Тепловые эффекты реакций. Термохимические уравнения. Понятие об энтальпии. Закон Гесса и следствия из него. Расчет энтальпии реакции.

Цель : Актуализировать понятия «тепловой эффект химической реакции» ,«термохимические реакции», «экзотермические и эндотермические процессы»; раскрыть понятие «энтальпия», закон Гесса;

Задачи:
-обучения : Систематизировать и углубить знания учащихся по теме «Термохимические реакции, тепловой эффект химической реакции». Сформировать знания о энтальпии. Познакомить с законом Гесса.
-развития : Развивать представления о причинно-следственных связях в изучении химии, показывая зависимость протекания химических реакций и изменения энергии в системе. Развивать умение решать расчетные задачи по термохимическим уравнениям
-воспитания: Воспитывать трудолюбие, творческое отношение к учебе. Создавать условия для самостоятельной и продуктивной работы с различными источниками информации.

Тип урока: Изучение нового материала.

Организационный этап приветствие, фиксация отсутствующих, проверка подготовленности обучающихся к уроку.

Повторение изученного (актуализация знаний)

1. Фронтальный опрос
   1. Каковы признаки химических реакций?
   2. Дайте определение понятий «химическая реакция», «реагент», «продукты реакции».
   3. По каким признакам классифицируют химические реакции?
   4. Раскройте классификацию по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции.
   5. Какую информацию несет уравнение химической реакции?
2. Тест **Классификация химических реакций**

Вариант 1

1. К химическим реакциям *не относится:*

а) растворение оксида кальция и воде; б) ржавление железа:

в) превращение поды в пар при нагревании; г) потемнение серебряной ложечки.

2. К физическим процессам *не будет* относиться получение:

а) кислорода фракционной перегонкой жидкого воздуха;

б) дистиллированной воды;

в) бензина крекингом нефтепродуктов;

г) нефтепродуктов из нефти в ректификационной колонне.

3. Соотнесите:

реагирующие вещества:	*тип реакции:*
1)уксусная кислота и карбонат натрия;	а) разложение; б) соединение;
2)фенол и натрий;	в) замещение; г) обмен.
3)оксид кальция и оксид кремния (IV);	
4) гидроксид железа (III) - при нагревании;	

4. Сокращенному ионному уравнению реакции

$Ba^{2+} + CO_3^{2-} = BaCO_3$ соответствует взаимодействие между:

а) оксидом бария и угольной кислотой; б) хлоридом бария и карбонатом натрия;

в) гидроксидом бария и карбонатом кальция; г) барием и карбонатом калия.

5. Окислительно-восстановительной *не является* реакция:

а) между хлором и этиленом; б) разложения пероксида водорода;
в) термического разложения карбоната кальция; г) этанола с подкисленным раствором бихромата калия.
6. Соотнесите:
тип реакции: 1) гомогенная; 2)гетерогенная;
пример реакции: а) цинк с разбавленной серной кислотой; б) пропан с хлором;
в) оксид углерода (П) с кислородом; г) этилен с раствором перманганата калия.

Вариант *2*
1.Соотносите: *тип процесса:*
1) химический процесс; 2) физический процесс;
примеры:
а) взрыв метана в шахте; б) растворение сахара в воде;
в) образование конденсата на холодном предмете; г) смешение азота и оксида углерода (IV);
д)образование озона при грозовом разряде; е) изменение окраски индикатора в кислой среде.
2. Соотнесите
тип реакции: *названия реагирующих веществ:*
1)разложение; а) оксид углерода (II) и кислород;
2)соединение; б) нитрат калия ----- при нагревании;
3) замещение; в) анилин и бром (водн.);
4) обмен; г) уксусная кислота и оксид кальция.
3. Взаимодействие оксида калия с водой относится к реакциям:
а) соединения; б) разложения;
в) замещения; г) обмена.
4. Реакцией нейтрализации можно назвать взаимодействие:
а) уксусной кислоты с хлором в присутствии катализатора;
б) муравьиной кислоты с аммиачным раствором оксида серебра;
в) хлорангидрида уксусной кислоты с этиловым спиртом;
г) уксусной кислоты с гидроксидом калия.
5. Сокращенному ионному уравнению $2H + CO_3^{2-} = CO_2 + H_2O$
соответствует взаимодействие между: а) серной кислотой и карбонатом кальция;
б) соляной кислотой и карбонатом натрия;
в) азотной и угольной кислотами;
г) уксусной кислотой и карбонатом калия.
6. К гетерогенным реакциям относится:
а) взаимодействие растворов гидроксида натрия и азотной кислоты;
б) синтез хлороводорода из хлора и водорода;
в) каталитическое гидрирование жидких жиров;
г) реакция этерификации изоамилового спирта уксусной кислотой.

