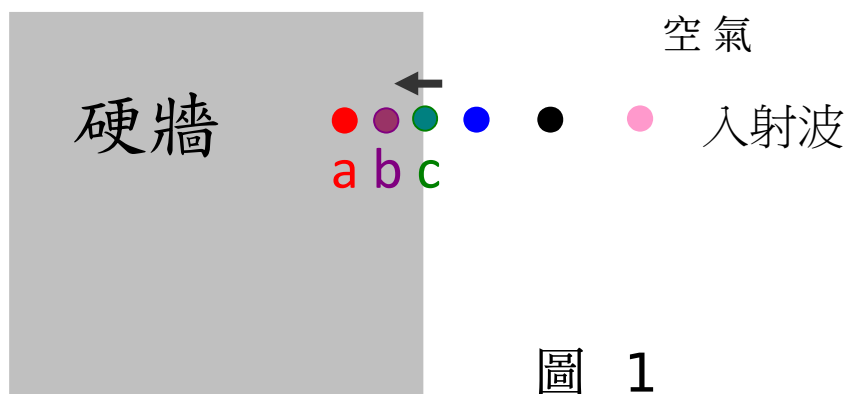


縱波反彈時究竟有沒有 π 相角改變？如果有，為甚麼密部反彈後仍是密部？

(本文討論的是當縱波從軟 (soft) 物質射向硬 (hard) 物質反射的情況，例如聲波從空氣射向牆壁反射。)

縱波反彈時是有 π 相角改變，但密部 (compression) 反彈後的確仍是密部。

π 相角改變是指粒子的位移或速度。密部、疏部是指縱波的壓強，它們不是相同的東西。



依上圖所示，

1. 粒子 a、b 和 c 在入射波裏處於同一密部 (compression)。若沒有牆壁的阻制，粒子 c (綠粒子) 向圖的左方行走(在縱行波，密部內所有粒子行走的方向與波的前進方向相同)。

