Первый отборочный этап

Задачи первого этапа. Физика

Первая попытка. Задачи 8-9 класса

Задача I.1.1.1. (20 баллов)

Серфинг тренажер в аквапарке представляет собой наклонную плоскость, вверх вдоль которой насосы прокачивают поток воды. Найти подъемную силу, которая действует поперечно со стороны воды на доску с человеком, если он неподвижен относительно плоскости. Угол наклона плоскости $\alpha=30^\circ$, масса человека m=100 кг, ускорение свободного падения g=10 м/с². Ответ дать в ньютонах с точностью до целых.

Решение

Равенство проекций сил вдоль нормали к наклонной плоскости:

$$N = mgCos\alpha = 866 H$$

Ответ: 866 ± 1 .

Задача І.1.1.2. (20 баллов)

Серфинг тренажер в аквапарке представляет собой наклонную плоскость, вверх вдоль которой насосы прокачивают поток воды. Найти скорость течения воды V, если человек на доске неподвижен относительно плоскости. Считать, что на доску со стороны воды действует сила лобового сопротивления $F = C\frac{\rho V^2}{2}S$, где C — коэффициент, ρ — плотность воды, S — площадь поперечного сечения доски. Угол наклона плоскости $\alpha=30^\circ$, масса человека m=100 кг, ускорение свободного падения $g=10~\text{м/c}^2, C=0,5, \rho=10^3~\text{кг/m}^3, S=200~\text{см}^2$. Ответ дать в метрах в секунду с точностью до целых.

Решение

Равенство проекций сил вдоль наклонной плоскости:

$$mgSin\alpha = F = C\frac{\rho V^2}{2}S$$

Отсюда находим скорость течения воды:

$$V = \sqrt{rac{2mgSinlpha}{
ho CS}} = 10 \ \mathrm{m/c}$$

Ответ: 10.

3aдача I.1.1.3. (20 баллов)

Серфинг тренажер в аквапарке представляет собой наклонную плоскость, вверх вдоль которой насосы прокачивают поток воды. Полный расход воды равен Q=1000 литров в секунду. На высоте h=3 м скорость течения воды V=10 м/с. $\rho=10^3$ кг/м³ — плотность воды, ускорение свободного падения g=10 м/с². Мощность одного насоса $P_1=10$ кВт, а его КПД $\nu=0.8$. Сколько нужно поставить насосов у основания наклонной плоскости? Ответ дать в штуках с точностью до целого.

Решение

Закон сохранения энергии:

$$N\eta P_1 = \rho Q(\frac{V^2}{2} + gh)$$

где N — число насосов.

$$N_1 = \frac{\eta Q(V^2 2 + gh)}{\eta P_1} = 10 \text{ mryk}$$

Ответ: 10.

Задача І.1.1.4. (20 баллов)

С помощью электродвигателя в колодце на ворот наматывается трос с ведром воды. Длина троса l=10 м и его масса m=5,0 кг, а масса ведра с водой $M=12\,$ кг. Ведро поднимается со скоростью $V=0,5\,$ м/с. Постоянное напряжение на двигателе $U=200\,$ В. Какова максимальная сила тока I_1 , протекающего через обмотку двигателя с нулевым сопротивлением? Радиусом ворота пренебречь. Ускорение свободного падения $g=10\,$ м/с 2 . Ответ дать в амперах с точностью до сотых долей.

Решение

Максимальная мощность двигателя равна максимальной механической мощности:

$$UI_1 = gV(m+M)$$

Отсюда максимальный ток равен:

$$I_1 = \frac{gV(m+M)}{U} = 0,43 \text{ A}$$

Ответ: 0.43 ± 0.01 .

Задача I.1.1.5. (20 баллов)

С помощью электродвигателя в колодце на ворот наматывается трос с ведром воды. Длина троса l=10 м и его масса m=5,0 кг, а масса ведра с водой M=12 кг. Ведро поднимается со скоростью V=0,5 м/с. Постоянное напряжение на двигателе U=200 В. Какова максимальная сила тока I_2 , протекающего через обмотку двигателя с сопротивлением R=20 Ом? Радиусом ворота пренебречь. Ускорение свободного падения q=10 м/с². Ответ дать в амперах с точностью до сотых долей.

Решение

Если учесть сопротивление обмотки, то максимальная мощность двигателя равна максимальной механической мощности плюс небольшая мощность тепловых потерь в обмотке:

$$UI_2 = gV(m+M) + I_2^2R$$

Отсюда максимальный ток примерно равен:

$$I_2 \approx I_1 + \frac{I_1^2 R}{U} = 0,45 \,\text{A}$$

Ответ: 0.45 ± 0.01 .

Первая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача І.1.2.1. (20 баллов)

Однородный стержень массой m=2,0 кг и длиной l=2,0 м покоится на горизонтальной ледяной поверхности. В центр стержня попадает шайба и передает ему импульс $\Delta p=0,3$ кг·м/с за время $\Delta t=40$ мс. Найти ускорение центра стержня после удара. Ответ дать в метрах на секунду в квадрате с точностью до десятых долей.

Решение

Ускорение центра стержня после удара: $a_{\rm ц}=\frac{\Delta p}{m\Delta t}=3.8~{\rm m/c^2}$

Ответ: 3.8 ± 0.1 .

Задача І.1.2.2. (20 баллов)

Однородный стержень массой m=2,0 кг и длиной l=2,0 м покоится на горизонтальной ледяной поверхности. В центр всего стержня и в центр половины стержня с противоположных сторон одновременно попадают две шайбы, причем каждая шайба передает ему импульс $\Delta p=0,3$ кг·м/с за время $\Delta t=40$ мс. Найти ускорение конца стержня после удара, если стержень начинает двигаться, вращаясь с угловой

скоростью $\omega = 3,0~{\rm c}^{-1}$. Ответ дать в метрах на секунду в квадрате с точностью до десятых долей.

Решение

Центр стержня после удара неподвижен. Движение сводится к вращению вокруг центра стержня.

Ускорение конца стержня после удара $a_K = \omega^2 \frac{l}{2} = 9,0 \text{ м/c}^2$.

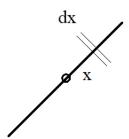
Ответ: 9,0.

Задача І.1.2.3. (20 баллов)

Однородный стержень массой m=2,0 кг и длиной l=2,0 м покоится на горизонтальной ледяной поверхности. В центр всего стержня и в центр половины стержня с противоположных сторон одновременно попадают две шайбы, причем каждая шайба передает ему импульс $\Delta p=0,3$ кг·м/с за время $\Delta t=40$ мс. До ударов шайбы двигались перпендикулярно стержню. Найти силу натяжения в центре половины стержня после удара, если стержень начинает двигаться, вращаясь с угловой скоростью $\omega=3,0$ с $^{-1}$. Ответ дать в ньютонах с точностью до десятых долей.

Решение

Центр стержня после удара неподвижен. Движение сводится к вращению вокруг центра стержня.



Пусть x — координата интересующей нас точки, отсчитываемая от центра стержня. Разность сил натяжения стержня на маленьком отрезке длиной Δx и массой Δm уравновешена центробежной силой, т. е.:

$$\Delta T = \omega^2 x \Delta m = \omega^2 x \frac{m}{I} \Delta x$$

Тогда силу натяжения в точке X можно найти суммированием сил ΔT на участке стержня от X до $\frac{l}{2}$:

$$T(x) = \sum \omega^2 \frac{m}{l} x \Delta x = \omega^2 \frac{m}{l} \sum x \Delta x$$

Нас интересует сила натяжения в точке $x = \frac{l}{4}$:

$$T\frac{l}{4} = \omega^2 \frac{m}{l} \sum_{\frac{l}{4}}^{\frac{l}{2}} x \Delta x$$

Сумма $\sum_{\frac{l}{4}}^{\frac{l}{2}} = \frac{3}{32}l^2$ равна площади трапеции с основаниями $\frac{l}{2}$ и $\frac{l}{4}$ и высотой $\frac{l}{4}$. Тогда сила натяжения в центре половины стержня после удара:

$$T\left(\frac{l}{4}\right) = \frac{3}{32}m\omega^2 l = 3,4 \text{ H}$$

Ответ: 3.4 ± 0.1 .

Задача І.1.2.4. (20 баллов)

Незнайка на ракете НИП-2 прилетел на небольшую планету радиуса R=5,0 км. Привязав к нити длиной l=5,0 см маленький камень массой m=0,1 кг, Незнайка соорудил маятник и измерил период его малых колебаний в разных точках поверхности планеты. Во всех точках период получился одинаковым T=20 с. Чему равна средняя плотность планеты? Гравитационная постоянная равна $G=6,7\cdot 10^{-11}~{\rm H\cdot m^2\cdot kr^{-2}}.$ Ответ дать в тоннах на кубический метр с точностью до десятых долей.

Решение

Период колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

где M — масса планеты.

Средняя плотность планеты равна:

$$ho = rac{M}{rac{4}{3}\pi R^3} = rac{3\pi l}{GRT^2} = 3, 5\cdot 10^3 \ {
m kg/m}^3$$

Ответ: 3.5 ± 0.1 .

Задача І.1.2.5. (20 баллов)

Затем Незнайка нашел шахту, ведущую к центру планеты. Он измерил период малых колебаний маятника на различных глубинах в шахте и получил одинаковый результат T=20 с. Найти плотность планеты $\rho(R/2)$ на расстоянии (R/2) до ее центра. Гравитационная постоянная равна $G=6,7\cdot 10^{-11}~{\rm H\cdot M^2\cdot kr^{-2}}$. Ответ дать в тоннах на кубический метр с точностью до десятых долей.

Решение

Период колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Ускорение свободного падения на расстоянии r от центра планеты:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

где m — масса шара радиуса r. Так как период одинаковый, то ускорение свободного падения от радиуса r не зависит и масса m равна:

$$m(r) = \frac{g}{G}r^2$$

Масса шарового слоя радиуса r и малой толщиной Δr равна:

$$\Delta m = m(r + \Delta r) - m(r) \approx \frac{g}{G} 2r \Delta r,$$

а его объем равен $\Delta V = 4\pi r^2 \Delta r$.

Тогда плотность планеты на расстоянии r:

$$\rho(r) = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{2\pi l}{GT^2 r}$$

Если $r=\frac{R}{2}$, то:

$$\rho(\frac{R}{2}) = \frac{4\pi l}{GT^2R} = 4.7 \cdot 10^3 \; \text{kg/m}^3$$

Ответ: 4.7 ± 0.1 .

Вторая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача І.1.3.1. Северный ветер 1 (20 баллов)

Существует проект создания ветроэлектростанции мощностью P=10 МВт (мегаватт) за полярным кругом на побережье Северного Ледовитого океана для перекачки электроэнергии в Китай на расстояние l=5000 км. Рассмотрим работу отдельного обычного ветрогенератора с тремя крыльями, закрепленными на тонкой горизонтальной оси. Он преобразует энергию ветра в электрическую энергию, накапливаемую в аккумуляторе. Найти мощность (кинетическая энергия в единицу времени) воздушного потока, проходящего через вращающиеся крылья, если длина крыла r=6,0 м, плотность воздуха $\rho=1,2$ кг/м³, средняя скорость ветра V=5,0 м/с. Ответ дать в кВт и округлить до десятых долей.

Решение

Кинетическая энергия в единицу времени воздушного потока, проходящего через вращающиеся крылья равна:

$$P_1 = \frac{\Delta m V^2}{2\Delta t}$$

где $\Delta m = \rho S \nu \Delta t$ — масса воздуха проходящего через площадь $S = \pi r^2$ за время Δt . Отсюда мощность воздушного потока равна:

$$P_1 = rac{
ho \pi r^2 V^3}{2} = 8,5 \ \mathrm{kBT}$$

Точность 0,1 кВт.

Ответ: 8.5 ± 0.1 .

Задача І.1.3.2. Северный ветер 2 (20 баллов)

Продолжение задачи «Северный ветер 1».

КПД η отдельного ветрогенератора это отношение его электрической мощности к мощности воздушного потока. Обычно $\eta=0,35$. Найти постоянный ток зарядки I аккумулятора ветрогенератора с напряжением U=24 В. Ответ дать в A с точностью до целых.

Решение

Из определения КПД и электрической мощности находим

$$I = \frac{\eta P_1}{U} = 124 \,\mathrm{A}$$

Точность 5 А.

Ответ: 124 ± 5 .

Задача І.1.3.3. Северный ветер 3 (20 баллов)

Продолжение задач «Северный ветер 1-2».

КПД η отдельного ветрогенератора это отношение его электрической мощности к мощности воздушного потока. Обычно $\eta=0,35$. Сколько нужно поставить отдельных последовательно соединенных ветрогенераторов на электростанции мощностью $P=10~\mathrm{MBt}$? Ответ в штуках с точностью до сотен.

Решение

Мощности складываются. Поэтому:

$$N = \frac{P}{\eta P_1} = 3,4$$
 тыс. шт.

Точность 0,1 тыс. шт.

Ответ: 3400 ± 100 .

Задача І.1.3.4. Северный ветер 4 (20 баллов)

Продолжение задач «Северный ветер 1-3».

Кабель для перекачки электроэнергии в Китай имеет длину l=5000 км и сопротивление R=100 Ом. Найти массу этого кабеля, если его изготовить из алюминия с удельным сопротивлением $\rho=0,028$ Ом·мм²/м при температуре t=20°C. Плотность алюминия $\rho_{\rm пл}=2700$ кг/м³. Ответ дать в тыс. тонн и округлить до целых.

Решение

Сопротивление кабеля:

$$R = \frac{\rho l}{S},$$

где S — площадь сечения кабеля.

Масса кабеля равна::

$$m =
ho_{\text{пл}} lS = rac{
ho_{\text{пл}}
ho l^2}{R} = 19 ext{ тыс. тонн}$$

Точность 1 тыс. тонн.

Ответ: 19 ± 1 .

$\it 3a$ дача $\it I.1.3.5.$ Северный ветер $\it 5~(20~$ баллов $\it)$

Продолжение задач «Северный ветер 1-4».

Кабель для перекачки электроэнергии в Китай имеет длину l=5000 км и радиус поперечного сечения r=21 мм. Найти сопротивление R этого кабеля, если его изготовить из алюминия. Удельное сопротивление алюминия увеличивается по линейному закону вдоль кабеля от значения $\rho_1=0,020~{\rm Om\cdot mm^2/m}$ при температуре $t_1=-40^{\circ}C$ на побережье Северного Ледовитого океана до значения $\rho_2=0,025~{\rm Om\cdot mm^2/m}$ при температуре $t_2=0^{\circ}{\rm C}$ в Китае. Ответ дать в Ом с точностью до целых.

Решение

Так как удельное сопротивление алюминия увеличивается по линейному закону, то:

$$R = \frac{\rho_{\text{среднее}}l}{S} = \frac{(\rho_1 + \rho_2)l}{2\pi r^2} = 81 \text{ Ом}$$

Точность 1 Ом.

Ответ: 81 ± 1 .

Вторая попытка. Задачи 10-11 класса

Задача І.1.4.1. Знайка на воздушном шаре (20 баллов)

Знайка наполнил с помощью насоса через трубку пустой воздушный шар горячим воздухом с температурой $T=400~{\rm K}$ и завязал трубку, чтобы воздух не выходил из шара. Конечный объем шара $V=2,0~{\rm m}^3$, давление воздуха внутри шара равно атмосферному давлению $p=1,0\cdot 10^5~{\rm Ha}$, молярная масса воздуха составляет $M=29~{\rm r/mon}$ ь. Универсальная газовая постоянная $R=8,31~{\rm Дж/(моль}\cdot {\rm K})$. Какая масса горячего воздуха прошла через насос? Ответ округлить до десятых долей килограмма.

Решение

Из уравнения Менделеева — Клапейрона получаем массу горячего воздуха:

$$m_B = rac{pVM}{RT} = 1,7$$
 кг

Точность 0,1 кг.

Ответ: 1.7 ± 0.1 .

Задача І.1.4.2. Знайка на воздушном шаре. Продолжение 1 (20 баллов)

В условиях предыдущей задачи найти ускорение, с которым начнет подниматься воздушный шар после наполнения горячим воздухом. Температура окружающего воздуха $T_0=300~{\rm K}$, масса оболочки шара и корзины с коротышками равна $m=0,4~{\rm kr}$, ускорение свободного падения $g=10~{\rm m/c^2}$. Ответ дать в м/с²и округлить до десятых долей.

Решение

Из 2 закона Ньютона:

$$(m_B + m)a = F_A - (m_B + m)q$$

Где сила Архимеда равна:

$$F_A = \frac{pMgV}{RT_0}$$

Тогда:

$$a = g(\frac{m_B T}{(m_B + m)T_0} - 1) = 0.8 \text{ m/c}^2$$

Точность $0,1 \text{ м/c}^2$.

Ответ: 0.8 ± 0.1 .

Задача І.1.4.3. Знайка на воздушном шаре. Продолжение 2 (20 баллов)

Используем условия задач 1 и 2. После того как воздух в воздушном шаре остыл до температуры T_1 шар стал опускать вниз с постоянной скоростью v=1,0 м/с. Найти температуру T_1 , если коэффициент сопротивления воздуха равен k=0,40 $\mathrm{H\cdot c^2/m^2}$. Ответ дать в K и округлить до целых.

Решение

Из второго закона Ньютона:

$$0 = F_{Al} + F_{con} - (m_B + m)g,$$

где сила сопротивления воздуха $F_{con}=k\nu^2,$ а сила Архимеда равна $F_{Al}=\frac{m_BgT1}{T_0}.$ Отсюда:

$$T_1 = T_0 \left(\frac{m_B + m}{m_B} - \frac{k\nu^2}{m_B g} \right) = 362K$$

Точность 5 К.

Ответ: 362 ± 3 .

Задача І.1.4.4. Незнайка на вращающейся планете (20 баллов)

Незнайка на ракете НИП-2 прилетел на небольшую планету радиуса R=5,0 км. Привязав к нити длиной l=5,0 см маленький камень массой m=0,1 кг, Незнайка соорудил маятник и измерил период его малых колебаний в разных точках поверхности планеты. Во всех точках период получился одинаковым T=20 с. Затем Незнайка увеличил точность измерений периода колебаний маятника и обнаружил, что на экваторе период на $\Delta T=0,20$ с больше, чем на полюсе. Определить период обращения планеты вокруг своей оси. Ответ дать в часах с точностью до целого.

Решение

Период колебаний математического маятника на полюсах:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где g — ускорение свободного падения на поверхности планеты. Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}.$$

Период колебаний математического маятника на экваторе увеличивается под действием центробежной силы:

$$T + \Delta T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \omega^2 R}},$$

где ω — угловая скорость вращения планеты.

Отсюда период обращения планеты вокруг своей оси приблизительно равен:

$$T_{
m o6} = rac{2\pi}{\omega} = \sqrt{rac{RT^3}{2l\Delta T}} = 4,47\cdot 10^4~{
m c} = 12~{
m y}.$$

Точность 1 ч.

Ответ: 12 ± 1 .

Задача І.1.4.5. Незнайка на вращающейся планете. Продолжение задачи (20 баллов)

В условиях предыдущей задачи найти превышение веса на нити маленького камня массой m=0,1 кг на полюсе над весом камня на экваторе планеты. Ответ дать в микроньютонах с точностью до целых.

Решение

Период колебаний математического маятника на полюсах:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где g — ускорение свободного падения на поверхности планеты.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{4pi^2l}{T^2}$$

Период колебаний математического маятника на экваторе увеличивается под действием центробежной силы:

$$T + \Delta T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \omega^2 R}},$$

где ω — угловая скорость вращения планеты.

Отсюда:

$$\omega^2 R = 2g \frac{\Delta T}{T}$$

Веса камня на полюсе и на экваторе отличаются на значение центробежной силы, действующей на камень на экваторе:

$$\Delta P = m\omega^2 R = 2m \frac{4\pi^2 l}{T^2} \frac{\Delta T}{T} = 10 \text{ MKH}.$$

Точность 1 мкН.

Ответ: 10 ± 1 .

Третья попытка. Задачи 8-9 класса

Задача І.1.5.1. Незнайка на ракете (20 баллов)

Незнайка летит на ракете НИП-2 массой m=10 кг в космосе со скоростью $V_1=5,0$ м/с. Затем он для увеличения скорости включает электрореактивный двигатель с силой тяги $F=2\cdot 10^{-5}$ Н на время t=275 ч. Электрореактивный двигатель выбрасывает назад струю ионов ксенона. Найти конечную скорость ракеты V_2 , если за время работы двигателя израсходовано $m_1=2,0$ кг ксенона. Другие силы на ракету не действуют. Ответ дать в м/с с точностью до десятых долей.

Решение

Из 2 закона Ньютона получаем:

$$(m-m_1)V_2 - mV_1 = Ft$$

Отсюда:

$$V_2 = rac{Ft + mV_1}{m - m_1} = 8,7 \ \mathrm{m/c}$$

Точность 0.1 м/c.

Ответ: $8,7 \pm 0,1$.

Задача І.1.5.2. Незнайка на ракете (Продолжение задачи 1) (20 баллов)

Незнайка летит на ракете НИП-2 массой m=10 кг в космосе со скоростью $V_1=5,0$ м/с. Затем он для увеличения скорости включает электрореактивный двигатель с силой тяги $F=2\cdot 10^{-5}$ Н на время t=275 ч. Электрореактивный двигатель выбрасывает назад струю ионов ксенона. Найти среднее ускорение ракеты a, если за время работы двигателя израсходовано $m_1=2,0$ ксенона. Другие силы на ракету не действуют. Ответ дать в мкм/ c^2 с точностью до десятых долей.

Решение

Среднее ускорение равно:

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t}$$

где конечная скорость равна:

$$V_2 = \frac{Ft + mV_1}{m - m_1}$$

Тогда:

$$a = rac{F + m_1 V_1 t}{m - m_1} = 3,8 \ \mathrm{mkm/c}^2$$

Точность 0,1 мкм/ c^2 .

Ответ: 3.8 ± 0.1 .

Задача І.1.5.3. Незнайка и самовар (20 баллов)

Незнайка первый раз нагревает воду в электросамоваре, подключенном к источнику постоянного напряжения U=12 В. Масса воды равна m=20 г, а ее удельная теплоемкость c=4200 Дж/(кг · C). Начальная температура воды $T_0=20$ °C. Через какое время t_1 вода закипит? Потерями тепла пренебречь. Незнайка считает, что электрическое сопротивление нагревательного элемента самовара в процессе нагревания не изменяется и равно R=10,8 Ом. Ответ дать в минутах с точностью до десятой доли минуты.

Решение

Закон сохранения энергии:

$$cm(T_K - T_0) = \frac{U^2}{R}t_1$$

где $T_K = 100^{\circ}C$ — температура кипения воды.

Отсюда

$$t_1 = rac{R}{U^2} cm(T_K - T_0) = 8,4$$
 мин

Точность 0,1 мин.

Ответ: $8,4 \pm 0,1$.

Задача І.1.5.4. Незнайка и самовар (Продолжение задачи 3) (20 баллов)

Незнайка второй раз нагревает воду в электросамоваре, подключенном к источнику постоянного напряжения U=12 В. Масса воды равна m=20 г, а ее удельная теплоемкость c=4200 Дж/(кг · C). Начальная температура воды $T_0=20$ °C. Через какое время t_2 вода закипит? Потерями тепла пренебречь. Теперь Незнайка учитывает, что электрическое сопротивление нагревательного элемента самовара зависит от температуры T линейно: $R=R_0(1+\alpha T)$, где $R_0=10$ Ом, температурный коэффициент сопротивления $\alpha=0,004C^{-1}$. Ответ дать в минутах с точностью до десятой доли минуты.

Решение

Закон сохранения энергии за малое время Δt , когда температура немного изменяется от T до $T+\Delta T$:

$$cm\Delta T = \frac{U^2}{R_0(1+\alpha T)}\Delta t$$

Отсюда:

$$\Delta t = \frac{cmR_0}{U^2}(1 + \alpha T)\Delta T$$

В этом уравнении температура T принимает любые значения в диапазоне от $T_0=20^\circ$ до температуры кипения воды $T_K=100^\circ.$

Складываем все малые времена Δt и получаем в левой части уравнения искомое время t_2 , а в правой части возникает сумма площадей узких прямоугольников с переменной высотой $(1 + \alpha T)$ и шириной ΔT :

$$t_2 = \frac{cmR_0}{U^2} \sum_{T_0}^{T_K} (1 + \alpha T) \Delta T$$

Сумма площадей прямоугольников:

$$\sum_{T_0}^{T_K} (1 + \alpha T) \Delta T = \frac{1 + \alpha T_K + 1 + \alpha T_0}{2} (T_K - T_0)$$

равна площади трапеции с основаниями $1+\alpha T$ и $1+\alpha T_K$ и высотой T_K-T_0 . Тогда:

$$t_2 = rac{R_0}{U^2} cm (1 + rac{lpha}{2} (T_K + T_0)) (T_K - T_0) = 9,6$$
 мин

Точность 0,1 мин.

Ответ: 9.6 ± 0.1 .

Задача І.1.5.5. Незнайка и самовар (Продолжение задач 3 и 4) (20 баллов)

Незнайка забыл выключить закипевший электросамовар. Через какое время t_3 после начала кипения вода в нем полностью испарится? Самовар все это время подключен к источнику постоянного напряжения U=12 В. Масса воды равна m=20 г, а ее удельная теплота парообразования $L=2,3\cdot 10^6$ Дж/кг. Потерями тепла пренебречь. Учесть, что электрическое сопротивление нагревательного элемента самовара зависит от температуры T линейно: $R=R_0(1+\alpha T)$, где $R_0=10$ Ом, температурный коэффициент сопротивления $\alpha=0,004$ C^{-1} . Ответ дать в минутах с точностью до минуты.

