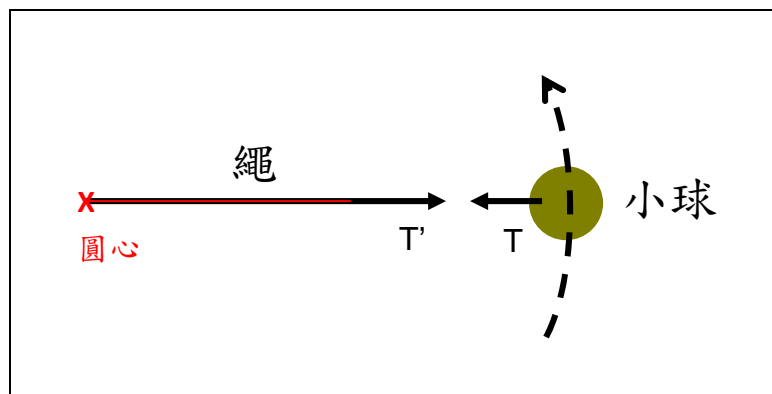


離心力是向心力的反作用力嗎？

答：不是



旋轉繫在繩端的小球作圓周運動。若忽略重量，繩的張力(T)作用於小球，提供它作圓周運動需要的向心力(centripetal force)。繩拉小球，小球拉繩。所謂『離心力是向心力的反作用力』即是上圖的 T' (是 T 的反作用力) 是離心力 (centrifugal force)。的確，這裡 T' 的方向是指離開圓的中心。

說『離心力是向心力的反作用力』見於一些中外的物理入門書刊。

其實，這 說法不正確。

筆者未曾見過在嚴肅的力學書本中有這樣的一個概念（如有，請告之）。

1. 一般人（常常誤）用「離心力」這物理名詞

- 1.1 在玩「跳樓機」時說有很大的「離心力」。這實與物理學上的「離心力」扯不上關係。準確來說，那是「失重」的感覺。
- 1.2 但凡玩急遽機動遊戲時，不少不懂物理的人把那份「驚恐感」說是「離心力」。他（她）們或者真是把「離心力」的「心」理解為自己的心臟：「離心力」就是自己的心臟有被扯離開的恐怖感覺！
- 1.3 當車子急轉彎，車上乘客有被向外拋出的感覺，這時用上「離心力」，物理是對的。

2. 物理學上的「離心力」

當車子轉彎，車子是進行着加速運動 — 因其速度 (velocity) 的方向在不斷改變。在一加速物件上的觀察者（車上乘客）就會說他看見的所有物體（車上和車外）受「離心力」作用。物理學上，此為一種假力 (pseudo-force, fictitious force, apparent force) 或是慣性力 (inertial force) 。

請參看作者的一篇相關文章：

甚麼是向心力？甚麼是離心力？

<http://ngsir.netfirms.com/Q/ME/MQ9.pdf>

3. 兩種「離心力」說法

在一些書刊和網頁，有以下這個說法：

3.1 力學存在兩種「離心力」，一種是把乘客拋出的「離心力」，此力應更貼切稱為「慣性離心力 (inertial centrifugal force)」。另一種「離心力」，就是向心力的反作用力，這種「離心力」應稱為 reactive centrifugal force

(http://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_force)。

3.2 把乘客拋出的「慣性離心力 (inertial centrifugal force)」是作用於乘客(如以乘客自己的角度來描述運動)。但「向心力的反作用力」的那「離心力」不是作用於乘客，而是作用於提供那向心力的物件，例如乘客坐著的椅子或是乘客拿著的扶手等。所以，「向心力的反作用力」 - 所謂甚麼“reactive centrifugal force”並不作用於乘客。

3.3 他們說：『無論如何，把「向心力的反作用力」說是另一種「離心力」也不為過，因為「離心力」之「離心」二字只是標示方向。「向心力」指向圓心，其反作用力必方向相反，「指向圓心」的反方向就是「指離圓心」。「向心力的反作用力(也是)一種離心力」，這在語言和邏輯上見不得錯誤。』

