

Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

Кафедра химии

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

*Методические указания к лабораторным
и практическим работам*

Факультеты: гуманитарный, экономический

Направления бакалавриата: 43.03.02 – туризм;
38.03.02 – менеджмент

Вологда
2016

Концепции современного естествознания: методические указания к лабораторным и практическим работам / Г.А. Тихановская, Л.М. Воропай. – Вологда: ВоГУ, 2016. – 44 с.

Методические указания к лабораторным и практическим работам включают наряду с практическими задачами теоретический материал по концепциям современного естествознания, изложенный с учетом современных представлений о роли естественно-научных дисциплин в подготовке бакалавров гуманитарного и экономического направления.

Материал указаний основан на современных методах исследования и может быть использован для проведения лабораторных и практических работ по курсу, а также учебно-исследовательской работы студентов.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: Г.А. Тихановская, канд. биол. наук, доцент;
Л.М. Воропай, канд. хим. наук, доцент

Рецензент В.П. Уханов, канд. геогр. наук, доцент кафедры Г и ИГ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ. ОШИБКА ОПЫТА

Раздел программы: Концепция точного измерения.

Прибор как идеальный канал связи между исследователем и объектом. Однозначная воспроизводимость результатов эксперимента. Принцип совместимости результатов одновременных измерений нескольких физических величин. Независимость (перестановочность) и аддитивность измеряемых характеристик. Влияние прибора на процесс реальных измерений. Проблемы точности реальных измерений и статистической обработки экспериментальных результатов.

Цель естествознания – описать, систематизировать и объяснить совокупность явлений или процессов. Для естествоиспытателя истинность теоретического вывода доказывается только опытом, экспериментом. После того как теория проверена опытом, наступает следующая стадия познания, в которой устанавливаются границы истинности наших знаний или границы применимости теории и отдельных научных утверждений. Эта стадия обуславливается различными объективными и субъективными факторами. Один из таких факторов – несовершенство техники эксперимента, служащей материальной базой любого опыта.

Любая научная истина относительна, но содержит элементы абсолютного.

Принципы научного познания действительности:

- Причинность; возникновение любых объектов и систем, а также изменение их свойств во времени имеют свои основания в предшествующих состояниях материи; эти основания называются причинами, а вызываемые ими изменения – следствиями.
- Критерий истины; естественно-научная истина проверяется только практикой: наблюдениями, опытами, экспериментами, производственной деятельностью. Если научная теория подтверждается практикой, то она истина.

*«Наука началась тогда, когда люди научились мерить;
точная наука не мыслима без меры».*

Д.И. Менделеев.

- Относительность научного знания; Научное знание (понятия, идеи, концепции, модели, теории, выводы из них и т.п.) всегда относительно и ограничено. Задача ученого – установить границы соответствия знания действительности – интервал адекватности. Например, классическая механика – механика Галилея-Ньютона – описывает движение макроскопических тел, скорости которых малы по сравнению со скоростью света в вакууме.

Один из существенных признаков относительности естественно-научных знаний вытекает из ее подтверждения экспериментом, в большинстве случаев основанном на измерениях, а измерений абсолютно точных не бывает, и в

этой связи задача ученого – установить интервал неточности. При совершенствовании процедуры измерений и модернизации измерительных приборов повышается точность измерений, тем самым сужается интервал неточности.

Цель работы: Ознакомление с вычислением ошибки эксперимента в весовом и объемном анализе.

ОПЫТ 1. Контрольное взвешивание.

Убедитесь в правильной установке весов. Получите у лаборанта предмет для контрольного взвешивания, например, металлическую пластинку. Запишите в журнал найденную массу пластинки. Узнайте у лаборанта истинную массу пластинки.

Рассчитайте абсолютную и относительную ошибки взвешивания. Абсолютная ошибка Δl при определении массы представляет собой разность между истинной массой предмета $m_{\text{ист}}$ и полученной опытным путем $m_{\text{оп}}$.

$$\Delta l = m_{\text{ист}} - m_{\text{оп}}.$$

Относительная ошибка σ равна отношению абсолютной ошибки к истинной массе предмета и выражается в процентах:

$$\sigma, \% = \frac{\Delta l}{m_{\text{ист}}} \cdot 100$$

Результаты опыта сведите в таблицу по форме 1:

Форма 1

Номер пластинки	$m_{\text{ист}}, \text{г}$	$m_{\text{оп}}, \text{г}$	Δl	$\sigma, \%$

ОПЫТ 2. Взвешивание сыпучих веществ.

Взвесьте 1,89 г карбоната натрия (Na_2CO_3), предварительно прокаленного. Убедитесь в правильности постановки весов. При арретированных весах положите на левую чашку весов лист бумаги (“тару”) и взвесьте его. В соответствии с полученным заданием на правую чашку весов добавьте необходимые разновесы.

Насыпая соль небольшими порциями на “тару”, добейтесь уравнивания чашек весов.

ОПЫТ 3. Титрование раствора соды раствором кислоты.

Из навески, полученной в опыте 2, приготовить 0,1 н раствора соды. Для этого в мерную колбу емкостью 250 мл поместить навеску карбоната натрия, растворить в небольшом количестве воды и долить до метки дистиллированной водой.

В колбу для титрования с помощью мерного цилиндра налить 50 мл приготовленного раствора соды, прибавить 5-6 капель фенолфталеина.

В бюретку налить 1 н раствор соляной кислоты (до нуля). В колбу с раствором соды, при постоянном помешивании, по каплям прибавлять раствор кислоты из бюретки до полного исчезновения малиновой окраски. По бюретке

измерить количество HCl, пошедшей на титрование. Титрование повторить три раза. Результаты занести в таблицу по форме 2.

Форма 2

Титрование	Объем соды	Объем кислоты	Среднее значение объема кислоты
1	50		
2	50		
3	50		

По формуле $\frac{N_{\text{кислоты}}}{N_{\text{соды}}} = \frac{V_{\text{соды}}}{V_{\text{кислоты}}}$ определяют нормальность (N соды).

Вычислить абсолютную и относительную ошибку концентрации раствора соды.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные принципы научного познания действительности.
2. В чем заключается принцип причинности?
3. Сформулируйте критерий истины.
4. Что означает относительность научного знания?
5. Что такое интервал адекватности и интервал неточности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАКОН ПРИРОДЫ – ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Раздел программы: Принцип эквивалентности.

Инвариантность и сохранение массы. Модель изолированного объекта и принцип сохранения физических величин. Фундаментальные законы сохранения и их связь со свойствами пространства и времени.

Цель работы: Ознакомиться с практическим применением закона сохранения и превращения энергии при составлении материального баланса химических процессов.

Закон сохранения и превращения энергии – фундаментальный закон природы; он справедлив как для систем макроскопических тел, так и для микросистем.

Идея этого закона принадлежит М.В. Ломоносову, изложившему закон сохранения материи и движения, а количественная его формулировка дана немецким ученым-врачом Ю. Майером и естествоиспытателем Г. Гельмгольцем: “Энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, она лишь превращается из одного вида в другой”.

В этом заключается физическая сущность закона сохранения и превращения энергии – сущность неуничтожения материи и ее движения.

Закон Ломоносова имеет большое практическое значение. Он позволяет организовать точный контроль производства. Зная количество исходных ве-

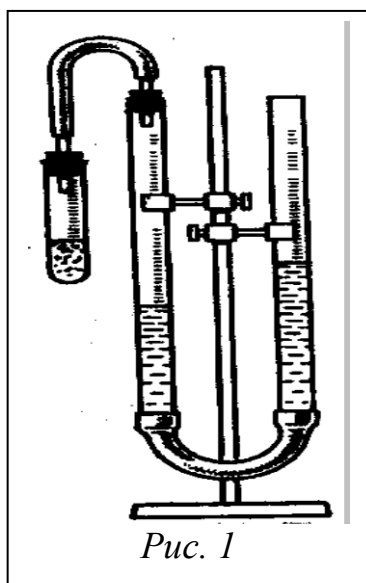
ществ (сырья), всегда можно вычислить количество селективных и побочных продуктов.

На основании этого закона составляется материальный баланс производства, который служит базой для составления теплового и экономического балансов, согласно которому, масса веществ, поступивших на технологическую операцию (приход), равна массе веществ, полученных в ее результате (расход): $G_{\text{прих}} = G_{\text{расх}}$.

Результаты расчетов сводятся в таблицу материального баланса. При несовпадении $G_{\text{прих}}$ и $G_{\text{расх}}$ рассчитывается невязка баланса:

$$H_6 = \frac{G_{\text{прих}} - G_{\text{расх}}}{G_{\text{расх}}} \cdot 100\%.$$

ХОД РАБОТЫ



Прибор состоит: из бюретки 2, соединенной посредством резиновых трубок с уравнильным сосудом 3 и реакционным сосудом 1. Бюретка имеет два отвода: один отвод соединяет ее с атмосферой, другой – с реакционным сосудом. Регулировка осуществляется краном 4. Бюретка и уравнильный сосуд заполнены подкрашенным насыщенным раствором NaCl. Получите у лаборанта кусочек цинка, взвесьте на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. Масса металла должна приблизительно равняться 0,0025-0,003 г. Поместите его в колено реакционного сосуда 1, в другое – осторожно налейте 10 мл раствора соляной кислоты HCl 4N $\rho = 1,066 \text{ г/см}^3$. Присоедините сосуд с помощью трубки к измерительной части прибора.

При присоединении следите, чтобы кислота не попала в другое колено.

Соедините бюретку с помощью крана 4 с отводом и установите с помощью уравнильного сосуда 3 уровень жидкости в бюретке 2 точно на нулевой отметке. Отсоедините бюретку от атмосферы и испытайте прибор на герметичность, для чего опустите уравнильный сосуд так, чтобы уровень жидкости в нем был ниже, чем в бюретке. Укрепите неподвижно уравнильный сосуд и если в течение 1-2 мин. уровень воды в бюретке будет неподвижен, то можно считать, что прибор герметичен. После проверки прибора на герметичность верните уравнильный сосуд в начальное положение и приступайте к выполнению основного эксперимента.

Наклоните реакционный сосуд так, чтобы металл попал в кислоту, после чего сразу же начинается выделение водорода и опускание жидкости в бюретке. Ведите наблюдения до тех пор, пока уровень жидкости не перестанет изменяться в течение 5-10 минут. Тогда совместите уровни в бюретке и уравнильной склянке, что будет соответствовать измерению объема выделившегося газа.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Цинк и соляная кислота – сырье, из которого получается водород. Сумма масс цинка и раствора соляной кислоты составляют приход в материальном балансе.

Масса продуктов реакции водорода и хлорида цинка, а также масса избытка раствора соляной кислоты, не вступившей в реакцию, составляют расход баланса.

По уравнению Менделеева-Клапейрона рассчитывается масса определенного объема водорода, полученного в результате реакции:

$$pV = \frac{m_{(H_2)}}{M_{(H_2)}} \cdot RT, \quad (1)$$

где p – давление в миллиметрах ртутного столба;

V – объем водорода в литрах;

m – масса водорода в граммах;

$M_{(H_2)}$ – молярная масса водорода с точностью до 0,001 г/моль;

R – газовая постоянная, равная $62,3 \frac{\text{л} \cdot \text{мм.рт.ст.}}{\text{Кельвин}}$;

T – температура в Кельвинах.