Решение

Закон сохранения энергии:

$$mL = \frac{U^2}{R_0(1 + \alpha T_K)} t_3$$

где $T_K = 100^{\circ}C$ — температура кипения воды.

Отсюда:

$$t_3 = rac{mL}{U^2} R_0 (1 + lpha T_K) = 75 \, \mathrm{M}$$
ин

Точность 1 мин.

Ответ: 75 ± 1 .

Третья попытка. Задачи 10–11 класса

Задача І.1.6.1. Незнайка улетает (20 баллов)

Незнайка на ракете НИП-2 прилетел на небольшую планету радиуса R=5,0 км. Привязав к нити длиной l=5,0 см маленький камень, Незнайка соорудил маятник и измерил период его малых колебаний в разных точках поверхности планеты. Во всех точках период получился одинаковым T=20 с. Завершив исследования, Незнайка улетел на ракете на круговую орбиту, находящуюся в космосе на небольшой высоте над поверхностью планеты. Определить скорость ракеты V_1 на орбите. Ответ дать в м/с с точностью до десятых долей.

Решение

Период колебаний математического маятника на поверхности:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

где g — ускорение свободного падения на поверхности планеты.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Первая космическая скорость на орбите равна:

$$V_1 = \sqrt{gR} = rac{2\pi\sqrt{lR}}{T} = 5,0~\mathrm{m/c}$$

Точность 0,1 м/с.

Ответ: 5.0 ± 0.1 .

Задача І.1.6.2. Незнайка улетает (Продолжение задачи 1) (20 баллов)

Используем условия задач 1. Незнайка летает на ракете на круговой орбите, находящейся в космосе на небольшой высоте над поверхностью планеты. Затем он, включив на короткое время орбитальный двигатель, увеличивает скорость ракеты до значения V_2 и улетает на очень большое расстояние от планеты. Там ракета имеет скорость $V_3 = 10~\text{m/c}$. Найти скорость V_2 . Ответ дать в м/с с точностью до десятых долей.

Решение

Период колебаний математического маятника на поверхности:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

где g — ускорение свободного падения на поверхности планеты.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Закон сохранения энергии для ракеты массой m:

$$\frac{mV_2^2}{2} - mgR = \frac{mV_3^2}{2}$$

Отсюда:

$$V_2 = \sqrt{V_3^2 + \frac{8\pi^2 lR}{T^2}} = 12,2\,{\rm m/c}$$

Точность 0,1 м/c.

Ответ: 12.2 ± 0.1 .

Задача І.1.6.3. Бамперные машинки (20 баллов)

Незнайка и Пончик катаются на аттракционе «Бамперные машинки». Каждая машинка имеет форму твердого диска радиуса a=6,0 см, окруженного упругим резиновым кольцом (бампером) шириной b=1,0 см. Масса машины с Незнайкой $m_1=450$ г, а масса машины с Пончиком $m_2=475$ г. Найти расстояние от центра машинки с Незнайкой до общего центра масс двух машинок в момент времени, когда машинки касаются друг друга бамперами. Считать, что центр масс каждой машинки с водителем совпадает с центром диска. Ответ дать в см и округлить до десятых долей.

Решение

Центр масс двух машинок находится на расстоянии:

$$x = \frac{2m_2(a+b)}{m_1 + m_2} = 7,2$$
 см от центра машинки с Незнайкой.

Tочность 0,1 см.

Ответ: 7.2 ± 0.1 .

Задача І.1.6.4. Бамперные машинки (Продолжение задачи 3) (20 баллов)

Используем условия задачи 3. Незнайка и Пончик катаются на аттракционе «Бамперные машинки». Каждая машинка имеет форму твердого диска радиуса a=6,0 см, окруженного упругим резиновым кольцом шириной b=1,0 см. Масса машины с Незнайкой $m_1=450$ г, а масса машины с Пончиком $m_2=475$ г. Происходит столкновение машинок. Найти модули скоростей машинок V_1 и V_2 сразу после центрального абсолютно упругого соударения, если их скорости перед ударом равны $V_{01}=20$ см/с и $V_{02}=25$ см/с соответственно. Силами трения пренебречь. Ответ дать в см/с и округлить до целых.

Решение

После центрального абсолютно упругого соударения машинки меняют направления своих скоростей.

Проектируем закон сохранения импульса на направление скорости $\overrightarrow{V_{01}}$:

$$m_1 V_{01} - m_2 V_{02} = -m_1 V_1 + m_2 V_2$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1 V_{01}^2}{2} + \frac{m_2 V_{02}^2}{2} = \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2}$$

Выносим массы и делим второе уравнение на первое. Выражаем:

$$V_2 = V_{01} + V_{02} - V_1$$

Тогда:

$$V_1 = rac{2m_2V_{02} + (m_2 - m_1)V_{01}}{m_1 + m_2} = 26 ext{ cm/c}$$
 $V_2 = rac{2m_1V_{01} + (m_2 - m_1)V_{02}}{m_1 + m_2} = 19 ext{ cm/c}$

Точность 1 см/с.

Ответ: $V_1 = 26 \pm 1$; $V_2 = 19 \pm 1$.

Задача І.1.6.5. Бамперные машинки (Продолжение задачи 3 и 4) (20 баллов)

Используем условия задач 3 и 4. Незнайка и Пончик катаются на аттракционе «Бамперные машинки». Каждая машинка имеет форму твердого диска радиуса $a=6,0\,\mathrm{cm}$, окруженного упругим резиновым кольцом шириной $b=1,0\,\mathrm{cm}$. Масса машины с Незнайкой $m_1=450\,\mathrm{r}$, а масса машины с Пончиком $m_2=475\,\mathrm{r}$. Происходит столкновение машинок. Найти модуль скорости центра масс машинок V_{q} сразу после центрального абсолютно упругого соударения, если скорости машинок перед ударом равны $V_{01}=20\,\mathrm{cm/c}$ и $V_{02}=25\,\mathrm{cm/c}$ соответственно. Силами трения пренебречь. Ответ дать в $\mathrm{cm/c}$ и округлить до целых.

Решение

В отсутствии внешних горизонтальных сил скорость центра масс остается постоянной:

$$V_{
m II} = rac{m_2 V_{02} - m_1 V_{01}}{m_2 + m_1} = 3 \ {
m cm/c}$$

Точность 1 см/с.

Ответ: 3 ± 1 .

Четвертая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача І.1.7.1. Ветроэлетростанция 1 (20 баллов)

Существует проект создания ветроэлектростанции мощностью $P=1000~{\rm MBT}$ (мегаватт) в России. Рассмотрим работу отдельного обычного ветрогенератора с тремя крыльями, закрепленными на тонкой горизонтальной оси. Он преобразует энергию ветра в электрическую энергию, накапливаемую в аккумуляторах. Глава «Роснано» Анатолий Чубайс недавно сообщил, что в Ульяновске производятся крылья из углепластика длиной $r=65~{\rm m}$. Найти мощность (кинетическая энергия в единицу времени) воздушного потока, проходящего через вращающиеся крылья, если плотность воздуха $\rho=1,2~{\rm kr/m^3},$ средняя скорость ветра $V=10,0~{\rm m/c}.$ Ответ дать в МВт и округлить до десятых долей.

Решение

Кинетическая энергия в единицу времени воздушного потока, проходящего через вращающиеся крылья равна:

$$P_1 = \frac{\Delta mV^2}{2\Delta t}$$

где $\Delta m = \rho S \nu \Delta t$ — масса воздуха проходящего через площадь $S = \pi r^2$ за время Δt . Отсюда мощность воздушного потока равна

$$P_1 = \frac{\rho \pi r^2 V^3}{2} = 8,0 \text{ MBT}$$

Точность 0,1 МВт.

Ответ: $8,0 \pm 0,1$.

Задача І.1.7.2. Ветроэлетростанция 2 (20 баллов)

Продолжение задачи 1. КПД η отдельного ветрогенератора это отношение его электрической мощности к мощности воздушного потока. Пусть $\eta=0,33$. Найти силу тока зарядки 1000 последовательно соединенных аккумуляторов. Напряжение каждого аккумулятора U=48 В. Ответ дать в амперах и округлить до целого.

Решение

Из определения КПД и электрической мощности находим:

$$I = \frac{\eta P_1}{1000U} = 55 A$$

Точность 1 А.

Ответ: 55 ± 1 .

Задача І.1.7.3. Ветроэлетростанция 3 (20 баллов)

Продолжение задач 1 и 2. КПД η отдельного ветрогенератора это отношение его электрической мощности к мощности воздушного потока. Пусть $\eta=0,33$. Сколько нужно поставить отдельных ветрогенераторов, чтобы мощность всей ветроэлектростанции составляла P=1000 MBT? Ответ дать в штуках.

Решение

Мощности складываются. Поэтому:

$$N = \frac{P}{\eta P_1} = 379$$

Точность 5 шт.

Ответ: 379 ± 5 .

Задача І.1.7.4. Электросамовар 1 (20 баллов)

В кафе «Самоваръ» нагревают воду в электросамоваре объемом V=25 л, подключенном к источнику постоянного напряжения U=300 В. Плотность воды равна $\rho=1000$ кг/м³, а ее удельная теплоемкость c=4200 Дж/(кг · С). Начальная температура воды $T_0=18C$. Через какое время t_1 вода закипит? Потери тепла составляют 30%. Среднее электрическое сопротивление нагревательного элемента самовара R=12,4 Ом. Ответ дать в минутах с точностью до целой.

Решение

Закон сохранения энергии:

$$cm(T_K - T_0) = 0, 7\frac{U^2}{R}t_1$$

где $T_K = 100^{\circ}C$ — температура кипения воды.

Масса воды $m = \rho V$. Отсюда:

$$t_1 = \frac{R}{0.7U^2} c\rho V(T_K - T_0) = 28$$
 мин

Точность 1 мин.

Ответ: 28 ± 1 .

Задача І.1.7.5. Электросамовар 2 (20 баллов)

В кафе «Самоваръ» нагревают воду в электросамоваре объемом V=25 л, подключенном к источнику постоянного напряжения U=300 В. По окончании работы забыли выключить закипевший полный электросамовар. Через какое время t_3 после начала кипения вода в нем полностью испарится? Плотность воды равна $\rho=1000~{\rm kr/m^3}$, а ее удельная теплота парообразования $L=2,3\cdot 10^6~{\rm Дж/kr}$. Потери тепла составляют 30%. Учесть, что электрическое сопротивление нагревательного элемента самовара зависит от температуры T линейно: $R=R_0(1+\alpha T)$, где $R_0=10~{\rm Om}$, температурный коэффициент сопротивления $\alpha=0,004~C^{-1}$. Ответ дать в минутах с точностью до целой.

Решение

Закон сохранения энергии:

$$mL = \frac{0.7U^2}{R_0(1 + \alpha T_K)}$$

где $T_K = 100^{\circ}C$ — температура кипения воды. Отсюда:

$$t_3 = rac{
ho V L}{0.7 U^2} R_0 (1 + lpha T_K) = 213$$
 мин

Точность 5 мин.

Ответ: 213 ± 5 .

Четвертая попытка. Задачи 10–11 класса

$3 a дача \ I.1.8.1. \ Bоздушный шар \ c горячим воздухом (20 баллов)$

Коротышки решили путешествовать на воздушном шаре. Для этого они наполнили с помощью насоса через трубку пустой воздушный шар горячим воздухом с температурой $T=420~{\rm K}$ и закрыли трубку, чтобы воздух не выходил из шара. Конечный объем шара $V=2,5~{\rm m}^3$, давление воздуха внутри шара равно атмосферному давлению $p=1,0\cdot 10^5~{\rm Ha}$, молярная масса воздуха составляет $M=29~{\rm r/моль}$. Универсальная газовая постоянная $R=8,31~{\rm Дж/(моль}\cdot {\rm K})$. Какая масса горячего воздуха прошла через насос? Ответ округлить до десятых долей килограмма.

Решение

Из уравнения Менделеева – Клапейрона получаем массу горячего воздуха.

$$m_B = rac{pVM}{RT} = 2,1$$
 кг

Точность 0,1 кг.

Ответ: $2,1 \pm 0,1$.

Задача І.1.8.2. Воздушный шар с горячим воздухом. Продолжение 1 (30 баллов)

В условиях задачи 1 найти ускорение, с которым начнет подниматься воздушный шар после отцепления от куста. Температура окружающего воздуха $T_0 = 290$ K, масса оболочки шара и корзины с коротышками равна m = 0, 6 кг, ускорение свободного падения g = 10 м/с². Ответ дать в м/с² и округлить до десятых долей.

Решение

Из второго закона Ньютона:

$$(m_B + m)a = F_A - (m_B + m)g$$

где сила Архимеда равна:

$$F_A = \frac{pMgV}{RT_0}$$

Тогда:

$$a = g(\frac{m_B T}{(m_B + m)T_0} - 1) = 1,2 \text{ m/c}^2$$

Точность 0.2 м/c^2 .

Ответ: 1.2 ± 0.2 .

Задача І.1.8.3. Воздушный шар с горячим воздухом. Продолжение 2 (20 баллов)

Используем условия задач 1 и 2. После того как воздух в воздушном шаре остыл до температуры T_1 шар с коротышками стал опускать вниз с постоянной скоростью v=1,5 м/с. Найти температуру T_1 , если коэффициент сопротивления воздуха равен k=0,35 Н·с²/м². Ответ дать в кельвинах и округлить до целых.

Решение

Из второго закона Ньютона:

$$0 = F_{Al} + F_{com} - (m_B + m)g$$

где сила сопротивления воздуха $F_{con} = k\nu^2$, а сила Архимеда равна:

$$F_{Al} = \frac{m_B g T_1}{T_0}$$

Отсюда:

$$T_1 = T_0 \left(\frac{m_B + m}{m_B} - \frac{k\nu^2}{m_B g} \right) = 362 \, K$$

Точность 3 К.

Ответ: 362 ± 3 .

Задача І.1.8.4. Путешественник и экзопланета (20 баллов)

Космический путешественник прилетел на звездолете на экзопланету радиуса R=5500 км. Привязав к нити длиной l=50 см маленький камень массой m=1,1 кг, путешественник получил маятник. Он измерил время 10 полных колебаний маятника в разных точках поверхности экзопланеты. Во всех точках время получилось одинаковым t=20 с. Чему равна средняя плотность планеты? Гравитационная постоянная равна $G=6,7\cdot 10^{-11}~{\rm H\cdot m^2\cdot kr^{-2}}$. Ответ дать в тоннах/м3 с точностью до десятых.

Решение

Период колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{t}{10} = 2c$$

Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

где M — масса планеты.

Средняя плотность планеты равна:

$$ho = rac{M}{rac{4}{3}\pi R^3} = rac{3\pi l}{GRT^2} = 3,2\ {
m T/M}^3$$

Точность $0,1 \text{ т/м}^3$.

Ответ: 3.2 ± 0.1 .

Задача І.1.8.5. Путешественник и экзопланета. Продолжение задачи 4 (20 баллов)

Используем условия задачи 4. Завершив измерения, путешественник улетел на звездолете на круговую орбиту, находящуюся в космосе на небольшой высоте над поверхностью экзопланеты. Определить скорость звездолета V_1 на орбите. Ответ дать в км/с с точностью до десятых долей.

Решение

Период колебаний математического маятника на поверхности:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{t}{10} = 2c$$

где g — ускорение свободного падения на поверхности планеты.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Первая космическая скорость на орбите равна:

$$V_1 = \sqrt{gR} = \frac{2\pi\sqrt{lR}}{T} = 5,2$$
km/c

Точность 0,1 км/с.

Ответ: 5.2 ± 0.1 .

Задачи первого этапа. Химия

Первая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача І.2.1.1. (10 баллов)

После реакции 1 моль некоторого металла с бромом масса продукта оказалась в 5,3 раза выше массы исходного металла. Найдите металл и укажите его русское название.

Решение

Обозначим атомную массу неизвестного элемента как x. Зная, что валентность брома равна единице, можем записать общую формулу бромида как MX_n , где n — валентность металла. Тогда по условию задачи можно записать уравнение:

$$\frac{x+80n}{x} = 5,3$$

Решим это уравнение относительно x:

$$x + 80n = 5, 3x$$

$$4.3x = 80n$$

$$x = 18,6n$$

Найдем, какой атомный вес металла получится при различных значениях n.

n	1	2	3	4
Ar	18,6	37,2	55,8	74,4
Элемент	-	-	Fe	-

Ответ: Железо.

Задача І.2.1.2. (20 баллов)

Пластинку размером 5×10 см поместили в 10 мл 0,0175 М раствора нитрата серебра, и провели химическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов серебра в растворе уменьшилась в три раза, а на одной из сторон пластинки обнаружилось наноразмерное покрытие. Зная, что плотность серебра 10,5 г/см³, найдите толщину покрытия. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу серебра округлите до целого значения. Изменением объема раствора пренебречь.

Решение

Найдем площадь пластинки:

$$S = 5 \cdot 10 = 50 \text{ cm}^2$$

Найдем, какое количество серебра выпало на пластинке. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Ag}=v_{AgNO_3}=rac{10\cdot 0,0175}{1000}=1,75\cdot 10^{-4}$$
 моль

После осаждения:

$$C_{Ag}=rac{0,0175}{3}=0,005833$$
 моль $/$ л $v_{Ag}=rac{10\cdot 0,005833}{1000}=5,833\cdot 10^{-5}$ моль

Было осаждено на пластинке:

$$v_{Ag} = 0,000175 - 0,00005833 = 0,00011667 = 11,667 \cdot 10^{-5}$$
 моль

Найдем массу и объем серебра на пластинке:

$$m_{Ag}=v\cdot M=11,667\cdot 10^{-5}\cdot 108=0,0126$$
 г $V=\frac{m}{
ho}=\frac{0,0126}{10,5}=0,0012$ см 3

Найдем толщину покрытия на пластинке:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,0012}{50} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 240 \text{ HM}$$

Ответ: 240 ± 1 .

Задача І.2.1.3. (20 баллов)

K 20 мл 1,5 M раствора нитрата железа (III) последовательно прилили 10,26 г 20% раствора гидроксида бария, 16 мл 0,75 M раствора азотной кислоты и 17,4 г 7% раствора сульфата калия. Осадок высушили. Вычислите его массу. Ответ дайте, округлив до сотых.

Решение

Найдем количества всех указанных в условии веществ.

Нитрат железа:

$$v_{Fe(NO_3)_3}=rac{20~{
m MJ}\cdot 1,5~{
m MOJb}/{
m J}}{1000~{
m MJ}}=0,03~{
m MOJb}=30~{
m MMOJb}~Fe(NO_3)_3$$

Гидроксид бария:

$$m_{Ba(OH)_2}=rac{m_{ ext{ p-pa}}\omega}{100\%}=rac{10,26\cdot 20}{100}=2,052\ \ \Gamma$$
 $v_{Ba(OH)_2}=rac{m}{M}=rac{2,052}{171}=0,012\ ext{моль}=12\ ext{ммоль}\ Ba(OH)_2$

Азотная кислота:

$$v_{HNO_3} = \frac{16 \text{ мл} \cdot 0,75 \text{ моль}/л}{1000 \text{ мл}} = 0,012 \text{ моль} = 12 \text{ ммоль } HNO_3$$

Сульфат калия:

$$m_{K_2SO_4}=rac{17,4\cdot7}{100}=1,218$$
 г $v_{K_2SO_4}=rac{1,218}{174}=0,007$ моль $=7$ ммоль K_2SO_4

На первом этапе в растворе протекает реакция:

$$2Fe(NO_3)_3 + 3Ba(OH)_2 \to 2Fe(OH)_3 \downarrow +3Ba(NO_3)_2$$
 $v_{Fe(NO_3)_3} > Ba(OH)_2 \Longrightarrow$ считаем по $Ba(OH)_2$ $v_{Fe(OH)_3} = \frac{v_{Ba(OH)_2} \cdot 2}{3} = 8$ ммоль

Запишем, какие вещества и в каком количестве выпали в осадок и остались в растворе:

Прилили	В растворе	В осадке
$30Fe(NO_3)_3$	$30Fe^{3+}$	_
	$90NO_3^-$	
$12Ba(OH)_2$	$22Fe^{3+}, 12Ba^{2+}$	$8Fe(OH)_3$
	$90NO_{3}^{-}$	

После приливания к раствору азотной кислоты протекает реакция:

$$Fe(OH)_3 + 3HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$$

На реакцию с 1 моль $Fe(OH)_3$ расходуется 3 моль HNO_3 , следовательно, 12 ммоль HNO_3 прореагируют с 4 ммоль $Fe(OH)_3$. Тогда:

Прилили	В растворе	В осадке
$12HNO_3$	$26Fe^{3+}, 12Ba^{2+}$	$4Fe(OH)_3$
	$102NO_{3}^{-}$	

После добавления сульфата калия протекает реакция:

$$Ba(NO_3)_2 + K_2SO_4 o BaSO_4 + 2KNO_3$$
 $v_{Ba^{2+}} > v_{SO_4^{2-}} \Rightarrow v_{BaSO_4} = v_{SO_4^{2-}} = 7$ ммоль

Прилили	В растворе	В осадке
$7K_2SO_4$	$26Fe^{3+}, 5Ba^{2+}, 14K^{+}$	$4Fe(OH)_3$
	$102NO_{3}^{-}$	$7BaSO_4$

Рассчитаем массы выпавших осадков:

$$m_{Fe(OH)_3}=v\cdot M=0,004\cdot 106,8=0,4272$$
 г $m_{BaSO_4}=0,007\cdot 233,4=1,6338$ г $1,6338+0,4272=2,061$ г

Ответ: 2.06 ± 0.01 .

3aдача I.2.1.4.~~(25~ баллов)

3,04 г смеси цинковой и алюминиевой стружки обработали избытком раствора гидроксида натрия. При этом выделился такой объем газа, которого хватило на полное восстановление 7,2 г дисульфида молибдена MoS_2 до металлического молибдена. Рассчитайте массу цинка в исходной смеси. При расчете атомные массы алюминия и цинка округлить до десятых. Ответ дать с точностью до сотых.

Решение

Найдем, какое количество водорода было затрачено на восстановление дисульфида молибдена:

$$MoS_2+2H_2=Mo+2H_2S$$
 $v_{H_2}=2\cdot v_{MoS_2}=2rac{7,2}{160}=2\cdot 0,045=0,09$ моль

Запишем уравнения взаимодействия цинка и алюминия со щелочью:

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$$

 $Zn + NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

Как видно из уравнений, из 1 моль алюминия образуется 1,5 моль водорода, из 1 моль цинка — 1 моль водорода. Обозначим за x моль количество алюминия, y — количество цинка в смеси. Тогда можно записать систему уравнений:

$$\begin{cases} 1,5x + y = 0,09, \\ 27x + 65,4y = 3,04 \end{cases}$$
$$y = 0,09 - 1,5x$$

$$27x + 65, 4(0,09 - 1,5x) = 3,04$$
$$71, 1x = 2,846$$
$$x = 0,04$$

Тогда найдем количество и массу цинка:

$$v_{Zn}=0,09-1,5v_{Al}=0,09-0,06=0,03$$
 моль, $m_{Zn}=0,03\cdot65,4=1,96$ г

Ответ: $1,96 \pm 0,01$.

3aдача I.2.1.5.~~(25~ баллов)

В герметично закрытый перчаточный ящик поместили два открытых химических стакана. В первом стакане находилось 12 г олеума с массовой долей серной кислоты 80%. Во втором стакане находилось 15 г 6,5% раствора поваренной соли. Стаканы оставили на ночь. На следующий день концентрация серной кислоты в первом стакане составила 90%. При этом влажность воздуха в ящике осталась неизменной. Найдите массовую долю соли во втором стакане. Дайте ответ с точностью до сотых.

Решение

Известно, что олеум, или раствор SO_3 в серной кислоте, является водоотнимающим агентом. Концентрации веществ в стаканах изменяются за счет того, что олеум отнимает испаряющуюся из второго стакана воду, а содержащийся в нем триоксид серы превращается в серную кислоту. Существует два состояния системы, при которых концентрация кислоты в первом стакане достигает 90%:

- 1. Прореагировала часть SO_3 . В стакане 90% серной кислоты и 10% триоксида серы.
- 2. SO_3 прореагировал целиком, серная кислота поглотила еще некоторое количество воды. В стакане 90% серной кислоты и 10% воды. Рассмотрим оба варианта решения.

Вариант 1

Найдем, какая масса серной кислоты и оксида серы содержалась в олеуме:

$$m_{H_2SO_4} = rac{12 \ \Gamma \cdot 80\%}{100\%} = 9.6 \ \Gamma$$
 $m_{SO_3} = 12 - 9, 6 = 2, 4 \ \Gamma$

Запишем уравнение реакции оксида серы с водой:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Из уравнения видно, что из 1 моль воды образуется 1 моль кислоты.

