

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ЦЕНТР ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ

ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН
для учащихся инженерных классов (11 класс) города Москвы

Методические рекомендации
по решению задач теоретической части предпрофессионального экзамена

Химия

Автор: Дмитриев А.Н.,
ассистент кафедры
«Медико-технических информационных
технологий» МГТУ им Н.Э. Баумана.

Москва 2019

Оглавление

Введение.....	3
1. Задачи на проведение оценочных расчетов № 8	6
2. Задачи на проведение оценочных расчетов № 10	9
3. Задачи на проведение оценочных расчетов № 11	13

Введение

Формирование жизненных и предпрофессиональных умений – первостепенная задача системы образования. Выпускник должен уметь применять знания в реальной жизни, ориентироваться в большом объеме информации и самостоятельно получать новые знания, разрабатывать реальные и необходимые проекты и презентовать инновационные идеи.

Проект «Инженерный класс в московской школе» ставит своей задачей предпрофессиональную подготовку будущего инженера. В рамках проекта обучающиеся образовательных учреждений общего среднего образования получают углубленные знания по учебным дисциплинам, на основе которых они смогут успешно обучаться в инженерном ВУЗе. Экскурсии на кафедры ВУЗов и на производственные предприятия дают возможность познакомиться с характером инженерной деятельности, производственная практика в рамках проекта позволяет включиться в деятельность предприятия или лаборатории, а выполнение проекта инженерно-технической направленности формирует умения, необходимые в дальнейшей работе. Все это вместе взятое осуществляет профессиональную навигацию обучающихся и ориентирует их на осознанный выбор будущей профессии.

По окончании обучения в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» предусмотрен предпрофессиональный экзамен. Предпрофессиональный экзамен – форма независимой итоговой оценки с участием представителей вузов, которая проводится по результатам освоения обучающимися предпрофессиональных профильных программ в инженерных классах. Включает в себя компьютерное тестирование и практическую работу по одной из трех моделей: защита долгосрочного проекта, разработка и защита мини-проекта, решение практических (производственных) задач. В настоящих методических указаниях рассматриваются вопросы подготовки обучающихся к теоретическому этапу предпрофессионального экзамена в форме компьютерного тестирования.

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначены для определения уровня освоения выпускниками инженерных классов знаний, умений, ключевых компетенций образовательных программ профильных предметов и элективных курсов. При разработке контрольно-измерительных материалов было учтено, что инженерный труд предусматривает работу с информацией, представленной в самых разных формах: вербально-текстовой, знаково-символьной, в частности, формульной и табличной, графической, символично-графической. При этом современные средства отображения информации часто выдают результат как интеграцию указанных форм.

Другой особенностью контрольно-измерительных материалов является их метапредметный характер, также вытекающий из требований к будущей профессии инженера. В контрольно-измерительных материалах в рамках одного задания объединяются вопросы, относящиеся, в основном, к трем предметным областям: математике, физике и информатике. При этом задача с физико-техническим содержанием может потребовать высокой математической культуры, а задача, относящаяся к проблемам обработки информации, опирается на хорошие естественнонаучные знания.

Структура экзаменационной работы теоретической части предпрофессионального экзамена

В работу включены расчётные задачи и межпредметные задания на анализ текстовой, знакосимвольной и графической информации, базирующиеся на элементах содержания курсов физики, химии и математики базового, повышенного и высокого уровней сложности различной направленности.

Вариант экзаменационной работы, представляемый каждому обучающемуся, автоматически формируется из базы проверочных заданий в соответствии с планом экзаменационной работы и состоит из двух частей. Часть 1 включает текст по естествознанию и 3 задания к нему. Она является обязательной для выполнения каждым экзаменуемым. Часть 2 включает 12 заданий, соответствующих направлению практической части, указанному экзаменуемым в заявлении на участие в предпрофессиональном экзамене. Для получения максимального балла экзаменуемый должен выбрать и выполнить 8 заданий части 2. Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Экзаменуемый может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путем удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию. Возможность выбора более 8 заданий части 2 не предоставляется.