По массе водорода с учетом стехиометрических коэффициентов в уравнении реакции $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2 \uparrow$ определяется масса хлорида цинка:

$$m_{ZnCl_2} = \frac{m_{H_2} \cdot M_{ZnCl_2}}{M_{H_2}}, \quad (2)$$

где m_{ZnCl_2} – масса хлорида цинка;

m_{H_2} – масса водорода;

M_{ZnCl_2} – молярная масса хлорида цинка;

M_{H_2} – молярная масса водорода.

Для расчета избытка раствора соляной кислоты следует определить массу раствора соляной кислоты, взятой для реакции

$$m_{HCl(исх)} = V_{HCl} \cdot \rho$$

где V – объем соляной кислоты;

ρ – плотность раствора соляной кислоты, и массу соляной кислоты, вступившей в реакцию:

$$m_{HCl(в\ р\ э)} = \frac{m_{H_2} \cdot M_{HCl}}{M_{H_2}}. \quad (3)$$

Разность исходной массы раствора соляной кислоты и массы соляной кислоты, вступившей в реакцию, соответствует избытку соляной кислоты, который включен в расходную статью материального баланса:

$$m_{HCl(из\ б)} = m_{HCl(ис\ х)} - m_{HCl(прор)}. \quad (4)$$

Следовательно, расход рассчитывается суммой масс водорода, хлорида цинка и избытка раствора соляной кислоты:

$$G_{\text{расход}} = M_{\text{H}_2} + m_{\text{ZnCl}_2} + m_{\text{HCl (изб)}}. \quad (5)$$

Сумма масс цинка и раствора соляной кислоты, взятой для реакции с избытком, соответствует приходной статье материального баланса:

$$G_{\text{приход}} = m_{\text{Zn}} + m_{\text{HCl (исх)}}. \quad (6)$$

Полученные данные вносятся в таблицу по форме 3 материального баланса:

Форма 3

Приход ($G_{\text{приход}}$)		Расход ($G_{\text{расход}}$)	
Вещество	Масса (г)	Вещество	Масса (г)
Цинк		Водород	
Соляная кислота		Хлорид цинка	
		Избыток соляной кислоты	
Итого:		Итого:	

Если масса исходных веществ не будет равна массе продуктов реакции ($G_{\text{прих}} \neq G_{\text{расх}}$), вычисляют невязку баланса:

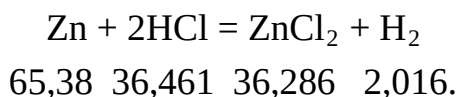
$$H_6 = \frac{G_{\text{прих}} - G_{\text{расх}}}{G_{\text{прих}}} \cdot 100\%. \quad (7)$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Определить невязку баланса при получении 10 мл водорода при температуре 21⁰С и давлении 756 мм.рт.ст. из навески цинка массой 0,0258 г и 10 мл раствора соляной кислоты, плотностью $\rho = 1,066 \text{ г/мл}$ с материальный баланс производства.

РЕШЕНИЕ

Процесс получения водорода списывается уравнением реакции:



По уравнению Менделеева-Клапейрона рассчитаем массу водорода:

$$m_{\text{H}_2} = \frac{pV \cdot M_{(\text{H}_2)}}{RT} = \frac{756 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 2,016}{62,3 \cdot 294} \approx 0,0008 \text{ (г)}.$$

По стехиометрическому уравнению реакции и по массе водорода определяем массу соляной кислоты, вступившей в реакцию:

$$\frac{m_{(\text{H}_2)}}{M_{(\text{H}_2)}} = \frac{m_{(\text{HCl}) \text{ по р}}}{2 \cdot M_{(\text{HCl})}}; \quad m_{\text{HCl (пор)}} = \frac{0,0008 \cdot 2 \cdot 36,461}{2,016} = 0,302 \text{ (г)}.$$

Исходная масса раствора соляной кислоты:

$$m_{\text{HCl (исх)}} = V_{\text{HCl}} \rho \cdot 1,066 = 10,66 \text{ (Г)}.$$

Неизрасходованного раствора соляной кислоты осталось:

$$m_{\text{HCl (изб)}} = m_{\text{HCl (исх)}} - m_{\text{HCl (пор)}} = 10,66 - 0,302 = 10,358 \text{ (г)}.$$

Масса хлорида цинка определяется по массе водорода:

$$\frac{m_{(\text{H}_2)}}{M_{(\text{H}_2)}} = \frac{m_{(\text{ZnCl}_2)}}{M_{(\text{ZnCl}_2)}}, \quad m_{\text{ZnCl}_2} = \frac{136,282 \cdot 0,0008}{2,016} = 0,0562 \text{ (г)}.$$

Составим материальный баланс (таблица 1)

Таблица 1

Приход ($G_{\text{приход}}$)		Расход ($G_{\text{расход}}$)	
Вещество	Масса (г)	Вещество	Масса (г)
Цинк	0,0258	Водород	0,0008
Соляная кислота	10,66	Хлорид цинка	0,0562
		Избыток соляной кислоты	10,358
Итого:	10,6858	Итого:	10,5651

Определим невязку баланса:

$$H_6 = \frac{G_{\text{прих}} - G_{\text{расх}}}{G_{\text{прих}}} \cdot 100\% = \frac{10,6858 - 10,5661}{10,6858} \cdot 100 = 1,120\%.$$

По полученным данным сделать вывод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Раздел программы: Концепция контролируемого воздействия. Воздействие и взаимодействие в физике.

Различие между воздействием и взаимодействием. Изменение характеристик объекта как результат воздействия и взаимодействия. Взаимодействие при контакте и на расстоянии. Механизм передачи взаимодействий. Принцип близкодействия: переносчики взаимодействия, время запаздывания. Приближенные дальнодействия. Характеристики контролируемого воздействия на частицу (сила и потенциальная энергия).

Нашу Вселенную формируют силы четырех видов: *гравитационные, электромагнитные, сильные и слабые*. От радиуса действия сил зависит масштаб явлений, в которых те или иные силы играют основную роль. Сила тяжести проявляется, главным образом, в явлениях астрономического масштаба, электромагнитные силы – в макром мире, а сильные и слабые силы, радиус действия которых очень мал, существенны только в процессах ядерного масштаба в мире элементарных частиц.

Эти силы – мера соответствующих видов фундаментальных взаимодействий, на которых базируется взаимосвязь всех материальных объектов микро-, макро- и мегамира.

В настоящее время известны четыре вида основных фундаментальных взаимодействий:

- гравитационное;
- электромагнитное;
- сильное;
- слабое.

Гравитационное взаимодействие характерно для всех материальных объектов вне зависимости от их природы. Оно заключается во взаимном притяжении тел и определяется законом всемирного тяготения: между двумя точечными телами действует сила притяжения, прямо пропорциональная произведению их масс и обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними. Гравитационным взаимодействием определяется падение тел в поле тяготения Земли, движение планет солнечной системы, а также других макрообъектов.

Электромагнитное взаимодействие выступает как всеобщая форма движения материи. Оно существует между любыми телами и проявляется в виде притяжения (между разноименными зарядами) и как отталкивание (между одинаковыми зарядами).

Благодаря электромагнитным связям возникают атомы, молекулы и макроскопические тел. Все химические тела представляют собой проявление электромагнитных взаимодействий, являются результатом перераспределения связей между атомами в молекулах, перестройки электронных оболочек атомов и молекул, а также их количества и свойства атомов в молекулах разных веществ. Эти процессы составляют содержание химической формы движения материи.

Сильное взаимодействие обеспечивает связь нуклонов в ядре. Предположительно, сильное взаимодействие возникает при обмене между нуклонами виртуальными частицами – мезонами.

Слабое взаимодействие описывает некоторые виды ядерных процессов. Оно короткоживущее и характеризует все виды бета-превращений.

Цель работы: Ознакомление с химической формой движения материи (электромагнитным взаимодействием) на примере окислительно-восстановительных процессов.

Содержание работы:

1. Наблюдение за изменениями, происходящими в реакционной среде: окраска раствора, выделение газа, появление осадка и т.д.

2. Объяснение наблюдаемого.

3. Написание электронно-ионной схемы реакции окисления и восстановления.

4. Написание ионного и молекулярного уравнения. Определение окислителя и восстановителя.

5. Определение числа электронов у окислителя и восстановителя до и после процессов окисления и восстановления.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

ОПЫТ 1. *Окисление нитрита натрия дихроматом калия (под тягой!).*

В пробирку поместите 6-7 капель раствора дихромата калия. Добавьте 10-16 капель разбавленной серной кислоты и 8-10 капель раствора нитрита натрия.

ОПЫТ 2. *Окисление сульфата железа (II) перманганатом калия в кислой среде.*

В пробирку налейте 6-7 капель раствора перманганата калия и добавьте такое же количество разбавленной серной кислоты. В отдельной пробирке растворите в воде сульфат железа (II). Полученный раствор по каплям добавляйте в кислый раствор перманганата калия до обесцвечивания его.

ОПЫТ 3. *Окисление железа сульфатом меди (II).*

В пробирку налейте 2-3 мл раствора сульфата меди (II) I М и опустите в раствор железный гвоздь, предварительно очищенный наждачной бумагой от оксидов.

ОПЫТ 4. *Окисление иона J^- в J_2^0 пероксидом водорода.*

В пробирку налейте 6-7 капель раствора йодида калия, такое же количество разбавленной серной кислоты и 10-12 капель раствора пероксида водорода. Определите, какие свойства проявляет пероксид водорода.

ОПЫТ 5. *Самоокисление - самовосстановление йода в растворе щелочи (в тяге!).*

В пробирку с кристалликом йода добавьте 3-4 мл концентрированного раствора гидроксида натрия. Реакционную смесь слегка нагрейте.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные виды фундаментальных взаимодействий и охарактеризуйте их.
2. Каким видом фундаментальных взаимодействий обуславливаются:
 - Сила трения;
 - Падение с горы;
 - Телевидение;
 - Горение;
 - Термоядерный синтез;
 - Жизнь.

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Раздел программы: Особенности химии как науки и ее технологичность. Соотношение теоретической химии и физики. Контролируемые условия химических реакций: зависимость скорости химической реакции от температуры (Аррениус) и присутствия катализатора.

Современное учение о химических процессах – пример взаимопроникновения разных отраслей естествознания: физики, химии, биологии. В основе данного учения лежит химическая термодинамика и кинетика, относящаяся к физической химии. Химический процесс – это первая ступень при переходе от таких относительно простых объектов, как электрон, протон, атом и молекула, к живой системе, так как любая клетка живого организма представляет собой сложный реактор. Поэтому химический процесс – это мост от объектов физики к объектам биологии.

