Polarizzazione della luce

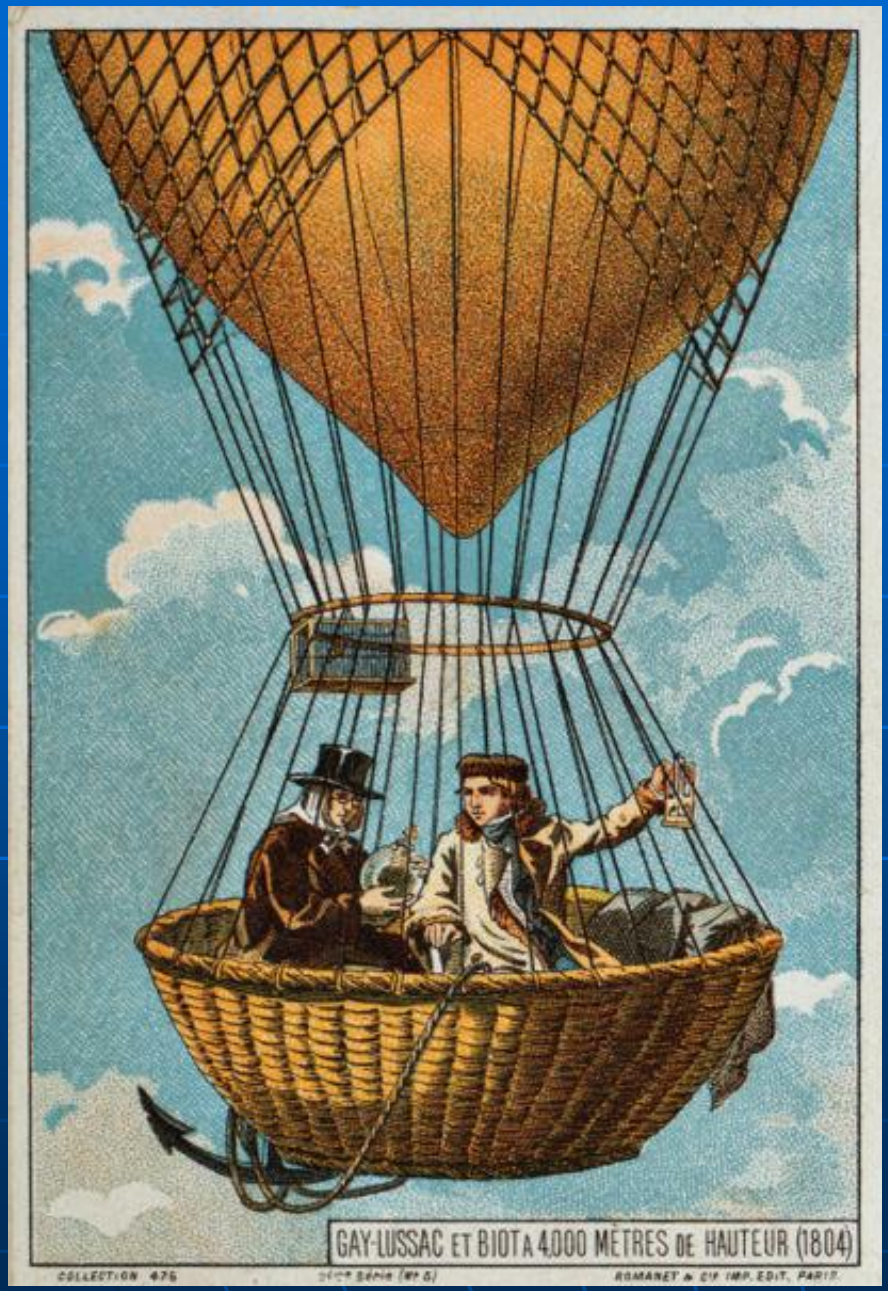
Étienne-Louis Malus
(1775-1812)

- Fu discepolo di Furier . Studiò all'Ecole Politecniche . Entrò nel corpo del genio militare. Partecipò alla campagna di Egitto e Siria con Napoleone nel 1798. Le sue indagini di ottica riguardarono la rifrazione dei materiali . Nel 1808 , osservando la luce riflessa dalle finestre del palazzo del Lussemburgo che faceva passare attraverso un cristallo di calcite , scopre il fenomeno della polarizzazione della luce , a cui dette appunto il nome . Diviene membro dell'Accademia di Francia . Muore nel 1812 a 37 anni , forse di tubercolosi contratta nelle campagne militari .