Обозначим количество воды, поглощенной олеумом, за х. Тогда масса поглощенной воды будет равна 18х, масса образовавшейся серной кислоты 98х. Можно записать выражение для массовой доли кислоты:

$$\omega_{H_2SO_4(2)} = \frac{m_{H_2SO_4(2)}}{m_{\text{p-pa}(2)}} \cdot 100\% = \frac{9,6 + 98x}{12 + 18x} \cdot 100\% = 90\%$$

Решим полученное уравнение относительно х:

$$9, 6_9 8x = 0, 9(12 + 18x)$$

 $81, 8x = 1, 2$
 $x = 0.0147$ моль

Тогда масса воды, поглощенная олеумом, составила:

$$m_{H_2O} = 0,0147 \cdot 18 = 0,264$$
 г

По условию задачи влажность воздуха не изменилась, следовательно, масса поглощенной воды равна массе воды, испарившейся из второго стакана. Тогда для второго стакана найдем:

$$m_{NaCl} = rac{15 \cdot 6,5\%}{100\%} = 0,975$$
 г $m_{ ext{p-pa}(2)} = 15 - 0,264 = 14,736$ г $\omega_2 = rac{0,975}{14,736} \cdot 100\% = 6,62\%$

Ответ: $6,62 \pm 0.02$.

Вариант 2

Найдем массу серной кислоты и оксида серы в олеуме:

$$m_{H_2SO_4} = rac{12 \ \Gamma \cdot 80\%}{100\%} = 9,6 \ \Gamma$$
 $m_{SO_3} = 12 - 9, 6 = 2, 4 \ \Gamma$

Запишем уравнение реакции оксида серы с водой:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Из уравнения видно, что из 1 моль оксида серы образуется 1 моль кислоты. Найдем количество серной кислоты, которая образовалась из данного количества оксида:

$$v_{H_2SO_4} = v_{SO_3} = rac{2,4\ \Gamma}{80\ \Gamma/{
m MOЛЬ}} = 0,03\ {
m MОЛЬ}$$

$$m_{H_2SO_4} = 98 \ \Gamma/$$
моль $\cdot \ 0,03 \$ моль $= 2,94 \ \Gamma$

Таким образом, суммарная масса серной кислоты в растворе после окончания реакции равна:

$$m_{\text{общ}} = 9,6+2,94=12,54 \text{ }\Gamma$$

Найдем массу раствора, зная массовую долю кислоты в растворе:

Увеличение массы раствора произошло за счет поглощенной воды (включая воду, пошедшую на образование серной кислоты из оксида). Найдем массу поглощенной воды:

$$m_{H_2O} = 13,94 - 12 = 1,94 \ \Gamma$$

Поскольку влажность воздуха не изменилась, то масса воды, поглощенной олеумом, равна массе воды, испарившейся из раствора соли. Тогда для второго стакана найдем:

$$\begin{split} m_{NaCl} &= \frac{15\cdot 6,5\%}{100\%} = 0,975 \text{ г} \\ m_{\text{p-pa2}} &= 15-1,94 = 13,06 \text{ г} \\ \omega_2 &= \frac{0,975}{13,06} \cdot 100\% = 7,47\% \end{split}$$

Ответ: $7,47 \pm 0,02$.

Первая попытка. Задачи 10–11 класса

$Задача I.2.2.1. \ (10 \ баллов)$

При хлорировании 1 моль образца фуллерена неизвестного состава масса продукта оказалась больше массы исходного вещества на 68,26%. При бромировании 0,01 моль того же фуллерена получено 23,76 г продукта. Элементный анализ показал, что число атомов хлора в первом продукте равно числу атомов брома во втором. Установите и запишите брутто-формулу фуллерена.

Решение

Запишем в общем виде уравнение хлорирования и бромирования фуллерена. Учтем, что присоединение галогенов происходит только за счет разрыва двойных связей в молекулах фуллерена.

$$C_x + \frac{y}{2}Cl_2 = C_xCl_y$$

$$C_x + \frac{y}{2}Br_2 = C_x Br_y$$

Для первой реакции можно записать выражение:

$$\frac{12x + 35, 5y}{12x} = 1,6826$$

Рассмотрим вторую реакцию. Поскольку по уравнению из 1 моль фуллерена образуется 1 моль продукта, то:

$$v_{C_xBr_y} = v_{C_x} = 0,01$$
 моль

Тогда масса 1 моля продукта (молярная масса):

$$M_{C_x B r_y} = rac{23,76 \; \Gamma}{0,01 \; ext{моль}} = 2376 \; \Gamma/ ext{моль}$$

$$M_{C_x B r_y} = 12x = 80y$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{12x+35,5y}{12x} = 1,6826\\ 12x+80y = 2376 \end{cases}$$

$$x = \frac{2376-80y}{12}$$

$$\frac{2376-80y+35,5y}{2376-80y} = 1,6826$$

$$2376-44,5y = 3997,86-134,61y$$

$$90,11y = 1621,86$$

$$y = 18$$

Тогда количество атомов углерода, входящее в состав фуллерена:

$$x = \frac{2376 - 80 \cdot 18}{12} = 78$$

Ответ: С78.

Задача І.2.2.2. (20 баллов)

Для создания катализатора 2 000 стеклянных шариков диаметром 1 мм поместили в 10 мл 0,033 М раствора нитрата серебра и провели химическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов серебра в растворе уменьшилась в два раза. Зная, что плотность серебра $10.5~\rm r/cm^3$, найдите толщину покрытия, образовавшегося на шариках. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу серебра округлите до целого значения, $\pi=3,1416$. Изменением объема раствора пренебречь.

Решение

Найдем суммарную площадь поверхности всех шариков, выразив ее в квадратных сантиметрах для удобства пересчета.

$$r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{0,1}{2} \text{ см} = 0,05 \text{ см}$$
 $S_1 = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3,1416 \cdot 0,05^2 = 0,031416 \text{ см}^2$ $S = 0,031416 \cdot 2000 = 62,832 \text{ см}^2$

Найдем, какое количество серебра выпало на поверхности шариков. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Ag} = v_{AgNO_3} = \frac{10 \cdot 0,033}{1000} = 3,3 \cdot 10^{-4}$$
 моль

После осаждения:

$$C_{Ag}=rac{0,033}{2}=0,0165$$
 моль $/$ л $v_{Ag}=rac{10\cdot 0,0165}{1000}=1,65\cdot 10^{-4}$ моль

Было осаждено на шариках:

$$v_{Aq} = 0,00033 - 0,000165 = 0,000165 = 1,65 \cdot 10^{-4}$$
 моль

Найдем массу и объем серебра на шариках:

$$m_{Ag} = v \cdot M = 1,65 \cdot 10^{-4} \cdot 108 = 0,01782$$
 г $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,01782}{10,5} = 0,001697 \text{ см}^3$

Найдем толщину покрытия на поверхности шариков:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,001697}{62,832} = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ см} = 270 \text{ нм}$$

Ответ: 270 ± 1 .

3aдача I.2.2.3. (20 баллов)

Для полного гидрирования некоторой навески графена до графана потребовался объем водорода (н. у.), количественно равный суммарному объему газообразных продуктов, выделившихся на электродах при электролизе раствора хлорида натрия в течение 15 мин при силе тока 5,36 А. Масса продукта электролиза связана с протекающим через ячейку током законом $m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}$, где m — масса продукта (г), M — молярная масса продукта (г/моль), I — сила тока (A), t — время (c), z — число электронов на один ион, подвергнутый электролизу, F = 96500 Kл/моль — постоянная Фарадея. Вычислите массу исходной навески графена. Ответ округлите до десятых.

Решение

Запишем выражение для электролиза раствора хлорида натрия:

$$NaCl + H_2O \rightarrow$$

Катод:

$$Na^+ \to /$$

$$2H_2O + 2e \to H_2^0 + 2OH^-$$

Анод:

$$2Cl^- - 2e \to Cl_2^0$$

$$2NaCl + 2H_2O \rightarrow H_2 + Cl_2 + 2NaOH$$

Выделилось два газообразных продукта: водород и хлор.

Для удобства расчета перейдем от объемов и масс газов к количеству веществ. Для этого преобразуем выражение для объединенного закона Фарадея, приведенное в условии. Поделив обе части выражения на молярную массу, получим:

$$v = \frac{m}{M} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}$$

Из уравнения реакции видно, что количество водорода равно количеству хлора.

$$v_{H_2}=v_{Cl_2}=rac{5,36 ext{A}\cdot 15\cdot 60}{2\cdot 96500}=0,025$$
 моль

Тогда количество водорода, пошедшее на реакцию с графеном, равно:

$$v = 0,25 \cdot 2 = 0,05$$
 моль

Запишем реакцию графена с водородом, учитывая, что при гидрировании до графана к каждому атому углерода присоединяется один атом водорода:

$$2C+H_2=2CH$$
 $v_C=0,05\cdot 2=0,1$ моль $m_C=0,1$ моль \cdot 12 г/моль $=1,2$ г

Ответ: 2,4.

Задача І.2.2.4. (25 баллов)

Для нанесения металлического покрытия газофазным методом в реактор объемом 1 л поместили 1,408 г комплексного соединения неизвестного металла и нагрели до $250^{\circ}C$. После полной сублимации соединения температуру увеличили до $500^{\circ}C$ и выдерживали до полного разложения комплекса. По окончании процесса давление в реакторе увеличилось на 136,8 кПа по сравнению с давлением при температуре сублимации. Оставшийся в реакторе газ, стабильный при н. у., собрали и сожгли. Полученный в результате газ полностью поглотили избытком известковой воды и получили 2,4 г осадка. Установите металл, который использовали для создания покрытия, и запишите его русское название.

Решение

Рассмотрим реакцию, в которую вступает газообразный продукт горения. Он реагирует с известковой водой (гидроксидом кальция) с образованием осадка. Это характерная реакция на углекислый газ, а продукт — карбонат кальция:

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Из уравнения реакции видно, что:

$$v_{CO_2}=v_{CaCO_3}=rac{2,4\,\Gamma}{40+12+16\cdot 3}=rac{2,4}{100}=0,024$$
 моль

Из условий задачи известно, что продукт горения — газ, который полностью поглотился известковой водой. Следовательно, углекислый газ — это единственный продукт горения. Таким образом, после разложения комплекса в реакторе остался монооксид углерода CO.

Уравнение реакции горения:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

$$v_{CO} = v_{CO_2} = 0,024$$
 моль

Используя уравнение Менделеева – Клапейрона, найдем давление в реакторе после разложения:

$$PV = \frac{m}{M}RT = vRT$$

$$P = \frac{vRT}{V} = \frac{0,024 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot K} \cdot 773 \text{ } K}{1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 154241 \text{ Па} = 154,24 \text{ кПа}$$

На данном этапе решения задачи может возникнуть сомнение, что газообразный продукт разложения — это некий непредельный углеводород, который также может выступать в качестве лиганда в комплексном соединении. Однако это предположение легко опровергнуть. Для этого запишем общую формулу углеводорода как $C_x H_y$, причем $x \geqslant 2$. Тогда уравнение горения:

$$C_x H_y + O_2 \to xCO_2 + \frac{y}{2} H_2 O$$

Из уравнения видно, что из 1 моль углеводорода получается x моль углекислого газа. Следовательно:

$$v_{C_x H_y} = \frac{v_{CO_2}}{x}$$

При x = 2, v = 0,012 моль. Тогда давление в реакторе:

$$P=rac{vRT}{V}=rac{0,012\ ext{моль}\cdot 8,314rac{\mathcal{J}_{\infty}}{ ext{моль}\cdot K}\cdot 773K}{1\cdot 10^{-3}\ ext{m}^3}=77121\ \Pi ext{a}=77,12\ ext{к}\Pi ext{a}$$

Это значение, равно как и значения при x > 2, не подходит по условию задачи, так как давление в реакторе после разложения увеличилось на 136,8 кПа. Таким образом, в состав комплекса в качестве лигандов входил именно монооксид углерода.

Найдем давление в реакторе до начала разложения:

$$P_0 = P - 136, 8 = 154, 24 - 136, 8 = 17,44$$
 кПа

Воспользовавшись уравнением Менделеева – Клайперона, найдем количество вещества в реакторе до разложения:

$$v = \frac{PV}{RT} = \frac{17440\Pi \mathbf{a} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{38,314 \frac{\Pi \mathbf{x}}{\text{мож.} K} \cdot 523 K} = 0,004 \text{ моль}$$

Запишем уравнение разложения карбонильного комплекса неизвестного металла:

$$M(CO)_n = M + nCO$$

Поскольку рассчитанное количество комплекса составляет 0,004 моль, а количество монооксида углерода 0,024 моль, несложно рассчитать число молекул CO, входящих в состав комплекса:

$$n = \frac{0,024}{0,004} = 6$$

Молярная масса комплекса:

$$M=rac{m}{v}=rac{1,408\ \Gamma}{0,004\ ext{моль}}=352\ \Gamma/ ext{моль}$$

Рассчитаем атомную массу металла:

$$A_r = 352 - 28 \cdot 6 = 184$$
 г/моль

Эта атомная масса соответствует вольфраму.

Ответ: Вольфрам.

$Задача \ I.2.2.5. \ \ (25 \ баллов)$

Навеску 9,45 мг дисульфида молибдена сожгли в токе кислорода. Выделившийся газ пропустили через 400 мл бромной воды. Газ целиком поглотился, бромная вода полностью обесцветилась, а рН получившегося раствора составил 3. Найдите массовую долю примеси в исходной навеске, дайте ответ с точностью до сотых. Считать все электролиты в растворе полностью продиссоциировавшими.

Решение

Запишем уравнения протекающих реакций:

$$2MoS_2 + 7O_2 = 2MoO_3 + 4SO_2$$

 $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = H2SO_4 + 2HBr$

И серная, и бромоводородная кислоты являются сильными. Поскольку по условию задачи они считаются полностью продиссоциировавшими, обе они вносят вклад в величину рН, а вкладом диссоциации воды можно пренебречь. Вычислим концентрацию ионов водорода:

$$pH = -lg([H^+]) \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} = 0,001$$
 моль/л

Количество ионов водорода в указанном объеме:

$$v_{H^+} = rac{0,001 \; ext{моль} \cdot 400 \; \pi}{1000 \; \pi} = 0,0004 \; ext{моль}$$

Рассмотрим уравнение реакции оксида серы с бромной водой. Из него видно, что на 1 моль прореагировавшего SO_2 приходится 4 моль образовавшихся ионов водорода. Тогда:

$$v_{SO_2} = rac{0,0004}{4} = 0,0001$$
 моль

Согласно уравнению реакции горения дисульфида молибдена, из 1 моль MoS_2 образуется 2 моль SO_2 . Тогда:

$$MoS_2 = \frac{0,0001}{2} = 5 \cdot 10^{-5}$$
 моль

Найдем массу сгоревшего дисульфида молибдена:

$$m = v \cdot M = 5 \cdot 10^{-5} (96 + 32 \cdot 2) = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 160 = 0,008 \ \Gamma = 8 \ \text{MT}$$

Массовые доли дисульфида молибдена и примесей в навеске:

$$\omega_{MoS_2} = \frac{8}{9,45} \cdot 100\% = 84,66\%$$

$$\omega_{\text{примеси}} = 100 - 84,66 = 15,34\%$$

Ответ: $15,34 \pm 0,02$.

Вторая попытка. Задачи 8–9 класса

3aдача I.2.3.1. (10 баллов)

После реакции 1 моль некоторого металла с йодом масса продукта оказалась в 3,26 раз выше массы исходного металла. Найдите металл и укажите его русское название.

Решение

Обозначим атомную массу неизвестного элемента как x. Зная, что валентность йода равна единице, можем записать общую формулу иодида как MX_n , где n — валентность металла. Тогда по условию задачи можно записать уравнение:

$$\frac{x + 127n}{x} = 3,26$$

Решим это уравнение относительно x:

$$x + 127n = 3,26x$$

$$2,26x = 127n$$

$$x = 56, 2n$$

Найдем, какой атомный вес металла получится при различных значениях n:

n	1	2	3
Ar	56,2	112,4	168,6
Элемент	-	Cd	-

Ответ: Кадмий.

Задача І.2.3.2. (20 баллов)

Круглую пластинку диаметром 9 см поместили в 20 мл 0,02 М раствора хлорида золота и провели электрохимическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов золота в растворе уменьшилась в два раза, а на одной из сторон пластинки обнаружилось наноразмерное покрытие. Приняв, что плотность золота $19,35 \text{ г/см}^3$, найдите толщину покрытия. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу золота округлите до целого значения, $\pi = 3,1416$. Изменением объема раствора пренебречь.

Решение

Найдем площадь пластинки:

$$r = \frac{d}{2} = 4,5 \ \mathrm{cm}$$

$$S = pr^2 = 3,1416 \cdot 4,5^2 = 63,62 \ \mathrm{cm}^2$$

Найдем, какое количество золота выпало на пластинке. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Au} = AuCl_3 = \frac{20 \cdot 0,02}{1000} = 4 \cdot 10^{-4}$$
 моль

После осаждения:

$$C_{Au}=rac{0,02}{2}=0,01$$
 моль/л $v_{Au}=rac{20\cdot 0,01}{1000}=1\cdot 10^{-4}$ моль

Было осаждено на пластинке:

$$v_{Au} = 0,0004 - 0,0002 = 0,0002 = 2 \cdot 10^{-4}$$
 моль

Найдем массу и объем золота на пластинке:

$$m_{Au} = v \cdot M = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 197 = 0,0394 \,\mathrm{г}$$
 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,0394}{19,35} = 0,00204 \,\mathrm{cm}^3$

Найдем толщину покрытия на пластинке:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,00204}{63,62} = 3, 2 \cdot 10^{-5} \, \text{cm} = 320 \, \text{нм}$$

Ответ: 320 ± 2 .

Задача І.2.3.3. (20 баллов)

K 10 г 16% раствора сульфата меди последовательно прилили 50 мл 0,5 M раствора гидроксида натрия, 4,9 г 12% раствора серной кислоты и 20 мл 0,75 M раствора хлорида бария. Осадок высушили. Вычислите его массу. Ответ дайте, округлив до сотых.

Решение

Найдем количества всех указанных в условии веществ.

Сульфат меди:

$$m_{CuSO_4}=rac{m_{ ext{p-pa}}\omega}{100\%}=rac{10\cdot 16}{100}=1,6$$
 г $v_{CuSO_4}=rac{m}{M}=rac{1,6}{160}=0,01$ моль $=10$ ммоль $CuSO_4$

Гидроксид натрия:

$$v_{NaOH} = rac{50 \; ext{мл} \cdot 0, 5 \; ext{моль}/ ext{л}}{1000 \; ext{мл} = 0,025 \; ext{моль}} = 25 \; ext{ммоль} \; NaOH$$

Серная кислота:

$$m_{H_2SO_4}=rac{4,9\cdot 12}{100}=0,588$$
 г $v_{H_2SO_4}=rac{0,588}{98}=0,006$ моль $=6$ ммоль H_2SO_4

Хлорид бария:

$$v_{BaCl_2} = rac{20 \text{ мл} \cdot 0,75 \text{ моль}/\pi}{1000 \text{ мл}} = 0,015 \text{ моль} = 15 \text{ ммоль } BaCl_2$$

На первом этапе в растворе протекает реакция:

$$CuSO_4+2NaOH \to Cu(OH)_2\downarrow +Na_2SO_4$$
 $v_{NaOH}>v_{CuSO_4}\to \ \,$ считаем по $CuSO_4$ $v_{Cu(OH)_2}=v_{CuSO_4}=10\$ ммоль

Запишем, какие вещества и в каком количестве выпали в осадок и остались в растворе:

Прилили	В растворе	В осадке
$10CuSO_4$	10Cu2 +	
	$10SO_42-$	
25NaOH	25Na +	$10Cu(OH)_2$
	$10SO_42-, 5OH-$	

После приливания к раствору серной кислоты в первую очередь протекает реакция нейтрализации оставшегося в растворе гидроксида:

$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

При этом израсходуется серной кислоты:

$$H_2SO_4 = 5/2 = 2,5$$
 ммоль

Непрореагировавшая серная кислота в количестве 3,5 ммоль вступает в реакцию с гидроксидом меди:

$$Cu(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O_4$$

 $Cu(OH)_2$ и H_2SO_4 вступают в реакцию в эквимолярном отношении, следовательно, 3,5 моль H_2SO_4 прореагируют с 3,5 ммоль $Cu(OH)_2$. Тогда:

Прилили	В растворе	В осадке
$6H_2SO_4$		$6,5Cu(OH)_2$
	$16SO_4^{2-}$	

После добавления хлорида бария протекает реакция:

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 o BaSO_4 + 2NaCl$$
 $v_{Ba^{2+}} < v_{SO_4^{2-}} o v_{BaSO_4} = v_{Ba^{2+}} = 15$ ммоль

Прилили	В растворе	В осадке
$15BaCl_2$		$6,5Cu(OH)_2$
	$30Cl^{-}, SO_4^{2-}$	$15BaSO_4$

Рассчитаем массы выпавших осадков:

$$m_{Cu(OH)_2} = v \cdot M = 0,0065 \cdot 98 = 0,637$$
 г $m_{BaSO_4} = 0,015 \cdot 233 = 3,495$ г $0,637 + 3,495 = 4,132$ г

Ответ: 3.89 ± 0.01 .

Задача І.2.3.4. (25 баллов)

4,464 г смеси цинковой и алюминиевой стружки обработали избытком раствора гидроксида натрия. При этом выделился такой объем газа, которого хватило на полное восстановление 8,64 г сульфида меди до металлической меди. Рассчитайте массу алюминия в исходной смеси. При расчете атомные массы алюминия и цинка округлить до десятых. Ответ дать с точностью до сотых.

Решение

Найдем, какое количество водорода было затрачено на восстановление сульфида меди:

$$CuS + H_2 = Cu + H_2S$$
 $v_{H_2} = v_{CuS} = rac{m}{M} = rac{8,64}{96} = 0,09$ моль

Запишем уравнения взаимодействия цинка и алюминия со щелочью:

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$$

 $Zn + NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

Как видно из уравнений, из 1 моль алюминия образуется 1,5 моль водорода, из 1 моль цинка — 1 моль водорода.

Обозначим за x моль количество алюминия, y — количество цинка в смеси. Тогда можно записать систему уравнений:

$$\begin{cases} 1,5x + y = 0,09, \\ 27x + 65,4y = 4,464 \end{cases}$$
$$y = 0,09 - 1,5x$$
$$27x + 65,4(0,09 - 1,5x) = 4,464$$
$$71,1x = 1,422$$
$$x = 0,02$$

Тогда найдем массу алюминия:

$$m_{Al} = 0,02 \cdot 27 = 0,54 \text{ }\Gamma$$

Ответ: 0.54 ± 0.01 .

3aдача I.2.3.5. (25 баллов)

В герметично закрытый перчаточный ящик поместили два открытых химических стакана. В первом стакане находилось 16 г олеума с массовой долей серной кислоты 85%. Во втором стакане находилось 16 г 5% раствора поваренной соли. Стаканы оставили на ночь. На следующий день концентрация серной кислоты в первом стакане составила 95%. При этом влажность воздуха в ящике осталась неизменной. Найдите массовую долю соли во втором стакане. Дайте ответ с точностью до сотых.

Решение

Известно, что олеум, или раствор SO_3 в серной кислоте, является водоотнимающим агентом. Концентрации веществ в стаканах изменяются за счет того, что олеум отнимает испаряющуюся из второго стакана воду, а содержащийся в нем триоксид серы превращается в серную кислоту. Существует два состояния системы, при которых концентрация кислоты в первом стакане достигает 90%:

- 1. Прореагировала часть SO_3 . В стакане 95% серной кислоты и 5% триоксида серы.
- 2. SO_3 прореагировал целиком, серная кислота поглотила еще некоторое количество воды. В стакане 95% серной кислоты и 5% воды. Рассмотрим оба варианта решения.

Вариант 1.

Найдем, какая масса серной кислоты и оксида серы содержалась в олеуме:

$$mH_2SO_4 = 16 \ \Gamma \cdot 85\%100\% = 13,6 \ \Gamma$$

 $mSO_3 = 16 - 13,6 = 2,4 \ \Gamma$

Запишем уравнение реакции оксида серы с водой:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Из уравнения видно, что из 1 моль воды образуется 1 моль кислоты.

Обозначим количество воды, поглощенной олеумом, за x. Тогда масса поглощенной воды будет равна $18 \cdot x$, масса образовавшейся серной кислоты $98 \cdot x$. Можно записать выражение для массовой доли кислоты:

$$H_2SO_4(2) = mH_2SO_{4(2)\text{mp-pa}(2)} \cdot 100\% = 13,6 + 98x16 + 18x \cdot 100\% = 95\%$$

Решим полученное уравнение относительно x:

$$13, 6 + 98x = 0, 95(16 + 18x)$$
 $80, 9x = 1, 6$ $x = 0, 02$ моль

Тогда масса воды, поглощенная олеумом, составила:

$$mH_2O = 0,02 \cdot 18 = 0,36$$
 г

По условию задачи влажность воздуха не изменилась, следовательно, масса поглощенной воды равна массе воды, испарившейся из второго стакана. Тогда для второго стакана найдем:

$$mNaCl = 16 \cdot 5\%100\% = 0,8$$
 г
 $m_{\text{p-pa}2} = 16 - 0, 36 = 15, 64$ г
 $2 = 0,815, 64 \cdot 100\% = 5, 12\%$

Ответ: $5,12 \pm 0,02$.

Вариант 2.

