

DIAGNOSTICA PER I BENI CULTURALI

MEDIA, ARTI, CULTURE (LM-65)

Università di Teramo

Cecilia Paolini

Università di Teramo



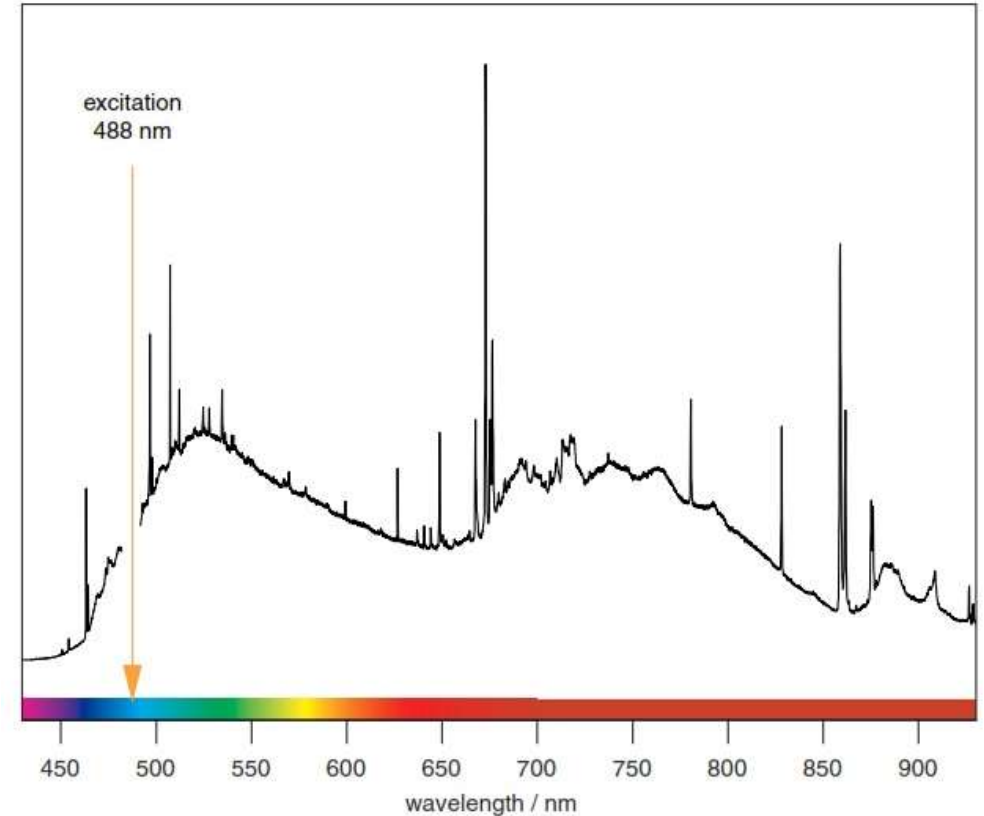
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

XIV Lezione
SPETTROGRAFIA RAMAN E
FTIR

La spettroscopia Raman è una tecnica spettroscopica basata sull'*effetto Raman*: è una tecnica di spettroscopia molecolare che, come la spettroscopia infrarossa (FTIR), sfrutta l'interazione della luce con la materia per ottenere informazioni sulla struttura o sulle caratteristiche di un materiale.

La spettroscopia Raman e la spettroscopia FTIR forniscono entrambe uno spettro caratteristico delle specifiche vibrazioni di una molecola (una sorta di "impronta digitale molecolare") e sono utili per identificare una sostanza.



SPETTROGRAFIA RAMAN E FTIR

Sono considerate complementari: La spettroscopia Raman e la spettroscopia FTIR forniscono entrambe uno spettro caratteristico delle specifiche vibrazioni di una molecola (una sorta di "impronta digitale molecolare") e sono utili per identificare una sostanza.