подавляющее большинство химических реакций носит стихийный характер. Одно из важных направлений учения о химических процессах – создание методов управления процессами. Эти методы можно разделить на термодинамические и кинетические. Термодинамические методы лежат в основе химической термодинамики. В 1884 году французский химик А. Ле Шателье сформулировал принцип подвижного равновесия, на котором основан метод смещения равновесия в сторону образования целевых продуктов. Основными рычагами управления реакций в данном методе выступают температура, давление и концентрация веществ для реакции в жидкой или газообразной среде. На интенсивность химических процессов оказывают влияние множество структурно-кинетических факторов:

- строение исходных реагентов;
- их концентрация;
- давление в реакторе;
- температура;
- наличие в реакторе катализаторов.

Катализ как посредничество “третьих тел” в осуществлении химических процессов открыл в 1812 году академик Петербургской академии наук К.С. Кирхгоф. Он впервые получил с помощью катализатора – серной кислоты из крахмала сахар. Многочисленные опыты показывают, что катализ творит чудеса: моделирование азотобактера, синтез из CO и H₂ парафинов, изопарафинов, метанола и др. со 100% выходом в зависимости от применяемого катализатора. В 1960-х годах открыты металлоорганические катализаторы полимеризации дивинила и изопрена и получение каучуков. Межфазный катализ явился одним из наиболее простых и экономических способов интенсификации производства широкого круга органических продуктов.

Процесс, протекающий в присутствии катализатора, называется катализом.

Катализатор – это вещество, не расходующееся в результате реакции, но влияющее на ее скорость. Катализ может быть положительный (катализатор –

активатор) и отрицательный (катализатор – ингибитор). В живых системах витамины – положительные катализаторы – активаторы. Тяжелая и сверхтяжелая вода – пример отрицательного катализатора (ингибитора) для ферментативных реакций и ядерных процессов.

Цель работы: Ознакомление с процессами катализа, как методом ускорения химического процесса.

Порядок выполнения работы:

- 1) измерить скорость каталитического разложения перекиси водорода при комнатных условиях;
- 2) на миллиметровой бумаге построить график зависимости скорости реакции от времени;
- 3) ответить на контрольные вопросы.

Ход работы: Перед началом опыта собранный прибор (рис. 2) проверьте на герметичность. Для этого приведите давление внутри системы к атмосферному: уравнив на произвольной высоте жидкость в бюретке 8 и уравнильной склянке 9, несколько раз поверните трехходовой кран 7 так, чтобы пространство над жидкостью сообщалось то с реактором 2 (колба Вюрца), то с атмосферой. Все части прибора соединены с помощью резиновых трубок 6 и закреплены на штативах 1 с помощью лапок 3.

Соединив бюретку 8 с атмосферой через кран 7, поднимите уравнильную склянку 9, чтобы заполнить жидкостью бюретку 8 до нулевого деления. После этого с помощью крана 7 соедините бюретку 8 с реактором 2 и опустите уравнильную склянку 9 примерно на четверть высоты бюретки. Если обеспечена достаточная герметичность, уровень затворной жидкости в бюретке 8 не должен изменяться в течение 5 – 10 минут. В реактор 2 пипеткой залейте 10 мл 1%-го раствора перекиси водорода, в пробирку – 4 – 5 мл 0,02 н раствора дихромата калия или хлорида трехвалентного железа. Осторожно соедините реактор 2 с пробиркой 4 с помощью резиновой трубки 6.

Далее, как указано выше, приведите давление внутри прибора к атмосферному, заполните бюретку 8 жидкостью до нулевого деления и поворотом крана 7 сообщите ее с реактором 2.

Поворотом пробирки 4 в положение 5 вылейте содержимое пробирки в реактор 2. В этот момент включите секундомер. Затем через определенные промежутки времени (вначале по 2 минуты, а затем по 4–5 минут) измеряйте объем выделившегося газа. Для этого с помощью склянки 9 жидкость в ней и в бюретке 8 привести к одному уровню и фиксировать объем газа в бюретке 8.

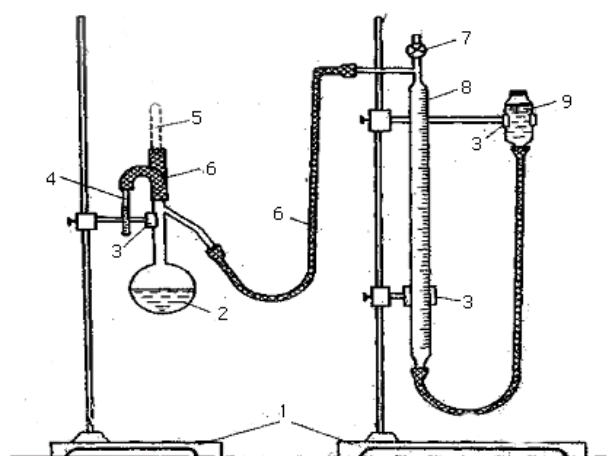


Рис. 2

Опыт можно считать законченным, когда объем выделившегося кислорода составит несколько больше половины объема, который может выделяться при полном разложении пероксида водорода.

Объем кислорода, отвечающий полному разложению перекиси водорода, рассчитайте до начала опыта.

Полученные экспериментальные данные поместите в таблицу по форме 4.

Форма 4

№ измерения	Время τ от начала опыта, мин.	Объем выделившегося кислорода $V(O_2)$, мл

На миллиметровой бумаге постройте график зависимости V (ось ординат) от τ (ось абсцисс). По графику найдите период полураспада перекиси водорода $\tau_{1/2}$ и вычислите константу K скорости исследованной реакции по уравнению:

$$K = \frac{2,3}{\tau_{1/2}} \lg 2 = \frac{0,693}{\tau_{1/2}}.$$

Пример расчета. Определить объем кислорода, выделившегося при полном разложении пероксида водорода, находящегося в 10 мл раствора 2%-ой концентрации. Температура опыта 20⁰ С, атмосферное давление 750 мм рт. ст.

С небольшой погрешностью допустив, что плотность 2%-го раствора пероксида водорода близка к единице, нетрудно определить, что масса пероксида водорода в исходном растворе составит 0,2 г.

Согласно реакции $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$ при разложении 68 г H_2O_2 выделится 22,4 л O_2 , взятого при нормальных условиях; тогда при разложении 0,2 г перекиси водорода объем выделившегося кислорода составит:

$$V_0 = \frac{0,2 \cdot 22,4}{68} = 0,066 л = 66 \text{ см}^3.$$

Приведем вычисленный объем к условиям опыта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие разделы естествознания лежат в основе учения о химических процессах?
2. Перечислить методы управления химическими процессами.
3. Какие факторы оказывают влияние на интенсивность химических процессов?
4. Кто и когда открыл явление катализа?
5. Что такое катализ? Катализатор?
6. Дать характеристику и примеры положительного и отрицательного катализа.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ

Раздел программы: Динамические и статистические закономерности в природе; химические системы; энергетика химических процессов, реакционная способность веществ.

Термодинамика – наука о тепловых явлениях, в которых не учитывается молекулярное строение тел. В термодинамике тепловые явления описываются с помощью величин, регистрируемых приборами, не реагирующими на воздействие отдельных молекул (термометр, манометр и т.д.). Все законы термодинамики относятся к телам, состоящим из большого числа молекул. Такие тела называются макроскопическими. Они образуют макросистемы. Например: газ в баллоне, вода в стакане, песчинка, камень и т.д.

Все тепловые процессы связаны с передачей и превращением энергии. Термодинамика базируется на двух законах: первом и втором началах термодинамики.

Термодинамические методы применимы в физике, химии, биологии, космологии и других областях естествознания.

Основа термодинамического метода – определение состояния термодинамической системы. Состояние системы задается термодинамическими параметрами, характеризующими ее свойства. Обычно в качестве параметров состояния выбирают температуру, давление и удельный объем (объем единицы массы).

Температура – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы. В соответствии с решением XI Генеральной конференции по мерам и весам в настоящее время рекомендовано применять только две температурные шкалы – термодинамическую и Международную практическую, градуированные соответственно в Кельвинах (К) и градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). 0 К (абсолютный нуль) недостижим, хотя приближение к нему сколь угодно близко – возможно.

Всякая термодинамическая система в любом состоянии обладает внутренней энергией – энергией теплового (вращательного, поступательного и колебательного) движения молекул и потенциальной энергией их взаимодействия. В процессе превращения энергии выполняется закон сохранения энергии: энергия не возникает и не исчезает, а переходит из одной формы в другую. Количественная его формулировка: количество теплоты ΔQ , сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии ΔU и на совершение телом работы ΔA , т.е.

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A; \quad \Delta Q = -\Delta H,$$

где ΔH – изменение энтальпии (тепловой эффект реакции).

Из первого начала термодинамики следует важный вывод: невозможен вечный двигатель первого рода, т.е. такой двигатель, который совершал бы

работу без внешнего источника энергии. Термодинамические процессы необратимы.

Закон, определяющий направление тепловых процессов, формулируется как закон возрастания энтропии:

– для всех происходящих в замкнутой системе тепловых процессов энтропия системы возрастает; максимально возможное значение энтропии замкнутой системы достигается в тепловом равновесии: $\Delta S \geq 0$.

Это утверждение принято считать количественной формулировкой второго закона термодинамики, открытого Р.Ю. Клаузиусом.

S – энтропия – мера хаоса, которая для всех естественных процессов возрастает.

Цель работы: Изучение термодинамических процессов на примере реакции нейтрализации.

Порядок выполнения работы:

- 1) измерить теплоту нейтрализации;
- 2) рассчитать ΔH реакции нейтрализации на основании экспериментальных данных и по табличным величинам;
- 3) рассчитать ΔS_{298}^0 реакции по табличным величинам;
- 4) ответить на контрольные вопросы.

Через воронку 2 налейте в сосуд 20 мл 1 М раствора щелочи: запишите температуру раствора щелочи ($T_{\text{щ}}$) с точностью до $0,1^{\circ}\text{K}$. Налить в мерный цилиндр такой же объем 1 М раствора кислоты и измерить температуру раствора ($T_{\text{к}}$) с такой же точностью.

Начальная температура смеси кислоты и щелочи T_1 – среднее арифметическое от $T_{\text{щ}}$ и $T_{\text{к}}$.

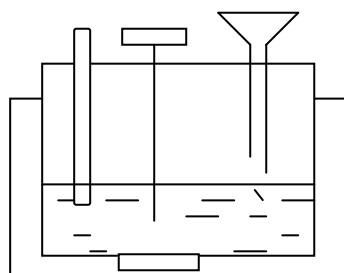


Рис. 3

1. Мешалка
2. Воронка
3. Калориметрический стакан
4. Крышка.
5. Наружный сосуд.
6. Термометр

При работающей мешалке 1 через воронку 2 быстро влить кислоту в калориметрический стакан и отметить самую высокую температуру T_2 , которую покажет термометр 6 после сливания растворов.

Данные опыта сведите в таблицу по форме 5.