За выполнение задания 1 выставляется 2 балла, если ответ обучающегося совпал с эталоном; 1 балл, если неверно указан 1 символ; или 0 баллов в других случаях. За верное выполнение каждого из заданий 2–3 – 1 балл. Выполнение каждого из заданий части 2 оценивается в 2 балла. Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Таким образом, за часть 1 экзаменуемый может получить максимально 4 балла, за часть 2 – 16 баллов. Максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

Для более подробного знакомства со структурой экзаменационной работы можно воспользоваться спецификацией и планом демонстрационного варианта работы.

План демонстрационного варианта теоретической части экзаменационной работы для обучающихся, выбравших одно из направлений практической части: «Исследовательское», «Технологическое», «Конструирование», «Программирование»

№ задания	Умения, проверяемые на основе нижеприведённого межпредметного содержания
1	Использование явно заданной в тексте информации для анализа
2	Использование явно заданной в тексте информации для расчетов
3	Анализ информации, заданной графически
4	Проведение логических рассуждений для нахождения характеристик событий
5	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
6	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
7	Проведение экстремальных оценок
8	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
9	Преобразование модели из одной системы представления в другую
10	Использование явно заданной информации для проведения расчетов
11	Проведение расчётов параметров кинематического устройства
12	Анализ графической информации
13	Решение задач на индукционное представление информации
14	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
15	Использование явно заданной информации для проведения расчетов

План демонстрационного варианта теоретической части экзаменационной работы для выпускников, обучавшихся в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе», выбравших для практической части медико-инженерное направление

№ задания	Умения, проверяемые на основе нижеприведённого межпредметного содержания
1	Использование явно заданной в тексте информации для анализа
2	Использование явно заданной в тексте информации
3	Использование неявно заданной в тексте информации для расчетов

4	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
5	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
6	Анализ графической информации
7	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
8	Проведение оценочных расчетов
9	Проведение оценочных расчетов
10	Проведение оценочных расчетов
11	Проведение оценочных расчетов
12	Использование явно заданной информации для проведения расчетов
13	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
14	Использование заданной информации для проведения расчетов
15	Преобразование модели из одной системы представления в другую

Разберем задачи с математическим содержанием, в том числе и междисциплинарные.

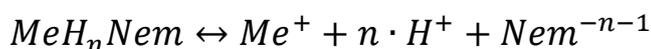
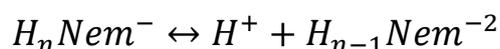
1. Задачи на проведение оценочных расчетов № 8

Для успешного решения задачи №8 теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся, выбравших направление практической части «Медико-инженерное», необходимо знать формулы диссоциации различных солей, понятия массовой доли вещества.

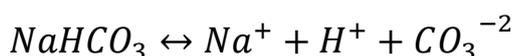
Диссоциация соли



Многоступенчатая диссоциация:



Пример: $NaHCO_3 \leftrightarrow Na^+ + HCO_3^-$



Однако, степень диссоциации у разных веществ различна, так диссоциация $NaHCO_3$ преимущественно идет по первой ступени

Примеры диссоциации различных солей



Суммарная молярная концентрация ионов в растворе

Молярная концентрация это отношение количества вещества к единице объема раствора(моль/л)

Суммарная молярная концентрация ионов в растворе это отношение суммы количества вещества каждого их ионов в растворе к общему объему этого раствора:

$$C_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \nu_i}{V};$$

Например, в $\alpha = 0,9\%$ физиологическом растворе, плотностью $\rho = 1$ г/мл. $NaCl$ диссоциирует на катион и анион:



тогда число ионов в растворе будет в 2 раза больше изначального числа молекул $NaCl$.