Jean Baptiste Biot

Parigi 1774- 1862

- ***Fisico e matematico francese . Fu nominato professore di fisica al Collège di France e eletto all'accademia delle scienze all'età di 29 ani .***
- ***Nel 804 compì con Louis Gay-Lussac la prima ascensione scientifica in pallone aerostatico fino a 5000 metri***



La prima ascensione scientifica in pallone aerostatico

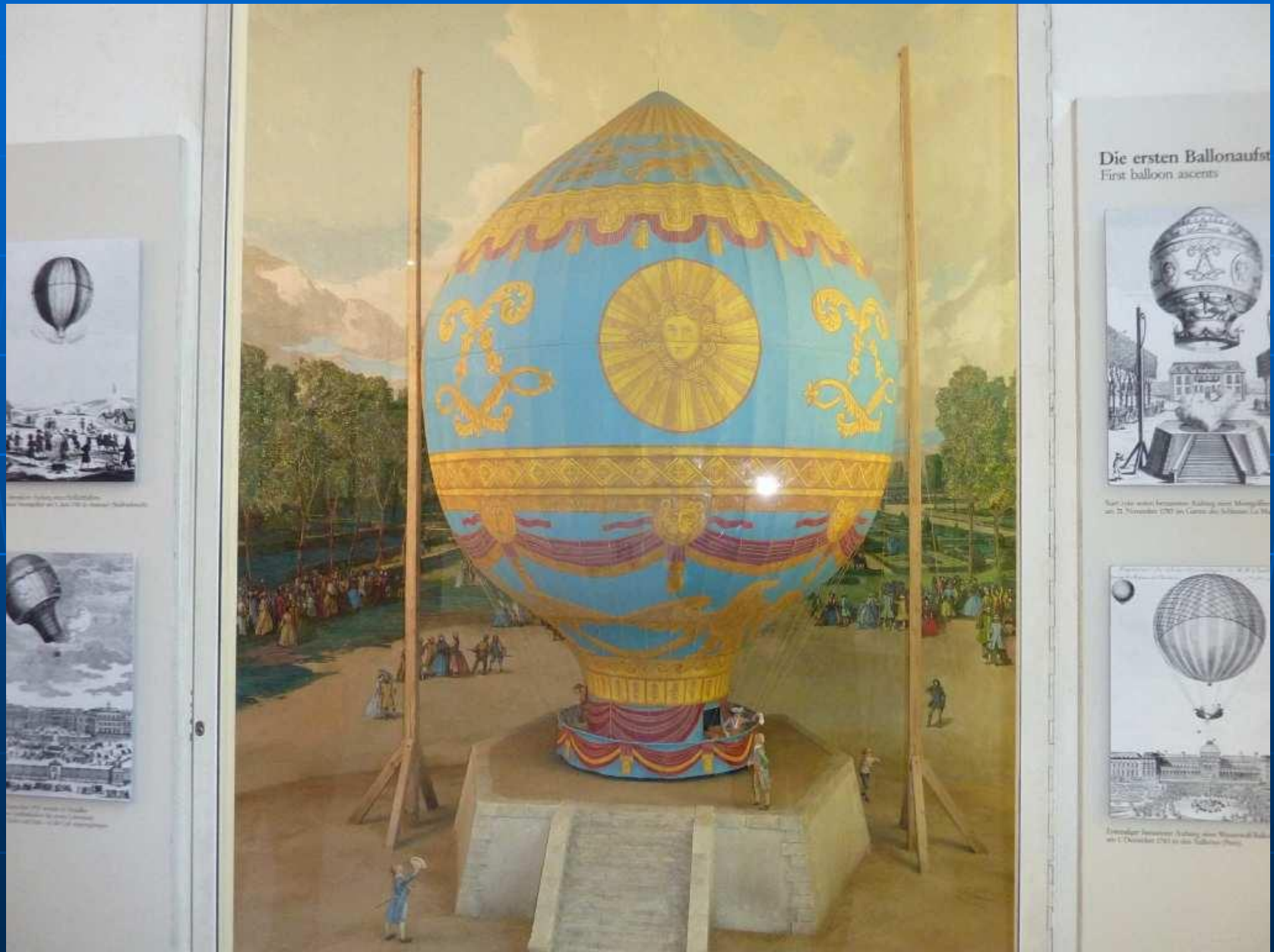
1804

Gay-Lussac e Biot

J.-L. Gay-Lussac (1778-1850)

Questa immagine d'epoca rappresenta l'evento della partenza di una mongolfiera , seguita dalla curiosità di un numeroso pubblico .

Museo della scienza di Monaco di Baviera



La scoperta di Biot 1815

"...Lamine di quarzo tagliate da cristalli differenti ruotavano il piano di polarizzazione della luce alcune a destra , mentre altre a sinistra ... ma la la sua più grande scoperta in questo campo è che certe sostanze organiche ruotano il piano di polarizzazione , come l'olio di trementina , soluzioni di zucchero , canfora e acido tartarico , perfino allo stato gassoso....

.... Biot giunge alla conclusione che l'azione dei corpi organici era una caratteristica delle molecole ed era dovuta alla costituzione individuale di queste più piccole particelle. Mentre con il quarzo il fenomeno era dovuto al particolare modo di organizzazione delle particelle cristalline ."