Форма 5

Масса калориметрического стакана m_1 (кг)	Суммарный объем жидкости в стакане V_1 (мл)	Температура, К			
		$T_{\text{щ}}$	$T_{\text{к}}$	T_1	T_2

По полученным данным определите:

1. Разницу температур ($T_2 - T_1$).
2. Массу жидкости (m_2) в калориметрическом стакане (при расчетах считать плотность жидкости в стакане равной единице).
3. Теплоемкость системы ($\sum C$) $\sum C = C_1 m_1 + C_2 m_2$,
где m_2 , m_1 - масса калориметрического стакана и жидкости в стакане; C_2 , C_1 – удельные теплоемкости стекла и жидкости (при расчете считать удельную теплоемкость стекла $= 0,75 \cdot 10^3$ Дж/(кг К), а удельную теплоемкость раствора - $4,18 \cdot 10^3$ Дж/(кг К)).
4. Количество теплоты (q), выделившейся при реакции (кДж)

$$q = \sum C (T_2 - T_1).$$

5. Число молей нейтрализованной кислоты или щелочи, учитывая заданную молярную концентрацию.
6. Теплоту нейтрализации ΔH^0_T кДж /моль . Для этого ($-q$) надо поделить на число молей кислоты или основания .
7. Изменение энтропии ΔS^0_T кДж /моль $\cdot$ К (при расчете пользуйтесь справочными таблицами).
8. Энергия Гиббса реакции нейтрализации $\Delta G^0_T = \Delta H^0_T - T_2 \cdot \Delta S^0_T$ (кДж/моль).
9. Запишите термохимическое уравнение проведенной реакции нейтрализации.
10. Объясните убыль (а не прирост) энтропии в процессе нейтрализации сильной кислоты с сильным основанием.
11. Сделайте вывод о соответствии найденной вами величины ΔG^0 к самопроизвольному течению реакции нейтрализации.

Для расчетов:

ΔH^0_{298} кДж/моль	S^0_{298} Дж/моль К
NaOH –466,24	116,20
NaCl –410,90	72,36
HCl –92,3	186,8
H ₂ O –285,8	70,1

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое термодинамика?
2. С помощью каких величин описываются тепловые явления?
3. Дать определение макросистемы. Привести примеры.
4. Какие термодинамические параметры вам известны?
5. Что такое температура? Шкалы температур.
6. Объяснить, что входит в понятие внутренняя энергия.
7. Дать формулировку закона сохранения энергии.
8. Дать формулировку второго начала термодинамики. Кто его открыл?

КОНЦЕПЦИЯ АТОМИЗМА. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Раздел программы: Атомизм и непрерывность в современном естествознании.

В истории физики наиболее плодотворной и важной для понимания явлений природы была концепция атомизма:

- *Материя имеет прерывистое дискретное строение, т.е. состоит из мельчайших частиц – атомов.* Концепция атомизма пронизывает естествознание на протяжении всей его истории – от античной натурфилософии Левкиппа и Демокрита до современных учений физики, химии, биологии и других наук. С точки зрения современного атомизма: электроны – атомы электричества; фотоны – атомы света; гравитоны – атомы гравитации и т.д.

В современном представлении *молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.*

Атом – составная часть молекулы. Атом имеет сложную структуру, которая была установлена в результате работ Дж Томсона, Э. Резерфорда, Н. Бора, Луи де Бройля, М. Планка, Э. Шредингера и др.

Согласно де Бройлю, все частицы материи обладают корпускулярно-волновыми свойствами. Наличие волновых свойств микрочастиц – универсальное явление, общее свойство материи. В 1927 г. немецкий физик Гейзенберг, учитывая корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц, вывел соотношение неопределенности:

- Микрочастица (микрообъект) не может одновременно иметь координату X и определенный импульс p , причем неопределенности этих величин удовлетворяют условию $\Delta X \cdot \Delta p \geq h$, где h – постоянная Планка.

Соотношение неопределенностей является квантовым ограничением применимости классической механики к микрообъектам.

Для описания микрообъектов Н. Бор сформулировал в 1927 г. принципиальное положение квантовой механики – принцип дополнительности:

- Получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих микрообъект (элементарную частицу, атом, молекулу) неизбежно связано с потерей информации о некоторых других величинах, дополнительных к первым.

В совершенной модели атома строение электрона (микрочастицы) описывается с помощью волновой функции и имеет статистический, вероятностный характер:

- Квадрат модуля волновой функции определяет вероятность нахождения частицы в данный момент времени в определенном ограниченном объеме.

Уравнение движения в квантовой механике должно учитывать:

- волновые свойства микрочастиц;
- волновую функцию, т.е. оно должно быть волновым уравнением.

В 1926 г. было сформулировано основное уравнение квантовой механики (Э. Шредингер). Как и все основные уравнения физики оно не выводится, постулируется. Правильность уравнения Шредингера подтверждается получаемыми с его помощью результатами, что в свою очередь придает ему характер закона природы.

Цель: Закрепить навыки составления формул, выражающих электронную конфигурацию атомов и одноатомных ионов. Согласно квантово-механическим представлениям состояние каждого электрона в атоме химического элемента определяется значениями четырех квантовых чисел n , l , m_l , m_s .

Главное квантовое число n принимает значения ряда целых чисел и характеризует уровень энергии электрона в атоме. Если $n=1$, уровень энергии электрона минимальный.

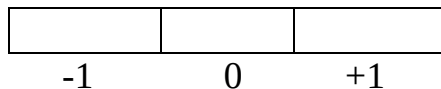
Орбитальное квантовое число l принимает значения целых чисел в пределах от 0 до $(n-1)$ и характеризует подуровень энергии электрона на данном энергетическом уровне. Если $l=0$, подуровень энергии электрона минимальный. Для обозначения энергетических подуровней используют строчные буквы латинского алфавита:

l0 1 2 3 4 5 6
обозначения.....s p d f g h f₂

Используя цифровые значения n и буквенные значения l , можно составить формулу, отражающую электронную конфигурацию атома химического элемента.

Максимальное число электронов в атоме, имеющих одинаковый уровень энергии, определяется как $2n^2$. Максимальное число электронов, имеющих одинаковый подуровень энергии на данном энергетическом уровне, определяется как $2*l+1$. Каждый энергетический подуровень условно делится на квантовые ячейки, количество которых связано с магнитным квантовым числом m_l , принимающим значения от $-l$ до $+l$, включая нуль. Например, на энергетическом подуровне p электроны могут быть в трех состояниях (в трех квантовых ячейках), т.к. при $l=1$ имеет три значения: $-1, 0, 1$.

p -уровень $l=1$



Квантовая ячейка – графическое изображение атомной орбитали, т.е. состояния электрона в атоме, характеризующегося определенными значениями трех квантовых чисел n , l и m_l .

В каждой квантовой ячейке может быть не более двух электронов, отличающихся друг от друга значением спинового квантового числа ($m_s = -1/2$ и $m_s = +1/2$).

Электроны в квантовых ячейках принято обозначать стрелками: $\uparrow$ и $\downarrow$.

Общее число электронов в атоме определяется порядковым номером элемента в периодической системе Д.И. Менделеева. Например, в атоме азота 7 электронов, а в атоме кислорода – 8. Восьмой электрон в атоме кислорода, отличающий электронную оболочку атома кислорода от электронной оболочки атома азота, называют электроном атома кислорода.

В атоме водорода один электрон. В невозбужденном состоянии главное квантовое число, характеризующее уровень энергии электрона, равно 1, а орбитальное квантовое число 1, характеризующее подуровень энергии электрона, равно 0 (s – подуровень). Таким образом, электронная формула невозбужденного атома водорода имеет вид: $1s^1$.

Элементы со сходной электронной конфигурацией атомов называют аналогами. Так, например, электронными аналогами являются азот и фосфор: $N 1s^2 2s^2 2p^3$, $P 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Электронные аналоги располагаются в периодической системе Д.И. Менделеева в одной подгруппе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОПЫТ 1. *Электронная структура атомов и одноатомных ионов металлов.*

В три пробирки (на 1/3 объема) налейте раствор нитрата свинца (II). В первую опустите железо, во вторую – цинк, в третью – магний. Через несколько минут осмотрите поверхность металлов, опущенных в раствор соли свинца.

ОПЫТ 2. *Электронная структура атомов и одноатомных ионов неметаллов (проводить под тягой).*

В две пробирки (на 1/3 объема) налейте раствор сульфида и иодида натрия. Опустите в пробирку (сначала в первую, а затем во вторую) газоотводную трубку от аппарата Киппа и пропустите медленный ток хлора через растворы солей. Опишите, что наблюдали.

Форма записи результатов.

Данные опытов сведите в таблицу по форме 6.

Форма 6

До реакции		После реакции	
Химический знак атома или иона	Электронная формула атома или иона	Химический знак атома или иона	Электронная формула атома или иона
Fe	$3d^6 4s^2$		
Mg			
Zn			
Pb^{2+}			
S^{2-}			
Г	$3s^2 3p^6$		
Cl			

Оформление отчета

1. Заполните таблицу.
2. Запишите уравнения химических реакций, проведенных вами, опишите свои наблюдения.
3. Приведите схемы распределения в квантовых ячейках электронов, отвечающих сокращенным электронным формулам атомов Mg, Fe, Zn, Pb, S, Cl, I.
4. Какими значениями квантовых чисел (n , l , m_l , m_s) характеризуется атомная орбиталь формирующего электрона в атомах Mg, Fe, Zn, Pb, S, Cl, I?
5. Найдите в периодической системе электронные аналоги атома свинца и запишите сокращенные формулы, выражающие электронную структуру атомов этих элементов.
6. Найдите в периодической системе элемент, электронная формула которого $.....4s^2 4p^5$. Какими значениями квантовых чисел n и l характеризуются внешние p -электроны в атоме этого элемента?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем сущность концепции атомизма?
2. Дать формулировку понятию молекула. Атом.
3. В чем заключается универсальность корпускулярно-волнового дуализма?
4. Можно ли говорить о движении микрочастиц (электронов) по определенным траекториям? В чем сущность принципа неопределенности?
5. Сформулируйте принцип дополнительности.
6. В чем заключается статистический (вероятностный) смысл волновой функции?
7. Кто и когда сформулировал основное уравнение нерелятивистской квантовой механики?
8. Атому какого химического элемента отвечает электронная формула $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$?
9. Электронная формула атома элемента $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$. Что это за элемент?
10. Какому химическому элементу отвечает электронная формула атома $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$?
11. Напишите электронную формулу (полную и сокращенную): а) атома Ca; б) иона Ca^{2+} .

СЛУЧАЙНЫЙ СИНТЕЗ. ОБРАЗОВАНИЕ КОАЦЕРВАТОВ. ИСТОЧНИКИ БАКТЕРИАЛЬНОГО РОСТА

Раздел программы: Гипотезы происхождения жизни на Земле. Теория Опарина-Холдейна-Бернала.

В определенных условиях протеины, углеводы и другие материалы в растворе могут образовывать капельки. Эти капельки, называемые коацерватами, обладают некоторыми свойствами живых существ. Образование коацерватов – это один из важных этапов в гипотезе о происхождении жизни. В этой работе вы сможете получить коацерваты и изучить условия, при которых они образуются.

