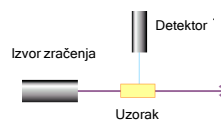


## Raman spektroskopija

## Raman spektroskopija

IR spektroskopija: analizira se apsorbirano zračenje.

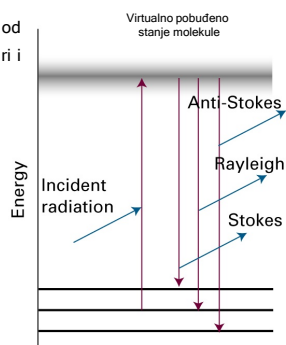
Raman spektroskopija: analizira se raspršeno zračenje.



## Raman spektroskopija

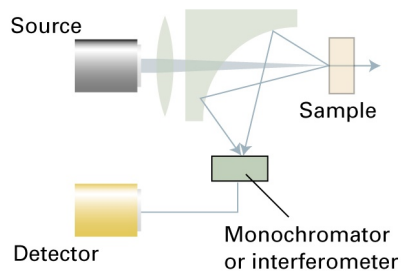
Ramansko raspršenje dolazi od neelastične interakcije molekula tvari i EM zračenja.

Foton predaje dio svoje energije Molekuli s kojom dolazi u interakciju i pritom je pobuđuje u neko od mogućih vibracijskih ili rotacijskih stanja te molekule. Energija raspršenog zračenja Promjenjena je za iznos dostupnih rotacijskih i vibracijskih stanja molekule uzorka.



## Raman spektroskopija

Uzorak se obasjava vrlo snažnim monokromatskim izvorom zračenja određene frekvencije (LASER) i pod nekim kutem u odnosu na smjer rasprostiranja ulaznog zračenja mjeri spektar raspršenog zračenja.

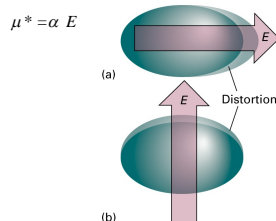


## Polarizabilnost

Raman raspršenje je povezano s polarizabilnošću tvari.

Polarizabilnost  $\alpha$  je mjera distorzije elektronske gustoće molekule kada se ona nalazi u vanjskom električnom polju.

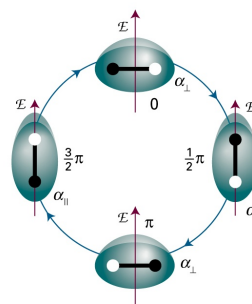
Vanjsko električno polje  $E$  uzrokuje inducirani dipolni moment molekule  $\mu^*$ :



## Polarizabilnost

Anizotropno polarizabilne molekule imaju različitu polarizabilnost u različitim smjerovima molekule u odnosu na vanjsko električno polje.

Osnovni uvjet za Raman spektar molekule je da je molekula anizotropno polarizabilna.



## Raman spektroskopija

Izborna pravila za rotacijsko Raman raspršenje:

Molekula mora biti anizotropno polarizabilna.

$$\Delta J = 0, \pm 2.$$

Izborna pravila za vibracijsko Raman raspršenje:

Molekula mora biti anizotropno polarizabilna.

Polarizabilnost se mora mijenjati s vibracijama molekule.

$$\Delta v = \pm 1, \Delta J = 0, \pm 2.$$

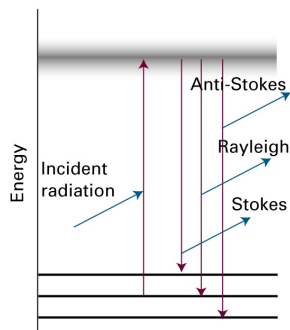
## Raman spektroskopija

Najveći dio raspršenog zračenja je iste energije kao i ulazno zračenje (Rayleigh raspršenje).

• Dio raspršenog zračenja ima manju energiju od ulaznog zračenja (Stokesovo raspršenje)

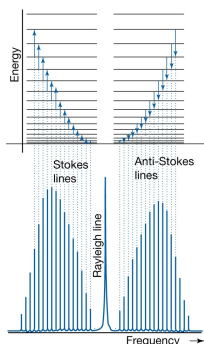
• Dio raspršenog zračenja ima veću energiju od ulaznog zračenja (anti-Stokesovo raspršenje).