Найдем массу серной кислоты и оксида серы в олеуме:

$$m_{H_2SO_4} = rac{16 \ \Gamma \cdot 85\%}{100\%} = 13,6 \ \Gamma$$
 $m_{SO_3} = 16 - 13,6 = 2,4 \ \Gamma$

Запишем уравнение реакции оксида серы с водой:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Из уравнения видно, что из 1 моль оксида серы образуется 1 моль кислоты. Найдем количество серной кислоты, которая образовалась из данного количества оксида:

$$v_{H_2SO_4}=v_{SO_3}=rac{2,4\ \Gamma}{80\ \Gamma/{
m MOЛЬ}}=0,03\ {
m MОЛЬ}$$
 $m_{H_2SO_4}=98\ \Gamma/{
m MОЛЬ}\cdot 0,03\ {
m MОЛЬ}=2,94\ \Gamma$

Таким образом, суммарная масса серной кислоты в растворе после окончания реакции равна:

$$m_{\text{off}} = 13, 6 + 2, 94 = 16, 54 \text{ }\Gamma$$

Найдем массу раствора, зная массовую долю кислоты в растворе:

$$m_{ ext{ p-pa}} = rac{16,54 \cdot 100\%}{95\%} = 17,41 \ { ext{ }}{ ext{ }}{$$

Увеличение массы раствора произошло за счет поглощенной воды (включая воду, пошедшую на образование серной кислоты из оксида). Найдем массу поглощенной воды:

$$m_{H_2O} = 17,41 - 16 = 1,41 \text{ }\Gamma$$

Поскольку влажность воздуха не изменилась, то масса воды, поглощенной олеумом, равна массе воды, испарившейся из раствора соли. Тогда для второго стакана найдем:

$$m_{NaCl} = \frac{16 \cdot 5\%}{100\%} = 0,8$$
 г
$$m_{\text{p-pa}}2 = 16 - 1,41 = 14,59$$
 г
$$\omega_2 = \frac{0,8}{14,59} \cdot 100\% = 5,48\%$$

Ответ: $5,48 \pm 0,02$.

Вторая попытка. Задачи 10-11 класса

3aдача I.2.4.1. (10 баллов)

При бромировании 1 моль образца фуллерена неизвестного состава масса продукта оказалась больше массы исходного вещества в 3,37 раз. При хлорировании 0,01 моль того же фуллерена получено 22,16 г продукта. Элементный анализ показал, что число атомов брома в первом продукте равно числу атомов хлора во втором. Установите и запишите брутто-формулу фуллерена.

Решение

Запишем в общем виде уравнения бромирования и хлорирования фуллерена. Учтем, что присоединение галогенов происходит только за счет разрыва двойных связей в молекулах фуллерена.

$$C_x + \frac{y}{2}Br_2 = C_x Br_y$$

$$C_x + \frac{y}{2}Cl_2 = C_xCl_y$$

Для первой реакции можно записать выражение:

$$\frac{12x + 80y}{12x} = 3,37$$

Рассмотрим вторую реакцию. Поскольку по уравнению из 1 моль фуллерена образуется 1 моль продукта, то:

$$v_{C_xBr_y} = v_{C_x} = 0,01$$
 моль

Тогда масса 1 моля продукта (молярная масса):

$$M_{C_x C l_y} = rac{22,16 \; \Gamma}{0,01 \; ext{моль}} = 2216 \; \Gamma/ ext{моль}$$
 $M_{C_x C l_y} = 12x + 35,5y$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{12x+80y}{12x} = 3,37, \\ 12x+35,5y = 2216 \end{cases}$$

$$x = \frac{2216-35,5y}{12}$$

$$\frac{2216-35,5y+80y}{2216-35,5y} = 3,37$$

$$2216+44,5y = 7467,92-119,635y$$

$$164,135y = 5251,92$$

$$y = 32$$

Тогда количество атомов углерода, входящее в состав фуллерена:

$$x = \frac{2216 - 35, 5 \cdot 32}{12} = 90$$

Ответ: С90.

Задача І.2.4.2. (20 баллов)

Для создания катализатора 3 000 стеклянных шариков диаметром 0,5 мм поместили в 10 мл 0,0185 М раствора хлорида золота и провели электрохимическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов золота в растворе уменьшилась в два раза. Приняв, что плотность золота 19,33 г/см³, найдите толщину покрытия, образовавшегося на шариках. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу золота округлите до целого значения, $\pi = 3,1416$.

Решение

Найдем суммарную площадь поверхности всех шариков, выразив ее в квадратных сантиметрах для удобства пересчета.

$$r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{0,05}{2} \text{ cm}^2 = 0,025 \text{ cm}$$
 $S_1 = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3,1416 \cdot 0,025^2 = 0,007854 \text{ cm}^2$ $S = 0,007854 \cdot 3000 = 23,562 \text{ cm}^2$

Найдем, какое количество золота выпало на поверхности шариков. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Au} = v_{AuCl_3} = \frac{10 \cdot 0,0185}{1000} = 1,85 \cdot 10^{-4}$$
 моль

После осаждения:

$$C_{Au}=rac{0,0185}{2}=0,00925$$
 моль/л $v_{Au}=rac{10\cdot 0,00925}{1000}=9,25\cdot 10^{-5}$ моль

Было осаждено на шариках:

$$v_{Au} = 0,000185 - 0,0000925 = 0,0000925 = 9,25 \cdot 10^{-5}$$
 моль

Найдем массу и объем золота на поверхности шариков:

$$m_{Au} = v \cdot M = 9,25 \cdot 10^{-5} \cdot 197 = 0,01822 \ \Gamma$$
 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,0182}{219,33} = 0,000943 \ \text{см}^3$

Найдем толщину покрытия на шариках:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,000943}{23,562} = 4,00 \cdot 10^{-5} \text{ см} = 400 \text{ нм}$$

Ответ: 400 ± 2 .

Задача І.2.4.3. (20 баллов)

Для полного гидрирования некоторой навески графена до графана потребовался объем водорода (н. у.), количественно равный суммарному объему газообразных продуктов (продукта), выделившихся при электролизе раствора сульфата меди в течение 20 мин при силе тока 7,04 А. Масса продукта электролиза связана с протекающим через ячейку током законом $m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}$, где m = масса продукта (г), M - молярная масса продукта (г/моль), I - сила тока (A), t - время (c), z - число электронов на один ион, подвергнутый электролизу, F = 96500 Кл/моль — постоянная Фарадея. Вычислите массу исходной навески графена. Ответ округлите до сотых.

Решение

Запишем выражение для электролиза раствора хлорида натрия:

$$CuSO_4 + H_2O \rightarrow$$

Катод:

$$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu^0$$

Анод:

$$SO_4^{2-} \rightarrow /$$

$$2H_2O - 4e \rightarrow O_2^0 + 4H^+$$

 $2CuSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$

Выделился один газообразный продукт: кислород.

Для удобства расчета перейдем от объемов и масс газов к количеству веществ. Для этого преобразуем выражение для объединенного закона Фарадея, приведенное в условии. Поделив обе части выражения на молярную массу, получим:

$$v=rac{m}{M}=rac{I\cdot t}{z\cdot F}$$
 $v_{O_2}=rac{7,04A\cdot 20\cdot 60}{4\cdot 96500}=0,022$ моль

Тогда количество водорода, пошедшее на реакцию с графеном, равно 0,022 моль. Запишем реакцию графена с водородом, учитывая, что при гидрировании до графана к каждому атому углерода присоединяется один атом водорода:

$$2C+H_2=2CH$$
 $v_C=0,022\cdot 2=0,044$ моль $m_C=0,044$ моль $\cdot 12$ г/моль $=0,53$ г

Ответ: 0.53 ± 0.01 .

Задача І.2.4.4. (25 баллов)

Для нанесения металлического покрытия газофазным методом в реактор объемом 1 л поместили 0.7917 г комплексного соединения неизвестного металла и нагрели до $160^{\circ}C$. После полной сублимации соединения температуру увеличили до $400^{\circ}C$ и выдерживали до полного разложения комплекса. По окончании процесса давление в реакторе увеличилось на 89.9 кПа по сравнению с давлением при температуре сублимации. Оставшийся в реакторе газ, стабильный при н. у., собрали и сожгли. Полученный в результате газ полностью поглотили избытком известковой воды и получили 1.8 г осадка. Установите металл, который использовали для создания покрытия, и запишите его русское название.

Решение

Рассмотрим реакцию, в которую вступает газообразный продукт горения. Он реагирует с известковой водой (гидроксидом кальция) с образованием осадка. Это характерная реакция на углекислый газ, а продукт — карбонат кальция:

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Из уравнения реакции видно, что:

$$c_{CO_2}=v_{CaCO_3}=rac{1,8\ \Gamma}{40+12+16\cdot 3}=rac{1,8}{100}=0,018$$
 моль

Из условий задачи известно, что продукт горения — газ, который полностью поглотился известковой водой. Следовательно, углекислый газ — это единственный продукт горения. Таким образом, после разложения комплекса в реакторе остался монооксид углерода CO. Уравнение реакции горения:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

$$v_{CO} = v_{CO_2} = 0,018$$
 моль

Используя уравнение Менделеева – Клапейрона, найдем давление в реакторе после разложения:

$$PV = \frac{m}{M}RT = vRT$$

$$P = \frac{vRT}{V} = \frac{0,018 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot K} \cdot 673K}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 100716 \text{ Па} = 100,716 \text{ кПа}$$

На данном этапе решения задачи может возникнуть сомнение, что газообразный продукт разложения — это некий непредельный углеводород, который также может выступать в качестве лиганда в комплексном соединении. Однако это предположение легко опровергнуть. Для этого запишем общую формулу углеводорода как $C_x H_y$, причем $x \geqslant 2$. Тогда уравнение горения:

$$C_x H_y + O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

Из уравнения видно, что из 1 моль углеводорода получается x моль углекислого газа. Следовательно:

$$v_{C_x H_y} = \frac{v_{CO_2}}{x}$$

При x = 2v = 0,009 моль. Тогда давление в реакторе:

$$P = \frac{vRT}{V} = \frac{0,009 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\Pi^{\text{ж}}}{\text{моль} \cdot K} \cdot 673K}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 50358 \text{ }\Pi \text{a} = 50,358 \text{ }\kappa\Pi \text{a}$$

Это значение, равно как и значения при x>2, не подходит по условию задачи, так как давление в реакторе после разложения увеличилось на 89,9 кПа. Таким образом, в состав комплекса в качестве лигандов входил именно монооксид углерода. Найдем давление в реакторе до начала разложения:

$$P_0 = P - 136, 8 = 100,716 - 89, 9 = 10,816$$
 кПа

Воспользовавшись уравнением Менделеева – Клайперона, найдем количество вещества в реакторе до разложения:

$$v=rac{PV}{RT}=rac{10816~\Pi ext{a}\cdot 1\cdot 10^{-3}~ ext{m}^3}{38,314rac{ extstyle J_{ ext{ж}}}{ extstyle MOTE,K}\cdot 433K}=0,003~ ext{моль}$$

Запишем уравнение разложения карбонильного комплекса неизвестного металла:

$$M(CO)_n = M + nCO$$

Поскольку рассчитанное количество комплекса составляет 0,003 моль, а количество монооксида углерода 0,018 моль, несложно рассчитать число молекул CO, входящих в состав комплекса:

$$n = \frac{0,018}{0,003} = 6$$

Молярная масса комплекса:

$$M=rac{m}{v}=rac{0,7917\ ext{г}}{0,003\ ext{моль}}=263,9\ ext{г/моль}$$

Рассчитаем атомную массу металла:

$$A_r = 263, 9 - 28 \cdot 6 = 95, 9$$
 г/моль

Эта атомная масса соответствует молибдену.

Ответ: Молибден.

Задача І.2.4.5. (25 баллов)

Навеску 9,095 мг сульфида свинца сожгли в токе кислорода. Выделившийся газ пропустили через 400 мл бромной воды. Газ целиком поглотился, бромная вода полностью обесцветилась, а рН получившегося раствора составил 3,44. Найдите массовую долю примеси в исходной навеске, дайте ответ с точностью до сотых. Считать все электролиты в растворе полностью продиссоциировавшими. Атомную массу свинца округлить до десятых.

Решение

Запишем уравнения протекающих реакций:

$$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$$

 $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HBr$

И серная, и бромоводородная кислоты являются сильными. Поскольку по условию задачи они считаются полностью продиссоциировавшими, обе они вносят вклад в величину рH, а вкладом диссоциации воды можно пренебречь.

Вычислим концентрацию ионов водорода:

$$pH = -lg[(H^+)] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.44} = 0,000363$$
 моль/л

Количество ионов водорода в указанном объеме:

$$v_{H^+} = rac{0,000363 \,\,{
m MOJb} \cdot 400 \,\,{
m MJ}}{1000 \,\,{
m MJ}} = 0,0001452 \,\,{
m MOJb}$$

Рассмотрим уравнение реакции оксида серы с бромной водой. Из него видно, что на 1 моль прореагировавшего SO_2 приходится 4 моль образовавшихся ионов водорода. Тогда

$$v_{SO_2} = \frac{0,000145}{24} = 3,63 \cdot 10^{-5}$$
 моль

Согласно уравнению реакции горения сульфида свинца, из 1 моль PbS образуется 1 моль SO_2 . Тогда:

$$v_{PhS} = 3,63 \cdot 10^{-5}$$
 моль

Найдем массу сгоревшего сульфида свинца:

$$m = v \cdot M = 3,63 \cdot 10^{-5} (207,2+32) = 3,63 \cdot 10^{-5} \cdot 160 = 0,008683 \ \Gamma = 8,683 \ \text{м}$$
г

Массовые доли сульфида свинца и примесей в навеске:

$$\omega_{PbS} = \frac{8,683}{9,095} \cdot 100\% = 95,47\%$$

$$\omega_{\text{примеси}} = 100 - 95, 47 = 4,53\%$$

Ответ: $4,53 \pm 0.08$.

Третья попытка. Задачи 8–9 класса

Задача І.2.5.1. (10 баллов)

После реакции 1 моль некоторого элемента с бромом масса продукта оказалась в 2,97 раз выше массы исходного элемента. Найдите элемент и укажите его русское название.

Решение

Обозначим атомную массу неизвестного элемента как x. Зная, что валентность брома равна единице, можем записать общую формулу бромида как MXn, где n — валентность элемента. Тогда по условию задачи можно записать уравнение:

$$\frac{x+80n}{x} = 2,97$$

Решим это уравнение относительно x:

$$x + 80n = 2,97x$$

$$1,97x = 80n$$

$$x = 40,6n$$

Найдем, какой атомный вес металла получится при различных значениях n:

n	1	2	3
Ar	40,6	81,2	121,8
Элемент	-	_	Sb

Ответ: Сурьма.

Задача І.2.5.2. (20 баллов)

Пластинку диаметром 4 см поместили в 11 мл 0,019 М раствора хлорида платины и провели электрохимическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов платины в растворе уменьшилась в два раза, а на одной из сторон пластинки обнаружилось наноразмерное покрытие. Зная, что плотность платины составляет $21,45~\text{г/см}^3$, найдите толщину покрытия. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу платины округлите до целого значения, $\pi = 3.1416$. Изменением объема раствора пренебречь.

Решение

Найдем площадь пластинки:

$$r = \frac{d}{2} = 2 \text{ cm}$$

$$S = pr^2 = 3,1416 \cdot 2^2 = 12,57 \text{ cm}^2$$

Найдем, какое количество платины выпало на пластинке. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Pt} = v_{PtCl_4} = \frac{11 \cdot 0,019}{1000} = 2,09 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

После осаждения:

$$C_{Pt}=rac{0,019}{2}=0,0095$$
 моль/л $v_{Pt}=rac{11\cdot 0,0095}{1000}=1,045\cdot 10^{-4}$ моль

Было осаждено на пластинке:

$$v_{Pt} = 0,000209 - 0,0001045 = 0,0001045 = 1,045 \cdot 10^{-4}$$
 моль

Найдем массу и объем платины на пластинке:

$$m_{Pt} = v \cdot M = 1,045 \cdot 10^{-4} \cdot 195 = 0,0204$$
 г $V = \frac{m}{\rho} = 0,020421,45 = 0,00095 \text{ см}^3$

Найдем толщину покрытия на пластинке:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,00095}{12,57} = 7,56 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 756 \text{ HM}$$

Ответ: 756 ± 3 .

Задача І.2.5.3. (20 баллов)

К 81,6 г 5% раствора хлорида двухвалентной ртути последовательно прилили 16 мл 1,25 М раствора сульфида натрия, 5,88 г 20% раствора серной кислоты и 28 мл 0,25 М раствора хлорида кальция. Осадок высушили. Вычислите его массу, если известно, что один из выпавших осадков — гипс. Ответ дайте, округлив до десятых. При расчетах все атомные массы элементов округлить до целых.

Решение

Найдем количества всех указанных в условии веществ.

Хлорид ртути:

$$m_{HgCl_2}=rac{m_{ ext{ p-pa}}\omega}{100\%}=rac{81,6\cdot 5}{100}=4,08\$$
г $v_{HgCl_2}=rac{m}{M}=rac{4,08}{272}=0,015\$ моль $=15\$ ммоль $HgCl_2$

Сульфид натрия:

$$Na_2S = rac{16\ {
m MJ}\cdot 1,25\ {
m MOЛЬ}/{
m J}}{1000\ {
m MJ}} = 0,02\ {
m MОЛЬ} = 20\ {
m MMОЛЬ}\ Na_2S$$

Серная кислота:

$$m_{H_2SO_4}=rac{5,88\cdot 20}{100}=1,176$$
 г $v_{H_2SO_4}=rac{1,176}{98}=0,012$ моль $=12$ ммоль H_2SO_4

Хлорид кальция:

$$v_{CaCl_2}=rac{28\ \mathrm{MJ}\cdot 0,25\ \mathrm{MOЛь}/\mathrm{J}}{1000\ \mathrm{MJ}}=0,007\ \mathrm{MОЛь}=7\ \mathrm{MМОЛь}\ CaCl_2$$

На первом этапе в растворе протекает реакция:

$$HgCl_2+Na_2S o HgS\downarrow +2NaCl$$
 $v_{Na_2S}>v_{HgCl_2} o$ считаем по $HgCl_2$ $v_{HgS}=v_{HgCl_2}=15$ ммоль

Запишем, какие вещества и в каком количестве выпали в осадок и остались в растворе:

Прилили	В растворе	В осадке
$15HgCl_2$	$15Hg^{2+}, 30Cl^{-}$	-
$20Na_2S$	$40Na^+$	15HgS
	$5S^{2-}, 30Cl^{-}$	

После приливания к раствору серной кислоты протекает реакция ионов водорода с сульфид-ионами и образуется суроводород, который улетучивается из системы:

$$Na_2S + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2S \uparrow$$

При этом израсходуется серной кислоты:

$$v_{H_2SO_4} = Na_2S = 5$$
 ммоль

Однако серная кислота не вступает в реакцию с осадком, поскольку сульфид ртути не растворим даже в сильных кислотах. Таким образом, в системе имеется:

Прилили	В растворе	В осадке
$12H_2SO_4$	$40Na^+, 14H^+$	15HgS
	$12SO_4^{2-}, 30Cl^-$	

После добавления хлорида кальция протекает реакция образования гипса. Как известно, гипс— это двухводный сульфат кальция:

$$CaCl_2 + Na2SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O + 2NaCl$$
 $v_{Ca^{2+}} < v_{SO_4^{2-}} \rightarrow v_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = v_{Ca^{2+}} = 7$ ммоль

Гипс также нерастворим в кислотах и не реагирует с имеющимися в растворе ионами водорода. Тогда получаем:

Прилили	В растворе	В осадке
$7CaCl_2$	$40Na^+, 14H^+$	15HgS
	$5SO_4^{2-}, 44Cl^-$	$7CaSO_4 \cdot 2H_2O$

Рассчитаем массы выпавших осадков:

$$m_{HgS} = v \cdot M = 0,0015 \cdot 233 = 3,495 \ \Gamma$$

 $m_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = 0,007 \cdot 172 = 1,204 \ \Gamma$
 $1,204 + 3,495 = 4,699 \ \Gamma = 4,7 \ \Gamma$

Ответ: 4.7 ± 0.1 .

Задача І.2.5.4. (25 баллов)

3,58 г смеси цинковой и алюминиевой стружки обработали избытком раствора гидроксида натрия. При этом выделился такой объем газа, которого хватило на полное восстановление 9,276 г оксида вольфрама (VI) до металлического вольфрама. Рассчитайте массу цинка в исходной смеси. При расчете атомные массы элементов округлить до десятых. Ответ дать с точностью до сотых.

Решение

Найдем, какое количество водорода было затрачено на восстановление оксида вольфрама:

$$WO_3+3H_2=W+3H_2O$$
 $H_2=3\cdot v_{WO_3}=3\cdot rac{9,276}{231,9}=3\cdot 0,04=0,12$ моль

Запишем уравнения взаимодействия цинка и алюминия со щелочью:

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$$

 $Zn + NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

Как видно из уравнений, из 1 моль алюминия образуется 1,5 моль водорода, из 1 моль цинка — 1 моль водорода.

Обозначим за x моль количество алюминия, y — количество цинка в смеси. Тогда можно записать систему уравнений:

$$\begin{cases} 1,5x + y = 0,12, \\ 27x + 65,4y = 3,58 \end{cases}$$
$$y = 0,12 - 1,5x$$
$$27x + 65,4(0,12 - 1,5x) = 3,58$$
$$71,1x = 4,268$$
$$x = 0.06$$

Тогда найдем количество и массу цинка:

$$v_{Zn}=0,12-1,5v_{Al}=0,12-0,09=0,03$$
 моль $m_{Zn}=0,03\cdot 65,4=1,96$ г

Ответ: $1,96 \pm 0,01$.

$Задача I.2.5.5. \ (25 \ баллов)$

В герметично закрытый перчаточный ящик поместили два открытых химических стакана. В первом стакане находилось 10 г олеума с массовой долей серной кислоты 80%. Во втором стакане находилось 10 г 12% раствора поваренной соли. Стаканы оставили на ночь. На следующий день концентрация серной кислоты в первом стакане перестала изменяться и вновь стала равной 80%. При этом влажность воздуха в ящике осталась неизменной. Найдите массовую долю соли во втором стакане. Дайте ответ с точностью до сотых.

Решение

Известно, что олеум, или раствор SO_3 в серной кислоте, является водоотнимающим агентом. Концентрации веществ в стаканах изменяются за счет того, что олеум отнимает испаряющуюся из второго стакана воду, а содержащийся в нем триоксид серы превращается в серную кислоту. Концентрированная серная кислота также поглощает воду. Следовательно, после прошедшей реакции возможно только одно состояние системы, в котором концентрация серной кислоты в стакане станет вновь равной 80%: оксид полностью прореагировал, превратившись в серную кислоту, а оставшиеся 20% массы — это поглощенная вода.

Найдем массу серной кислоты и оксида серы в олеуме:

$$m_{H_2SO_4} = rac{10 \ \Gamma \cdot 80\%}{100\%} = 8 \ \Gamma$$
 $m_{SO_3} = 10 - 8 = 2 \ \Gamma$

Запишем уравнение реакции оксида серы с водой:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Из уравнения видно, что из 1 моль оксида серы образуется 1 моль кислоты. Найдем количество серной кислоты, которая образовалась из данного количества оксида:

$$v_{H_2SO_4} = v_{SO_3} = \frac{2 \; \Gamma}{80 \; \Gamma / \; \text{моль}} = 0,025 \; \text{моль}$$

$$m_{H_2SO_4} = 98$$
 г моль $\cdot 0,025$ моль $= 2,45$ г

Таким образом, суммарная масса серной кислоты в растворе после окончания реакции равна:

$$m_{\text{обш}} = 8 + 2,45 = 10,45 \text{ }\Gamma$$

Найдем массу раствора, зная массовую долю кислоты в растворе:

Увеличение массы раствора произошло за счет поглощенной воды (включая воду, пошедшую на образование серной кислоты из оксида). Найдем массу поглощенной воды:

$$m_{H_2O} = 13,06 - 10 = 3,06 \text{ }\Gamma$$

Поскольку влажность воздуха не изменилась, то масса воды, поглощенной олеумом, равна массе воды, испарившейся из раствора соли. Тогда для второго стакана найдем:

$$m_{NaCl} = rac{10 \cdot 12\%}{100\%} = 1, 2$$
 г

$$m_{ ext{ p-pa}2} = 10 - 3,06 = 6,94$$
 г

$$\omega_2 = \frac{1,2}{6,94} \cdot 100\% = 17,29\%$$

Ответ: $17,29 \pm 0,02$.

Третья попытка. Задачи 10–11 класса

Задача І.2.6.1. (10 баллов)

При бромировании 1 моль образца фуллерена неизвестного состава масса продукта оказалась больше массы исходного вещества в 1,952 раза. При гидрировании 0,01 моль того же фуллерена получено 8,5 г продукта. Элементный анализ показал, что число атомов брома в первом продукте равно числу атомов водорода во втором. Установите и запишите брутто-формулу фуллерена.

Решение

Запишем в общем виде уравнения бромирования и хлорирования фуллерена. Учтем, что присоединение галогенов происходит только за счет разрыва двойных связей в молекулах фуллерена.

$$C_x + \frac{y}{2}Br_2 = C_x Br_y$$

$$C_x + \frac{y}{2}H_2 = C_x H_y$$

Для первой реакции можно записать выражение:

$$\frac{12x + 80y}{12x} = 1,952$$

Рассмотрим вторую реакцию. Поскольку по уравнению из 1 моль фуллерена образуется 1 моль продукта, то:

$$v_{C_x H_y} = v_{C_x} = 0,01$$
 моль

Тогда масса 1 моля продукта (молярная масса):

$$M_{C_x H_y} = rac{8,5 \; \Gamma}{0,01 \; ext{моль}} = 850 \; \Gamma/ ext{моль}$$
 $M_{C_x H_y} = 12x + y$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{12x+80y}{12x} = 1,952, \\ 12x+y = 850 \end{cases}$$

$$x = \frac{850-y}{12}$$

$$\frac{850-y+80y}{850-y} = 1,952$$

$$850+79y = 1659, 2-1,952y$$

$$80,952y = 809, 2$$

$$y = 10$$

Тогда количество атомов углерода, входящее в состав фуллерена:

$$x = \frac{850 - 10}{12} = 70$$

Ответ: С70.

