UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

The Role of Concept Maps in the Improvement of the Teaching and Learning Process

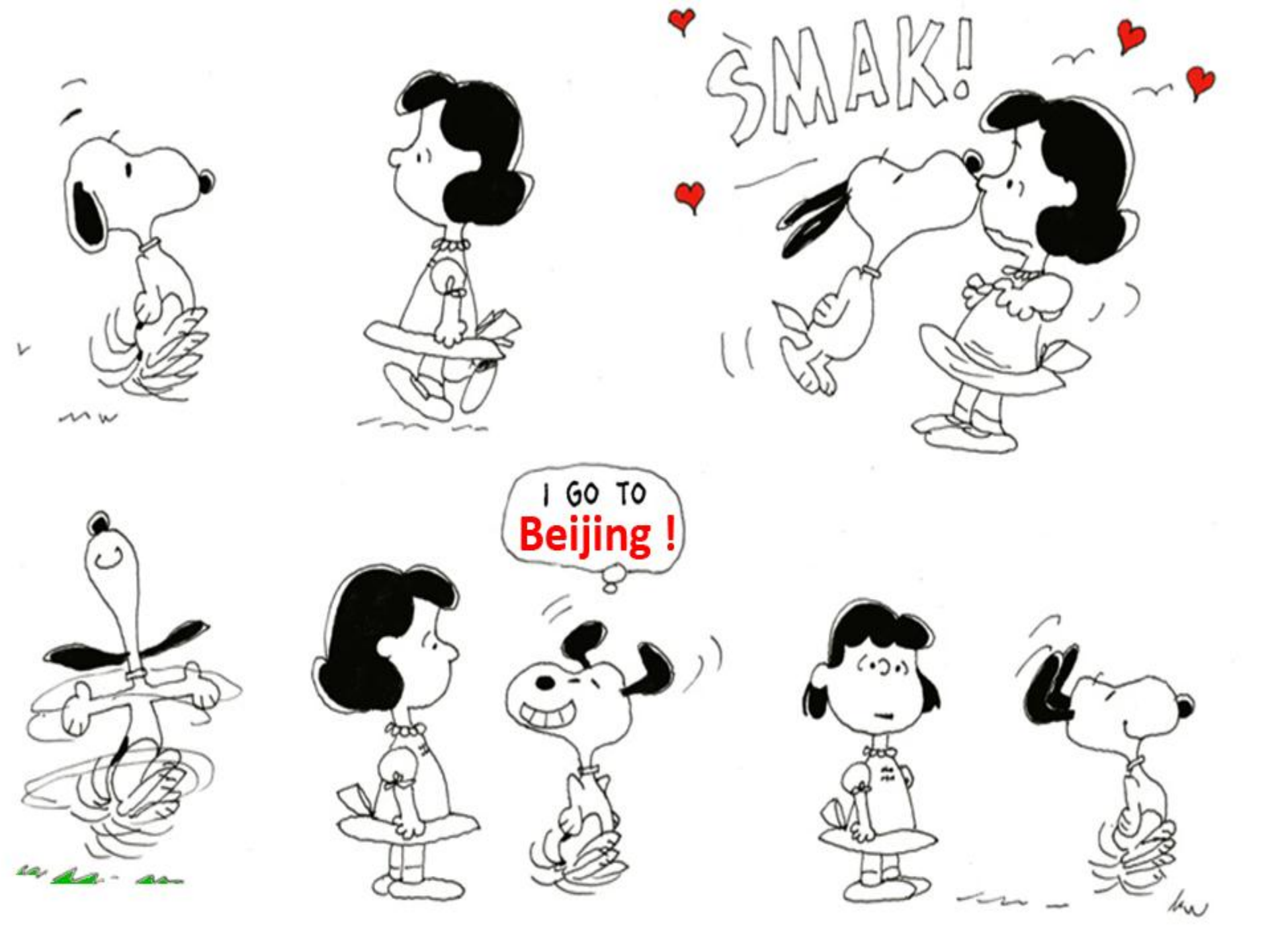
Liberato Cardellini

l.cardellini@univpm.it

Ancona, Italy

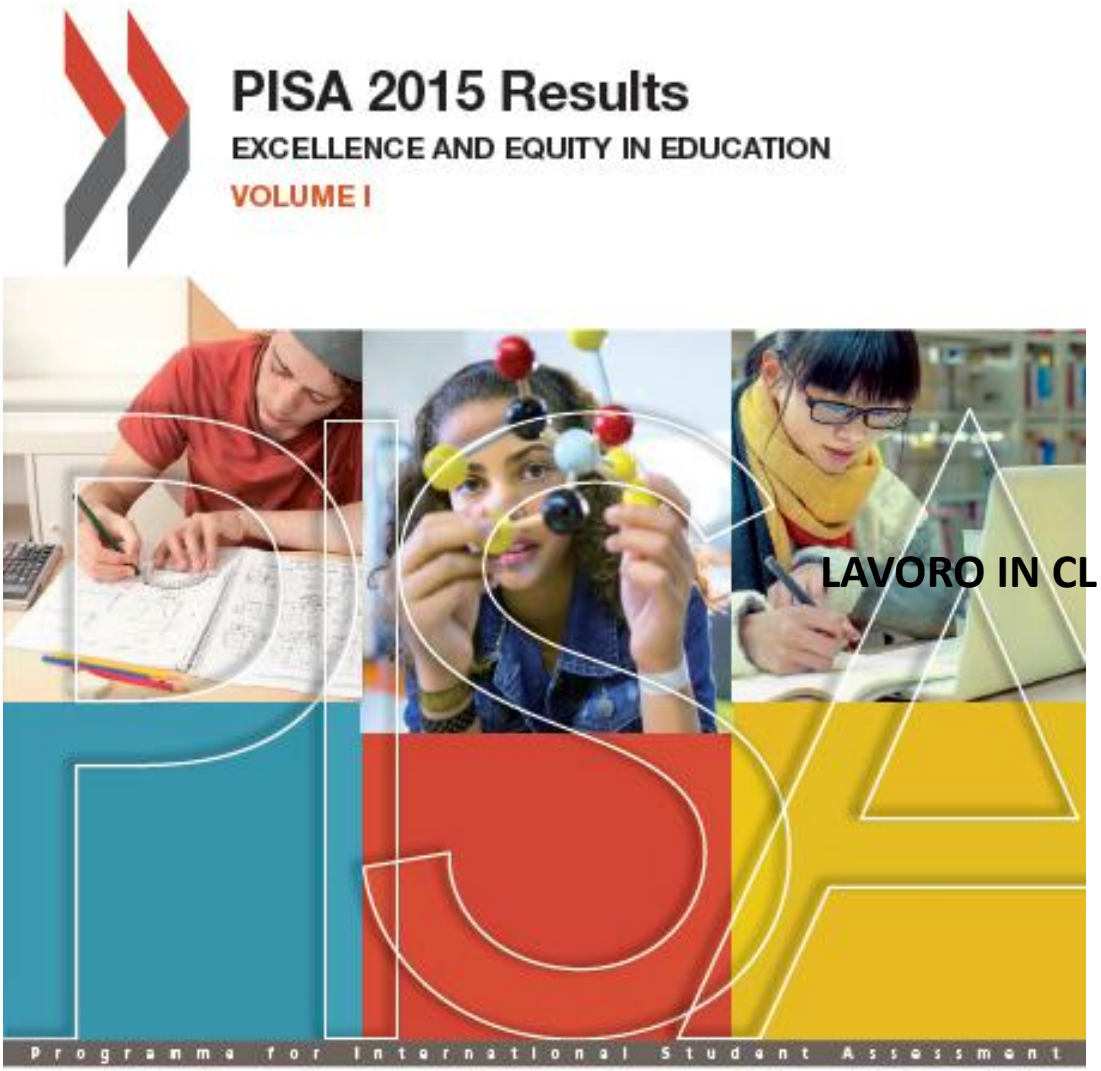

ANCONA
Adriatic Sea
Tyrrhenian Sea
Mediterranean Sea
Ionian Sea
Sardinia
Corsica (FR.)
Sicily
ISOLE EOLIE
Golfo di Taranto
Strait of Sicily
SWITZERLAND
AUSTRIA
HUNGARY
SLOVENIA
CROATIA
BOSNIA AND HERZEGOVINA
MONACO
VATICAN CITY
TUNISIA
Rome
Milan
Venice
Trieste
Naples
Palermo
Bologna
Florence
Genoa
Turin
Ljubljana
Zagreb
Sarajevo
Pescara
Bari
Brindisi
Taranto
Reggio di Calabria
Messina
Catania
Siracusa
Cagliari
Olbia
Sassari
Ajaccio
Bastia
Elba
Pantelleria (IT.)

ITALIA


SMAK!
I GO TO
Beijing !

Overview

- Introduction
- The PROFILES project
- To score or not to score
- Gifted education
- Conclusions



LAVORO IN CL

Programme for International Student Assessment

OECD

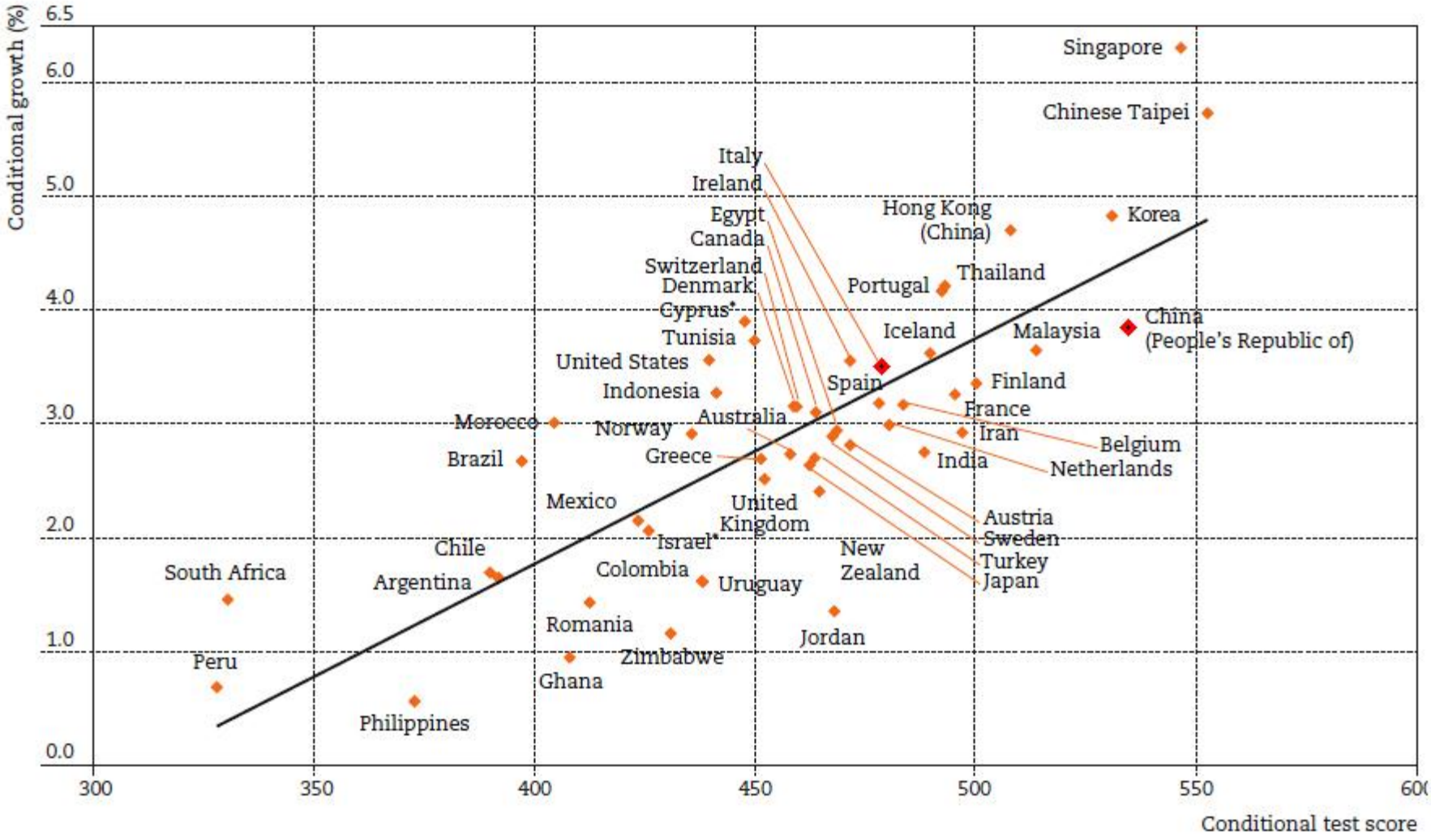
Universal Basic Skills

WHAT COUNTRIES STAND TO GAIN

OECD

OECD (2015), Universal Basic Skills

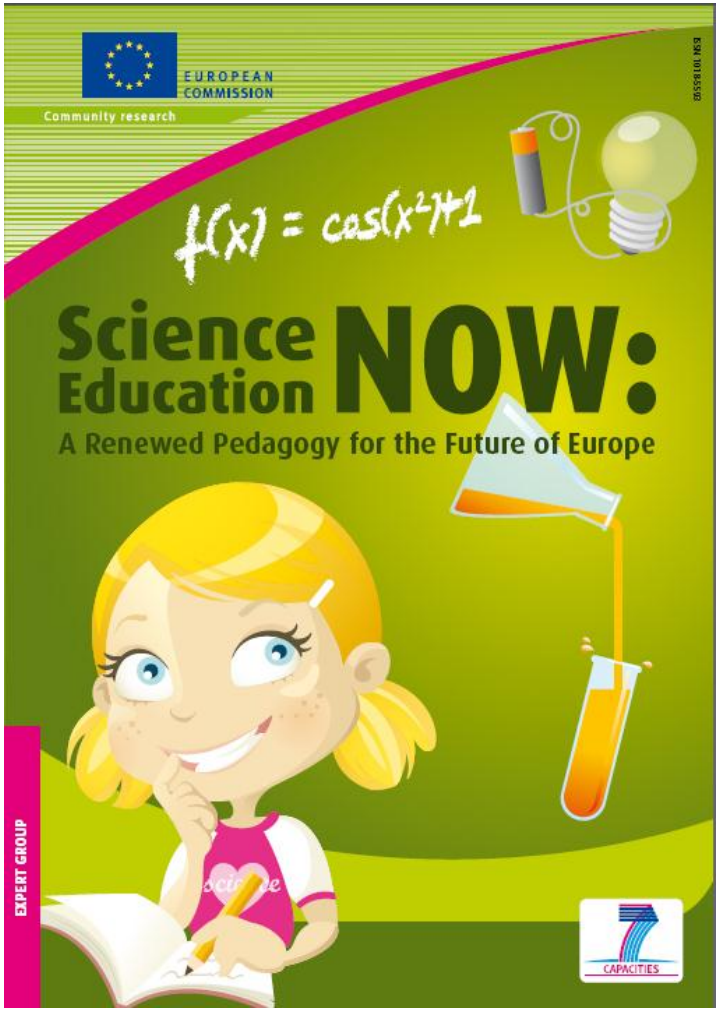
FIGURE 2.1 KNOWLEDGE CAPITAL AND ECONOMIC GROWTH RATES ACROSS COUNTRIES



Science education in Europe

The Rocard's report (2007)

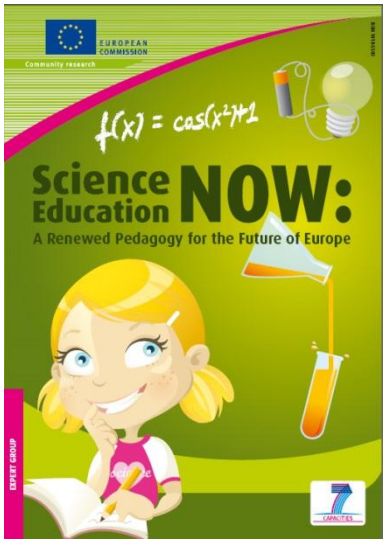
"students have a perception of science education as irrelevant and difficult" (Rocard et al., 2007, p. 9).



Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

The Rocard's report (2007)

It recommends using Inquiry Based Science Education (IBSE) to strengthen scientific education in Europe



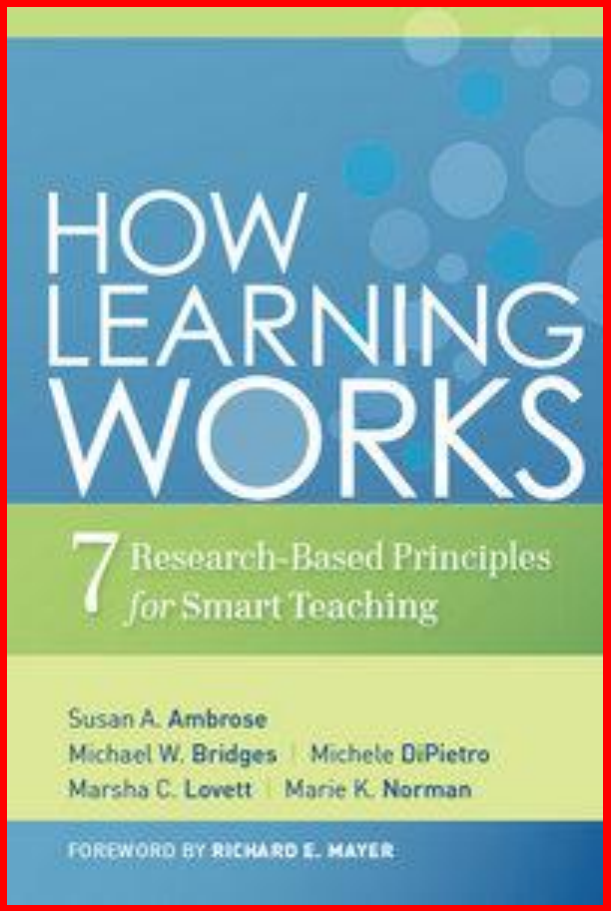
Andrea Schleicher, one of the architects of the OECD's Pisa examination, says **research shows there is a high demand for problem solvers, effective communicators and creative thinkers**

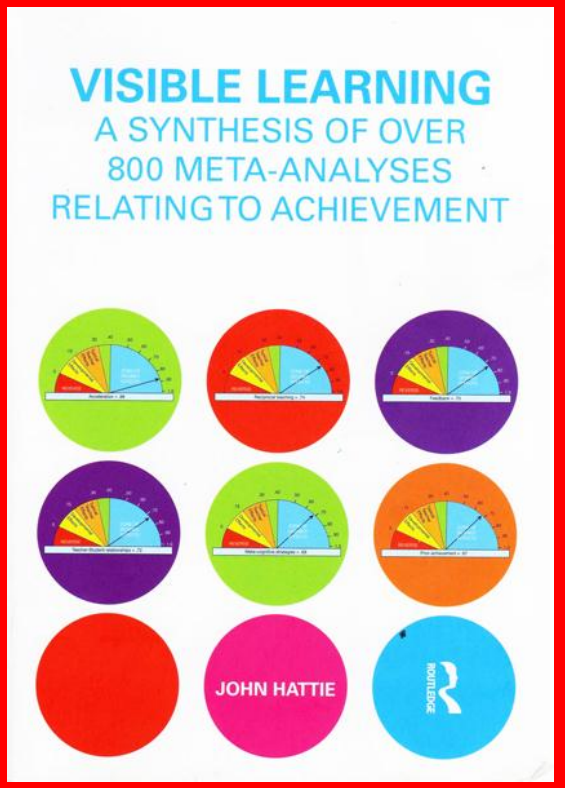
Christopher Pike / The National: January 6, 2014

Science education is valued

Some countries pay a lot of attention in the education of gifted students

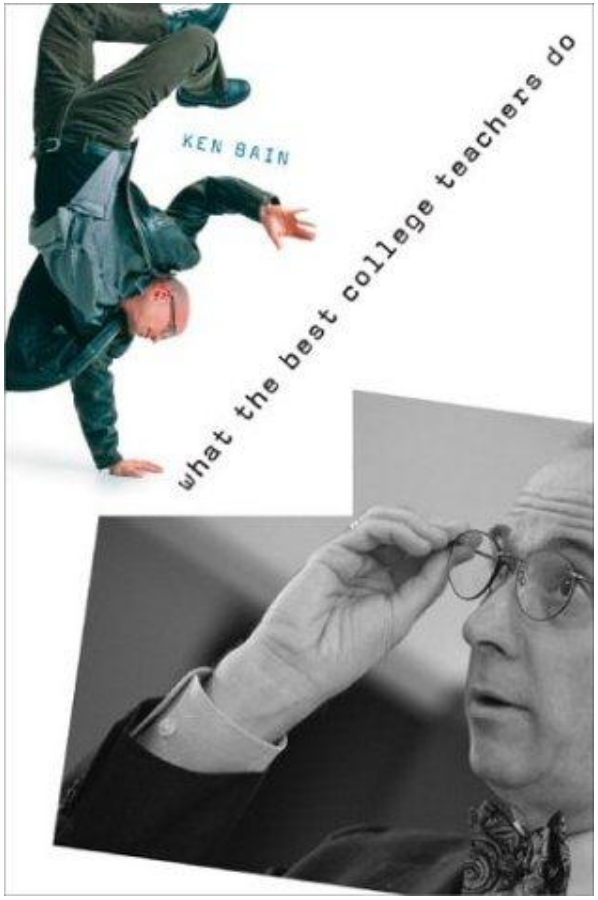
Lots of books …





… and studies

What the best college teachers do



1. Know their subject matter extremely well
2. Prepare for their teaching sessions seriously
3. Expect more from students
4. Create a natural critical learning environment
5. Treat students fairly
6. Check progress and evaluate efforts

The PROFILES project

Professional **R**eflection-**O**riented
Focus on **I**nquiry **L**earning and
Education through **S**cience

PROFILES

Partners in the PROFILES project

PROFILES in Italy


T.I.C.
INGRESSO

Professional development

The Continuous Professional Development (CPD) of teachers, together with a kind of teaching oriented to the reflection, in essence, represents the focus of the PROFILES project

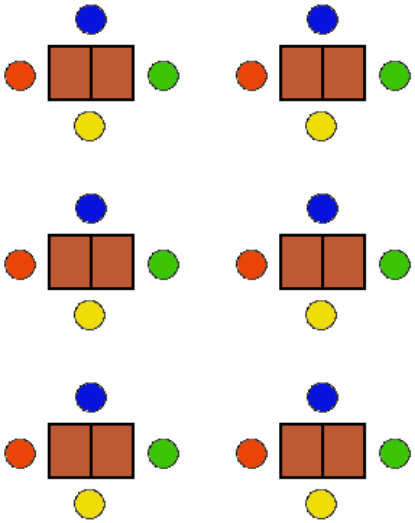
CPD in Italy

Three didactic methods have formed the backbone of the CPD in Italy:

- **Cooperative Learning**
- **The use of Summaries and Concept Mapping**
- **Problem Solving**

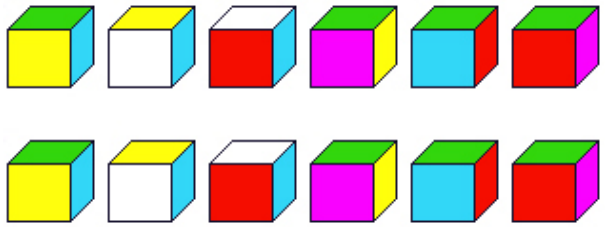
A demanding environment

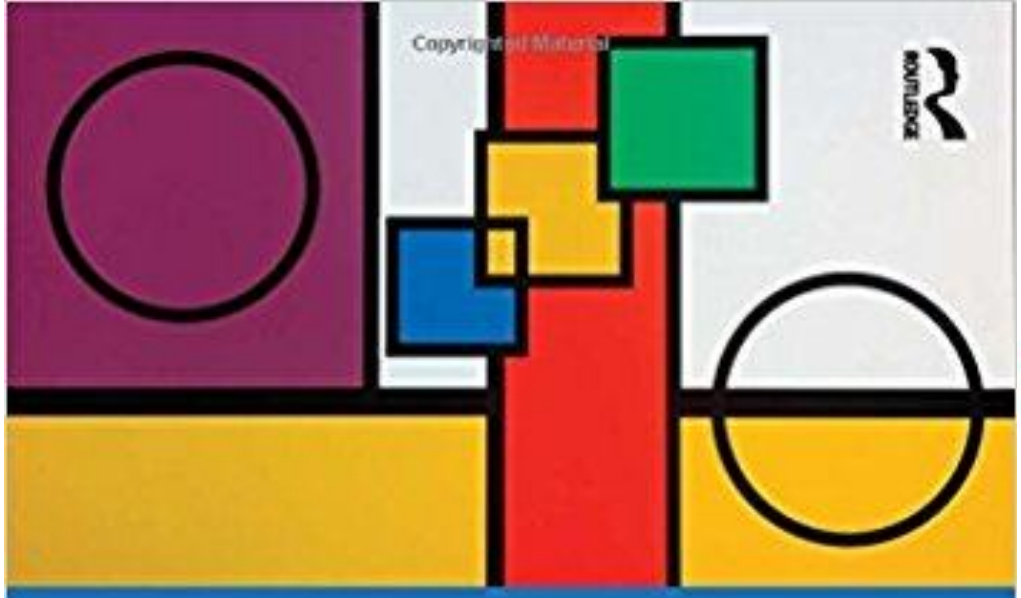
Concept Maps



Cooperative Learning

Problem Solving





VISIBLE LEARNING FOR TEACHERS

MAXIMIZING IMPACT ON LEARNING

JOHN HATTIE

APPENDIX C

A list of influences on achievement

Effect Size: 0.61 + 0.60 + 0.59 = 1.8 !

RANK		INFLUENCE	ES	
1		Self-reported grades/Student expectations	1.44	
2		Piagetian programs	1.28	
3		Response to intervention	1.07	
4		Teacher credibility	0.90	
4		Providing formative evaluation	0.90	
6		Micro-teaching	0.88	
7		Classroom discussion	0.82	
8		Comprehensive interventions for learning disabled students	0.77	
9		Teacher clarity	0.75	
10		Feedback	0.75	
11		Reciprocal teaching	0.74	
12		Teacher–student relationships	0.72	
13		Spaced vs mass practice	0.71	
14		Meta-cognitive strategies	0.69	
15		Acceleration	0.68	
16		Classroom behavioural	0.68	
17		Vocabulary programs	0.67	
18		Repeated reading programs	0.67	
19		Creativity programs on achievement	0.65	
20		Prior achievement	0.65	
21		Self-verbalization and self-questioning	0.64	
22		Study skills	0.63	
23		Teaching strategies	0.62	
24	•	Problem-solving teaching	0.61	•
25		Not labelling students	0.61	
26		Comprehension programs	0.60	
27	•	Concept mapping	0.60	•
28	•	Cooperative vs individualistic learning	0.59	•
29		Direct instruction	0.59	
30		Tactile stimulation programs	0.58	
31		Mastery learning	0.58	
32		Worked examples	0.57	
33		Visual-perception programs	0.55	
34		Peer tutoring	0.55	
35		Cooperative vs competitive learning	0.54	

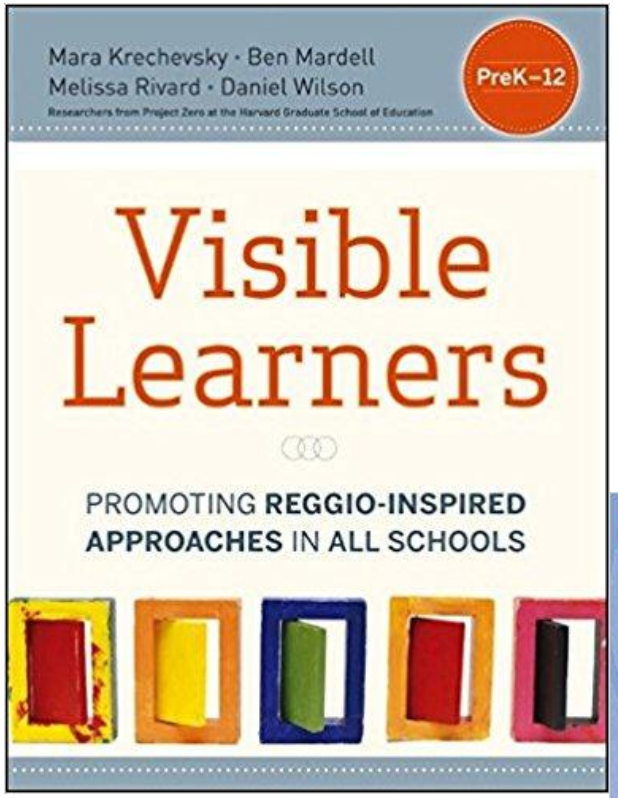
CPD in Italy

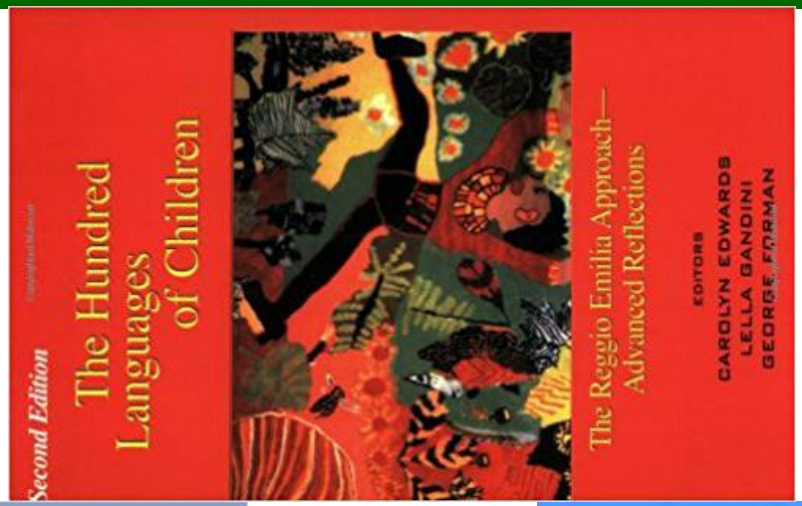
The use of these methods was made even more productive by means of two teaching factors rarely used in Italy:

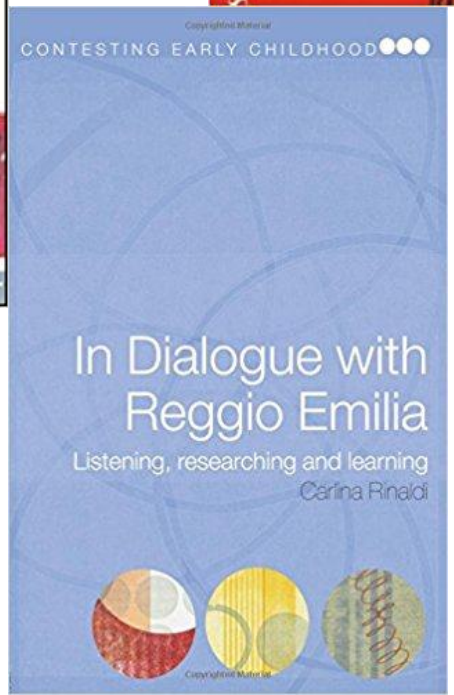
- **The Argumentation**
- **Visible Learning and Reasoning**