Da : ***L'asimmetria di composti organici naturali***

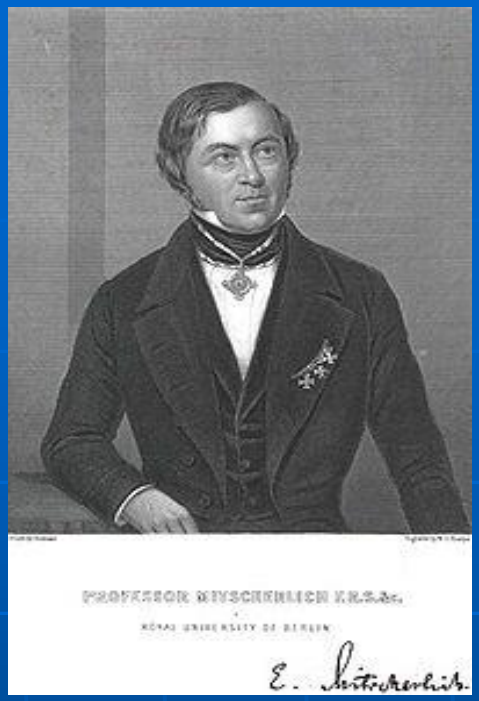
di Luis Pasteur Paris 1860

Cristallo di silice

Cristalli di silice speculari

Cristalli di silice speculari

Critalli di silice speculari



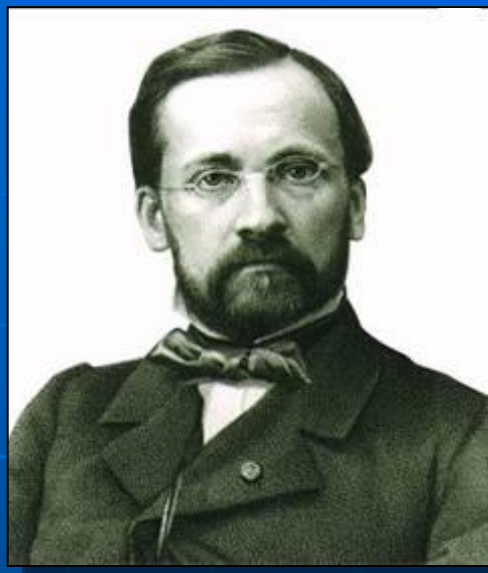
Nel 1819 il chimico tedesco conia la formula **<< stesso cristallo , st essa chimica >>** introducendo la teoria dell'isomorfismo , per cui l'aspetto dei cristalli chimici si riflette nelle loro molecole costitutive

Eilhard Mitscherlich
1794 - 1863

Pasteur , nel suo libro , cita una comunicazione di Mitscherlich , letta da Biot alla Accademia delle Scienze , che lui conobbe quando era studente a l'Ecòle Normale:

<< … l'acido racemico e l'acido tartarico hanno la stessa composizione chimica , la stessa forma cristallina con angoli e facce uguali , lo stesso peso specifico , lo stesso comportamento alla rifrazione della luce . Le loro soluzioni acquose hanno lo stesso indice di rifrazione . Ma l'acido tartarico disciolto ruota il piano di polarizzazione della luce e l'acido racemico è indifferente , *ma la natura e il numero di atomi , la loro disposizione e la loro distanza uno dall'altro sono gli stessi in tutti e due i corpi …>>*

Le origini del suo lavoro sorgono da dubbi



<<…. Ero a quel tempo uno studente all' Ecòle Normale …. Questa comunicazione sconvolse le mie idee . Quale rassomiglianza sotto ogni punto di vista ! Ci possono essere due corpi le cui proprietà sono state più attentamente e completamente confrontate ? La scienza può comprendere in questo momento perchè due corpi sono completamente simili senza essere identici ? In questo caso che ne è della chiara definizione di specie chimica , così fondamentale in questo momento , che fu enunciata da Chevreul nell'anno 1823 ?