Мотивационный этап
Опыт 1. *Взаимодействие цинка с кислотой.*
В пробирку с CaO прилейте H2O, что наблюдаете? Потрогайте нижнюю часть пробирки, что вы ощущаете?
Давайте запишем уравнение данной реакции и укажем ее признаки.
CaO + H2O = Ca(OH)2 + Q
Признаками проводимой реакции будут выделение теплоты.

Опыт 2. *Растворение аммиачной селитры в воде*
В пробирку с белым кристаллическим веществом прилейте имеющуюся воду, встряхните.
Потрогайте нижнюю часть пробирки, что вы ощущаете?
$NH_4NO_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HNO_3 - Q$
Признаком проводимой реакции будет поглощение теплоты.
Мы провели с вами 2 реакции, по какому признаку можно их классифицировать ?
Правильно, по поглощению или по выделению теплоты.
Количество теплоты, которое выделяется или поглощается при химической реакции, называют тепловым эффектом реакции.
Тепловой эффект обозначается Q и измеряется в Дж или кДж.
(*Сообщение темы и цели урока*)

Изучение нового материала

Предсказание возможности осуществления той или иной реакции – одна из основных задач, которая стоит перед химиками. На бумаге можно написать уравнение любой химической реакции, а возможна ли такая реакция практически? В одних случаях достаточно повысить температуру, чтобы реакция началась, а в других реакцию невозможно осуществить ни при каких условиях!
Знание тепловых эффектов химических реакций имеет большое практическое значение.
Тепловым эффектом химической реакции называется количество теплоты, выделившееся (или поглотившееся) в ходе реакции и относимое к 1 моль прореагировавшего (или образовавшегося) вещества.
Тепловой эффект обозначается буквой Q и, как правило, измеряется в кДж/моль или в ккал/моль.
Если реакция происходит с выделением тепла ($Q > 0$), она называется экзотермической, а если с поглощением тепла ($Q < 0$) – эндотермической.

Тепловой эффект реакции зависит от условий ее протекания , поэтому его определяют при давлении 101,3 кПа,, или1атм. И температуре 25 С, или 298 К. Эти условия называют стандартными.

Тепловой эффект реакции при стандартных условиях выражают через изменение **энтальпии.**
Что же такое энтальпия? Если говорить совсем упрощенно, энтальпия — это энергия, которая доступна для преобразования в теплоту при определенном постоянном давлении. Энтальпию условно можно называть теплосодержанием, так как при постоянном давлении изменение энтальпии равно количеству теплоты, подведенной к системе.

Сам термин энтальпия составлен из древнегреческих слов — тепло и приставки — в. Это сочетание слов можно понимать как «нагревать». А впервые в термодинамику этот термин был введен ученым Д.Гиббсом. Энтальпия определяется только расчетным путем. То есть, образно говоря, ее нельзя «потрогать», «пощупать».
Энтальпия – это величина , которая характеризует запас энергии вещества.
Если энергия продуктов реакции меньше, чем исходных веществ, то ΔH меньше 0 - это реакция экзотермическая, если же энергия продуктов реакции больше- то ΔH больше 0.
+Q и -ΔH- реакция экзотермическая
-Q и +ΔH- реакция эндотермическая