Масса $NaCl$ будет равна:

$$m_{NaCl} = \frac{\alpha \cdot m_{p-pa}}{100};$$

Масса раствора:

$$m_{p-pa} = \rho \cdot V;$$

Количество вещества $NaCl$:

$$\nu_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{M_{NaCl}};$$

Суммарная молярная концентрация:

$$C_{\Sigma} = \frac{2 \cdot \nu_{NaCl}}{V};$$

Получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} m_{NaCl} = \frac{\alpha \cdot m_{p-ра}}{100} \\ m_{p-ра} = \rho \cdot V \\ v_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{M_{NaCl}} \\ C_{\Sigma} = \frac{2 \cdot v_{NaCl}}{V} \end{cases}$$

Решая ее, получаем выражение:

$$C_{\Sigma} = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \rho}{100 \cdot M_{NaCl}};$$

Проверяем итоговую размерность:

$$[C_{\Sigma}] = \frac{\text{г}}{\text{мл} \cdot \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}}\right)} = \frac{\text{моль}}{\text{мл}};$$

Подставляем численные значения параметров, входящих в итоговое уравнение:

$$C_{\Sigma} = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \rho}{100 \cdot (M_{Na} + M_{Cl})} = \frac{2 \cdot 0.9 \cdot 1}{100 \cdot (23 + 35,5)} \approx 3 \cdot \frac{10^{-4} \text{ моль}}{\text{мл}} = 0.3 \frac{\text{моль}}{\text{л}};$$

Получаем ответ: Суммарная молярная концентрация ионов в растворе равна $0.3 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$.

Задача (решение задания 8 демонстрационного варианта)

Препарат Три соль – многокомпонентный раствор, который вводят внутривенно при холере, острой дизентерии и пищевой токсикоинфекции. Раствор содержит 5 г хлорида натрия, 1 г хлорида калия и 4 г гидрокарбоната натрия, доведенные до объема 1 л водой для инъекций. Рассчитайте суммарную молярную концентрацию ионов в этом растворе (моль/л). Диссоциацией и гидролизом иона гидрокарбоната можно пренебречь. Ответ приведите с точностью до тысячных.

Ответ: _____ моль/л

Решение:

Запишем основные химические уравнения диссоциации компонентов:



П

о
л
у
ч
а
е
т
с
я
,

Запишем основные уравнения для решения данной задачи:

$$C_{\Sigma} = 2 \cdot (v_{NaCl} + v_{KCl} + v_{NaHCO_3})V;$$

$$v_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{M_{NaCl}};$$

$$v_{KCl} = \frac{m_{KCl}}{M_{KCl}};$$

$$v_{NaHCO_3} = \frac{m_{NaHCO_3}}{M_{NaHCO_3}};$$



Получаем итоговое выражение:

$$C_{\Sigma} = \frac{2}{V} \cdot \left(\frac{m_{NaCl}}{M_{Na} + M_{Cl}} + \frac{m_{KCl}}{M_K + M_{Cl}} + \frac{m_{NaHCO_3}}{M_{Na} + M_H + M_C + 3M_o} \right)$$

Проверка размерности:

$$[C_{\Sigma}] = \frac{1}{л} \cdot \left(\frac{\frac{г}{\text{моль}} + \frac{г}{\text{моль}}}{\text{моль}} + \frac{\frac{г}{\text{моль}} + \frac{г}{\text{моль}}}{\text{моль}} + \frac{\frac{г}{\text{моль}} + \frac{г}{\text{моль}} + \frac{г}{\text{моль}} + \frac{г}{\text{моль}}}{\text{моль}} \right) =$$

$$= \frac{1}{л} \left(\frac{г \cdot \text{моль}}{г} + \frac{г \cdot \text{моль}}{г} + \frac{г \cdot \text{моль}}{г} \right) = \frac{\text{моль}}{л}$$

Численный расчет:

$$C_{\Sigma} = \frac{2}{1} \cdot \left(\frac{5}{23 + 35,5} + \frac{1}{39 + 35,5} + \frac{4}{23 + 1 + 12 + 3 \cdot 16} \right) = 2 \cdot \left(\frac{5}{58,5} + \frac{1}{74,5} + \frac{4}{84} \right)$$

$$= 0,292 \frac{\text{моль}}{л}$$

О

т

в

е

2. Задачи на проведение оценочных расчетов № 10

К пункту №10 задания «Медико-инженерного направления» можно отнести задачи, связанные с оценкой физико-химических процессов, например применение радиоактивного распада в медико-биологической практике, оценка кислотно-щелочного баланса, оценка биохимических процессов и обмена энергии в организме человека.