ОПЫТ 1.

Смешайте вместе 5 см³ желатинового раствора и 3 см³ раствора гуммиарабика в пробирке. (Желатин – это белок; гуммиарабик – углевод). Измерьте рН этой смеси, сначала капнув каплю на предметное стекло. Сравните цвет лакмусовой бумажки со стандартной цветовой таблицей и запишите рН. Затем исследуйте каплю жидкости под микроскопом с объективом малого увеличения.

Осторожно по капельке добавляйте кислоту в пробирки. После добавления каждой последующей капли кислоты перемешивайте жидкость вращением пробирки и затем ждите несколько секунд, не становится ли смесь мутной. Если жидкость в пробирке остается чистой, добавляйте еще одну каплю кислоты. Продолжайте добавлять капли кислоты до тех пор, пока смесь не станет мутной.

Когда смесь станет мутной, определите ее рН. С этого момента внимательно исследуйте каплю жидкости с помощью микроскопа на предмет возможного присутствия коацерватов. Если вы не видите структуры, напоминающие прозрачные мыльные пузыри, попытайтесь их обнаружить, используя более мощный объектив и регулируя свет. Если вы снова не увидели коацерваты, повторите процедуру с самого начала, так как возможно, что вы добавляли кислоту слишком быстро. Когда вы добьетесь успеха, запишите ваши наблюдения и сделайте зарисовки коацерватных капель.

Когда вы закончите наблюдения над коацерватами, добавляйте еще по каплям кислоты в пробирку. Когда жидкость вновь станет прозрачной, посмотрите каплю жидкости под микроскопом и измерьте рН.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Сравнимы ли вещества, которые вы использовали при получении коацерватов, с теми, которые могли находиться в первичном океане?
2. В каком диапазоне рН образовались коацерватные капли?
3. При добавлении соляной кислоты выше определенной точки коацерваты исчезали. Что можно было добавить в пробирку, чтобы коацерваты появились?

4. Каким образом можно сделать коацерватные капли лучше видимыми?

5. Было обнаружено, что коацерваты, аналогичные тем, которые были получены в этой работе, способны расщеплять крахмал и сахар. В каком смысле этот факт мог бы служить подтверждением в пользу гетеротрофной гипотезы?

ОПЫТ 2.

Происходят ли микробы из неживых материалов, или они происходят из ранее существовавших микроорганизмов? В этой работе у вас будет возможность получить ответ на этот вопрос.

Налейте по 75 см³ бульона в каждую колбу. Приготовьте их следующим образом:

Колба 1. Заткните ватной пробкой. Не нагревайте.

Колба 2. Заткните ватой. Поставьте в кипящую водяную баню на 10 минут.

Колба 3. Поставьте в кипящую водяную баню на 10 минут. Оставьте открытой.

Колба 4. Поставьте в кипящую водяную баню на 10 минут. После нагревания заткните пробкой. Залейте пробку около стекла воском или парафином.

Колба 5. Поставьте в автоклав на 15 минут при давлении 5 атмосфер. Оставьте незакупоренной.

Колба 6. Заткните ватой. Покройте ватную пробку и кончик колбы 1 или 2 слоями алюминиевой фольги. Осторожно перевяжите. Нагревайте в автоклаве под давлением, как колбу 5.

Колба 7. Заткните ватой, через которую проведите открытую прямую стеклянную трубку. Нагрейте в автоклаве под давлением.

Колба 8. Заткните ватой, через нее прoderните открытую S – образную стеклянную трубку. Нагрейте в автоклаве под давлением.

Поставьте колбы на лабораторный стол (но так, чтобы не попадали прямые солнечные лучи или тепло от радиатора). Следите за изменениями в колбах сначала каждый день, затем через неделю. Когда произойдут изменения во внешнем виде колб, возьмите каплю бульона и посмотрите ее под микроскопом при большом увеличении.

Записывайте ваши наблюдения каждый день или через каждые два дня. Приготовьте таблицу, в которую заносите все наблюдения.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Какие выводы относительно происхождения и источника микроорганизмов вы можете сделать, используя наблюдения?

2. Исходя из ваших результатов, сделайте вывод, почему опыт Пастера имел больше успеха, чем опыт Спаланцани?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ПИГМЕНТЫ ЗЕЛЕНОГО ЛИСТА

Раздел программы: Особенности биологического уровня организации материи.

Фотосинтез, т.е. образование органических веществ из углекислоты и воды с использованием световой энергии, происходит в зеленых пластидах - хлоропластах. В состав хлоропластов входят белково-липоидная плазматическая основа (строма) и следующие пигменты:

Хлорофилл "а": $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ - зеленый с синеватым отливом;

Хлорофилл "б": $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ - зеленый с желтоватым оттенком;

Каротин: $C_{34}H_{56}$ - желто-оранжевый;

Ксантофил: $C_{40}H_{56}O_2$ - золотисто-желтый.

Все эти пигменты нерастворимы в воде, но растворяются в органических растворителях (спирте, ацетоне и др.). Задача данной работы – получение спиртовой вытяжки из зеленых листьев и ознакомление с некоторыми свойствами пигментов.

ХОД РАБОТЫ

Свежие или сушеные листья измельчить ножницами, отбросив крупные жилки или черешки, поместить в ступку, добавить на кончике ножа $CaCO_3$ (для нейтрализации кислот клеточного сока) и немного чистого кварцевого песка или толченого стекла. Растереть в течение 10 мин., приливая понемногу этилового спирта, смазать носик ступки с наружной стороны вазелином и слить полученный темно-зеленый раствор по палочке в воронку с фильтром.

Налить полученную вытяжку по 2-3 мл в 4 пробирки и проделать следующие опыты:

ОПЫТ 1. *Разделение пигментов по Краусу.*

Добавить к спиртовой вытяжке пигментов чуть больший объем бензина и 2-3 капли воды (чтобы спирт не смешивался с бензином). Закрыть пробирку большим пальцем и несколько раз встряхнуть и дать отстояться. Если разделение пигментов будет недостаточно четким (оба слоя окрашены в зеленый цвет), то необходимо добавить еще бензина и продолжить взбалтывание. Помутнение нижнего слоя (от избытка воды) можно устранить, добавляя немного спирта. Отметить окраску нижнего спиртового слоя и верхнего бензинового (сделать рисунок).

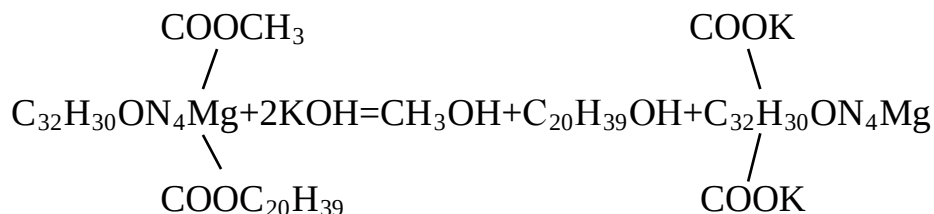
Сделать вывод о различной растворимости пигментов в спирте и бензине. При этом нужно учесть, что ксантофил, будучи двухосновным спиртом, почти нерастворим в бензине. В отношении каротина правильный вывод можно будет сделать, сопоставив результаты данного опыта и следующего.

ОПЫТ 2. *Омыление хлорофилла щелочью.*

К 2-3 мл спиртовой вытяжки пигментов добавить 4-5 капель 20% раствора щелочи и взболтать. Прилить в пробирку равный объем бензина, сильно

встряхнуть и дать отстояться. Отметить окраску спиртового и бензинового слоев (зарисовать).

В выводах записать реакцию омыления хлорофилла, в результате которой происходит отщепление спиртов - метилового и фитола, а двухосновная кислота и хлорофиллин дает соль:



Соли хлорофиллинов имеют зеленую окраску, но отличаются от хлорофилла своей нерастворимостью в бензине.

Указать, какие вещества растворены в спирте и какие в бензине, имея в виду, что желтые пигменты со щелочью не реагируют.

ОПЫТ 3. Получение феофитина и восстановление металлорганической связи

Взять две пробирки со спиртовой вытяжкой пигментов и добавить в обе пробирки 2-3 капли 10%-й соляной кислоты. Получается буровато-оливковое вещество - феофитин - продукт замещения магния в молекуле хлорофилла двумя атомами водорода



В одну из пробирок с феофитином внести на кончике ножа уксуснокислого цинка и довести до кипения. Отметить изменение окраски, благодаря восстановлению металлорганической связи. (Атом цинка становится на то место, где раньше был магний). Написать уравнение этой реакции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ

ХОД РАБОТЫ

Раздел программы: Фотосинтез – основа жизни на Земле.

Измельченные свежие листья поместить в ступку, добавить немного CaCO_3 , кварцевого песка и растереть, постепенно приливая ацетон. На 300-500 мг листьев 4-5 мл ацетона. Полученный раствор профильтровать через стеклянный фильтр в сухую колбу Бунзена (с масляным насосом). В ступку подливать порции ацетона 2-3 раза до тех пор, пока растворитель, стекающий с фильтра, не станет бесцветным. Полученный фильтрат поместить в мерную колбу на 50 мл (хранить в холодильнике), довести объем до 50 мл. Оптическую плотность полученной вытяжки измерить на фотоколориметре (кювета 10 мм, красный светофильтр). Определить по калибровочному графику содержание хлорофилла в листьях. При оформлении отчета заполнить таблицу по форме 7.

Форма 7

Объект	Навеска мг	Объем вытяжки	Количество хлорофилла по калибровочной кривой мг/50 мл	Содержание хлорофилла в листьях мг/л (С)

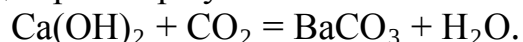
$C = a/v \cdot 10^{-3}$, где С - содержание хлорофилла мг на г;
а - количество хлорофилла мг/50 мл;
в - навеска (мг) листьев.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЫХАНИЯ ПО КОЛИЧЕСТВУ ВЫДЕЛЕННОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ

Раздел программы: Катаболизм – энергетический обмен и его основы.

Для определения интенсивности дыхания по количеству выделенной CO_2 в замкнутый сосуд помещают навеску исследуемого материала (семена сухие и проросшие, набухшие и т.д.) и определенное количество раствора щелочи (рис. 4). Выделяемый CO_2 реагирует со щелочью, в результате чего концентрация раствора уменьшается



Через определенное время оставшуюся в растворе щелочь титруют:
 $\text{Ba(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$

Сравнивают полученную величину с результатом титрования такого же количества исходного раствора щелочи.

ХОД РАБОТЫ

Положить навеску исследуемого материала в марлевый мешочек и поместить в колбу с децинормальным раствором $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (10 мл), предварительно добавив в него две капли фенолфталеина. Плотнo заткнуть пробку. Время от времени колбу надо покачивать, чтобы разрушить пленку BaCO_3 на поверхности жидкости. Одновременно ставится контрольный опыт (такая же колба, но без материала). Через 1-2 ч вынуть материал, плотно закрыть пробку. Провести титрование оставшейся щелочи, приливая из бюретки (рис. 5) 0,1 н соляную кислоту до исчезновения розового окрашивания. Результат записать в таблицу по форме 8.