4. 本文首先要說的：向心力的反作用力不一定是離心。

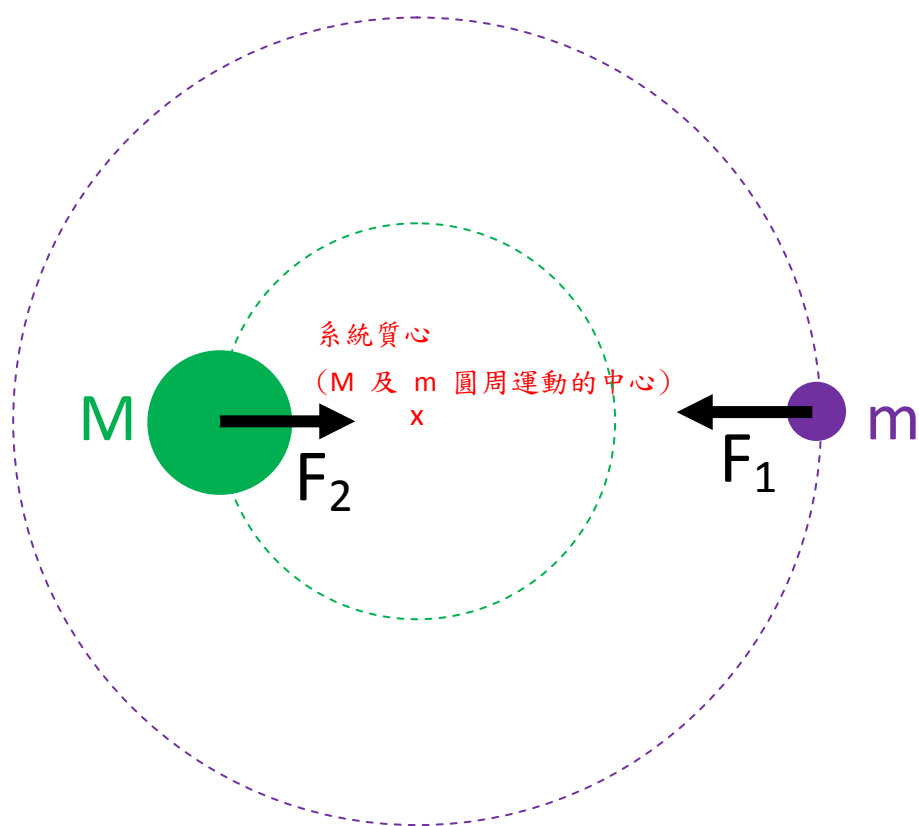
我們研究以下這兩個簡單例子。

4.1 兩個物體 M 和 m ，利用它們相互之間的萬有引力，令大家一齊繞著系統的質心 (centre of mass) 旋轉。

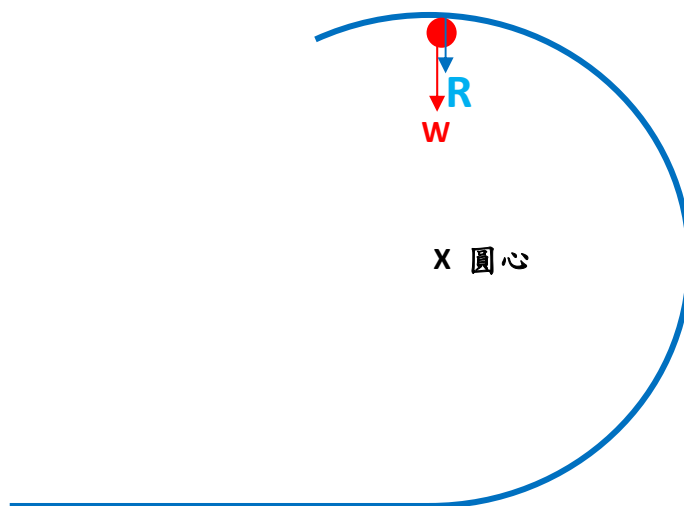
M 作用於 m 的引力是 F_1 ；而 m 作用於 M 的引力是 F_2 。

F_1 與 F_2 是作用力—反作用力關係。

F_1 是 m 的向心力； F_2 是 M 的向心力。 F_1 的反作用力 (F_2) 不是「離心」。同樣， F_2 的反作用力 (F_1) 也不是「離心」。



4.2 Looping the loop。當圓珠在圓軌的最高點，是甚麼力貢獻為向心力？



是圓珠自己的重量 (W) 和路軌施於圓珠的法向反作用力 (R)。

向心力是 $W + R$ 。但這個向心力的反作用力在那裡？

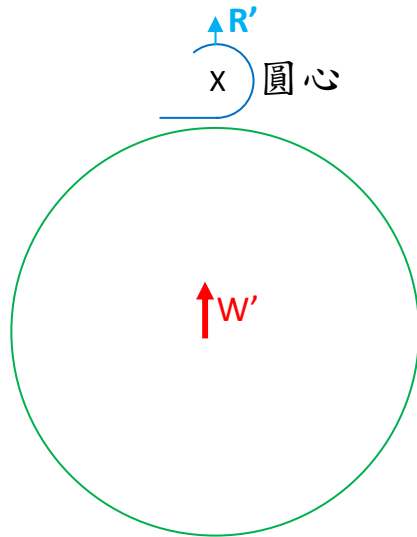
W 的反作用力 (W') 在地球； R 的反作用力 (R') 在路軌。

勉強說， W' 和 R' 的矢量和是那向心力的反作用力。

$W + R$ 是圓珠的向心力，但 $W' + R'$ 是甚麼東西的離心力？

W' 在地球、 R' 在路軌。所以「地球 + 路軌」這系統應該是那圓珠的向心力的反作用力的受體。

你說 $W' + R'$ 是否指離開圓珠進行圓周運動的那圓心？ R' 是，但 W' 不是！



地球質量遠大於路軌質量，那「地球 + 路軌」系統的質心差不多就是地心。

把 $R'+W'$ 看成作用在那裡， $R'+W'$ (向心力 $R+W$ 的反作用力) 也是指向圓珠進行圓周運動的圓心。

以上兩例，我們看不到「向心力的反作用力」必然就是「離心」。

5. 「向心力」的反作用力是離心力」所涉及的兩個「心」究竟是指甚麼「心」？

是指同一個心嗎？概念清楚嗎？

力學「向心力」的「心」是物體作圓周運動的中心；但「(慣性)離心力」的「心」

是指轉動參考系統的中心。那這個「(reactive)離心力」的「心」又是甚麼心？

6. 向心力的反作用力是一定存在的嗎？

不一定！

須知，物體 P 受到的「向心力」只不過是令物體 P 作圓周運動的合力的一個稱呼而已。「向心力」可以是 P 以外很多其他物體施於 P 的多個力的合力。有趣的是，這「多個力」其中也可以包括一個或多個「假力 (pseudo-force)」。假力是沒有反作用的，那時的「向心力」就不存在反作用力。

7. 物理學上「向心力」和「離心力」兩名詞 (概念) 那個更重要？答案是後者。下

圖是大名鼎鼎 Feynamm's Lectures on Physics 的書後 index: 只有 Centrifugal force, 而沒有 Centripetal force。讀者可翻閱其他「有份量」的物理書看看。

Center of mass, I-18-1 f, I-19-1 ff
Centrifugal force, I-7-5, I-12-11
Cerenkov, P. A., I-51-2
Cerenkov radiation, I-51-2
Charge, conservation of, I-4-7,
II-13-1 f
on electron, I-12-7
line of, II-5-3 f
motion of, II-29-1 ff
sheet of, II-5-4
sphere of, II-5-4 f
Charge density, II-5-4
Charge separation, II-9-7 ff
Charged conductor, II-8-2 ff
Chemical energy, I-4-2
