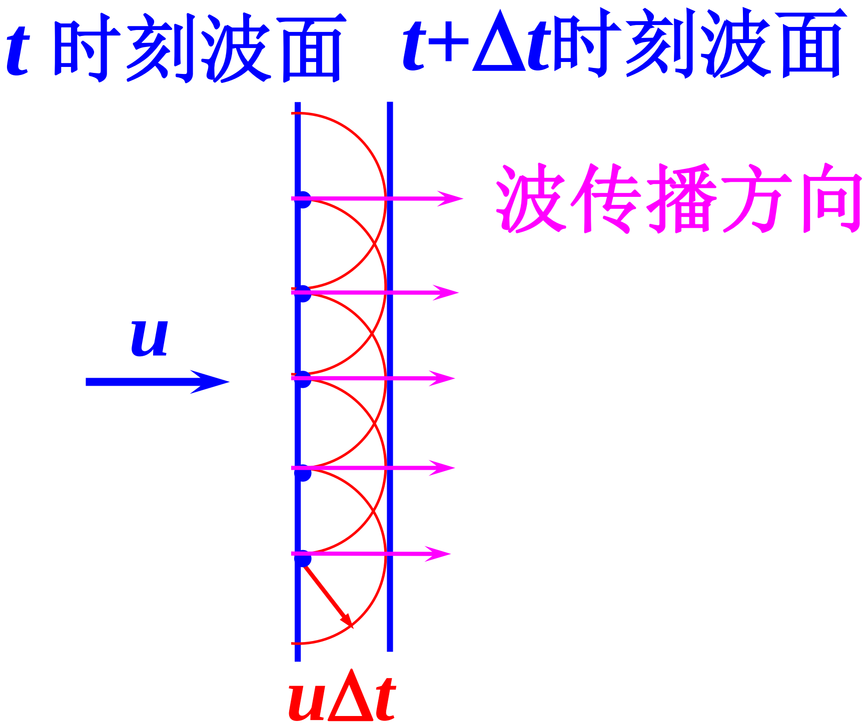
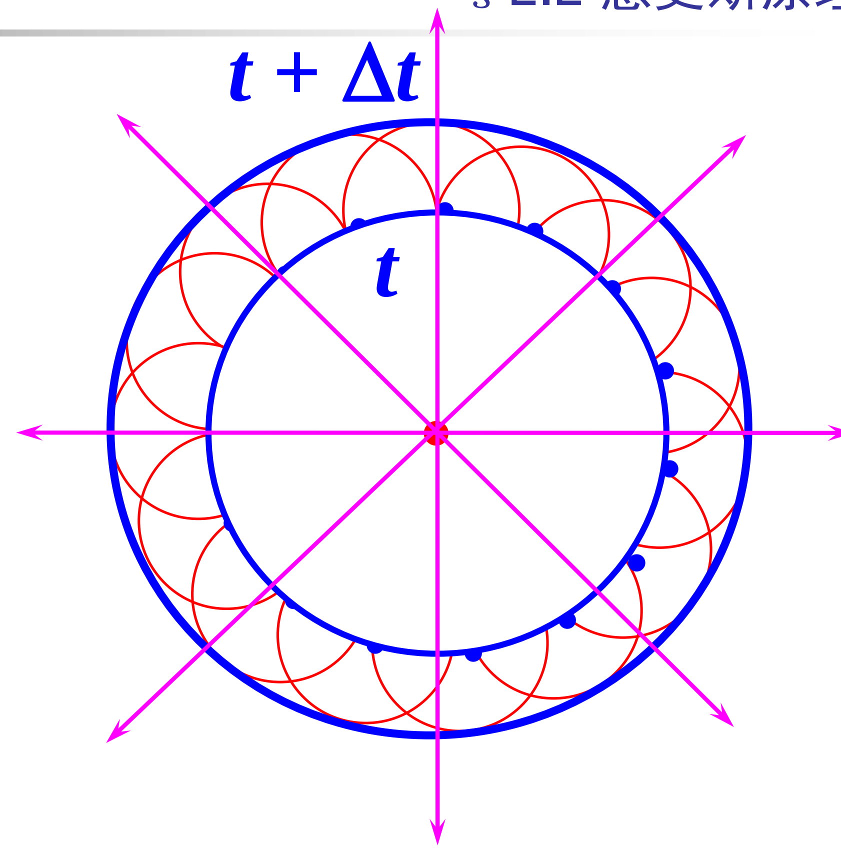