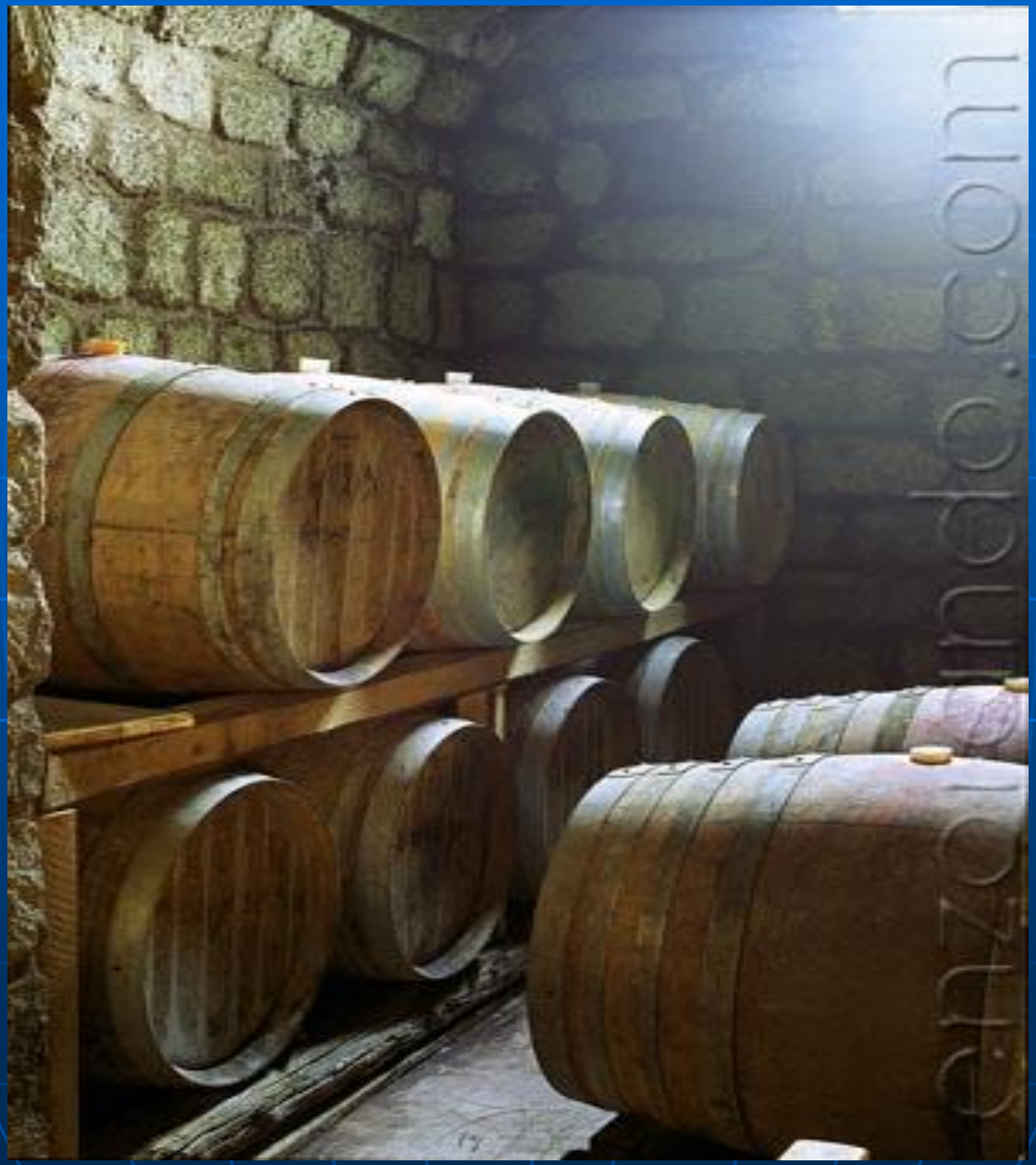
" *corpi composti sono tra loro identici quando la natura , le proporzioni e la disposizione degli atomi sono gli stessi* "

In breve questa comunicazione di Mitscherlich divenne nella mia mente la principale difficoltà nella comprensione dei corpi . >>

La Rivoluzione francese e le nuove istituzioni educative e scientifiche

École normale supérieure 1794

Cosa si deposita dentro le botti



Questa superficie rugosa è la parte che aderisce alla parete interna della botte

La parte che è esposta verso il lume della botte è ricoperta di cristalli di tartrato cresciuti insieme ai cristalli di calcite . L'aspetto rosso è dovuto alla enocianina .

I cristalli sono solo di un tipo ?

- I cristalli che si possono separare sono due :

  acido tartarico

  acido paratartarico o racemo

  Si distinguono solo perché la soluzione dei cristalli di acido tartarico ***devia*** il piano di polarizzazione della luce , mentre la soluzione dei cristalli di acido paratartarico ***non modifica*** il piano di polarizzazione

Inizia il lavoro di Pasteur

<< …. Lasciai cristallizzare l'acido tartarico e i suoi sali e poi determinai la loro forma cristallina . Ma durante il lavoro osservai un fatto che era importante e che era sfuggito a fisici preparati … >>

Pasteur nota che la forma dei cristalli di acido tartarico si presenta asimmetrica. Tutti presentavano la stessa asimmetria , come nel quarzo l'attività ottica era legata alla forma asimmetrica dei cristalli .

E i cristalli di acido paratartarico o racemo ?

