

Organizzazione di una lezione all'interno di unità didattica in un curriculum di scuola media superiore :

unità didattica: equazioni chimiche mole e calcoli stechiometrici

(analisi della situazione di partenza, introduzione, prerequisiti, obiettivi del modulo e trasversali, obiettivi minimi, contenuti,)

lezione : equazioni chimiche

(obiettivi, metodi, strumenti, valutazione)

PARTE INTRODUTTIVA relativa a premesse iniziali e alla unità didattica – –

- **Analisi della situazione di partenza :**

Scuola : istituto di scuola media superiore Crema

Materia : Chimica e laboratorio

Oggetto unità didattica : equazioni chimiche mole e calcoli stechiometrici

Oggetto della lezione : equazioni chimiche

Classe 1° A

Insegnante : Prof. Maggi

L'ambiente in cui opera la scuola ha le caratteristiche della periferia metropolitana in cui interagiscono realtà industriali di tecnologia alimentare legate alla agricoltura ; gli studenti in numero di 27 provengono da un livello sociale medio basso composto in maggioranza da famiglie di operai, impiegati, e non presentano particolari difficoltà di tipo cognitivo e affettivo mentre mostrano una preparazione scarsa e motivazione ai limiti della sufficienza come rilevato da opportuni test di ingresso

L'insegnante insegna chimica generale al quarto anno all'ITIS e possiede esperienza di insegnamento di scienze matematiche e chimiche presso una scuola media.

La scuola è un Istituto tecnico industriale per periti tecnologici alimentari, la programmazione del biennio prevede, sia per la prima classe che per la seconda, un'ora

alla settimana di teoria chimica affiancata da due ore di laboratorio teorico/pratico(35 settimane = 100 ore circa complessive di cui 65 per la teoria in classe e in laboratorio + 35 per le applicazioni pratiche ; la scuola dispone di attrezzature specializzate con laboratori di chimica, aule multimediali attrezzate , biblioteca sufficientemente fornita.

Il clima scolastico è aperto ad innovazioni , progetti, e alla nuova cultura della autonomia scolastica e inoltre permette una disponibilità di personale assistente motivato che garantisce un utilizzo dei laboratori , aule speciali e biblioteche nel rispetto delle norme di sicurezza e delle esigenze didattiche

- **introduzione della unità o modulo**

La programmazione prevede il seguente percorso : 1) proprietà e trasformazioni della materia(15h + 8 pratica)-2) sostanze pure e miscugli(15 h + 8 pratica)– 3)nomenclatura(15 h + 8 pratica)– 4) equazioni chimiche mole e calcoli stechiometrici(10 h + 5 pratica)– 5) atomo , concetti fondamentali(10 h + 5 pratica)

L'unità 4 equazioni chimiche sarà ripresa nel programma di seconda dopo che sia stata sviluppata la teoria atomica, legame chimico, chimica delle soluzioni e ciò per sviluppare la stechiometria delle ossidoriduzioni e per introdurre concetti legati all'equilibrio chimico, cinetica e termodinamica (premessa al programma di complementi di terza/triennio)

L'unità 4 equazioni chimiche viene introdotta al primo anno perché sarà così possibile partire proficuamente in laboratorio con la qualitativa e il calcolo stechiometrico

- **prerequisiti della unità o modulo**

conoscere e comprendere il significato di proporzione matematica e saperlo applicare opportunamente

saper leggere la tavola periodica individuando il numero atomico, peso atomico, valenze, metalli, semimetalli, non metalli

comprendere il significato di una formula chimica di numero di ossidazione

applicare il numero di ossidazione alla definizione della formula

conoscere la nomenclatura di ossidi, anidridi, basi, acidi, sali, gas

aver osservato in laboratorio una reazione chimica (ad esempio di sintesi o di decomposizione) , averla illustrata con relazione scritta

- **obiettivi di apprendimento della unità o modulo**

1)– dal significato di reazione chimica insegnare a capire il modello matematico di equazione chimica rappresentandolo data una espressione verbale

2)– comprendere le indicazioni qualitative nella equazione chimica (legate al simbolo) e quantitative (rappresentate da coefficienti stechiometrici e indici) e il segno →