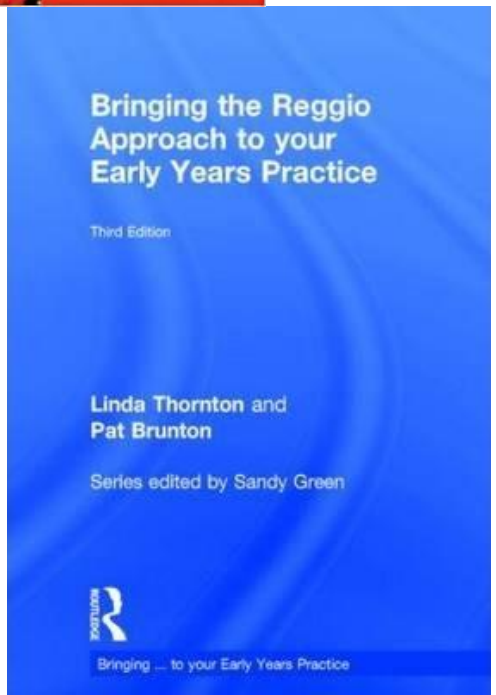
Visible Learning and Reasoning

Visible Learning and Reasoning

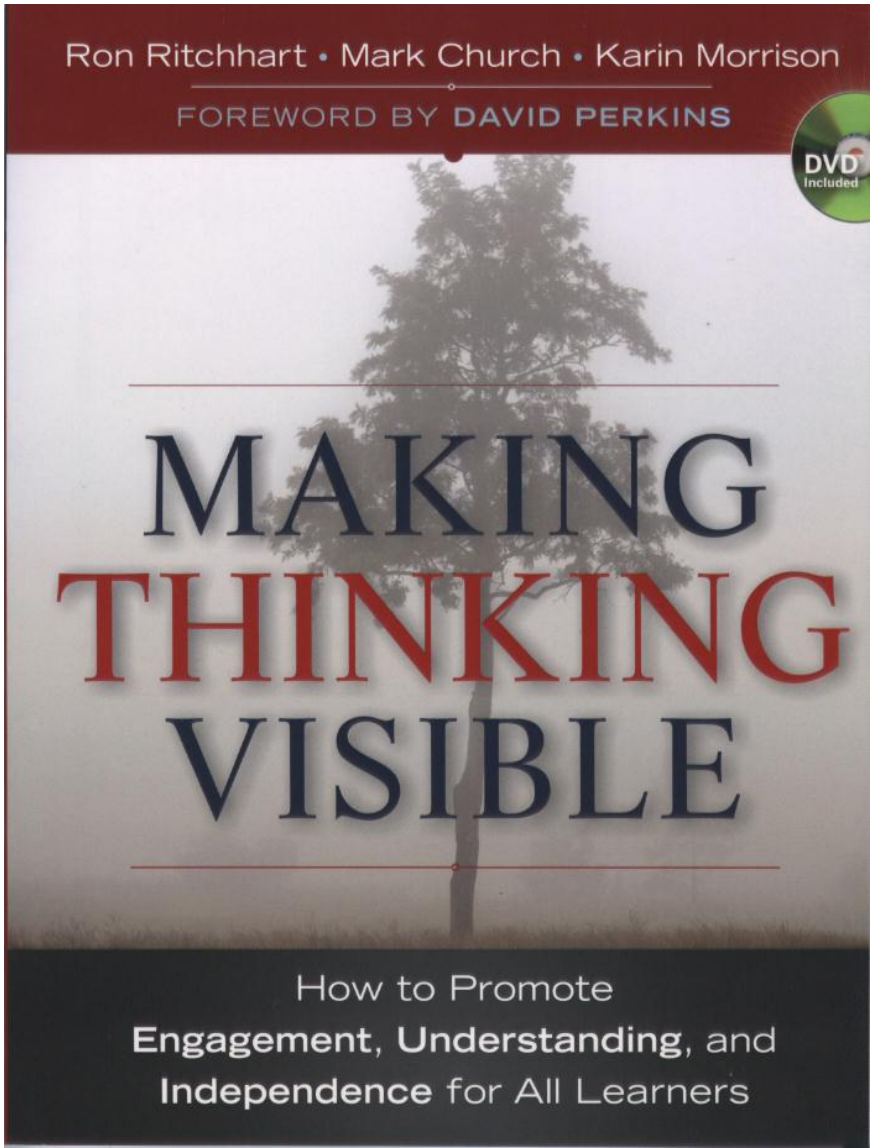


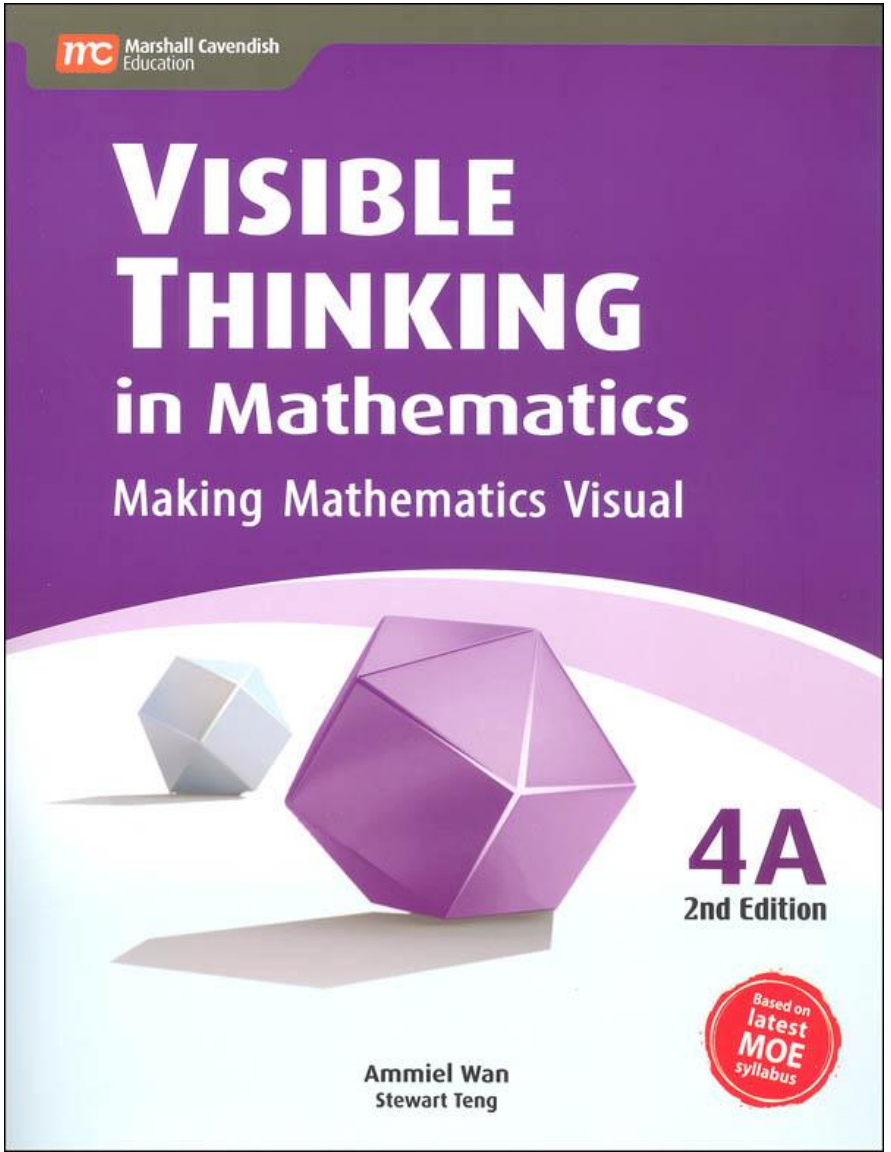




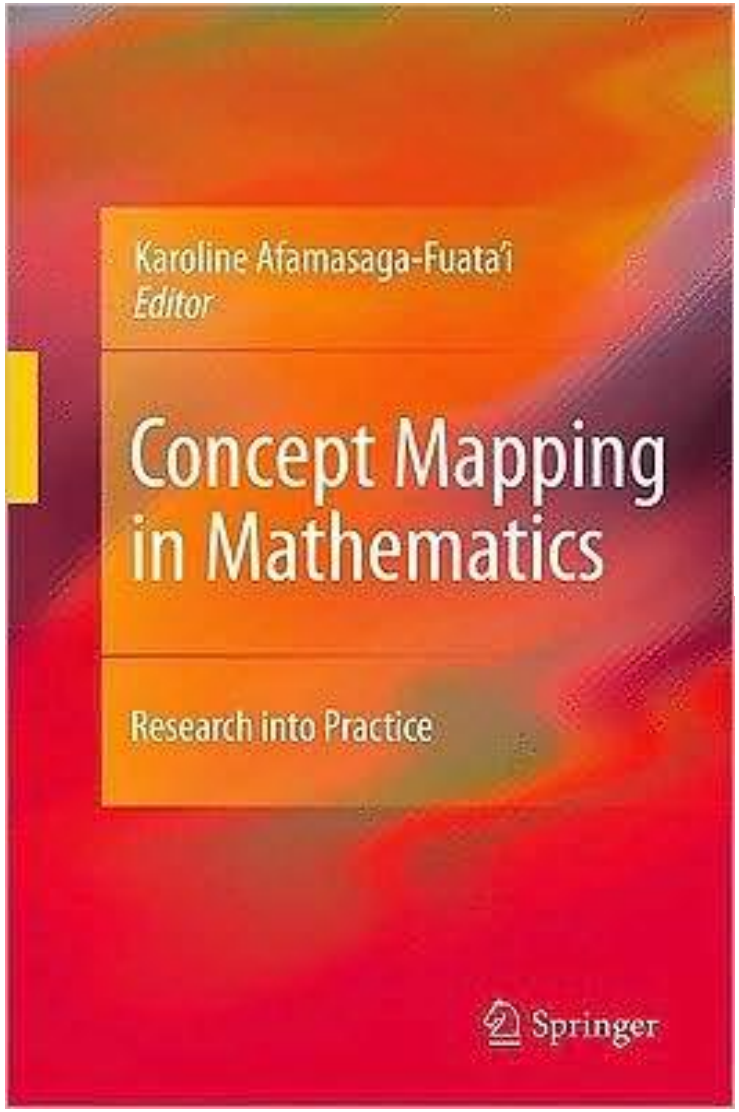


Visible Learning and Reasoning





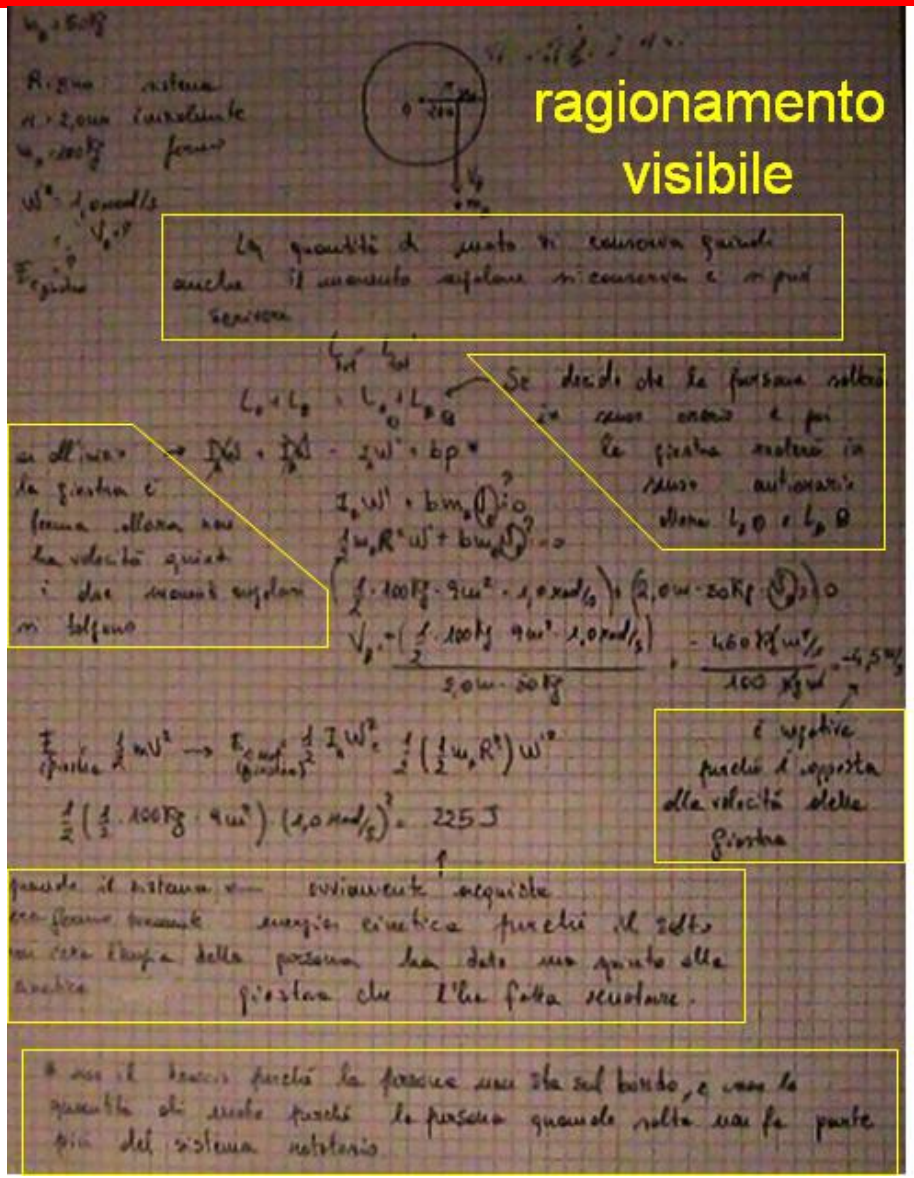
Visible Learning and Reasoning

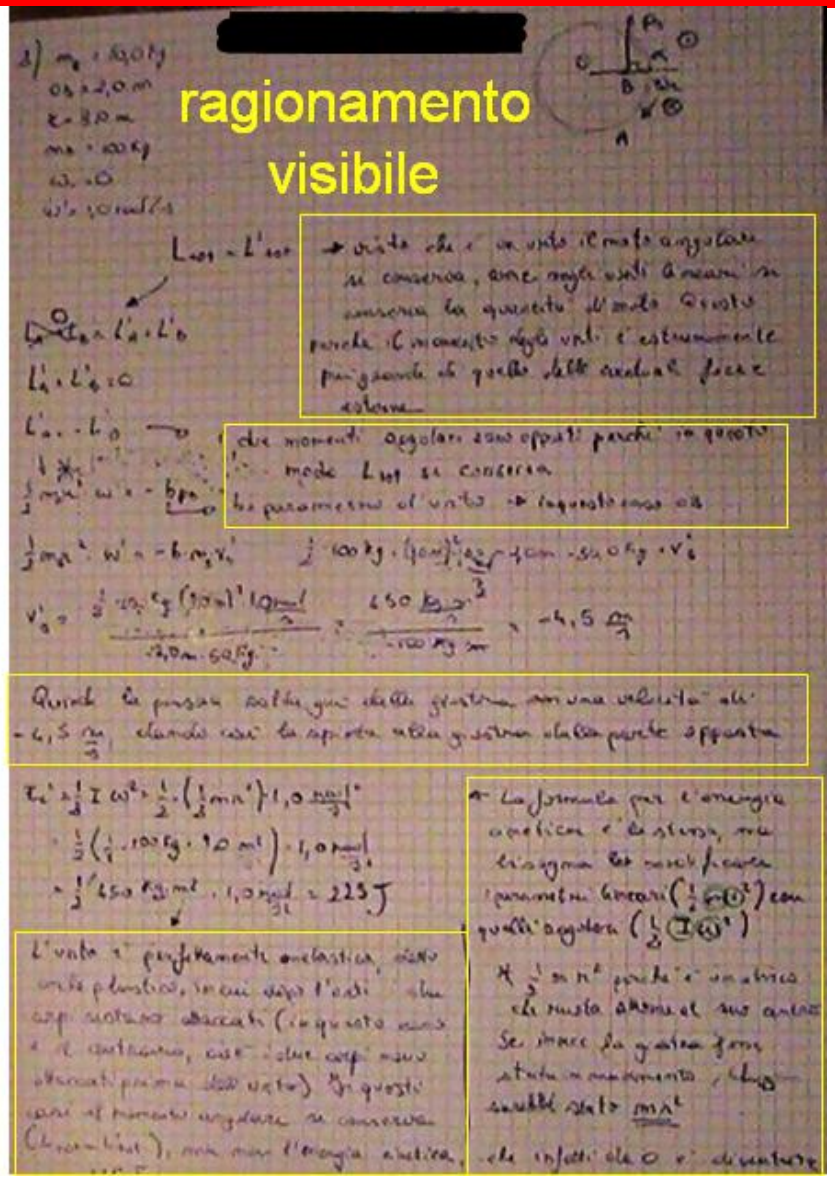


Chapter 1
The Development and Evolution of the Concept Mapping Tool Leading to a New Model for Mathematics Education

Joseph D. Novak and Alberto J. Cañas

Visible Learning





PROFILES in nursery school

Degradation and environmental deterioration

Degradation and environmental deterioration

PROGETTO AMBIENTE

IL DEGRADO AMBIENTALE...

...IN SPIAGGIA



...A MENSA



ESPERIMENTO: OSSERVIAMO COSA ACCADE AD ALCUNI RIFIUTI SOTTO TERRA O NELL'ACQUA:

LA MELA





LA CARTA





IL POLISTIROLO





LA LATTINA






PROFILES in elementary schools

Kneaded, Cooked and Eaten

Two classes are involved: primary three and primary five

A very ambitious project was planned

Kneaded, Cooked and Eaten

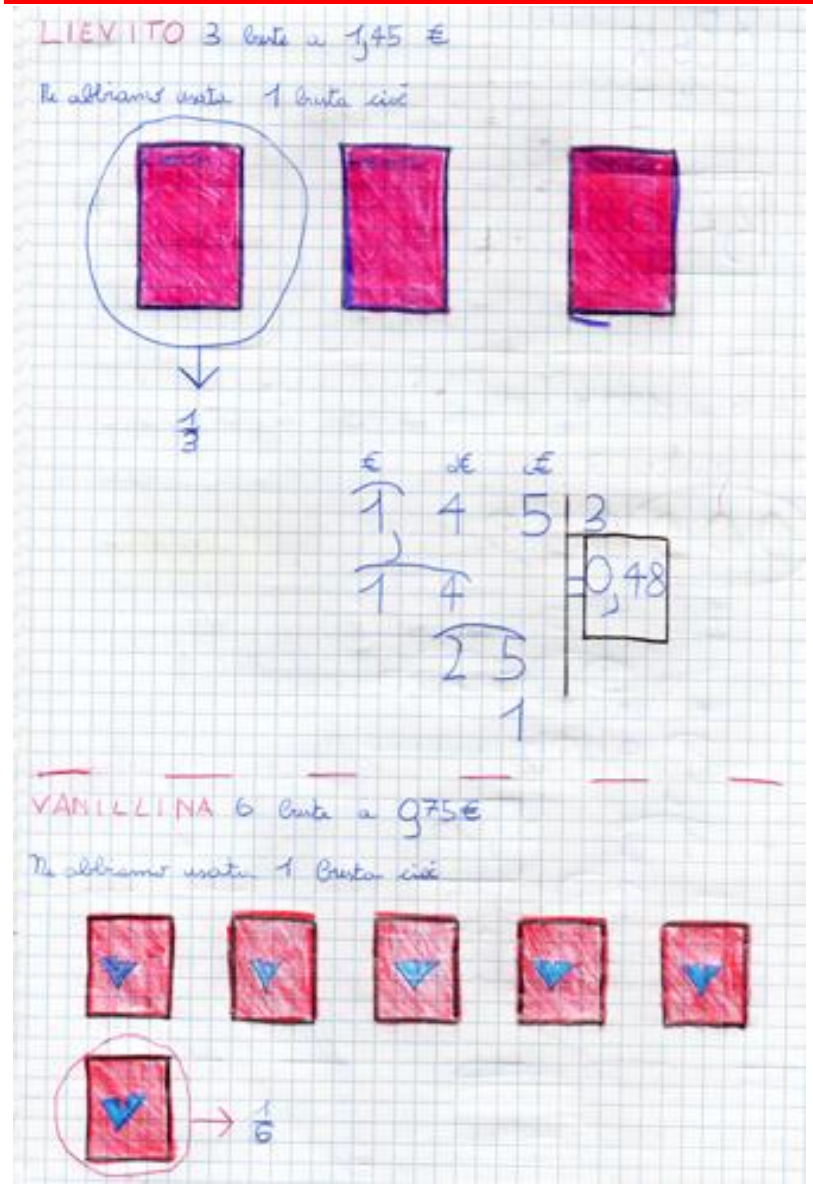
The project consisted in:

- **the study of the pack**
- **the selection of material for disposal**
- **the analysis of the barcode**
- **the search of the recipe**
- **the informed purchase of ingredients**

Kneaded, Cooked and Eaten

- the work in the school kitchen
- the calculation of the cost of production
- discussion of the promotional campaign
- the realization of the packaging
- the preparation of the presentation to the parents and the school

Visible thinking



Lunedì 3 Giugno 2013

PROBLEMA

Se impasto

- 500 g di farina;
- 200 g di zucchero;
- 200 g di burro;
- 1 bustina di lievito (16 g.)
- 1 bustina di vanillina (0,5 g)
- la buccia grattugiata di ½ limone
- 2 uova intere + 1 tuorlo (116 g).

Quanto pesa per 3 biscotti Votengo ?

Non considerare gli aromi:

(Vanillina, limone)

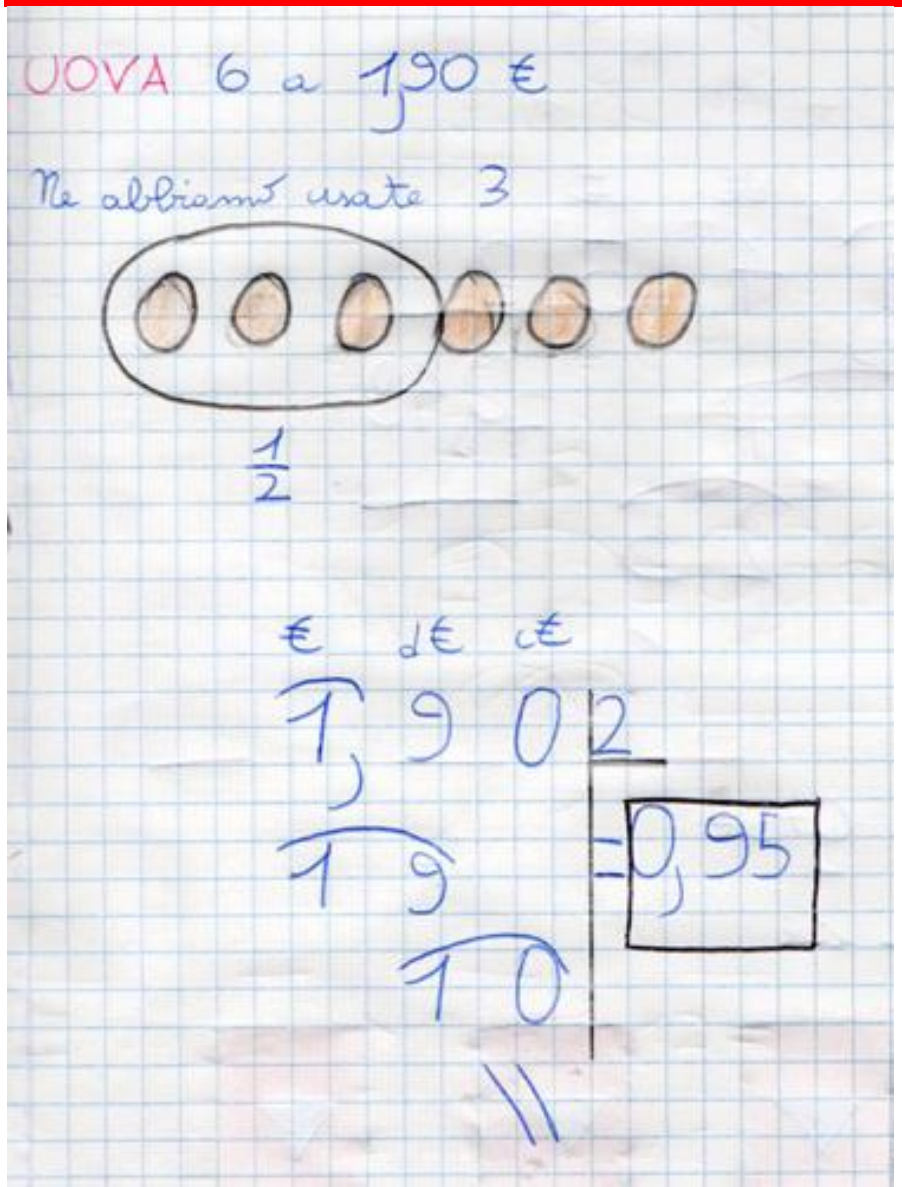
Se con l'impasto ottenuto preparo biscotti che pesano 8 g l'uno circa.

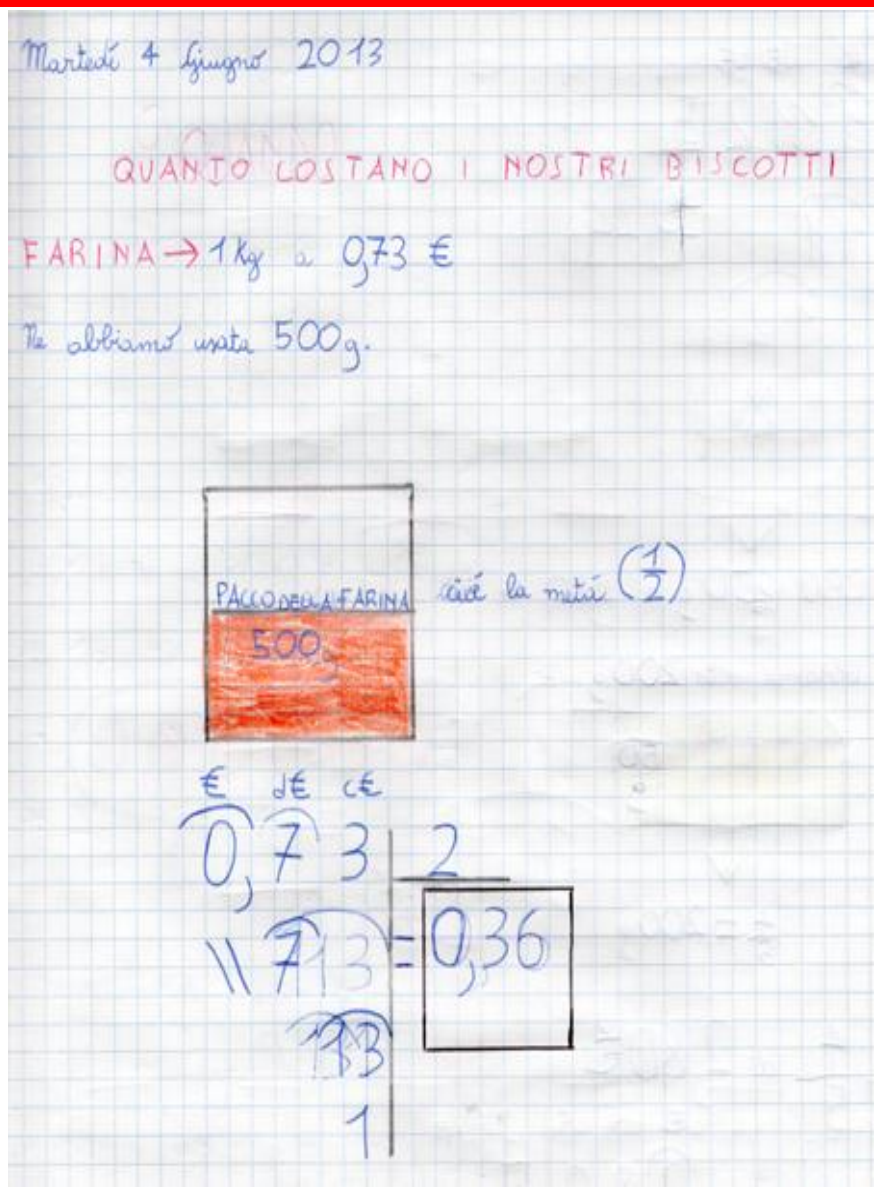
Quanti biscotti riuscirò a preparare ?

SPIEGO IL MIO RAGIONAMENTO

Per trovare quanto pesa ottengo devo fare un' addizione tra i g della farina più quelli dello zucchero più quelli del burro più quelli del lievito più quelli delle uova e dei tuorli.