Tuttavia:

1. Nella *spettroscopia Raman* si utilizza tipicamente una luce laser nel campo visibile, nel *vicino infrarosso* e nel *vicino ultravioletto*.
2. Le informazioni fornite dalla spettroscopia Raman si ottengono mediante un processo di diffusione (scattering) della luce, mentre la spettroscopia a infrarossi è basata sull'assorbimento della luce.
3. La spettroscopia Raman fornisce informazioni sulle vibrazioni intra- e intermolecolari e può consentire di comprendere meglio una reazione.
4. La spettroscopia Raman può fornire ulteriori informazioni sui modi relativi a frequenze inferiori

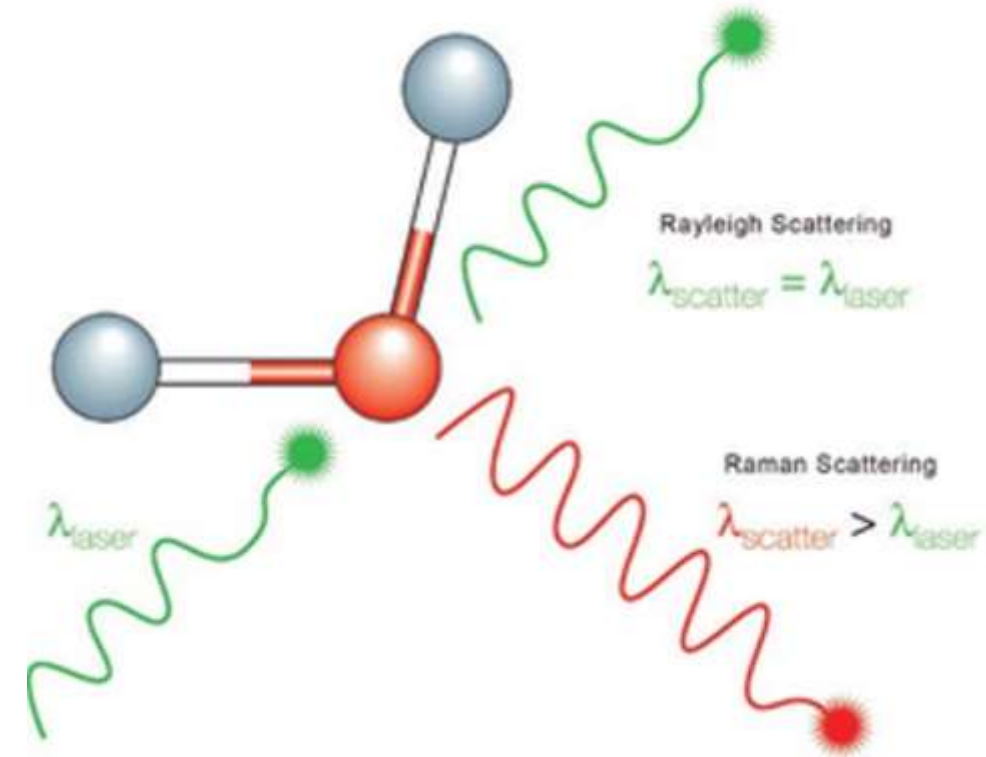
FTIR vs Raman Spectroscopy		
More Information Online WWW.DIFFERENCEBETWEEN.COM		
	FTIR	Raman Spectroscopy
DEFINITION	FTIR stands for Fourier Transform Infrared Spectroscopy	Raman spectroscopy is an analytical technique that lies on the inelastic scattering of photons in the sample
MEASUREMENT	Measures how much light is remaining from the original light from the light source	Measures the energy that scatters after being excited by a laser
SENSITIVITY	Sensitive to hetero-nuclear functional group vibrations and polar bonds	Sensitive to homo-nuclear molecular bonds