• Razlika u energiji između ulaznog zračenja i Raman raspršenog zračenja odgovara vibracijskim (vibracijski Raman) i rotacijskim (rotacijski Raman) stanjima.



## Rotacijski Raman spektar linearne molekule

$$\Delta J = 0, \pm 2$$



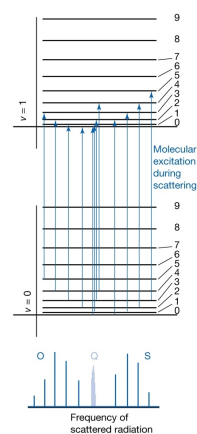
## Vibracijsko-rotacijski Raman spektar linearne molekule:

$$\Delta v = \pm 1$$

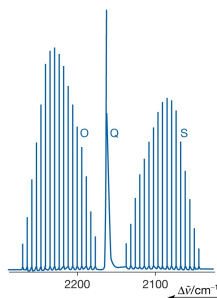
$$Q: \Delta J = 0$$

$$O: \Delta J = -2$$

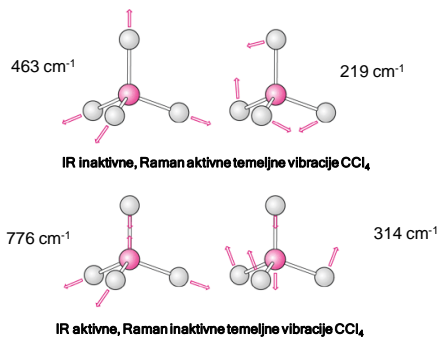
$$S: \Delta J = +2$$

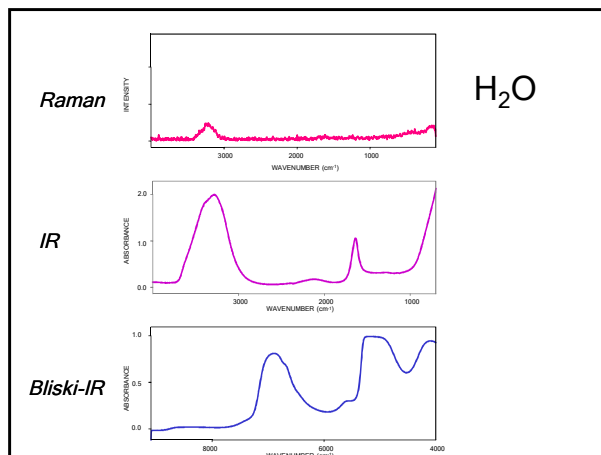
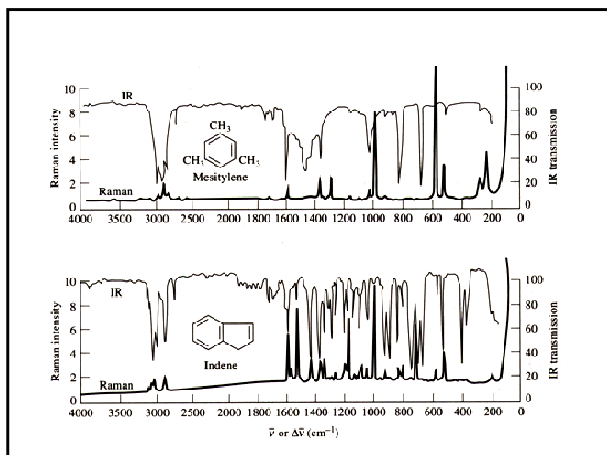