- 3)– conoscere la legge di conservazione della massa, e sapere eseguire il bilanciamento di materia in una equazione chimica a difficoltà crescente come preparazione di ossidi, idracidi, idrossidi, acidi, sali)
- 4) saper effettuare osservazioni qualitative applicando l'equazione in laboratorio
- 5)(trasvers.) esempi di trasformazioni chimiche in natura e elaborazione di un modello o schema chimico che ne rappresenti le caratteristiche
- 6)– saper definire la massa molare (assoluta e relativa u.m.a.) ,
- 7)– capire il concetto di mole);
- 8)– sapere svolgere semplici calcoli stechiometrici (mole-mole, mole-massa, massa-mole)
- 9)– acquisire un buona manualità nell'esecuzione dell'esperienza di laboratorio sapendo applicare con il calcolo stechiometrico quanto si elabora praticamente.
- 10) analizzare un procedimento chimico in laboratorio sintetizzandone per iscritto materiali, operazioni manuali, reazioni, equazioni, calcolo delle moli e resa %

Contenuti della unità o modulo

- regole per scrivere correttamente un'equazione chimica, legge di conservazione della massa, bilanciamento
- equazioni di principali tipi di reazione : sintesi, scambio semplice e doppio, precipitazione , salificazione
- la massa molare, la mole, numero di Avogadro, composizione % di un composto, formula empirica e formula molecolare, calcolo della formula minima dalla composizione percentuale;
- calcoli stechiometrici, reagente limitante, e calcolo della resa.

Con obiettivi minimi

- a)– saper scrivere una equazione di ossidazione
- b)– comprendere il bilanciamento di una equazione semplice di sintesi
- c)– capire il calcolo stechiometrico applicato a equazione semplice di sintesi

PARTE SPECIFICA relativa alla lezione (interna alla unità didattica) -----

scelta è parte della unità didattica e riguarda gli **obiettivi** 1,2,3,4,5 con **obiettivi minimi** a,b

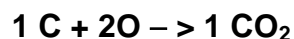
Metodi

Metodo : Approccio euristico :La parte prettamente teorica sarà svolta in classe con metodo frontale interattivo ma flessibile (lezione frontale articolata con interventi da parte degli studenti secondo un metodo modificabile in itinere) che adegui i prerequisiti alla conoscenza e privilegi il contenuto sulle procedure di apprendimento)

Dunque 1)anticipazione, 2)definizione dell'obiettivo, 3)verifica dei prerequisiti con discussione, 4)modeling delle abilità, definizione delle istruzioni, 5) performance del prof che realizza l'esercizio, 6) performance dell'allievo / classe che realizzano con modalità diverse l'esercizio alla lavagna 7) valutazione e feed back

(obiettivo 1) -----

- Impariamo a scrivere quanto riusciamo a vedere da una reazione chimica partendo da un esempio pratico quale la combustione del carbonio: ogni studente propone un modello sintetico , un "riassunto" di ciò che vede e lo suggerisce alla classe che lo discute.
- Si conclude che la trasformazione chimica è ben definita da sostanze di partenza e prodotti finali. • Si fissa il lessico arrivando a chiarire che si sta osservando una **reazione chimica** in cui i **reagenti**, costituiti da carbonio (non metallo) e ossigeno, si trasformano in un **prodotto** denominato anidride carbonica . • Ora tentiamo di scrivere questa reazione usando simboli che possono anche essere di tipo iconico (l'esempio può essere tratto dal libro che materialmente fa vedere carbone + aria = anidride carbonica,) oppure con simbologia chimica rinfrescando le nozioni precedentemente acquisite di nomenclatura . • Dunque:



(obiettivo 2)-----

- La equazione così enunciata ci permette di asserire che :equazione chimica è un modello matematico che " trascrive " ciò che osserviamo; Propongo alla classe di discutere quali informazioni possiamo rilevare da essa:

-- le lettere rappresentano simboli chimici ben definiti di atomi e molecola

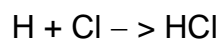
-- i numeri che compaiono nella equazione si dicono **coefficienti** se indicano il numero di reagenti o prodotti (esempio 1 atomo di carbonio, 2 molecole di ossigeno, 1 molecola di anidride) e **indici** se indicano il numero di atomi che compongono la molecola

-- i prodotti sono separati dai reagenti da una freccia e non dal segno uguale e ciò sta ad indicare che l'equazione non è eguaglianza, dunque reagenti e prodotti non sono uguali anche se.....sono uguali le quantità di atomi in gioco.