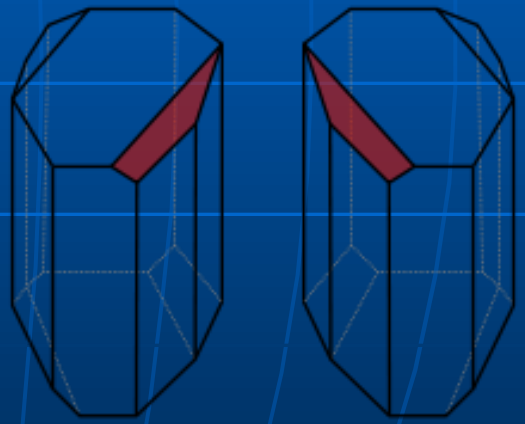
Se i cristalli di acido paratartarico o racemo non presentavano attività ottica allora la forma dei loro cristalli doveva essere simmetrica.

Pasteur cristallizza l'acido paratartarico dalle sue soluzioni e scopre che si presenta in due forme cristalline che egli riesce a separare con delle pinzette e lente di ingrandimento .Entrambe hanno forme asimmetriche , ma l'una è speculare all'altra .

Una delle due è l'acido tartarico che già conosceva , l'altro il cristallo di acido tartarico speculare .L'uno devia il piano della luca a sinistra , l'altro a destra .

Nell'acido paratartarico trovandosi insieme annullano a vicenda la loro azione sulla luce .

- Acido tartarico destro e sinistro ottenuti separando l'acido racemo. Sono l'uno immagine speculare dell'altro , non sovrapponibili

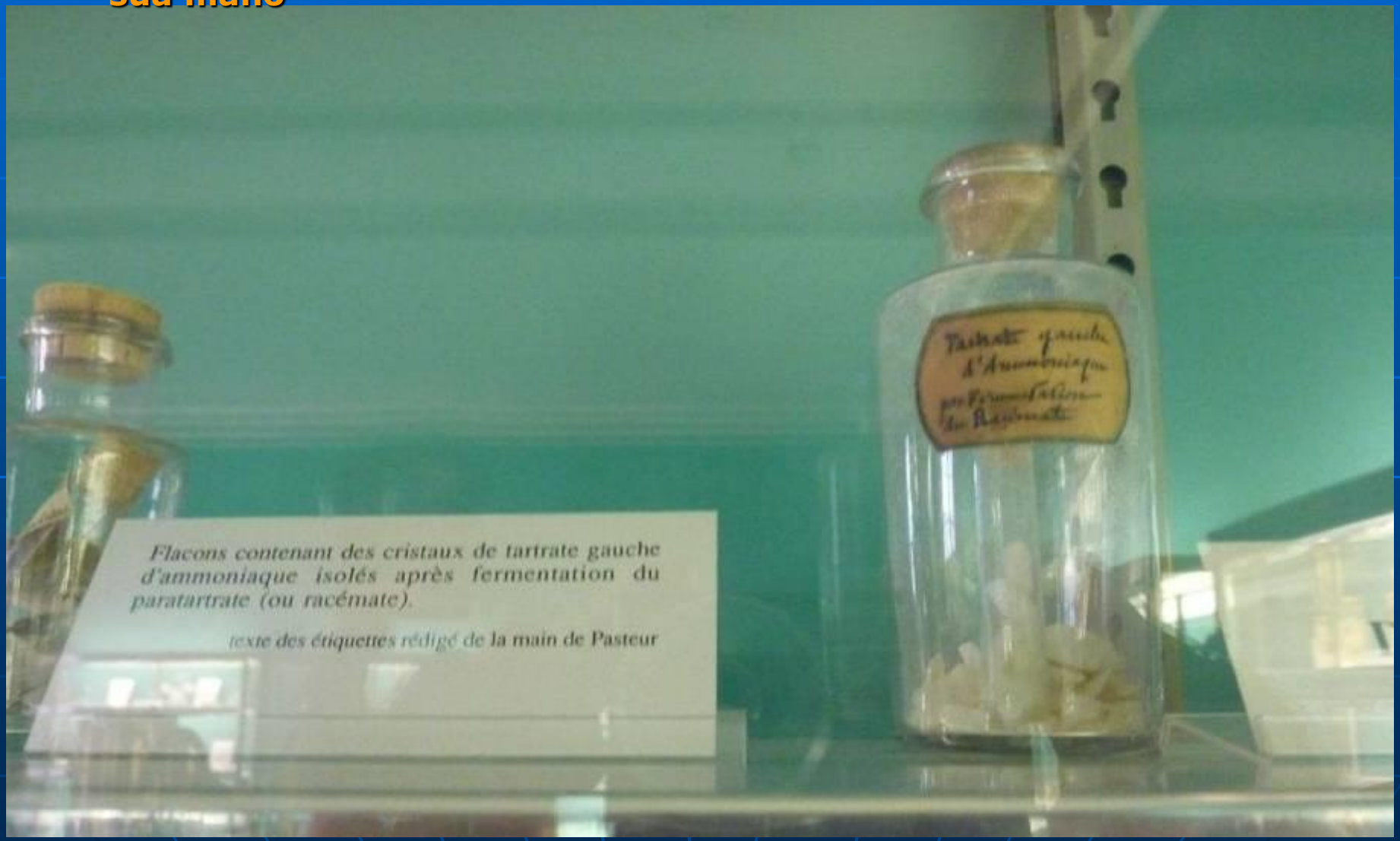


I cristalli contenuti nelle vetrinette provengono dalla collezione di Pasteur , sono conservati nel suo laboratorio all'istituto Pasteur di Parigi