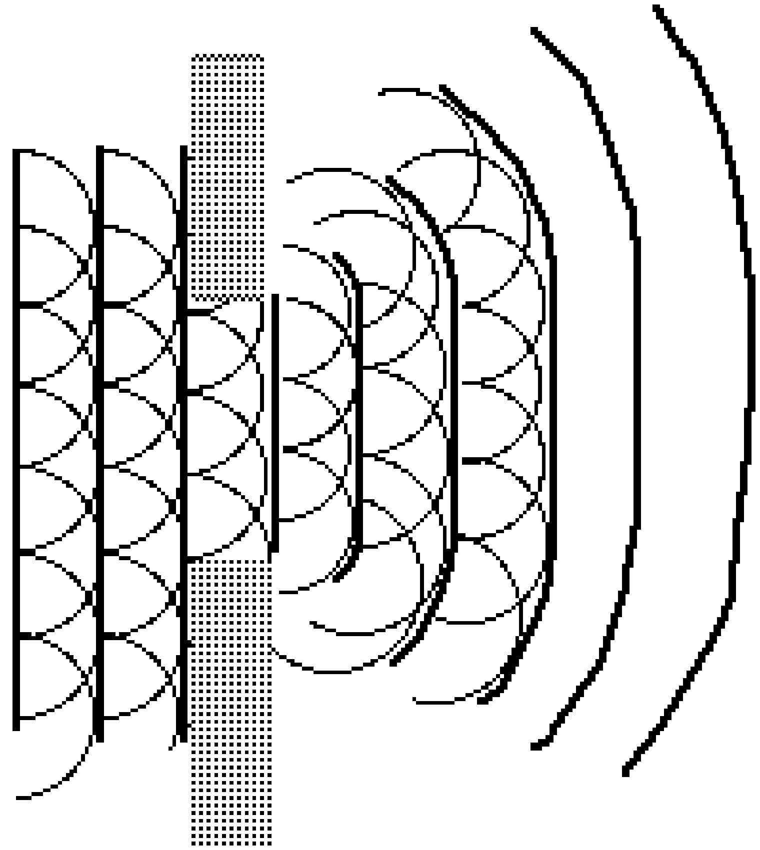