9

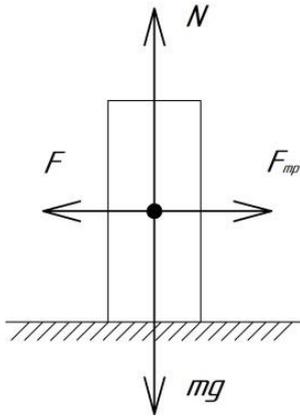
2

МОЛЬЛ.

Задача на энергетические процессы

Рассмотрим следующую задачу. Конькобежец, массой 50 кг, после интенсивной тренировки проехал еще 10 км, в результате чего в мышечных клетках происходит гликолиз. В ходе при гликолиза при расщеплении 1 молекулы глюкозы синтезируется 2 молекулы АТФ. При совершении активного движения происходит выделение 40 кДж энергии из 1 моля АТФ, часть энергии расходуется на движение, а часть выделяется в тепло, КПД принять равным 60%. Оцените массу расщепленной глюкозы при гликолизе, если коэффициент трения скольжения равен 0.02. Ответ округлите до целых.

Решение:



Запишем уравнения для сил, действующих на конькобежца:

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu,$$

=

Работа по преодолению силы трения будет равна:

=

Работа совершается за счет образовавшейся энергии E при гликолизе:

=

Эта энергия образуется при расщеплении АТФ:

$$E = Q_c \cdot \nu_{\text{АТФ}};$$

Масса глюкозы будет равна:

$$m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \nu_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6};$$

$$M_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 6M_{\text{C}} + 12M_{\text{H}} + 6M_{\text{O}};$$

Так как при гликолизе в результате расщепления 1 молекулы глюкозы синтезируется 2 молекулы АТФ, то можно записать соотношение количества соответствующих веществ:

$$\nu_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{1}{2} \cdot \nu_{\text{АТФ}};$$

Таким образом, получаем систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{тр}} = N \cdot \mu; \\ N - mg = 0; \\ A = F_{\text{тр}} \cdot l \\ A = E\eta; \\ E = Q_c \cdot \nu_{\text{АТФ}}; \\ m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \nu_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}; \\ M_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 6M_{\text{C}} + 12M_{\text{H}} + 6M_{\text{O}}; \\ \nu_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{1}{2} \cdot \nu_{\text{АТФ}} \end{array} \right.$$

Решая данную систему, получаем:

$$m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{1}{2} \cdot (6M_{\text{C}} + 12M_{\text{H}} + 6M_{\text{O}}) \cdot \frac{mg\mu l}{\eta Q_c}$$

Делаем проверку на размерность:

$$[m_{C_6H_{12}O_6}] = 1 \cdot \left(\frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} + \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} + \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} \right) \cdot \frac{\text{КГ} \cdot \text{М} \cdot \text{М}}{\text{С}^2 \left(\frac{\text{ДЖ}}{\text{МОЛЬ}} \right)} =$$

$$= \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} \cdot \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}^2 \cdot \text{МОЛЬ}}{\text{С}^2 \cdot \text{КГ} \left(\frac{\text{М}^2}{\text{С}^2} \right)} = \frac{\Gamma \cdot \text{КГ} \cdot \text{М}^2 \cdot \text{С}^2}{\text{С}^2 \cdot \text{КГ} \cdot \text{М}^2} = \Gamma$$