Задача І.2.6.2. (20 баллов)

Для создания катализатора 1800 стеклянных шариков диаметром 0,8 мм поместили в 16 мл 0,0136 М раствора хлорида платины и провели электрохимическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов платины в растворе уменьшилась в два раза. Зная, что плотность платины $21,45 \text{ г/см}^3$, найдите толщину покрытия, образовавшегося на шариках. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу платины округлите до целого значения, $\pi = 3.1416$.

Решение

Найдем суммарную площадь поверхности всех шариков, выразив ее в квадратных сантиметрах для удобства пересчета:

$$r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{0,08}{2} \text{ см} = 0,04 \text{ см}$$
 $S_1 = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3,1416 \cdot 0,04^2 = 0,00201 \text{ см}^2$ $S = 0,00201 \cdot 1800 = 36,191 \text{ см}^2$

Найдем, какое количество платины выпало на поверхности шариков. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Pt} = v_{PtCl_4} = \frac{16 \cdot 0,0136}{1000} = 2,176 \cdot 10^{-4}$$
 моль

После осаждения:

$$C_{Pt}=rac{0,0136}{2}=0,0068$$
 моль/л $v_{Pt}=rac{16\cdot 0,0068}{1000}=1,088\cdot 10^{-4}$ моль

Было осаждено на шариках:

$$v_{Pt} = 0,0002176 - 0,0001088 = 0,0001088 = 1,088 \cdot 10^{-4}$$
 моль

Найдем массу и объем золота на поверхности шариков:

$$m_{Au} = v \cdot M = 1,088 \cdot 10^{-4} \cdot 195 = 0,02122 \text{ г}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,0212}{221,45} = 0,000989 \text{ см}^3$$

Найдем толщину покрытия на шариках:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,000989}{36,191} = 2,73 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 273 \text{ HM}$$

Ответ: 273 ± 2 .

Задача І.2.6.3. (20 баллов)

Для полного гидрирования некоторой навески графена до графана потребовался объем водорода (н. у.), количественно равный суммарному объему газообразных продуктов, выделившихся на электродах при электролизе раствора хлорида меди в течение 18 мин при силе тока 5,9 А. Масса продукта электролиза связана с протекающим через ячейку током законом $m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}$, где m — масса продукта (г), M — молярная масса продукта (г/моль), I — сила тока (А), t — время (с), z — число электронов, соответствующее превращению одной молекулы продукта, $F = 96500 \text{ K}_{\text{Л}}/\text{моль}$ — постоянная Фарадея. Вычислите массу исходной навески графена. Ответ округлите до сотых.

Решение

Запишем выражение для электролиза раствора хлорида натрия:

$$CuCl_2 + H_2O \rightarrow$$

Катод:

$$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu^0$$

Анод:

$$2Cl^{-} - 2e \rightarrow Cl_{2}^{0}$$

$$CuCl_{2} \rightarrow Cu + Cl_{2}$$

Выделился один газообразный продукт: хлор.

Для удобства расчета перейдем от объемов и масс газов к количеству веществ. Для этого преобразуем выражение для объединенного закона Фарадея, приведенное в условии. Поделив обе части выражения на молярную массу, получим:

$$v=rac{m}{M}=rac{I\cdot t}{z\cdot F}$$
 $v_{Cl_2}=rac{5,9A\cdot 18\cdot 60}{2\cdot 96500}=0,033$ моль

Тогда количество водорода, пошедшее на реакцию с графеном, равно 0,033 моль.

Запишем реакцию графена с водородом, учитывая, что при гидрировании до графана к каждому атому углерода присоединяется один атом водорода:

$$2C+H_2=2CH$$
 $v_C=0,033\cdot 2=0,066$ моль $m_C=0,066$ моль $\cdot 12$ г/моль $=0,792=0,79$ г

Ответ: 0.79 ± 0.01 .

Задача І.2.6.4. (25 баллов)

Для нанесения металлического покрытия газофазным методом в реактор объемом 1 л поместили 1,76 г комплексного соединения неизвестного металла и нагрели до $150^{\circ}C$. После полной сублимации соединения температуру увеличили до $200^{\circ}C$ и выдерживали до полного разложения комплекса. По окончании процесса давление в реакторе увеличилось на 160,63 кПа по сравнению с давлением при температуре сублимации. Оставшийся в реакторе газ, стабильный при н. у., собрали и сожгли. Полученный в результате газ полностью поглотили избытком известковой воды и получили 4,8 г осадка. Установите металл, который использовали для создания покрытия, и запишите его русское название.

Решение

Рассмотрим реакцию, в которую вступает газообразный продукт горения. Он реагирует с известковой водой (гидроксидом кальция) с образованием осадка. Это характерная реакция на углекислый газ, а продукт — карбонат кальция:

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Из уравнения реакции видно, что:

$$v_{CO_2}=v_{CaCO_3}=rac{4,8\ ext{ }\Gamma}{40+12+16\cdot 3}=rac{4,8}{100}=0,048$$
 моль

Из условий задачи известно, что продукт горения — газ, который полностью поглотился известковой водой. Следовательно, углекислый газ — это единственный продукт горения. Таким образом, после разложения комплекса в реакторе остался монооксид углерода CO. Уравнение реакции горения:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$
 $v_{CO} = v_{CO_2} = 0,048$ моль

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона, найдем давление в реакторе после разложения:

$$PV = \frac{mM}{RT} = vRT$$

$$P = \frac{vRT}{V} = \frac{0,048 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Джь}}{\text{моль} \cdot K} \cdot 473K}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 188761 \text{ Па} = 188,761 \text{ кПа}$$

На данном этапе решения задачи может возникнуть сомнение, что газообразный продукт разложения — это некий непредельный углеводород, который также может выступать в качестве лиганда в комплексном соединении. Однако это предположение легко опровергнуть. Для этого запишем общую формулу углеводорода как CxHy, причем $x\geqslant 2$. Тогда уравнение горения:

$$C_x H_y + O_2 \to xCO_2 + \frac{y}{2} H_2 O$$

Из уравнения видно, что из 1 моль углеводорода получается x моль углекислого газа. Следовательно:

$$v_{C_x H_y} = \frac{vCO_2}{r}$$

При x = 2v = 0,024 моль. Тогда давление в реакторе:

$$P = \frac{vRT}{V} = \frac{0,0024 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot K}.473K}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 94381 \text{ Па} = 94,38 \text{ кПа}$$

Это значение, равно как и значения при x>2, не подходит по условию задачи, так как давление в реакторе после разложения увеличилось на 160,63 кПа. Таким образом, в состав комплекса в качестве лигандов входил именно монооксид углерода. Найдем давление в реакторе до начала разложения:

$$P_0 = P - 136, 8 = 188,761 - 160,63 = 28,131$$
 кПа

Воспользовавшись уравнением Менделеева – Клайперона, найдем количество вещества в реакторе до разложения:

$$v=rac{PV}{RT}=rac{28131\ \Pi ext{a}\cdot 1\cdot 10^{-3}\ ext{m}^3}{8,314rac{\Pi ext{ж}}{ ext{моль}\cdot K}\cdot 423K}=0,008\ ext{моль}$$

Запишем уравнение разложения карбонильного комплекса неизвестного металла:

$$M(CO)_n = M + nCO$$

Поскольку рассчитанное количество комплекса составляет $0{,}008$ моль, а количество монооксида углерода $0{,}048$ моль, несложно рассчитать число молекул CO, входящих в состав комплекса:

$$n = \frac{0,048}{0,008} = 6$$

Молярная масса комплекса:

$$M = rac{m}{v} = rac{1,76 \; \Gamma}{0,008 \; ext{моль}} = 220 \; \Gamma/ ext{моль}$$

Рассчитаем атомную массу металла:

$$A_r = 220 - 28 \cdot 6 = 52$$
 г/моль

Эта атомная масса соответствует хрому.

Ответ: Хром.

Задача І.2.6.5. (25 баллов)

Навеску 10,155 мг сульфида никеля сожгли в токе кислорода. Выделившийся газ пропустили через 800 мл бромной воды. Газ целиком поглотился, бромная вода полностью обесцветилась, а рН получившегося раствора составил 3,27. Найдите массовую долю примеси в исходной навеске, дайте ответ в процентах с точностью до сотых. Считать все электролиты в растворе полностью продиссоциировавшими. При расчетах все атомные массы округлять до десятых. При расчете концентрации ионов водорода взять четыре значащие цифры после запятой.

Решение

Запишем уравнения протекающих реакций:

$$2NiS + 3O_2 = 2NiO + 2SO_2$$

$$SO_2 + Br_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HBr$$

И серная, и бромоводородная кислоты являются сильными. Поскольку по условию задачи они считаются полностью продиссоциировавшими, обе они вносят вклад в величину рН, а вкладом диссоциации воды можно пренебречь. Вычислим концентрацию ионов водорода:

$$pH = -lg([H^+]) \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,27} = 0,0005370$$
 моль/л

Количество ионов водорода в указанном объеме:

$$v_{H^+} = rac{0,0005370 \; ext{моль} \cdot 800 \; ext{мл}}{1000 \; ext{мл}} = 0,0004296 \; ext{моль}$$

Рассмотрим уравнение реакции оксида серы с бромной водой. Из него видно, что на 1 моль прореагировавшего SO_2 приходится 4 моль образовавшихся ионов водорода. Тогда:

$$v_{SO_2} = \frac{0,0004296}{4} = 0,0001074$$
 моль

Согласно уравнению реакции горения сульфида никеля, из 1 моль NiS образуется 1 моль SO_2 . Тогда:

$$v_{NiS} = 0,0001974$$
 моль

Найдем массу сгоревшего сульфида никеля:

$$m = v \cdot M = 0,0001074 \cdot 58,7 + 32,1 = 0,0001074 \cdot 90,8 = 0,009752 \text{ f} = 9,752 \text{ M}\text{T}$$

Массовые доли сульфида никеля и примесей в навеске:

$$\omega_{NiS} = \frac{9,752}{10,155} \cdot 100\% = 96,03\%$$

$$\omega_{\text{примеси}} = 100 - 96,03 = 3,97\%$$

Ответ: 3.97 ± 0.05 .

Четвертая попытка. Задачи 8-9 класса

Задача І.2.7.1. (10 баллов)

При взаимодействии 1 моль некоторого элемента с водородом масса гидрида оказалась в $1{,}05$ раз выше массы исходного элемента. Найдите элемент и укажите его русское название.

Решение

Обозначим атомную массу неизвестного элемента как x. Зная, что валентность водорода равна единице, можем записать общую формулу гидрида как MX_n , где n валентность элемента. Тогда по условию задачи можно записать уравнение:

$$\frac{x+n}{x} = 1,05$$

Решим это уравнение относительно x:

$$x + n = 1,05x$$
$$0,05x = n$$
$$x = 20n$$

Найдем, какой атомный вес металла получится при различных значениях n:

n	1	2	3	4
Ar	20	40	60	80
Элемент	-	Ca	-	Br

Поскольку бром не проявляет степени окисления +4 в соединении с водородом, верным ответом является кальций.

Ответ: Кальций.

Задача І.2.7.2. (20 баллов)

Пластинку размером 5×3 см поместили в 12 мл 0,018 М раствора хлорида меди и провели электрохимическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов меди в растворе уменьшилась в два раза, а на одной из сторон пластинки обнаружилось наноразмерное покрытие. Зная, что плотность меди составляет $8,96 \text{ г/см}^3$, найдите толщину покрытия. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу меди округлите до десятых. Изменением объема раствора пренебречь.

Решение

Найдем площадь пластинки:

$$S = 5 \cdot 3 = 15 \text{ cm}^2$$

Найдем, какое количество платины выпало на пластинке. В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Cu} = v_{CuCl_2} = \frac{12 \cdot 0,018}{1000} = 2,16 \cdot 10^{-4}$$
 моль

После осаждения:

$$C_{Cu} = 0,0182 = 0,009$$
 моль/л

$$v_{Cu} = \frac{12 \cdot 0,009}{1000} = 1,08 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

Было осаждено на пластинке:

$$v_{Cu} = 0,000216 - 0,000108 = 0,000108 = 1,08 \cdot 10^{-4}$$
 моль

Найдем массу и объем платины на пластинке:

$$m_{Cu} = v \cdot M = 1,08 \cdot 10^{-4} \cdot 63, 5 = 0,006858 \text{ f}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,006858}{8,96} = 0,0007654 \text{ cm}^3$$

Найдем толщину покрытия на пластинке:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,0007654}{15} = 5, 1 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 510 \text{ HM}$$

Ответ: 510 ± 3 .

$3 a дача \ I.2.7.3. \ \ (20 \ баллов)$

К 9,1 г 16% раствора хлорида бария последовательно прилили 20 мл 0,3 М раствора сульфата цинка, 7,1 г 15% раствора нитрата алюминия и 40 мл 1,6 М раствора гидроксида аммония. Осадок высушили. Вычислите его массу. Ответ дайте, округлив до сотых. При расчетах все атомные массы элементов округлить до целых, атомную массу хлора до десятых.

Решение

Найдем количества всех указанных в условии веществ.

Хлорид бария:

$$m_{BaCl_2}=rac{m_{ ext{ p-pa}}\omega}{100\%}=rac{9,1\cdot 16}{100}=1,456\$$
г $v_{BaCl_2}=rac{m}{M}=rac{1,456}{208}=0,007\$ моль $=7\$ ммоль $BaCl2$

Сульфат цинка:

$$v_{ZnSO_4}=rac{20~{
m MJ}\cdot 0,3~{
m MOJb}/{
m J}}{1000~{
m MJ}}=0,006~{
m MOJb}=6~{
m MMOJb}~ZnSO_4$$

Нитрат алюминия:

$$m_{Al(NO_3)_3}=rac{7,1\cdot 15}{100}=1,065$$
 г $v_{Al(NO_3)_3}=rac{1,065}{213}=0,005$ моль $=5$ ммоль $Al(NO_3)_3$

Гидроксид аммония:

$$v_{NH_4OH} = rac{40 \; \mathrm{M}\mathrm{J} \cdot 1, 6 \; \mathrm{MOJb}/\mathrm{J}}{1000 \; \mathrm{M}\mathrm{J}} = 0,064 \; \mathrm{MOJb} = 64 \; \mathrm{MМОJb} \; NH_4OH$$

На первом этапе в растворе протекает реакция:

$$BaCl_2 + ZnSO_4BaSO_4 \downarrow + ZnCl_2$$
 $v_{BaCl_2} > v_{ZnSO_4} \Rightarrow$ считаем по $ZnSO_4$ $v_{BaSO_4} = v_{ZnSO_4} = 6$ ммоль

Запишем, какие вещества и в каком количестве выпали в осадок и остались в растворе:

Прилили	В растворе	В осадке
$7BaCl_2$	$7Ba^{2+}$	-
	$14Cl^-$	
$6ZnSO_4$	$Ba^{2+}, 6Zn^{2+}$	$6BaSO_4$
	$14Cl^-$	

После приливания к раствору нитрата алюминия не протекает никакой реакции, которая привела бы к образованию осадка, газа или воды.

Прилили	В растворе	В осадке
$5Al(NO_3)_3$	$Ba^{2+}, 6Zn^{2+}, 5Al^{3+}$	$6BaSO_4$
	$14Cl^{-}, 15NO_{3}^{-}$	

После добавления гидроксида аммония в осадок выпадают сразу два нерастворимых гидроксида — алюминия и цинка:

$$Al(NO_3)_3 + 3NH_4OHAl(OH)_3 \downarrow +3NH_4NO_3$$
 $v_{Al^{3+}} < v_{OH^-} \rightarrow v_{Al(OH)_3} = v_{Al^{3+}} = 5$ ммоль $ZnCl2 + 2NH4OH \rightarrow Zn(OH)_2 + 2NH4Cl$ $v_{Zn^{2+}} < v_{OH^-} \rightarrow v_{Zn(OH)_2} = v_{Zn^{2+}} = 6$ ммоль

Рассчитаем остаток гидроксида аммония после двух данных реакций:

$$v_{NH_4OH} = 64 - 3 \cdot 5 - 2 \cdot 6 = 37$$
 ммоль

Известно, что гидроксид аммония является достаточно слабой щелочью, поэтому гидроксид алюминия в ней не растворяется. Однако гидроксид цинка растворяется в гидроксиде аммония, образуя комплексный аммиакат:

$$Zn(OH)2 + 4NH_4OH \rightarrow ZnNH34OH_2 + 4H_2O$$

Как видно из реакции, на полное взаимодействие с 6 ммоль гидроксида цинка требуется 24 ммоль гидроксида аммония. Таким образом, гидроксид аммония полностью растворяется. Итого имеем:

Прилили	В растворе	В осадке
$64NH_4OH$	$Ba^{2+}, 6[ZnNH34]^{2+}, 40NH4^{+}$	$6BaSO_4$
	$14Cl^{-}, 15NO_{3}^{-}, 25OH^{-}$	$5Al(OH)_3$

Рассчитаем массы выпавших осадков:

$$m_{BaSO_4} = v \cdot M = 0,0006 \cdot 233 = 1,398 \ \Gamma$$

 $m_{Al(OH)_3} = 0,00578 = 0,39 \ \Gamma$
 $1,398 + 0,39 = 1,788 \ \Gamma = 1,79 \ \Gamma$

Ответ: $1,79 \pm 0.02$.

Задача І.2.7.4. (25 баллов)

4,77 г смеси цинковой и алюминиевой стружки обработали избытком раствора гидроксида натрия. При этом выделился такой объем газа, которого хватило на полное восстановление 8,099 г смешанного оксида железа Fe_3O_4 до металлического железа. Рассчитайте массу цинка в исходной смеси. При расчете атомные массы элементов округлить до десятых. Ответ дать с точностью до сотых.

Решение

Найдем, какое количество водорода было затрачено на восстановление оксида железа:

$$Fe_3O_4+4H_2=3Fe+4H_2O$$
 $v_{H_2}=4\cdot v_{WO_3}=4\cdot rac{8,099}{231,4}=3\cdot 0,035=0,14$ моль

Запишем уравнения взаимодействия цинка и алюминия со щелочью:

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$$

 $Zn + NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

Как видно из уравнений, из 1 моль алюминия образуется 1,5 моль водорода, из 1 моль цинка — 1 моль водорода. Обозначим за x моль количество алюминия, y — количество цинка в смеси. Тогда можно записать систему уравнений:

$$\begin{cases} 1,5x + y = 0,14, \\ 27x + 65,4y = 4,77 \end{cases}$$
$$y = 0,14 - 1,5x$$
$$27x + 65,4(0,14 - 1,5x) = 4,77$$
$$71,1x = 4,386$$
$$x = 0.062$$

Тогда найдем количество и массу цинка:

$$v_{Zn}=0,14-1,5v_{Al}=0,14-0,093=0,047$$
 моль $m_{Zn}=0,047\cdot65,4=3,07$ г

Ответ: 3.07 ± 0.05 .

Задача І.2.7.5. (25 баллов)

В герметично закрытый перчаточный ящик поместили два открытых химических стакана. В первом стакане находилось 15 г олеума с массовой долей серной кислоты 84%. Во втором стакане находилось 15 г 5% раствора поваренной соли. Стаканы оставили на ночь. На следующий день концентрация серной кислоты в первом стакане перестала изменяться и вновь стала равной 84%. При этом состав воздуха в ящике остался неизменным. Найдите массовую долю соли во втором стакане. Дайте ответ в процентах с точностью до сотых.

Решение

Известно, что олеум, или раствор SO_3 в серной кислоте, является водоотнимающим агентом. Концентрации веществ в стаканах изменяются за счет того, что олеум отнимает испаряющуюся из второго стакана воду, а содержащийся в нем триоксид серы превращается в серную кислоту. Концентрированная серная кислота также поглощает воду. Следовательно, после прошедшей реакции возможно только одно состояние системы, в котором концентрация серной кислоты в стакане станет вновь равной 84%: оксид полностью прореагировал, превратившись в серную кислоту, а оставшиеся 16% массы — это поглощенная вода.

Найдем массу серной кислоты и оксида серы в олеуме:

$$m_{H_2SO_4} = rac{15 \ \Gamma \cdot 84\%}{100\%} = 12,6 \ \Gamma$$
 $m_{SO_3} = 15 - 12,6 = 2,4 \ \Gamma$

Запишем уравнение реакции оксида серы с водой:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Из уравнения видно, что из 1 моль оксида серы образуется 1 моль кислоты. Найдем количество серной кислоты, которая образовалась из данного количества оксида:

$$v_{H_2SO_4}=v_{SO_3}=rac{2,4\ \Gamma}{80\ \Gamma/{
m MOЛЬ}}=0,03\ {
m MОЛЬ}$$
 $m_{H_2SO_4}=98\ \Gamma/{
m MОЛЬ}\cdot 0,03\ {
m MОЛЬ}=2,94\ \Gamma$

Таким образом, суммарная масса серной кислоты в растворе после окончания реакции равна:

$$m_{\text{общ}} = 12, 6 + 2, 94 = 15, 54 \text{ }\Gamma$$

Найдем массу раствора, зная массовую долю кислоты в растворе:

$$m_{ ext{ p-pa}} = rac{15,54 \cdot 100\%}{84\%} = 18,5$$
 г

Увеличение массы раствора произошло за счет поглощенной воды (включая воду, пошедшую на образование серной кислоты из оксида). Найдем массу поглощенной воды:

$$m_{H_2O} = 18, 5 - 15 = 3, 5 \text{ }\Gamma$$

Поскольку влажность воздуха не изменилась, то масса воды, поглощенной олеумом, равна массе воды, испарившейся из раствора соли. Тогда для второго стакана найдем:

$$m_{NaCl} = rac{15 \cdot 5\%}{100\%} = 0,75$$
 г $m_{ ext{p-pa2}} = 15 - 3, 5 = 11,5$ г $\omega_2 = rac{0,75}{11.5} \cdot 100\% = 6,52\%$

Ответ: 6.52 ± 0.02 .

Четвертая попытка. Задачи 10–11 класса

3aдача I.2.8.1. (10 баллов)

При фторировании 1 моль образца фуллерена неизвестного состава масса продукта оказалась больше массы исходного вещества в 1,7917 раз. При гидрировании 0,01 моль того же фуллерена получено 9 г продукта. Элементный анализ показал, что число атомов фтора в первом продукте равно числу атомов водорода во втором. Установите и запишите брутто-формулу фуллерена. При расчете молярные массы округлять до целых.

Решение

Запишем в общем виде уравнения фторирования и гидрирования фуллерена. Учтем, что присоединение галогенов и водорода происходит только за счет разрыва двойных связей в молекулах фуллерена:

$$C_x + \frac{y}{2}F_2 = C_x F_y$$

$$C_x + \frac{y}{2}H_2 = C_x H_y$$

Для первой реакции можно записать выражение:

$$\frac{12x + 19y}{12x} = 1,7917$$

Рассмотрим вторую реакцию. Поскольку по уравнению из 1 моль фуллерена образуется 1 моль продукта, то:

$$v_{C_x H_y} = v_{C_x} = 0,01$$
 моль

Тогда масса 1 моля продукта (молярная масса):

$$M_{C_xH_y}=rac{9\ \Gamma}{0,01\ ext{моль}}=900\ \Gamma/ ext{моль}$$
 $M_{C_xH_y}=12x+y$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{12x+19y}{12x} = 1,7917, \\ 12x + y = 900 \end{cases}$$

$$x = \frac{900 - y}{12}$$

$$\frac{900 - y + 19y}{900 - y} = 1,7917$$

$$900 + 18y = 1612,53 - 1,7917y$$

$$19,7917y = 712,53$$

$$y = 36$$

Тогда количество атомов углерода, входящее в состав фуллерена:

$$x = \frac{900 - 36}{12} = 72$$

Ответ: С72.

Задача І.2.8.2. (20 баллов)

Для создания катализатора 2500 стеклянных шариков диаметром 0,6 мм поместили в 20 мл 0,016 М раствора хлорида меди и провели электрохимическое восстановление. После окончания процесса концентрация ионов меди в растворе уменьшилась в два раза. Зная, что плотность меди $8,96~\mathrm{r/cm^3}$, найдите толщину покрытия, образовавшегося на шариках. Ответ выразите в нм с точностью до целых. Атомную массу меди округлите до десятых, $\pi = 3,1416$. Изменением объема раствора пренебречь.

Решение

Найдем суммарную площадь поверхности всех шариков, выразив ее в квадратных сантиметрах для удобства пересчета:

$$r_1=rac{d_1}{2}=rac{0,06}{2}\ {
m cm}=0,03\ {
m cm}$$
 $S_1=4\pi r^2=4\cdot 3,1416\cdot 0,03^2=0,00113\ {
m cm}^2$ $S=0,00113\cdot 2500=28,2744\ {
m cm}^2$

Найдем, какое количество меди выпало на поверхности шариков.