Chemical kinetics, I-42-7 f
Chemical reaction, I-1-6 ff
Chromaticity, I-35-6 f
Circuits, alternating-current, II-22-1 ff
equivalent, II-22-10 f
Circuit elements, II-23-1 f
active, II-22-5
passive, II-22-5

力學是可以完全不使用「向心力」這名詞的，因為它只不過是製造一種特定加速所需要的淨力而已。世間這麼多種類加速，每一種加速所需的淨力都要給它一個名稱嗎？「離心力」則不同，在討論「非慣性參考系統」中必須要出現（另一個必須出現的是 Coriolis force）。

8. 網上參考

- 8.1 網站 [A Glossary of Frequently Misused or Misunderstood Physics Terms and Concepts.](#)
By Donald E. Simanek, Lock Haven University.

<http://www.lhup.edu/~dsimanek/glossary.htm> (網頁已不存在)

"Centrifugal force. When a non-inertial rotating coordinate system is used to analyze motion, Newton's law $F = ma$ is not correct unless one adds to the real forces a fictitious force called the centrifugal force. The centrifugal force required in the non-inertial system is equal and opposite to the centripetal force calculated in the inertial system. Since **the centrifugal and centripetal forces are concepts used in two different formulations of the problem, they cannot in any sense be considered a pair of reaction forces.** Also, they act on the same body, not different bodies."

筆者注：“The centrifugal force required in the non-inertial system is equal and opposite to the centripetal force calculated in the inertial system.” 中的 “equal and opposite” 沒有必要一定是的。

- 8.2 Fermi Laboratory 的網站

<http://www.fnal.gov/pub/inquiring/questions/centripetal.html>

9. 結論

9.1 向心力的反作用力就是不一定是離心。

9.2 若「向心力的反作用力是離心力」是一項正確、有用的物理概念，那**它必具有普遍性**。即是在任何情況，「向心力的反作用力」必然是「離心」的。
但是，我們看不到它是。

9.3 學生總會在課堂外聽過「離心力」這名詞，也或會問物理老師它是甚麼。
老師總不能為了「打發」他（她）們的問題而去「忽悠」他（她）們，說甚麼「離心力即是向心力的反作用力喇」！



作者：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