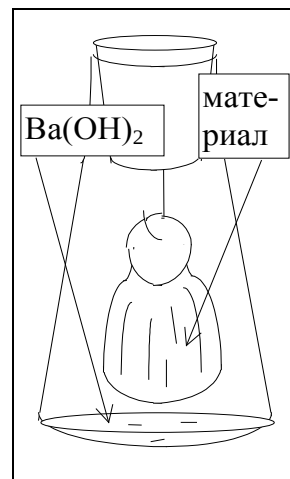


Рис. 4. Колба для определения интенсивности дыхания

Форма 8

Объект	Вес пробы, г	Налито $\text{Ba}(\text{OH})_2$	Время			Пошло HCl , мл		Поправочный коэф. HCl	Интенсивность дыхания мг/г·ч
			Начало опыта	Конец опыта	Продолжительн.	Контроль	Опыт		

Интенсивность дыхания вычисляется по формуле:

$$X = \frac{(a - в) \cdot K \cdot 2,2}{P \cdot t},$$

где a – результат титрования содержимого контрольной пробы;

$в$ – результат титрования содержимого опытной пробы;

K – поправочный коэффициент к T_{HCl} ;

2,2 – количество (мг) CO_2 , эквивалентное

1 мл 0,1 н HCl ;

P – вес пробы (г);

t – продолжительность опыта, ч.



Рис. 5. Установка для титрования раствора щелочи

Сделать вывод, сопоставив интенсивность дыхания разных объектов.

АКТИВНОСТЬ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ

Раздел программы: клеточные мембраны – основополагающие компоненты физиологии клеток.

ОПЫТ 1. Движение воды через клеточные мембраны.

Живой материал остается живым до тех пор, пока он способен поддерживать надлежащий баланс внутри своих клеток. Если баланс нарушится, то организм начинает плохо функционировать и может даже погибнуть. Клетки элодеи имеют солевую концентрацию обычно около 0,9%. В этом опыте вы сможете наблюдать, какие изменения происходят с клетками элодеи при помещении их в солевые растворы различной концентрации.

ХОД РАБОТЫ

Положите листок, взятый с распущенного конца элодеи, в каплю воды на чистое предметное стекло. Бегло осмотрите под микроскопом с малым увеличением. Затем при сильном увеличении посмотрите на часть листа вблизи средней жилки или средней линии. Сделайте зарисовку типичной клетки.

Положите маленький кусочек фильтровальной бумаги на один край покровного стекла, чтобы промокнуть воду, выделившуюся из листа. В то же время налейте каплю раствора соли на листок с противоположной стороны покровного стекла. Обратите внимание, что по мере того, как вода движется к бумаге, раствор соли движется под покровным стеклом и замещает воду. Следите за клетками, которые остаются в течение некоторого времени в растворе соли. Сделайте зарисовку, показывающую какое-либо изменение во внешнем виде клеток.

Попытайтесь удалить раствор соли и заменить его дистиллированной водой. Используйте для этого новый кусочек фильтровальной бумаги. Промойте несколько раз дистиллированной водой предметное стекло, как было раньше сделано с раствором соли, чтобы быть уверенным, что большая часть раствора соли была смыта водой. Следите в течение 5-10 минут, как клетки возвращаются в свое нормальное состояние.

На основании опыта дайте ответы на следующие вопросы:

1. Двигалась ли вода в клетки или из клеток в то время, когда лист элодеи был окружен раствором соли?
2. В каком направлении двигалась вода после того, как соль отмыли и лист элодеи снова оказывался в окружении дистиллированной воды?
3. Что произошло бы с клетками элодеи, если бы их оставили в растворе соли на несколько часов?
4. Как вы думаете, что произошло бы с живыми клетками дрожжей, если бы их поместили в 5%-й раствор соли?

5. Иногда раствором соли поливают тропинки, чтобы уничтожить сорняки. Исходя из результатов этого упражнения, объясните, почему это приносит успех?

6. Земляничное варенье содержит очень много сахара. Добавляется ли сахар только для того, чтобы варенье было сладким или еще по какой-либо причине?

ОПЫТ 2. Движение красителя через клеточные мембраны

Мембрана живой клетки помогает сохранить химический баланс, необходимый для клетки, регулируя поступление воды и других веществ внутрь клетки и выход их из клетки. Обычно такая мембрана избирательна. Избирательность мембраны состоит в том, что она пропускает в клетки и выпускает из клеток строго определенные вещества. Вы можете наблюдать избирательную природу клеточных мембран при обработке дрожжевых клеток некоторыми растворами.

ХОД РАБОТЫ

Капните суспензию дрожжей на предметное стекло, закройте покровным стеклом и посмотрите клетки дрожжей под микроскопом, сначала, при малом, а затем при большом увеличении. Опишите, что вы видите, и сделайте зарисовки двух или трех клеток.

Налейте по 1 см³ суспензии дрожжей в две маленькие пробирки. Прокипятите содержимое одной из пробирок в течение не более 10 секунд. Это нагревание приведет к гибели клеток дрожжей. Добавьте 5 капель раствора красного конго в кипяченую суспензию дрожжей и 5 капель в пробирку, содержащую ненагретую суспензию дрожжей. Под микроскопом при большом увеличении изучите по капле от каждой из двух суспензий дрожжей. Запишите, есть ли какое-нибудь различие между клетками дрожжей в двух суспензиях.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. В какой пробирке оказалось больше окрашенных красителем клеток?
2. В какие клетки не проникает краситель?
3. Как можно было бы объяснить наблюдаемое различие?
4. Что легче проникает через мембраны живых клеток: конго красный или вода?
5. Как вы считаете, какое из двух веществ имеет большие молекулы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В БИОЛОГИИ

РОЛЬ КИСЛОРОДА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ДЫХАНИИ

Раздел программы: Естествознание как трансдисциплинарная область научного знания. Энергетика биохимических процессов.

Клетка представляет собой открытую систему, т.е. она обменивается веществом и энергией с окружающей средой. Обмен веществ (метаболизм) включает непрерывный синтез (анаболизм) и частичное разрушение (катаболизм) компонентов живого организма.

Само по себе существование такого сложного состояния материи, как «жизнь», требует затраты энергии (поддерживающая энергия). Любая работа, выполняемая клеткой, например поглощение веществ («осмотическая» работа), двигательные реакции, расширенное воспроизводство живой материи, требует дополнительной затраты энергии (функциональная энергия). Всю эту энергию доставляют высокоэнергетические соединения, прежде всего АТФ (аденозинтрифосфат).

Высокоэнергетические соединения, такие как АТФ, получают свой запас энергии благодаря диссимиляции, т.е. экзергоническим процессам расщепления органических веществ (углеводов, жиров, белков) – процессам катаболизма.

Таким образом диссимиляция – это расщепление органических субстратов с использованием их химической энергии.

Различают два вида процессов диссимиляции:

1. Дыхание – аэробный окислительный процесс, для него необходим кислород. При этом субстрат без остатка расщепляется до бедных энергией неорганических веществ с соответственно высоким выходом энергии.

Например, $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$ $\Delta g = -2875 \text{ кДж/моль}$.

2. Брожение – анаэробный процесс. При этом субстрат разрушается не полностью – до органического конечного продукта, еще богатого энергией, и выход энергии здесь соответственно невелик.

Например, $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ $\Delta g = -235 \text{ кДж/моль}$.

Высшие животные и растения дышат. Брожение свойственно главным образом микроорганизмам (бактерии, дрожжи).

Дыхательный коэффициент (RQ) – это объемное отношение образующейся CO_2 к используемому O_2 : $RQ = CO_2/O_2$.

Это отношение равно 1, когда для дыхания используются углеводы:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$ $RQ = 6/6 = 1$.

глюкоза

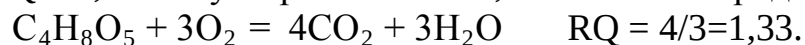
$RQ < 1$ в случае субстратов с меньшим содержанием кислорода:

$C_{18}H_{32}O_2 + 26O_2 = 18CO_2 + 18H_2O$ $RQ = 18/26 = 0,69$.

стеариновая

кислота

$RQ > 1$, если субстрат – кислота, богатая кислородом:



яблочная

кислота

Количества O_2 и CO_2 можно измерить; полученная величина RQ позволяет судить о том, какого рода субстрат используется при дыхании.

ХОД РАБОТЫ

Специальными методами измерены количества кислорода и углекислого газа, используемых и полученных в результате процессов дыхания. Расщеплялись различные субстраты:

– глюкоза $C_6H_{12}O_6$ (проростки пшеницы);

– касторовое масло $C_{57}H_{104}O_8$ (проростки клещевины).

Данные эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Выделенный CO ₂ (см ³)		Использованный O ₂ (см ³)	
Пшеница			
1-я серия опытов	10,0	9,8	
	12,0	12,1	
	25,4	25,2	
2-я серия опытов	4,1	4,4	
	24,5	22,1	
	25,4	26,2	
3-я серия опытов	9,1	9,8	
	14,8	17,0	
	15,5	15,0	
	16,2	13,9	
	17,0	17,5	
	20,3	19,8	
	21,5	21,0	
Клещевина			
1-я серия опытов	5,1	7,5	
	4,0	5,0	
	13,0	17,5	
	9,0	13,3	
	2,5	4,0	
2-я серия опытов	5,0	6,8	
	11,0	15,0	
	15,0	22,2	
	19,0	27,0	

В таблице 3 представлены весовые количества CO_2 и O_2 , полученные для семян пшеницы.

Таблица 3

Выделившийся CO_2 (мг)	Использованный O_2 (мг)	O_2/CO_2 (мг)
x	y	y/x
19,6	14,0	0,71
23,5	17,3	0,74
49,8	36,0	0,72
8,0	6,3	0,79
49,8	37,5	0,75
39,9	28,3	0,76
17,8	14,0	0,79
30,4	21,4	0,70
33,3	25,0	0,75
42,1	30,0	0,71

Задание

1. На основании табличных данных построить графики зависимости Выделенный CO_2 — использованный O_2 (ось абсцисс X) (ось ординат Y)
2. Определить дыхательный коэффициент (RQ) для пшеницы и клещевины.
3. Что такое линейная зависимость?
4. Почему точки не ложатся точно на прямую?
5. Экспериментом установлено, что некоторое количество семян клещевины выделили CO_2 :
а) 2 см^3 ; б) 15 см^3 ; в) 36 см^3 .
Определить объем поглощенного кислорода для каждого случая. Возможна ли экстраполяция результатов эксперимента в любых пределах? Роль дыхательного коэффициента в биологических расчетах.
6. Чем объясняется различный дыхательный коэффициент двух веществ? Написать уравнения реакций.
7. Нанесите данные таблицы 2 на график. Определить отношение x/y .
8. Почему $\text{RQ} \neq x/y$ (для пшеницы).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В БИОЛОГИИ

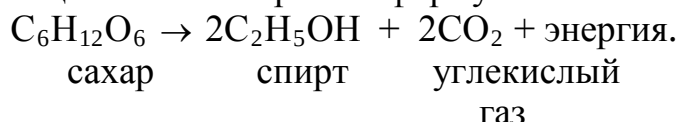
ИНТЕНСИВНОСТЬ БРОЖЕНИЯ

Раздел программы: Современные представления о живом. Обмен веществ.