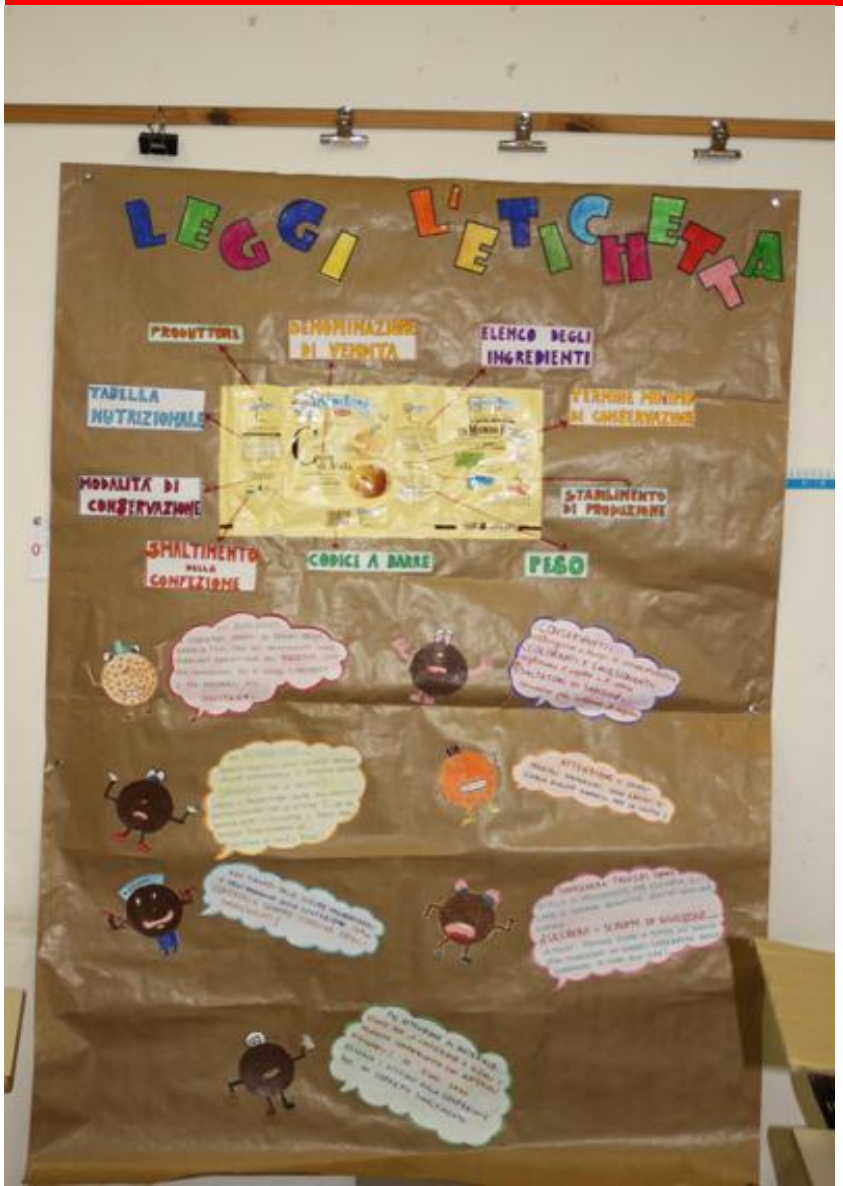
Visible thinking

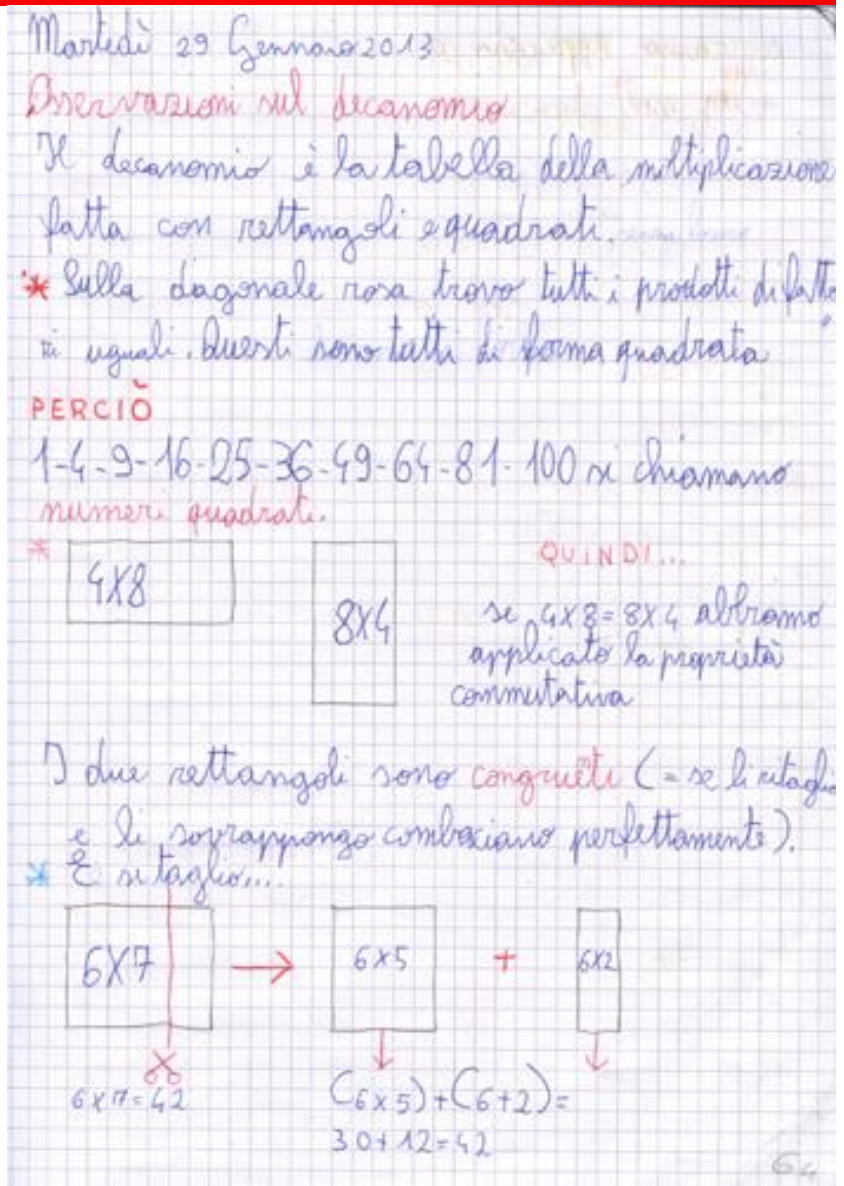





GRAN MUGNAIO
FIORETTO
Spadoni
Magiche
1,02
Est. 1989
Culture Dept.

Concept map





Martedì 29 Gennaio 2013

Osservazioni sul decanomio

Il decanomio è la tabella della moltiplicazione fatta con rettangoli e quadrati.

* Sulla diagonale rosa trovo tutti i prodotti di fatt. uguali. Questi sono tutti di forma quadrata

PERCIÒ

1-4-9-16-25-36-49-64-81-100 si chiamano numeri quadrati.

* 4X8 — 8X4

QUINDI...

se 4x8 = 8x4 abbiamo applicato la proprietà commutativa

I due rettangoli sono congruenti (= se li ritaglio e li sovrappongo combaciano perfettamente).

* E si taglio...

6X7 → 6x5 + 6x2

6x7 = 42

(6x5) + (6+2) =

30 + 12 = 42

Cooperative learning

1° RESPONSABILE → DANIELE
2° DISEGNATORE → ETHAN
3° DISEGNATORE → MATTIA
4° SEGRETARIO → GIACOMO

GRUPPO:

NOME: Ciocchini

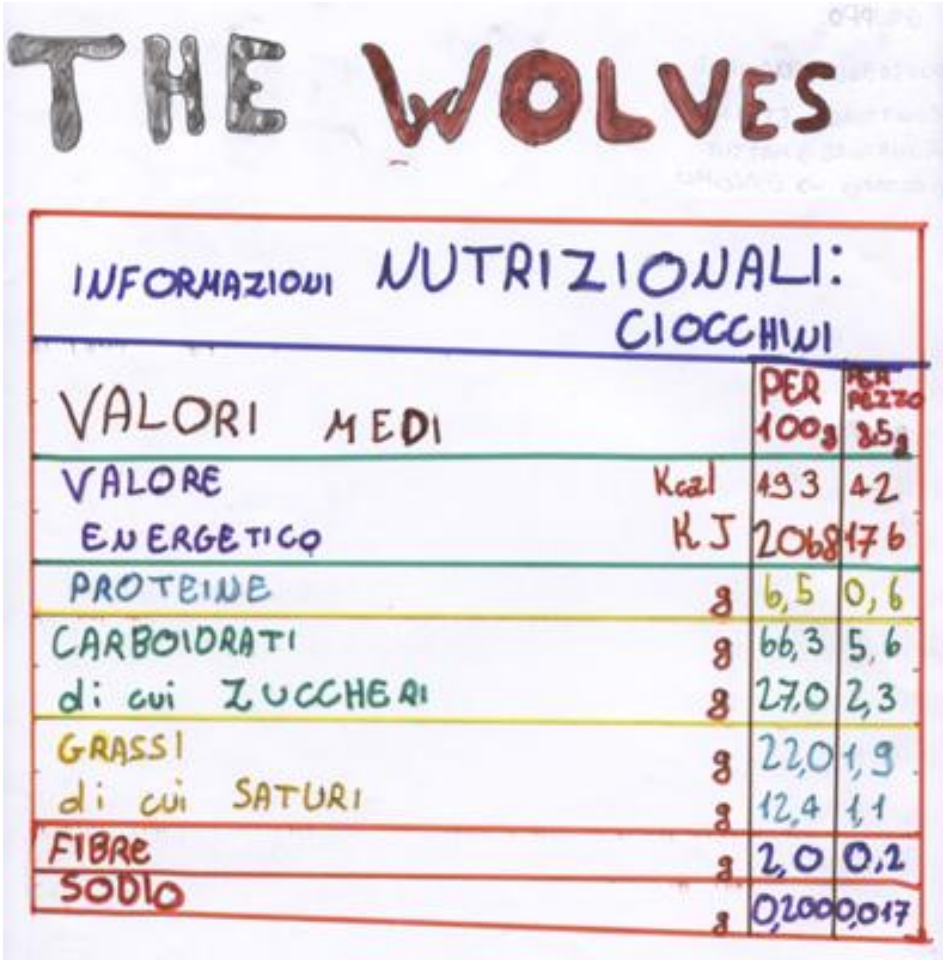
SCADENDA: 12-06-13 12:06

PESO: 200 g

BISCOTTI FROLLINI CON SCAGLIE DI CIOCCOLATO FONDENTE E SCORZA D'ARANCIA.

INGREDIENTI:

FARINA DI FRUMENTO, ZUCCHERO, GRANELLA DI CIOCCOLATO FONDENTE 15% (ZUCCHERO, PASTA DI CACAO, BURRO DI CACAO, EMULSIONANTE: LECITINA DI SOIA, AROMA: VANIGLIA), GRASSO VEGETALE NON IDROGENATO, SCORZE DI ARANCIA CANDITA 6% (SCIROPPO DI GLUCOSIO-FRUTTOSIO, SCORZE D'ARANCIA, SACCAROSIO, AROMI NATURALI), BURRO, UOVA, MIELE, SALE, AGENTI LIEVITANTI (CARBONATO ACIDO DI SODIO, TARTRATO MONO POTASSICO), AROMI.



THE WOLVES

INFORMAZIONI NUTRIZIONALI: CIOCCHINI

VALORI MEDI		PER 100 g	PER PEZZO 35 g
VALORE ENERGETICO	Kcal	493	42
	KJ	2068	176
PROTEINE	g	6,5	0,6
CARBOIDRATI	g	66,3	5,6
di cui ZUCCHERI	g	27,0	2,3
GRASSI	g	22,0	1,9
di cui SATURI	g	12,4	1,1
FIBRE	g	2,0	0,2
SODIO	g	0,200	0,017

The packaging

THE CHARLIE'S CANDIES

For his birthday Charlie has received a gift box with 28 candies

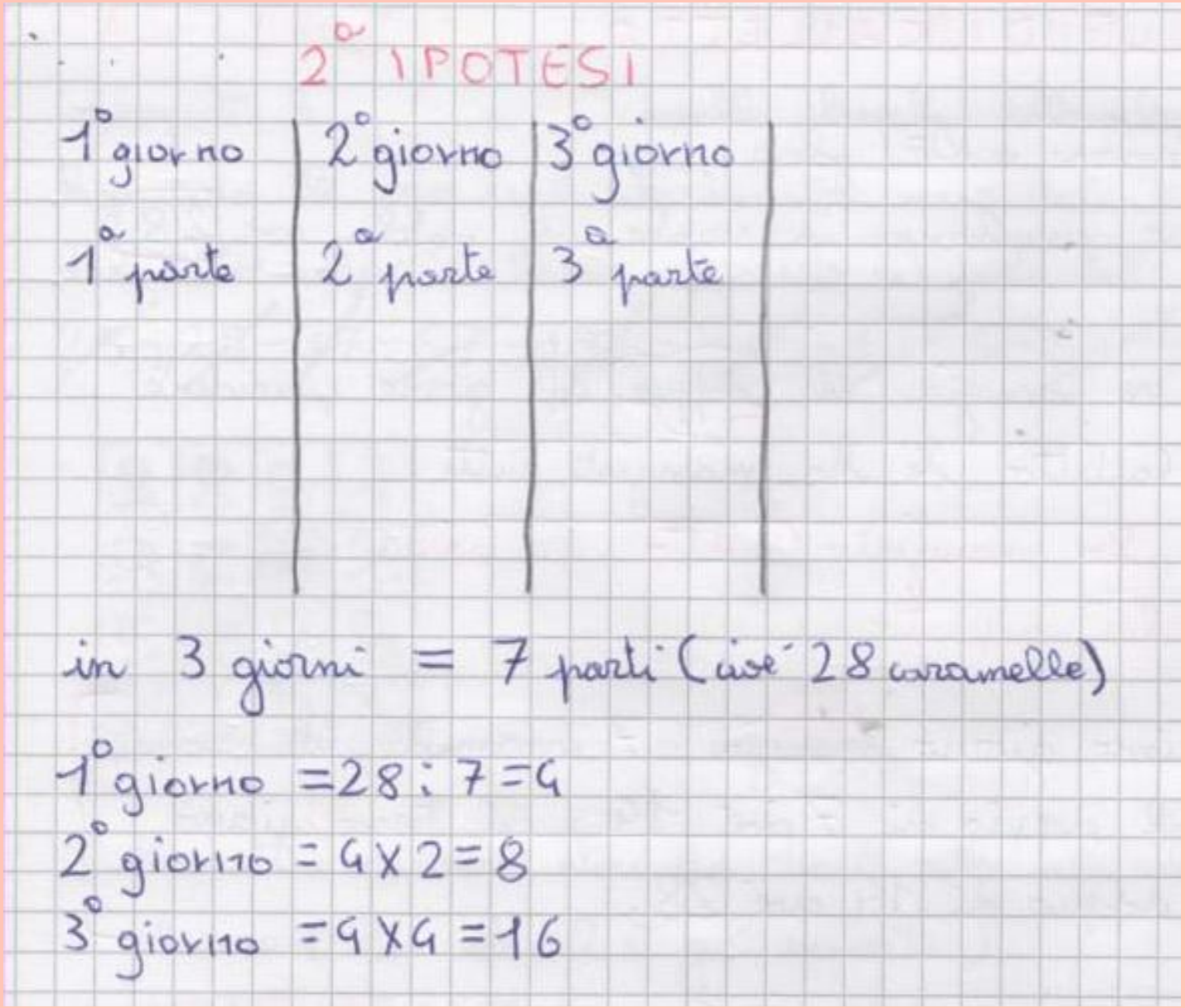
Charlie is a very greedy baby and every day eats twice the previous day and in three days has eaten all

How many candies Charlie ate in each day?

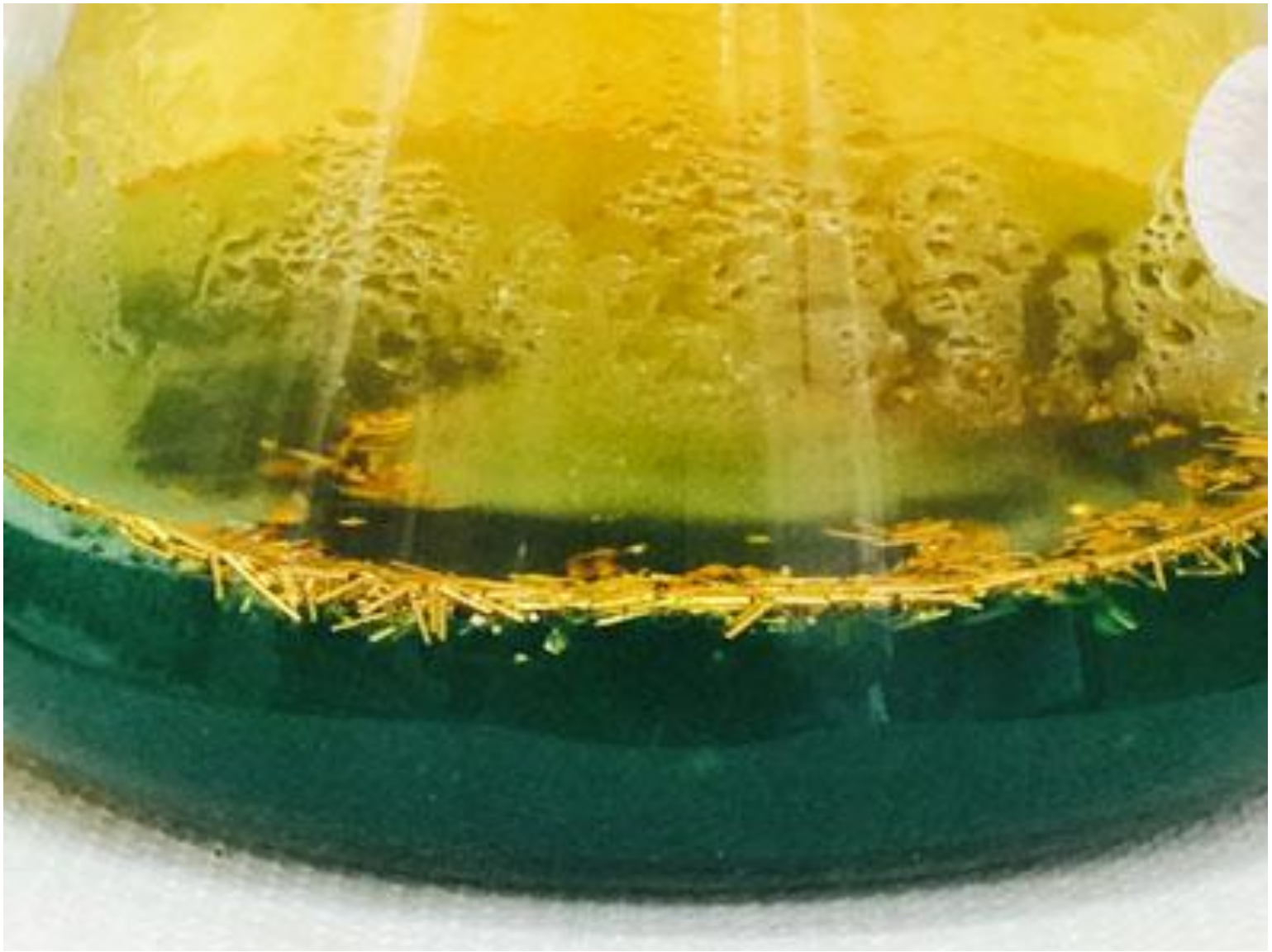


Explain how you found out

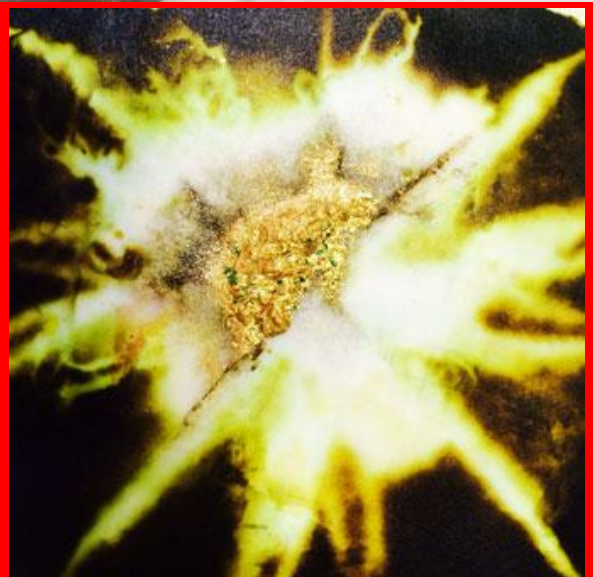
Fifth grade pupil



PROFILES in high schools



PROFILES in high schools



Chemistry and Biology ... What a Pizza!!!

Daniela Bianchini, Francesca Maria Foresi
I.I.S. Corridoni-Campana, Osimo; Italy

Background

With the aim of increasing the interest, motivation, and active involvement of the students in the processes of learning and studying, a didactic module suitable for learning important concepts in Biology and Chemistry has been developed

Background

Through the module, the idea was to introduce the students to the study of biology and chemistry by means of a daily life phenomena

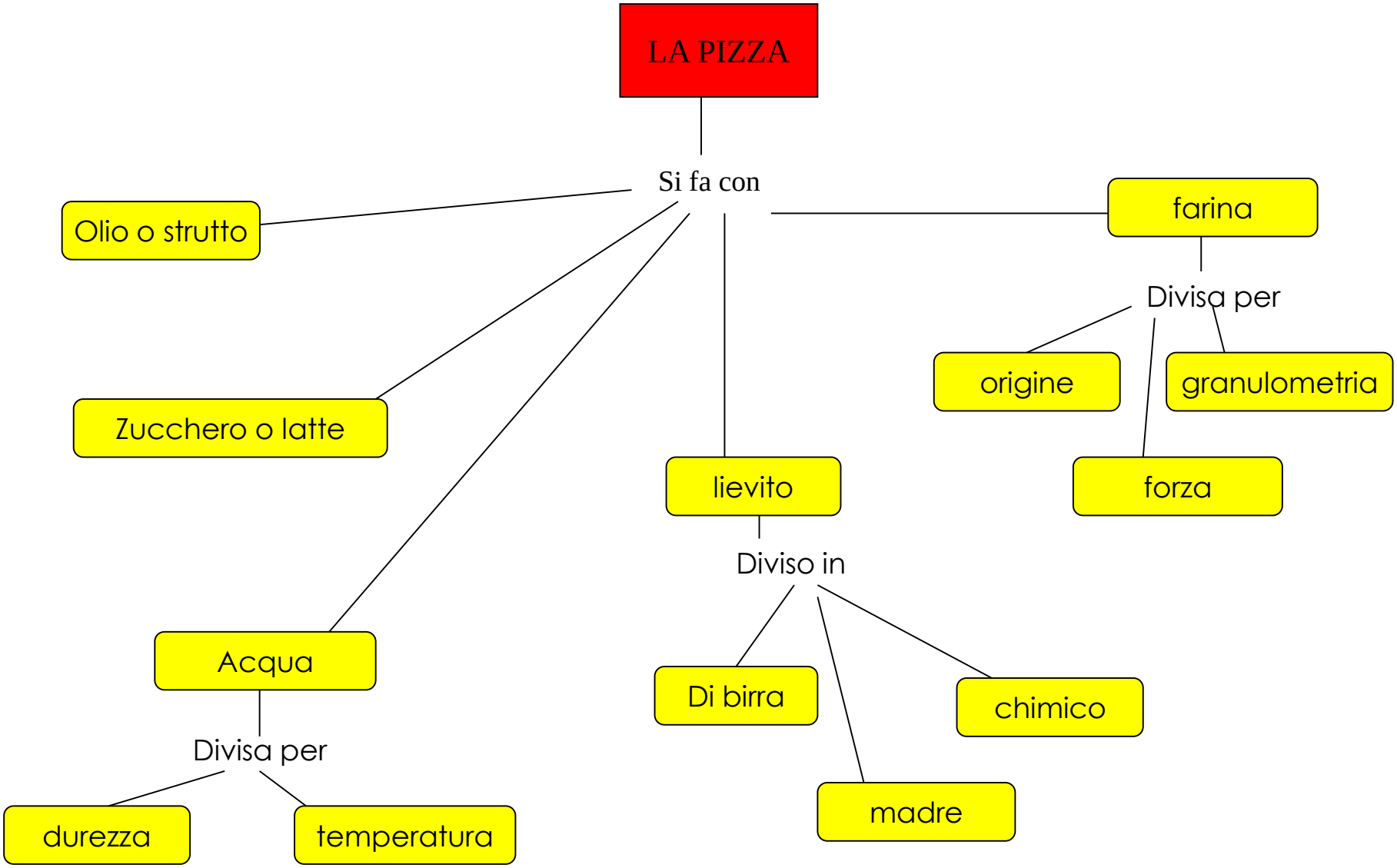
Pizza is a food very popular among teenagers and featuring strongly, together with pasta dishes, in Italian gastronomy

Scientific Goals

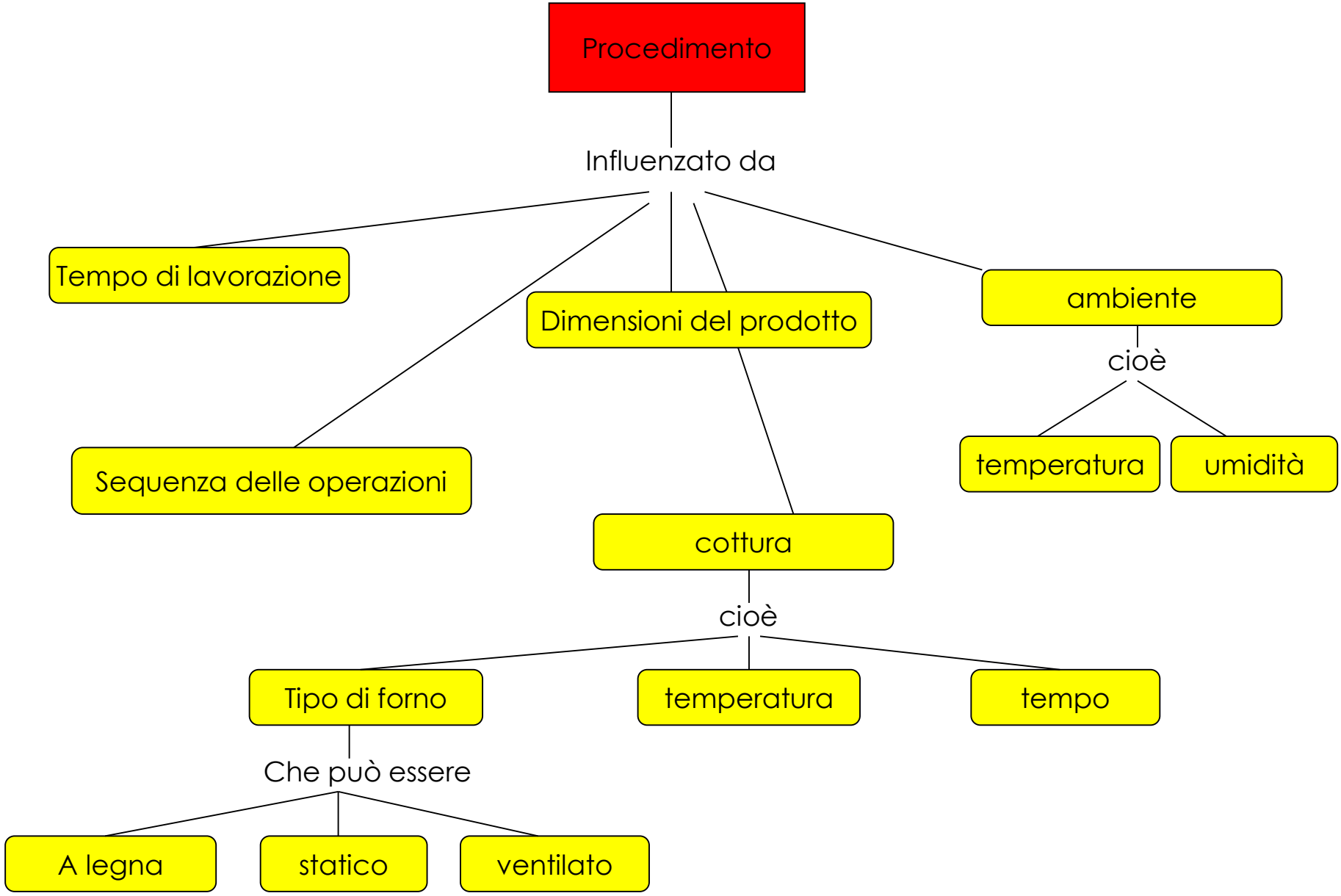
Scientifically, this grade 10 (second year of secondary school) science (biology and chemistry) module is about fermentation and chemical reactions

Educational goals

- increase students' motivation
- increase self-esteem
- increase social abilities
- leadership, and communication skills
- group and experimental work


LA PIZZA
Si fa con
Olio o strutto
farina
Divisa per
origine
granulometria
forza
Zucchero o latte
lievito
Diviso in
Di birra
chimico
madre
Acqua
Divisa per
durezza
temperatura

Continua…


Procedimento
Influenzato da
Tempo di lavorazione
Dimensioni del prodotto
ambiente
cioè
temperatura
umidità
Sequenza delle operazioni
cottura
cioè
Tipo di forno
temperatura
tempo
Che può essere
A legna
statico
ventilato

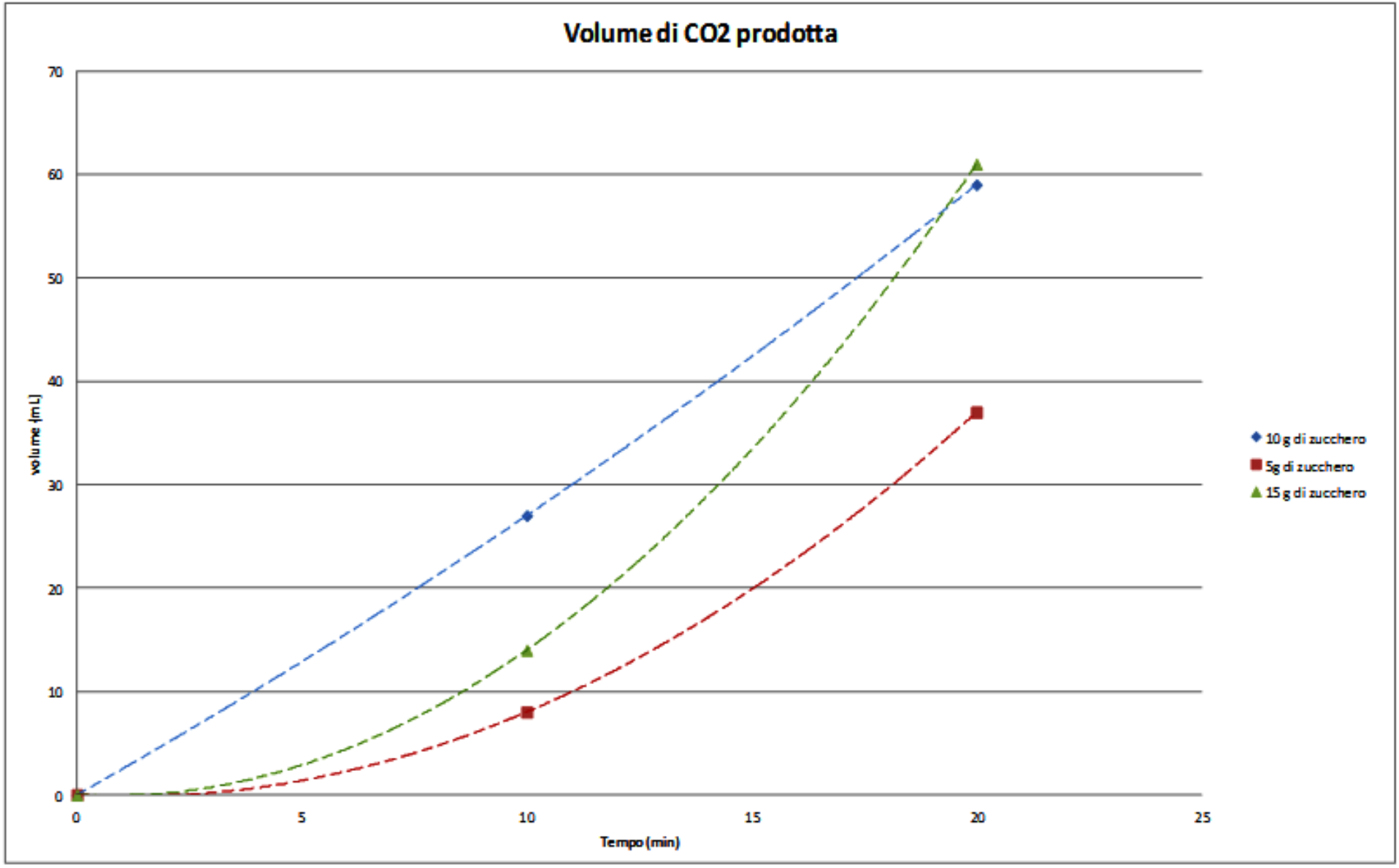
Didactic objectives

- To use the inquiry scientific method to study a phenomenon (the leavening)
- To identify the variables that influence the success of a complex phenomenon
- To study the effect of some parameters taking constant other variables