平面波

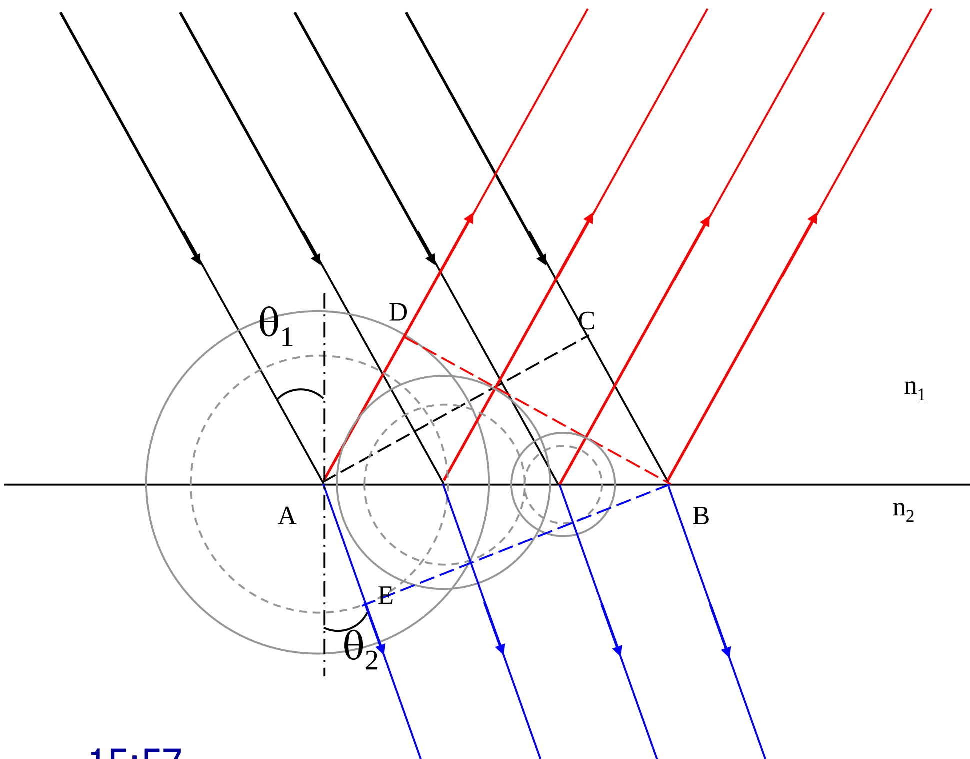



球面波

- 利用这个原理，可通过作图法确定下一时刻的波前位置。



- 2.　对反射和折射定律的解释
- 设一束平行光入射由$n_1$到$n_2$，且$n_1 < n_2$，入射角为$\theta_1$。



- 对于三角形ABC：　　$\sin\theta_1 = BC/AB$
- 对于三角形ABE：　　$\sin\theta_2 = AE/AB$

$$\therefore \quad \sin\theta_1 / \sin\theta_2 = BC/AE$$

$$= v_1 / v_2$$

- 即：入射角的正弦与折射角的正弦之比为一常数。

由折射率的定义不难推出：　$n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

- 1 没能够确定光的电磁波特性；
- 2 将光解释为机械波；
- 3 光波的前向传播的机理未能清晰阐述。

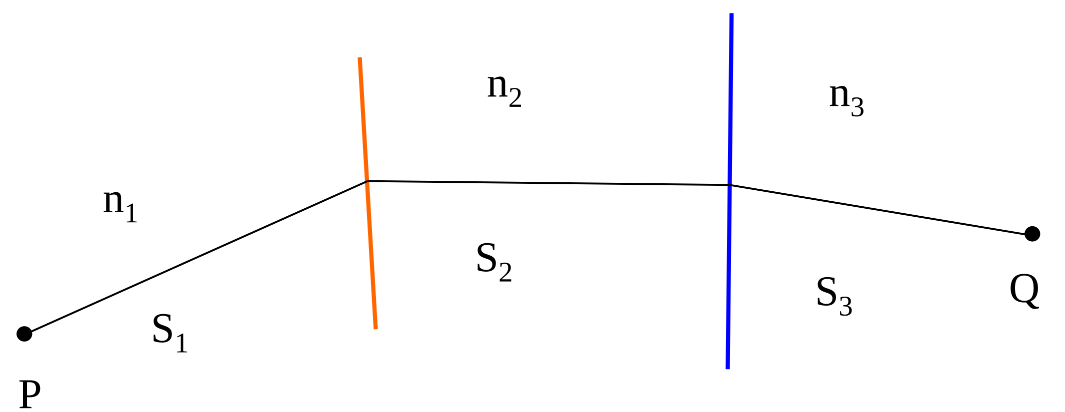
- 4 时序？
- 5 光的直进的数学表述？

# §2.3 费马（Fermat）原理

费马首先引入了光程的概念，将几何光学中的基本原理统一起来。

## 1. 光程

- 光由$n_1$，$n_2$，$n_3$从P点到Q点的时间t



$$t = S_1/v_1 + S_2/v_2 + S_3/v_3$$

$$= (n_1S_1 + n_2S_2 + n_3S_3)\cdot 1/c \qquad (\because v = c/n)$$

令 $$\Delta = n_1S_1 + n_2S_2 + n_3S_3$$

称Δ为P点到Q点的光程，亦可用[ ]表示。

i° 对于均匀介质， $\Delta = nS$

ii° 对于路径经过N种均匀介质，则：$\Delta = \sum_{i=1}^{N} n_i S_i$

iii° 对于路径经过折射率连续变化的介质，则：$\Delta = \int_P^Q n dS$

