Мастер-класс. Развитие на уроках химии математической грамотности.

ГБОУ ООШ с. Большая Романовка
Синёва С.А.

«В любой науке столько истины,
сколько в ней математики».
Иммануил Кант

Математика занимает особое место в науке, культуре и общественной жизни, являясь одной из важнейших составляющих мирового научно-технического прогресса. Изучение математики играет системообразующую роль в образовании, развивая познавательные способности человека, в том числе к логическому мышлению.

Математика для химиков – это, в первую очередь, полезный инструмент решения многих химических задач. Очень трудно найти какой-либо раздел математики, который совсем не используется в химии. Функциональный анализ и теория групп широко применяются в квантовой химии, теория вероятностей составляет основу статистической термодинамики, теория графов используется в органической химии для предсказания свойств сложных органических молекул, дифференциальные уравнения – основной инструмент химической кинетики, методы топологии и дифференциальной геометрии применяются в химической термодинамике.

Математика разрабатывает новые подходы, которые позволяют проникнуть в суть или решить проблемы химии, развивает новые химические теории. Для того чтобы углубить свои знания по химии, необходимо хорошо понимать математику.

Математическая грамотность – способность человека мыслить математически, формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах.

Требования ФГОС из предметной области «Математика и информатика», связанные с химией:

- Овладение навыками устных, письменных, инструментальных вычислений.
- Развитие умений пользоваться оценкой и прикидкой при практических расчетах.
- Владение стандартными приемами решения рациональных и иррациональных, показательных, степенных, тригонометрических уравнений и неравенств, их систем.
- Развитие умений применять изученные понятия, результаты, методы для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин.

- Развитие умения использовать функционально-графические представления для описания и анализа реальных зависимостей.
- Развитие умений извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках.
- Формирование представлений о математике как о методе познания действительности, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления.

Составляющие математической грамотности в программе PISA:

- умение находить и отбирать информацию;
- производить арифметические действия и применять их для решения конкретных задач;
- интерпретировать, оценивать и анализировать данные

Уровни математической грамотности:

- воспроизведение математических фактов, методов и выполнение вычислений
- установление связей и интеграции материала из разных математических тем, необходимых для решения поставленной задачи
- математические размышления, требующие обобщения и интуиции.

Таблица 1.

Показатели сформированности математической грамотности

Класс	**Метапредметные результаты**	**Математическая грамотность**
5 класс	Уровень узнавания и понимания	находит и извлекает математическую информацию в различном контексте
6 класс	Уровень понимания и применения	применяет математические знания для решения разного рода проблем
7 класс	Уровень анализа и синтеза	формулирует математическую проблему на основе анализа ситуации
8 класс	Уровень оценки (рефлексии) в рамках предметного содержания	интерпретирует и оценивает математические данные в контексте лично значимой ситуации
9 класс	Уровень разработки метода решения математической задачи в жизненной ситуации	формулирует, применяет и интерпретирует математику для решения практических задач

Разберем решения нескольких задач, в которых применяются математические знания.

1. Поваренная соль

Соль жизненно необходима для жизнедеятельности человека, равно как и всех прочих живых существ. В основном в соли, используемой в быту, содержится хлорид натрия. Составные части соли участвуют в очень важных биохимических процессах живых организмов: выработке соляной кислоты – важного компонента желудочного сока, в передаче нервных импульсов, сокращении мышечных волокон. Но надо помнить, что переизбыток соли может приводить к нежелательным последствиям, например к задержке жидкости в организме и повышению кровяного давления.

Чаще всего соль белая, но может иметь сероватый оттенок. В таблице приведены данные о составе различных сортов соли.

Наименование вещества	**Сорт соли**			
	экстра	**высший**	**первый**	**второй**
Хлористый натрий, %, не менее	99,70	98,40	97,70	97,00
Кальций-ион, %, не более	0,02	0,35	0,50	0,65
Магний-ион, %, не более	0,01	0,05	0,10	0,25
Сульфат-ион, %, не более	0,16	0,80	1,20	1,50
Калий-ион, %, не более	0,02	0,10	0,10	0,20
Оксид железа (III), %, не более	0,005	0,005	0,010	0,010
Сульфат натрия, %, не более	0,20	Не нормируется		

1. Используя данные таблицы о составе различных сортов соли, вычислите, во сколько раз меньше магния содержится в 50 г соли высшего сорта, чем в 50 г соли второго сорта. Ответ подтвердите расчётами.

2. Сухой лёд

Сухой лёд – так называют углекислый газ в кристаллическом состоянии. Его вырабатывают на специальных концентраторах, в результате чего он приобретает сходство со льдом. Особенность сухого льда в том, что он быстро испаряется и сразу превращается в обычный углекислый газ, минуя жидкое состояние.

Сухой лёд используется главным образом в пищевой промышленности: для шоковой заморозки продуктов, их охлаждения и транспортировки. Также его применяют в научно-исследовательской деятельности, например при испытаниях и сборке некоторых агрегатов в машиностроении. Кроме того, сухой лёд часто становится атрибутом химических шоу,

так как от него исходит эффектная пелена тумана.