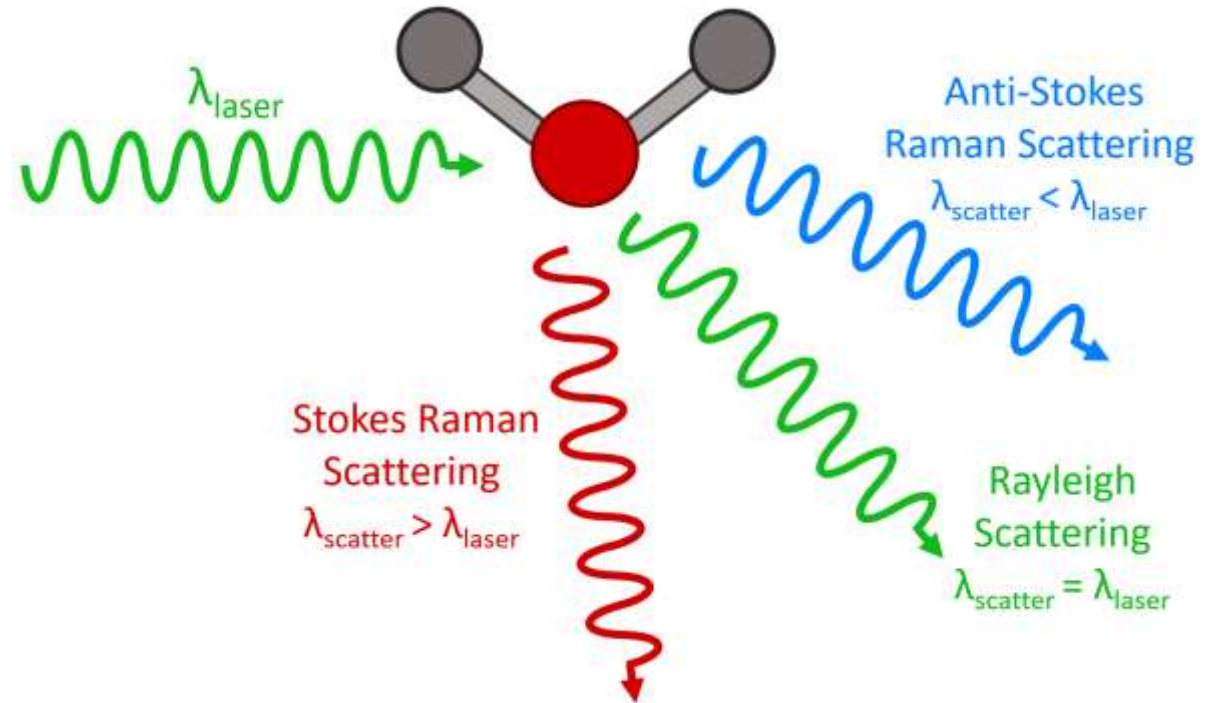
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

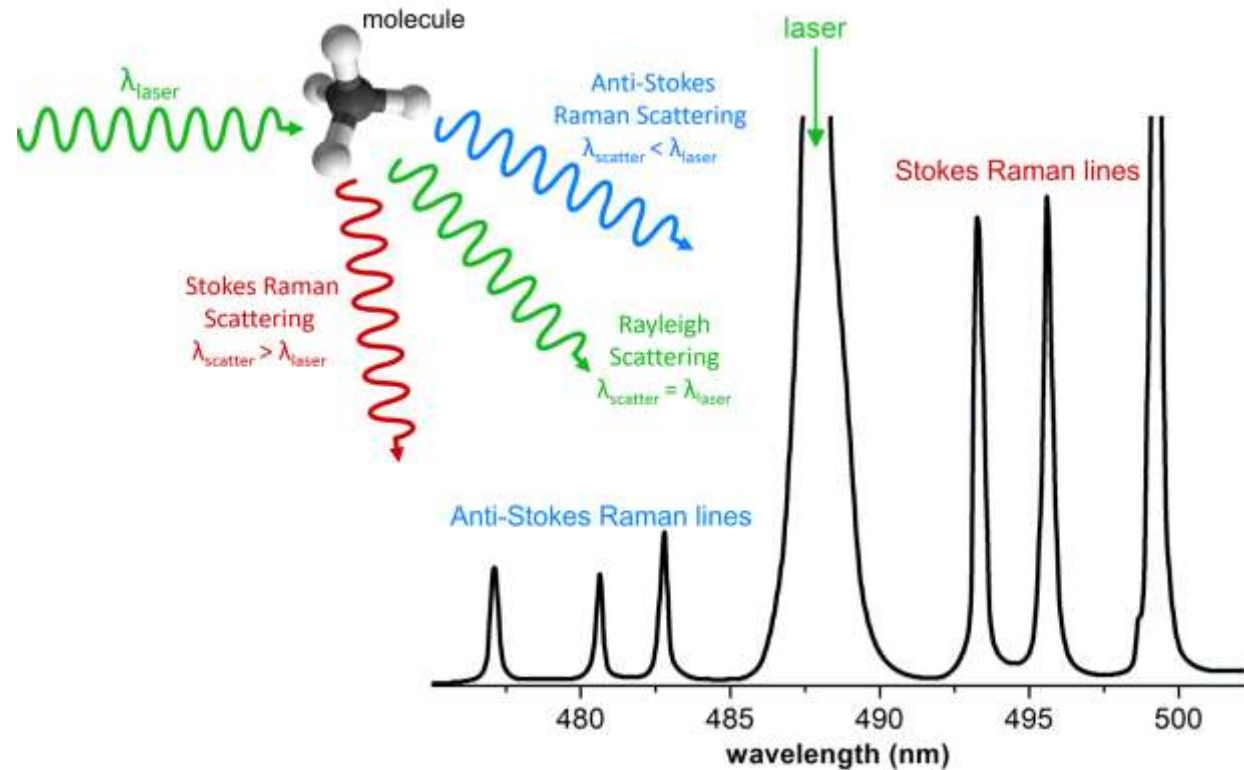
Quando la luce interagisce con le molecole di un gas, di un liquido o di un solido, la maggior parte dei fotoni viene dispersa o diffusa mantenendo la stessa energia dei fotoni incidenti. Questo fenomeno è denominato diffusione elastica o diffusione di Rayleigh. Una quantità molto piccola di questi fotoni, circa 1 fotone su 10 milioni, dopo la diffusione ha una frequenza diversa da quella del fotone incidente. Questo processo è denominato diffusione anelastica, oppure effetto Raman, in onore di Sir Chandrasekhara Venkata Raman che lo scoprì e per il suo lavoro ricevette nel 1930 il premio Nobel per la fisica.