Подставляем численные значения и получаем ответ:

$$m_{C_6H_{12}O_6} = \frac{1}{2} \cdot (6 \cdot 12 + 12 + 6 \cdot 16) \cdot \frac{50 \cdot 10 \cdot 0.02 \cdot 10 \cdot 10^3}{0.6 \cdot 4 \cdot 10^4} = 180 \cdot \frac{10 \cdot 10 \cdot 10^3}{4.8 \cdot 10^4} = 375 \text{ г}$$

Ответ: 375 г

Задача на кислотно-щелочной баланс

При повышенном содержании соляной кислоты в желудке применяют различные фармацевтические средства для нейтрализации кислой среды. Одним из них является выпускаемый в таблетках гидрокарбонат натрия. Такие средства обладают определенными недостатками при применении, однако могут быть использованы для некоторых случаев. Оцените массу препарата необходимого для изменения pH от 1.7 до 2.1, объем желудка 1л, pH – кислотный показатель, численно равный отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода. Ответ округлите до десятых.

Решение:

Запишем выражения для pH до и после нейтрализации кислой среды желудка, соответственно:

$$pH_1 = -\lg C_{H^+} (1);$$

$$pH_2 = -\lg C_{H^+} (2);$$

Соответствующие концентрации будут равны: $C_{H_1^+} = \frac{v_{H_1}}{V}$ и $C_{H_2^+} = \frac{v_{H_2}}{V}$

Ионы водорода образуются за счет диссоциации:



Таким образом, основной вклад в формирование pH среды желудка вносит концентрация соляной кислоты.

Запишем уравнения нейтрализации:



Таким образом, часть соляной кислоты прореагирует с гидрокарбонатом, это уменьшит концентрацию ионов водорода. Запишем уравнение изменения количества ионов водорода:

$$v_{H_1} - v_{H_2} = v_{NaHCO_3};$$

Масса гидрокарбоната, соответственно, будет равна:

$$m_{NaHCO_3} = v_{NaHCO_3} \cdot M_{NaHCO_3};$$

$$M_{NaHCO_3} = M_{Na} + M_H + M_C + 3M_O;$$

Перепишем формулы вычисления pH (1),(2), чтобы выразить концентрации:

$$pH_1 = -\lg CH_1^+; \quad pH_2 = -\lg CH_2^+;$$

Потенцируем приведенные выше выражения и выражаем $C_{H_1^+}$ и $C_{H_2^+}$ через pH:

$$pH_1 = 10 - \log CH_1^+;$$

$$pH_2 = 10 - \log CH_2^+;$$

$$pH_1 = 1 - \lg CH_1^+;$$

$$pH_2 = 1 - \lg CH_2^+;$$

$$CH_1^+ = 10^{1-pH_1};$$

$$CH_2^+ = 10^{1-pH_2};$$

Таким образом, получаем систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{H_1^+} = \frac{1}{10^{pH_1}}; \\ C_{H_2^+} = \frac{1}{10^{pH_2}}; \\ C_{H_1^+} = \frac{v_{H_1}}{V}; \\ C_{H_2^+} = \frac{v_{H_2}}{V}; \\ v_{H_1} - v_{H_2} = v_{NaHCO_3}; \\ m_{NaHCO_3} = v_{NaHCO_3} \cdot M_{NaHCO_3}; \\ M_{NaHCO_3} = M_{Na} + M_H + M_C + 3M_O; \end{array} \right.$$

Решая систему уравнений получаем:

$$m_{NaHCO_3} = (M_{Na} + M_H + M_C + 3M_O) \cdot (10^{-pH_1} - 10^{-pH_2}) \cdot V;$$

Осуществляем проверку размерности получившегося результата:

$$\begin{aligned} [m_{NaHCO_3}] &= \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}} + \frac{\text{г}}{\text{моль}} + \frac{\text{г}}{\text{моль}} + \frac{\text{г}}{\text{моль}} \right) \cdot \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}} - \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right) \cdot \text{л} \\ &= \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot \text{л} = \text{г} \end{aligned}$$

Подставляем численные значения в формулу результат

$$m_{NaHCO_3} = (23 + 1 + 12 + 3 \cdot 16) \cdot (10^{-1.7} - 10^{-2.1}) \cdot 1 \approx 1 \text{ г};$$

Ответ: 1 г.