Didactic objectives

(such as the temperature, the sugar, the change of the ingredients)

- To identify the most suitable experimental tests to verify the initial hypothesis


Volume di CO2 prodotta
70
60
50
40
30
20
10
0
volume (mL)
0
5
10
15
20
25
Tempo (min)
10 g di zucchero
5g di zucchero
15 g di zucchero

In the kitchen

The work was carried out in laboratories of chemistry and science, and in a kitchen for cooking pizza

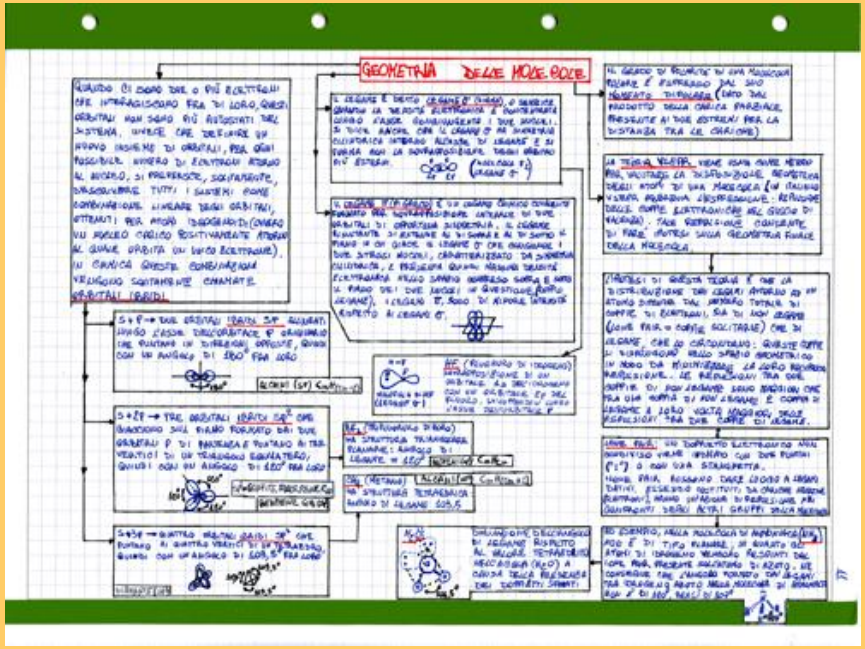
Three classes were involved and, with reference to the educational needs related to ministerial curricula, emphasis to biological/biochemical aspects – and chemical kinetic was given

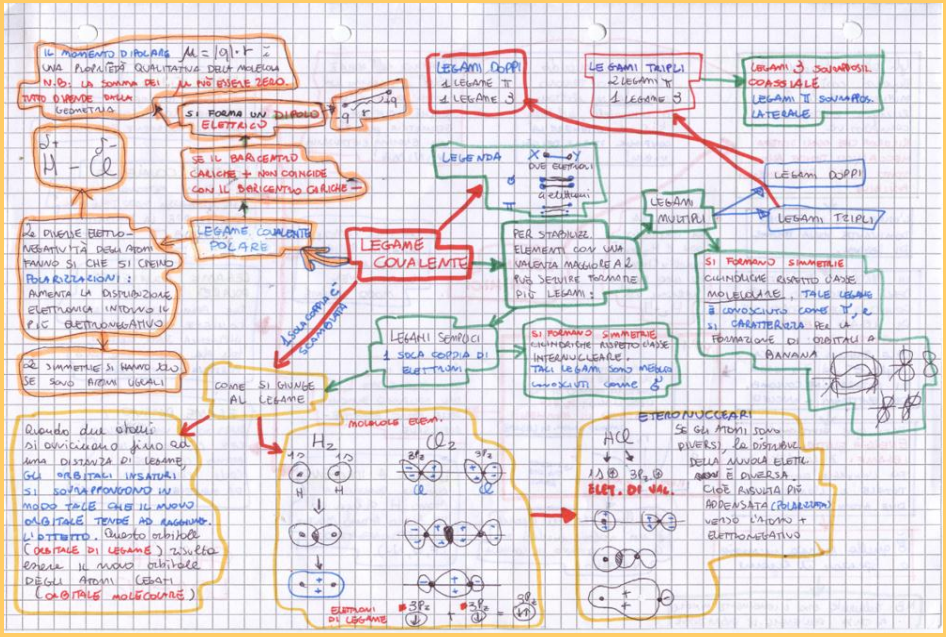


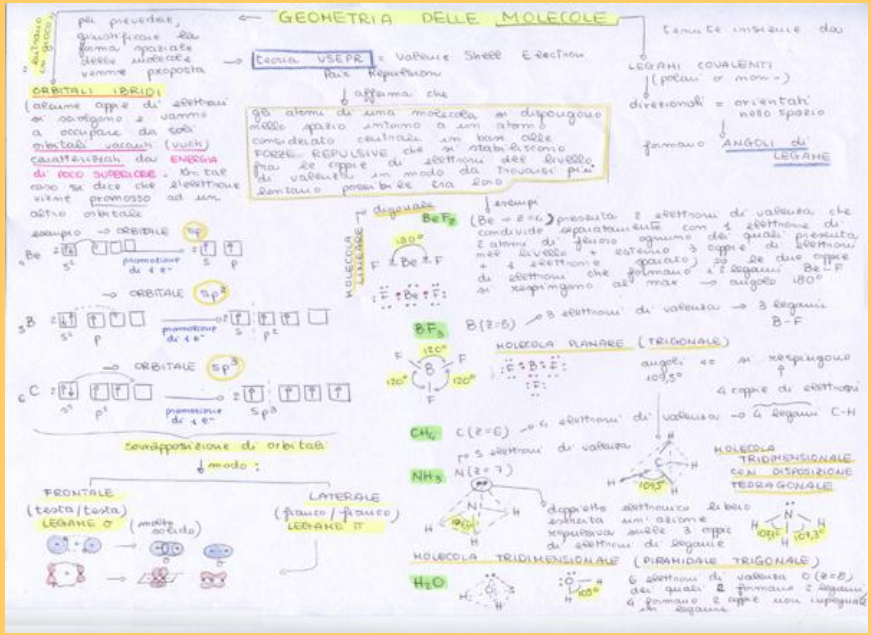

… at the university

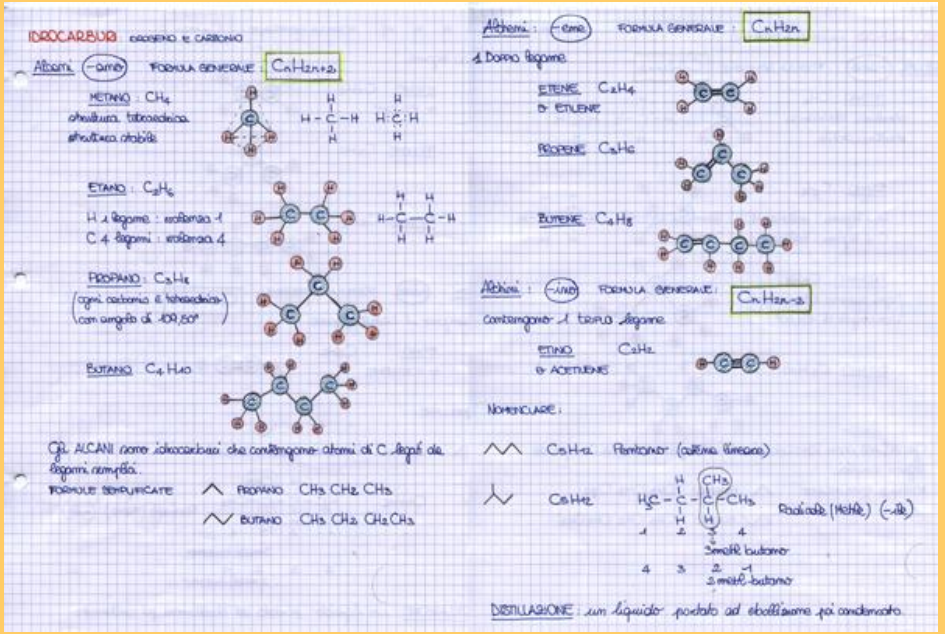
Cmaps & Summaries

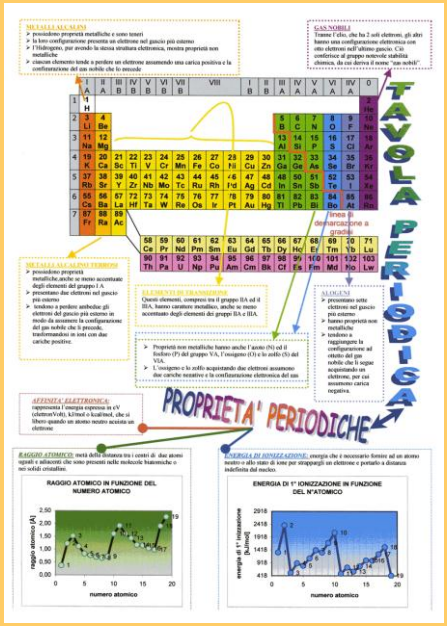

SOLUZIONI II
LEGAMI
ATOMO
REAZIONI
ACIDI E BASI
TITO
LE PILE
PROBLEM SC

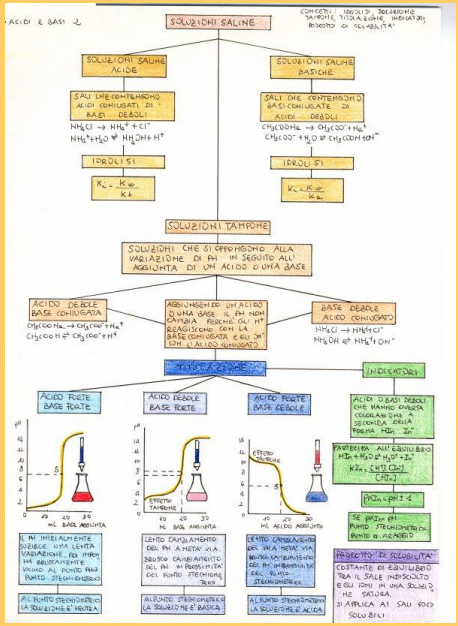

GEOMETRIA DELLE MOLECOLE

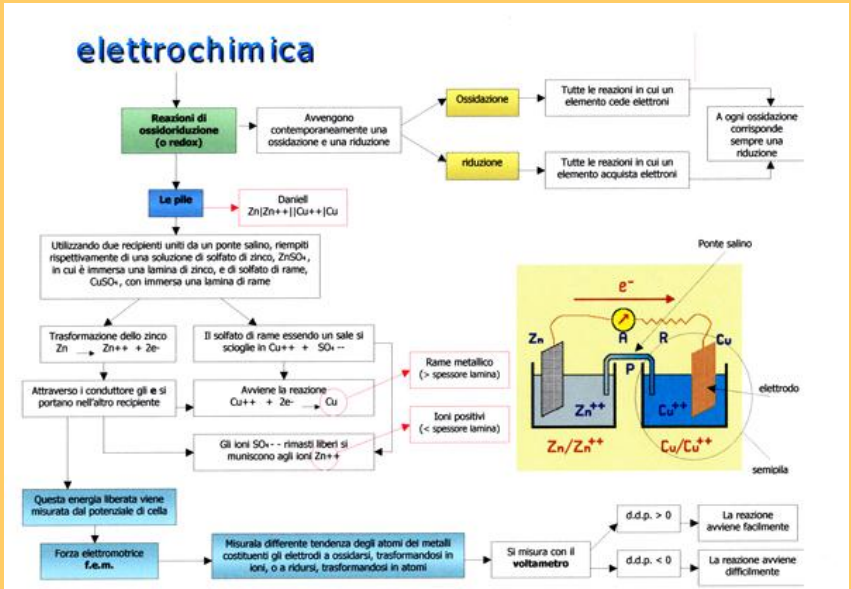

LEGAME COVALENTE
LEGAME COVALENTE POLARE
LEGAMI DOPPI
LEGAMI TRIPLI
LEGAMI MULTIPLI
LEGAMI SEMPLICI
ETERONUCLEARI
BANANA

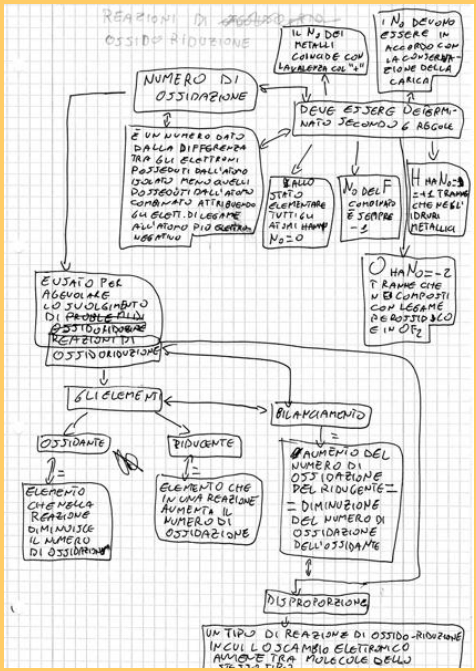

GEOMETRIA DELLE MOLECOLE
ORBITALI IBRIDI
BeF2
BF3
CH4
NH3
H2O


IDROCARBURI
Alcani (-ano)
Alcheni (-ene)
Alchini (-ino)
ETANO
PROPANO
BUTANO
ETENE
PROPENE
BUTENE
ETINO
DISTILLAZIONE





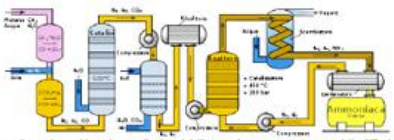




LA SINTESI DELL'AMMONIACA

L'ammoniaca è un gas incolore, più leggero dell'aria, di odore caratteristico, pungente e di effetto lacrimogeno. Il momento dipolare dell'ammoniaca la porta a liquefare facilmente se compressa e la rende molto solubile in acqua grazie all'instaurarsi del legame idrogeno. Gli usi dell'ammoniaca sono innumerevoli: è una sostanza estremamente importante in campo industriale come base per la produzione di fertilizzanti agricoli, fibre sintetiche, materie plastiche e polimeri, come componente di vernici ed esplosivi, come refrigerante nell'industria del freddo, come sbiancante nell'industria cartaria...

Processo Haber-Bosch



Storicamente il maggior problema legato alla sintesi dell'ammoniaca era rappresentato dalla difficoltà nello scindere il legame triplo che tiene uniti i due atomi di azoto nella molecola N_2 (*energia di dissociazione di 225 Kcal/(mol)*). All'inizio del secolo scorso fu elaborato il processo Haber-Bosch, un metodo che permette la sintesi industriale dell'ammoniaca su larga scala. L'ammoniaca viene sintetizzata secondo la reazione diretta: $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$ in presenza di catalizzatori (in genere il ferro a partire dalla magnetite), a pressione di 20 MPa e temperatura di 400-500 °C, secondo le seguenti fasi chiave:

- produzione degli elementi puri mediante rimozione dei gas indesiderati
- compressione
- sintesi
- stoccaggio dell'ammoniaca e riciclo dei componenti che non hanno reagito.

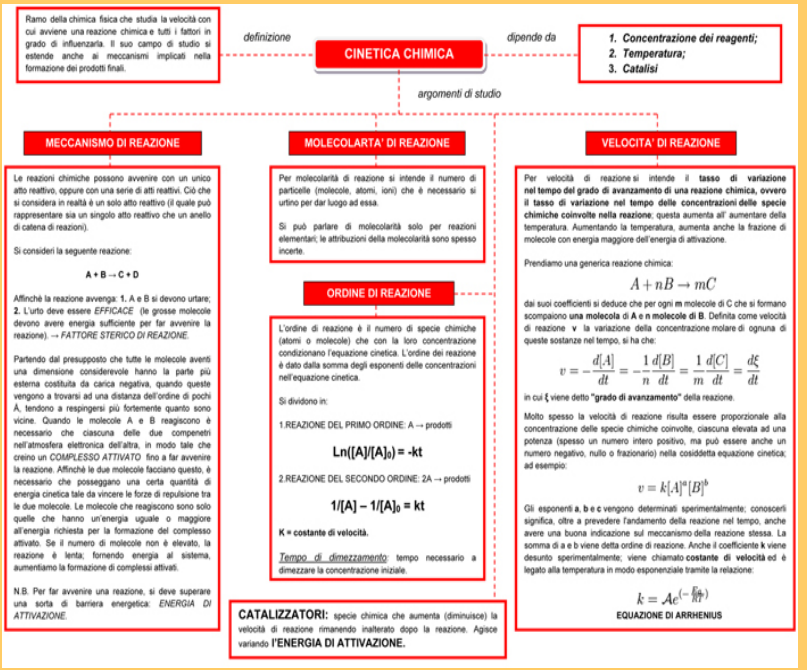
Questi passaggi richiedono una serie di operazioni successive:

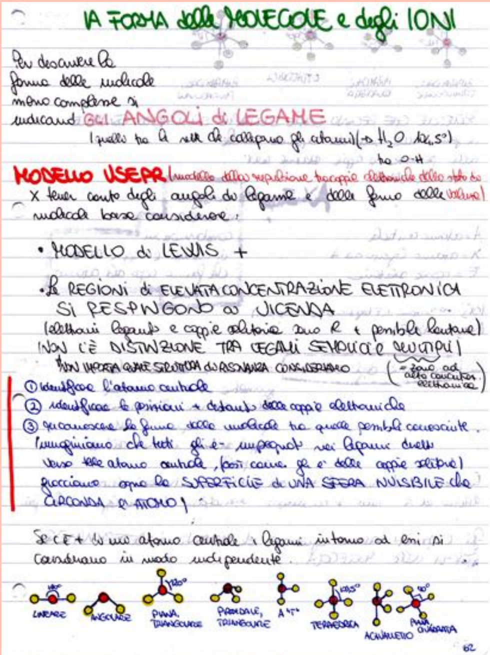
1. **Desulfurazione:** per ottenere i reagenti puri occorre partire da un composto che sia ricco di idrogeno: si sceglie allora un idrocarburo naturale (in genere il metano) dal quale vengono eliminate le tracce di zolfo. Lo zolfo infatti reagirebbe con il catalizzatore a base di ferro avvelenandolo con la formazione di solfuri indistruttibili e riducendo così in maniera evidente la sua vita residua.
2. **Reforming primario:** il metano entra in contatto con il vapore acqueo su un catalizzatore a base di nichel a 800°C e 30 atm e si innescano due reazioni: quella di reforming ($C_nH_m + nH_2O <-> nCO + (n+m/2)H_2$) e quella di shift ($CO + H_2O <-> CO_2 + H_2$).
3. **Reforming secondario:** i gas in uscita contengono ancora un 10% di metano. Si introduce allora un'opportuna quantità di aria (che naturalmente contiene azoto) e si fanno avvenire le seguenti reazioni: $CH_4 + O_2 <-> CO_2 + H_2O$ $2H_2 + O_2 <-> H_2O$

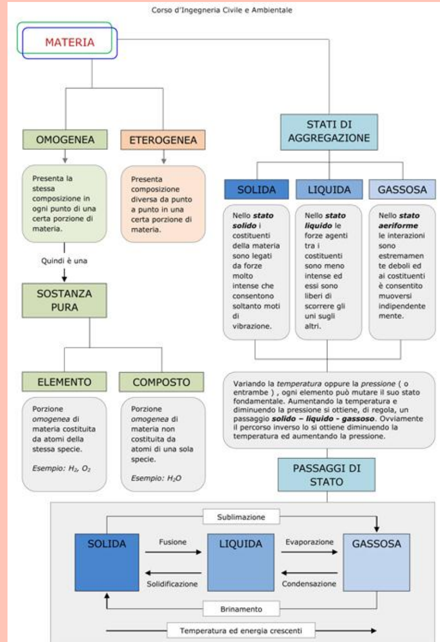
L'acqua vapore viene riciclata. I gas che si ottengono contengono H_2, N_2 nel rapporto 3:1 oltre a CO, CO_2 e H_2O.

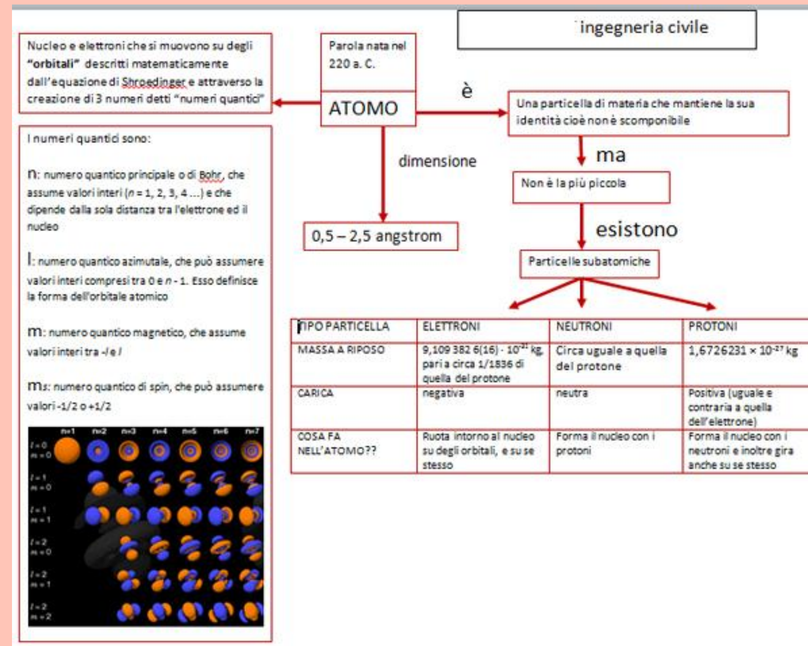
4. **Ossidazione del CO a CO2:** $CO + H_2O <-> CO_2 + H_2$
5. **Rimozione del CO2** per assorbimento su soluzioni alcaline sfruttando l'alta solubilità di CO_2 e la bassa di azoto e idrogeno.
6. **Metanazione:** il gas ottenuto contiene ancora lo 0,3% di CO e lo 0,1% di CO_2 che rappresentano dei veleni per il catalizzatore e vanno dunque rimossi nella colonna di metanazione mediante l'ausilio di un catalizzatore a base di nichel: $CO + 3H_2 <-> CH_4 + H_2O$ $CO_2 + 4H_2 <-> CH_4 + 2H_2O$

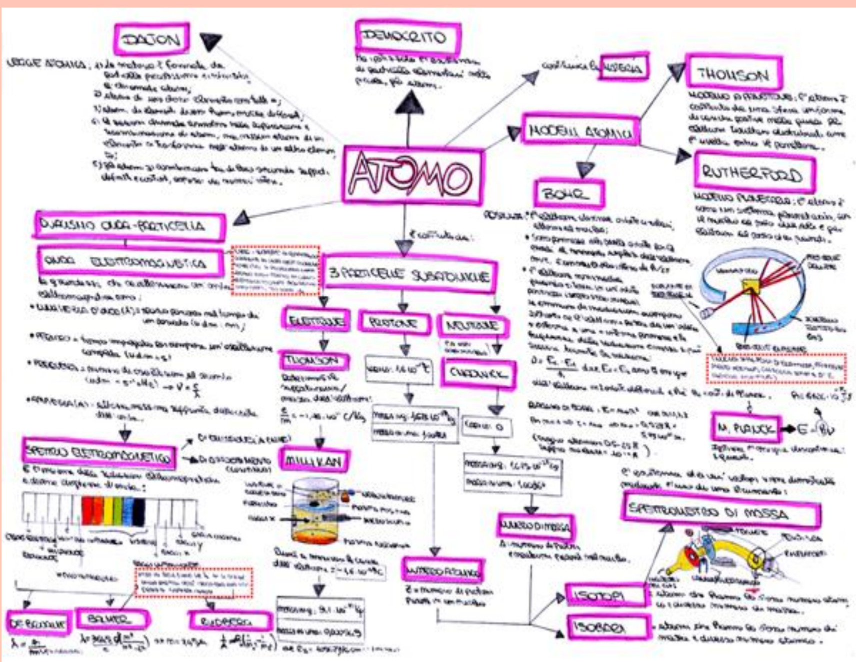
Si recupera il calore prodotto da queste reazioni esotermiche e si manda il miscuglio gassoso alla turbo compressione.

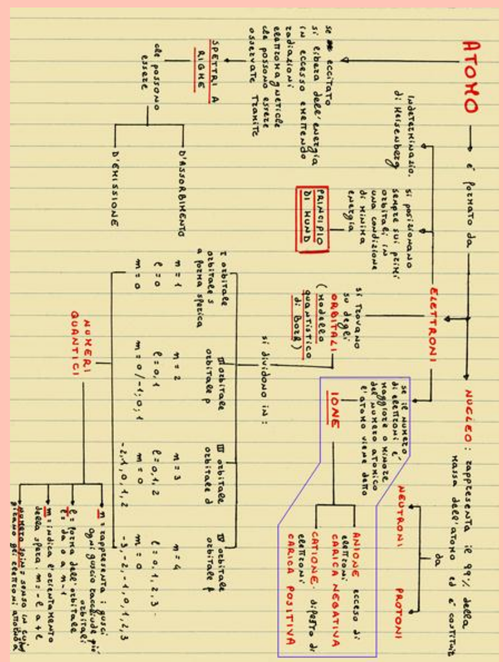


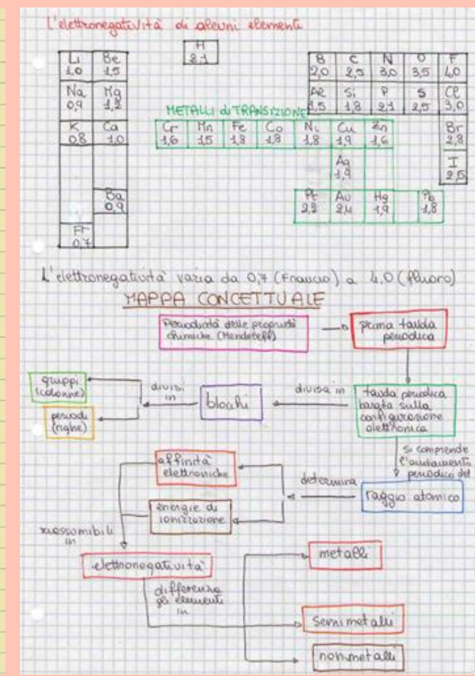

LA FORMA delle MOLECOLE e degli IONI
MODELLO VSEPR
• MODELLO di LEWIS +
CIRCONDA L'ATOMO
LINEARE
ANGOLARE
PIANA TRIANGOLARE
TETRAEDRICA
OTTAEDRICA
62

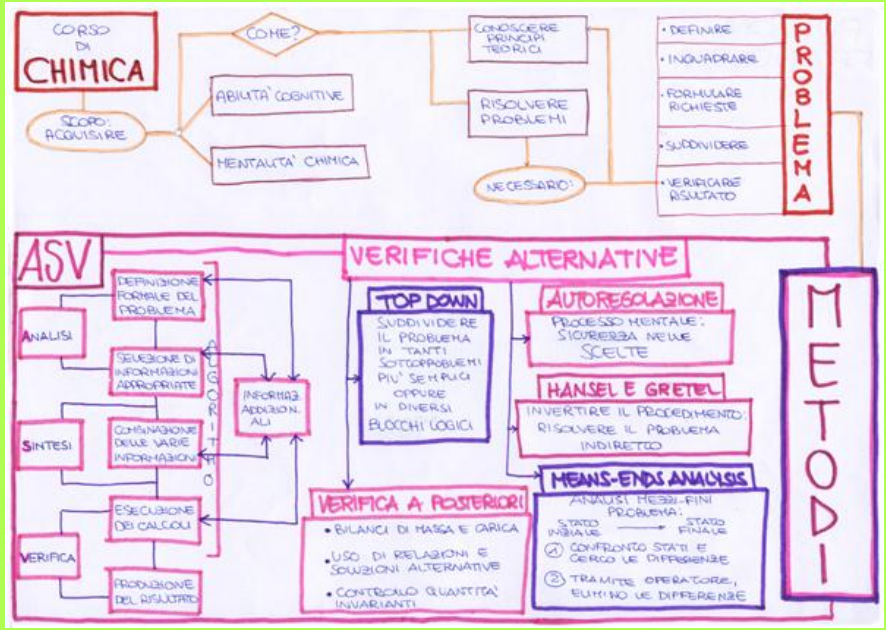

Corso d'Ingegneria Civile e Ambientale
MATERIA
OMOGENEA
ETEROGENEA
STATI DI AGGREGAZIONE
Presenta la stessa composizione in ogni punto di una certa porzione di materia.
Presenta composizione diversa da punto a punto in una certa porzione di materia.
SOLIDA
LIQUIDA
GASSOSA
Quindi è una
SOSTANZA PURA
Nello stato solido i costituenti della materia sono legati da forze molto intense che consentono soltanto moti di vibrazione.
Nello stato liquido le forze agenti tra i costituenti sono meno intense ed essi sono liberi di scorrere gli uni sugli altri.
Nello stato aeriforme le interazioni sono estremamente deboli ed ai costituenti è consentito muoversi indipendentemente.
ELEMENTO
COMPOSTO
Porzione omogenea di materia costituita da atomi della stessa specie.
Esempio: H2, O2
Porzione omogenea di materia non costituita da atomi di una sola specie.
Esempio: H2O
Variando la temperatura oppure la pressione (o entrambe) , ogni elemento può mutare il suo stato fondamentale. Aumentando la temperatura e diminuendo la pressione si ottiene, di regola, un passaggio solido – liquido – gassoso. Ovviamente il percorso inverso lo si ottiene diminuendo la temperatura ed aumentando la pressione.
PASSAGGI DI STATO
Sublimazione
SOLIDA
Fusione
LIQUIDA
Evaporazione
GASSOSA
Solidificazione
Condensazione
Brinamento
Temperatura ed energia crescenti