Il processo della diffusione Raman, descritto secondo la meccanica quantistica, consiste in un'interazione dei fotoni con una molecola che può provocare l'eccitazione della molecola stessa a un livello energetico virtuale superiore. Quando la molecola si trova in questo livello energetico superiore possono accadere diverse cose. Una possibilità è che la molecola ricada a un livello energetico vibrazionale diverso da quello iniziale, producendo un fotone con una diversa energia. La differenza tra l'energia del fotone incidente e l'energia del fotone diffuso è denominata Raman shift (o spostamento Raman).

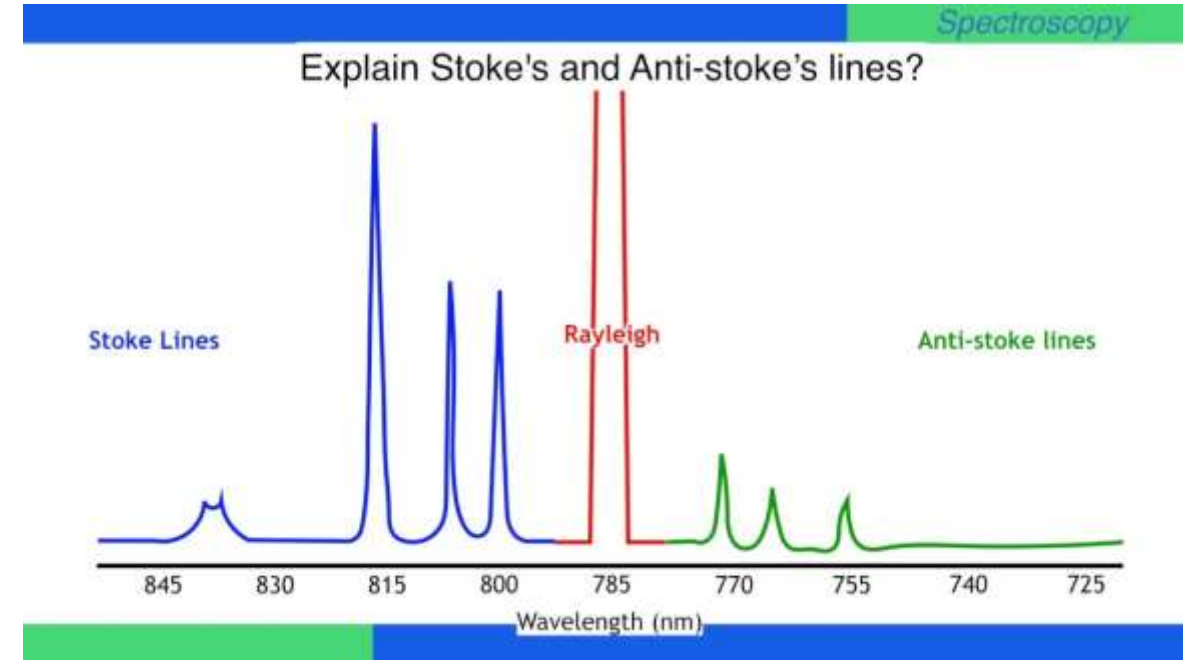


Quando l'energia del fotone diffuso è minore di quella del fotone incidente, il fenomeno prende il nome di diffusione Stokes. Alcune molecole possono trovarsi in uno stato vibrazionale eccitato e, dopo essere salite a un livello energetico virtuale superiore, possono ricadere in un livello energetico finale inferiore a quello corrispondente allo stato eccitato iniziale. Questo tipo di diffusione è denominato anti-Stokes.



