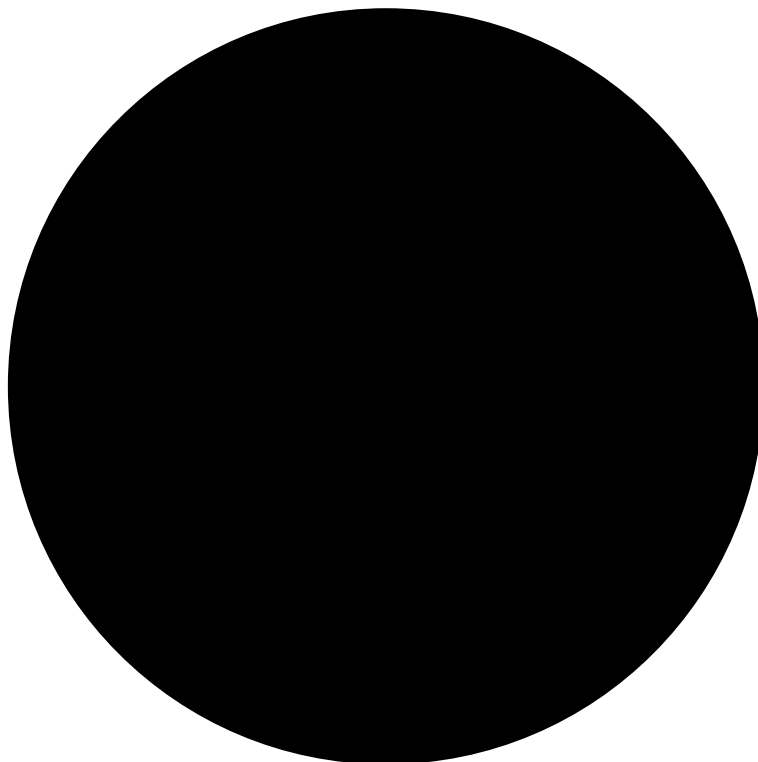


第 6 單元：軌道速度

(適合高中以上)

下圖所示的這個黑色球體的尺寸正好是直徑為 10 公分的黑洞。這樣大小的一個黑洞的質量超過我們地球質量的 5 倍。所有質量都將存在於這樣大的球體內部。為了方便起見，以下練習都將以上圖所示的「小黑洞」為例，即黑洞大小為半徑 5 公分，質量為 5 倍地球質量。



從練習 4-1 得知，即便如此小的黑洞，當你靠近它幾千公里時，你會被自己的重量壓死！或者從練習 5-2 得知，當你靠近小黑洞時，義大利麵效應會非常劇烈，無論如何，最終你都會粉身碎骨。現在假設你可以抵抗上述的效應，然而，為了保持在黑洞周圍的軌道上不要墜入其中，你必須以特定的速度移動，以抵抗黑洞的引力。這個速度稱為「軌道速度」，它取決於你與黑洞的距離，公式如下所示：

$$\text{公式 6-1: } V_{orbit} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

R 為與黑洞中心的距離。

M 為黑洞質量。

G 為萬有引力常數： $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ (牛頓 公尺²/公斤²)



練習 6-1：

假設一顆迷你衛星在距離這個黑洞中心 1,000 公里的地方運行，它的軌道速度會是多少？

練習 6-2：

如果一顆迷你衛星在距離這個黑洞中心 15 公分的地方運行，它的軌道速度是多少（以光速百分比表示）？



練習 6-3：

根據公式 6-1，找出衛星在何種半徑 R 時，其繞行速度等於光速，並將該答案與黑洞的事件視界半徑進行比較。