- Nei flaconi sono conservati cristalli di acido paratartarico o racemo provenienti dall'industria di Kestner , a Thann .
- L'industriale Kestner fu il primo nel 1820 a constatare l'esistenza di questo acido che tanta importanza ha avuto nella scoperta della origine della attività ottica di Pasteur

Pasteur lavorò per molti mesi alla formazione di cristalli di varie sostanze . Qui sono raccolti dei cristalli di quarzo levogiro da lui prodotti .

- **In questi flaconi sono conservati cristalli di tartrato di ammonio levogiro che Pasteur ha separato dalla miscela racemica con il metodo da lui inventato , che si basava sulla fermentazione selettiva di uno dei due tartrati . Tutte le etichette sono scritte di sua mano**



- Pasteur è un profondo conoscitore della cristallografia .
- Qui sono conservati modello di cristalli da lui stesso costruiti .

Le conclusioni

- << …. **Rammentate la definizione di specie chimica che io ho dato prima? Una specie chimica è composta dagli stessi elementi , nelle stesse proporzioni e con la stessa disposizione. Tutte le proprietà dei corpi dipendono da questi fattori… Nel caso di corpi isomerici gli elementi e le loro proporzioni sono gli stessi, è solo differente la disposizione degli atomi. Il grande interesse dell'isomerismo viene dall'idea che i corpi possono essere completamente cambiati nelle loro proprietà dalla diversa disposizione degli atomi nella molecola chimica, questo è il nostro caso . *Tuttavia non ci sono corpi isomerici nei quali noi conosciamo la reale relazione tra un arrangiamento molecolare rispetto ad un altro*. Questa carenza è colmata per la prima volta dalla scoperta della costituzione dell'acido racemico e dalla mutua relazione tra i due isomeri destro e sinistro dell'acido tartarico. >>**

La grande intuizione

- <<….Noi sappiamo che , da una parte , la disposizione di entrambi gli acidi tartarici è asimmetrica, dall'altro che essi sono completamente gli stessi, con l'eccezione che l'asimmetria è mostrata in senso opposto .

  Sono gli atomi dell'acido destro arrangiati nella forma di una spirale destrogira o sono situati ai vertici di un tetraedro irregolare , o essi hanno qualche altra disposizione asimmetrica ? Ma senza dubbio gli atomi possiedono una <u>disposizione asimmetrica</u> uguale a quella di un oggetto e la sua immagine riflessa >>

Tutti gli oggetti , di seguito , si possono presentare in due forme tra loro speculari ma non sovrapponibili . Allo stesso modo le molecole , otticamente attive , sono come questi oggetti , si possono trovare in due forme speculari , ma non sovrapponibili . E' stata l'intuizione di Pasteur per spiegare l'isomeria ottica .

