

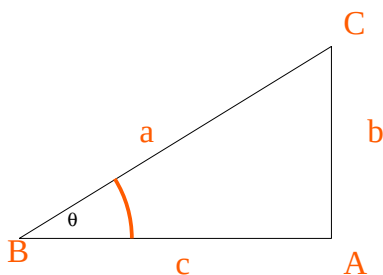
第 8 回計測法入門: 波動性と粒子性

三角関数と radian

- 角度は θ で表すことが多いが、円の 1 周を 0 から 2π と定義する角度のほかり方をラジアンという。
- 三角関数は、 $\angle A = \angle R$, $\angle B = \theta$ となる直角三角形のなす角 θ について、

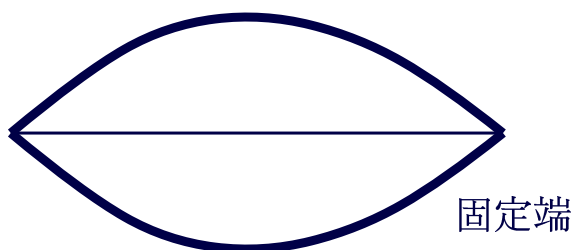
$$\sin \theta = \frac{a}{b}, \quad \cos \theta = \frac{c}{a}$$

が成り立つ。

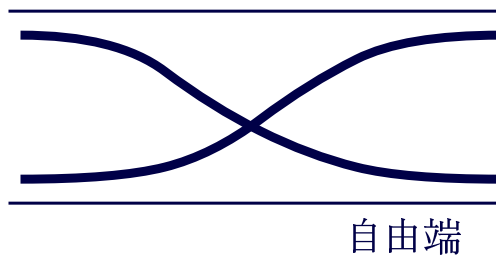


波の種類

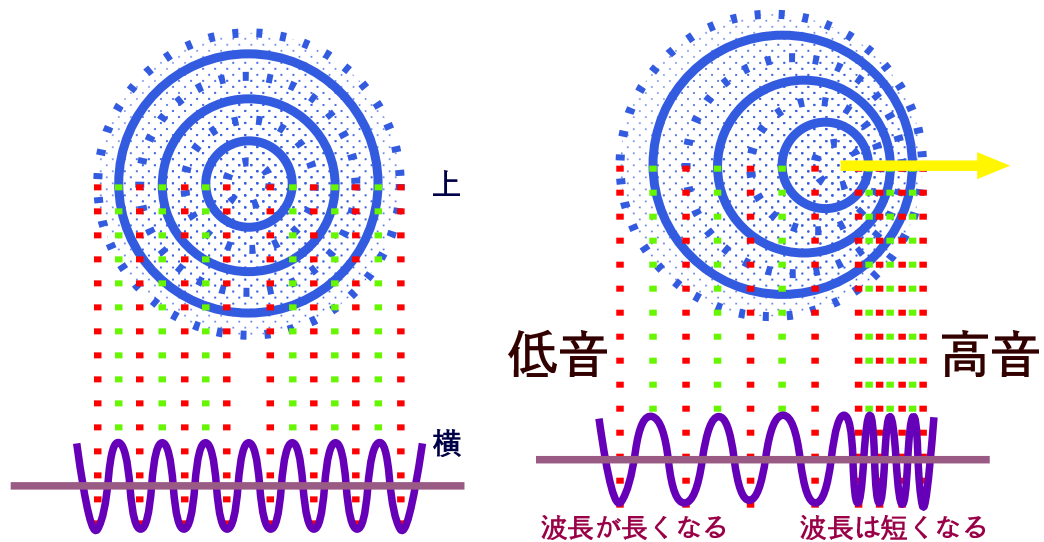
- 横波：進行方向に垂直に振動するもの
- 縦波：進行方向と平行に振動するもの
- 横波の運動は、単振動と同じ運動である。
- 境界が固定端のとき