1. При концентрации в воздухе углекислого газа более 3% по объёму ситуация становится опасной для человека. Состав воздуха, который не содержит вредных примесей и безопасен для человека, представлен в таблице:

	Газ	**Содержание, %**
1	азот	78,09
2	кислород	20,95
3	углекислый газ	0,03
4	аргон, неон, гелий и др.	0,93

2. Будет ли концентрация углекислого газа опасной для человека, если в закрытом помещении площадью 20 $м^2$ и высотой 2,5 м испарить 2 кг сухого льда? Ответ подтвердите расчётами.

---

3. Питание для растений

Активное применение удобрений началось в XIX в. благодаря работам немецкого ученого Юстуса фон Либиха, который обнаружил, что для питания растениям нужны азот, фосфор и калий – макроэлементы. В настоящее время известно, что помимо основных элементов растениям нужны в небольших дозах микроэлементы: железо, кобальт, молибден, марганец, цинк.

Применение удобрений – один из ключевых элементов в будущем развитии планеты, говорится в докладе Всемирного экономического форума: растущее население нуждается в питании. Половина продуктов питания в мире производится благодаря применению удобрений.

Элемент	Азот	Фосфор	Калий
Влияние на растения	Стимулирует рост зеленой части растений; абсорбируется из почвы в виде нитратов или ионов аммония; участвует во всех этапах развития растения, синтеза белков и развития плодов; входит в состав хлорофилла, играющего важную роль в фотосинтезе и развитии плодов	Способствует созреванию культур и повышает их качество; отвечает за развитие корней, формирование почек и плодов; ускоряет созревание плодов; играет ключевую роль в накоплении и передаче энергии и фотосинтезе.	Повышает устойчивость растений к заболеваниям и засухе; активирует вещества, необходимые для синтеза белков и углеводов в растениях; улучшает регулирование водного режима растений, поэтому повышает сопротивляемость заболеваниям, засухе и заморозкам; укрепляет стебель и корневую систему растения, улучшает вкус, текстуру и цвет плодов.
Примеры	Карбамид, аммиачная селитра, натриевая селитра	Фосфоритная мука, простой и двойной суперфосфат	Калийная селитра
Расход удобрений на 10 м^2	300 г	250 г	200 г

1. Рассчитайте массу фосфорного удобрения, которое рекомендуется внести на грядку длиной 7 м и шириной 2,5 м. Ответ подтвердите расчётами.

4. Такой разный фосфор

Фосфор – один из распространённых элементов земной коры, он входит в первую двадцатку. Содержится фосфор и в тканях живых организмов – входит в состав белков и других важнейших органических соединений (АТФ, ДНК). Фосфор называют элементом жизни. История его получения относится ещё к временам алхимии. Разорившийся купец и при этом алхимик – самоучка Бранд – в поисках философского камня получил красное «уринное масло». При его дальнейшей дистилляции алхимик заметил образовавшуюся на дне реторты белую пыль. Алхимик решил, что ему удалось извлечь «элементарный огонь». Но не получив желаемого золота, Бранд стал продавать свой секрет по цене, во много раз превосходящей золото, и обогатился на этом.

1. Фосфор присутствует в живых клетках, входит в состав костей человека, зубной эмали. Основную роль в превращениях соединений фосфора в организме человека и животных играет печень. Обмен фосфорных соединений регулируется гормонами и витамином D. Усвоение фосфора происходит эффективнее при его приёме вместе с кальцием в соотношении 3:2 (P:Ca).

Содержание и соотношение кальция и фосфора представлено в таблице:

Продукт	**Ca, мг/100 г**	**P, мг/100 г**	**Ca/P**
Жареная говядина	12	250	0,05
Цельное молоко	118	93	1,26
Варёная фасоль	50	37	1,35
Жареная треска	31	274	0,11
Пшеничный хлеб	84	254	0,33
Картофель	7	53	0,13
Яблоки	7	10	0,70
Яйца куриные	54	205	0,26

1. Ознакомьтесь с информацией в таблице и назовите два продукта, в которых соотношение элементов наиболее соответствует рекомендуемому.

2. При недостатке фосфора в организме развиваются различные заболевания костей. Суточная потребность в фосфоре составляет: для взрослых 1,0–2,0 г; для детей и подростков – 1,5–2,5 г.

Сколько граммов (килограммов) жареной трески минимально надо употребить подростку, чтобы покрыть суточную потребность в фосфоре? Ответ подтвердите расчётами (округлите до целых).

---

5. Сера

Сера широко распространена в природе и известна человеку с древнейших времён. Однако серу как химический элемент первым охарактеризовал французский химик Антуан Лоран Лавуазье: сжигая некие вещества, он обнаружил выделение газа. Уже позднее стало известно, что это был сернистый газ. Название «сера» означает «горящий камень». Сера – элемент, необходимый для жизни. Она содержится в земной коре, но также входит в состав веществ, которые присутствуют как в растениях, так и в человеческом организме.

В состав клетки входит примерно 80 химических элементов системы Менделеева. Все эти элементы встречаются и в неживой природе.

