

## 2.2.4. 牛頓運動第二定律 (Newton's Second Law of Motion)

### 牛頓運動第二定律和公式 $F=ma$ (Newton's Second Law of Motion and the Equation $F=ma$ )

- 牛頓運動第二定律內容：
  - 當物體受到淨力 ( $F$ ) 用時會產生加速度。而加速度 ( $a$ ) 嘅方向係同淨力嘅方向相同，而加速度嘅量值亦會同淨力嘅量值成正比，但係會同物體嘅質量 ( $m$ ) 成反比。
- 以上嘅內容簡單嚟講就係：
  - 當一個質量 (mass) 為  $m$  的物體受到一個淨力  $F$  作用在它身上時會有一加速度  $a$  產生。此加速度  $a$  會符合如下嘅公式：
    - ◆  $F = ma$

### 力的單位，牛頓的定義 (Definition of a Unit of Force, Newton)

- 力的單位是“牛頓” (Newton)，簡寫係  $N$ ；
- 根據  $F=ma$ ，“ $1N$ ”嘅力 = “作用喺一個  $1kg$  物體身上而產生一個  $1ms^{-2}$  加速度”嘅力。
  - 依個只係會考課程要大家識嘅嘢，佢嘅意義對大家影響不大。就好似我哋唔會去理“ $1kg$  到底有幾重、佢嘅定義係咩”一樣。

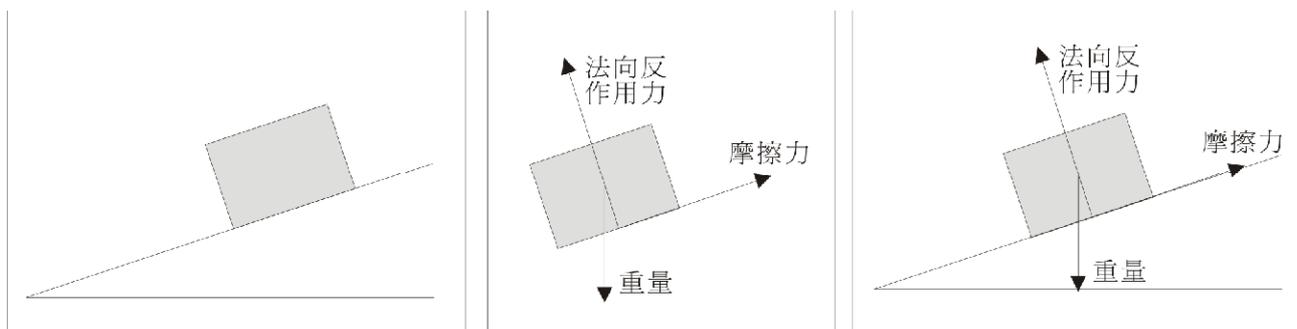
### 淨力對物體運動速率和方向的影響 (Effect of a Net Force on the Speed and Direction of Motion of an Object)

- 根據牛頓運動第二定律，我哋可以知道加速度係同淨力嘅方向相同。
  - 但加速度並唔一定要同速度嘅方向（即移動方向）一致。例如一架車可以向前行駛但有一個向後嘅加速度（即係減速）。
- 因為加速度係同淨力嘅方向相同，我哋又可以知道：
  - 物體運動速度會向住淨力嘅方向而作出改變。即係：
    - ◆ 如果速度嘅方向同淨力一致，速率會增加，運動方向不變
    - ◆ 如果速度嘅方向同淨力唔同，速率會減小（即慢慢停落嚟）。而當速率變成零之後，速率會再次增加，但依個時候嘅運動方向係會開始同頭先唔同（即開始向後行）。

隔離圖 (Free-body Diagrams)

- 喺會考入面“隔離圖”亦可以當係“自由體圖”。
  - 嚴格嚟講兩種圖係有小小分別嘅。不過既然中文版嘅課程用“隔離圖”，英文版用 free-body diagram，我哋只要當佢哋係一樣就 OK，當中小小嘅分別唔駛理。
- 所謂“隔離圖”，其實就係將我哋要考慮嘅物體同其他物體“分開”，方便我哋將作用喺物體身上嘅每一個力畫出嚟。

例子：喺下面最左嗰幅圖度，一個物體被放置於斜坡上。



- 中間的一幅圖就係隔離圖：只係畫個物體同標明有咩力作用喺佢身上。
- 最右的一幅圖可以話係平時我哋見得最多嘅圖。我哋可以喺幅圖度標明有咩力作用喺物體身上。除非題目講明要你畫隔離圖，否則用依幅圖嚟計數都好 OK。

隔離圖的用處：

- 其實畫隔離圖嘅最大用處係要我哋諗清楚有咩力作用喺物體身上。有咗依 D 力嘅標記，我哋就可以用“力的分解”一章所提到嘅方法搵個“合力”。
- 有咗嗰合力，我哋就可以利用  $F=ma$  公式計到物體嘅加速度。

“ $F=ma$ ”與“勻加速運動公式”的關係

- 喺會考入面如果要考“ $F=ma$ ”，多數都係要利用公式先計個  $a$ （加速度），之後再利用個  $a$  嚟配合“勻加速運動公式”去計算其他資料。

例題：有一架 300kg 嘅汽車以時速 80km/h 嘅速度行駛。假如煞車的力量（braking force）是 3000N，汽車的煞車距離是多少？

解答：根據牛頓第二定律，

$$F = ma$$

$$-3000 = 300 a \quad (\text{我哋以車的行駛方向為正})$$

$$a = -10 \text{ ms}^{-2} \quad (\text{負的加速度等於減速度})$$

所以煞車時的減速度為  $10 \text{ ms}^{-2}$ 。

利用  $v^2 - u^2 = 2as$

$$0 - (80 \times 1000 / (60 \times 60))^2 = 2(-10)s \quad (80 \text{ km/h 要改為用標準單位 } \text{ms}^{-1})$$

$$s = 24.7 \text{ m}$$

汽車的煞車距離為 24.7m