-- si potrà ricordare che i gas vanno scritti nella forma molecolare e quindi l'ossigeno andrebbe scritto O_2

-- partendo da un atomo di carbonio di massa 12 uma e 2 molecole di ossigeno di massa 16 uma, il prodotto definito anidride carbonica dovrà corrispondere a $12+16+16 = 44$ uma e ciò in armonia con la legge della conservazione della massa di Lavoisier (niente vieta che si possa discutere di massa o di peso di atomi prima che siano stati ben definiti e distinti i concetti di massa atomica assoluta, relativa, mole)

• Vengono proposte altre semplici equazioni in cui i prodotti sono ossidi, basi, acidi o sali studiati durante la unità didattica dedicata alla nomenclatura. Un semplice esempio è la equazione di preparazione dell'idracido



• Appare evidente che la legge di Lavoisier sarà soddisfatta : 1 atomo di cloro a sinistra e un cloro a destra, un atomo di idrogeno a sinistra e uno a destra; e ancora :

$Fe + O \rightarrow FeO$; (stesso ragionamento stesse conclusioni)

• Il prof. Chiede la collaborazione alla lavagna e al posto, nella elaborazione di esercizi : ad esempio:

$2H + O \rightarrow$ acqua ; (le conclusioni sono diverse rispetto ai precedenti esempi infatti i coefficienti variano e ciò si realizza abbastanza facilmente in quanto i prerequisiti elementari ricordano che l'acqua è H_2O e dunque saranno necessari 2 atomi di H)

$2Al + 3O \rightarrow Al_2O_3$ (stesso ragionamento ma conclusioni diverse ancora, da prerequisiti derivanti dalla precedente unità didattica si è potuto calcolare la formula dell'ossido di alluminio applicando i numeri di ossidazione)

(obiettivo 3)-----

I due esercizi precedenti rappresentano stimolo abbastanza efficace affinché l'allievo possa intervenire chiedendo

-- -- come risolvere il problema dell'ossigeno biatomico

-- -- come realizzare equazioni che riguardino basi, anidridi, acidi, sali e le cui formule sono già state chiarite nella unità precedente

-- -- come si pesano gli atomi

Esercizi a difficoltà crescente, tenendo sempre presente l'ipotesi di Lavoisier, potrebbero essere proposti secondo il metodo risultante da un feed back costante nella interazione espositiva e ciò senza sottolineare l'obiettivo (forse affettivamente poco chiaro) di " ora

facciamo il bilanciamento della reazione" ma " ora bilanciamo le quantità secondo Lavoisier"

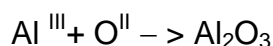
Generalmente il feed back individua tipologie di studenti che riescono a raggiungere l'obiettivo secondo percorsi disparati e ciò mi ha consigliato di proporre diversi modelli che saranno all'occorrenza proposti (algoritmico/mnemonico?, analitico /sintetico? iconico? Ludico? Interattivo?) , spesso è lo stesso allievo che discute con la classe un suo percorso personale

Esempio 1 (per conoscere)

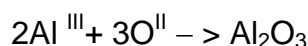
Si ricorderanno dalla nomenclatura ossidi e anidridi e loro origine da metalli o non metalli

Per bilanciare una equazione chimica si procede per tentativi logici , è comunque necessario utilizzare un opportuno algoritmo che indirizzi un percorso cognitivo di tipo diacronico

- scrivo la reazione senza indici esempio $\text{Al} + \text{O} \rightarrow$
- indico e segno le valenze degli elementi $\text{Al}^{\text{III}} + \text{O}^{\text{II}} \rightarrow$
- "incrocio le valenze" disponendole agli indici del prodotto



- bilancio gli atomi di Al dicendo : se a destra ho 2 atomi di Al , avrò 2 atomi anche a sinistra; bilancio gli atomi di ossigeno : se a destra ho due atomi di ossigeno , li avrò anche a sinistra e quindi :



- sapendo che ossigeno è in forma molecolare, bilancio gli elementi della equazione moltiplicando per due : $4\text{Al}^{\text{III}} + 3\text{O}_2^{\text{II}} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$

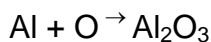
Reazioni di sintesi come la preparazione di un idrossido o acido richiederanno una traccia con percorso diverso : si partirà dal concetto di idratazione di un ossido o anidride; si sottolineerà la caratteristica del gruppo ossidrilico- OH e dell'rogeno acido - H; prima di scrivere l'equazione si dovrà elaborare la formula dell'idrossido o dell'acido che si intende preparare utilizzando le nozioni imparate precedentemente.

Esempio 2

Ogni libro di testo ha un percorso didattico sull'argomento :in alcune situazioni alla classe potrà essere proposta una lettura sistematica del testo con discussione dei postulati e applicazione degli esempi : Il lavoro iniziale di conoscenza e comprensione in classe sarà di completamento alla preparazione a casa di esercizi proposti dal libro.