Человеческий организм		**Растения**		**Земная кора**	
элемент	**ω, %**	**элемент**	**ω, %**	**элемент**	**ω, %**
H	60,3	H	10,0	H	<0,0001
O	25,5	O	70,7	O	62,5
C	10,5	C	18,0	C	0,08
N	2,42	N	0,4	N	0,0001
Na	0,73	Na	0,3	Na	2,64
Ca	0,226	Ca	0,15	Ca	1,94
P	0,143	P	0,03	P	0,093
S	0,152	S	0,3	S	0,05
K	0,036	K	0,3	K	2,5
Cl	0,032	Cl	0,3	Cl	0,017
Si	<0,0001	Si	0,15	Si	21,2
Al	<0,0001	Al	<0,0001	Al	6,47

1. Проанализируйте данные таблицы по распространённости серы. Сформулируйте ответы на вопросы.

1) В каком из трёх компонентов природы массовая доля (ω) серы наибольшая?

2) В виде простого вещества или в виде химического элемента сера входит в состав человеческого организма?

---

2. Сера является восьмым наиболее распространенным элементом в человеческом теле. Например, в теле человека весом 70 кг содержится около 140 граммов серы.

Вычислите массу серы в теле учащегося, если его вес составляет 44 кг. Ответ подтвердите расчётами.

3. В каком из веществ: сероводороде или сернистом газе (оксиде серы(IV)) – массовая доля серы больше? Ответ подтвердите расчётами.

6. Исследование «Скорость химической реакции»

После того как человек провёл первую химическую реакцию – разжёг костёр, – ему пришлось задуматься о том, как управлять течением химических реакций. Сегодня человек умеет управлять реакцией – может замедлять нежелательные превращения веществ или ускорять реакции для получения большего количества нужного продукта. Скорость химической реакции определяется как изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. Известно, что скорость химических реакций зависит от температуры, концентрации реагирующих веществ, природы реагирующих веществ, наличия катализатора или ингибитора (вещества, замедляющего реакцию).

На уроке химии учащиеся проводили эксперименты с целью определить факторы, которые влияют на скорость различных реакций. Они провели несколько опытов.

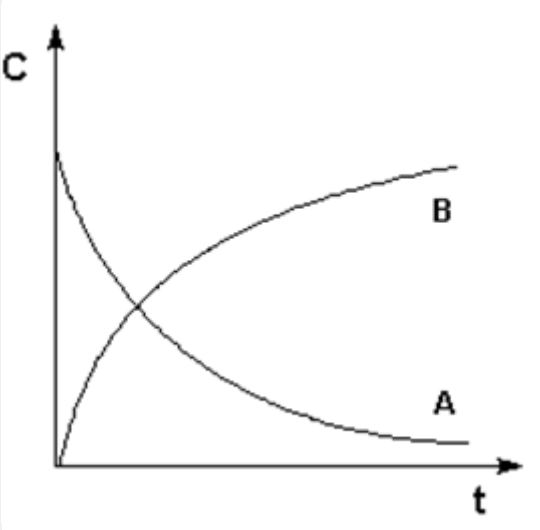
Опыт 1. Ученики взяли 10 г соляной кислоты с массовой долей вещества 20% и опустили в этот раствор гранулы цинка. Наблюдали выделение газа.

Опыт 2. К соляной кислоте из первого опыта добавили 30 г воды. Затем отобрали 10 г получившегося раствора и опустили гранулы цинка. Наблюдали выделение газа.

1. Какова была массовая доля хлороводорода в растворе во втором опыте? Ответ подтвердите расчётами.

---

2. На графике представлена зависимость концентрации исходных веществ и продуктов реакции от времени протекания реакции:



Определите, какая кривая описывает изменение концентрации исходных веществ, а какая – продуктов реакции.

---

7. Фосфор в аквариуме

Фосфор – необходимый элемент для жизни аквариума.

Животные используют его для развития костной и нервной систем, он содержится во многих белках и таких соединениях, как АТФ и ДНК. Однако главными потребителями фосфора в аквариуме являются всё-таки растения. Нормальное развитие растений без него невозможно.

1. По содержанию в живых организмах элементы делят на:

- макроэлементы (сотые доли процента и более);
- микроэлементы (от стотысячных до тысячных долей процента);
- ультрамикроэлементы (миллионные доли процента и менее).

В растениях содержание фосфора колеблется от 0,04 до 0,6%.
Укажите, макро- или микроэлементом является фосфор.

2. Нормальной считается концентрация фосфат-анионов в аквариумной воде до 0,3 мг/л. Вычислите, сколько (в мг) фосфат-анионов может максимально содержаться в аквариуме объёмом высотой 0,5 м, глубиной 0,3 м и шириной 0,6 м для нормальной жизнедеятельности обитателей аквариума. Ответ подтвердите расчётами.

Как отметили в Рособрнадзоре, неуспех по химии связан, в частности, с низким уровнем базовой математической подготовки. Решить проблему поможет отработка необходимых навыков на уроках химии, решение разноплановых задач.