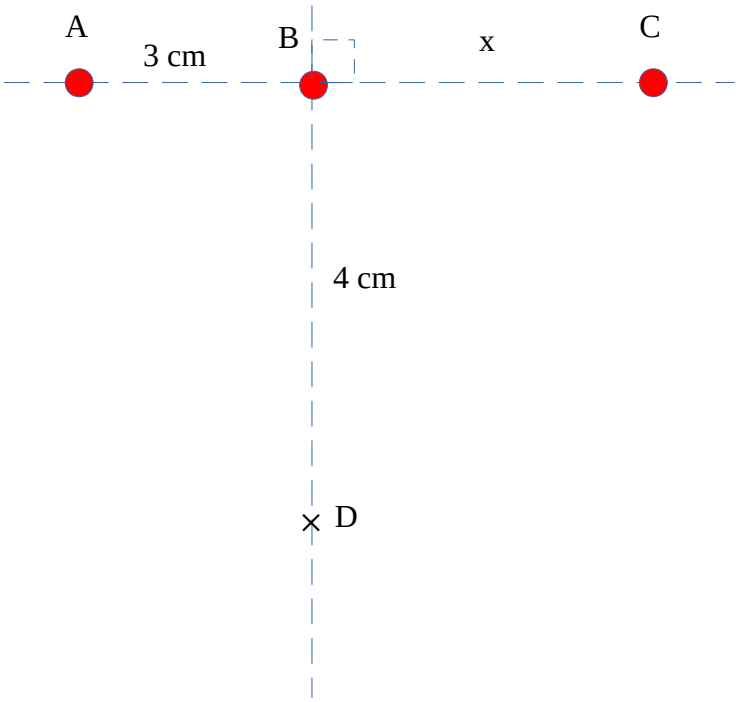
問題：

三個相同 (同頻、同相 (in-phase)、同振幅) 的點波源 (point sources) A、B 和 C 位於圖中共線 (collinear) 位置上；此亦是 A 和 C 最接近 B 可在 D 出現第一次完全相消干涉。如圖所示，AB = 3 cm， BC = x > 3 cm ，BD = 4 cm，及 ABC ⊥ BD。

(a) 求波長 λ 。

(b) 求距離 x 。

可忽略因與波源的距離增加而出現的波幅衰減。



提示：

雙波源相消干涉背後數式 $\cos 0° + \cos 180° = 0$

三波源相消干涉背後數式則是 $\cos 0° + \cos 120° + \cos 240° = 0$

解答：

∵ 360° 對應波長 λ

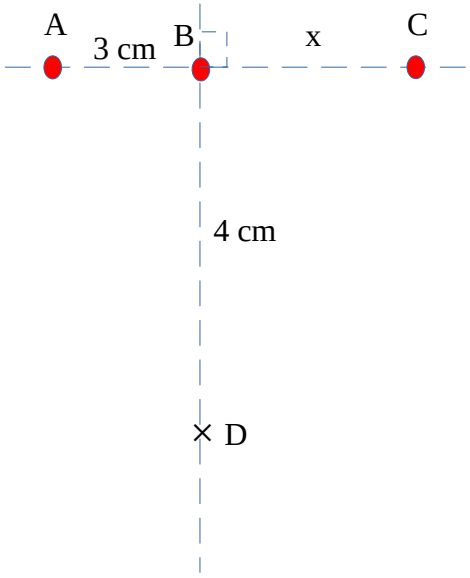
∴ 120° 對應 $\frac{120°}{360°}\lambda = \frac{1}{3}\lambda$，及 240° 對應 $\frac{2}{3}\lambda$

數式 $\cos 0° + \cos 120° + \cos 240° = 0$，

更一般的是

$\cos\theta + \cos(\theta \pm 120°) + \cos(\theta \pm 240°) = 0$，其中 θ 是任意角。

意思是三個 cosine (或 sine) 波形，當互相之間有 120° 相差，它們的和總是零。



B 離開 D 最近; C 離開 D 最遠。

A、B 和 C 同相振動，意謂在任何時刻，由 A、B 和 C 出來的波形相同。

但因為路途長短不一，同時間出發的三個同相波形不會同時抵達 D。反過來說：除非路途相同 ，同時間到達 D 的三個波形皆不可能是同時「出門」(由各自的波源出發)。

路途稍遠的，就要早一點出門。早一點出門與晚一點出門的波形就存在相差 (phase difference) 。所以，同時間到達觀察點的多個波形就存在相差 — 這是造成波動干涉現象的基本原理。

如果路程比別人長 $\lambda/3$，就要早週期的 1/3 出門。當大家同時抵達目的地之時，兩者的相差就是 120°。

所以，要求同時抵達 D 的三個波形之間存在 120° 相差，那就等同要求它們之間的程差是一個比一個長 $\lambda/3$ 。

> 所以， D 是第一個相消干涉的程差要求：
>
> $AD - BD = \lambda/3$ ，及
>
> $CD - AD = \lambda/3$ 。

(a)

$\because AD - BD = \lambda/3$

$\therefore \sqrt{3^2+4^2} - 4 = \frac{\lambda}{3}$

$\therefore \lambda = 3$ cm

(b)

∵ CD − AD = λ/3　　(利用 “CD − BD = 2λ/3” 也可以)

$\therefore \sqrt{x^2+4^2} - \sqrt{3^2+4^2} = \frac{\lambda}{3}$

代入 λ = 3 cm，求得 $x = \sqrt{20} = 4.47$ cm。

問題：若 A、B 和 D 固定，那存在另外的 x 值一樣在 D 造成相消干涉嗎？

答：CD − AD = (n + 1/3)λ ，其中 n = 1, 2, 3, … 也可以。這樣可求得不同 x。

作者：吳老師 (Chiu-King Ng)

https://ngsir.netfirms.com

http://phy.hk

電郵：feedbackWZ@phy.hk 其中 WZ 是 23 之後的質數