Esempio 3 (per comprendere, applicare)

- scrivo la reazione di ossidazione dell'alluminio sapendo che posso ricavare la formula dell' ossido di alluminio dai numeri di ossidazione : Al = +3 e O = -2 la somma dei numeri di ossidazione si annullerà solo quando sarà Al_2O_3



- b. bilancio reagenti e prodotti con reagente ossigeno atomico $2\text{Al} + 3\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- c. bilancio reagenti e prodotti con reagente ossigeno molecolare $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$
- d. la elaborazione di esercizi a difficoltà crescente servirà ad introdurre i concetti di reazione di sintesi, scambio, doppio scambio, salificazione in modo graduale

Esempio 4 :

Scrivo alla lavagna l'Al con tre segni indicanti il legame e l'ossigeno con due legami : chiedo all'allievo di congiungere i diversi legami di Al e O aumentando opportunamente sia Al che O fino a completamento . A questo punto si possono contare i reagenti e prodotti e trascrivere i risultati ottenuti

Esempio 5

Chiedo la collaborazione degli alunni nella costruzione del prodotto con modellini atomici di legno : l'operazione indirizzerà la discussione su bilanciamento di reazione e equazione di ossidazione di Al partendo da ossigeno biatomico $2\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$

Esempio 6

L'argomento può essere rielaborato cognitivamente con l'ausilio di prodotti multimediali, elaborazioni Java, ricerche su internet

(obiettivo 4)-----

Metodo : approccio operativo : il laboratorio è costruito in modo da ospitare banchi tradizionali per l'esercizio scritto che affiancano banconi appositamente attrezzati per la elaborazione pratica manuale

Nell'ora di laboratorio sarà possibile osservare le caratteristiche di una reazione e applicare una equazione chimica. La collaborazione con il ITP è fondamentale nella efficacia della lezione e ciò sarà ottenuta con la preparazione dell'analisi nelle ore precedenti alla lezione : obiettivi, contenuti, metodo adeguato, materiali, appunti, criteri di valutazione

Progetto dell 'esperienza : riconoscimento di sali di piombo

prerequisiti : 1) elaborazione teorica della equazione, 2) conoscenza e applicazione delle procedure e dei materiali di laboratorio

obiettivi : -- applicare qualitativamente l'equazione teorica -- riconoscimento di sali di piombo--

materiale occorrente :contagocce, provetta, portaprovette, 3 beute numerate da 100 ml; 1 beuta da 200 ml

reattivi : KI soluzione , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (in % superiore al 2%)

metodica : : 1) L'allievo scrive e bilancia l'equazione $2\text{KI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbI}_2 + 2\text{KNO}_3$ 2) l'allievo dispone di 3 soluzioni incognite in beuta da 100ml : 2 beute contengono acqua distillata, mentre solo una contiene soluzione di $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; l'allievo preleva i tre campioni in provetta; con contagocce aggiunge la soluzione di KI alle tre provette e verifica che la soluzione di piombo dia precipitato giallo di PbI_2 .

obiettivo 5 (trasversale formativo)-----

Esempio 1

Cerchiamo ora al termine della lezione di discutere la domanda fatta inizialmente :

" tradurre in forma sintetica il concetto di combustione " e di valutare il significato della risposta .

Al chimico interesserà il dato qualitativo (formula) e quantitativo per l'interpretazione ,l'elaborazione statistica, controlli di qualità.... dunque al chimico sarà necessaria una equazione di tipo estremamente sintetico come : $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

Al naturalista servirà il concetto di combustione per valutare l'innalzamento della temperatura media della atmosfera, l'effetto serra, le variazioni % della composizione dell'aria con effetti negativi sull'ambiente

La classe individui altri sistemi di traduzione della frase che ne permettano la elaborazione in termini misurabili esempio :

Per il montanaro " una buona stufa ha un rendimento ottimale per quella stanza se brucia 1 kg di carbone ogni tre ore "

per l'automobilista " il motore della automobile realizza una buona combustione se questo consuma 1 litro di benzina ogni 17 Km)

Esempio 2

Valutiamo con opportune equazioni il significato di alcune reazioni chimiche che avvengono in natura e che coinvolgono ad esempio carbonio e ossigeno :

Sono considerati estremamente inquinanti i prodotti della combustione parziale del carbonio come l'ossido di carbonio $\text{C} + 1/2 \text{O} = \text{CO}$; l'ossido di carbonio proviene principalmente da impianti di riscaldamento e da autovetture e rappresenta uno degli inquinanti più pericolosi e dunque più testati . Nelle automobili l'ossido di carbonio viene efficacemente trasformato in anidride carbonica per ossidazione catalitica con le seguenti reazioni : $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$; $2\text{NO} + 2\text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$

L'ossidazione catalitica interessa anche gli idrocarburi (HC) come il benzene che subisce la degradazione a CO_2 secondo la $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