Работа демонстрирует, как графический или алгебраический подход дает ключ к пониманию таких биологических процессов, которые не отражаются простыми таблицами данных.

Известно, что сок дрожжей сбраживает глюкозу. Действующими веществами являются один или несколько ферментов.

Процесс ферментации можно выразить формулой:



Из уравнения следует, что при ферментации каждой молекулы сахара образуются две молекулы CO_2 . Поэтому количество выделившегося CO_2 можно использовать как количественный показатель сброженного сахара или как показатель всего процесса ферментации. Обнаружено, что присутствие фосфата натрия резко усиливает процесс брожения при неизменном объеме дрожжевого сока.

Данные эксперимента представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Количество CO_2 (см³), выделяющегося в отсутствии неорганического фосфата

Время (мин)	5	10	15	20	25	30	35	40	50	55	60	65	75	85	105
CO_2 (см ³)	3	10	13	15	17	18	20	21	23	25	27	28	30	33	38

Таблица 5

Количество CO_2 (см³), выделяющееся в присутствии неорганического фосфата

Время (мин)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
CO_2 (см ³)	2	9	15	23	32	42	51	58	60	62	64	66	67	68

В таблице 6 представлены данные по интенсивности брожения (выделения CO_2) после введения добавочного количества фосфата.

Таблица 6

Интенсивность брожения (CO_2) после введения дополнительного количества неорганического фосфата

Время (мин)	75	80	85	90	95	100	105
CO_2 (см ³)	69	73	79	85	91	98	103

Окончание табл. 6

Время (мин)	115	120	125	130	135	140	150	155
CO_2 (см ³)	112	115	117	119	121	122	124	125

Задание

1. Нанесите данные таблицы 4, 5 и 6 на график. Полученные кривые нанесите разным цветом. Обозначаем соответственно кривая А, Б, В.
2. Описать полученную кривую А словами. Удобная форма вашего описания: «Сначала- , потом-, за этим следует». О каких изменениях процесса брожения можно говорить, сравнивая первый участок кривой с последующим?
3. График А имеет сложную форму. Вывести алгебраическую формулу для сложной кривой трудно. Как упростить график, чтобы можно было выразить его в уравнениях?
4. Найти отношение y/x для каждого отрезка кривой А. Допустима ли в этом случае экстраполяция результатов?
5. В чем сходство и различие между кривой, отражающей данные второго эксперимента (Б) и кривой (А), (форма, длина, наклон)?
6. Сравните кривую В с двумя другими.
7. Упростить кривые Б и В и провести для них те же расчеты, что и для кривой А. Для каждого участка кривых В и Б рассчитать коэффициент y/x .
8. Выпишите значения шести коэффициентов :

$$\begin{array}{ll} a' = & \text{и } a'' = \\ b' = & \text{и } b'' = \\ v' = & \text{и } v'' = \end{array}$$

Члены каждой из групп соответствуют по форме участкам трех кривых.

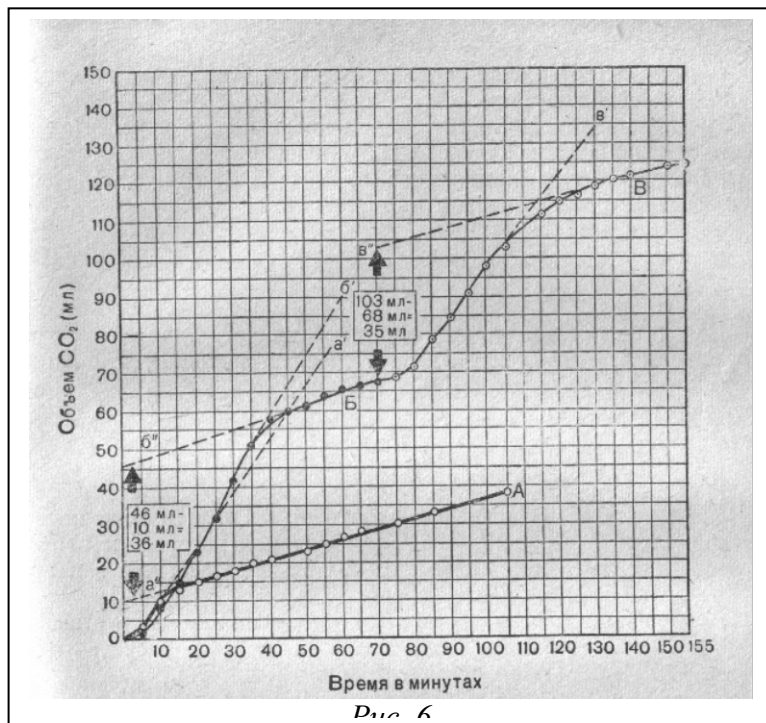


Рис. 6

9. Дальнейший путь упрощения полученных данных: вычислить среднее арифметическое каждой группы (a' , b' , v' – крутые участки кривых; a'' , b'' , v'' – пологие участки кривых).

10. Использовать вычисленные коэффициенты для составления уравнений, определяющих очертание каждого из двух участков кривых, обозначив время через x , а объем CO_2 через y .

11. Рассчитать объем углекислого газа (y), выделившегося на 25 минуте без добавления фосфатов и при

добавлении фосфатов. Дать ответ на основании графика (рис. 6) и расчетов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕТА И ФОТОСИНТЕЗ (ЛИНЕЙНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ)

Раздел программы: использование энергии солнечного света в метаболизме растений. Фотоэлементы.

Цель исследования: установить количественное соотношение между интенсивностью света и уровнем фотосинтеза.

Постановка эксперимента: на интенсивность фотосинтеза оказывают влияние многие факторы (температура, качество света, доступность минералов, важных для фотосинтеза, вид растения или ткани). Таким образом фотосинтез – это сложный процесс и изменение какого-то одного из многих факторов может привести к изменению фотосинтеза.

Вопрос: если изучено только влияние интенсивности света на фотосинтез, как выявить влияние других факторов?

Ответ: необходима постановка экспериментального контроля.

За меру интенсивности фотосинтеза принимаем количество углекислого газа, абсорбированного определенной площадью листа за 1 минуту. Измерение потребления CO_2 за 1 минуту при 8 различных интенсивностях света необходимо проводить в трехкратной повторности.

Результаты экспериментов приведены в таблице 7.

Таблица 7

Интенсивность света (в свечах)	Микролитры поглощения углекислого газа (за 1 мин.)				
	Серия 1	Серия 2	Серия 3	В среднем	Отношение
x	y ₁	y ₂	y ₃	y	x/y
100	15	17	16		
200	34	36	38		
300	52	49	49		
400	67	69	68		
500	88	85	85		
600	101	101	101		
700	122	123	124		
800	133	136	136		

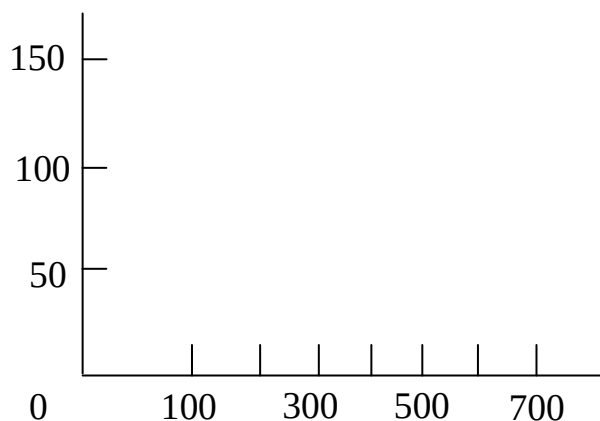
Вопрос: действием каких факторов можно объяснить различия в количестве абсорбированного углекислого газа в трех сериях опытов, если интенсивность света не менялась?

Ответ: экспериментальной ошибкой. Вариация экспериментальных изменений неизбежна.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Изобразите полученные данные на графике типа рис.7, откладывая на оси ординат среднее значение Y .

Использование CO_2 в мкл



Интенсивность света в канделах

Рис. 7

Из рисунка видно, что все точки попадают вблизи прямой линии. Понять, почему это происходит, можно, анализируя отношения $\frac{x}{y}$, введенные в таблицу.

Найдите среднее значение отношения $\frac{x}{y}$. Соотношение $\frac{x}{y}$ называется прямопропорциональным. Это выражение зависимости между двумя переменными, нанесение значений которых на рисунок дает прямую линию.

Вопрос: как, не проводя соответствующих изменений, определить количество поглощенного при данной освещенности углекислого газа?

Ответ: можно по рисунку; можно используя пропорциональность $\frac{y}{x}$. Так как это отношение постоянно, то его можно использовать как алгебраическую формулу: $\frac{y}{x} = 0,17$.

Выводы:

- алгебраическая формула выражает связь между двумя переменными;
- таблица не разъясняет тип отношений между двумя переменными, это делает рисунок, но он не дает краткого выражения отношения. Это присуще лишь математической формуле.

Вопрос: можно ли на основании полученных данных дать оценку фотосинтеза при освещении:

- а) 250 свечей;
- б) 1200 свечей;
- в) 5 свечей.

Ответ: процессы в некоторых точках могут радикально изменяться. Фактор, ранее благоприятный, может стать лимитирующим. Например: растение

способно усваивать свет повышенной интенсивности, но не может передать CO_2 в соответствующие органы. Существует также пороговый эффект низшего уровня: процесс фотосинтеза протекает лишь при некоторой минимальной освещенности.

Вопрос: дать определения понятий интерполяции внутри области измерений и экстраполяции за ее пределами.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

РЕГУЛЯЦИЯ РОСТА ЛИСТА (НЕЛИНЕЙНЫЙ ПОЛИНОМ СТЕПЕНИ > 1)

Раздел программы: влияние факторов окружающей среды на биотические процессы.

Некоторые вещества, регуляторы роста растений, нанесенные на поверхность листьев бобовых растений, замедляют их рост.

Цель исследования: изучение действия одного из регуляторов роста.

Постановка эксперимента: на листья бобовых растений был нанесен раствор регулятора роста различной концентрации. На листья контрольных растений нанесено такое же количество воды. Для определения веса листьев был определен средний вес листьев растений контрольной группы. Через 10 дней листья подопытных растений были срезаны и был определен их вес.

Были получены следующие данные (табл. 8).

Таблица 8

Количество нанесенного на поверхность листьев вещества – регулятора роста (мкг)	Замедление роста (г)	$(m_k - m_{on})$
Нет	0,00	
0,1	0,01	
0,2	0,04	
0,3	0,12	
0,4	0,15	
0,6	0,37	
1,0	0,90	
1,5	2,35	

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Нанесите данные на график. На оси абсцисс откладывайте количество регулятора роста, на оси ординат – уменьшение роста листа.

