

探索力的原理

導師：Terry Lam

力(Force)的作用與單位

- ▶ 力是無處不在的，且有不同的種類：引力、張力、壓力、摩擦力...
- ▶ 「力」的概念是頗為抽象，我們不能直接說明什麼是力，只可說出力可以產生甚麼可觀察的效果，例如：
 - ▶ 1. 使靜止的物體移動；
 - ▶ 2. 使移動中的物體加速、減速、停止或改變物體移動的方向；
 - ▶ 3. 改變物體的形狀。
- ▶ 每當兩個或更多的物體之間有相互作用的時候，力就必然會出現。力有大小和方向，因此它是向量。
- ▶ 單位
 - ▶ 力的單位是牛頓 (N)， $1\text{N} = 1\text{kg ms}^{-2}$

慣性

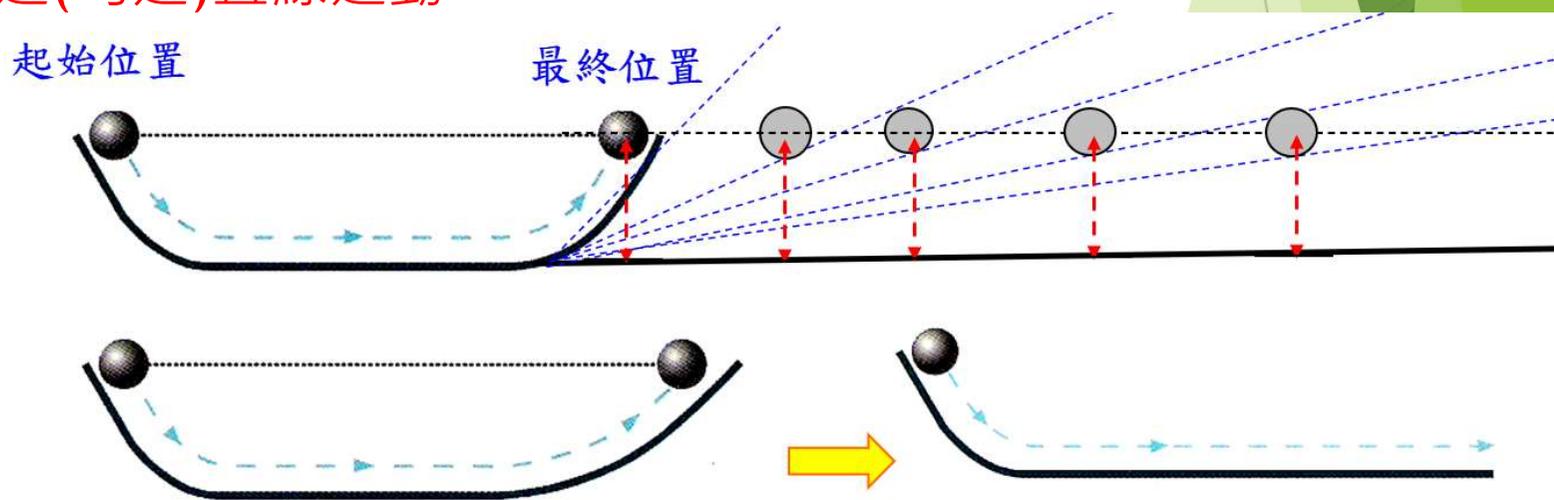
- ▶ 物體保持 **原來運動狀態** 的傾向。
 - ▶ 原來的運動狀態：**靜止、等速(勻速)直線運動**
- ▶ 試舉出生活中慣性的例子：
 - ▶ 汽車開動時，乘客身體保持【靜止】的慣性，便向【後】傾斜。
 - ▶ 汽車煞車時，乘客身體保持【運動】的慣性，便向【前】傾斜。
 - ▶ 百米賽跑衝刺到終點，身體保持【運動】的慣性，繼續衝出終點，不能立刻停止。
 - ▶ 洗手後，甩甩手就可將手上的水甩掉。
 - ▶ 抖動衣服，可以抖掉衣服上的灰塵。

有力才能維持一個物體的運動？

- ▶ 何解日常生活中沒找到 **等速(勻速)直線運動** 的慣性例子？
 - ▶ 因為有地心吸力和摩擦力(包括空氣阻力和液體阻力)。
- ▶ 哪麼沿直線以勻速運動 就是不可能的呢？
 - ▶ 如在太空深處(遠離所有星球)，太空船只要開一陣引擎加速度就可以關掉引擎，在沒有外力作用下，太空船會一直以勻速繼續運動。
- ▶ 哪麼科學家是如何推論出 **等速(勻速)直線運動**的慣性傾向？
 - ▶ 伽利略斜面實驗