В растворе до осаждения находилось:

$$v_{Cu} = v_{CuCl_2} = \frac{20 \cdot 0,016}{1000} = 3, 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

После осаждения:

$$C_{Cu}=rac{0,016}{2}=0,008$$
 моль/л $v_{Cu}=rac{20\cdot 0,008}{1000}=1,6\cdot 10^{-4}$ моль

Было осаждено на шариках:

$$v_{Cu} = 0,00032 - 0,00016 = 0,00016 = 1,6 \cdot 10^{-4}$$
 моль

Найдем массу и объем золота на поверхности шариков:

$$m_{Cu} = v \cdot M = 1, 6 \cdot 10^{-4} \cdot 63, 5 = 0,01016 \text{ г}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,01016}{8,96} = 0,001134 \text{ см}^3$$

Найдем толщину покрытия на шариках:

$$l = \frac{V}{S} = \frac{0,001134}{28,2744} = 4,01 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 401 \text{ HM}$$

Ответ: 401 ± 2 .

3aдача I.2.8.3. (20 баллов)

Для полного гидрирования некоторой навески графена до графана потребовался объем водорода (н. у.), количественно равный суммарному объему газообразных продуктов, выделившихся на электродах при электролизе раствора хлорида калия в течение 15 мин при силе тока 5,32 А. Масса продукта электролиза связана с протекающим через ячейку током законом $m=\frac{M\cdot I\cdot t}{z\cdot F}$, где m — масса продукта (г), M — молярная масса продукта (г/моль), I — сила тока (А), t — время (с), z — число электронов, соответствующее превращению одной молекулы продукта, $F=96500~{\rm Kn/моль}$ — постоянная Фарадея. Вычислите массу исходной навески графена. Ответ округлите до сотых.

Решение

Запишем выражение для электролиза раствора хлорида натрия:

$$KCl + H_2O \rightarrow$$

Катод:

$$K+ \rightarrow /$$

$$2H_2O + 2e \rightarrow H_2O + 2OH -$$

Анод:

$$2Cl^{-} - 2e \rightarrow Cl_{2}^{0}$$

$$2NaCl + 2H_{2}O \rightarrow H_{2} + Cl_{2} + 2NaOH$$

Выделилось два газообразных продукта: хлор и водород. Для удобства расчета перейдем от объемов и масс газов к количеству веществ. Для этого преобразуем выражение для объединенного закона Фарадея, приведенное в условии. Поделив обе части выражения на молярную массу, получим:

$$v=rac{m}{M}=rac{I\cdot t}{z\cdot F}$$
 $v_{Cl_2}=v_{H_2}=rac{5,32A\cdot 15\cdot 60}{2\cdot 96500}=0,0248$ моль

Тогда количество водорода, пошедшее на реакцию с графеном, равно:

$$v = 0,0248 \cdot 2 = 0,0496$$
 моль

Запишем реакцию графена с водородом, учитывая, что при гидрировании до графана к каждому атому углерода присоединяется один атом водорода:

$$2C + H_2 = 2CH$$

$$v_C = 0,0496 \cdot 2 = 0,0992$$
 моль $m_C = 0,0992$ моль $\cdot 12$ г/моль $= 1,19$ г

Ответ: $1,19 \pm 0,02$.

$Задача I.2.8.4. \ (25 \ баллов)$

В реактор объемом 1 л поместили 8,361 г комплексного соединения неизвестного металла и нагрели до $250^{\circ}C$. После полной сублимации соединения температуру увеличили до $500^{\circ}C$ и выдерживали до полного разложения комплекса. По окончании процесса давление в реакторе увеличилось на 382,73 кПа по сравнению с давлением при температуре сублимации. После полного охлаждения реактора в нем сконденсировалось 5,85 г жидкого углеводорода с плотностью по воздуху 2,2414. Установите металл, который входил в состав комплекса, и запишите русское название данного металла.

Решение

Найдем молярную массу углеводорода, который обнаружился после окончания реакции, воспользовавшись выражением для определения относительной плотности одного газа по другому:

$$M = 29 \cdot D_B = 29 \cdot 2,2414 = 65$$

Эта молярная масса соответствует циклопентадиену C_5H_5 . Его количество равно:

$$v = \frac{5,85}{65} = 0,09$$
 моль

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона, найдем давление в реакторе после разложения:

$$PV = \frac{m}{M}RT = vRT$$

$$P = \frac{vRT}{V} = \frac{0,09 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot K} \cdot 773K}{1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 578405 \text{ Πa} = 578,405 \text{ }\text{кΠa}$$

Найдем давление в реакторе до начала разложения:

$$P_0 = P - 382,73 = 578,405 - 382,73 = 195,675$$
 кПа

Воспользовавшись уравнением Менделеева-Клайперона, найдем количество вещества в реакторе до разложения:

$$v = \frac{PV}{RT} = \frac{195675 \text{ }\Pi \text{a} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ }\text{м}}{38,314 \frac{\Pi \text{ж}}{\text{моль} \cdot K} \cdot 523K} = 0,045 \text{ моль}$$

Запишем уравнение разложения комплекса неизвестного металла:

$$M(C_5H_5)_n = M + nC_5H_5$$

Поскольку рассчитанное количество комплекса составляет 0,0045 моль, а количество циклопентадиена 0,09 моль, несложно рассчитать число молекул C_5H_5 , входящих в состав комплекса:

$$n = \frac{0,09}{0,045} = 2$$

Молярная масса комплекса:

$$M = \frac{m}{
ho} = \frac{8,361 \; \Gamma}{0,045 \; ext{моль}} = 186 \; \Gamma/ ext{моль}$$

Рассчитаем атомную массу металла:

$$Ar = 186 - 65 \cdot 2 = 56$$
 г/моль

Эта атомная масса соответствует железу.

Ответ: Железо.

$Задача \ I.2.8.5. \ \ (25 \ баллов)$

Навеску 7,445 мг пирита сожгли в токе кислорода. Выделившийся газ пропустили через 800 мл бромной воды. Газ целиком поглотился, бромная вода полностью обесцветилась, а рН получившегося раствора составил 3,36. Найдите массовую долю примеси в исходной навеске, дайте ответ в процентах с точностью до сотых. Считать все электролиты в растворе полностью продиссоциировавшими. При расчетах все атомные массы округлять до десятых, значения концентраций и количеств веществ округлять до четырех значащих цифр после запятой.

Решение

Запишем уравнения протекающих реакций:

$$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe2O_3 + 8SO_2$$

 $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HBr$

И серная, и бромоводородная кислоты являются сильными. Поскольку по условию задачи они считаются полностью продиссоциировавшими, обе они вносят вклад в величину рH, а вкладом диссоциации воды можно пренебречь. Вычислим концентрацию ионов водорода:

$$pH = -lg([H^+]) \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,36} = 0,0004365$$
 моль/л

Количество ионов водорода в указанном объеме:

$$v_{H^+} = rac{0,0004365 \ ext{моль} \cdot 800 \ ext{мл}}{1000 \ ext{мл}} = 0,0003492 \ ext{моль}$$

Рассмотрим уравнение реакции оксида серы с бромной водой. Из него видно, что на 1 моль прореагировавшего SO_2 приходится 4 моль образовавшихся ионов водорода. Тогда:

$$v_{SO_2} = \frac{0,0003492}{4} = 0,0000873$$
 моль

Согласно уравнению реакции горения пирита, из 1 моль FeS_2 образуется 2 моль SO_2 . Тогда:

$$v_{FeS_2} = rac{v_{SO_2}}{2} = rac{0,0000873}{2} = 0,00004365$$
 моль

Найдем массу сгоревшего пирита:

$$m = v \cdot M = 0,00004365 \cdot (55,8+32,1\cdot 2) = 0,005238 \ \Gamma = 5,238 \ \text{м}$$
г

Массовые доли пирита и примесей в навеске:

$$\omega_{FeS_2} = \frac{5,238}{7,445} \cdot 100\% = 70,36\%$$

$$\omega_{\text{ примеси}} = 100-70, 36 = 29, 64\%$$

Ответ: 29,65.

Задачи первого этапа. Биология

Первая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача І.З.1.1. (З балла)

Выберите самый прочный на разрыв биоматериал (с учетом толщины):

- 1. бисусные нити моллюска;
- 2. шелк основной нити паука;
- 3. клык бегемота;
- 4. шелк тутового шелкопряда.

Ответ: 2.

Задача І.З.1.2. (5 баллов)

Фотосинтез — это...

- 1. Образование в клетках некоторых прокариот глюкозы из CO_2 и воды под воздействием света, поглощаемого белками тилакоида.
- 2. Образование в клетках зелёных растений и водорослей углеводов из углекислоты и воды под воздействием света, поглощаемого белками хлоропласта.
- 3. Образование в клетках красных водорослей глюкозы из CO_2 и воды с использованием энергии электромагнитного излучения, поглощаемого белками светособирающего комплекса хлоропласта.
- 4. Образование в клетках зеленых растений и водорослей из глюкозы и кислорода углекислого газа и воды с использованием энергии электромагнитного излучения, поглощаемого белками светособирающего комплекса хлоропласта.

Ответ: 1; 2; 3.

Задача І.З.1.З. (5 баллов)

С развитием медицины часть ранее смертельных заболеваний оказалась побеждена. Возвращения каких из них стоит бояться в связи с развитием у бактерий резистентности к антибиотикам?

- 1. Туберкулез.
- 2. Проказа.
- 3. Птичий грипп.
- 4. Бубонная чума.
- 5. Натуральная оспа.

Ответ: 1; 2; 4.

Задача І.З.1.4. (10 баллов)

Самое известное использование собачьих упряжек — это доставка лекарства в отдаленный северный город N в первой половине XX-го века.

Выберите верные утверждения, касающиеся эпидемиологической ситуации в городе N и самого заболевания:

- 1. Заболевший этим заболеванием незаразен и не нуждается в изоляции.
- 2. Собаки из упряжки после прибытия в город тоже могли заразиться этой болезнью.
- 3. Задержка упряжек в пути на 3 суток была бы критичной, и многих заболевших уже не удалось бы спасти.
- 4. Эпидемия скорее всего не случилась бы, если бы антибиотики уже находились в широком использовании.
- 5. Характерный симптом заболевания формирование четко очерченной плотной белесой пленки на миндалинах.
- 6. У переболевших в детстве жителей города был иммунитет к заболеванию.

Ответ: 2; 3; 5.

$Задача I.3.1.5. \ \ (10 \ баллов)$

Один из методов диагностики патологических структур — это использование компьютерной томографии с контрастированием структур при помощи йодсодержащих контрастных препаратов. Суть метода в том, что пациенту вводится препарат, который непрозрачен для рентгеновского излучения, следовательно, позволяет увидеть на снимке место накопления препарата.

Расположите структуры по времени появления контраста при внутривенном введении, начиная с вены.

- 1. Воспаленный орган с усиленным кровообращением.
- 2. Мочеточник.
- 3. Артерии.
- 4. Лоханка почки.

5. Мочевой пузырь.

6. Вены.

Ответ: 6; 3; 1; 4; 2; 5.

Задача І.З.1.6. (6 баллов)

Укажите, к каким группам относятся следующие модельные организмы:

	Голосеменные	Покрыто-	Кольчатые	Членистоногие	Моллюски	Хордовые
		семенные	черви			
Drosophila	1	2	3	4	5	6
melanogaster						
Rattus	7	8	9	10	11	12
norvegicus						
Gallus	13	14	15	16	17	18
gallus						
Arabidopsis	19	20	21	22	23	24
thaliana						
Allium cepa	25	26	27	28	29	30

Ответ: 4; 12; 18; 20; 26.

Задача І.З.1.7. (6 баллов)

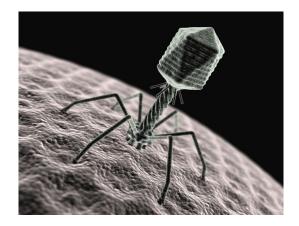
Сопоставьте заболевание и группу, к которой относится его возбудитель:

1. Головня	а. Грибы
2. ВИЧ/СПИД	b. Гельминты
3. Малярия	с. Бактерии
4. Холера	d. Простейшие
5. Энтеробиоз	е. Вирусы

Ответ: 1 - a; 2 - e; 3 - d; 4 - c; 5 - b.

Задача І.З.1.8. (5 баллов)

Выберите утверждения, верные для организма, представленного на рисунке.



- 1. Содержит нуклеиновую кислоту.
- 2. Хорошо развит аппарат Гольджи.
- 3. Способен к фотосинтезу.
- 4. Не имеет собственного обмена веществ.
- 5. Относится к прокариотам.
- 6. В экосистемах является продуцентом.
- 7. Содержит белки.
- 8. Является паразитом бактерий.
- 9. Рибосомы мелкие.
- 10. Относится к эукариотам.

Ответ: 1; 4; 7; 8.

Задача І.З.1.9. (10 баллов)

Белки — нерегулярные	биополимеры,	мономерами в	которых яв	зляются	1

- аминокислоты;
- моносахариды;
- жирные кислоты;
- нуклеотиды.

Первичная структура белка образована _____^2

- ионными
- фосфодиэфирными
- пептидными
- водородными

связями, вторичная — ______3

- ионными,
- фосфодиэфирными,
- пептидными,
- водородными,

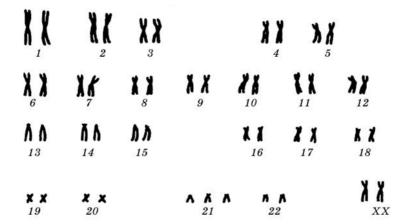
третичная — различными взаимодействиями, самыми сильными из которых являются $____^4$

• цинковые
• нитратные
• дисульфидные
• дигидридные
мостики5
• Денатурация
• Ренатурация
• Дегидратация
• Репликация
— это разрушение характерных для белка структур. Она является необратимой, если нарушена6
• первичная
• вторичная
• третичная
• четвертичная
структура белка. Белки выполняют множество функций в живых организмах. На пример, некоторые белки являются ⁷
• гормонами
• витаминами
• ферментами
• микроэлементами
— биологическими катализаторами. Другие выполняют транспортную функцию. На пример,8
• коллаген
• ДНК-полимераза
• интерферон
• гемоглобин
переносит газы в крови ⁹
• Актин
• Кератин
• Родопсин
• Трипсин
и миозин выполняют двигательную функцию. Инсулин выполняет регуляторную функцию, т.е. является
• гормоном.
• витамином.
• ферментом.
• микроэлементом.

Ответ: — аминокислоты; 2 — пептидными; 3 — водородными; 4 — дисульфидные; 5 — Денатурация; 6 — первичная; 7 — ферментами; 8 — гемоглобин; 9 — Актин; 10 — гормоном.

Задача І.З.1.10. (6 баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



На рисунке представлен кариотип ______^1

- кишечной палочки
- дрозофилы
- мыши
- человека

 ${
m c}$ синдромом _____2

- Кляйнфельтера
- Дауна
- Марфана
- Кошачьего крика

__ ;

- точечной
- генной
- хромосомной
- геномной

мутацией (_______

- нуллисомия
- моносомия
- дисомия
- трисомия

).

Ответ: 1 — человека; 2 — Дауна; 3 — геномной; 4 — трисомия.

Задача І.З.1.11. (8 баллов)

Соотнесите типы животных и характеристики нервной системы.

1. Кишечнополостные	а. Парные мозговые ганглии, отходящие от них около-
	глоточные нервные стволы, соединяющие разноименные
	ганглии, и парные брюшные нервные стволы (брюшная
	цепочка и лестница). Хорошо развиты органы чувств:
	1 / 2 - 1
	антенны, ресничные ямки, «глаза», светочувствительные
	клетки, бокаловидные органы.
2. Плоские черви	b. Нет центральной нервной системы. Есть сенсорные
	клетки: сенсорные ямки, точечные глаза, статоцисты.
3. Круглые черви	с. Окологлоточное кольцо с ганглиями и стволами, отхо-
	дящими к передней и задней части тела. Имеют амфиды
	и щетинки на теле, но органы чувств развиты слабо. У
	некоторых представителей этого типа вместо окологло-
	точного кольца парный надглоточный ганглий.
4. Кольчатые черви	d. У свободноживущих форм формируется мозговой ган-
	глий, от которого отходят нервные стволы, состоящие из
	нервных волокон и клеток. У некоторых представителей
	этого типа нервная система по типу ортогона.

Ответ: 1 - b; 2 - d; 3 - c; 4 - a.

Задача І.З.1.12. (4 балла)

Какие элементы цитоскелета вы сможете обнаружить в нейронах:

- 1. микрофиламенты;
- 2. тубулы;
- 3. нейромакрофиламенты;
- 4. нейрофиламенты;
- 5. микротрубочки.

Ответ: 1; 4; 5.

Задача І.З.1.13. (6 баллов)

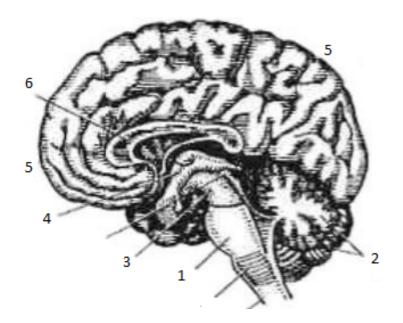
Какие клетки формируют миелиновую оболочку в периферической и центральной нервной системах?

- 1. Щванновские клетки.
- 2. Танициты.
- 3. Фиброзные астроциты.
- 4. Олигодендроциты.
- 5. Эпендимоциты.

Ответ: 1; 4.

Задача І.З.1.14. (9 баллов)

Сопоставьте пронумерованные структуры и их названия:

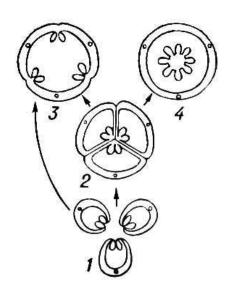


- а. мост;
- b. мозжечок;
- с. средний мозг;
- d. промежуточный мозг;
- е. мозолистое тело, соединяющее правое полушарие с левым;
- f. кора больших полушарий.

Ответ: 1 - a; 2 - b; 3 - c; 4 - d; 5 - f; 6 - e.

Задача І.З.1.15. (7 баллов)

Перед вами схема эволюции типов плодов. Соотнесите номер и название плода:



- а. лизикарпный;
- b. паракарпный;
- с. апокарпный;

d. синкарпный.

Ответ: 1 - c; 2 - d; 3 - b; 4 - a.

Первая попытка. Задачи 10-11 класса

Задача І.З.2.1. (З балла)

Выберите самый прочный на разрыв животный материал (с учетом толщины):

- 1. бисусные нити моллюска;
- 2. шелк тутового шелкопряда;
- 3. шелк основной нити паука;
- 4. кетгут.

Ответ: 3.

Задача І.З.2.2. (5 баллов)

Выберите наиболее биохимически энергоэффективный способ фиксации CO_2 .

- 1. С4-фотосинтез.
- 2. Биохимическая энергоэффективность пути фотосинтеза зависит от условий, поэтому однозначного ответа нет.
- 3. С3-фотосинтез.
- 4. САМ-фотосинтез.

Ответ: 3.

Задача І.З.2.3. (8 баллов)

Самое известное использование собачьих упряжек — это доставка лекарства в отдаленный северный город N в первой половине XX-го века.

Выберите верные утверждения, касающиеся эпидемиологической ситуации в городе N и самого заболевания.

- 1. Действующее вещество лекарства содержало живые клетки.
- 2. Эпидемия скорее всего не случилась бы, если бы антибиотики уже находились в широком использовании.
- 3. Заболевший этим заболеванием незаразен и не нуждается в изоляции.
- 4. Задержка упряжек в пути на 3 суток была бы критичной, и многих заболевших уже не удалось бы спасти.
- 5. Характерный симптом заболевания формирование четко очерченной плотной белесой пленки на миндалинах.
- 6. Риск заразиться был у каждого жителя города, кроме переболевших в детстве.

Ответ: 4; 5.

Задача І.З.2.4. (7 баллов)

Один из методов диагностики патологических структур — это использование компьютерной томографии с контрастированием структур при помощи йодсодержащих контрастных препаратов. Суть метода в том, что пациенту вводится препарат, который непрозрачен для рентгеновского излучения. Это позволяет увидеть место накопления препарата на рентгеновском снимке.

Пациенту вводят контраст внутривенно, в вены правой руки. Расположите структуры по времени появления контраста, начиная с вен. Пункты, которые визуализировать этим методом не получится, расположите в алфавитном порядке после пункта «конец»:

- 1. мочеточник;
- 2. вены;
- 3. артерии;
- 4. мочевой пузырь;
- 5. лоханка почки;
- 6. грыжа межпозвоночного диска;
- 7. конец;
- 8. воспаленная стенка кишечника.

Ответ: 2; 3; 8; 5; 1; 4; 7; 6.

Задача І.З.2.5. (10 баллов)

Серьезная проблема выращивания папайи — это вирус кольцевой пятнистости папайи. Для спасения промышленности от уничтожения ученые путем генной модификации создали сорт папайи, устойчивой к вирусу (см. рис.).



Хотя это некоторое упрощение, давайте считать, что устойчивость к вирусу — это доминантный признак.

В дикую популяцию папайи попали ГМ-папайи, которые в 2018 году составляли

1% от всей популяции, по некоторым оценкам, их популяция увеличивается вдвое каждый год.

Какой будет частота доминантного (ГМО) аллеля в популяции к концу 2020 года, если считать популяцию папайи в мире на конец 2020 года — около 20 млн особей.

Ответ приведите в виде цифры. Если по каким-то причинам частоту невозможно определить, в качестве ответа укажите «0» (ноль).

Ответ: 0.

Задача І.З.2.6. (6 баллов)

Отметьте, к каким классам относятся следующие модельные организмы:

	Drosophila	Rattus	Gallus	Arabidopsis	Allium
	melanogaster	norvegicus	gallus	thaliana	cepa
Однодольные	1	2	3	4	5
Двудольные	6	7	8	9	10
Ленточные чер-	11	12	13	14	15
ВИ					
Насекомые	16	17	18	19	20
Земноводные	21	22	23	24	25
Птицы	26	28	29	30	
	27				
Млекопитающие	31	32	33	34	35

Ответ: 5; 9; 16; 29; 32.

Задача І.З.2.7. (6 баллов)

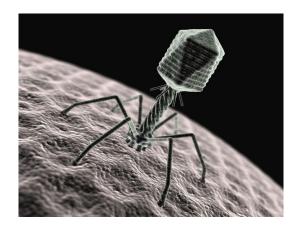
Сопоставьте заболевание и группу, к которой относится его возбудитель.

1. Гепатит В	а. Простейшие
2. Мучнистая роса	b. Гельминты
3. Токсоплазмоз	с. Бактерии
4. Аскаридоз	d. Грибы
5. Туберкулез	е. Вирусы

Ответ: 1 - e, 2 - d, 3 - a, 4 - b, 5 - c.

Задача І.З.2.8. (5 баллов)

Выберите утверждения, верные для организма, представленного на рисунке.



- 1. Способен к хемосинтезу.
- 2. Является внутриклеточным паразитом.
- 3. Содержит нуклеиновую кислоту.
- 4. По типу питания сапротроф.
- 5. Относится к эукариотам.
- 6. Содержит митохондрии с трубчатыми кристами.
- 7. Относится к прокариотам.
- 8. Содержит сократительные белки.
- 9. Рибосомы 80S.
- 10. Не имеет собственного обмена веществ.

Ответ: 2; 3; 8; 10.

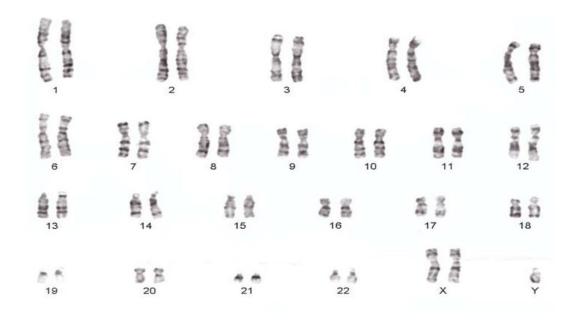
Задача І.З.2.9. (10 баллов)

Нуклеиновые кислоты — нерегулярные биополимеры, мономерами которых явля-
ются ¹ . В состав каждого мономера входит ² основание
$($ ^3 — аденин и гуанин, и^4 — тимин, цитозин и^5 $)$, пен-
тоза (рибоза или6) и остаток фосфорной кислоты. Мономеры одной цепи
связаны между собой фосфо $_$ связями. Функцией $_$ является
хранение и передача наследственной информации, иРНК — перенос генетической
информации к месту синтеза белка, тРНК — транспорт ⁹ к месту синтеза
белка, pPHK входит в состав ¹⁰ .

Ответ: 1 — нуклеотиды; 2 — азотистое; 3 — пурины; 4 — пиримидины; 5 — урацил; 6 — дезоксирибоза; 7 — диэфирными; 8 — ДНК; 9 — аминокислот; 10 — рибосом.

Задача І.З.2.10. (6 баллов)

Изучите изображение и заполните пропуски.



На рисунке представлен кариотип ______^1

- человека
- мыши
- дрозофилы
- кишечной палочки.

с синдромом _____2

- Дауна;
- Кляйнфельтера;
- Джейкобса;
- Марфана.

__ 3

- аллельной;
- генной;
- хромосомной;
- геномной.

мутацией (______^4

- полиплоидия;
- анеуплоидия;
- тетрасомия;
- нуллисомия.

).

Ответ: 1 — человека; 2 — Кляйнфельтера; 3 — геномной; 4 — анеуплоидия.

Задача І.З.2.11. (7 баллов)

Соотнесите типы животных и характеристики нервной системы.