Задача на период полураспада

Натрия иодид I^{131} используется в клинической практике как радионуклидное средство при терапии различных онкологических заболеваний. Период полураспада составляет 8 суток. Оцените массу (ответ выразите в 10^{-9} г) распавшегося за неделю I^{131} , если в начальный момент времени пациенту ввели $2 \cdot 10^{-9}$ г иодида натрия. Ответ запишите с точностью до десятых.

Решение:

Запишем закон радиоактивного распада:

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

Так как число распавшихся атомов прямо пропорциональна массе распавшихся атомов:

$$m(t) = M \cdot \frac{N(t)}{Na}$$

То можно переписать закон радиоактивного распада в виде:

$$m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

Выразим массу радиоактивного йода из Иодида натрия:

$$m_{I^{131}} = \frac{m_{NaI^{131}}}{M_{NaI^{131}}} \cdot M_{I^{131}};$$

$$M_{NaI^{131}} = M_{Na} + M_{I^{131}};$$

По условию задачи нужно найти массу именно распавшегося йода:

$$m_r(t) = m_0 - m(t);$$

Решая уравнения получаем:

$$m_r(t) = \left(\frac{m_{NaI^{131}}}{M_{Na} + M_{I^{131}}} \cdot M_{I^{131}} \right) \cdot \left(1 - 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \right);$$

Подставляя численные значения получаем:

$$m_r \approx 0,77 \cdot 10^{-9} \approx 0,8 \cdot 10^{-9} \text{г}$$

Ответ: $0,8 \cdot 10^{-9}$ г

3. Задачи на проведение оценочных расчетов № 11

К задаче №11 задания «Медико-инженерного направления» можно отнести задачи, связанные с физико-химическими задачами, такими как расчет массовой доли вещества в растворе, задачи связанные с удельной калорийностью.

Задача на массовую долю

При внутривенном введении гипертонических растворов глюкозы повышается осмотическое давление крови, усиливается ток жидкости из тканей в кровь, повышаются процессы обмена, улучшается дезинтоксикационная функция печени, расширяются сосуды, увеличивается диурез. Рассчитайте массу глюкозы, которая необходима для приготовления 400 мл 40%-го раствора (плотность раствора 1540 кг/м³). Ответ запишите с точностью до десятых.

Решение:

$$\text{Массовая доля глюкозы: } \omega(C_6H_{12}O_6) = \frac{m(C_6H_{12}O_6)}{m_{\text{р-ра}}}$$

$$V_{\text{р-ра}} = 400 \text{ мл} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

При этом масса раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \rho V_{\text{р-ра}} = 1540 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 616 \text{ г}$$

Значит, масса глюкозы:

$$m(C_6H_{12}O_6) = \omega m_{\text{р-ра}} = 0,4 \cdot 616 = 246,4 \text{ г}$$

Ответ: 246,4 г

Задача на удельную калорийность

Удельная калорийность сахарозы Q равна 19 кДж/г. Рассчитайте количество сахара, необходимое бегуну, чтобы пробежать 5 км со скоростью 10 км/час, если средний расход энергии (E_{ср}) при беге составляет 38 кДж/мин.

Решение:

Рассчитываем количество минут необходимое бегуну для преодоления дистанции в 5 км.

$$t = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \text{ часа} = 30 \text{ мин}$$

$$E = E_{\text{ср}} \cdot t = 38 \frac{\text{кДж}}{\text{мин}} \cdot 30 \text{ мин} = 1140 \text{ кДж}$$

Количество сахара необходимое бегуну:

$$m = \frac{E}{Q} = \frac{1140 \text{ кДж}}{19 \frac{\text{кДж}}{\text{г}}} = 60 \text{ г}$$

Ответ: 60 г