Итак , важнейшей величиной в термохимии является стандартная теплота образования (стандартная энтальпия образования). Стандартной теплотой (энтальпией) образования сложного вещества называется тепловой эффект (изменение стандартной энтальпии) реакции образования одного моля этого вещества из простых веществ в стандартном состоянии. Стандартная энтальпия образования простых веществ в этом случае принята равной нулю.
В термохимии часто используют уравнения, в которых тепловой эффект относят к одному молю образовавшегося вещества, применяя в случае необходимости дробные коэффициенты.
Например,. $1/2H_2+1/2Cl_2=HCl \qquad \Delta H=-92$ /
Тепловой эффект данной химической реакции равняется энтальпии образования HCl(г), т.е.
Откуда взялся знак "минус" перед значением теплового эффекта? Принято потерянную любой системой энергию представлять со знаком "минус".
Рассмотрим, например, уже знакомую нам реакцию. В результате экзотермической реакции между ними происходит выделение теплоты:
$CH_4(г) + 2\ O_2(г) = CO_2(г) + 2\ H_2O(ж) + 890$ кДж

Можно записать эту реакцию и другим уравнением, где выделившаяся ("потерянная") теплота имеет знак "минус":
$CH_4(г) + 2\ O_2(г) – 890$ кДж $= CO_2(г) + 2\ H_2O(ж)$
По традиции энтальпию этой и других экзотермических реакций в термодинамике принято записывать со знаком "минус": $\Delta H^o_{298} = –890$ кДж/моль (энергия выделяется).
Наоборот, если в результате эндотермической реакции система поглотила энергию, то энтальпия такой эндотермической реакции записывается со знаком "плюс".
Например, для реакции получения CO и водорода из угля и воды (при нагревании):
$C(тв) + H_2O(г) + 131{,}3$ кДж $= CO(г) + H_2(г)$ $(\Delta H^o_{298} = +131{,}3$ кДж/моль)
Тепловой эффект экзотермической реакции считают отрицательным ($\Delta H<0$), а эндотермической – положительным ($\Delta H>0$).

Так, чтобы расплавить лед или испарить воду, требуется затратить определенные количества теплоты, тогда как при замерзании жидкой воды или конденсации водяного пара такие же количества теплоты выделяются. Именно поэтому нам холодно, когда мы выходим из воды (испарение воды с поверхности тела требует затрат энергии), а потоотделение является биологическим защитным механизмом от перегрева организма. Напротив, морозильник замораживает воду и нагревает окружающее помещение, отдавая ему избыточное тепло.

Физкультминутка

Сущность любой химической реакции заключается в разрушении одних химических связей и образовании новых, эти процессы сопровождаются выделением или поглощением энергии.
Из курса физики вам известно, что энергия не исчезает бесследно и не возникает из ничего, а только переходит из одной формы в другую. Это один из важнейших законов природы - закон сохранения энергии. Впервые этот закон был сформулирован М.В. Ломоносовым
Закон сохранения массы веществ. *Масса веществ, вступающих в реакцию равна массе веществ, образующихся в результате реакции .Закон сохранения массы дает материальную основу для составления уравнений химических реакций и проведения расчетов по ним.*
Позднее этот закон был математически выражен Альбертом Эйнштейном как "Закон сохранения массы и энергии".
Взаимосвязь массы и энергии выражается уравнением: $E = mc^2$
На основе сохранения масс веществ составляют молекулярные уравнения химических реакций, на основе закона сохранения и превращения энергии- термохимические уравнения, учитывающие не только массу веществ , но и энергию, которая выделяется или поглощается при протекания химических реакций.