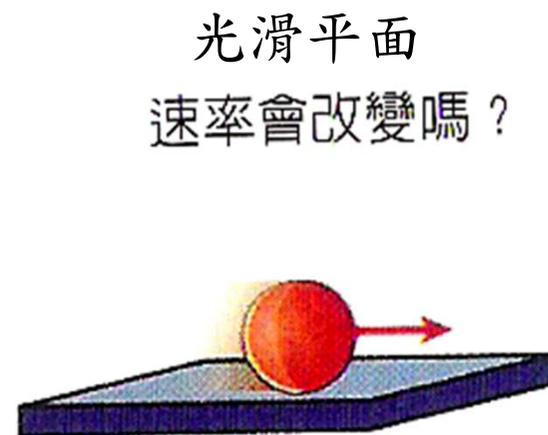
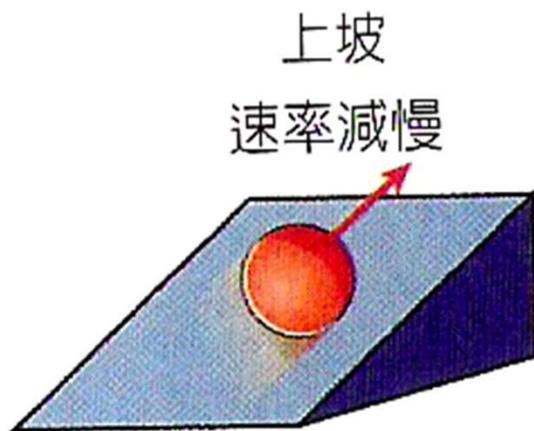
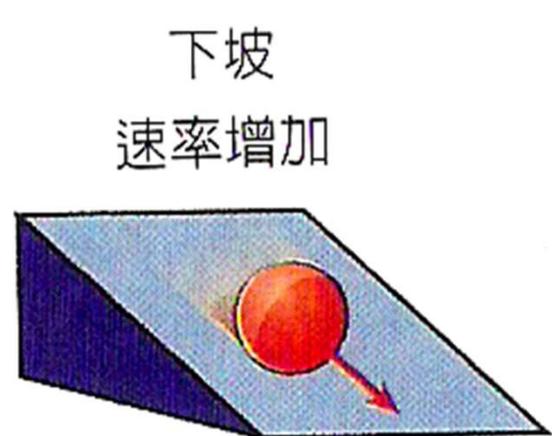
伽利略斜面實驗

- ▶ 伽利略實驗推想：物體自光滑斜面滑下
 - ▶ 球由左下滑，最後達到右邊**相同**的垂直高度。
 - ▶ 把右邊斜面坡度逐漸減小，球達到的垂直高度**相同**。
 - ▶ 經過斜面距離增長。
 - ▶ 推想：若右邊斜面改成一水平面時，小球如何運動？
 - ▶ **沿直線方向不停運動**
 - ▶ **作等速(勻速)直線運動**



伽利略的慣性觀念

- ▶ 生活中，物體不再受力時，會逐漸停止，是因**摩擦力**緣故。
- ▶ 若沒有摩擦力時，物體仍會不斷的運動。
 - ▶ 物體具有維持其原來運動狀態的特性，稱為**慣性**。



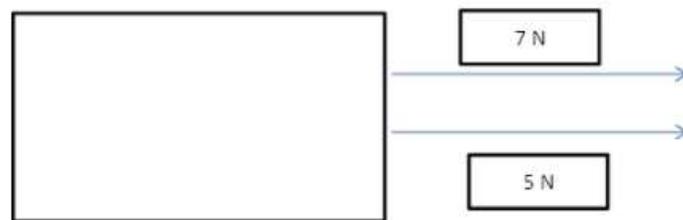
—觀念物理

甚麼影響著慣性的大小?

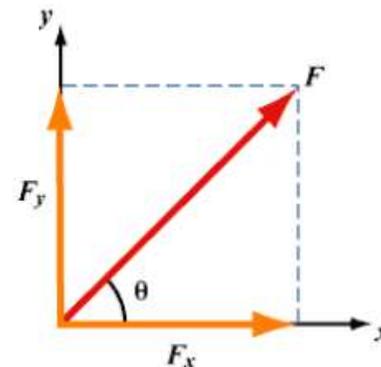
- ▶ 為何推動一輛單車比一輛壞的汽車困難?
- ▶ 一輛汽車和一輛大貨車以相同的速度行駛，突然煞車，假設兩輪車的制動能力及其他外在因素相同，哪輛車的煞車距離較長?
- ▶ 觀察一列地鐵到站時，需要多少時間才停下?
- ▶ 影響物體慣性大小的因素：只與 **質量(kg)** 有關
 - ▶ 與速度或其他無關
- ▶ **質量**是物體慣性大小的唯一量度
- ▶ **質量大，物體的慣性大；質量小，物體的慣性小**

牛頓第一運動定律

- ▶ 牛頓依自己的研究成果，加上伽利略的假想實驗而提出了牛頓第一運動定律。
- ▶ 當物體不受外力，或所受外力之合力(或淨力)為零時，物體會保持靜止或作勻速直線運動。
- ▶ 因此，所有物件都有維持自身運動狀態傾向。牛頓第一運動定律又稱為「慣性定律」。
- ▶ 如一物體運動的速度大小或方向改變時，可以判斷：此物體必受外力作用，且合力不等於0。



$$\text{合力} = 7\text{N} + 5\text{N} = 12\text{N}$$



$$\text{x 方向的分力: } F_x = F \cos \theta$$

$$\text{y 方向的分力: } F_y = F \sin \theta$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