SPETTROGRAFIA RAMAN E FTIR

In genere un fascio di luce che incide su un campione lo attraversa senza subire modifiche o viene assorbito a seconda della lunghezza d'onda della radiazione e della natura del materiale in questione. Vi sono poi i fenomeni di diffusione, lo "sparpagliamento" che un fascio di onde elettromagnetiche o di particelle subisce nell'attraversare un mezzo in virtù delle interazioni con le particelle di quest'ultimo. Una piccola parte del fascio incidente viene diffusa elasticamente, ossia con la medesima frequenza: questo è l'effetto Rayleigh, ossia l'effetto che fa apparire il cielo blu, i prati verdi, il sole giallo... Una percentuale minore di luce subisce una diffusione anelastica e questo è l'effetto Raman: il fascio è diffuso con una frequenza più alta o più bassa di quella originaria. Se il livello energetico del fotone diffuso è maggiore del fotone irraggiato (o incidente) si ha il fenomeno di RAMAN-Stokes, se è minore prende nome di Raman Anti-Stokes



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

IN ALTRE PAROLE....

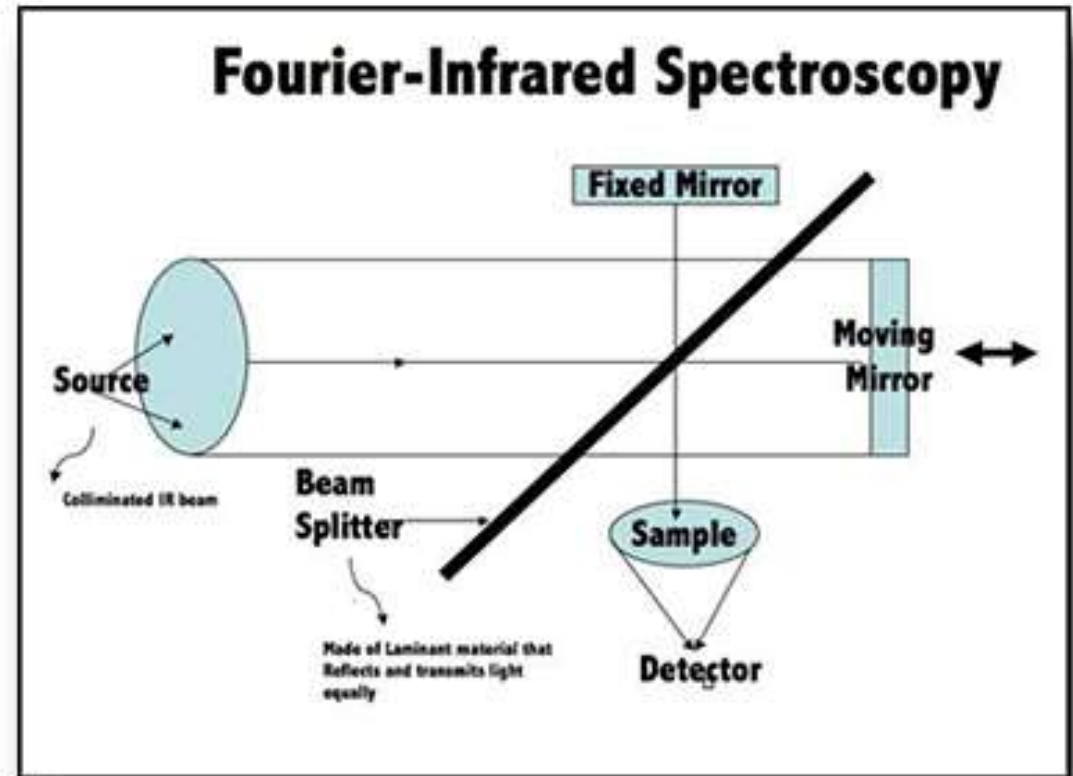
La radiazione prodotta dalla diffusione Raman è registrata e di seguito viene elaborato un grafico di lunghezze d'onda in funzione dell'intensità. Questo spettro è associabile a un'unica molecola e costituisce una vera e propria impronta digitale.

Le applicazioni sono numerose, infatti, si va dalla caratterizzazione di pigmenti, coloranti e leganti a quella di superfici ceramiche, materiali lapidei, sostanze organiche di varia natura, per arrivare anche all'identificazione di prodotti di degrado su superfici pittoriche, vetri, ceramiche, metalli e rocce.