2. 現在情況是波受牆壁限制。到達牆壁的粒子(c)只可以是靜止不動。這個「靜止」是由入射波和反射波疊加 (superposition of waves) 而成。

到達牆壁粒子速度 = 入射波在牆壁處的粒子速度 + 反射波在牆壁處的粒子速度

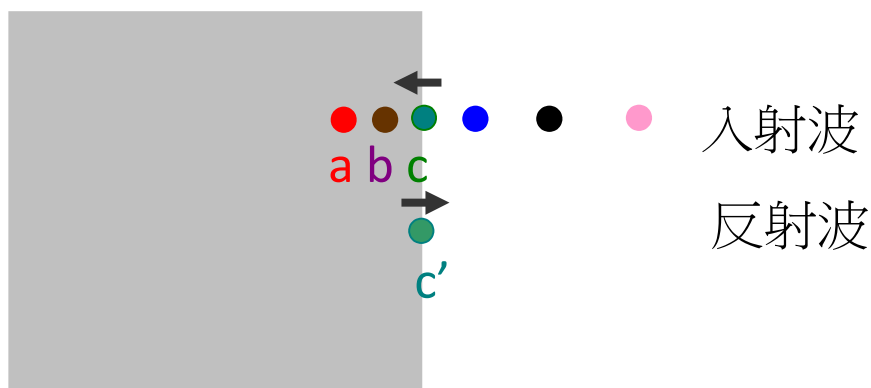
而到達牆壁粒子速度 = 0，所以

入射波在牆壁處的粒子速度 + 反射波在牆壁處的粒子速度 = 0

反射波在牆壁處的粒子速度 = -入射波在牆壁處的粒子速度

所以 c 在反射波中對應的 c' 必須與 c 的速度量值相同、方向則完全相反，即是向右行走。

3. 反射波向右行，c' 也向右行，所以 c' 在反射波裡也是處於一個密部內。



考慮其他點，不難得出以下圖像

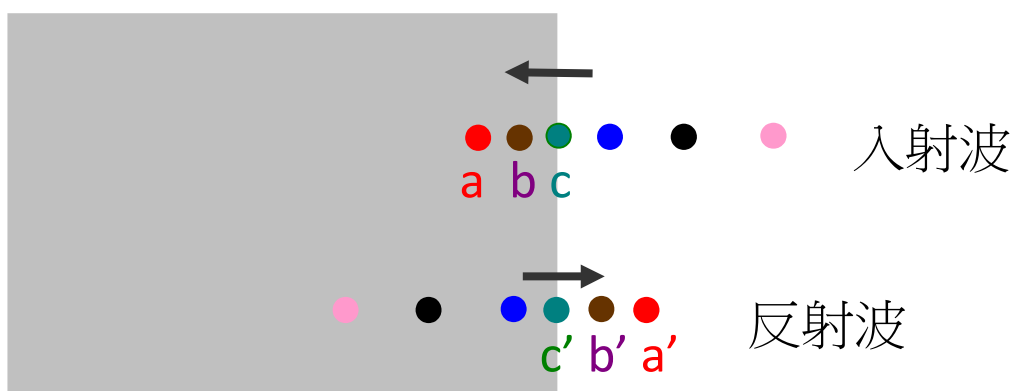


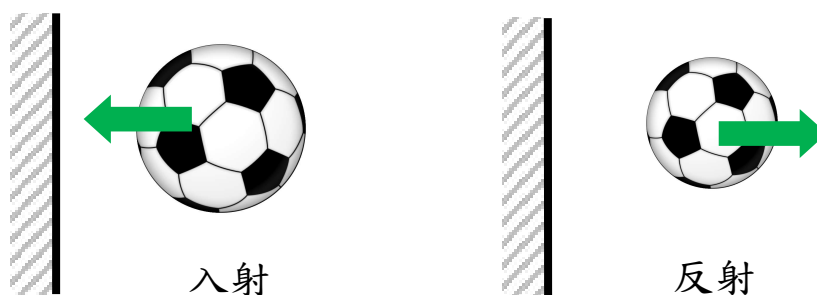
圖 2

在任何時間，到達牆壁上的總速度必須是零。

在牆壁邊緣，入射波速度 = -反射波速度。

這個正、負改變，而量值不變，就是 π 相角改變 (π change)。

若不太明白以上的說明，那不妨這樣理解：
把一個皮球撞向牆壁。原來皮球的速度是向入，
反彈後速度變成向外，即是相反了方向。



5. 位移也一樣有 π change。

我們先溫習有關縱波的一個概念：密部中央的位移是零：它旁邊的粒子向它靠攏。

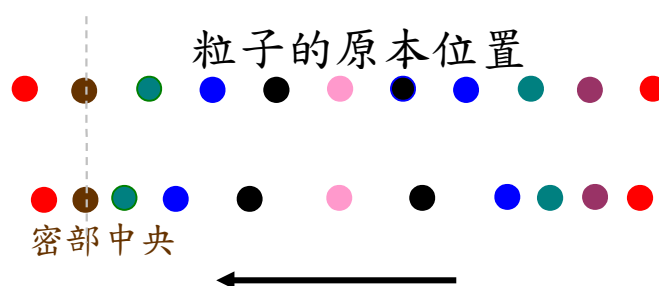


圖 3

在圖 2，粒子 b 和 b' 是密部的中央。入射波的 c 靠向 b ，所以 c 的位移是向左；反射波的 c' 也靠向 b' ，所以粒子 c' 的位移是向右。 c 和 c' 的位移相反，因此反射後位移也有 π 相角改變。

6. 壓強是位移、速度之外的另一個物理量。它隨縱波的位置而改變。

密部的壓強比正常略高一點，所以壓強在該處是正；疏部的壓強則比正常略低一點，所以壓強在該處是負。縱波在牆壁反射處，壓強沒有正負突變。

密部反射後依然是密部，疏部反射後依然是疏部。

壓 強 沒 有 π 相 角 改 變。

7. 若入射波和反射波相加後形成駐波(stationary wave)，在牆壁邊緣究竟是波節 (node) 還是波腹 (anti-node)？

位移或速度 — 牆壁邊緣是波節

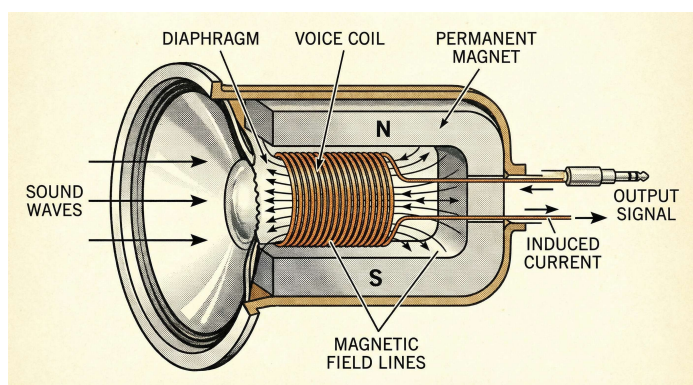
壓強 — 牆壁邊緣是波腹

8. 若果用儀器量度，那牆壁邊緣會度出最大值，還是最小值？

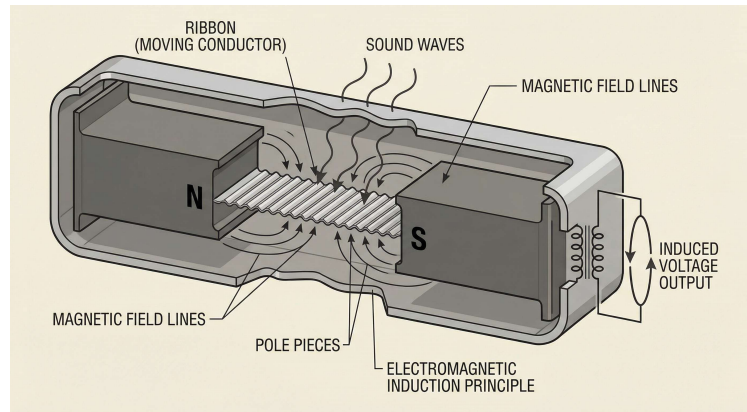
那要看你採用的儀器是量度速度，還是壓強。

Microphone 是有 pressure microphone 和 velocity microphone 的分類。Pressure microphone 是對聲波的壓強反應；velocity microphone 則是對聲波的粒子速度反應。

大家熟悉的動圈麥克風 (moving-coil microphone) 的振動膜是受聲波壓強的驅動而振動。



而音樂專業用的鋁帶麥克風（或稱「絲帶麥克風」，ribbon microphone）則是受聲波中粒子的速度帶動而振動。



- 動圈麥克風振動膜的後方處於封閉腔(sealed cavity)內，所以當振動膜前方受聲波壓強作用，它產生振動。
- 鋁帶麥克風內的鋁帶是**整條置於聲波**內，即是鋁帶前後均受聲波壓強作用。所以鋁帶振動只有當鋁帶前後出現壓強差 (pressure difference, 技術說法是存在 pressure gradient) 才會發生。根據流體力學，這個 pressure gradient 是正比於波動的粒子速度。所以，這種麥克風是對應波動中粒子的速度而振動。

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