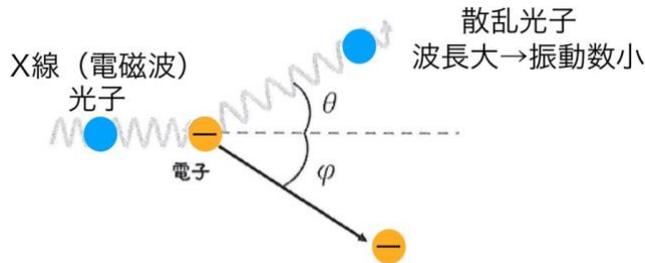


○ 光（電磁波）の粒子性を示す光電効果以外の実験（コンプトン効果）

電磁波（光）を電子にぶつけると、電磁波のエネルギーの一部を電子に与えて、電子が飛び出してくる。ぶつかった後の電磁波の波長が（ ）なる現象が起こる。これを（ ）という。



この現象は今まで波だと考えられてきた電磁波には（ ）性があることを示す。電磁波（光）を1種の素粒子として考えるとき、（ ）という。

※ 原子・陽子・中性子など、「子」は物理では「小さな粒」という意味を持つ。



アーサー・コンプトン（Arthur Holly Compton, 1892年9月10日 - 1962年3月15日）は、アメリカの実験物理学者。1920年からセントルイス・ワシントン大学、1923年からはシカゴ大学で教職に就いた。兄のカール・テイラー・コンプトンも物理学者。

○ 電磁波（光子）のもつ運動量

光が粒子（光子）だとすると、エネルギー（ $E = h\nu$ ）の他にも、運動量  $P$  もあるはず。

光子の持つ運動量の公式  $P = ( \quad )$  覚える

参考 光のもつ運動量と  $E = mc^2$ （相対性理論）とのつながり

光子のエネルギー  $h\nu = mc^2$  ①

光子の  $P = mv = mc$  ②

①と②より

※コンプトン効果の解き方は力学の運動量保存の問題と同じ！

まとめ

	波動性	粒子性
光	<u>古典物理学</u> 光は波である 波の式 $v = ( \quad )$ 波長 : $\lambda$ 振動数 : $\nu \rightarrow c = ( \quad )$ 速さ : $c$	<u>量子物理学</u> 光は粒子の性質を持つ エネルギー : $E = ( \quad )$ 運動量 : $P = ( \quad )$

○ 物質（電子）も波の性質を持っている！？

アインシュタインは光電効果により「光」が波と粒子の両方の性質を持っていることを示した（粒子と波の性質をあわせ持った、とても小さな物質やエネルギーの単位のことを（ $h\nu$ ）という）。

これを受けて、ド・ブロイは、光だけでなく「電子」（物質）も粒子性と（ $h/mv$ ）性があると提唱した。



実験 電子（物質）をスリットに通すと、（ $h/mv$ ）が生じた。  
 （ヤングの干渉実験と同じ）  
 → 電子は波の性質を持っているという証拠である！



○ 物質波

物質も波の性質をもっているとするならば、波長 $\lambda$ はどのように表せるのだろうか。

光子（粒子）のエネルギー :  $E = ( \quad ) \quad \dots \textcircled{1}$

光の運動量（粒子） :  $P = ( \quad ) \quad \dots \textcircled{2}$

光波（波）の式  $c = ( \quad ) \quad \dots \textcircled{3}$

また古典力学で物質の運動量は、

物質の運動量 :  $P = ( \quad ) \quad \dots \textcircled{4}$

光同様、物質も波としてふるまうとすると、その波長 $\lambda$ は、 $\textcircled{2}$ と $\textcircled{3}$ から、 $P = \frac{h}{\lambda}$ 、

これと④より、 $\lambda$ について解くと、 $\lambda =$  。

物質波の公式  $\lambda = ( \quad )$

ド・ブロイさん、光の式をつかって物質の運動量と結びつけちゃうなんて、そんなことをしている？単なる文字式の組み合わせで遊んでいるだけじゃないの？という批判が当時あった。

ド・ブロイは、物質も光と同じように小さな世界では、量子として振る舞うのではないかと考えていた。

→ その後、原子の構造を理解するときに、この物質波が大きく関係していた！

○ もし物質が波の性質をもっているなら、なぜ私達は日常で物質を波のように感じないのうだろう？

目の前にある消しゴムが、波のように見えることはない。物質波の波長について、実際に数値で計算をしてみよう。たとえば、1 kg の物質（牛乳1本の質量）が1 m/s の速さで運動しているときの物質波の波長を求めてみると、

※プランク定数  $h = 6.63 \times 10^{-34} [\text{J} \cdot \text{s}]$

※ これは非常に短いので、実際に生活の中でこの波長を感じることはできない。

では、電子だと物質波の波長はどのくらいになるのだろうか？

問題 速さ  $1.0 \times 10^5 \text{m/s}$  で動く電子の、物質波（電子波）の波長  $\lambda$  は何 m か。プランク定数を  $6.6 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ 、電子の質量を  $9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$  とする。