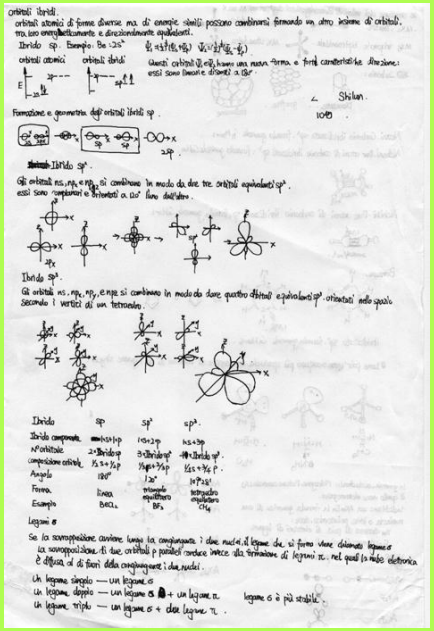

ingegneria civile
Nucleo e elettroni che si muovono su degli "orbitali" descritti matematicamente dall'equazione di Shroedinger e attraverso la creazione di 3 numeri detti "numeri quantici"
Parola nata nel 220 a. C.
ATOMO
è
Una particella di materia che mantiene la sua identità cioè non è scomponibile
ma
Non è la più piccola
dimensione
0,5 – 2,5 angstrom
esistono
Particelle subatomiche
I numeri quantici sono:
n: numero quantico principale o di Bohr, che assume valori interi (n = 1, 2, 3, 4 ...) e che dipende dalla sua distanza tra l'elettrone ed il nucleo
l: numero quantico azimutale, che può assumere valori interi compresi tra 0 e n - 1. Esso definisce la forma dell'orbitale atomico
m: numero quantico magnetico, che assume valori interi tra -l e l
ms: numero quantico di spin, che può assumere valori -1/2 o +1/2
TIPO PARTICELLA | ELETTRONI | NEUTRONI | PROTONI
MASSA A RIPOSO | 9,109 382 6(16) · 10^-31 kg, pari a circa 1/1836 di quella del protone | Circa uguale a quella del protone | 1,6726231 × 10^-27 kg
CARICA | negativa | neutra | Positiva (uguale e contraria a quella dell'elettrone)
COSA FA NELL'ATOMO?? | Ruota intorno al nucleo su degli orbitali, e su se stesso | Forma il nucleo con i protoni | Forma il nucleo con i neutroni e inoltre gira anche su se stesso

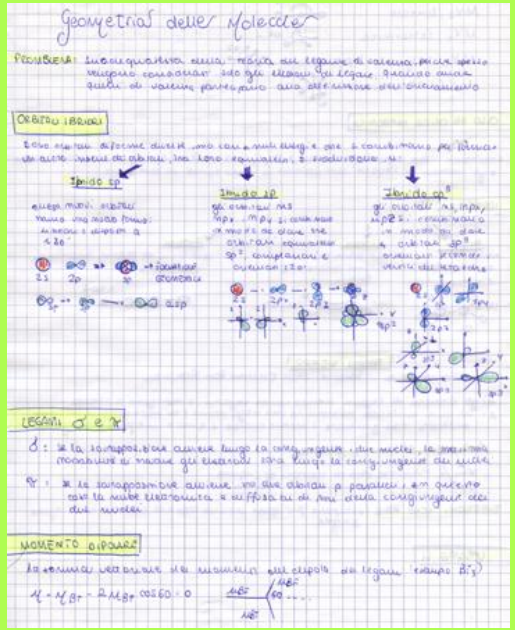

DALTON
DEMOCRITO
THOMSON
ATOMO
MODELLI ATOMICI
RUTHERFORD
BOHR
DUALISMO ONDA-PARTICELLA
ONDA ELETTROMAGNETICA
3 PARTICELLE SUBATOMICHE
ELETTRONE
PROTONE
NEUTRONE
THOMSON
CHADWICK
M. PLANCK
SPETTRO ELETTROMAGNETICO
MILLIKAN
NUMERO DI MASSA
NUMERO ATOMICO
SPETTROMETRO DI MASSA
ISOTOPI
ISOBARI
BALMER
RYDBERG
DE BROGLIE

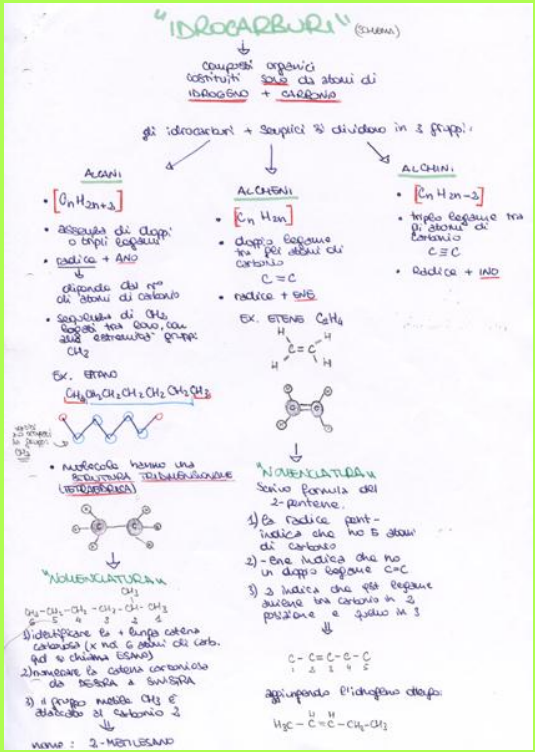

ATOMO
è formato da
NUCLEO
ELETTRONI
NEUTRONI
PROTONI
IONE
ANIONE
CATIONE
PRINCIPIO DI HUND
ORBITALI
NUMERI QUANTICI
SPETTRI A RIGHE
D'ASSORBIMENTO
D'EMISSIONE

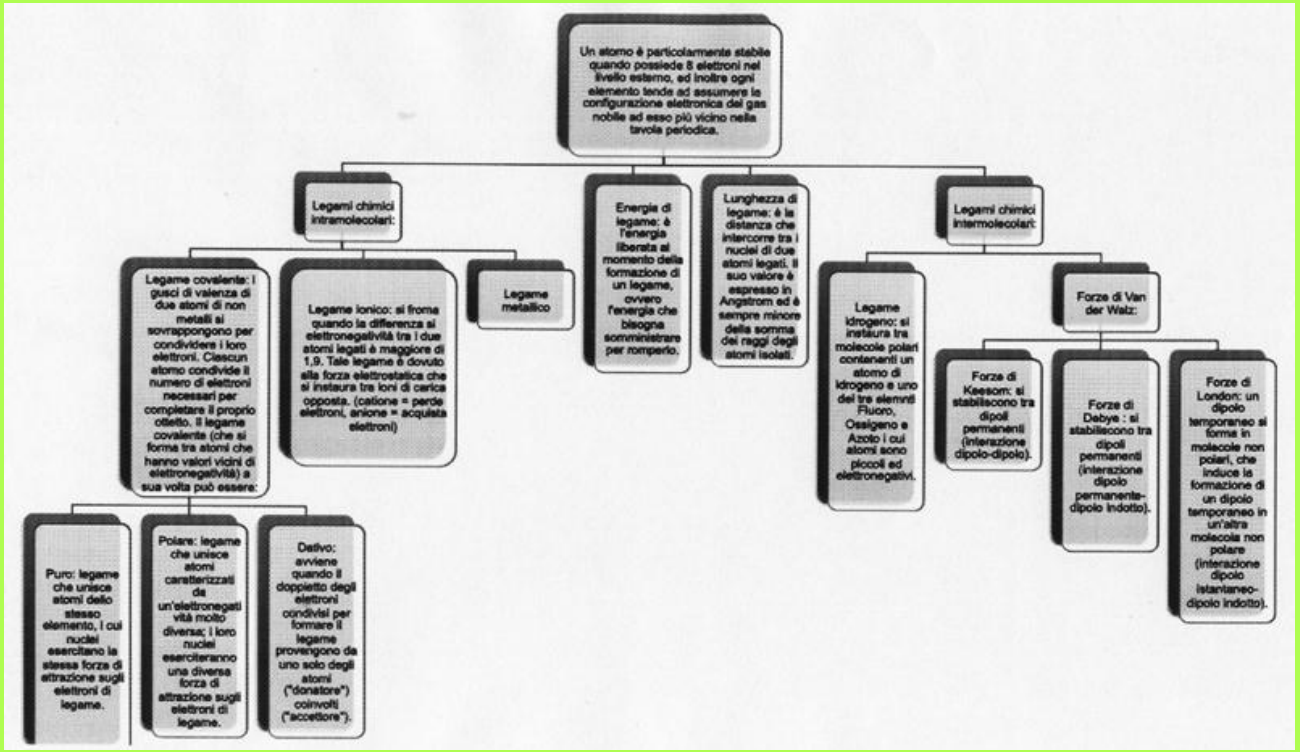

L'elettronegatività di alcuni elementi
METALLI di TRANSIZIONE
L'elettronegatività varia da 0,7 (Francio) a 4,0 (fluoro)
MAPPA CONCETTUALE
Periodicità delle proprietà chimiche (Mendeleev)
prima tavola periodica
gruppi (colonne)
periodi (righe)
blocchi
tavola periodica basata sulla configurazione elettronica
affinità elettronica
energie di ionizzazione
raggio atomico
elettronegatività
metalli
semimetalli
non metalli


CORSO DI CHIMICA
COME?
SCOPO: ACQUISIRE
ABILITA' COGNITIVE
MENTALITA' CHIMICA
CONOSCERE PRINCIPI TEORICI
RISOLVERE PROBLEMI
NECESSARIO!
• DEFINIRE
• INQUADRARE
• FORMULARE RICHIESTE
• SUDDIVIDERE
• VERIFICARE RISULTATO
PROBLEMA
ASV
DEFINIZIONE FORMALE DEL PROBLEMA
ANALISI
SELEZIONE DI INFORMAZIONI APPROPRIATE
SINTESI
COMBINAZIONE DELLE VARIE INFORMAZIONI
ESECUZIONE DEI CALCOLI
VERIFICA
PRODUZIONE DEL RISULTATO
INFORMAZ. ADDIZION. ALI
RICICLO
VERIFICHE ALTERNATIVE
TOP DOWN
SUDDIVIDERE IL PROBLEMA IN TANTI SOTTOPROBLEMI PIU' SEMPLICI OPPURE IN DIVERSI BLOCCHI LOGICI
AUTOREGOLAZIONE
PROCESSO MENTALE. SICUREZZA NELLE SCELTE
HANSEL E GRETEL
INVERTIRE IL PROCEDIMENTO RISOLVERE IL PROBLEMA INDIRETTO
MEANS-ENDS ANALYSIS
ANALISI MEZZI-FINI PROBLEMA:
STATO INIZIALE → STATO FINALE
① CONFRONTO STATI E CERCO LE DIFFERENZE
② TRAMITE OPERATORI, ELIMINO LE DIFFERENZE
VERIFICA A POSTERIORI
• BILANCI DI MASSA E CARICA
• USO DI RELAZIONI E SOLUZIONI ALTERNATIVE
• CONTROLLO QUANTITA' INVARIANTI
METODI

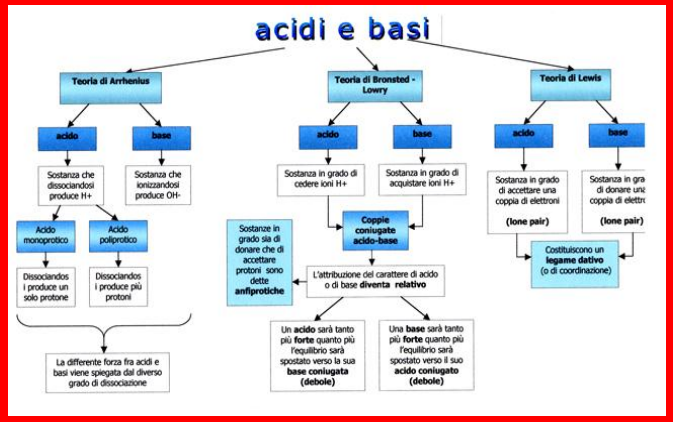

orbitali ibridi
Ibrido sp. Esempio: Be
orbitali atomici
orbitali ibridi
Formazione e geometria degli orbitali ibridi sp.
Ibrido sp².
Ibrido sp³.
Ibrido
sp
sp²
sp³
Legami σ e π
Un legame singolo — un legame σ
Un legame doppio — un legame σ + un legame π
Un legame triplo — un legame σ + due legami π
legame σ è più stabile.

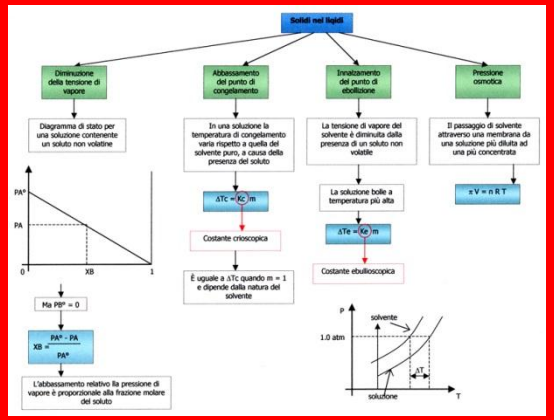

Geometrie delle Molecole
ORBITALI IBRIDI
Ibrido sp
Ibrido sp²
Ibrido sp³
LEGAMI σ e π
MOMENTO DIPOLARE

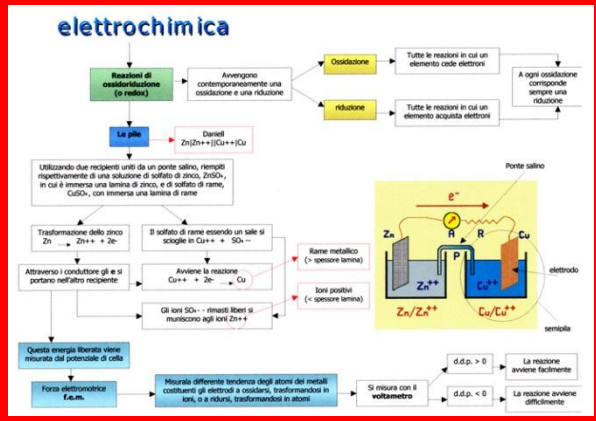

"IDROCARBURI" (SCHEMA)
composti organici costituiti SOLO da atomi di IDROGENO + CARBONIO
gli idrocarburi si dividono in 3 gruppi:
ALCANI
ALCHENI
ALCHINI
NOMENCLATURA
NOMENCLATURA
2-METILBUTANO

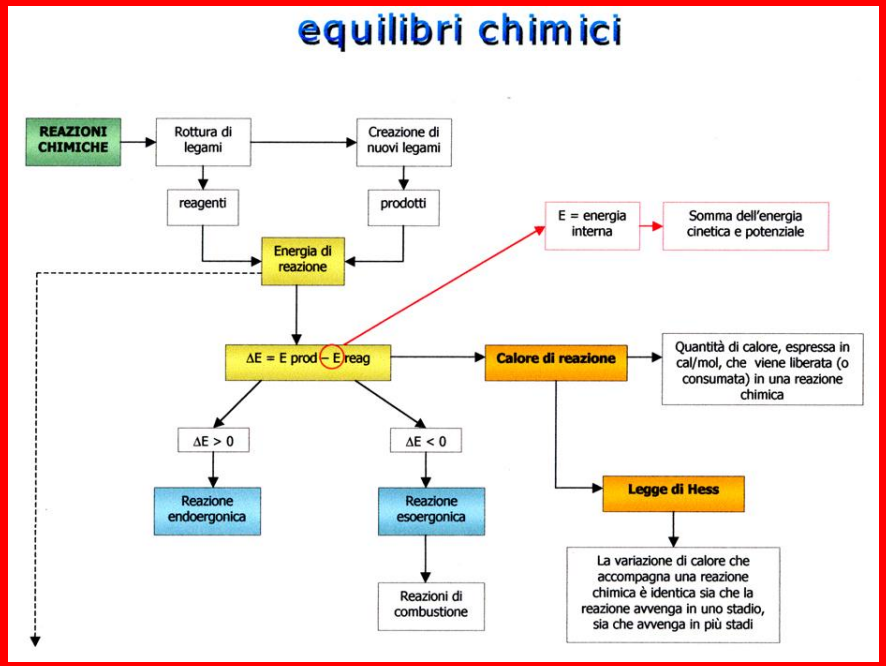

Un atomo è particolarmente stabile quando possiede 8 elettroni nel livello esterno, ed inoltre ogni elemento tende ad assumere la configurazione elettronica del gas nobile ad esso più vicino nella tavola periodica.
Legami chimici intramolecolari:
Legami chimici intermolecolari:
Legame covalente: I gusci di valenza di due atomi di non metalli si sovrappongono per condividere i loro elettroni. Ciascun atomo condivide il numero di elettroni necessari per completare il proprio ottetto. Il legame covalente (che si forma tra atomi che hanno valori vicini di elettronegatività) a sua volta può essere:
Legame ionico: si forma quando la differenza si elettronegatività tra i due atomi legati è maggiore di 1,9. Tale legame è dovuto alla forza elettrostatica che si instaura tra ioni di carica opposta. (catione = perde elettroni, anione = acquista elettroni)
Legame metallico
Energia di legame: è l'energia liberata al momento della formazione di un legame, ovvero l'energia che bisogna somministrare per romperlo.
Lunghezza di legame: è la distanza che intercorre tra i nuclei di due atomi legati. Il suo valore è espresso in Angstrom ed è sempre minore della somma dei raggi degli atomi isolati.
Puro: legame che unisce atomi dello stesso elemento, i cui nuclei esercitano la stessa forza di attrazione sugli elettroni di legame.
Polare: legame che unisce atomi caratterizzati da un'elettronegatività molto diversa; i loro nuclei eserciteranno una diversa forza di attrazione sugli elettroni di legame.
Dativo: avviene quando il doppietto degli elettroni condivisi per formare il legame provengono da uno solo degli atomi ("donatore") coinvolti ("accettore").
Legame idrogeno: si instaura tra molecole polari contenenti un atomo di idrogeno e uno dei tre elementi Fluoro, Ossigeno e Azoto i cui atomi sono piccoli ed elettronegativi.
Forze di Van der Waltz:
Forze di Keesom: si stabiliscono tra dipoli permanenti (interazione dipolo-dipolo).
Forze di Debye : si stabiliscono tra dipoli permanenti (interazione dipolo permanente-dipolo indotto).
Forze di London: un dipolo temporaneo si forma in molecole non polari, che induce la formazione di un dipolo temporaneo in un'altra molecola non polare (interazione dipolo istantaneo-dipolo indotto).

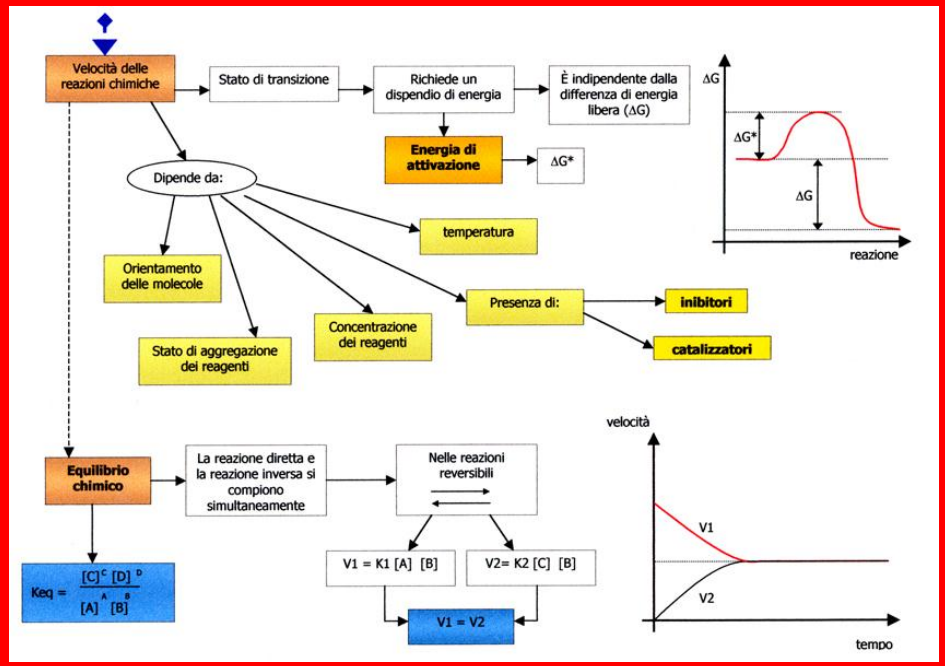
From the same «artist»

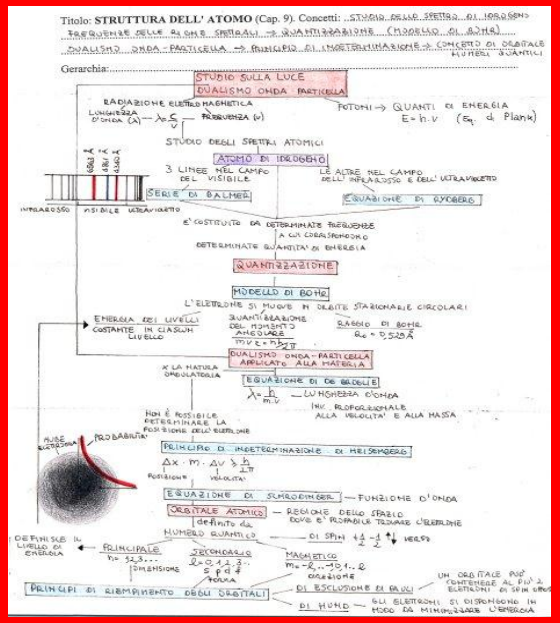


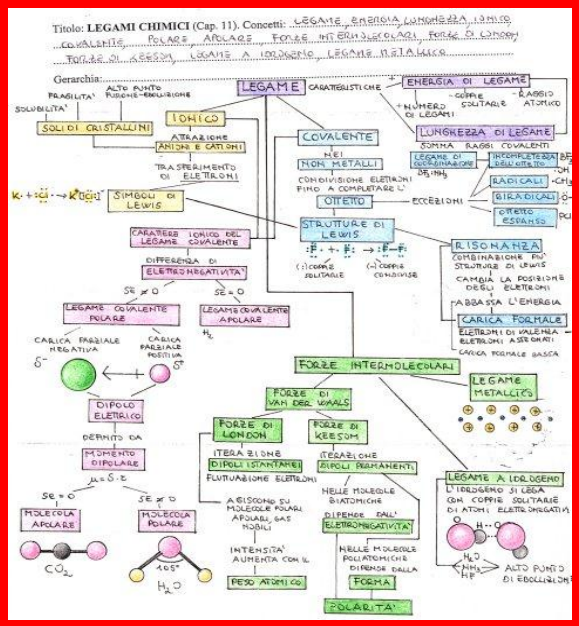


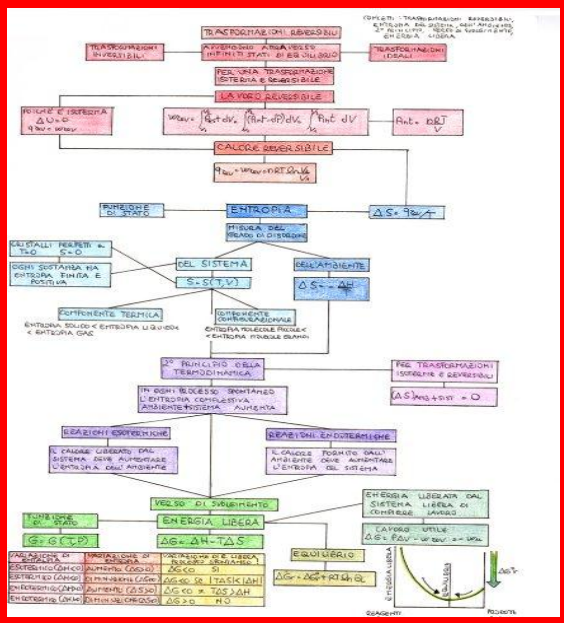


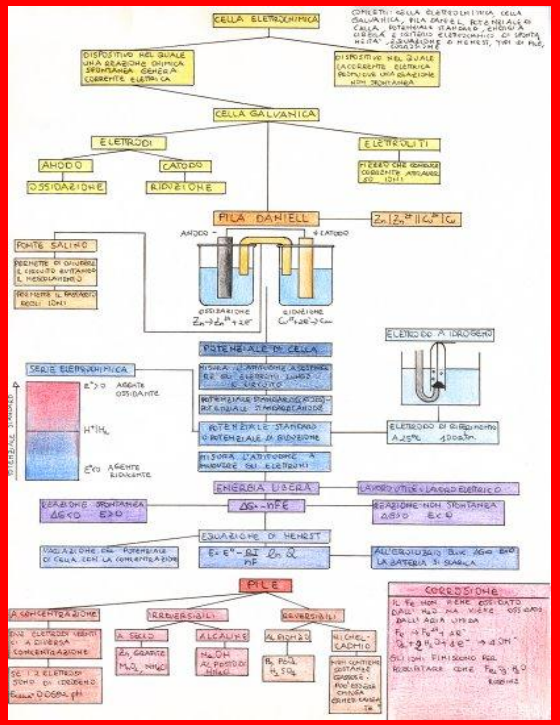


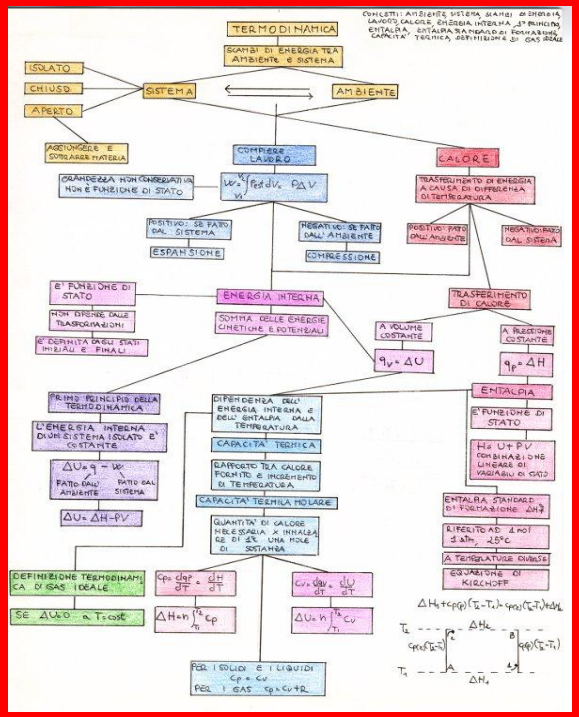


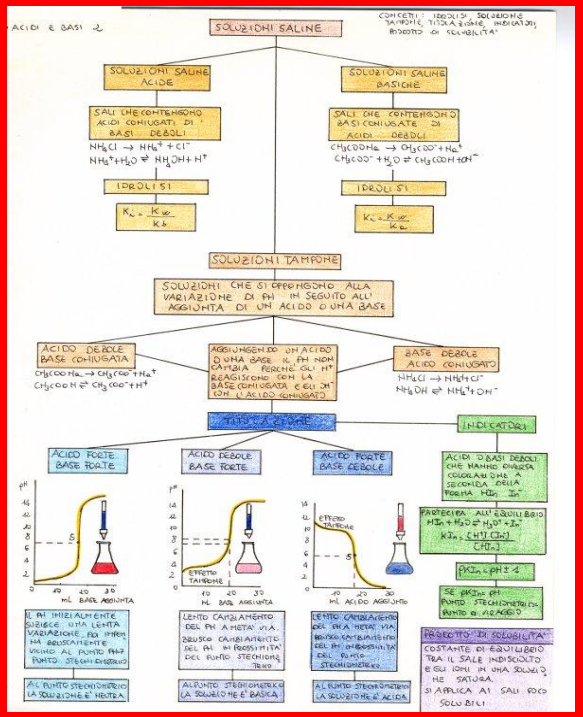

Titolo: STRUTTURA DELL' ATOMO (Cap. 9). Concetti: STUDIO DELLO SPETTRO DI IDROGENO
FREQUENZE DELLE RIGHE SPETTRALI → QUANTIZZAZIONE (MODELLO DI BOHR)
DUALISMO ONDA-PARTICELLA → PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE → CONCETTO DI ORBITALE
NUMERI QUANTICI
Gerarchia:
STUDIO SULLA LUCE
DUALISMO ONDA PARTICELLA
RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA
LUNGHEZZA D'ONDA (λ) — FREQUENZA (ν)
FOTONI → QUANTI DI ENERGIA
E = h·ν (Eq. di Planck)
STUDIO DEGLI SPETTRI ATOMICI
ATOMO DI IDROGENO
3 LINEE NEL CAMPO DEL VISIBILE
LE ALTRE NEL CAMPO DELL'INFRAROSSO E DELL'ULTRAVIOLETTO
SERIE DI BALMER
EQUAZIONE DI RYDBERG
INFRAROSSO
VISIBILE
ULTRAVIOLETTO
E' COSTITUITO DA DETERMINATE FREQUENZE
A CUI CORRISPONDONO
DETERMINATE QUANTITA' DI ENERGIA
QUANTIZZAZIONE
MODELLO DI BOHR
L'ELETTRONE SI MUOVE IN ORBITE STAZIONARIE CIRCOLARI
ENERGIA DEI LIVELLI
COSTANTE IN CIASCUN LIVELLO
QUANTIZZAZIONE DEL MOMENTO ANGOLARE
RAGGIO DI BOHR
DUALISMO ONDA-PARTICELLA APPLICATO ALLA MATERIA
EQUAZIONE DI DE BROGLIE
LUNGHEZZA D'ONDA
NON È POSSIBILE DETERMINARE LA POSIZIONE DELL'ELETTRONE
NUBE ELETTRONICA
PROBABILITÀ
PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE DI HEISENBERG
EQUAZIONE DI SCHRODINGER — FUNZIONE D'ONDA
ORBITALE ATOMICO — REGIONE DELLO SPAZIO DOVE E' PROBABILE TROVARE L'ELETTRONE
definito da
NUMERO QUANTICO
DI SPIN
VERSO
DEFINISCE IL LIVELLO DI ENERGIA
PRINCIPALE
SECONDARIO
MAGNETICO
DIMENSIONE
FORMA
ORIENTAZIONE
PRINCIPI DI RIEMPIMENTO DEGLI ORBITALI
DI ESCLUSIONE DI PAULI
UN ORBITALE PUO' CONTENERE AL PIU' 2 ELETTRONI DI SPIN OPPOSTO
DI HUND
GLI ELETTRONI SI DISPONGONO IN MODO DA MINIMIZZARE L'ENERGIA


Titolo: LEGAMI CHIMICI (Cap. 11). Concetti: LEGAME, ENERGIA LUNGHEZZA LEGAME
COVALENTE POLARE APOLARE FORZE INTERMOLECOLARI, FORZE DI LONDON
FORZE DI KEESOM LEGAME A IDROGENO
Gerarchia:
LEGAME
CARATTERISTICHE
ENERGIA DI LEGAME
LUNGHEZZA DI LEGAME
RAGGIO ATOMICO
IONICO
SOLIDI CRISTALLINI
ANIONI E CATIONI
COVALENTE
NEI NON METALLI
CONDIVISIONE ELETTRONI FINO A COMPLETARE L'OTTETO
STRUTTURE DI LEWIS
SIMBOLI DI LEWIS
CARATTERE IONICO DEL LEGAME COVALENTE
DIFFERENZA DI ELETTRONEGATIVITA'
RISONANZA
CARICA FORMALE
FORZE INTERMOLECOLARI
LEGAME METALLICO
LEGAME COVALENTE POLARE
LEGAME COVALENTE APOLARE
DIPOLO ELETTRICO
MOMENTO DIPOLARE
MOLECOLA APOLARE
MOLECOLA POLARE
FORZE DI VAN DER WAALS
FORZE DI LONDON
FORZE DI KEESOM
ITERAZIONE DIPOLI ISTANTANEI
ITERAZIONE DIPOLI PERMANENTI
LEGAME A IDROGENO
POLARITA'
ALTO PUNTO DI EBOLLIZIONE