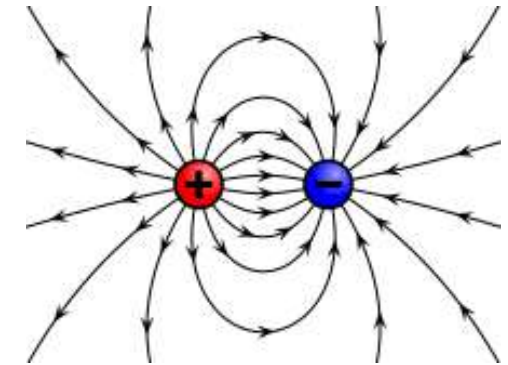


La spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier (FTIR) è considerata una tecnica molto efficace per studiare e comprendere la chimica e la chimica superficiale in vari tipi di materiali. Irraggiamento dell'oggetto con una radiazione nelle frequenze dell'infrarosso e monitoraggio dell'interazione di tale irraggiamento con la materia. Questa tecnica permette di analizzare composti molecolari sia inorganici che organici: nel campo della pittura può quindi essere utilizzata per indagare contemporaneamente pigmenti, leganti e vernici.

Viene sfruttata la riflessione della radiazione infrarossa da parte della superficie e viene analizzato il segnale "di ritorno", che contiene informazioni sulla struttura delle molecole con cui ha interagito.



È un metodo per determinare la struttura delle molecole che raccolgono uno spettro vibrazionale molecolare. Se esposti alla radiazione infrarossa, le molecole del campione assorbono selettivamente le radiazioni di lunghezze d'onda specifiche che causano il cambiamento del momento di dipolo delle molecole del campione. Di conseguenza, i livelli di energia vibrazionale delle molecole del campione si trasferiscono dallo stato fondamentale allo stato eccitato. La frequenza del picco di assorbimento è determinata dal gap di energia vibrazionale. Il numero di picchi di assorbimento è correlato al numero di libertà vibrazionale della molecola. L'intensità dei picchi di assorbimento è correlata al cambiamento del momento di dipolo e alla possibilità di transizione dei livelli di energia. Pertanto, analizzando lo spettro infrarosso, si possono ottenere prontamente informazioni sulla struttura di una molecola.



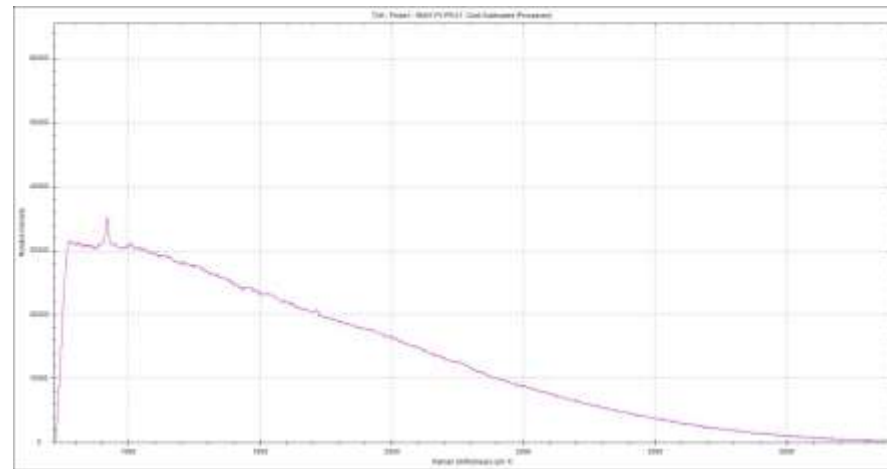
Dipolo: due cariche elettriche uguali ma di segno opposto.

Momento: vettore il cui modulo (ossia la lunghezza) è pari al prodotto della singola carica per la distanza. La direzione coincide con la retta che congiunge le due cariche, da quella negativa a quella positiva

SPETTROGRAFIA RAMAN E FTIR



- PW - BIANCA
- PY - OSSIDO DI FERRO
- PR - CINABRO
- PB - SMALTINO
- PG - VERDE TERRA (OSSIDO DI FERRO)
- PBR - OSSIDO DI FERRO



1. Indagine sulla sola superficie (materiali degli strati sottostanti non sono compresi nell'analisi)
2. Possono dare risposte anche afferenti al legante
3. La risposta indica direttamente il tipo di pigmento e non le singole componenti minerali (Blu di Prussia, Bianca, Cinabro...).
4. Hanno tarature che non comprendono l'intera tavolozza cromatica (generalmente non vedono le terre e possono essere tarate o per i colori tendenti al rosso o per i colori tendenti al verde).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

CARATTERI GENERALI