

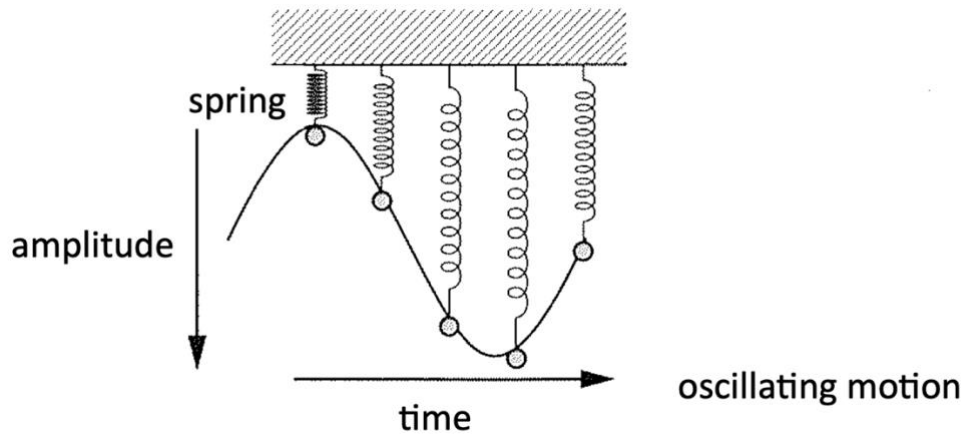
第1回 講義概要説明（講義の進め方と評価方法について）

---

第2回 波動・振動の表し方と波の性質

---

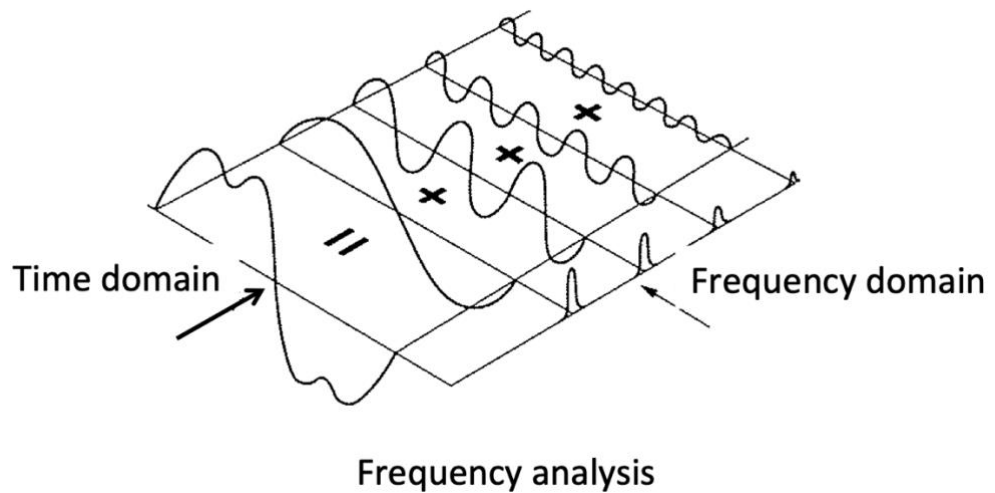
はじめに、一次元の進行波から波動方程式を導出し、波の表し方について理解する。さらに、進行波と定在波について復習し、透過率、反射率について考える。



第3回 波のフーリエ解析

---

フーリエ変換の基本概念について理解し、農産物などの評価に用いられている応用事例について学ぶ。

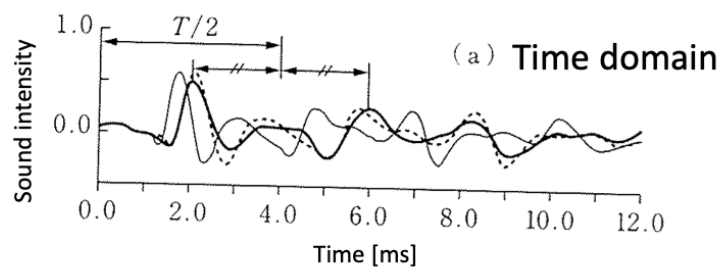


#### 第4回 単振動の基礎と応用

単振動と単振り子の基礎を復習し、それらのエネルギーについても理解する。これらの理解のもと、2原子分子の振動、減衰振動について学ぶ。

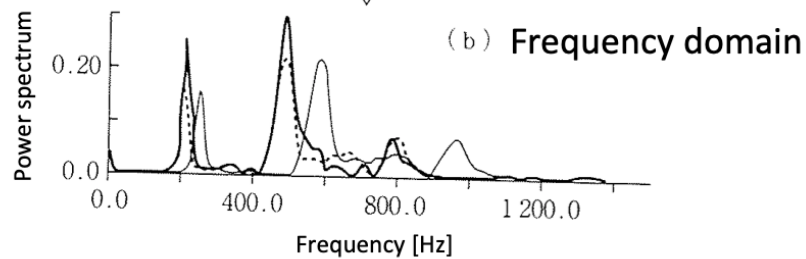
#### 第5回 強制振動と共振

運動方程式を元に強制振動について復習し、共振について学ぶ。さらに、打音を用いた農産物の品質評価法の原理についても学ぶ。



(細線:1日目, 太線:5日目, 点線:1日目の波形の時間軸を120%拡大)

$$\int_{-\infty}^{\infty} h(kt) e^{-j2\pi ft} dt = \frac{1}{k} H\left(\frac{f}{k}\right)$$