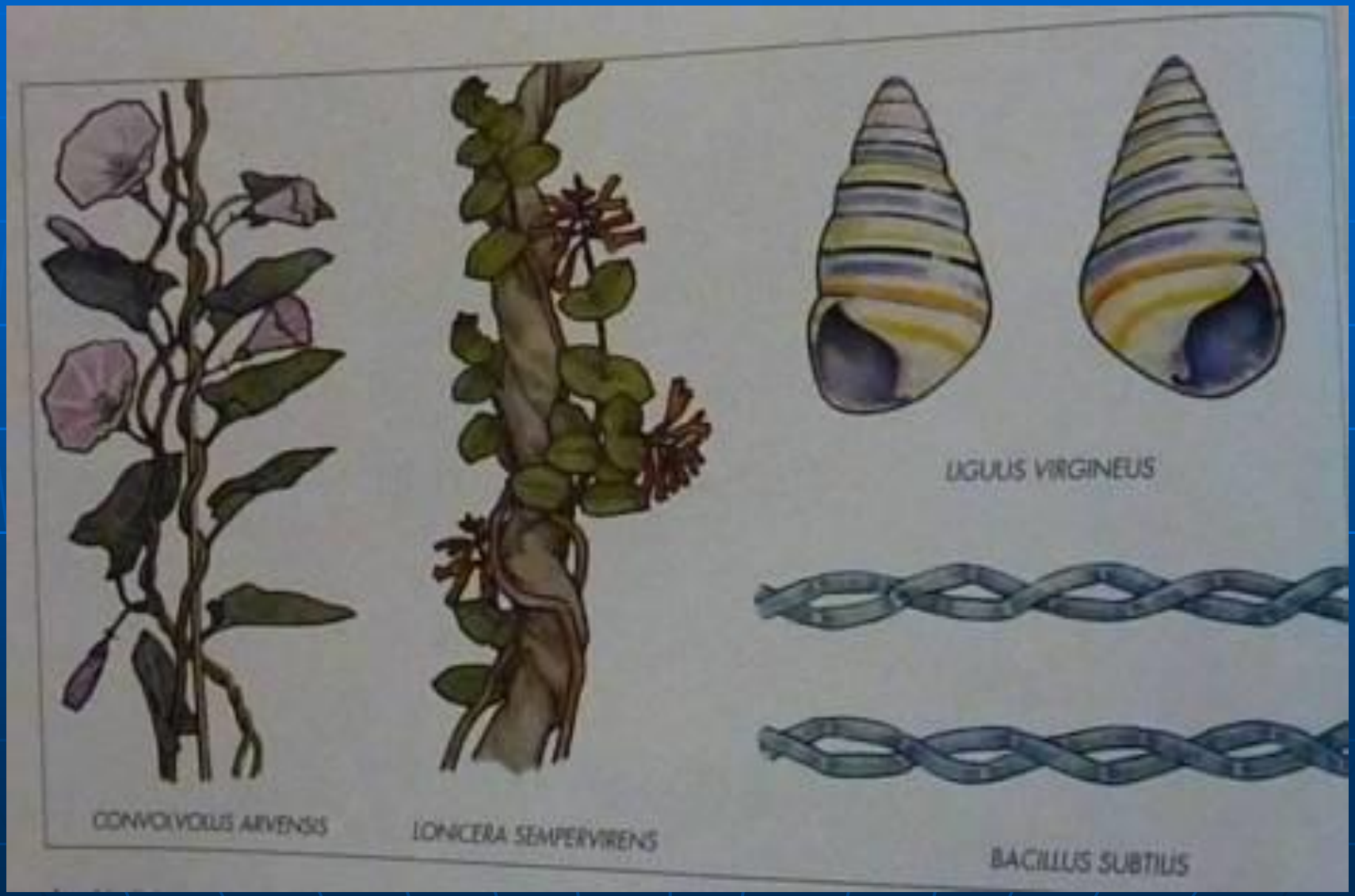
Fig.41 Le lettere maiuscole dell'alfabeto possono essere divise in quattro classi in base al tipo di simmetria. Nella prima, ciascuna lettera è divisa da una linea in due parti speculari; nella seconda, la rotazione di 180° attorno a un asse verticale passante per il punto indicato lascia inalterata la forma della lettera; nella terza, questi due tipi di simmetria sono entrambi presenti; nella quarta, invece, non si nota alcun elemento di simmetria.

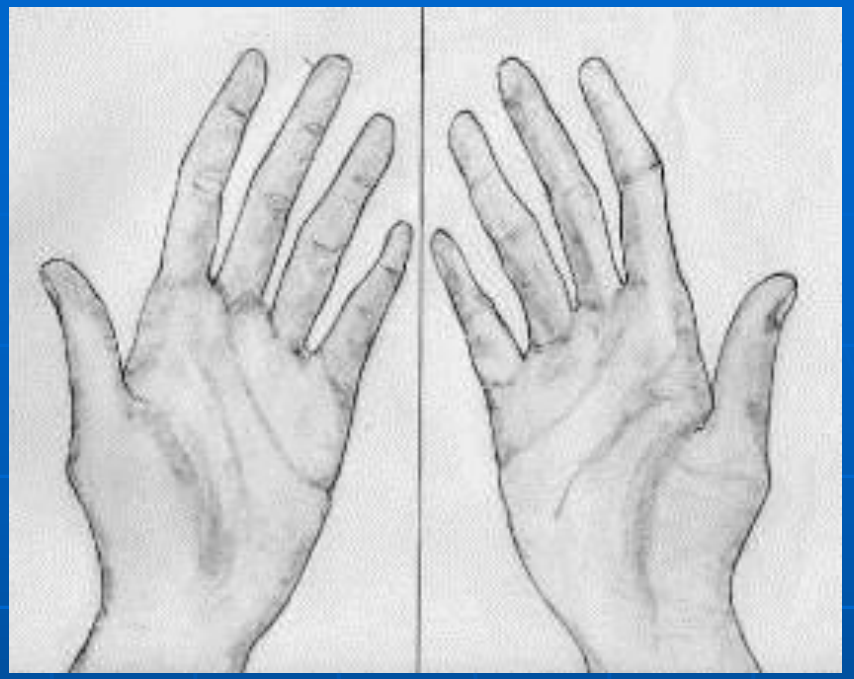
La quarta fila di lettere non ha elementi di simmetria , perciò sono possibili due forme tra loro speculari ma non sovrapponibili .
(questa volta rimanendo nel piano)

Queste viti con i rispettivi dadi sono oggetti asimmetrici . Possiamo avere viti con una filettatura che si avvolge in senso contrario . Avremo due tipi di viti speculari ma non sovrapponibili

