

在外太空的一艘太空船上橫放著一條盛滿甘油 (glycerin) 的長玻璃管，管的中央有一個小氣泡。當太空船向前加速時，氣泡會

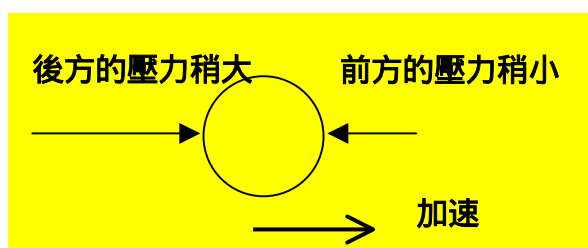
- A. 停留在管的中央
- B. 走向管的前方 (和加速度同方向)
- C. 走向管的後方 (相反加速度方向)

答案是 B：氣泡會走向管的前方 (和加速度同方向)

若閣下選了「C. 走向管的後方 (相反加速度方向)」，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！」

標準解釋：

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一淨力 (net force) 來加速。越後的地方，壓力就越大。



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輕了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) 的原理相同。

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即是浮力 (upthrust, buoyancy)

補充：

氣泡在液體運動時，受到的摩擦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 (相對於管)，那時

$$\text{四週的壓力差別造成氣泡加速大於管加速的力} = kv \dots\dots\dots(*)$$

這個「四週的壓力差別造成氣泡加速大於管加速的力」即是「與氣泡相同體積的液體獲得與管一樣的加速度所需的力(即四週的壓力差造成的淨力) 減去 這氣泡獲得與管一樣的加速度所需的力」，它是正比於管的加速度。

所以 (*) 的另一寫法是

$$\boxed{\text{管的加速} \propto \text{氣泡相對管的速度}}$$

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最後勻速 (terminal velocity)，就可知道此管或裝有此管的物體的加速度了。

要知道確實的加速度數值，事前只需做一個簡單的校準(calibration)工夫就可以：把管直立，氣泡向上升，那時勻速所對應的加速，就是 $a = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ 。

[直立時，(*) 即

$$(\rho_L - \rho_B)Vg = kv ,$$

其中 ρ_L 、 ρ_B 分別為甘油和空氣的密度、 V 為氣泡的體積]