Наука, которая изучает тепловые эффекты химических реакций, называется термохимией, а уравнения химических реакций, в которых указывается тепловой эффект, - термохимическими уравнениями.
Термохимическое уравнение – это уравнение химической реакции, в котором указаны агрегатное состояние компонентов реакционной смеси (реагентов и продуктов) и тепловой эффект реакции.
Большинство термохимических расчетов основано на важнейшим законе термохимии, которым является **закон Гесса.** В 19 веке русским химиком Гессом, изучавшим тепловые эффекты реакций, был экспериментально установлен закон сохранения энергии применительно к химическим реакциям – **закон Гесса**.
Тепловой эффект химической реакции не зависит от пути процесса и определяется только разностью конечного и начального состояний.
Тепловой эффект (ΔH) химической реакции (при постоянных P и T) не зависит от пути ее протекания, а зависит от природы и физического состояния исходных веществ и продуктов реакции.
$\Delta H_{х.р.} = \sum \Delta H_{прод\ \ обр} - \sum \Delta H_{исх\ \ обр}$

С точки зрения химии и математики данный закон означает, что мы вольны для расчета процесса выбрать любую «траекторию расчета», ведь результат от нее не зависит.
По этой причине очень важный закон Гесса имеет невероятно важное **следствие закона Гесса**.
Следствия из закона Гесса
1. Тепловые эффекты прямой и обратной реакций равны по величине и противоположны по знаку.
2. Тепловой эффект химической реакции (ΔH) равен разности между суммой энтальпий образования продуктов реакции и суммой энтальпий образования исходных веществ, взятых с учетом коэффициентов в уравнении реакции.

С точки зрения здравого смысла данное следствие соответствует процессу, в котором сначала все реагенты превратились в простые вещества, которые затем собрались по-новому, так что получились продукты реакции.
Задача. Реакция горения этана выражается термохимическим уравнением
$C_2H_6(г) + 3O_2 = 2\ CO_2(г) + 3H_2O\ (ж)$; $\Delta H_{х.р.} = -1559,87$ кДж.
Вычислите теплоту образования этана, если известны теплоты образования $CO_2(г)$ и $H_2O(ж)$
Решение Исходя из следующих данных:
а) $C_2H_6(г) + 3\ ½O_2(г) = 2CO_2(г) + 3H_2O(ж)$; $\Delta H = -1559,87$ кДж
б) C (графит) $+ O_2(г) = CO_2(г)$; $\Delta H = -393,51$ кДж
в) $H_2(г) + ½O_2 = H_2O(ж)$; $\Delta H = -285,84$ кДж
На основании закона Гесса$C_2H_6 = 3\ ½O_2 – 2C – 2O_2 – 3H_2 –3\ /2O_2 = 2CO_2 + 3H_2O – 2CO_2 – 3H_2O$
$\Delta H = -1559,87 – 2(-393,51) – 3(-285,84) = +84,67$ к Дж;
$\Delta H = -1559,87 + 787,02 + 857,52$; $C_2H_2 = 2C + 3H_2$;
$\Delta H = +84,67$ кДж
Следовательно $\Delta H_{обр}\ C_2H_6 = -84,67$ кДж

Закрепление.
Задача Рассчитайте тепловой эффект паровой конверсии метана, происходящей в газовой фазе при стандартных условиях:
CH_4 (г.) + H_2O (г.) = CO (г.) + 3 H_2 (г.)
Определите, является ли данная реакция экзотермической или эндотермической?
Решение: Подставляем значения в уравнение
$Q = 0 + 110,5 – 74,6 – 241,8 = -205,9$кДж/моль, реакция сильно эндотермична.
Ответ: Q = -205,9кДж/моль, эндотермическая
Задача При сгорании 8 г. кальция выделилось 127 к.Дж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции.

Задача : На разложение 1 моль бромистого водорода на простые вещества требуется затратить 72 кДж теплоты. Чему равна энтальпия образования HBr?
Задача : При восстановлении 8,0 г оксида меди(II) водородом образовалась металлическая медь и пары воды и выделилось 7,9 кДж теплоты. Вычислите тепловой эффект и реакции восстановления оксида меди(II).

Итого урока , домашнее задание

Стр. 97-105

1. При взаимодействии 1 моль водорода и 1 моль хлора выделяется 184 кДж. Чему равна энтальпия образования хлористого водорода ?