1. Членистоногие	а. Нет органов чувств. Просто устроенный надглоточный ган-
	глий, лежащий между глоткой и задней кишкой, от которого
	отходят периферические нервы, но, в основном, к щупальцам.
	У некоторых представителей есть окологлоточное кольца, от
	которых нервы идут к щупальцам.
2. Моллюски	b. У примитивных представителей типа нервная система co-
	стоит из окологлоточного кольца, верхняя половина которого
	соответствует парным мозговым узлам других представителей
	этого типа, и нескольких типов стволов (педальные и плевро-
	висцеральные). У более сложно устроенных классов к органам
	чувств относятся осфрадии, а глаза обладают аккомодацией за
	счет специального ресничного мускула, прикрепленного к хру-
	сталику.
3. Гребневики	с. Хорошо развиты органы чувств. Нервная система построена
	по принципу нервной цепочки с головным мозгом и подгло-
	точными ганглиям. У представителей типа мозг состоит из 2-3
	участков в зависимости от класса, два из которых иннервиру-
	ют антенны, глаза и сяжки. Есть нейросекреторные клетки.
4. Иглокожие	d. Примитивная система, состоящая из нервного кольца, от-
	ходящего от него на несколько радиальных нервов. Органами
	осязания служат амбулакральные ножки.

Ответ: 1 - c; 2 - b; 3 - a; 4 - d.

Задача І.З.2.12. (6 баллов)

Какие функции выполняют нейрофибриллы в клетке?

- 1. Проведение нервного импульса.
- 2. Синтез нейромедиатора.
- 3. Синтез белка.
- 4. Составляют цитоскелет.
- 5. Аксонный транспорт.

Ответ: 4; 5.

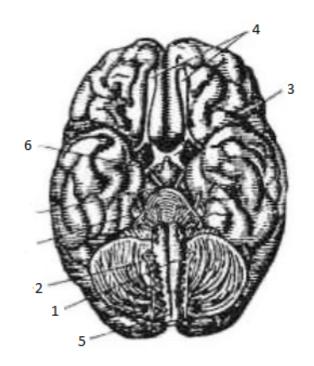
Задача І.З.2.13. (8 баллов)

При попадании в организм человека даже небольшой дозы белены черной (Hyoscyamus niger) появляются симптомы, схожие с действием атропина. Это происходит за счет блокирования естественного медиатора и высокого сродства к _______ рецепторам.

Ответ: холинергическим.

Задача І.З.2.14. (8 баллов)

Сопоставьте пронумерованные структуры и их названия:



- а. верхний участок спинного мозга;
- b. обонятельные луковицы;
- с. промежуточный мозг;
- d. перекрест зрительных нервов;
- е. продолговатый мозг;
- f. мозжечок.

Ответ: 1 - e; 2 - f; 3 - d; 4 - b; 5 - a; 6 - c.

Задача І.З.2.15. (5 баллов)

Примерами концентрационной функции живого является:

- 1. отложения солей кальция в раковинах моллюсков;
- 2. накопление кремния в тканях хвощей;
- 3. выделение кислорода растениями в процессе фотосинтеза;
- 4. высокое содержание йода в морских водорослях;
- 5. минерализация мёртвого органического вещества.

Ответ: 1; 2; 4.

Вторая попытка. Задачи 8-9 класса

Задача І.З.З.1. (З балла)

Какая стадия жизненного цикла тутового шелкопряда ценна для производства шелка?

- Яйцо.
- Гусеница.
- Бабочка.
- Куколка.

Ответ: куколка.

Задача І.З.З.2. (5 баллов)

Какие варианты использования антибиотиков не приводят к формированию устойчивости бактерий к антибиотикам?

- 1. Нерегулярное использование антибиотика.
- 2. Постепенное увеличение дозы антибиотика.
- 3. Использование комбинированных антибиотиков с несколькими активными веществами одновременно.
- 4. Прерывание курса антибиотиков до окончания прописанного врачом курса.
- 5. Постепенное снижение дозы антибиотика.

Ответ: 3.

Задача І.З.З.З. (6 баллов)

Про некоторое заболевание известны следующие факты:

- 1. возбудитель бактерия;
- 2. является основной причиной необходимости строгого санитарного контроля скотомогильников;
- 3. в настоящее время невозможно победить окончательно, поскольку существуют почвенные очаги хранилища возбудителей заболевания;
- 4. летальный исход вероятен, даже если пациент получает своевременное и качественное лечение;
- 5. споры возбудителя использовались в террористических актах, что привело к смерти как минимум 5 человек.

Напишите название инфекционной болезни.

Ответ: сибирская язва.

Задача І.З.З.4. (9 баллов)

Одна из перспективных современных технологий — это мясо из пробирки. Эта технология предполагает, что мышечные клетки выращиваются в искусственной среде, а затем используются для производства еды. Производство мяса из пробирки предполагает 2 этапа: этап деления стволовых клеток, и этап дифференцировки клеток в мышечные клетки.

Расположите в правильном порядке этапы культивирования клеток искусственного мяса:

- 1. выделение из клеток донора стволовых клеток;
- 2. культивирование клеток в питательной среде, содержащей факторы, способствующие клеточным делениям;
- 3. культивирование клеток в питательной среде, содержащей факторы, способствующие дифференцировке клеток;
- 4. отбор мышечных клеток животного-донора.

Ответ: 4; 1; 2; 3.

Задача І.З.З.5. (10 баллов)

Репликация ДНК человека — сложный процесс, в который вовлечено множество белков. Одни белки расплетают нити ДНК, другие — репликазы — непосредственно синтезируют новые полинуклеотидные цепи, третьи — репаразы — исправляют ошибки, которые появились в ДНК после синтеза цепи.

Считается, что репликаза синтезирует точно 999 нуклеотидов из 1000. После этого репараза исправляет 99,9999% внесенных ошибок. Сколько нуклеотидов будет различаться у исходной зиготы и бластомера на стадии 8 клеток? Размер генома человека считаем равным 3,1 млрд пар оснований.

Ответ округлить до целого числа нуклеотидов.

Ответ: 9.

Задача І.З.З.б. (5 баллов)

Отметьте, к каким типам/отделам относятся следующие организмы:

	Голосеменные	Покрыто-	Членистоногие	Моллюски	Хордовые
		семенные			
Mus	1	2	3	4	5
musculus					
Oryza	6	7	8	9	10
sativa					
Homo	11	12	13	14	15
sapiens					
Pilosella	16	17	18	19	20
officinarum					
Fugu	21	22	23	24	25
rubipes					

Ответ: 5; 7; 15; 17; 25.

Задача І.З.З.7. (6 баллов)

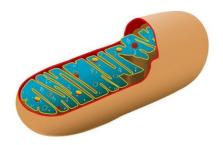
Как можно бороться с вредителями сельскохозяйственных культур, не используя промышленные гербициды и инсектициды?

- 1. Усилить освещение;
- 2. Собирать вредителей вручную;
- 3. Выпустить насекомых-паразитоидов;
- 4. Вносить в почву больше минеральных удобрений;
- 5. Увеличить плотность посадки культурных растений;
- 6. Изменить режим полива;
- 7. Использовать микроорганизмы, опасные для вредителей;
- 8. Выращивать сорта, устойчивые к вредителям;
- 9. Вносить в почву больше органических удобрений;
- 10. Выпустить трихограмм.

Ответ: 2; 3; 7; 8; 10.

Задача І.З.З.8. (6 баллов)

Выберите утверждения, верные для данного объекта.



- 1. Содержит кольцевую ДНК;
- 2. Содержит хлорофилл;
- 3. Синтезирует органические вещества с затратой АТФ;
- 4. Присутствует в клетках прокариот;
- 5. Имеет собственные рибосомы;
- 6. Является одномембранным органоидом;
- 7. Является двумембранным органоидом;
- 8. Является полуавтономным органоидом;
- 9. Участвует в хемосинтезе;
- 10. Передается через цитоплазму яйцеклетки.

Ответ: 1; 5; 7; 8; 10.

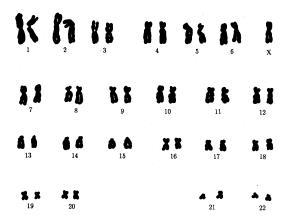
Задача І.З.З.Э. (10 баллов)

Хромосома состоит из1	и белков. Молекула ДНК подвергается упаков-
ке — первый уровень упаковки состои	т в образовании нуклеосомной нити (ДНК «на-
матывается» на белки2). X	роматин — это волокно хромосомы
компактизован и транскрипционно неа	активен, ⁴ деспирализован и активно

Ответ: 1-ДНК; 2- гистоны; 3- гетерохроматин/ компактизованный/ конденсированный; 4- эухроматин/рыхлый; 5- центромера; 6- хроматида; 7- теломеры; 8-46; 9- аутосомы; 10- половыми.

Задача І.З.З.10. (6 баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



На рисунке представлен кариотип

- кишечной палочки
- дрозофилы
- мыши
- человека

с синдромом

- Шерешевского-Тернера
- Дауна
- Вильямса
- Дориана Грея
- точечной
- генной
- хромосомной
- геномной

мутацией (

- нуллисомия
- моносомия
- дисомия

• трисомия

).

Ответ: 1 — человека; 2 — Шерешевского-Тернера; 3 — геномной; 4 — моносомия.

Задача І.З.З.11. (7 баллов)

Чувствительные нейроны:

- 1. формируют рецепторные окончания;
- 2. тела нейронов расположены за пределами ЦНС;
- 3. это «эфферентные» нейроны;
- 4. тела нейронов расположены в ЦНС;
- 5. это «афферентные» нейроны;

Ответ: 1; 2; 3.

Задача І.З.З.12. (8 баллов)

Характерно для нервных волокон типа-А млекопитающих:

- 1. проводят импульс со скоростью 5-15 м/сек. (минимальная скорость среди всех волокон);
- 2. проводят импульс со скоростью 15-120 м/сек. (максимальная скорость среди всех волокон);
- 3. миелинизированы;
- 4. в основном афферентные волокна;
- 5. толстые с далеко отстоящими перехватами;
- 6. немиелинизированы.

Ответ: 2; 3; 4; 5.

Задача І.З.З.13. (5 баллов)

Какой тип «ворот» имеют натриевые каналы?

- 1. Быстрые инактивационные и активационные.
- 2. Быстрые активационные.
- 3. Медленные активационные и быстрые инактивационные.
- 4. Медленные инактивационные и активационные.
- 5. Быстрые активационные и медленные инактивационные.
- 6. У натриевых каналов нет «ворот».

Ответ: 5.

Задача І.З.З.14. (6 баллов)

Рассмотрите предложенное на рисунке соцветие и укажите признаки, характерные для организмов данного семейства.



- 1. Параллельное жилкование листа.
- 2. Плод зерновка.
- 3. Корневая система стержневая.
- 4. Корневая система мочковатая.
- 5. Сетчатое жилкование листа.
- 6. Плод семянка.

Ответ: 1; 2; 4.

Задача І.З.З.15. (8 баллов)

Соотнесите типы нейронов с их характеристиками.

1. Униполярные	а. Ассоциативные и эффекторные нейроны
	соматической нервной системы и нейроны ве-
	гетативной нервной системы.
2. Псевдоуниполярные	b. У человека, в основном, находятся в спе-
	циализированных сенсорных органах (вести-
	булярные ганглии, сетчатка глаза).
3. Биполярные	с. У человека только в сетчатке глаза. Широ-
	ко представлены у беспозвоночных.
4. Мультиполярные	d. Присутствуют в спинальных ганглиях че-
	ловека.

Ответ: 1 - c; 2 - d; 3 - b; 4 - a.

Вторая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача І.З.4.1. Выберите один вариант из списка (3 балла)

Какая стадия жизненного цикла тутового шелкопряда используется для получения шелка?

- 1. Гусеница;
- 2. Яйцо;
- 3. Куколка;
- 4. Бабочка.

Ответ: 3.

Задача І.З.4.2. (5 баллов)

Если вам нужно с максимальной скоростью накопить растительную биомассу в лабораторных условиях, какое растение вы выберете?

На всякий случай напоминаем, что существует C3, C4 и CAM фотосинтез. Вдруг это знание вам пригодится!

- 1. Ананас.
- 2. Между приведенными вариантами нет разницы.
- 3. Кукурузу.
- 4. Пшеницу.

Ответ: 3.

Задача І.З.4.3. (7 баллов)

Какие варианты использования антибиотиков приводят к формированию устойчивости бактерий к антибиотикам?

- 1. Нерегулярное использование антибиотика.
- 2. Прерывание курса антибиотиков до окончания прописанного врачом курса.
- 3. Постепенное снижение дозы антибиотика.
- 4. Использование комбинированных антибиотиков с несколькими активными веществами одновременно.
- 5. Постепенное увеличение дозы антибиотика.

Ответ: 1; 2; 3; 5.

Задача І.З.4.4. (8 баллов)

Одна из перспективных современных технологий — это мясо из пробирки. Эта технология предполагает, что мышечные клетки выращиваются в искусственной среде, а затем используются для производства еды. Производство мяса из пробирки

предполагает 2 этапа: этап деления стволовых клеток и этап дифференцировки клеток в мышечные клетки.

Расположите в правильном порядке этапы культивирования клеток искусственного мяса. Все лишние этапы поместите после этапа «конец» в алфавитном порядке:

- 1. культивирование клеток на микрошариках в питательной среде, содержащей факторы, способствующие пролиферации клеток;
- 2. ферментативное отделение клеток от поверхности шариков;
- 3. отделение стволовых клеток;
- 4. культивирование клеток на рельефной питательной среде, содержащей факторы, способствующие дифференцировке клеток;
- 5. ферментативное отделение клеток от поверхности рельефа;
- 6. изоляция мышечных клеток животного;
- 7. конец.

Ответ: 6; 3; 1; 2; 4; 5; 7.

Задача І.З.4.5. (20 баллов)

Репликация ДНК человека — сложный процесс, в который вовлечено множество белков. Одни белки расплетают нити ДНК, другие — репликазы — непосредственно синтезируют новые полинуклеотидные цепи, третьи — репаразы — исправляют ошибки, которые появились в ДНК после синтеза цепи.

Репликаза синтезирует безошибочно примерно 999 нуклеотидов из 1000. После этого репаразы исправляют 99,9999% внесенных ошибок. Сколько нуклеотидов будет различаться у двух бластомеров человека на стадии 8 клеток, если их линии разделились еще на первом делении дробления? Размер генома человека считаем равным 3,1 млрд пар оснований.

Ответ округлить до целого числа нуклеотидов.

Ответ: 15.

Задача І.З.4.6. (5 баллов)

Отметьте, к каким классам относятся следующие организмы.

	Oryza	Mus	Homo	Pilosella	Fugu
	sativa	musculus	sapiens	officinarum	rubripes
Однодольные	1	2	3	4	5
Двудольные	6	7	8	9	10
Насекомые	11	12	13	14	15
Головоногие	16	17	18	19	20
Лучеперые рыбы	21	22	23	24	25
Птицы	26	27	28	29	30
Млекопитающие	31	32	33	34	35

Ответ: 1; 9; 25; 32; 33.

Задача І.З.4.7. (6 баллов)

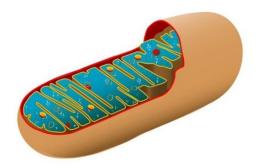
Как можно бороться с вредителями сельскохозяйственных культур, не используя промышленные гербициды и инсектициды?

- 1. Использовать микроорганизмы, опасные для вредителей;
- 2. Выращивать сорта, устойчивые к вредителям;
- 3. Вносить в почву больше органических удобрений;
- 4. Увеличить плотность посадки культурных растений;
- 5. Выпустить трихограмм;
- 6. Собирать вредителей вручную;
- 7. Снизить влажность воздуха;
- 8. Усилить освещение;
- 9. Вносить в почву больше минеральных удобрений;
- 10. Выпустить насекомых-паразитоидов.

Ответ: 1; 2; 5; 6; 10.

Задача І.З.4.8. (6 баллов)

Выберите утверждения, верные для данного объекта.



- 1. Содержит кольцевую ДНК.
- 2. В межмембранном пространстве проходит цикл Кребса.
- 3. Содержит хлорофилл.
- 4. Участвует в хемосинтезе.
- 5. Является полуавтономным органоидом.
- 6. Передается через цитоплазму яйцеклетки.
- 7. В нем проходит окислительное фосфорилирование.
- 8. Содержит дыхательные пигменты.
- 9. Присутствует в клетках прокариот.
- 10. Имеет собственные рибосомы.

Ответ: 1; 5; 6; 7; 10.

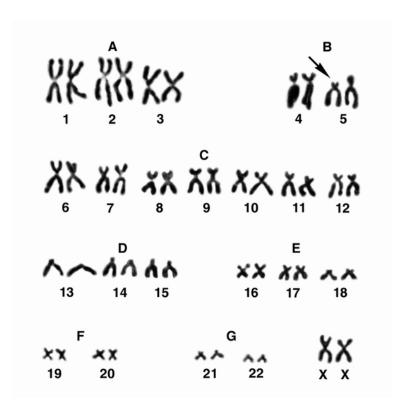
Задача І.З.4.9. (10 баллов)

Заполните пропуски. Проверьте, что в ответе нет опечаток.

Ответ: 1 — нуклеосом; 2 — гистон; 3 — гетерохроматин; 4 — эухроматин; 5 — центромера; 6 — хроматиды; 7 — теломеры; 8 — теломераза; 9 — Хейфлика; 10 — соматических.

Задача І.З.4.10. (6 баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



Это кариотип _____¹

- кишечной палочки
- дрозофилы
- мыши
- человека

с синдромом _____2

- Шерешевского-Тернера
- Кошачьего крика
- Марфана
- Патау
- ___
 - точечной
 - генной
 - хромосомной
 - геномной

мутацией (_____ 4).

- дупликация
- инверсия
- транслокация
- дефишенси

Ответ: 1 — человека; 2- Кошачьего крика; 3 — хромосомной; 4 — дефишенси.

Задача І.З.4.11. (7 баллов)

Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ):

- 1. характерен только для головного мозга человека;
- 2. образуется за счёт плотных контактов между эндотелиальными клетками церебральных капилляров;
- 3. характерен только для спинного мозга человека;
- 4. в структуре ГЭБ также присутствуют астроциты и перициты;
- 5. абсолютно непроницаем для любых патогенов.

Ответ: 2; 4.

Задача І.З.4.12. (9 баллов)

Отметьте в таблице признаки, характерные для аксонов и дендритов.

Ряды:	Аксон (а)	Дендрит (b))
Передают возбуждение к телу нейрона	1	2
Имеют цитоплазматические выпячивания —	3	4
шипики		
Не имеют миелиновой оболочки в ЦНС	5	6
Отходят преимущественно под острым углом	7	8
по ходу основной ветви, возвратные коллате-		
рали редки		
Передают нервный импульс от тела нейрона	9	
Отходят преимущественно под прямым уг-	11	12
лом, встречаются возвратные ветвления		
Длина отростков от нескольких микрон до	13	14
метра и более		
На конечных терминалях нет глиальной обо-	15	16
лочки		
Отходит от утолщенного участка тела нейро-	17	18
на — холмик		

Ответ: a: 2; 4; 6; 8. b: 9; 11; 13; 15; 17.

Задача І.З.4.13. (5 баллов)

За счет чего определяется повышенная возбудимость клетки в фазу следовой деполяризации?

- 1. Снижения величины критического уровня деполяризации;
- 2. Значительного уменьшения калиевого тока;
- 3. Инактивации кальциевых каналов;
- 4. Инактивации натриевых каналов;
- 5. Реактивации натриевых каналов и близости мембранного потенциала к критическому уровню деполяризации.

Ответ: 5.

Задача І.З.4.14. (7 баллов)

Выберите признаки, характеризующие электрический синапс.

- 1. Коннексоны способны изменять конформацию.
- 2. Коннексоны состоят из шести коннексинов.
- 3. Один коннексон образует канал щелевого контакта.
- 4. Коннексоны могут быть сформированы белками паннексинами.
- 5. Коннексоны состоят из четырех коннексинов.
- 6. В основном осуществляют электрическую проводимость в обоих направлениях.

Ответ: 2; 4; 6.

Задача І.З.4.15. (6 баллов)

Проанализируйте график интенсивности жизнедеятельности организмов в зависимости от интенсивности фактора.



Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа полученных результатов.

- 1. Действие фактора не влияет на интенсивность жизнедеятельности.
- 2. Интенсивность жизнедеятельности максимальна при максимальном действии фактора.
- 3. Возможен сдвиг оптимума.
- 4. Организмы способны существовать только в зоне толерантности.
- 5. Интенсивность жизнедеятельности максимальна при умеренном действии фактора.

Ответ: 4; 5.

Третья попытка. Задачи 8–9 класса

3 a дача I.3.5.1. (4 балла)

Выберите пункты, не являющиеся нанообъектами:

- 1. клеточное ядро;
- 2. рибосома;
- 3. молекула ДНК;
- 4. молекула актина.

Ответ: 1.

Задача І.З.5.2. (4 балла)

Выберите все функции эритроцитов в крови человека.

- 1. Перенос O_2 из тканей человека обратно в легкие.
- 2. Участие в инициировании воспалительной реакции.
- 3. Формирование новых эритроцитов.
- 4. Перенос кислорода от легких к тканям человека.

Ответ: 1; 4.

Задача І.З.5.З. (6 баллов)

Выберите все варианты клеток здорового человека, которые практически всегда имеют генотип, отличающийся от генотипа большинства остальных клеток:

- 1. иммунные клетки;
- 2. гепатоциты;
- 3. яйцеклетки;
- 4. адипоциты;
- 5. сперматозоиды;
- 6. эпителиальные клетки.

Ответ: 1; 3; 5.

Задача І.З.5.4. (8 баллов)

Кроме «трех великих убийц», ВОЗ выделает категорию «забытых болезней» — инфекционные и паразитарные заболевания, поражающие беднейшие слои населения в отсталых тропических регионах.

Среди забытых болезней есть сонная болезнь, шистосомоз и другие заболевания. Соотнесите заболевание и метод его профилактики.

1. сонная болезнь	а. вырубка кустарников вокруг поселений
2. шистосомоз	b. мыть руки, фрукты, овощи
3. ришта	с. не ходить босиком
4. аскоридоз	d. ограничение купания в естественных водо-
	емах
5. анкилостомидоз	е. фильтрация питьевой воды

Ответ: 1 - a; 2 - d; 3 - e; 4 - b; 5 - c.

Задача І.З.5.5. (11 баллов)

Перед вами — фрагмент гена 18S человека (начиная с 1 нуклеотида).

Сколько цистеиновых мостиков может образоваться внутри конечного продукта этого гена?

UACCUGGUUGAUCCUGCCAGUAGCAUAUGCUUGUCUCAAAGAUUAAGCCAUG CAUGUCUAAGUACGCACGGCCGGUACAGUGAAACUGCGAAUGGCUCAUUAAA UCAGUUAUGGUUCCUUUGGUCGCUCGCUCC

Ответ: 0.

Задача І.З.5.6. (5 баллов)

Отметьте, к каким классам относятся следующие организмы:

	Однодольные	Двудольные	Лучеперые	Птицы	Млекопитающие
			рыбы		
Danio rerio	1	2	3	4	5
Macaca	6	7	8	9	
mulatta					
Felis	11	12	13	14	15
domesticatus					
Zea mays	16	17	18	19	20
Pisum	21	22	23	24	25
sativum					

Ответ: 3; 10; 15, 16; 22.

Задача І.З.5.7. (6 баллов)

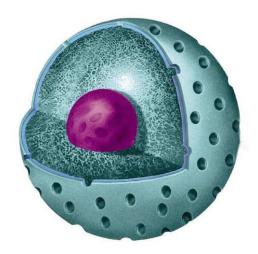
Сопоставьте организмы с названиями их гибридов.

1. Бактриан и лама	а. рафанобрассика
2. Лошадь и осёл	b. бестер
3. Пшеница и рожь	с. лошак
4. Белуга и стерлядь	d. мул
5. Ослица и жеребец	е. тритикале
6. Редька и капуста	f. кама

Ответ: 1 - f, 2 - d, 3 - e, 4 - b, 5 - c, 6 - a.

Задача І.З.5.8. (6 баллов)

Выберите утверждения, верные для данного объекта.



- 1. Содержит ламину.
- 2. Является двумембранным органоидом.
- 3. Состоит из двух субъединиц.
- 4. Участвует в процессе фотосинтеза.
- 5. Содержит хроматин.
- 6. Содержит кольцевую ДНК.
- 7. Является полуавтономным органоидом.
- 8. Синтезирует липиды и углеводы.
- 9. Содержит кариоплазму.
- 10. Отсутствует у высших растений.

Ответ: 1; 2; 5; 9.

Задача І.З.5.9. (10 баллов)

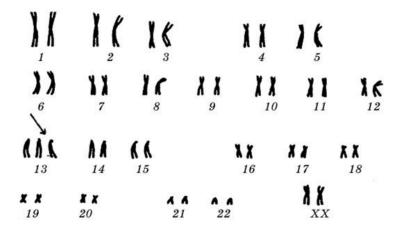
Заполните пропуски. Проверьте, что в ответе нет опечаток.