Può esistere un'altra forbice che si specchia a questa ma non si sovrappone

Oggetti chirali naturali : batteri , piante rampicanti , molluschi



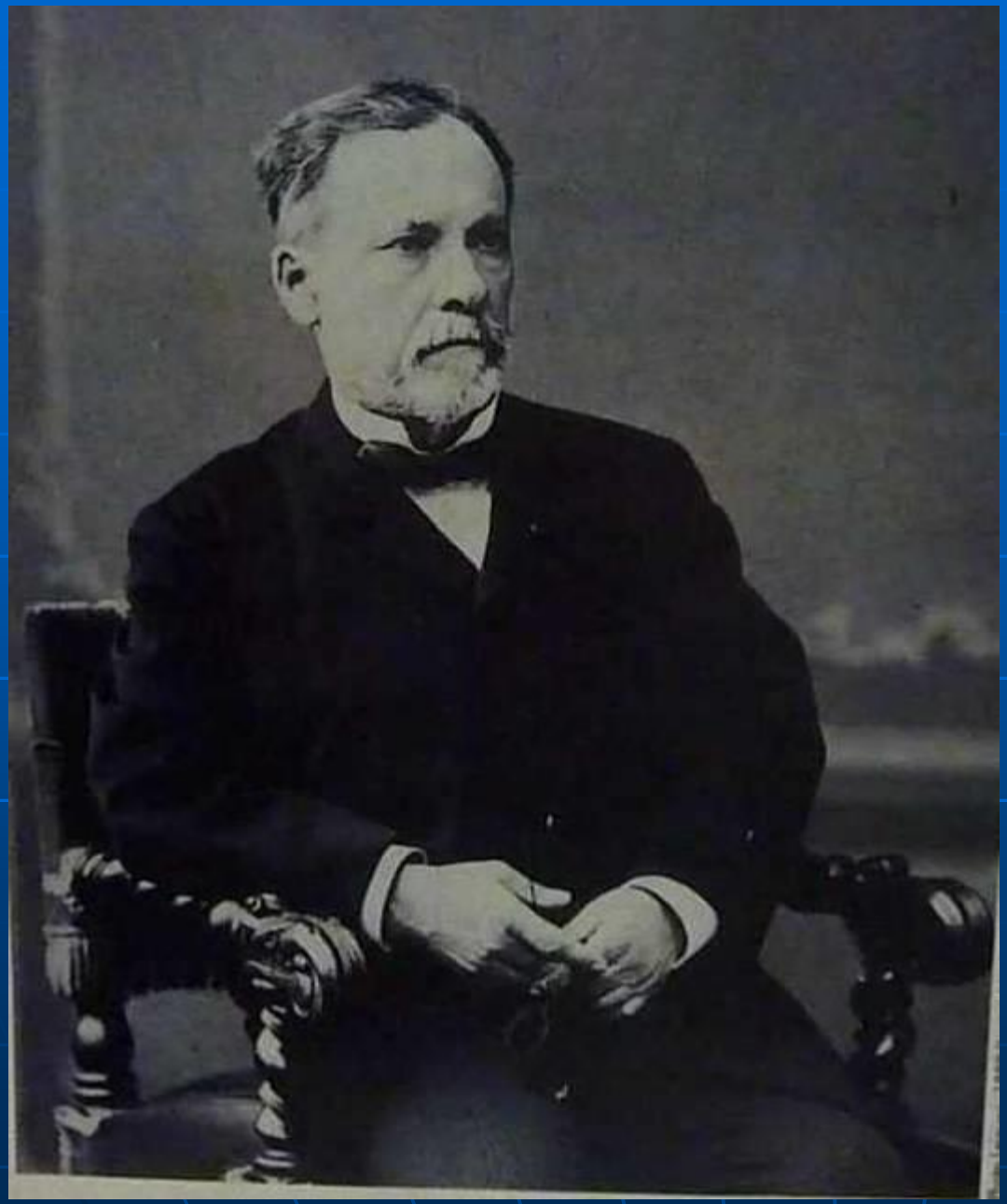


Dalla natura all’architettura

L'esame di Biot

- Pasteur è entusiasta della sua scoperta ,ma prima di presentare la comunicazione all'accademia delle scienze gli è richiesto di ripetere la prova . E' scelto Biot come esaminatore . La prova viene ripetuta in presenza di Biot . Dopo alcuni giorni il risultato è confermato . I cristalli formatisi vengono separati nelle due forme speculari e viene riconfermata la loro proprietà di ruotare in modo opposto il piano della luce .

  << ***... allora il vecchio e illustre scienziato , visibilmente commosso , mi prese per un braccio e mi disse : Mio caro ragazzo , ho amato la scienza così tanto nella mia vita che questo mi fa battere il cuore .*** >>



Louis Pasteur

1822 - 1895