TRASFORMAZIONI REVERSIBILI
TRASFORMAZIONI IRREVERSIBILI
PER UNA TRASFORMAZIONE ISOTERMA E REVERSIBILE
LA VERA REVERSIBILE
CALORE REVERSIBILE
FUNZIONE DI STATO
ENTROPIA
MISURA DEL GRADO DI DISORDINE
DEL SISTEMA
DELL'AMBIENTE
COMPONENTE TERMICA
COMPONENTE CONFIGURAZIONALE
2° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA
PER TRASFORMAZIONI ISOTERME E REVERSIBILI
REAZIONI ESOTERMICHE
REAZIONI ENDOTERMICHE
VERSO DI SVOLGIMENTO
ENERGIA LIBERA
EQUILIBRIO
ENERGIA LIBERATA DAL SISTEMA LIBERA DI COMPIERE LAVORO
CALORE UTILE
ENERGIA LIBERA
REAGENTI
PRODOTTI


CELLA ELETTROCHIMICA
CONCETTI: CELLA ELETTROLITICA, CELLA GALVANICA, PILA DANIELL, POTENZIALE DI CELLA, ELETTRODO A IDROGENO, SERIE ELETTROCHIMICA, ENERGIA LIBERA, PILE, CORROSIONE
DISPOSITIVO NEL QUALE UNA REAZIONE CHIMICA SPONTANEA GENERA CORRENTE ELETTRICA
DISPOSITIVO NEL QUALE L'ACCRESCIUTA ELETTRICA PROVOCA UNA REAZIONE NON SPONTANEA
CELLA GALVANICA
ELETTRODI
ELETTROLITI
ANODO
CATODO
OSSIDAZIONE
RIDUZIONE
PILA DANIELL
PONTE SALINO
ANODO
CATODO
OSSIDAZIONE
RIDUZIONE
POTENZIALE DI CELLA
ELETTRODO A IDROGENO
SERIE ELETTROCHIMICA
AGENTE OSSIDANTE
AGENTE RIDUCENTE
ELETTRODO DI RIFERIMENTO
ENERGIA LIBERA
LAVORO UTILE = LAVORO ELETTRICO
REAZIONE SPONTANEA
REAZIONE NON SPONTANEA
EQUAZIONE DI NERNST
ALL'EQUILIBRIO
LA BATTERIA SI SCARICA
PILE
A CONCENTRAZIONE
IRREVERSIBILI
REVERSIBILI
A SECCO
ALCALINE
AL PIOMBO
NICHEL-CADMIO
CORROSIONE


CONCETTI: AMBIENTE, SISTEMA, STATO, OMOGENEO, LAVORO, CALORE, ENERGIA INTERNA, 1° PRINCIPIO, ENTALPIA, ENTALPIA STANDARD DI FORMAZIONE, CAPACITA' TERMICA, DEFINIZIONE DI GAS IDEALE
TERMODINAMICA
SCAMBI DI ENERGIA TRA AMBIENTE E SISTEMA
ISOLATO
CHIUSO
APERTO
SISTEMA
AMBIENTE
SCAMBIO DI ENERGIA E SOTTRAZIONE MATERIA
COMPIERE LAVORO
CALORE
GRANDEZZA NON CONSERVATIVA NON E' FUNZIONE DI STATO
TRASFERIMENTO DI ENERGIA A CAUSA DI DIFFERENZA DI TEMPERATURA
POSITIVO: SE FATTO DAL SISTEMA
NEGATIVO: SE FATTO DALL'AMBIENTE
POSITIVO: FATTO DALL'AMBIENTE
NEGATIVO: FATTO DAL SISTEMA
ESPANSIONE
COMPRESSIONE
E' FUNZIONE DI STATO
NON DIPENDE DALLE TRASFORMAZIONI
E' DEFINITA DAGLI STATI INIZIALI E FINALI
ENERGIA INTERNA
SOMMA DELLE ENERGIE CINETICHE E POTENZIALI
TRASFERIMENTO DI CALORE
A VOLUME COSTANTE
A PRESSIONE COSTANTE
ENTALPIA
E' FUNZIONE DI STATO
PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA
DIPENDENZA DELL'ENERGIA INTERNA E DELL'ENTALPIA DALLA TEMPERATURA
L'ENERGIA INTERNA DI UN SISTEMA ISOLATO E' COSTANTE
CAPACITA' TERMICA
RAPPORTO TRA CALORE FORNITO E INCREMENTO DI TEMPERATURA
CAPACITA' TERMICA MOLARE
QUANTITA' DI CALORE NECESSARIA X INNALZARE DI 1°K UNA MOLE DI SOSTANZA
ENTALPIA STANDARD DI FORMAZIONE
RIFERITO AD 1 mol A 1 atm, 25°C
A TEMPERATURE DIVERSE
EQUAZIONE DI KIRCHOFF
DEFINIZIONE TERMODINAMICA DI GAS IDEALE
SE ΔU≈0 e T costante
PER I SOLIDI E I LIQUIDI
PER I GAS


ACIDI E BASI
SOLUZIONI SALINE
SOLUZIONI SALINE ACIDE
SOLUZIONI SALINE BASICHE
SALI CHE CONTENGONO ACIDI CONIUGATI DI BASI DEBOLI
SALI CHE CONTENGONO BASI CONIUGATE DI ACIDI DEBOLI
IDROLISI
SOLUZIONI TAMPONE
SOLUZIONI CHE SI OPPONGONO ALLA VARIAZIONE DI pH IN SEGUITO ALL'AGGIUNTA DI UN ACIDO O UNA BASE
ACIDO DEBOLE BASE CONIUGATA
BASE DEBOLE ACIDO CONIUGATO
TITOLAZIONE
INDICATORI
ACIDO FORTE BASE FORTE
ACIDO DEBOLE BASE FORTE
ACIDO FORTE BASE DEBOLE
ACIDI O BASI DEBOLI CHE HANNO DIVERSO COLORE DELLA SECONDA FORMA
PROTOLITICA ALL'EQUILIBRIO
PUNTO STECHIOMETRICO
PUNTO DI ARRESTO
PROCESSO DI SOLUBILITA'
COSTANTE DI EQUILIBRIO TRA IL SALE INDISCIOLTO E GLI IONI IN UNA SOLUZIONE SATURA
SI APPLICA AI SALI POCO SOLUBILI

I GAS

I vincoli tra le particelle dei solidi (1) e dei liquidi (2) sono sufficientemente forti da costituire un addensamento della materia.

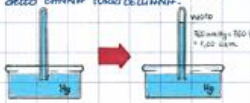
La differenza a livello microscopico tra lo stato gassoso e gli stati liquido e solido consiste principalmente nella distanza tra le particelle.

Lo stato gassoso invece è quello stato in cui la materia si presenta notevolmente rarefatta.

La **PRESSIONE** è quella grandezza fisica che esprime il rapporto fra la forza applicata e la superficie su cui la forza agisce.

ESPERIENZA DI TORRICELLI

Torricelli realizzò il primo barometro detto CANNA TORRICELLIANA.



LEGGE di DALTON ($P_i = X_i \cdot P$)

La pressione totale di un miscuglio gassoso è uguale alla somma delle PRESSIONI PARZIALI esercitate dai singoli gas nello stesso recipiente.

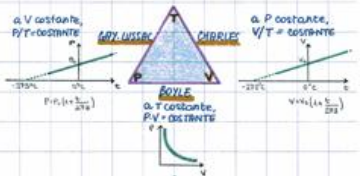
$P = P_A + P_B + \dots = P_i = \sum_i P_i$

$P_i = n_i RT/V \; ; \; P = \sum_{i=n} RT/V$

Il rapporto $P_i/P = n_i/\sum_{i=n} = X_i$

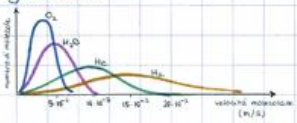
(X_i = FRAZIONE MOLARE).

LEGGI di BOYLE, CHARLES e GAY-LUSSAC



TEORIA CINETICA DEI GAS

Questa teoria stabilisce che la velocità media delle molecole aumenta al diminuire della loro massa. La velocità di una particolare particella cambia continuamente a causa dell'elevato numero di collisioni e al conseguente scambio di energia cinetica.



Nel secolo scorso **MAXWELL** e **BOLTZMAN** studiarono la funzione matematica della distribuzione delle velocità molecolari in un gas. La rappresentazione grafica della funzione è:

Combinando le leggi di Boyle e Charles si ha la

EQUAZIONE DI STATO DEI GAS

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

dove **R** è la costante universale dei gas e vale

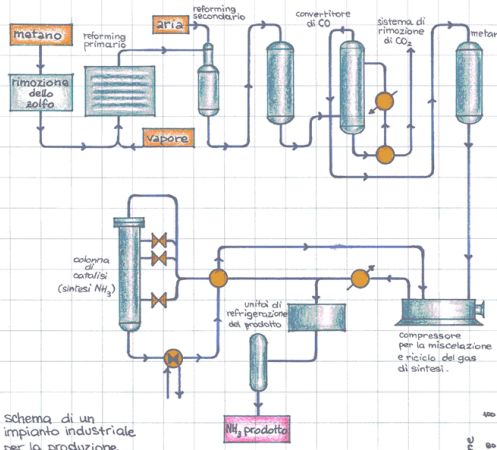
$R = 8{,}2057 \cdot 10^{-2} \; \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$

Dall'equazione di stato dei gas si può calcolare la **DENSITÀ ASSOLUTA** di un gas

$d = g/V = P(PM)/RT$

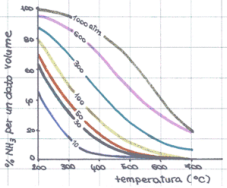
Tuttavia i gas reali non soddisfano l'equazione $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, in quanto assumono comportamenti ben diversi, in certe condizioni, dai gas ideali.

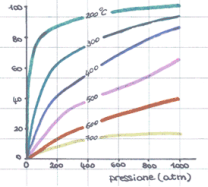
SINTESI DELL'AMMONIACA



Schema di un impianto industriale per la produzione di ammoniaca

CH_4 →	1	desulfurazione	lo zolfo avvelena il catalizzatore.
$H_2O_{(g)}$ →	2	reforming primario	$CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + H_2$ $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$
		10% CH_4	
aria →	3	reforming secondario	$CH_4 \; O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
	4	ossidazione CO	$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$
	5	rimozione CO_2	Assorbimento su soluzioni alcaline $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
		0,3% CO e 0,1% CO_2	
	6	metanazione	$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$ $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$
	7	compressione	La pressione passa da 25 atm a 250 atm
	8	sintesi	il reattore opera a 450°C ~ il gas in uscita contiene 15% NH_3





LE SOLUZIONI

Nome:
Cognome:

Sono miscele omogenee liquide. Se sono miscele di un liquido con un solido o un gas il liquido viene detto SOLVENTE, mentre il solido o il gas SOLUTO. Nel caso di miscele liquido-liquido, generalmente quello presente in maggior quantità viene considerato come solvente.

La composizione di una soluzione si esprime attraverso la CONCENTRAZIONE della soluzione.

PER CENTO IN PESO

$\%_{in\ peso} = \frac{grammi\ soluto}{100\ grammi\ di\ soluzione}$

FRAZIONE MOLARE

$X = \frac{numero\ di\ moli\ soluto}{numero\ di\ moli\ totali}$

MOLARITÀ

$M = \frac{numero\ di\ moli\ soluto}{numero\ litri\ soluzione}$

MOLALITÀ

$m = \frac{numero\ di\ moli\ soluto}{numero\ chilogrammi\ solvente}$

GAS NEI LIQUIDI

Il rapporto tra la concentrazione del gas nella fase gassosa e nella fase liquida è costante.

LEGGE di HENRY: *la massa di gas (m) che si scioglie in un liquido a temperatura costante è proporzionale alla pressione parziale del gas.*

$m = k \cdot P$

es. hanno solubilità elevata: HCl, HBr, HI, HF, H_2S, NH_3, SO_2, Cl_2; hanno poca solubilità: N_2, H_2, NO, CH_4 ...

LIQUIDI NEI LIQUIDI

LEGGE di RAOULT: *la pressione di vapore (P_A) di un componente A in una soluzione è data dal prodotto della pressione di vapore del componente A puro (P_A°) per la frazione molare (X_A) del componente A nella soluzione.*

$P_A = X_A \cdot P_A^\circ \qquad P_B = X_B \cdot P_B^\circ$

$P = X_A \cdot P_A^\circ + X_B \cdot P_B^\circ$

es. B è più volatile di A $\Rightarrow P_B > P_A$

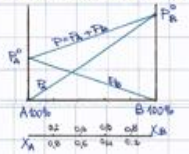
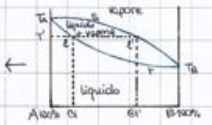
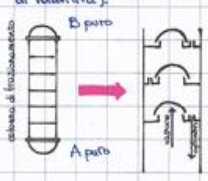


Diagramma isobaro di una soluzione di due liquidi A e B. T_A = temperatura di ebollizione di A puro. T_B = temperatura di ebollizione di B puro. r = curva di equilibrio del liquido. S = curva di vapore. C_L = composizione del liquido. C_V = composizione del vapore.



DISTILLAZIONE

È la trasformazione di un liquido in vapore e successiva condensazione. È usata come mezzo di purificazione ovvero può separare completamente due componenti (con differenza di volatilità).



ELETTROLITI

Sono quei soluti che aumentano la conducibilità della soluzione.

FORTI: si dissociano completamente
es. $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

DEBOLI: si dissociano parzialmente
es. $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

GRADO DI DISSOCIAZIONE (α): è il rapporto tra il numero di molecole dissociate e il numero di molecole iniziali.

SOLUTI:
- NON ELETTROLITI ($\alpha = 0$)
- ELETTROLITI:
  - DEBOLI ($0 < \alpha < 1$)
  - FORTI ($\alpha = 1$)

α DIPENDE DA: 1- Solvente, 2- Natura soluto, 3- Temperatura, 4- concentrazione.

la SOLUBILITÀ dipende da:
1- Natura solvente
2- Natura soluto
3- Temperatura
4- Pressione.

SOLIDI NEI LIQUIDI

a- La pressione di vapore è zero, quindi

$P = X_A \cdot P_A^\circ + X_B \cdot P_B^\circ$

$X_B = \frac{P_A^\circ - P_A}{P_A^\circ}$

b- si abbassa il punto di congelamento

$\Delta T_c = k_c \cdot m$

(m = molalità, k_c = costante crioscopica)

c- si innalza il punto di ebollizione

$\Delta T_e = k_e \cdot m$

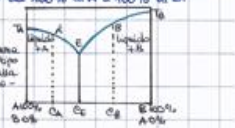
(k_e = costante ebullioscopica)

d- Il passaggio di solvente attraverso una membrana da una soluzione più diluita ad una più concentrata prende il nome di OSMOSI.

$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$ (π = PRESSIONE OSMOTICA)

SOLIDI NEI SOLIDI

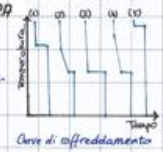
Nei sistemi a due componenti in equilibrio solido-liquido, il campo di concentrazione si estende da 100% di A a 100% di B.



Un diagramma di questo tipo è dato dalla lega zinco-cadmio

ANALISI TERMICA

Viene usata per ricavare i diagrammi di stato delle leghe metalliche.



Curve di raffreddamento

TEORIA ATOMICA

DALLE LEGGI DELLA CHIMICA

1783 - A. LAVOISIER
LEGGE della CONSERVAZIONE della MASSA
"In ogni reazione chimica, la massa dei prodotti è uguale alla massa dei reagenti."

1799 - J.L. PROUST
LEGGE delle PROPORZIONI DEFINITE
"Gli elementi che reagiscono per dare un composto si uniscono sempre secondo un rapporto in peso definito e costante, caratteristico del composto stesso."

1803 - J. DALTON
LEGGE delle PROPORZIONI MULTIPLE
"A una quantità in peso fissa di un elemento corrispondono quantità in peso dell'altro che stanno fra loro in rapporti espressi da numeri interi e piccoli."

1808 - DALTON enuncia la TEORIA ATOMICA la cui affermazione fondamentale è che TUTTA LA MATERIA È FORMATA DA ATOMI

Per Dalton gli atomi hanno una massa ed è l'unica caratteristica che permette agli atomi di distinguersi tra loro.

Per i filosofi greci (come Democrito - V sec. a.C.) erano indivisibili e invisibili.

1808 - J.L. GAY-LUSSAC
LEGGE dei VOLUMI
"I volumi di due gas che si combinano stanno fra loro in un rapporto esprimibile con numeri interi e semplici; se il prodotto è ancora un gas, anche il suo volume è espresso da un numero intero e semplice rispetto ai volumi dei reagenti."

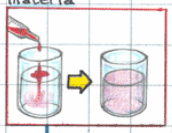
Possibilità di stabilire una TABELLA DEI PESI ATOMICI (atomo di riferimento = H)

1811 - A. AVOGADRO
PRINCIPIO di AVOGADRO
"Volumi uguali di gas anche diversi, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione, contengono lo stesso numero di molecole."

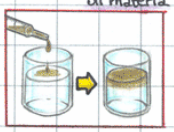
1860 - I° CONGRESSO INTERNAZIONALE DI CHIMICA (KARLSRUHE)
S. CANNIZZARO, basandosi sul principio di Avogadro, propone un utile metodo per la determinazione delle MASSE ATOMICHE.
REGOLA DI CANNIZZARO: permette di stabilire la massa atomica di un determinato elemento quando siano note le masse molecolari di una serie di composti e i contributi percentuali in essi dello stesso elemento.

MATERIA

OMOGENEA
Stessa composizione in ogni punto di una certa porzione di materia



ETEROGENEA
composizione diversa da punto a punto in una certa porzione di materia



SOLUZIONE
è costituita da molecole diverse

SOSTANZA PURA

ELEMENTO
porzione omogenea di materia costituita da atomi della stessa specie.
ES. O_2, H_2 ...

COMPOSTO
porzione omogenea di materia non costituita da atomi di una sola specie.
ES. H_2O, HCl ...

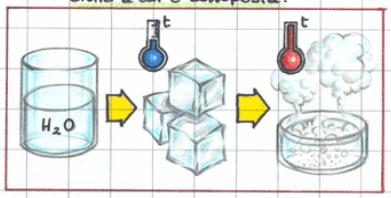
STATI DI AGGREGAZIONE

LIQUIDO
materia in forma molecolare o ionica. I liquidi assumono la forma del recipiente che li contiene

SOLIDO
le molecole, ioni e atomi hanno assunto una distribuzione ordinata formando un cristallo. I solidi conservano la loro forma e hanno un volume specifico.

GASSOSO
materia sempre in forma di molecole, costituite da uno o più atomi legati tra loro. I gas tendono ad espandersi e ad assumere forma e volume del recipiente che li contiene.

una stessa sostanza può passare da uno stato ad un altro a seconda della temperatura e pressione a cui è sottoposta.



LE REAZIONI DI OSSIDO-RIDUZIONE

Sono reazioni chimiche che sono in grado di produrre elettricità. Comportano variazioni del NUMERO DI OSSIDAZIONE. Per uno o più elementi

ES. $4Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$

Il NUMERO DI OSSIDAZIONE è la carica che sarebbe presente sull'atomo dell'elemento se gli elettroni di ogni legame di quell'atomo fossero assegnati all'atomo più elettronegativo.

REGOLE:
1. Tutti gli atomi allo stato elementare hanno num. di ossidazione 0.
2. Il F combinato ha sempre num. di ossidazione −1.
3. Nei composti, il num. di ossidazione dei metalli coincide con la valenza, col segno ⊕.
4. I numeri di ossidazione devono essere in accordo con la conservazione della carica.
5. L'H nei composti ha num. di ossidazione +1; negli idruri metallici ha −1.
6. L'O nei composti ha num. di ossidazione −2 eccetto nei composti con legame perossidico, in cui è −1 e in OF_2 dove è +2.

OSSIDAZIONE = reazione in cui un elemento subisce una perdita di elettroni.
RIDUZIONE = reazione in cui un elemento acquista uno o più elettroni.

AGENTE RIDUCENTE
La specie che perde elettroni.

AGENTE OSSIDANTE
La specie che acquista elettroni

Nell'esempio sopra riportato Fe si comporta da agente ossidante, mentre C è riducente.

ATOMO

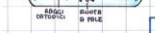
A greco = "non divisibile"

Attraverso lo studio di FENOMENI ELETTRICI si è scoperta una struttura più complessa

RICERCHE RELATIVE AL PASSAGGIO DELLA CORRENTE ELETTRICA ATTRAVERSO I GAS

RAGGI CATODICI

HANNO NATURA CORPUSCOLARE (mettono in moto una ruota a pale)



HANNO CARICA NEGATIVA (Sono attirati dall'anodo (+))

ELETTRONI

RAGGI CANALE

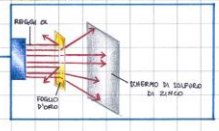
PARTICELLE CARICHE POSITIVAMENTE PRODOTTE A SEGUITO DELL'IMPATTO DEI RAGGI CATODICI SUGLI ATOMI CHE FORMANO IL GAS CONTENUTO NEL TUBO.

PROTONI

PRIMI MODELLI ATOMICI

1904 - J.J. THOMSON
MODELLO A "PANETTONE"
elettroni (negativi) immersi in una sfera di carica positivamente.

1911 - E. RUTHERFORD
ESPERIMENTO con RAGGI α (nuclei di He)
Dei raggi α (nuclei di He) vennero sparati contro un foglio d'oro. Rutherford osservò che mentre la maggior parte dei raggi attraversavano indisturbati il foglio, alcuni venivano deviati, altri addirittura riflessi.



MODELLO PLANETARIO
Un nucleo (carico positivamente) attorno al quale ruotano gli elettroni.

LIQUIDI

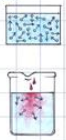
Non hanno volume proprio; sono praticamente incomprimibili; la densità è più grande rispetto a quella dei gas.

PROPRIETÀ DEI LIQUIDI

FLUIDITÀ E VISCOSITÀ
I liquidi possono scorrere in quanto le loro particelle hanno una forma vicino a quella sferica.

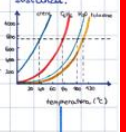
TENSIONE SUPERFICIALE
Ci sono forze attrattive, perché le particelle interagiscono, queste forze sono sbilanciate nella superficie con una attrazione verso il corpo liquido.

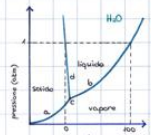
DIFFUSIONE
I liquidi miscibili diffondono in seguito al loro continuo movimento e continue collisioni.



EVAPORAZIONE
Le molecole di un liquido, se lasciato all'aria, passano alla fase di vapore.

La pressione di vapore (o tensione di vapore, detta anche tensione del vapore saturo) è la pressione esercitata da un vapore in equilibrio termodinamico con la sua fase condensata (liquida o solida) a una data temperatura in un sistema chiuso.





Se il processo di evaporazione avviene in un recipiente parzialmente riempito di liquido in cui si sia fatto il vuoto, si raggiunge uno stato di equilibrio tra molecole nello stato gassoso esercitano una pressione e quelle che colpiscono la superficie del liquido vi entrano.
La pressione di equilibrio prende il nome di TENSIONE DI VAPORE del liquido.

DIAGRAMMA DI STATO DELL'ACQUA
a = curva di tensione di vapore della sostanza allo stato solido.
b = curva di tensione di vapore della sostanza allo stato liquido.
c = punto triplo (in cui solido e liquido hanno la stessa tensione di vapore).
d = curva dell'equilibrio solido – liquido.

A study on Scoring Concept Maps

Voti 2009-2010

Nome	M R	1° parz.	2° parz.	Pro bls	MS LQ	GA LT	FI Gs	Voto	Mappe	Sunti
	M	20	29	77	159	20	13	24		16
+	M	23	27	44	214	18	16	27		14
	R	15	30	61	211			20		20
	R	30	30	126	212	20	14	26		6
	M	20	15 2 2	200	224	21	4	18	2	7
+	R	30	30	267	227	20	14	28		19
	M	27	27	161	198	23	7	30 L		12
		30	17	44				28	5	
+		30	30	106	217	23	14	30	17	
+		20	27	345	177			26	18	7
	R	10	4	170	196			26	1	15
	M	20	24	218	182	20	9	22	6	
	R	27	22	38	184			24		2
+	R	25	30	129	233	24	8	30 L		11
+	R	30	27	41	203	21	2	18	1	13
	R	5	½ 2	98	203			21		20
	M	25	27	216	209	23	15	28		3
++	R	10	2½	160	204			25		17
	R	8	1 2	219	239			18		17
	R	25	25	190	165	21	16	21		
	R	30	27	228	206	23	7	30	2	16
+	R	30	27	157	220	19	15	28		10
	R	30	22	335	207	19	14	28		6
	M	30	19	301	222	21	10	22	15	
	M	25	25	37	201	23	14	27	9	
	R	20	5 3	105	199			18	18	
		25	22	138	181	23	13	24	18	
	R	8	1½ 3½	148	213			23		25
	M	15		303				21	13	14
	R	30		174	224			30 L		17
++		30	30	180	245			30 L	10	
	M	5	2½	9	203			18	18	
	R	30	17	128		24	16	28		21
	M	30	30	99	183	21	17	30	5	12
	M	25	26	69	186	20	15	26	5	
	R	30	24	167	223	18	14	27		14
+	R	30	25	116	236	23	17	30 L		
	M	30	27	293	217	23	9	30	20	
	R	30	21	114	217	23	18	26	16	
		27	20	271	184	19	16	24		25
	R	12	2½	82	189			18		18
	M	25	30	272	207	20		30		20
+	M	27	20	103	249	21	11	30	11	
	M	20	18	62	201	22	14	23	16	
	M	29	20	157	196	15	8	23	18	
		15	23	250	221	15	15	26		19
	M	30	30	159	194		14	30 L	10	9
	R	10	30	259	214	19		26		13
++	M	30	20	96	191	19	18	30 L	14	
	R	24	30	47	206	22	18	18	6	
	M	20	25	159	231			24		20
+	R	22	18	29	189			20		16
		20	30	100	217	22	17	24	22	
	R	10	25	213	183	20	8	27		14
	M	30	30	247	247	21	6	30 L		11
	M	0	3	159	208			26	8	
	M			65	171			25		
		30	27	84	190			28		
	M	30	20	51	230	19	11	18	2	3
	M	20	20	159	193	21	13	23		
	M	30	20	186	218	19	12	21		
	R	30	30	181	170			30 L		13
	R	30	30	171				27		16
	M	25	25	180	191	23	11	27	23	
		17	27	267	151	18	16	26	20	m/r?
++		30	30	136	227	15	15	30 L		20
	R	27	25	177	194	23	14	27		15
	M	25	30	244	217	10	17	30	m/r?	21
	R	25	27	93	202	21	16	24	m/r?	17
	R	30	25	249	200	23	16	27		21
	M	23	20		208			27		22

Scoring Concept Maps

In a 2 x 2 instructional technique (concept mapping or summarizing) 345 engineering class (section A and B) experiment students in each section were randomly assigned, half to each instructional treatment

At the end of the course, students' achievement was measured on a problem-solving test, an oral examination and other assessments

Scoring Concept Maps

A one way ANOVA was performed looking for correlations with:

- **The Final Exam Score;**
- **Midterm Score (first partial written exam);**
- **Number of Problems solved during the course;**

- Creative Problem Solving;
- Pintrich's Motivated Strategies for Learning Questionnaire;
- Field Dependent/Field Independent Test;
- Number of Concept Maps turned in
- Number of Summaries turned in

Scoring Concept Maps

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Creative Problem Solving	Neither	0	.	.	.	.	.	.	.
	Map	5	1.20	.447	.200	.64	1.76	1	2
	Resume	2	1.00	.000	.000	1.00	1.00	1	1
	Both	2	1.00	.000	.000	1.00	1.00	1	1
	Total	9	1.11	.333	.111	.85	1.37	1	2
Midterm Score	Neither	7	21.57	8.810	3.330	13.42	29.72	5	30
	Map	32	21.44	8.784	1.553	18.27	24.60	0	30
	Resume	28	19.89	8.377	1.583	16.64	23.14	0	30
	Both	14	20.07	9.161	2.448	14.78	25.36	3	30
	Total	81	20.68	8.580	.953	18.78	22.58	0	30
Final Exam Score	Neither	7	21.43	9.863	3.728	12.31	30.55	2	30
	Map	27	28.00	3.013	.580	26.81	29.19	20	30
	Resume	23	26.78	5.931	1.237	24.22	29.35	5	30
	Both	11	26.45	5.466	1.648	22.78	30.13	15	30
	Total	68	26.66	5.643	.684	25.30	28.03	2	30
Number of Problems Completed and Given to Liberato	Neither	6	78.17	69.718	28.462	5.00	151.33	16	207
	Map	30	118.97	73.963	13.504	91.35	146.58	11	288
	Resume	27	96.70	52.585	10.120	75.90	117.51	13	212
	Both	14	121.07	98.830	26.414	64.01	178.13	14	406
	Total	77	108.36	72.238	8.232	91.97	124.76	11	406
Pintrich's Motivated Strategies for Learning Questionnaire	Neither	4	195.50	18.267	9.133	166.43	224.57	176	213
	Map	28	206.04	15.332	2.897	200.09	211.98	178	237
	Resume	28	214.18	22.601	4.271	205.41	222.94	176	250
	Both	11	214.82	22.122	6.670	199.96	229.68	178	246
	Total	71	210.01	20.021	2.376	205.28	214.75	176	250
Field Dependence/Field Independence Test	Neither	6	12.67	3.077	1.256	9.44	15.90	10	17
	Map	24	11.04	3.127	.638	9.72	12.36	4	17
	Resume	22	12.73	2.979	.635	11.41	14.05	4	17
	Both	11	12.18	3.027	.913	10.15	14.22	6	16
	Total	63	11.98	3.077	.388	11.21	12.76	4	17
Total Class Score (midterm+final+oral exam)	Neither	7	27.29	3.450	1.304	24.09	30.48	23	30
	Map	32	24.66	3.756	.664	23.30	26.01	18	30
	Resume	29	23.90	4.047	.752	22.36	25.44	18	30
	Both	14	25.79	4.388	1.173	23.25	28.32	18	30
	Total	82	24.80	4.004	.442	23.93	25.68	18	30
Number of concept maps turned in	Neither	0	.	.	.	.	.	.	.
	Map	32	16.1250	5.28388	.93407	14.2200	18.0300	3.00	25.00
	Resume	6	1.1667	.40825	.16667	.7382	1.5951	1.00	2.00
	Both	13	5.5385	4.27425	1.18546	2.9556	8.1214	2.00	15.00
	Total	51	11.6667	7.57804	1.06114	9.5353	13.7980	1.00	25.00
Number of resumes turned in	Neither	0	.	.	.	.	.	.	.
	Map	2	4.0000	4.24264	3.00000	-34.1186	42.1186	1.00	7.00
	Resume	29	16.0690	4.65933	.86522	14.2967	17.8413	1.00	25.00
	Both	14	13.0000	4.20622	1.12416	10.5714	15.4286	3.00	18.00
	Total	45	14.5778	5.17638	.77165	13.0226	16.1329	1.00	25.00