(細線:1日目, 太線:5日目, 点線:1日目の波形の時間軸を83%縮小)

### Frequency and propagation velocity

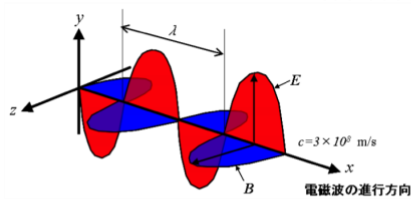
#### 第6回 連成振動と分子振動

二酸化炭素や水分子の振動理解を目指し、連成バネについて学ぶ。

第7回 光学と色彩学

電磁波の特徴を理解し、光の表し方や電磁波の種類と特徴、エネルギーについて理解する。さらに、色の表し方やそれによる農産物等の画像評価の仕方、その装置構成について学ぶ。

### Propagation of electromagnetic waves in material



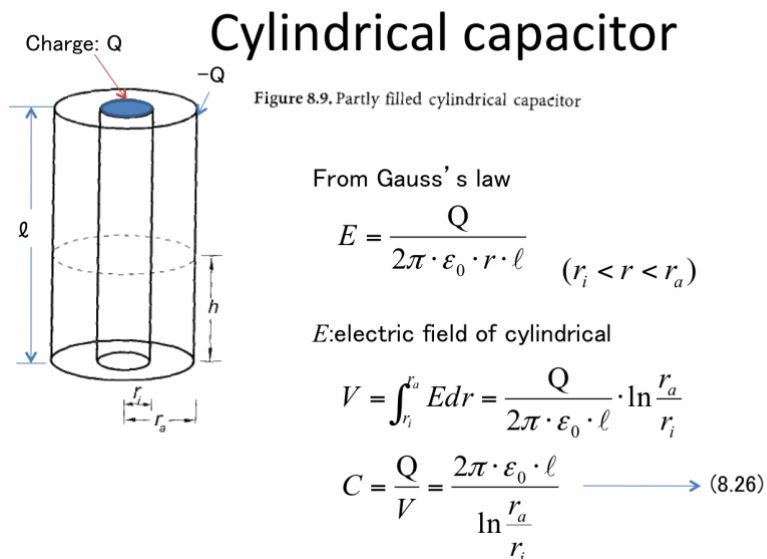
$$n = \frac{c}{S}$$

Light speed in vacuum  
Refractive index  $S$  ← Light speed in material

$E = E_0 \exp\left[i\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \delta\right)\right]$ $B = B_0 \exp\left[i\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \delta\right)\right]$ $E = cB$ <p style="text-align: center;">in vacuum</p>	}	$E = E_{t0} \exp\left[i\left(\omega t - \frac{2\pi n}{\lambda}x + \delta\right)\right]$ $B = B_{t0} \exp\left[i\left(\omega t - \frac{2\pi n}{\lambda}x + \delta\right)\right]$ $E = sB$ <p style="text-align: center;">In material</p>
---	---	---

