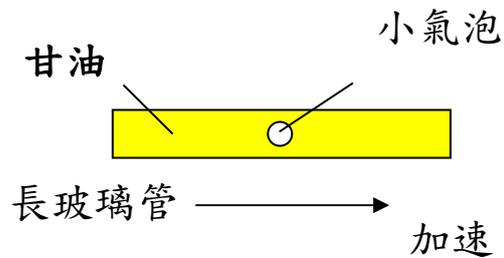


小氣泡往那方向走？

在外太空的一艘太空船上橫放著一支盛滿甘油 (glycerin) 的長玻璃管，管的中央甘油裡有一個小氣泡。當太空船向前加速時，氣泡會



- A. 停留在管的中央
- B. 走向管的前方 (加速度同方向)
- C. 走向管的後方 (加速度反方向)

停一停，想一想。

答案是 B：氣泡會走向管的前方（加速度同方向）

若閣下選了「C. 走向管的後方（加速度反方向）」，所持的理由是「情況如車子開動向前加速時，乘客有被『向後推』的感覺」。

其實，這想法不差。被「向後推」的不只是氣泡，更有管內的甘油。因為氣泡的密度比甘油的密度低，所以當甘油被「向後推」時，氣泡就被擠了向前！

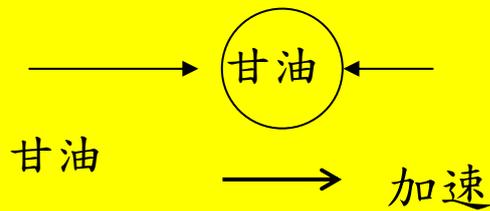
進一步解釋：

當管子加速時，管內的液體也要一齊加速，這時管內液體就會建立一個壓力梯度 (pressure gradient) 來令液體的每一部份均可獲得淨力 (net force) 加速。

越後的地方，壓力就越大。

後方壓力稍大

前方壓力稍



譬如考慮上圖的球形範圍，

前後的壓力差對管內液體而言是剛好的，但當球形內的液體換了空氣，相同的壓力差對這個質量較細的物體就會造成一個較大的加速。氣泡的加速比管子的加速大，所以相對管子，氣泡會走向前方。

這和離心機 (centrifuge) 的原理相類似。

若把管子直立放在地球表面，液體內也會建立一個足夠支撐液體每一部份重量的壓力梯度；越深的地方，壓力就越大。

但若某部份的液體換了較輕的氣泡，這個壓力差就會「過大」，把這個氣泡推向上。

從液體壓力差所得的力稱為 **浮力** (upthrust, buoyancy)

加速儀

以上裝置可用作加速儀。

原理

氣泡在液體運動時，受到的摩擦(粘性)正比於氣泡相對於液體的速度 v ，所以當氣泡加速一段非常短的時間 [甘油的粘性 (viscosity)高] 後，就會變成勻速 uniform velocity (相對於管)。

但是，那時管子相對地面仍然是加速中，即是氣泡與管子有相同的加速度。作用於氣泡的力不完全抵消。

$$\text{周圍壓力差造成的淨力} - \text{粘力} = ma$$

$$\text{周圍壓力差造成的淨力} - kv = ma \quad \dots (1)$$

其中 k 是常數、 v 是氣泡相對管子的速度、 m 是氣泡質量、 a 是氣泡的加速度 (與管子的加速相同)

這個「周圍壓力差造成的淨力」是甚麼？

前面已介紹了。若把氣泡的空間換回管內液體，這個力

就剛好令該份液體加速，

$$\text{周圍壓力差造成的淨力} = Ma \quad \dots(2)$$

其中 M 是與氣泡同體積的管內液體的質量

由 (1) 和 (2) ，

$$kv = (M - m)a \quad \dots(3)$$

即是

管的加速 \propto 氣泡相對管的速度

從這一關係，我們可以利用此管來做一個加速儀

(accelerometer)：只要量度氣泡相對於管的終端速度

(terminal velocity)，就可知道此管或裝有此管的物體的加速

度。

要知道確實的加速度數值，事前需做校準(calibration)，其中一個辦法是利用地心吸力。

- 把管直立，氣泡向上升，那時的終端速度 u 所對應的加速，就是 g (9.81 ms^{-2})。
- 之後，使用管子來測度加速度的步驟只是量度那時

氣泡的終端速度 v 。求出的加速度就是

$$a = g \frac{v}{u}$$

惟上式有一假設，是用作測度加速度 a 和校準時的是同一質量(或相同直徑)的氣泡[見式 (3)]。在實際中這不容易做到。

解決的方法是我們不去觀測那些氣泡，而是一些已注入管內密度比管中盛載液體低的固體小球。

吳老師 (Chiu-king Ng)

<https://ngsir.netfirms.com>

電郵：feedbackWZ@phy.hk 其中 WZ 是 23 之後的質數



Online Physics Applets