- 境界が自由端のとき

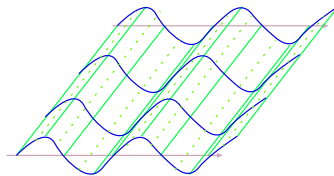


- ドップラー効果: 速度を持った波は、観測者に近づくとき、高い周期になる。音ならば高音となる。観測者から遠ざかるとき、低い周期になる。音ならば低音となる。



平面波の特長

- 平面波: 横波がたくさん集まって進行方向に垂直な波を作っているもの



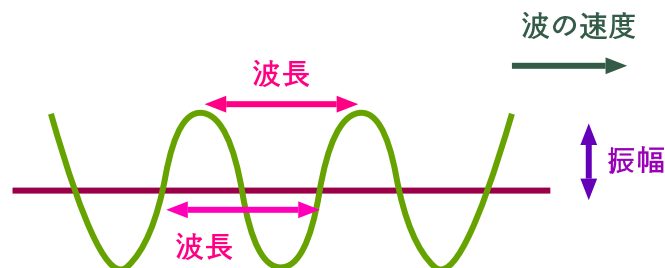
- 振幅 A の他に、波長 λ 、周波数 f 、速度 v などで特長をとらえる。

$$v = f\lambda$$

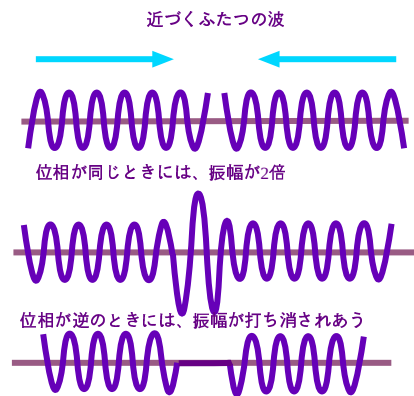
- 振動数と角速度との関係は、 $\omega = 2\pi f$
- 位相 0 は $\sin \omega t$ とし、位相 π は $\cos \omega t$ とした原点の波の解である。一般には

$$x = A \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - ft \right) \right]$$

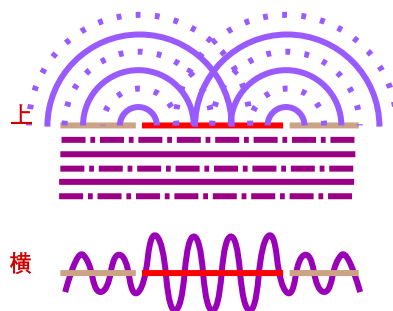
と書ける。



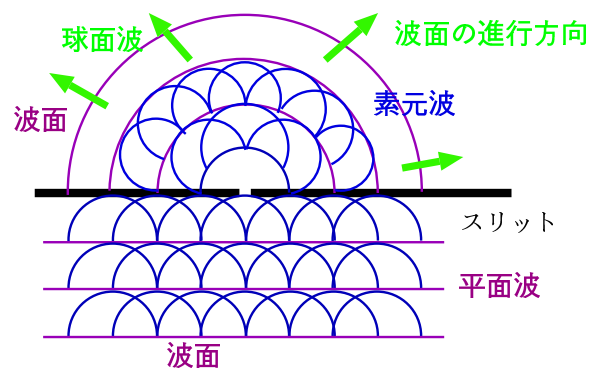
- 波が重なることを重ね合わせといい、同位相では波の振幅が 2 倍になり、逆位相では打ち消しあう。