摩擦力

- ▶ 為一種阻礙運動/運動趨向的力
 - ▶ 當兩個物體互相接觸而其中一個“想移動”或者“移動中”時，摩擦力便會產生。
 - ▶ 摩擦力源自物體表面微細的凹凸結構。
 - ▶ 摩擦力與表面平行，方向跟物體運動的方向相反。空氣阻力和液體阻力都可以視為摩擦力的一種。
- ▶ 如把波子放於斜道上，然後放手，會觀察到甚麼？
 - ▶ 波子沿斜道加速滾下，地達地面時，繼續前進但會漸漸減速，至最終停下來。過程中，波子運動的速度出現改變，即合力不為0。
 - ▶ 波子沿斜道加速滾下，因重力加速度；到達地面時，繼續前進但會漸漸減速，則是因摩擦力。

減低摩擦力的方法

- ▶ 主要是減少兩個物體表面的“不平滑”接觸
 - ▶ 使用潤滑劑；
 - ▶ 用“氣墊原理”升高其中一個物體；
 - ▶ 於轉動部份度使用軸承

牛頓第二運動定律

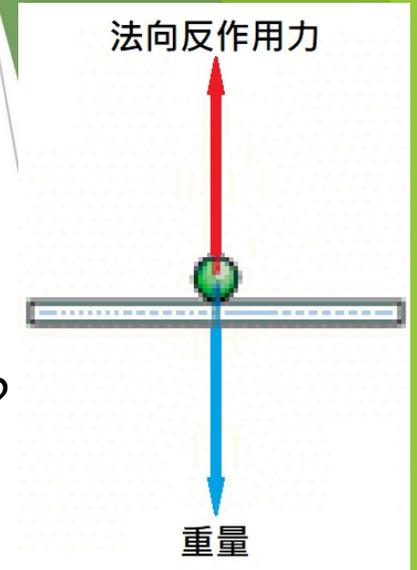
- ▶ 牛頓第二運動定律也稱『運動定律』，當物體受外力作用時，會在力的方向產生加速度，其大小與外力成正比，與質量成反比。
- ▶ 加速度 = $(V_f - V_i) / t$
 - ▶ V_f ：末速度, V_i ：初始速度, t ：由 $V_i \rightarrow V_f$ 所需時間
- ▶ 物體所受到的外力 = 質量(kg)×加速度(ms^{-2})
 - ▶ $F=ma$
 - ▶ 物體的質量(m)不變時，作用力(F)愈大時，加速度(a) **愈大**
 - ▶ 即作用力(F)和加速度(a)成【**正比**】。
 - ▶ 作用力(F)不變時，質量(m)愈大的物體運動愈**慢**，加速度(a)**愈小**
 - ▶ 即質量(m)和加速度(a)成【**反比**】。
 - ▶ 欲得到相同的加速度(a)，質量(m)愈大的物體，所需的外力(F)**愈大**
 - ▶ 即質量(m)和作用力(F)成【**正比**】。

重力與牛頓第二運動定律關係

- ▶ 由於**引力**或**重力**作用，而這種作用在該物體上的力就定義為物體的重量 $W(\text{weight})$ 。因此
 - ▶ $W = mg$ ， $g =$ 重力加速度 = 約 9.8 ms^{-2} (地球)
- ▶ 物體在重力加速度不同的地點，所受的重力也不相同。
 - ▶ g 越大的地方，所受的重力越大，物體的重量也越大。
 - ▶ g 越小的地方，所受的重力越小，物體的重量也越小。
 - ▶ 例如：月球的 g 只有地球的 $1/6$ ，但物體的**質量**是保持不變的。
- ▶ 但不少人會說成，假如小明的體重是 60kg ，在月球上的體重將會是 10kg 。這是將地球的磅拿到月球上測量的結果，而磅是按地球的重力加速度而設計。
- ▶ 那麼在無重狀態下，小明的質量和重量是多少呢？
 - ▶ 小明的質量 60kg ，重量為 0N (因 $g=0$)

力也會產生不可見的影響？

- ▶ 物體受**重力**作用於空中下墜時(不存在空氣阻力的理想狀態)，物體會以 9.8 ms^{-2} 均勻加速度墜落。而這種力的影響是可觀察的。
- ▶ 哪麼把相同物體置於水平地面或桌上呢，其重量 W 不變麼？
 - ▶ 物體重量 W 不變，為何物體沒有受重力的影響而跌向地心？
 - ▶ 因被地面所給予的法向反作用力所抵消
 - ▶ 我們說這兩個力互相**平衡**。
- ▶ 當兩個或以上的力作用於一物體上，這些力結合起來會產生一個效應。這效應可以用一個**合力**表示。如果這合力並不等於零，我們說，構成這合力的幾個力是**不平衡**的，這些力對物體所造成的影響也就能觀察得到。



物體的重量總是垂直向下的，而法向反作用力則總是垂直於接觸面。