Scoring Concept Maps

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Creative Problem Solving	2.370	2	6	.174
Midterm Score	.061	3	77	.980
Final Exam Score	3.054	3	64	.035
Number of Problems Completed and Given to Liberato	1.754	3	73	.163
Pintrich's Motivated Strategies for Learning Questionnaire	1.813	3	67	.153
Field Dependence/Field Independence Test	.078	3	59	.972
Total Class Score (midterm+final+oral exam)	.401	3	78	.752
Number of concept maps turned in	4.388	2	48	.018
Number of resumes turned in	.011	2	42	.989

Scoring Concept Maps

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Creative Problem Solving	Between Groups	.089	2	.044	.333	.729
	Within Groups	.800	6	.133		
	Total	.889	8			
Midterm Score	Between Groups	46.458	3	15.486	.204	.893
	Within Groups	5843.196	77	75.886		
	Total	5889.654	80			
Final Exam Score	Between Groups	240.866	3	80.289	2.715	.052
	Within Groups	1892.355	64	29.568		
	Total	2133.221	67			
Number of Problems Completed and Given to Liberato	Between Groups	14775.460	3	4925.153	.942	.425
	Within Groups	381818.4	73	5230.388		
	Total	396593.8	76			
Pintrich's Motivated Strategies for Learning Questionnaire	Between Groups	2025.278	3	675.093	1.737	.168
	Within Groups	26033.708	67	388.563		
	Total	28058.986	70			
Field Dependence/Field Independence Test	Between Groups	36.692	3	12.231	1.311	.279
	Within Groups	550.292	59	9.327		
	Total	586.984	62			
Total Class Score (midterm+final+oral exam)	Between Groups	81.184	3	27.061	1.733	.167
	Within Groups	1217.694	78	15.611		
	Total	1298.878	81			
Number of concept maps turned in	Between Groups	1785.769	2	892.885	39.480	.000
	Within Groups	1085.564	48	22.616		
	Total	2871.333	50			
Number of resumes turned in	Between Groups	323.116	2	161.558	7.928	.001
	Within Groups	855.862	42	20.378		
	Total	1178.978	44			

Scoring Concept Maps

Midterm Score

Tukey HSD[a,b]

Received treatment condition	N	Subset for alpha = .05
		1
Resume	28	19.89
Both	14	20.07
Map	32	21.44
Neither	7	21.57
Sig.		.956

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.222.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Final Exam Score

Tukey HSD[a,b]

Received treatment condition	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Neither	7	21.43	
Both	11	26.45	26.45
Resume	23	26.78	26.78
Map	27		28.00
Sig.		.072	.890

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.727.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Scoring Concept Maps

Number of Problems Completed and Given to Liberato

Tukey HSD[a,b]

Received treatment condition	N	Subset for alpha = .05
		1
Neither	6	78.17
Resume	27	96.70
Map	30	118.97
Both	14	121.07
Sig.		.436

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.967.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Pintrich's Motivated Strategies for Learning Questionnaire

Tukey HSD[a,b]

Received treatment condition	N	Subset for alpha = .05
		1
Neither	4	195.50
Map	28	206.04
Resume	28	214.18
Both	11	214.82
Sig.		.146

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.701.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Scoring Concept Maps

Field Dependence/Field Independence Test

Tukey HSD[a,b]

Received treatment condition	N	Subset for alpha = .05
		1
Map	24	11.04
Both	11	12.18
Neither	6	12.67
Resume	22	12.73
Sig.		.548

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 11.604.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Total Class Score (midterm+final+oral exam)

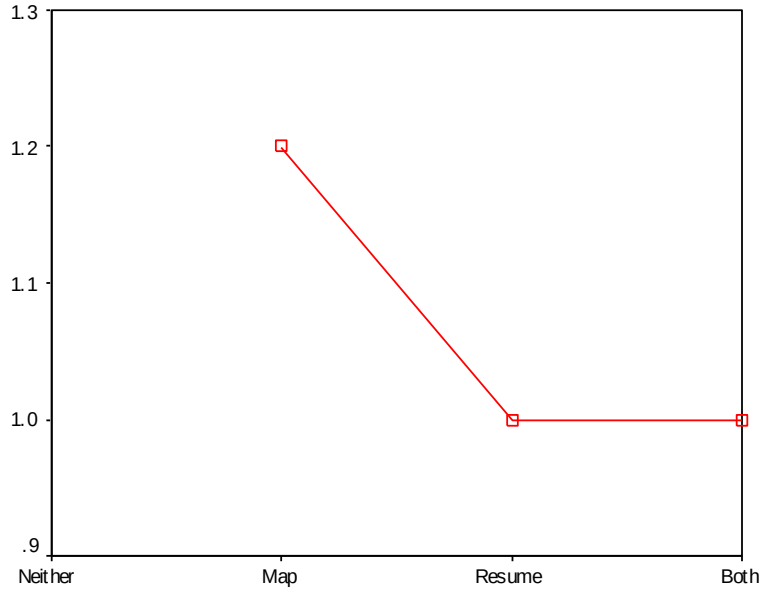
Tukey HSD[a,b]

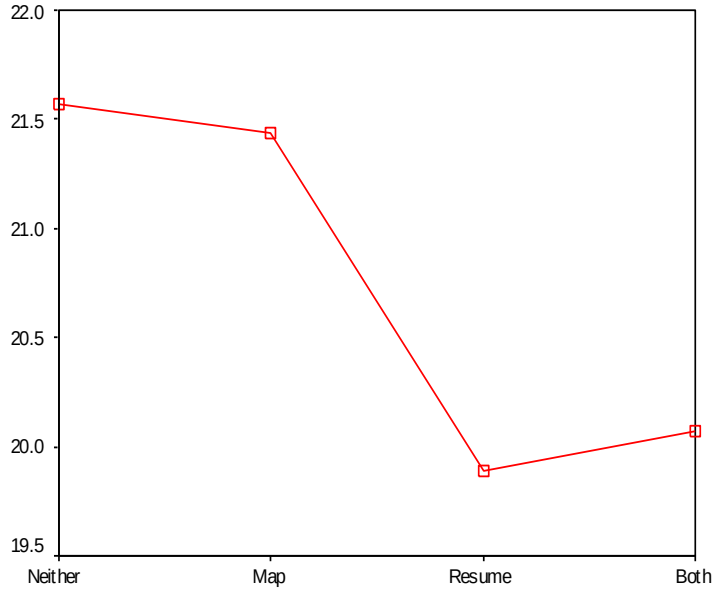
Received treatment condition	N	Subset for alpha = .05
		1
Resume	29	23.90
Map	32	24.66
Both	14	25.79
Neither	7	27.29
Sig.		.109

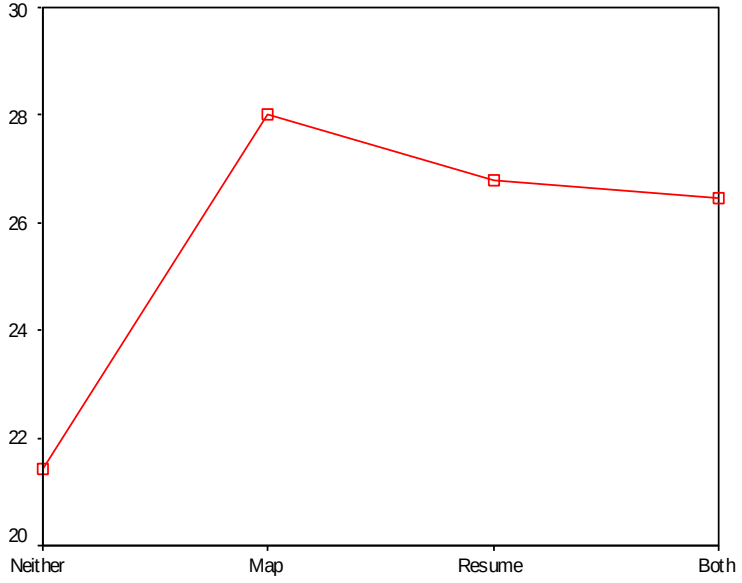
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

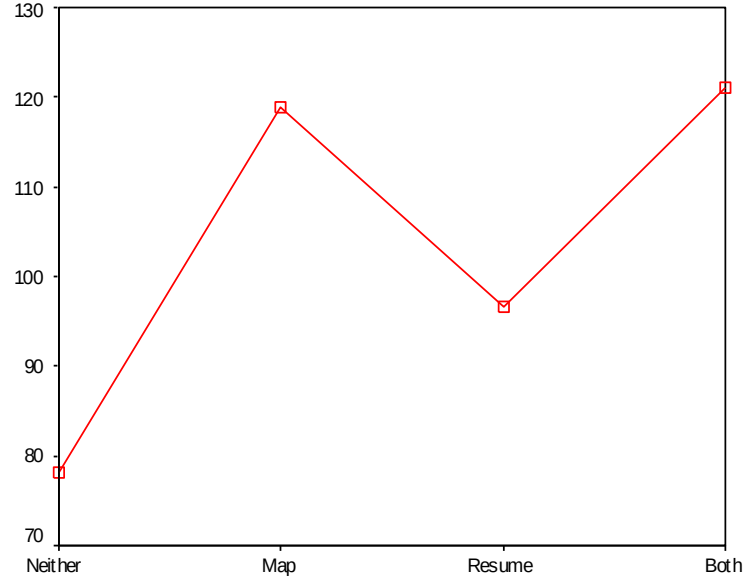
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.285.

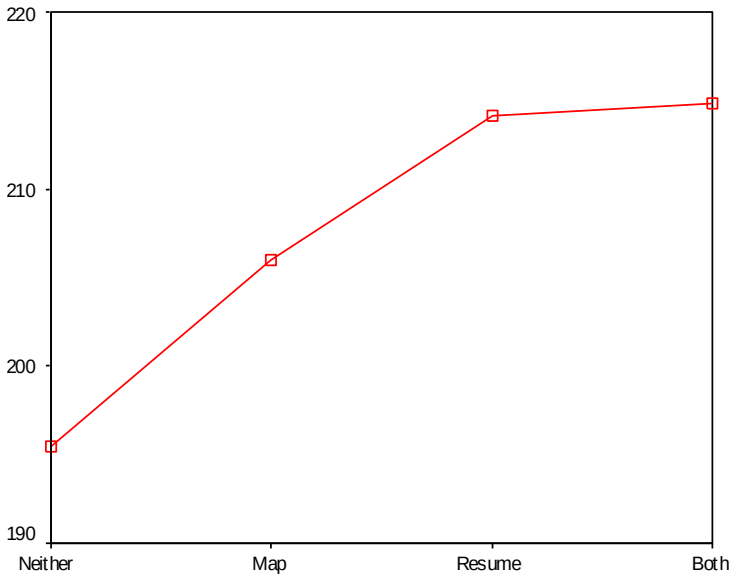
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

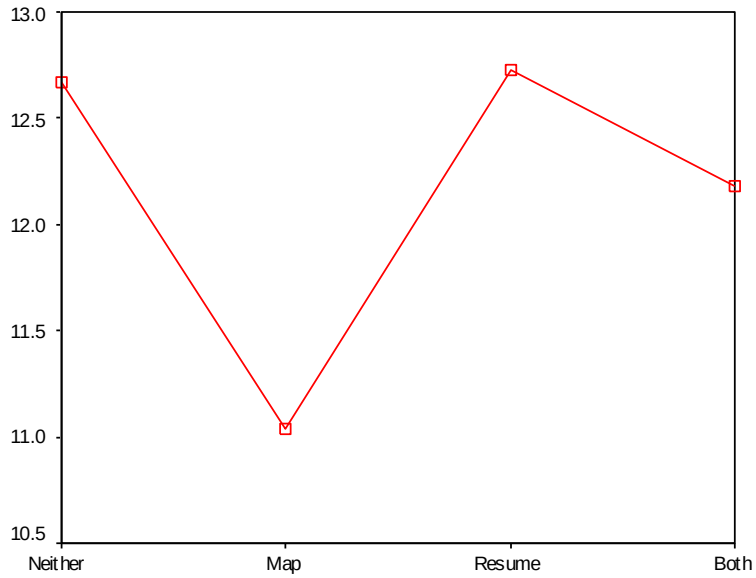

1.3
1.2
1.1
1.0
.9
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition

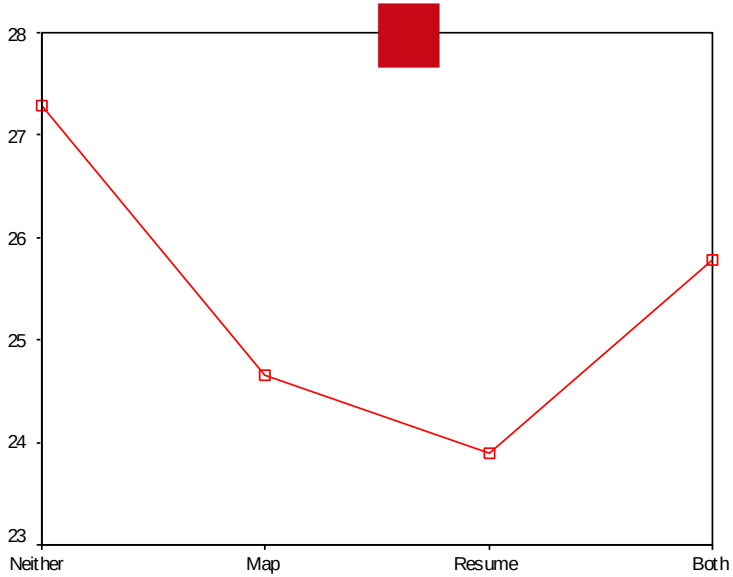

22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition

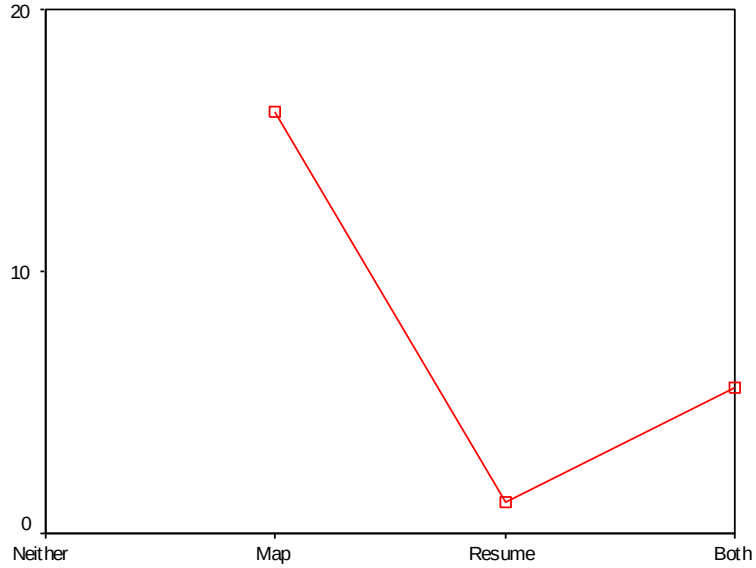

30
28
26
24
22
20
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition


130
120
110
100
90
80
70
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition


220
210
200
190
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition


13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition


28
27
26
25
24
23
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition


20
10
0
Neither
Map
Resume
Both
Received treatment condition

Gifted Students

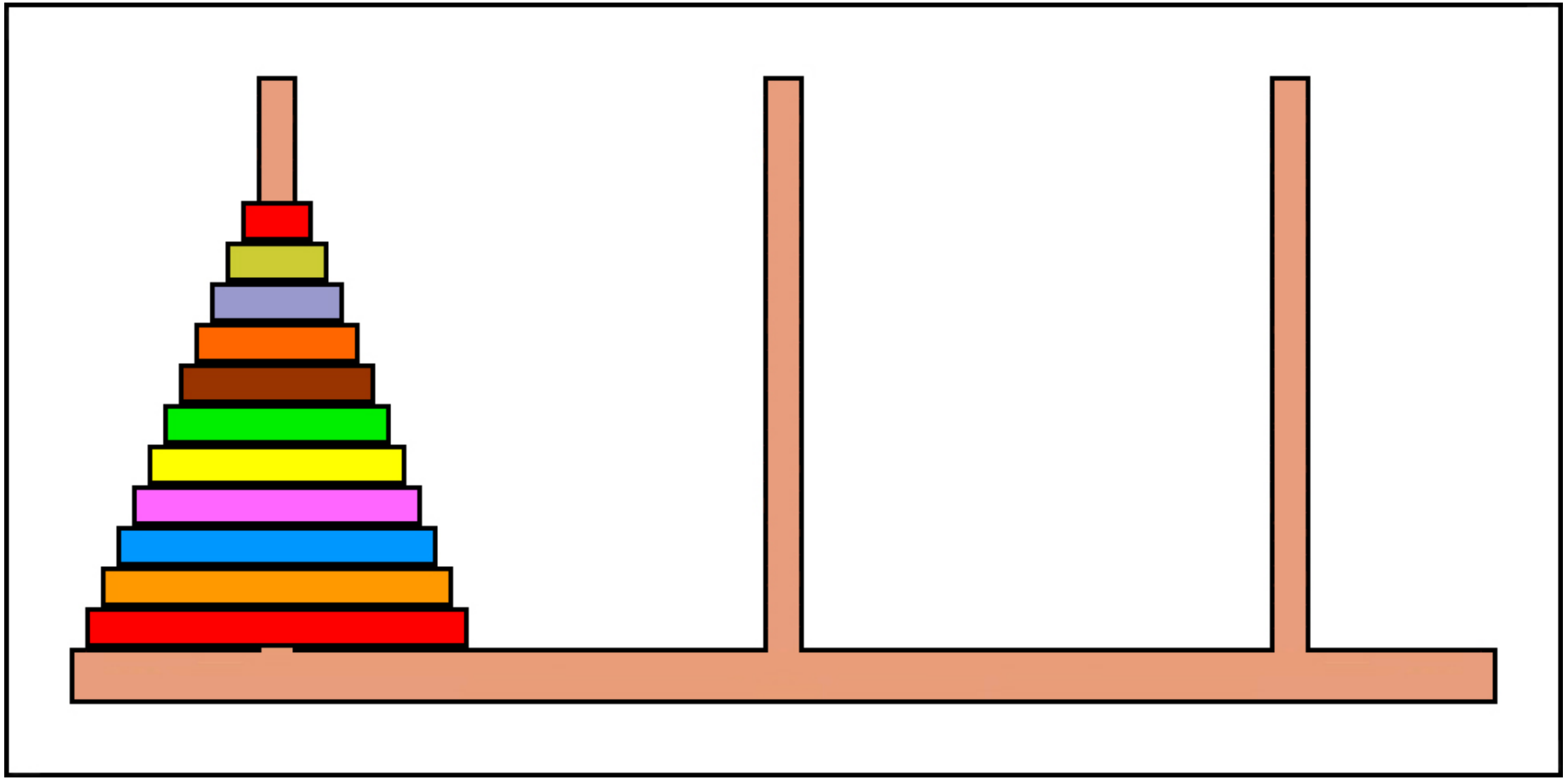
Higher-order cognitive skills

Problem solving is an higher-order cognitive skill

To solve a problem is different from knowing a concept or a formula

Teach Less, Learn More

Hanoi tower

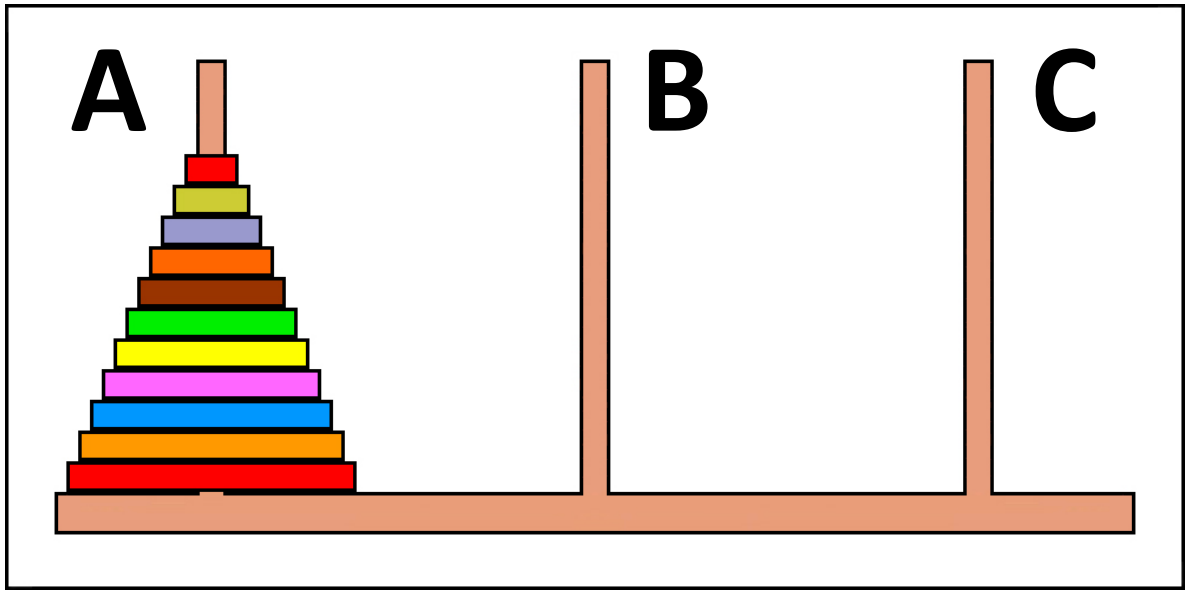


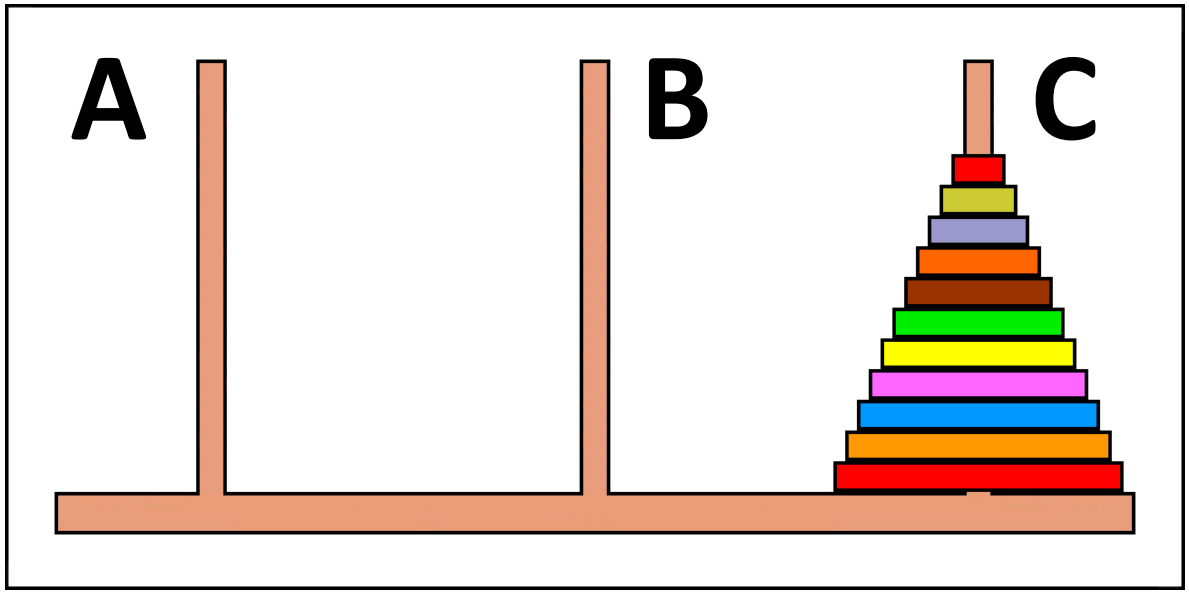
Restrictions

1. The only allowed move is to grab one disk from the top of one peg and drop it on another peg

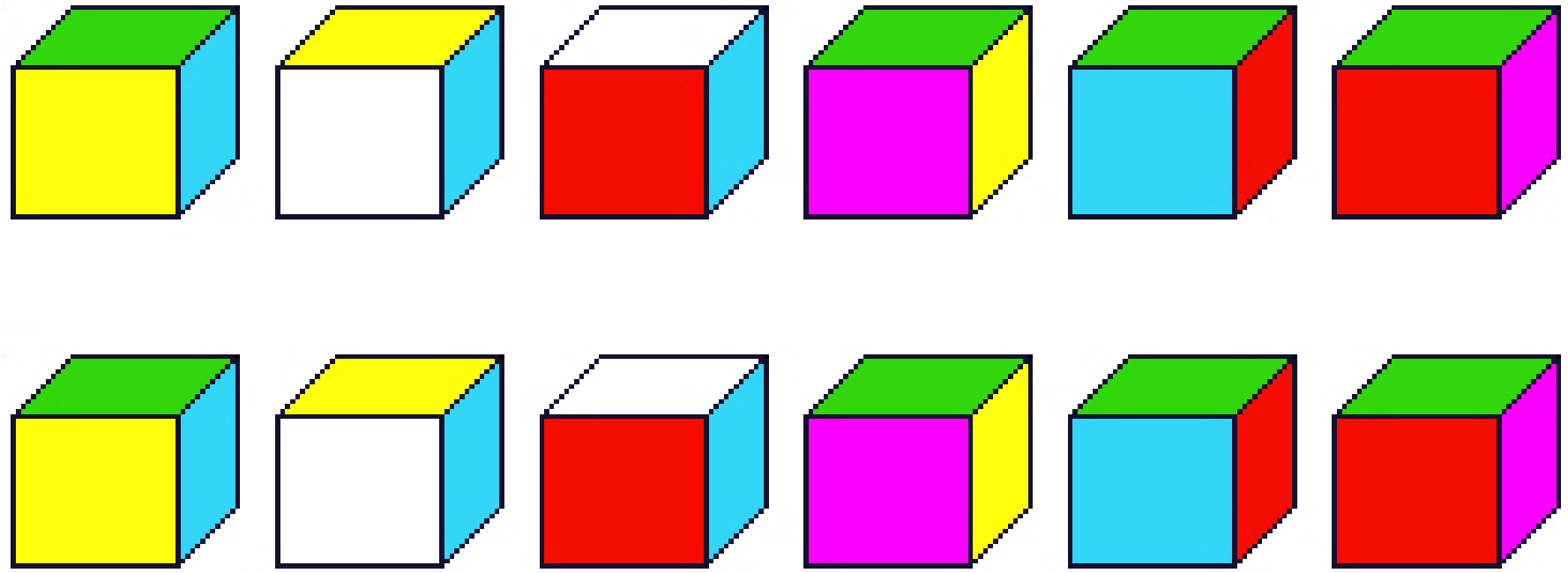
2. A larger disk can never lie above a smaller disk

The solution





We have 12 small cubes apparently equal



One of them has a weight different from the others

There is also a scale with two pans

How is it possible, with only 3 weighing, to establish exactly which weights differently from the others and if it weights more or less?

CRYPTARITHMETIC

D O N A L D +

G E R A L D =

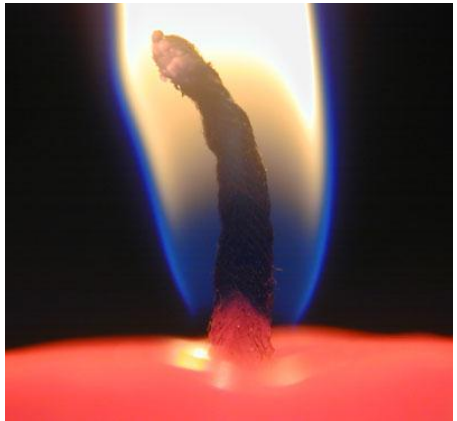
R O B E R T

F. C. Barlett, *Thinking*, Allen & Unwin, London, 1958, p. 51

Creativity in Problem Solving

A mixture formed by NaCl, NaClO and KClO contains 16.64% of oxygen and 21.52% of Na

Calculate the percentage of K in the mixture (mxt)



Rules of the game

It is allowed to use only the reasoning

Mathematical crutches such as linear equations or systems of equations are not allowed

The problem

A mixture of CH_4O, C_6H_6, and C_7H_6O weighing 44.37 g has the following elemental analysis: C = 68.74%; H = 8.905%; O = 22.355%.

How many grams of C_6H_6 are contained in the mixture?

Conclusions

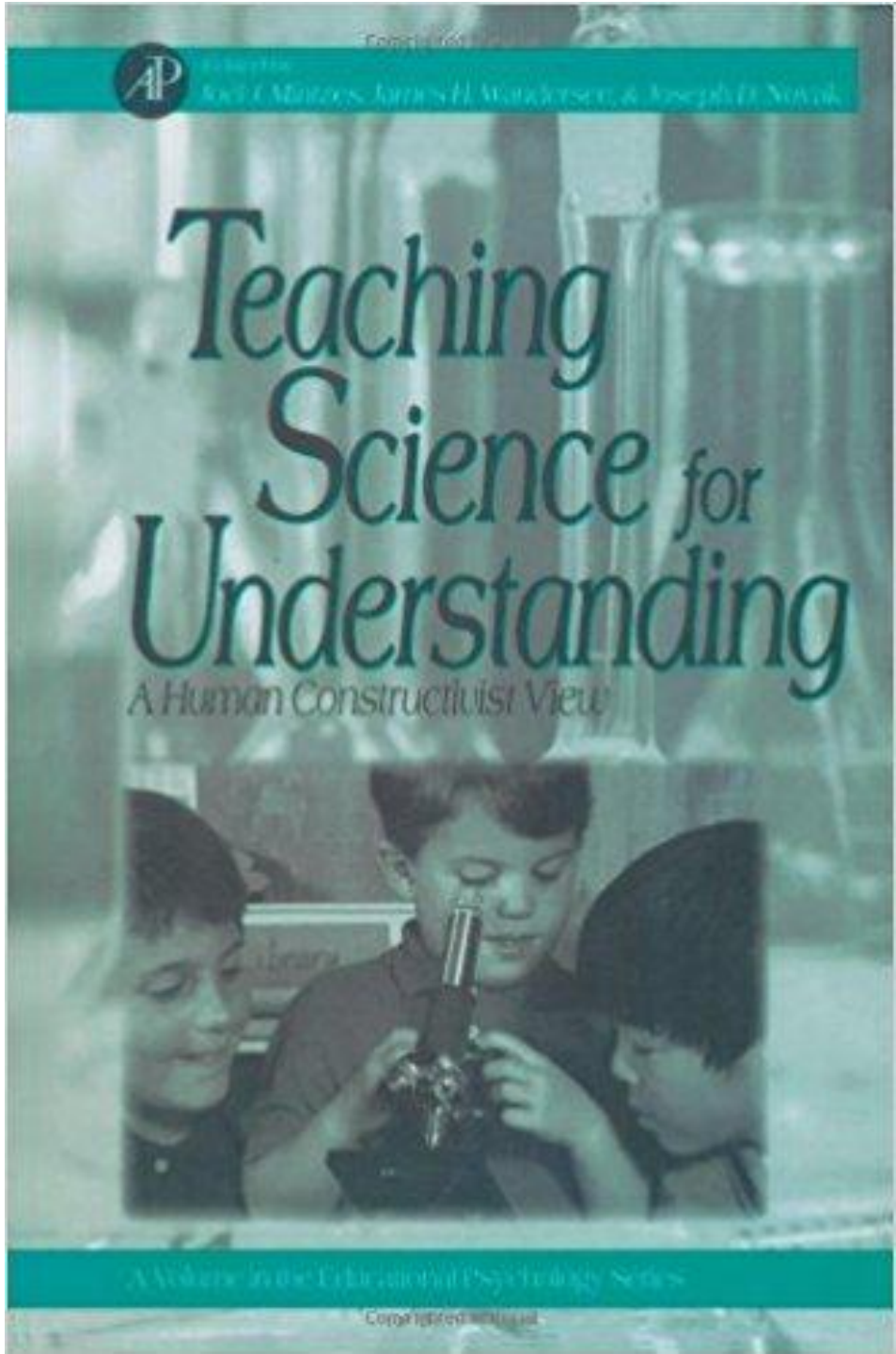
Concept Maps

Concept maps are a way to represent knowledge

They were invented in 1972 by Joseph Novak

LEARNING HOW TO LEARN

Joseph D. Novak
D. Bob Gowin



Knowledge is *constructed* idiosyncratically

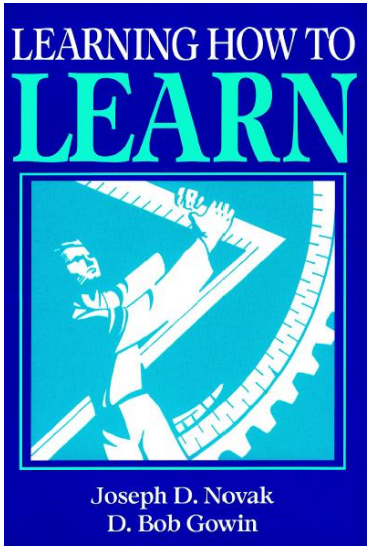
… meaning building is an idiosyncratic event, involving not only unique concept and propositional frameworks of the learners, but also varying approaches to learning and varying emotional predispositions. (Novak, 2002, p. 555**)**

Novak, J. D. (2005). The pursuit of a dream: Education can be improved. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, J. D. Novak (Eds), *Teaching science for understanding: A human constructivism view* (pp. 3-28). San Diego, CA: Elsevier

Scoring Concept Maps

"A simple qualitative judgement of students' concept maps is all that some teachers want. ... Scoring was in many respects irrelevant, for we were looking for qualitative changes in the structure of children's concept maps. But because we live in a numbers-oriented society, most students and teachers want to score concept maps."

