cu^{2+} , израсходованного на титрование избытка ЭДТА, приведены в таблице:

	Номер опыта			
	1	2	3	4
$m_{\text{навески}}, \text{ г}$	1,3248	1,3303	1,3569	1,5837
$V(\text{Cu}^{2+}), \text{ мл}$	23,63	23,52	22,73	18,78

Рассчитайте процентное содержание хрома(III) в образце и представьте результат анализа для $t(3, 0.95)=3.18$.

Ответ запишите в виде: число (округленное до сотых) \pm доверительный интервал.

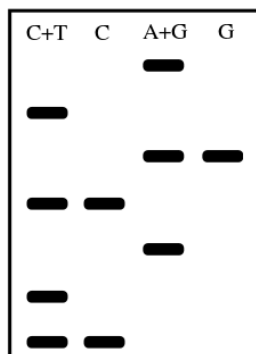
Верный ответ: (10,35 \pm 0,14)

- 3.3.** Смесь бензола, пиридина и пиррола массой 100 г растворили в неполярном растворителе и обработали металлическим калием. При этом выделилось 5,6 л газа (н.у.). При сжигании такого же количества исходной смеси в избытке кислорода образуется 11,2 л азота (н.у.). Определите содержание пиридина в смеси (в граммах с точностью до десятых).

Верный ответ: 39,5

- 3.4.** Используя данные секвенирования по Максаму-Гилберту (гель представлен на рисунке), определите последние 3 нуклеотида в последовательности (5'- ^{32}P -GCTACXXX-3').

Формат ответа ABC.



Верный ответ: GTA