引入光程Δ后，上式为：

$$t = \Delta / c$$

这与光在Δ长的真空中所花的时间相同。

即不论介质如何，光走过同样光程的时间是相等的。这样便于将各介质中走过的路程折算为真空中的路程，给计算以方便。

## 费马原理

- 1605年，费马概括了光传播的实验规律，并归纳为：

光从空间一点到另一点是沿光程为极值（极大、极小或常数）的路径传播，即光程的微商为0。

$$\delta\Delta = \delta\int_P^Q n dS = 0$$

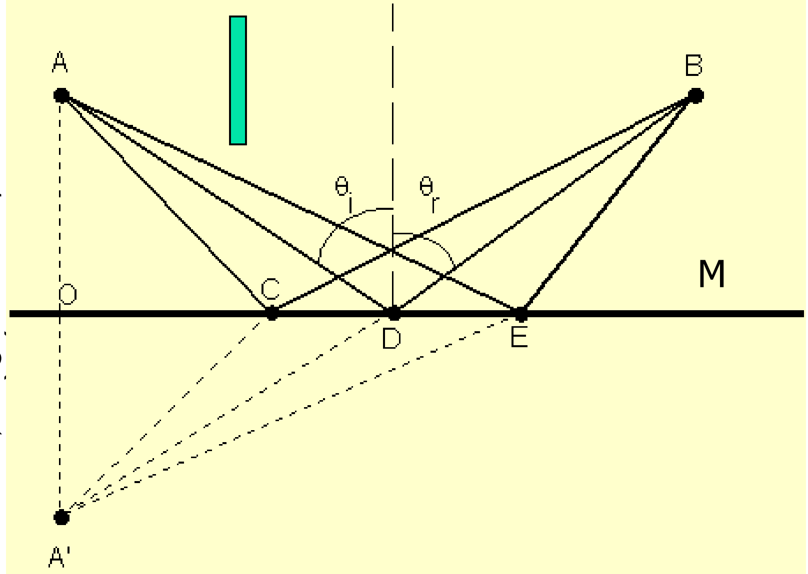
- 例： i ° 光程取极小值
  - 反射的情况

任设M上的点C或E，作A的镜像A′，

∴ ACB = A′CB (或AEB = A′EB)

在A′B中，以直线A′B，交反射面M于D为最短路径，这时有

$\theta_i = \theta_r$



- **折射的情况**

设A(0,$y_2$), O(x,y), B($x_1$,$y_1$)

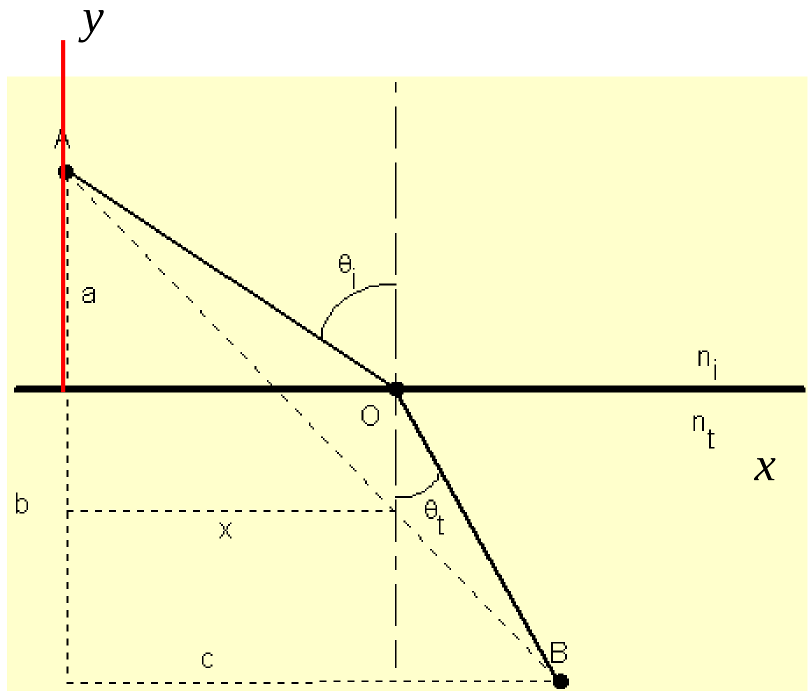
则 $\Delta = n_i \cdot AO + n_t \cdot OB$

$$= n_i\sqrt{x^2+y_2^2} + n_t\sqrt{(x-x_1)^2+y_1^2}$$

$$\frac{d\Delta}{dx} = n_i\frac{x}{\sqrt{x^2+y_2^2}} + n_t\frac{(x-x_1)}{\sqrt{(x-x_1)^2+y_1^2}} = 0$$

$$n_i\frac{x}{\sqrt{x^2+y_2^2}} = n_t\frac{(x-x_1)}{\sqrt{(x-x_1)^2+y_1^2}}$$

即 $n_i\sin\theta_i = n_t\sin\theta_t$



- ii° 光程取常数
  - 平面镜就是光程取常数的一个例子。
  - 由反射光知识可知，物件经平面镜的反射光的延长线必交于虚像，物件与虚像之间的光程取常数0。