## Vibracijski Raman spektar CO



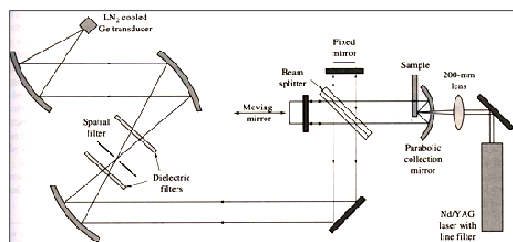
IR i Raman spektroskopije su komplementarne. Obično IR aktivne temeljne vibracije su Raman inaktivne i obratno:



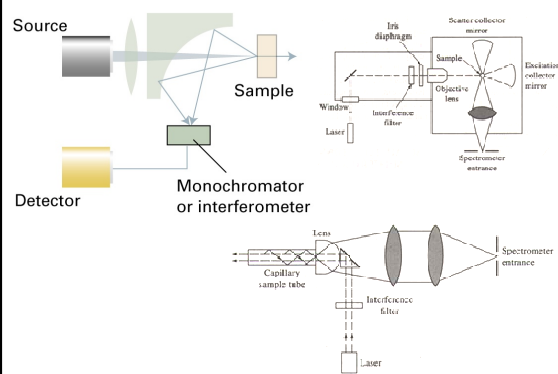


## Raman spektrometri

Raman spektrometri sastavljeni su, slično kao i IR spektrometri, od izvora zračenja (LASER određene frekvencije), nosača uzorka (kivete), monokromatora (optička rešetka ili Michelsonov interferometar) i detektora.



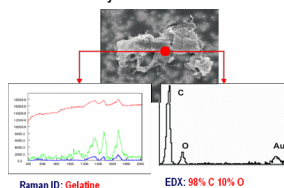
## Raman spektrometri



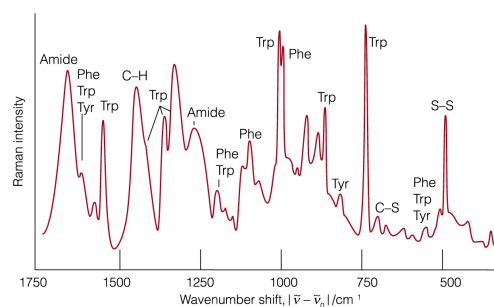
## Primjena Raman spektroskopije

Primjena Raman spektroskopije je u određivanju strukture i svojstava spojeva, u farmaceutskoj analitici i kemiji za kvalitativnu i kvantitativnu analizu.

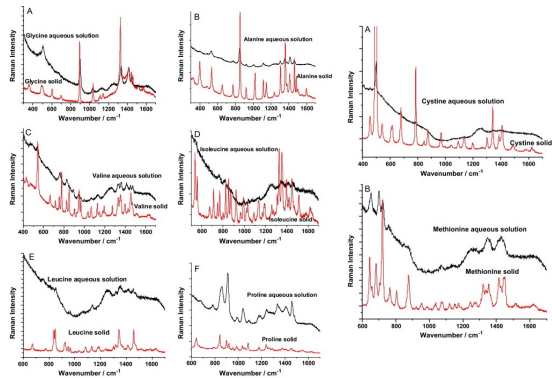
Od iznimne važnosti su optički mikroskopi kombinirani s IR i Raman spektrometrima. Ovim uređajima mogu se dobiti IR i Raman spektri s vrlo malih uzoraka, npr. dijelova stanica i vrlo sitnih čestica i detektirati spojevi u vrlo malim koncentracijama i na vrlo malim površinama što je od važnosti u farmaceutskoj analitici i biomedicini.



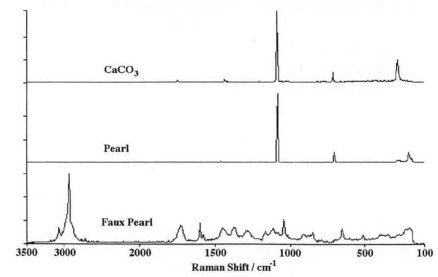
## Vibracijski Raman spektar biomolekula



## Vibracijski Raman spektar biomolekula



## Primjena Raman spektroskopije



**Figure 3** The Raman spectra of calcium carbonate (top), natural pearl (middle), and faux pearl (bottom). (Adapted with permission from Ref. 9.)