Составьте таблицу замедления роста при концентрации вещества, нанесенного на одно растение: 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 мкг. Некоторые данные приведены в таблице 2, некоторые можно определить по графику.

Вопрос: как относятся данные второго ряда к первому?

Ответ: с удвоением концентрации вещества – регулятора роста – рост растения замедляется в четыре раза.

Вопрос: проверьте это отношение для других точек графика: 0,3; 0,6; 1,2 мкг вещества на одно растение.

С ростом X от 1 к 2, Y увеличивается от 1 к 4. Когда X растёт от 1 к 4, Y увеличивается от 1 к 16.

Вопрос: какое мы имеем арифметическое отношение?

Ответ: число и его квадрат.

Вопрос: составить уравнение при подобном соотношении X и Y.

Ответ: $Y=X^2$.

Нанесите на график числа, полученные с помощью уравнения. Какая из кривых получится более плавной?

Выводы: необходимо проводить эксперименты на большем числе растений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

СВЕТ И ОБРАЗОВАНИЕ АУКСИНА

Раздел программы: Гормональная система – система коммуникации.

Ауксин – гормон роста. При слабой освещённости производство растением ауксина увеличивается по мере роста интенсивности света.

Цель исследования: изучение зависимости производства растением ауксина от интенсивности света в условиях слабой освещённости.

Постановка эксперимента. Отбирались одинаковые растения табака и помещались на несколько дней в темную комнату. Эти растения делились на восемь групп, по десять штук в каждой, и содержались в условиях различной освещённости. Через две недели определялось содержание ауксина в каждом растении. Средние значения содержания по группам приведены в таблице 9.

Таблица 9

Интенсивность света (в свечах)	Среднее количество ауксина в одном растении (в относительных единицах)
5	2,2
10	3,1
20	4,5
40	6,4
80	9,2
160	12,0
400	20,5
600	23,9

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Нанесите эти данные на график, откладывая по оси абсцисс интенсивность света, а по оси ординат количество ауксина.

Вопрос: какую форму имеет полученная вами кривая? О каком соотношении между количеством ауксина и освещённостью она говорит?

Ответ: мы получили экспоненциальную кривую. В данном случае показатель степени меньше единицы.

Вопрос: проверьте данные в таблице. На сколько должна вырасти освещенность, чтобы производство ауксина удвоилось?

Ответ: для удвоения количества ауксина нужно четырехкратное увеличение освещенности.

В данном случае с ростом X в четыре раза Y удваивается. Следовательно, Y удваивается пропорционально квадрату X . Таким образом зависимость производства ауксина от освещенности можно выразить формулой: $y = \sqrt{x}$;

Причина подобной зависимости

В данном случае мы имеем дело с двумя процессами. Один из них – образование ауксина, второй – разрушение. Существует много доказательств, что разрушение ауксина ускоряется на свету. Следовательно, в начале кривой (низкая интенсивность света) мы наблюдаем образование ауксина, а в дальнейшем ее ход отражает усиление процесса разрушения ауксина.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

КРИВЫЕ РОСТА

Раздел программы: общность процессов развития живых систем. Единобразие биохимических процессов.

Приведенные ниже цифры представляют собой данные относительно роста трех различных организмов. Из этих данных вы могли бы определить некоторые основные характеристики роста, которые являются общими для всех организмов.

А. Высоту стебля бамбука, одного из наиболее быстро растущих растений, измеряли с момента появления ростка (табл. 10).

Таблица 10

Возраст в неделях	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Высота в метрах	0,7	1,5	2,5	4,0	6,2	8,3	10,2	12,0	13,2	13,8	14,1	14,2

Б. Индюшку взвешивали ежемесячно, начиная с того момента, как она вылупилась, и до того момента, как она достигла взрослых размеров (табл. 11).

Таблица 11

Возраст в месяцах (только что получившаяся)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вес в килограммах	0,05	0,60	2,06	3,95	6,22	8,37	10,64	12,65	14,58	14,82

В. Было взято большое число проростков злаковой культуры, которые росли в благоприятных условиях. Каждые две недели взвешивали несколько растений и записывали их средний вес (табл.12).

Таблица 12

Возраст в неделях	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Средний вес в граммах	21	28	58	76	170	422	706	853	924	966

Методика

Постройте график, используя эти данные, причем на горизонтальной оси откладываете возраст, а на вертикальной – вес или рост.

Постройте график другого типа, используя данные, приведенные из трех примеров. На горизонтальной оси этого графика отложите возраст или время, а на вертикальной – разность между двумя соседними измерениями. Например, бамбук вырос на 0,7 м за первую неделю; на $1,5 - 0,7 = 0,8$ м за вторую неделю; на $2,5 - 1,5 = 1,0$ м за третью и т.д.

Обсуждение

1. Опишите общую форму трех кривых роста. В чем сходство между этими кривыми? В чем их различие?
2. Когда происходит наиболее быстрый рост?
3. Можно ли кривые сравнивать с кривыми, описывающими изменения роста и веса вашего тела?
4. Какова связь между вторым типом кривой, которую вы нарисовали, и первой серией кривых?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Раздел программы: единство генетического кода на Земле. Общность законов наследования признаков.

Сбор данных

Наследственная способность складывать язык в трубочку является превосходным признаком, на котором основывается изучение генетики человеческой популяции. Определите частоту признака «складывания языка в трубочку» среди ваших знакомых. Это дало бы небольшой, но довольно типичный пример генетики локальной популяции человека. Приготовьте таблицу, показывающую число людей, которые обладают этим признаком, и число индивидуумов, у которых он отсутствует. Вычислите процент людей с каждым фенотипом и запишите эти проценты в таблицу.

Затем определите частоту способности складывать в трубочку язык среди возможно большего числа членов вашей семьи. Если возможно, включите бабушку и дедушку, родителей, братьев, сестер, теток, дядей и кузин. Запишите данные и приготовьте генеалогическую карту, показывающую фенотипы в соответствии с признаком складывания языка в трубочку для членов вашей семьи. Кого больше в вашей семье – индивидуумов, обладающих этим признаком, или индивидуумов, не обладающих им? На основе вашей генеалогии можете ли вы определить, доминантен этот признак или нет? На основе генеалогических карт одноклассников можете ли вы определить, доминантен этот признак или нет?

Чтобы увеличить размер вашей случайной выборки из популяции, посчитайте признаки складывания языка в трубочку у пяти ваших соседей. Для достоверности случайной выборки не включайте тех, кто уже был внесен в выборку вашими знакомыми, или тех, кто находится в родстве с кем-либо, кто попал в выборку. Соберите воедино выборки, полученные вами и вашими знакомыми. Добавьте к ним данные, относящиеся к знакомым, которые были получены ранее. Затем вычислите процент каждого фенотипа в общей случайной выборке.

Анализ данных

Предполагая, что генеалогия семьи указывает на то, что аллель складывания языка в трубочку доминантна, давайте обозначим R – аллель складывания языка в трубочку и r – аллель не складывания языка в трубочку. Пусть p будет частотой R-аллели в популяции и q- частота r-аллели в популяции. Согласно закону Харди-Вейнберга, генотипы для этих аллелей в большой случайно спаривающейся популяции будут встречаться с частотами, показанными в таблице 13.

Таблица 13

Генотип	RR	Rr	rr
Частота	p^2	$2pq$	q^2

Используя эту таблицу, вы можете вычислить частоты R и r в вашей выборке популяции. Как показано в таблице, частота в популяции рецессивного признака (в этом случае неспособность складывать язык в трубочку) равна q^2 , или квадрату частоты рецессивной аллели в популяции. Тогда в вашей выборке популяции q^2 – это процент индивидуумов из общей выборки, которые не могут складывать язык в трубочку. Вычислите квадратный корень из этой величины и определите q. Например, если 36% от популяции не могут складывать язык в трубочку, то $q = \sqrt{36}$, или 0,60. Если частота признака 0,16, то частота аллели 0,40 и т.д. Больше или меньше частота рецессивной аллели по сравнению с частотой рецессивного признака?

Определив q (частоту рецессивной аллели), найдите p. Так как есть только две аллели, связанные с этим признаком, то $p+q=100\%$, или 1. Поэтому $p=1-q$ (например, если $q=0,60$, $p=0,40$; если $q=0,30$, то $p=0,70$ и т.д.).

Теперь подсчитаем значения, которые вы получили для p и q в биномиальном выражении $p^2+2pq+q^2$. Найдите частоту (p^2) в вашей выборке популяции гомозиготного доминантного типа (RR) и частоту ($2pq$) гетерозиготного типа (Rr). Каково отношение гомозиготного доминантного типа к гетерозиготному типу, т.е. $\frac{p^2}{2pq}$?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубнищева, Т.Я. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов по эконом. специальностям / Т.Я. Дубнищева . – 5-е изд., перераб. и доп.. – М. : Academia , 2003 . – 607 с.
2. Лухин А.Ф. Концепции современного естествознания : учеб. / А.Ф. Лухин – М. : ТК Велсби, Изд-во Проспект, 2010. – 264 с.
3. Тихановская, Г. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие / Г. А. Тихановская, Л.М. Воропай – Вологда: ВоГУ, 2014. - 114 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ ОШИБКА ОПЫТА.....	3
Лабораторная работа 2. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАКОН ПРИРОДЫ – ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ.....	5
Лабораторная работа 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	9
Лабораторная работа 4. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ.....	12
Лабораторная работа 5. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ	15
Лабораторная работа 6. КОНЦЕПЦИЯ АТОМИЗМА. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА	18
Лабораторная работа 7. СЛУЧАЙНЫЙ СИНТЕЗ. ОБРАЗОВАНИЕ КОАЦЕРВАТОВ. ИСТОЧНИКИ БАКТЕРИАЛЬНОГО РОСТА	22
Лабораторная работа 8. ПИГМЕНТЫ ЗЕЛЕНОГО ЛИСТА	24
Лабораторная работа 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ.....	26
Лабораторная работа 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЫХАНИЯ ПО КОЛИЧЕСТВУ ВЫДЕЛЕННОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ	26
Лабораторная работа 11. АКТИВНОСТЬ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ.....	28
Практическая работа 1. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В БИОЛОГИИ. РОЛЬ КИСЛОРОДА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ДЫХАНИИ	30
Практическая работа 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В БИОЛОГИИ. ИНТЕНСИВНОСТЬ БРОЖЕНИЯ.....	33
Практическая работа 3. ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕТА И ФОТОСИНТЕЗ (ЛИНЕЙНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ)	35
Практическая работа 4. РЕГУЛЯЦИЯ РОСТА ЛИСТА (НЕЛИНЕЙНЫЙ ПОЛИНОМ СТЕПЕНИ > 1)	37
Практическая работа 5. СВЕТ И ОБРАЗОВАНИЕ АУКСИНА	38
Практическая работа 6. КРИВЫЕ РОСТА	39
Практическая работа 7. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ	40
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	42

Подписано в печать 21.12.2015.	Усл. печ. л. 2,7	Тираж	экз.
Печать офсетная.	Бумага писчая.	Заказ № ____.	

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6