1 — это способ деления клеток, в результате которого из одной дипло-
идной материнской клетки образуются четыре $___^2$ дочерних. В профазе I
происходит 3 (соединение хромосом) и 4 (обмен участками хро-
мосом). В метафазе I в 5 плоскости клетки выстраиваются 6 .
7 хромосомы расходятся к полюсам клетки в 8 І. Между деле-
ниями проходит короткая $_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{_{$
мета

Ответ: 1 — мейоз; 2 — гаплоидные; 3 — конъюгация; 4 — кроссинговер; 5 — экваториальной; 6 — биваленты; 7 — гомологичные; 8 — анафазе; 9 — интерфаза; 10 — репликация.

Задача I.3.5.10. (6 баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



Это кариотип

- девочки
- мальчика
- гермафродита

с синдромом

- Патау
- Дауна
- Марфана
- Шерешевского-Тернера

• точечной

- генной
- хромосомной
- геномной

мутацией (

- нуллисомия
- моносомия
- дисомия
- трисомия

).

Ответ: 1- девочки; 2- Патау; 3- геномной; 4- трисомия.

Задача І.З.5.11. (6 баллов)

Возбуждение альфа-мотонейрона (возникновение на нем потенциала действия) в основном приводит к:

- 1. расслаблению интрафузальных мышечных волокон;
- 2. сокращению экстрафузальных мышечных волокон;
- 3. сокращению интрафузальных мышечных волокон и активации тормозных интернейронов;

4. расслаблению экстрафузальных и красных мышечных волокон.

Ответ: 2.

Задача І.3.5.12. (8 баллов)

Соотнесите типы вегетативной системы и их характеристики:

Ряды:	Симпатическая нерв-	Парасимпатическая
	ная система (а)	нервная система (b)
Усиление моторики кишечника	1	2
Повышение секреции воды в	3	4
слюнных железах		
Сокращение мышц бронхов	5	6
Длинные преганглионарные и ко-	7	8
роткие постганглионарные волок-		
на		
Ацетилхолин медиатор постган-	9	10
глионарных нейронов		
Норадреналин медиатор постган-	11	12
глионарных нейронов		
Повышение сердечного ритма	13	14
Сокращение сфинктера	15	16
Возникновение резкой сухости во	17	18
рту		

Ответ: a: 2; 4; 6; 8; 10. b: 11; 13; 15; 17.

Задача І.З.5.13. (6 баллов)

Каким образом размещаются электроды для фиксации ЭЭГ-сигнала при помощи монополярного отведения?

- 1. Два электрода помещаются на электрически активные точки скальпа без референтного электрода.
- 2. По сагиттальной линии от inion до nasion.
- 3. По системе «10-20» располагается активный электрод, референтный электрод над слуховым проходом.
- 4. Референтный электрод на мочке уха или носу, активный электрод на электрически активную точку скальпа.

Ответ: 4.

Задача І.З.5.14. (8 баллов)

Какие из перечисленных клеток сетчатки глаза человека способны к деполяризации?

1. Фоторецепторы.

- 2. Горизонтальные клетки.
- 3. Биполярные клетки.
- 4. Ганглиозные клетки.
- 5. Амакриновые клетки.

Ответ: 2; 3; 4; 5.

Задача І.З.5.15. (6 баллов)

Установите последовательность этапов первичной сукцессии для горных участков суши.

- 1. Ельник.
- 2. Кустарниковые сообщества.
- 3. Мхи и некоторые травы.
- 4. Лишайники.

Ответ: 4; 3; 2; 1.

Третья попытка. Задачи 10–11 класса

Задача І.З.б.1. (3 балла)

Выберите пункты, являющиеся нанообъектами:

- 1. молекула актина;
- 2. рибосома;
- 3. клеточное ядро;
- 4. молекула ДНК.

Ответ: 1; 2; 4.

Задача І.З.б.2. (5 баллов)

Выберите все варианты клеток здорового человека, которые практически всегда имеют генотип, отличающийся от генотипа большинства остальных клеток:

- 1. эпителиальные клетки;
- 2. яйцеклетки;
- 3. иммунные клетки;
- 4. сперматозоиды;
- 5. нейроны;
- 6. гепатоциты.

Ответ: 2; 3; 4; 5.

Задача І.З.б.З. (7 баллов)

Кроме «трех великих убийц», ВОЗ выделает категорию «забытых болезней» — инфекционные и паразитарные заболевания, поражающие беднейшие слои населения в отсталых тропических регионах.

Среди забытых болезней есть сонная болезнь, шистосомоз и другие заболевания. Соотнесите заболевание и метод его профилактики.

1. сонная болезнь	а. не ходить босиком		
2. проказа	b. использовать противомоскитные сетки и репеллен-		
	ТЫ		
3. ришта	с. фильтрация питьевой воды		
4. лейшманиоз	d. изоляция заболевших и своевременное лечение		
5. анкилостомидоз	е. искусственная стерилизация самцов переносчиков		

Ответ: 1 - e; 2 - d; 3 - c; 4 - b; 5 - a.

Задача І.З.б.4. (8 баллов)

Выберите вероятные способы фотосинтеза для каждого местообитания:

Ряды:	C3	C4
Тундры Кольского полуострова	1	2
Саванны плоскогорья Бразилии	3	4
Пустыни Австралии	5	6
Дождевые тропические леса Амазо-	7	8
нии		

Ответ: 1; 3; 4; 5; 6; 7; 8.

Задача І.З.6.5. (10 баллов)

Перед вами — фрагмент гена 28S человека (начиная с 1 нуклеотида).

Сколько цистеиновых мостиков может образоваться внутри конечного продукта этого гена?

GAATTCACCAAGCGTTGGATTGTTCACCCACTAATAGGGAACGTGAGCTGGGT TTAGACCGTCGTGAGACAGGTTAGTTTTTACCCTACTGATGATGTTTTTTGCCA TGGTAATCCTGCTCAGTACGAGAGGAACCGCAG

Ответ: 0.

Задача І.З.б.б. (5 баллов)

Отметьте, к каким классам относятся следующие организмы.

Rows:	Danio	Macaca	Felis	Zea	Pisum
	rerio	mulatta	domesticatus	mays	sativum
Однодольные	1	2	3	4	5
Двудольные	6	7	8	9	10
Насекомые	11	12	13	14	15
Головоногие	16	17	18	19	20
Лучеперые рыбы	21	22	23	24	25
Птицы	26	27	28	29	30
Млекопитающие	31	32	33	34	35

Ответ: 4; 10; 21; 32; 33.

Задача І.З.б.7. (6 баллов)

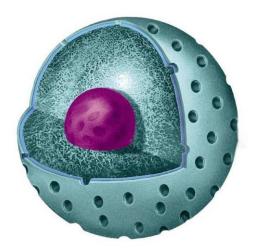
Сопоставьте организмы с названиями их гибридов.

1. Бактриан и лама	а. кама
2. Лошадь и осёл	b. бестер
3. Пшеница и рожь	с. тритикале
4. Белуга и стерлядь	d. рафанобрассика
5. Редька и капуста	е. мул
6. Ослица и жеребец	f. лошак

Ответ: 1 - a, 2 - e, 3 - c, 4 - b, 5 - d, 6 - f.

Задача І.З.б.8. (6 баллов)

Выберите утверждения, верные для данного объекта.



- 1. Содержит хроматин;
- 2. Содержит ламину;
- 3. Содержит кариоплазму;

- 4. Состоит из двух субъединиц;
- 5. Содержит кольцевую ДНК;
- 6. Отсутствует у высших растений;
- 7. Участвует в процессе фотосинтеза;
- 8. Синтезирует липиды и углеводы;
- 9. Является двумембранным органоидом;
- 10. Является полуавтономным органоидом.

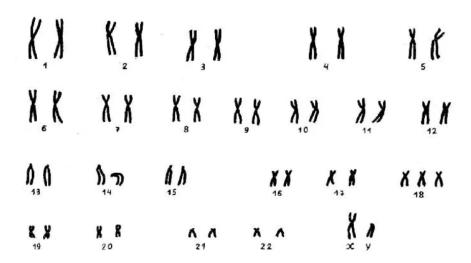
Ответ: 1; 2; 3; 9.

Задача І.З.6.9. (10 баллов)

Ответ: 1 — мейоз; 2 — гаплоидные; 3 — конъюгация; 4 — кроссинговер; 5 — экваториальной; 6 — биваленты; 7 — гомологичные; 8 — анафазе; 9 — интерфаза; 10 — репликация.

$3 a \partial a$ ча I.3.6.10.~(6~баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



Это кариотип ______1

- мальчика
- девочки
- гермафродита

с синдромом _____2

- Эдвардса
- Вильямса
- Патау
- Кляйнфельтера

____3

- точечной
- генной
- хромосомной
- геномной

мутацией (______4

- нуллисомия).
- моносомия).
- дисомия).
- трисомия).

Ответ: 1 — мальчика; 2 — Эдвардса; 3 — геномной; 4 — трисомия.

$Задача I.3.6.11. \ (7 баллов)$

Какими нейронами представлены центры парасимпатической нервной системы.

- 1. Нейронами продолговатого мозга.
- 2. Нейронами среднего мозга и крестцового отдела.
- 3. Нейронами варолиевого моста и поясничного отдела.
- 4. Нейронами крестцового и поясничного отделов.
- 5. Нейронами шейного отдела спинного мозга.

Ответ: 1; 2.

Задача І.З.6.12. (9 баллов)

Выберите верные характеристики, относящиеся к вызванным потенциалам Р300.

- 1. Не требует выделения из «сырого» сигнала ЭЭГ для использования в целях управления объектами.
- 2. Локализуется в фронто-париетальной, затылочной коре головного мозга и продолговатом мозге.
- 3. P300 это положительная волна с пиковой латентность 300 мс.
- 4. При поражении лобной доли снижается амплитуда Р3а.
- 5. Пик Р300 отражает процессы, связанные с оценкой или категоризацией стимулов, а также возникает в процессе принятия решения.
- 6. Для экспериментального обнаружения волны применяются парадигмы «oddball» и «go/no go».

Ответ: 3; 4; 5; 6.

Задача І.З.б.13. (7 баллов)

Установите соответствие.

Ряды:	Спайковая ак-	Градуальные
	тивность (а)	колебания
		(реакции) (b)
Характерны для тел и аксонов нервных клеток	1	2
Возникают при критическом уровне деполяризации	3	4
Высокая амплитуда и небольшая длительность	5	6
Генерируются мозгом с высокой частотой и быстро	7	8
затухают		
Характерны для дендритов	9	10
Представляют собой постсинаптические потенциа-	11	12
лы		
Малая амплитуда и большая длительность	13	14
В большинстве случаев возникают независимо от	15	16
поляризации мембраны		

Ответ: a: 1; 3; 5; 7. b: 10; 12; 14; 16.

Задача І.З.б.14. (6 баллов)

Установите соответствие между источником физиологического артефакта на 99Γ и его проявлением.

1. Моргание	а. Нерегулярные хаотические колебания разной ам-		
	плитуды и частоты или резкие пики. Часто регистри-		
	руются в затылочной, височной и лобной областях		
2. Сжимание челюсти,	b. Медленные нерегулярные волны, менее 3 Гц, часто		
движения губами	проявляемые в лобной области		
3. Сосудистые волны	с. Регулярные медленные колебания, совпадающие с		
	частотой пульса		
4. Перегревание, эмоцио-	d. Высокоамплитудные медленные колебания (1-3		
нальное возбуждение	Гц) в лобной области		
5. Движение головы или	е. Высокоамплитудные скачки потенциала с большой		
всего тела	крутизной		

Ответ: 1 - d; 2 - a; 3 - c; 4 - b; 5 - e.

$Задача I.3.6.15. \ (5 баллов)$

Установите соответствие между фазами фотосинтеза и их характеристиками.

Ряды:	Темновая	Световая
	(a)	(b)
выделение кислорода	1	2
гидролиз воды	3	4
синтез глюкозы	5	6
синтез АТФ	7	8
образование глицеральдегид-3-фосфата	9	10

Ответ: a: 2; 4; 8. b: 5; 9.

Четвертая попытка. Задачи 8-9 класса

Задача І.З.7.1. (4 балла)

Выберите пункты, не являющиеся нанообъектами:

- 1. молекула гемоглобина;
- 2. эритроцит;
- 3. клеточное ядро;
- 4. рибосома.

Ответ: 2; 3.

Задача І.З.7.2. (4 балла)

Какие из биологических процессов нужны для охлаждения?

- 1. Растения открывают устьица на листьях.
- 2. Рыбы заглатывают воздух с поверхности водоема.
- 3. Собака часто дышит с открытым ртом и высунутым языком.
- 4. Люди потеют.

Ответ: 1; 3; 4.

Задача І.З.7.3. (7 баллов)

Про некоторое заболевание известны следующие факты:

- возбудитель вирус;
- в настоящее время побеждена;
- с древних пор люди использовали вариацию вариоляцию заражение неослабленным возбудителем в качестве противоэпидемиологических мер;
- очень заразно и летально.

Напишите название инфекционной болезни.

Ответ: оспа.

Задача І.З.7.4. (8 баллов)

В каких производствах используют культуры клеток?

- 1. Молочное производство.
- 2. Производство антител.
- 3. Производство искусственного шелка.
- 4. Производство гормонов.

Ответ: 2; 4.

Задача І.З.7.5. (10 баллов)

Репликация ДНК человека — сложный процесс, в который вовлечено множество белков. Одни белки расплетают нити ДНК, другие — репликазы — непосредственно синтезируют новые полинуклеотидные цепи, третьи — репаразы — исправляют ошибки, которые появились в ДНК после синтеза цепи.

Считается, что репликаза синтезирует точно 999 нуклеотидов из 1000. После этого репараза исправляет 99,9999% внесенных ошибок. Сколько нуклеотидов будет различаться у исходной зиготы и бластомера на стадии 4 клеток? Размер генома человека считаем равным 3,1 млрд пар оснований.

Ответ округлить до целого числа нуклеотидов.

Ответ: 6.

Задача І.З.7.6. (5 баллов)

Отметьте, к каким классам относятся следующие организмы:

	Млекопитающие	Двудольные	Однодольные	Головоногие	Насекомые
Дрозофила	1	2	3	4	5
Кукуруза	6	7	8	9	10
Кальмар	11	12	13	14	15
Человек	16	17	18	19	20
Арабидопсис	21	22	23	24	25

Ответ: 5; 8; 14; 16; 22.

Задача І.З.7.7. (6 баллов)

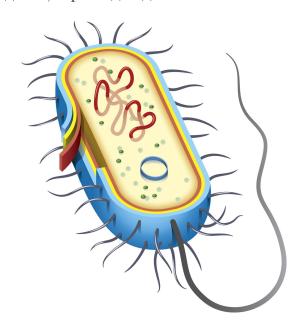
Сопоставьте растение с семейством, к которому оно относится.

1. Подсолнечник	а. Сложноцветные
2. Капуста	b. Розоцветные
3. Яблоня	с. Бобовые
4. Картофель	d. Злаковые
5. Пшеница	е. Пасленовые
6. Фасоль	f. Крестоцветные

Ответ: 1 - a, 2 - f, 3 - b, 4 - e, 5 - d, 6 - c.

Задача І.З.7.8. (6 баллов)

Выберите утверждения, верные для данного объекта.



- 1. Клеточная стенка состоит из фосфолипидов.
- 2. Не имеет ядра.
- 3. Относится к прокариотам.
- 4. Пластиды трехмембранные.
- 5. АТФ синтезируется в митохондриях.
- 6. Содержит рибосомы.
- 7. Содержит только гладкую ЭПС.
- 8. Содержит кольцевую ДНК.
- 9. Клеточная стенка состоит из муреина.
- 10. Способен к фагоцитозу.

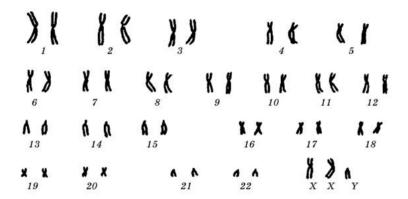
Ответ: 2; 3; 6; 8; 9.

Задача І.З.7.9. (10 баллов)

Ответ: 1- деления; 2- две; 3- материнской; 4- хромосомы/ДНК; 5- ядерная; 6- метафазе; 7- веретена; 8- хроматиды; 9- полюсам; 10- телофазе.

Задача І.З.7.10. (6 баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



На рисунке изображены ______1

- хромосомы
- лизосомы
- рибосомы
- респирасомы

4

- мальчика
- девочки
- гермафродита

с синдромом Кляйнфельтера — ______3

- лишней
- недостающей

- X
- Y
- 15
- 21

хромосомой.

Ответ: 1 — хромосомы; 2 — мальчика; 3 — лишней; 4 — X.

Задача І.З.7.11. (8 баллов)

Для доказательства того, что мышцы сокращаются из-за электрического тока, который происходит в тканях, Гальвани накинул поврежденный _______ 1 на мышцу стеклянной палочкой.

Ответ: нерв.

Задача І.3.7.12. (6 баллов)

- 1. После возбуждения потенциал мембраны клетки остается равным нулю.
- 2. Ионы калия выходят из клетки по градиенту.
- 3. Ионы калия входят в клетку по градиенту.
- 4. При раздражении клетки происходит изменение проницаемости клеточной мембраны.

Ответ: 2; 4.

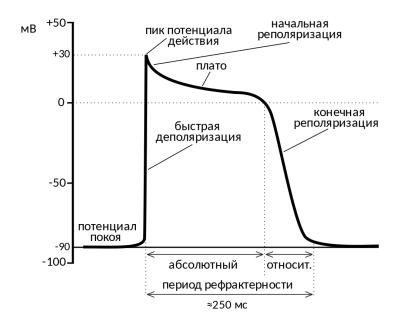
Задача І.З.7.13. (7 баллов)

Сопоставьте название двигательной единицы и ее характеристику.

1. Медленные тонические мышечные	а. характеризуется способностью работать
волокна	в режиме быстрых одиночных сокращений
2. Медленные фазические волокна	b. способны к быстрым сокращениям, при-
	чем в то время, когда кровеносная система
	еще только приспосабливается к более вы-
	сокому уровню мышечной активности
3. Быстрые фазические гликолитиче-	с. характеризуются малой скоростью со-
ские волокна	кращения и довольно высокой выносливо-
	стью
4. Быстрые фазические окислитель-	d. характеризуются низкой скоростью со-
ные волокна	кращения, мультитерминальной иннерва-
	цией и невозможностью совершать оди-
	ночные сокращения

Ответ: 1 - d; 2 - c; 3 - b; 4 - a.

Задача І.З.7.14. (7 баллов)



На рисунке представлен потенциал действия специальной мышечной клетки. Период рефрактерности в данном случае составляет около 250 мс, такая длительность периода рефрактерности возможна благодаря работе _________ каналов.

Ответ: кальциевых.

Задача І.З.7.15. (6 баллов)

Продуцентами в экосистеме являются:

- 1. лишайник;
- 2. подберезовик;
- 3. раффлезия;
- 4. фитопланктон;
- 5. гидра пресноводная;
- 6. цианобактерии.

Ответ: 1; 4; 6.

Четвертая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача І.З.8.1. (5 баллов)

Отметьте, к каким классам относятся следующие организмы:

	Двудольные	Головоногие	Лучеперые	Однодольные	Насекомые
Кальмар	1	2	3	4	5
Данио	6	7	8	9	10
Рис	11	12	13	14	15
Арабидопсис	16	17	18	19	20
Дрозофила	21	22	23	24	25

Ответ: 2; 8; 14; 16; 25.

Задача І.З.8.2. (6 баллов)

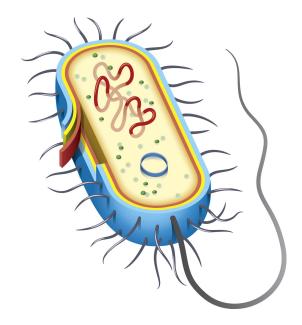
Сопоставьте растение с семейством, к котому оно относится.

1. Рис	а. Розоцветные
2. Томат	b. Астровые
3. Редька	с. Мотыльковые
4. Шиповник	d. Капустные
5. Солодка	е. Пасленовые
6. Подсолнечник	f. Мятликовые

Ответ: 1 - f, 2 - e, 3 - d, 4 - a, 5 - c, 6 - b.

Задача І.З.8.3. (6 баллов)

Выберите утверждения, верные для данного объекта.



- 1. Нет мембранных органоидов.
- 2. Является неклеточной формой жизни.
- 3. Относится к прокариотам.
- 4. Способен к пиноцитозу.

- 5. Мелкие рибосомы.
- 6. Размножается спорами.
- 7. Пластиды трехмембранные.
- 8. АТФ синтезируется в митохондриях.
- 9. Клеточная стенка из хитина.
- 10. Содержит нуклеоид.

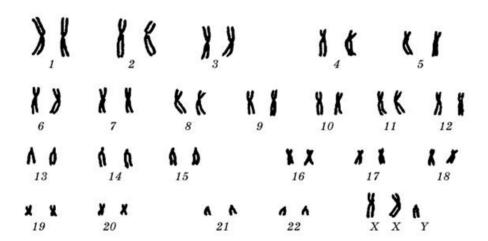
Ответ: 1; 3; 5; 10.

Задача І.З.8.4. (10 баллов)

Ответ: 1 — деления; 2 — две; 3 — материнской; 4 — хромосомы; 5 — ядерная; 6 — метафазе; 7 — веретена; 8 — хроматиды; 9 — полюсам; 10 — телофазе.

Задача І.З.8.5. (6 баллов)

Рассмотрите изображение и заполните пропуски.



На рисунке изображен кариотип _________

- 45, XXY
- 46, XXY
- 47, XXY
- 48, XXY

2

- мальчика
- девочки
- гермафродита

с синдромом _____3

- Мюнгхаузена
- Кляйнфельтера
- Ван Гога
- Дориана Грея
- ______4 мутацией.
 - точечной
 - генной
 - хромосомной
 - геномной

Ответ: 1-47, XXY; 2- мальчика; 3- Кляйнфельтера; 4- геномной.

Задача І.З.8.6. (4 балла)

Выберите пункты, являющиеся нанообъектами:

- 1. клеточное ядро;
- 2. молекула гемоглобина;
- 3. рибосома;
- 4. эритроцит.

Ответ: 2; 3.

Задача І.З.8.7. (4 балла)

Какие из биологических процессов нужны для охлаждения?

- 1. Растения открывают устьица на листьях.
- 2. Собака часто дышит с открытым ртом и высунутым языком.
- 3. Рыбы заглатывают воздух с поверхности водоема.
- 4. Ящерица уходит в тень.
- 5. Люди потеют.

Ответ: 1; 2; 4; 5.

Задача І.З.8.8. (7 баллов)

В каких производствах используют культуры клеток?

- 1. Производство некоторых вацин;
- 2. Производство гормонов;

- 3. Производство искусственного мяса;
- 4. Производство искусственного шелка;
- 5. Производство антител.

Ответ: 1; 2; 3; 5.

Задача І.З.8.9. (8 баллов)

Про некоторое заболевание известны следующие факты:

- возбудитель вирус;
- в настоящее время побеждена;
- очень заразно и летально;
- фамилии Рябовы, Рябинины, Щедрины связаны с специфическим внешним видом людей, переболевших этой болезнью.

Напишите название инфекционной болезни.

Ответ: оспа.

Задача I.3.8.10. (10 баллов)

Репликация ДНК человека — сложный процесс, в который вовлечено множество белков. Одни белки расплетают нити ДНК, другие — репликазы — непосредственно синтезируют новые полинуклеотидные цепи, третьи — репаразы — исправляют ошибки, которые появились в ДНК после синтеза цепи.

Считается, что репликаза синтезирует точно 999 нуклеотидов из 1000. После этого репараза исправляет 99,9999% внесенных ошибок. Сколько нуклеотидов будет различаться у бластомеров на стадии 2 клеток? Размер генома человека считаем равным 3,1 млрд пар оснований.

Ответ округлить до целого числа нуклеотидов.

Ответ: 3.

Задача І.З.8.11. (8 баллов)

Ответ: родопсина.

Задача І.З.8.12. (6 баллов)

Выберите нейромедиаторы, основу которых составляет аминокислота.

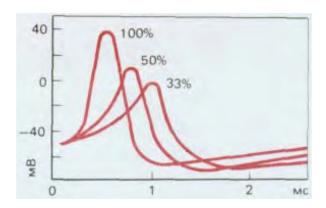
1. Норадреналин;

- 2. Адреналин;
- 3. Гистамин;
- 4. Серотонин;
- 5. Дофамин;
- 6. Ацетилхолин.

Ответ: 1; 2; 3; 4; 5.

Задача І.З.8.13. (7 баллов)

С чем связано изменение формы потенциала действия на рисунке?



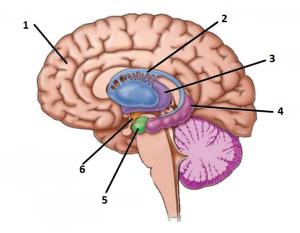
- 1. Изменение внеклеточной концентрации ионов натрия.
- 2. Изменение внутриклеточной концентрации ионов калия.
- 3. Изменение внутриклеточной концентрации ионов натрия.
- 4. Изменение внеклеточной концентрации ионов калия.

Ответ: 1.

Задача І.З.8.14. (7 баллов)

Какой структуре, обозначенной на рисунке цифрой, соответствует описание функций:

по некоторым данным, эта структура индуцирует главным образом ритмическую активность коры, в частности альфа-ритм



Ответ: 3.

Задача І.З.8.15. (6 баллов)

К биотическим факторам среды относят:

- 1. симбиоз;
- 2. обильные осадки;
- 3. разрушение озонового слоя;
- 4. паразитизм;
- 5. осущение болот;
- 6. нахлебничество.

Ответ: 1; 4; 6.