La reazione completa della combustione $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ produce anidride carbonica che entra nel cosiddetto ciclo del carbonio : CO_2 entra nella composizione dell'aria per vari

motivi : emanazioni vulcaniche per degradazione metamorfico magmatica dei carbonati : $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$, decomposizione delle sostanze organiche , per le attività umane (riscaldamento e macchine)

CO_2 viene fissata dalla atmosfera attraverso la sintesi clorofilliana $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$, per formazione di carbonati negli oceani : $\text{Ca}^{++} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, per adsorbimento su materiale organico

(obiettivo 6 e 7) introduzione

stimolo : come calcolare le quantità di reagenti e di prodotti? Per ora ci siamo proposti di elaborare come modello della reazione una equazione che fa riferimento ad atomi e molecole e dunque a parti infinitesimamente piccole : e se il prodotto di partenza fosse 10 g di Al quanto peserà l'ossido?

Ciò fa parte della lezione prossima che introdurrà il concetto di massa atomica assoluta, massa atomica relativa, numero di Avogadro e mole

Strumenti

Libro di testo, scheda di laboratorio prestampata, materiale di laboratorio, tavola periodica-modellini atomici di legno , computer e prodotti multimediali

Tempi

ore 3 di teoria, ore 2 esercitazioni pratiche, ore 1 verifiche scritte

Valutazione e verifiche o accertamenti

verifica della esperienza di laboratorio : l'allievo prepara una relazione sul lavoro svolto seguendo le indicazioni dell'insegnante.(il lavoro nasce in classe : a gruppi vengono fissati obiettivi, descrizione del materiale e reattivi, equazione chimica da studiare , mentre a casa ogni allievo riordina gli appunti di metodica ed prepara una relazione personale dell'esperienza.) L'insegnante di chimica e ITP provvederanno a dare una valutazione del lavoro svolto a seconda delle competenze assegnate e con criteri che terranno conto di 1) sintassi e semantica chimica appropriata ; 2) contributo alla discussione in classe ; comportamento in laboratorio ; successo nella soluzione della equazione di reazione sia nel bilanciamento sia nella pratica manuale

– – Una valutazione formativa per la lezione in oggetto può essere di tipo orale e svolgersi durante l'esperienza di laboratorio e attraverso il controllo e feed back ha lo anche lo scopo di inserire elementi di individualizzazione dell' insegnamento

– – La verifica sommativa scritta sarà della durata di 1h, a risposta chiusa , con esercizi e segue l'impostazione dei compiti a casa : criteri di valutazione delle verifiche sommative e voto come strumento di valutazione :

| | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|-----------|
| domanda | Conosce | Comprende | Applica | Punti max |
| (peso%) | 50% | 80% | 100% | |

| | | | | |
|---|--------------------------|---|--|---|
| (obiettivo minimo)scrivi e bilancia le seguenti equazioni di ossidazione del sodio, Calcio Ferro, carbonio | $Fe + O \rightarrow FeO$ | $2Fe + O_2 \rightarrow 2FeO$ | $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ | 6 |
| (obiettivo 1 e 3) scrivi e bilancia l'equazione :il solfato di sodio reagisce con cloruro di bario per dare solfato di calcio e cloruro di sodio | Scrive l'equazione | --- | Scrive e bilancia l'equazione | 1 |
| (obiettivo 2) nella equazione $3Fe_2(SO_4)_3 + 9Ca(NO_3)_2 \rightarrow 6Fe(NO_3)_3 + 9CaSO_4$ | ----- - | quanti atomi di ferro, zolfo, ossigeno sono contenuti in 1 molecola di solfato ferrico?e... | quante molecole di nitrato ferrico si ottengono da 1 molecola di solfato ferrico ? | 1 |
| (obiettivo 3) diverse opzioni -- (vero/falso) Domanda :data una serie di equazioni, quale di queste è bilanciata ? -- (corrispondenze) data una equazione scegli la risposta che indica gli esatti coefficienti -- (completamento) bilancia le seguenti equazioni $...Na_2O + ...H_2O \rightarrow ...NaOH$ | ----- | -- bilancia la seguente equazione. $...NaCl + ..H_2SO_4 \rightarrow .Na_2SO_4 + HCl$ | Riscrivi l'equazione sostituendo al cloruro di sodio il cloruro di calcio | 1 |
| (obiettivo 4) relazione di laboratorio è valutata a parte | ----- | ----- - | ----- - | |
| (obiettivo 5) trasversale quiz | ----- | Vero/falso, corrispondenze o completamento | ----- --- | 1 |

-- Compiti a casa :(procedono con gli obiettivi)