- 回折: 平面波は回り込むことができる。この性質を回折という。



- スリット: 長い塀に、少しだけ隙間の空いているような実験装置のこと。
- 波がスリットをすり抜けるときに回折が起こる。



幾何光学

- 入射角 θ_i と反射角 θ_r とすると、

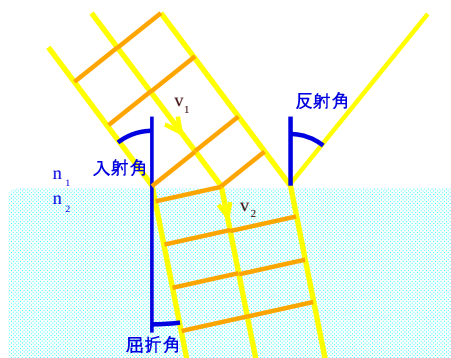
$$\theta_i = \theta_r$$

- 入射角 θ_i と屈折角 θ_r およびそれぞれ絶対屈折率 n_1, n_2 の媒質の間には、

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$$

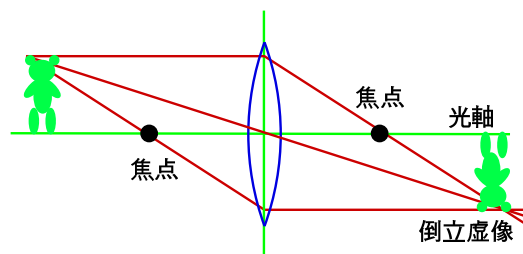
- 相対屈折率 n_{12} は、

$$\frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$



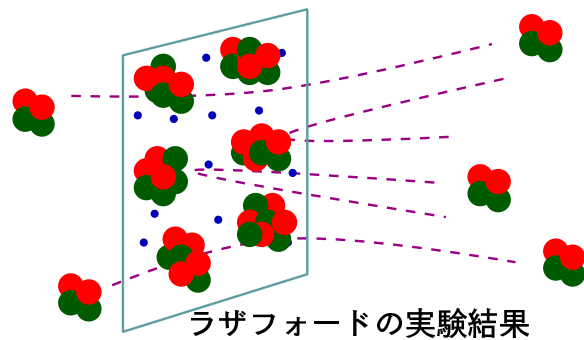
- 凸レンズでは光線は

- 光軸に対して平行に入射した光線は焦点を通る
- レンズの中心を通る光線は直進する
- 焦点を通る光線は光軸に平行に直進する

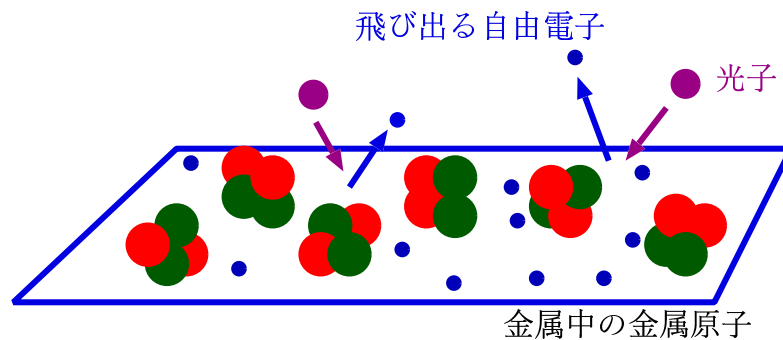


原子と原子核

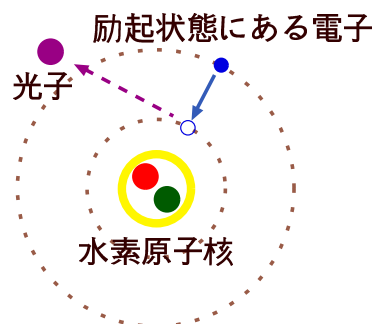
- ラザフォードの実験により、原子核の存在が分かった。



- 光電効果より、電磁波は光子として扱える量子的なふるまいを見せることがわかった。

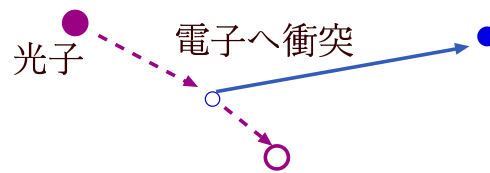


- 量子性: 波の性質を持ちながら、粒子の性質も持つもの。あるいはその逆。高エネルギーでは粒子が回折したり、電磁波が粒子のように散乱される。
- ボーアの模型で、原子核から出る電磁波はとびとびの値を持っている説明がつけられる。この電磁波を粒としてとらえ「光子」と呼ぶ。

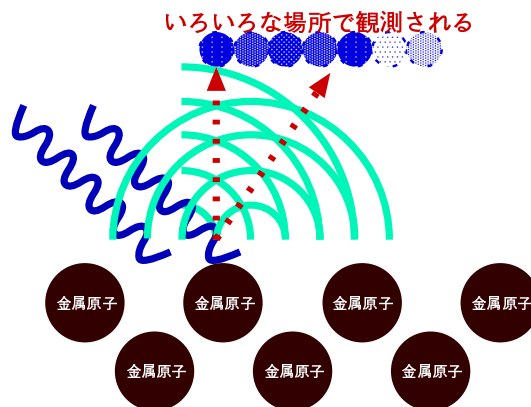


- 電子は波のようにもふるまう

- ー コンプトン散乱の発見で、X 線照射で電子のエネルギー増加が、あたかも光子がぶつかって電子と散乱するようにふるまうことが分かった。



- ー ドブロイ波長の発見により、金属に電子を当てたとき、電子が金属原子のスリットを通して回折したかのような位置に表れることが分かった。



- 放射性元素は、 α -線、 β -線、 γ -線を出して崩壊するが、それらの正体はそれぞれ、ヘリウム原子核、電子、光子 (電磁波) である。