J. D. Novak, D. B. Gowin, *Learning how to learn*, Cambridge University Press: New York, 1984, p. 97.



Ammonia's synthesis

1 – DESULFURAZIONE

2 – REFORMING PRIMARIO

$H_2O + CH_4 \Leftrightarrow CO + H_2$ endotermica

$H_2O + CO \rightleftarrows CO_2 + H_2$ 10% metano

gas H_2 N_2

3 – OSSIDAZIONE

$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

4 – RIMOZIONE CO_2

5 – METANAZIONE

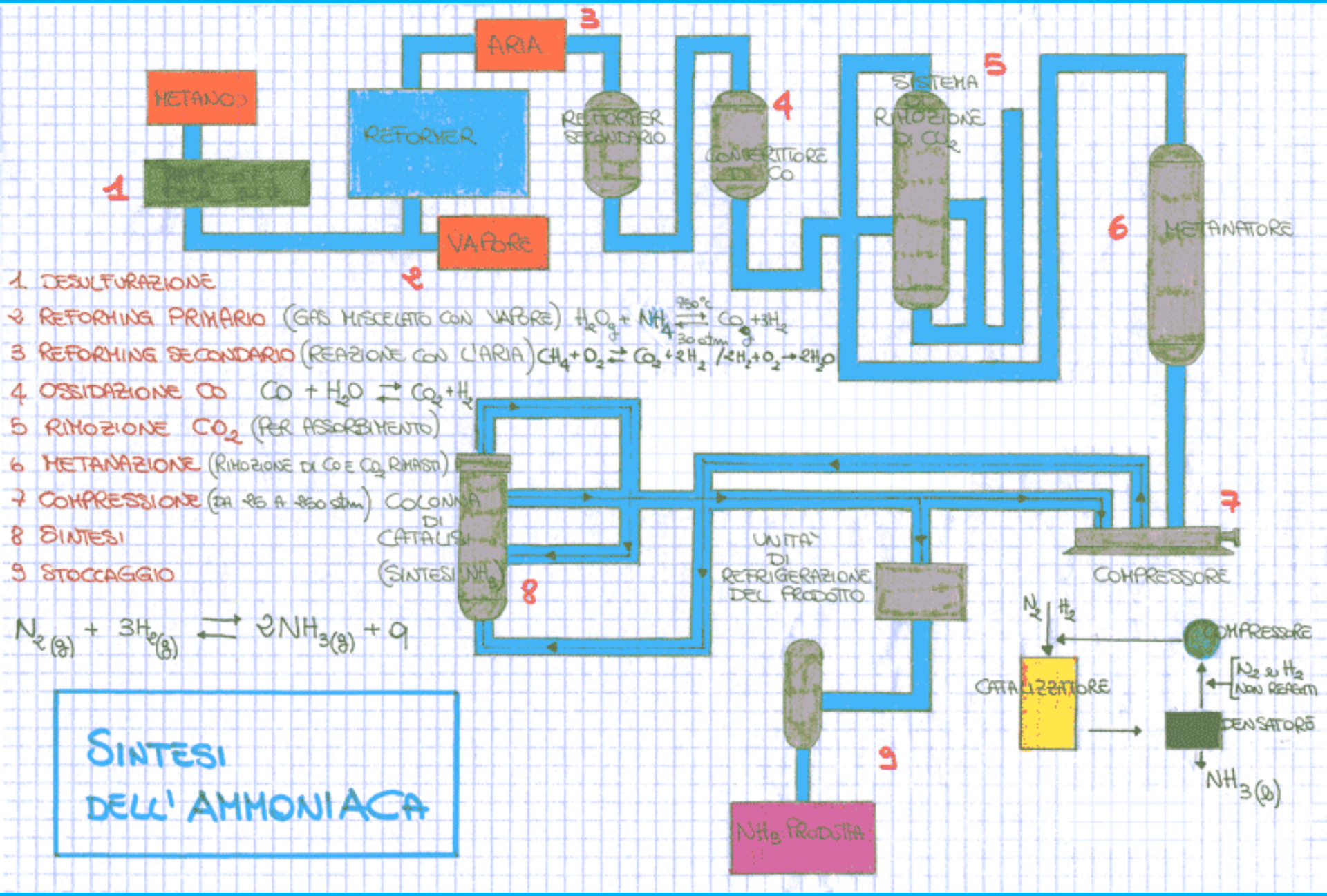
$CO + 3H_2O \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$

$CO + 4H_2 \rightleftarrows CH_4 + 2H_2O$

6 – COMPRESSIO

7 – SINTESI

8 – STOCCAGGIO


ARIA
METANO
RETORMER
VAPORE
RETORMER SECONDARIO
CONVERTITORE CO
SISTEMA DI RIMOZIONE DI CO_2
METANATORE
COLONNA DI CATALISI (SINTESI NH_3)
UNITA' DI REFRIGERAZIONE DEL PRODOTTO
COMPRESSORE
N_2 H_2
COMPRESSORE
CATALIZZATORE
N_2 e H_2 non reagiti
CONDENSATORE
NH_3 (l)
NH_3 PRODOTTA
1 DESOLFORAZIONE
2 REFORMING PRIMARIO (GAS MESCOLATO CON VAPORE) $H_2O_{(g)} + NH_4 \rightleftharpoons CO + 3H_2$ 750°C 30 atm
3 REFORMING SECONDARIO (REAZIONE CON L'ARIA) $CH_4 + O_2 \rightleftharpoons CO_2 + 2H_2$ / $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
4 OSSIDAZIONE CO $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$
5 RIMOZIONE CO_2 (PER ASSORBIMENTO)
6 METANAZIONE (RIMOZIONE DI CO E CO_2 RIMASTI)
7 COMPRESSIONE (DA 25 A 250 atm)
8 SINTESI
9 STOCCAGGIO
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + Q$
SINTESI DELL'AMMONIACA

SINTESI DELL'AMMONIACA

PROCESSO CICLICO e CONTINUO

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

PRODUZIONE dei Reagenti → COMPRESSIONE → SINTESI → STOCCAGGIO

Il PROCESSO DI SINTESI PREVEDE 9 FASI:

CH_4 → DESULFURAZIONE
LO AVVELENA IL CATALIZZATORE

H_2O_v → REFORMING PRIMARIO
GAS IN USCITA: $CO, CO_2, H_2, 10\%\ CH_4$

PER OTTENERE H_2 dal CH_4

750°C, 30 atm

$CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$ ENDOT.

$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

ARIA → REFORMING SECONDARIO
GAS IN USCITA: $H_2, N_2, CO, CO_2, H_2O_v$

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

OSSIDAZIONE CO

$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

RIMOZIONE CO_2
ALTAMENTE SOLUBILE IN SOLUZIONI ALCALINE VIENE ASSORBITA A DIFFERENZA DI H_2 e N_2

CO_2 è ACIDO ⇒ LO FACCIO REAGIRE CON 1 BASE (K_2CO_3 / $CaCO_3$)

CATALIZZATORE DI NICHEL (TRASFORMA CO e CO_2 in METANO)

METANAZIONE
RIMOZIONE DEI RESTANTI CO (0,3%) e CO_2 (0,1%)

ESOT.

$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$ (+q)

$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$ (+q)

COMPRESSIONE
25 atm → 250 atm

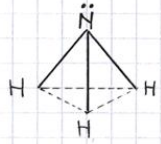
← REAZIONE CON DIMINUZIONE DI VOLUME

SINTESI
380°-450°C
CATALIZZATORE: FERRO + OSSIDI (promotori)
IL GAS CONTIENE IL 15% di AMMONIACA POI RAFFREDDATA e CONDENSATA.

← REAZIONE ESOTERMICA

→ TUTTI I GAS NON REAGITI VENGONO RIMESSI IN CIRCOLO

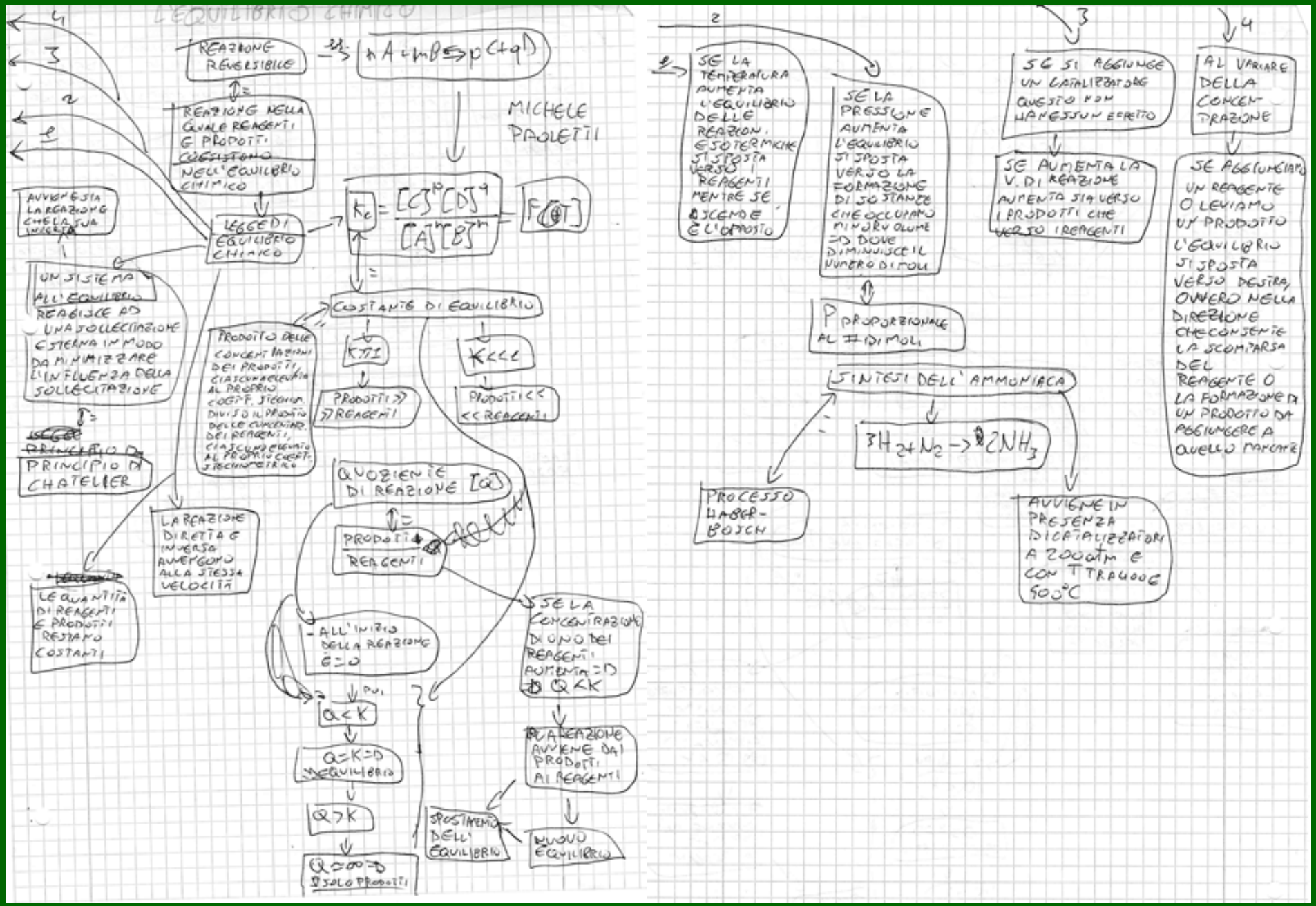
STOCCAGGIO



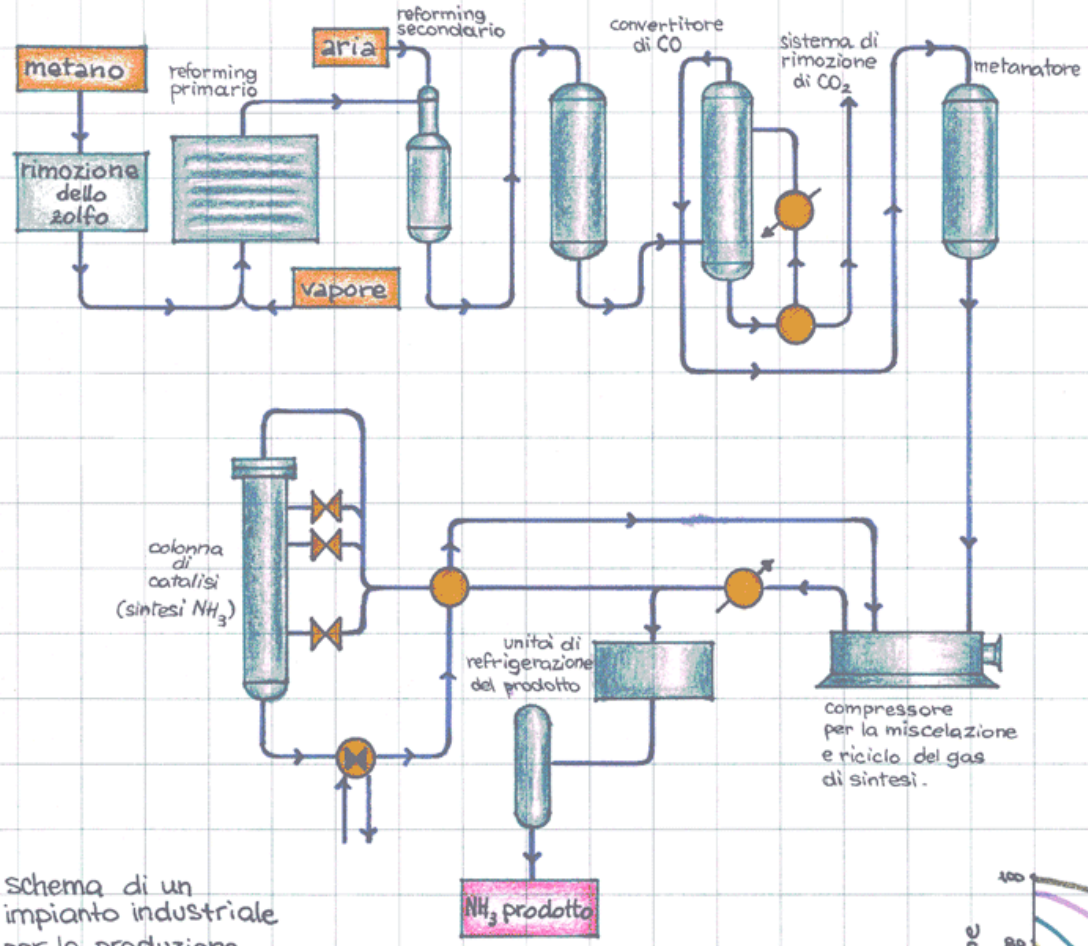
PIRAMIDE A BASE
N IBRIDIZZATO sp^3

NON SI FORMA SPONTANEAMENTE PER L'ALTO VALORE DELL'ENERGIA DI ATTIVAZIONE.

BOLLE A -33°C


L'EQUILIBRIO CHIMICO
REAZIONE REVERSIBILE
aA + bB ⇌ p(C+qD)
MICHELE PAOLETTI
REAZIONI NELLA QUALI REAGENTI E PRODOTTI COESISTONO NELL'EQUILIBRIO CHIMICO
LEGGE DI EQUILIBRIO CHIMICO
Kc = [C]^p[D]^q / [A]^a[B]^b = F(T)
AVVENGA LA REAZIONE CHE LA SUA INVERSA
UN SISTEMA ALL'EQUILIBRIO REAGISCE AD UNA SOLLECITAZIONE ESTERNA IN MODO DA MINIMIZZARE L'INFLUENZA DELLA SOLLECITAZIONE
PRINCIPIO DI CHATELIER
COSTANTE DI EQUILIBRIO
PRODOTTO DELLE CONCENTRAZIONI DEI PRODOTTI, CIASCUNA ELEVATA AL PROPRIO COEFF. STECHIOMETRICO, DIVISO IL PRODOTTO DELLE CONCENTR. DEI REAGENTI, CIASCUNO ELEVATO AL PROPRIO COEFF. STECHIOMETRICO
K?1
PRODOTTI ⟫ REAGENTI
K<<1
PRODOTTI ≪ REAGENTI
LA REAZIONE DIRETTA E INVERSA AVVENGONO ALLA STESSA VELOCITÀ
LE QUANTITÀ DI REAGENTI E PRODOTTI RESTANO COSTANTI
QUOZIENTE DI REAZIONE [Q]
PRODOTTI / REAGENTI
- ALL'INIZIO DELLA REAZIONE Q=0
PUÒ
Q<K
Q=K=D EQUILIBRIO
Q>K
Q=∞ D SOLO PRODOTTI
SE LA CONCENTRAZIONE DI UNO DEI REAGENTI AUMENTA =D Q<K
LA REAZIONE AVVIENE DAI PRODOTTI AI REAGENTI
SPOSTAMENTO DELL'EQUILIBRIO
NUOVO EQUILIBRIO
2
SE LA TEMPERATURA AUMENTA L'EQUILIBRIO DELLE REAZIONI ESOTERMICHE SI SPOSTA VERSO I REAGENTI MENTRE SE DISCENDE E L'OPPOSTO
SE LA PRESSIONE AUMENTA L'EQUILIBRIO SI SPOSTA VERSO LA FORMAZIONE DI SOSTANZE CHE OCCUPANO MINOR VOLUME =D DOVE DIMINUISCE IL NUMERO DI MOLI
P PROPORZIONALE AL # DI MOLI
SINTESI DELL'AMMONIACA
3H2 + N2 -> 2NH3
PROCESSO HABER-BOSCH
AVVIENE IN PRESENZA DI CATALIZZATORI A 200 atm E CON T TRA 400 E 600 °C
3
SE SI AGGIUNGE UN CATALIZZATORE QUESTO NON HA NESSUN EFFETTO
SE AUMENTA LA V. DI REAZIONE AUMENTA SIA VERSO I PRODOTTI CHE VERSO I REAGENTI
4
AL VARIARE DELLA CONCENTRAZIONE
SE AGGIUNGIAMO UN REAGENTE O LEVIAMO UN PRODOTTO L'EQUILIBRIO SI SPOSTA VERSO DESTRA, OVVERO NELLA DIREZIONE CHE CONSENTE LA SCOMPARSA DEL REAGENTE O LA FORMAZIONE DI UN PRODOTTO DA AGGIUNGERE A QUELLO MANCANTE

SINTESI DELL'AMMONIACA



schema di un impianto industriale per la produzione di ammoniaca

CH_4 → 1 **desulfurazione** — lo zolfo avvelena il catalizzatore.

$H_2O_{(g)}$ → 2 **reforming primario** $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + H_2$; $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

10% CH_4

aria → 3 **reforming secondario** $CH_4 \; O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$; $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

4 **ossidazione CO** $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

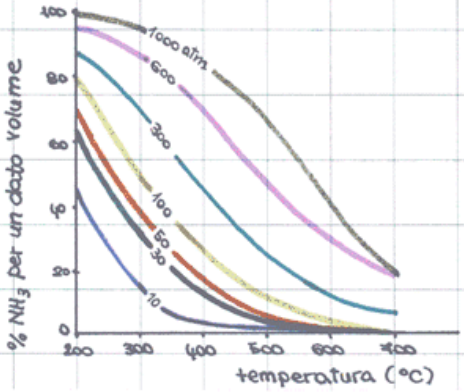
5 **rimozione CO_2** — Assorbimento su soluzioni alcaline: $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

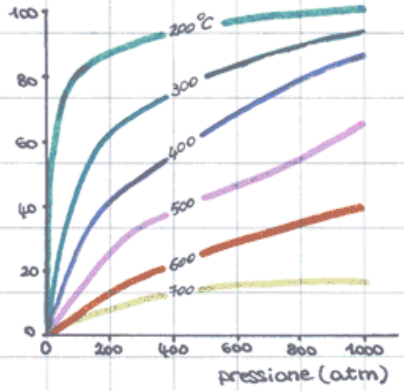
0.3% CO e 0.1% CO_2

6 **metanazione** $CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$; $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

7 **compressione** — La pressione passa da 25 atm a 250 atm

8 **sintesi** — il reattore opera a 450°C ~ il gas in uscita contiene 15% NH_3

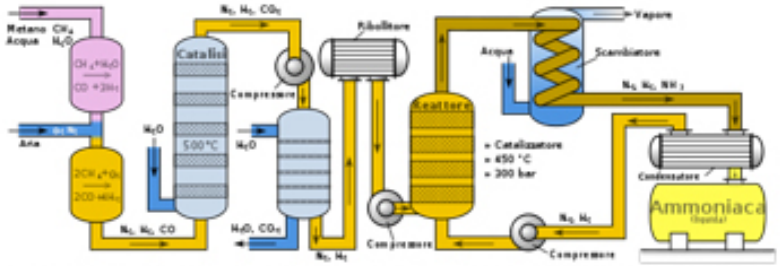




LA SINTESI DELL'AMMONIACA

L'ammoniaca è un gas incolore, più leggero dell'aria, di odore caratteristico, pungente e di effetto lacrimogeno. Il momento dipolare dell'ammoniaca la porta a liquefare facilmente se compressa e la rende molto solubile in acqua grazie all'instaurarsi del legame idrogeno. Gli usi dell'ammoniaca sono innumerevoli: è una sostanza estremamente importante in campo industriale come base per la produzione di fertilizzanti agricoli, fibre sintetiche, materie plastiche e polimeri, come componente di vernici ed esplosivi, come refrigerante nell'industria del freddo, come sbiancante nell'industria cartaria…

Processo Haber-Bosch



Storicamente il maggior problema legato alla sintesi dell'ammoniaca era rappresentato dalla difficoltà nello scindere il legame triplo che tiene uniti i due atomi di azoto nella molecola N_2 (*energia di dissociazione di 225 Kcal/mol*). All'inizio del secolo scorso fu elaborato il processo Haber-Bosch, un metodo che permette la sintesi industriale dell'ammoniaca su larga scala. L'ammoniaca viene sintetizzata secondo la reazione diretta: $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$ in presenza di catalizzatori (in genere il ferro a partire dalla magnetite), a pressione di 20 MPa e temperatura di 400-500 °C, secondo le seguenti fasi chiave:

- produzione degli elementi puri mediante rimozione dei gas indesiderati
- compressione
- sintesi
- stoccaggio dell'ammoniaca e riciclo dei componenti che non hanno reagito.

Questi passaggi richiedono una serie di operazioni successive:

1. Desulfurazione: per ottenere i reagenti puri occorre partire da un composto che sia ricco di idrogeno: si sceglie allora un idrocarburo naturale (in genere il metano) dal quale vengono eliminate le tracce di zolfo. Lo zolfo infatti reagirebbe con il catalizzatore a base di ferro avvelenandolo con la formazione di solfuri indistruttibili e riducendo così in maniera evidente la sua vita residua.

2. Reforming primario: il metano entra in contatto con il vapore acqueo su un catalizzatore a base di nichel a 800°C e 30 atm e si innescano due reazioni: quella di reforming ($C_nH_m + nH_2O <-> nCO + (n+m/2)H_2$) e quella di shift ($CO + H_2O <-> CO_2 + H_2$).

3. Reforming secondario: i gas in uscita contengono ancora un 10% di metano. Si introduce allora un'opportuna quantità di aria (che naturalmente contiene azoto) e si fanno avvenire le seguenti reazioni:

$CH_4 + O_2 <-> CO_2 + H_2O$ $\qquad$ $2H_2 + O_2 <-> H_2O$

L'acqua vapore viene riciclata. I gas che si ottengono contengono H2, N2 nel rapporto 3:1 oltre a CO, CO2 e H2O

4. Ossidazione del CO a CO2: $CO + H_2O <-> CO_2 + H_2$

5. Rimozione del CO2 per assorbimento su soluzioni alcaline sfruttando l'alta solubilità di CO2 e la bassa di azoto e idrogeno.

6. Metanazione: il gas ottenuto contiene ancora lo 0,3% di CO e lo 0,1% di CO2 che rappresentano dei veleni per il catalizzatore e vanno dunque rimossi nella colonna di metanazione mediante l'ausilio di un catalizzatore a base di nichel: $CO + 3H_2\ CH_4 + H_2O$ $\qquad$ $CO_2 + 4H_2\ CH_4 + 2H_2O$

Si recupera il calore prodotto da queste reazioni esotermiche e si manda il miscuglio gassoso alla turbo compressione.

7. Compressione passando da 25 a 250 atm, la T aumenta e i gas raffreddano.

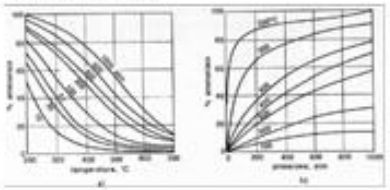
8. Sintesi: il reattore opera a 380-400°C con il catalizzatore a base di ferro addizionato a vari ossidi che promuovono le reazioni, favoriscono la divisione in atomi e proteggono il catalizzatore dall'invecchiamento. Si ottiene un gas in uscita con al massimo il 20% di NH3, che viene raffreddata, condensata e stoccata. I gas non reagiti, invece, vengono rimessi in circolo. L'eccesso di H2 non si utilizza perché richiede un notevole dimensionamento d'impianto e perché il consistente riciclo comprometterebbe la continuità del processo.

All'**equilibrio** da una parte diminuisce la concentrazione dei reagenti (l'H2 più dell'N2) dall'altra aumenta quella di NH3 che viene prodotta. La velocità di reazione e quindi la quantità prodotta di ammoniaca dipende da:

-le concentrazioni: se si aumenta H2 (più che N2) aumenta anche la concentrazione di NH3 fino a nuovo equilibrio

-la temperatura: tanto è più bassa tanto è migliore la resa

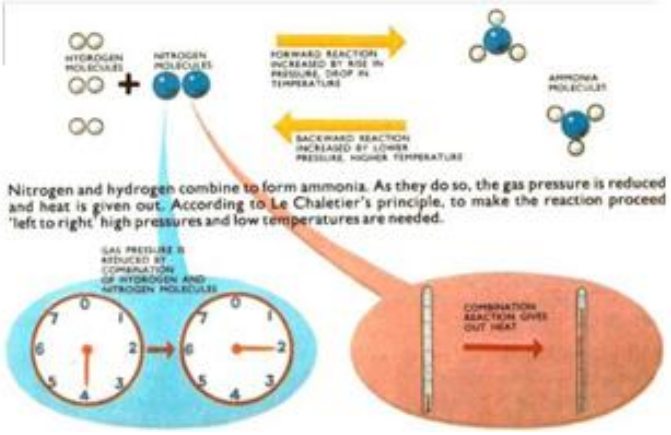
-la pressione ed il volume: l'aumento di pressione come la riduzione di volume comportano una maggiore produzione di NH3.



Le **condizioni ottimali** di sintetizzazione vengono perciò definite in base alla velocità di reazione (ossia tonnellate di NH3 prodotte in un'ora), all'energia per tonnellata di NH3 ed alla resa (ossia la percentuale di NH3 prodotta). Se la pressione viene innalzata, la resa incrementa ma aumentano anche i costi e i pericoli potenziali; se la temperatura viene ridotta, l'effetto positivo sulla resa del processo è controbilanciato dalla perdita di velocità reattiva: si potrebbe pensare di ottenere il 100% di ammoniaca, ma nell'arco di anni. Va dunque ricercato un compromesso tra esigenze termodinamiche e cinetiche.

Per ottenere una buona resa, cioè per far sì che quasi tutto l'idrogeno e l'azoto si trasformino in ammoniaca, il metodo Haber-Bosch sfrutta il principio dell'equilibrio mobile. Per spostare l'equilibrio della reazione verso destra la reazione viene fatta avvenire:

- ad alte concentrazioni dei reagenti, in modo da aumentare la velocità della reazione diretta
- in un recipiente con spruzzi d'acqua in modo che l'ammoniaca si sciolga facilmente e si sottragga all'equilibrio; la diminuzione della concentrazione di prodotto favorisce infatti la reazione diretta
- ad alte pressioni, perché tutti i componenti all'equilibrio sono allo stato gassoso ed il numero di molecole dei reagenti è doppio rispetto a quello dei prodotti
- a basse temperature perché la reazione è esotermica
- in presenza di un catalizzatore, per aumentare ulteriormente la velocità di reazione



谢谢！ Thanks

Problem Solving

A men bought a horse for 6,000 ¥ and sold it for 7,000 ¥. Then he bought back again for 8,000 ¥ and sold it for 9,000 ¥. How much did he make in the horse business?

We Focus on Inappropriate Aspects of the Problem

A men bought a white horse for $60 and sold it for $70

Then he bought a black horse for $80 and sold it for $90. How much did he make in the horse business?