

觀念物理：「流體力學」～ 水流競賽

這幾年高中物理課綱的更動，刪除許多「流體力學」的重要原理，包含「白努力方程」及「連續方程」。然而，這些流體力學的原理，與許多的生活實例，密切相關。本單元將探討**水流競賽**的奇特現象(註 1)。也藉此引領同學，超越高中課綱的範疇(註 2)，完整體會流體力學的原理，及其生活應用。

小試身手

- () 1. 兩個相同的水瓶，去除瓶底，並在出水口處，分別加上長、短兩個管子(如圖 1 所示)。已知，兩水瓶的水量相等，水管截面積相等，且水管截面積遠小於水瓶的截面，則何者較快流光？
(A) 長管較快 (B) 短管較快 (C) 兩者相同

請先觀察上一題的實驗結果，再繼續回答以下問題。

如圖 1，考慮兩個水瓶上，其中點 1 與點 4 分別為短、長管子出口處，且點 1 及點 3 高度相同，點 2 及點 4 也等高。當水流穩定時，請回答以下所有問題。

- () 2. 短管上的水壓(P)及流速(v)，在點 1 與點 2 之大小關係應如何？
(A) $P_1 < P_2$, $v_1 = v_2$ (B) $P_1 = P_2$, $v_1 < v_2$
(C) $P_1 = P_2$, $v_1 = v_2$ (D) $P_1 < P_2$, $v_1 < v_2$
- () 3. 長管上的水壓(P)及流速(v)，在點 3 與點 4 之大小關係應如何？
(A) $P_3 < P_4$, $v_3 = v_4$ (B) $P_3 = P_4$, $v_3 < v_4$
(C) $P_3 = P_4$, $v_3 = v_4$ (D) $P_3 < P_4$, $v_3 < v_4$
- () 4. 上一題所涉及的原理，包含以下哪一(些)原理？
(A) 只有白努力原理 (B) 只有連續方程
(C) 兩者皆有 (D) 以上皆非
- () 5. 長管出口處(點 4)之水壓(P_4)，與大氣壓力(P_{air})之關係，應如何？
(A) $P_4 > P_{\text{air}}$ (B) $P_4 < P_{\text{air}}$ (C) $P_4 = P_{\text{air}}$
- () 6. 點 4 與點 2 之**水壓**關係，應如何？
(A) $P_4 > P_2$ (B) $P_4 < P_2$ (C) $P_4 = P_2$
- () 7. 點 4 與點 2 之**水流速率**(v)關係，應如何？
(A) $v_4 > v_2$ (B) $v_4 < v_2$ (C) $v_4 = v_2$
- () 8. 點 4 與點 2 之**水流質量流速**($J = \Delta m/t$)之關係，應如何？
(A) $J_4 > J_2$ (B) $J_4 < J_2$ (C) $J_4 = J_2$

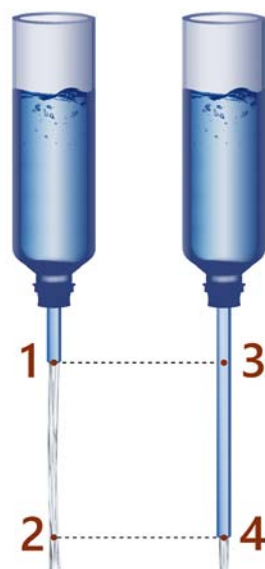


圖 1：長短管水流競賽

註 1：本單元參考 Featonby, D. (2013). Water flow in emptying bottles. *Physics Education*. 48(6). 811-812. (What happen next 專欄)

註 2：受邀參與本單元測試的學生，有先根據所提供的「白努力方程」，及「連續方程」兩項原理之相關教材，在測試前先自行預習，之後再進行測試。