## 第 8 回 誘電特性とインピーダンス計測

特に生物の誘電特性およびその計測方法について学び、そこから得られる信号の解析方法およびその情報理解について学ぶ。

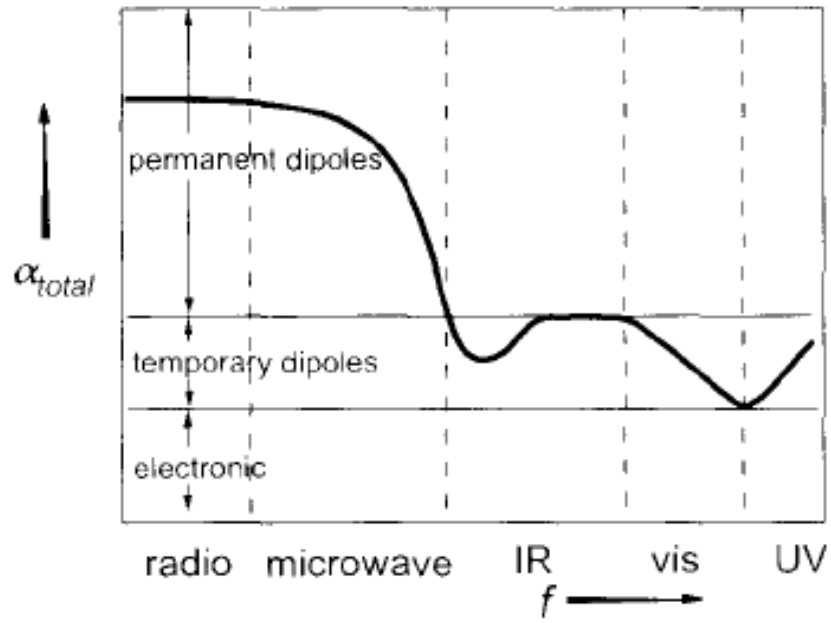


## 第 9 回 赤外分光法の原理と実際 (1)

分子振動と光のエネルギーについて学ぶとともに、それらを測定するための装置構についても理解する。

第 10 回 赤外分光法の原理と実際 (2)

赤外分光法で得られる情報と品質評価の関わりについて、様々な事例を元に学ぶ。



第 11 回 近赤外分光法の原理と実際

実際の実例を元に近赤外分光法と赤外分光法の関係を理解すると共に、それぞれの特徴及び計測装置構成の違いを理解する。

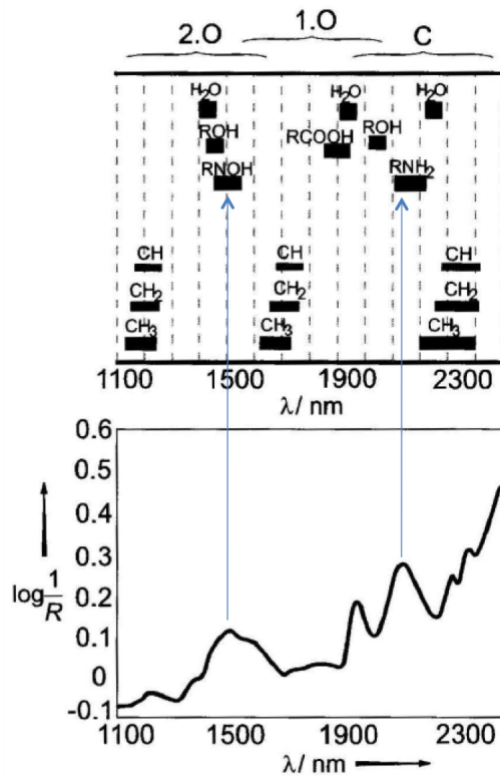


Figure 11.9. Typical absorption bands and their sources [55]

C: fundamental oscillation  
 1.0: first overtone  
 2.0: second overtone

$$\log \frac{1}{R} : \text{Absorption}$$

## 第 12 回 テラヘルツ波とマイクロ波利用 (1)

長波長側の電磁波利用とその応用事例および研究事例について学ぶ。

### In the alternating electric field

$$\alpha_{total} = (\alpha_{ind} + \alpha_{permanent}) \quad (10.8)$$

So, we can say the polarization is:

$$P = N \cdot \alpha_{total} \cdot E \quad (10.9)$$

$$\alpha_{permanent} = \frac{\mu^2}{3kT} \quad (10.10)$$

With this:

$$P = N \left( \alpha_{ind} + \frac{\mu^2}{3kT} \right) \cdot E \quad (10.11)$$

Polarization potential of

$\alpha_{ind}$ : Temporary (induced) dipole

$\alpha_{permanent}$ : Permanent dipole

When placed into an external electric field, the orientation of permanent dipoles is impeded by the thermal movement of the molecules.

where

$P$  polarization in  $C \cdot m^{-2}$

$N$  particle concentration in  $m^{-3}$

$\alpha_{ind}$  induced polarization potential in  $C^2 \cdot m^2 \cdot J^{-1}$

$\mu$  molecular dipole moment in  $C \cdot m$

$k$  BOLTZMANN's constant

$T$  temperature in K

$E$  electric field in  $V \cdot m^{-1}$

$\epsilon_0$  electric field constant in  $C \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$

The **Boltzmann constant** is the physical constant relating **energy** at the particle level with **temperature**.

$$k = 1.3806 \times 10^{-23} [J K^{-1}]$$

## 第 13 回 テラヘルツ波とマイクロ波利用 (2)

研究事例を元に、測定方法の理解や光波帯との違いについて学ぶ。

## 第 14 回 水晶振動子を用いたバイオセンサ

動作原理とその特徴を理解する。さらに、この情報から得られる結合定数の導出プロセスについて学ぶ。

## 第 15 回 表面プラズモン共鳴を用いたバイオセンサ

動作原理とその特徴を理解し、先端計測事例について学ぶ。

## 第 16 回 試験