

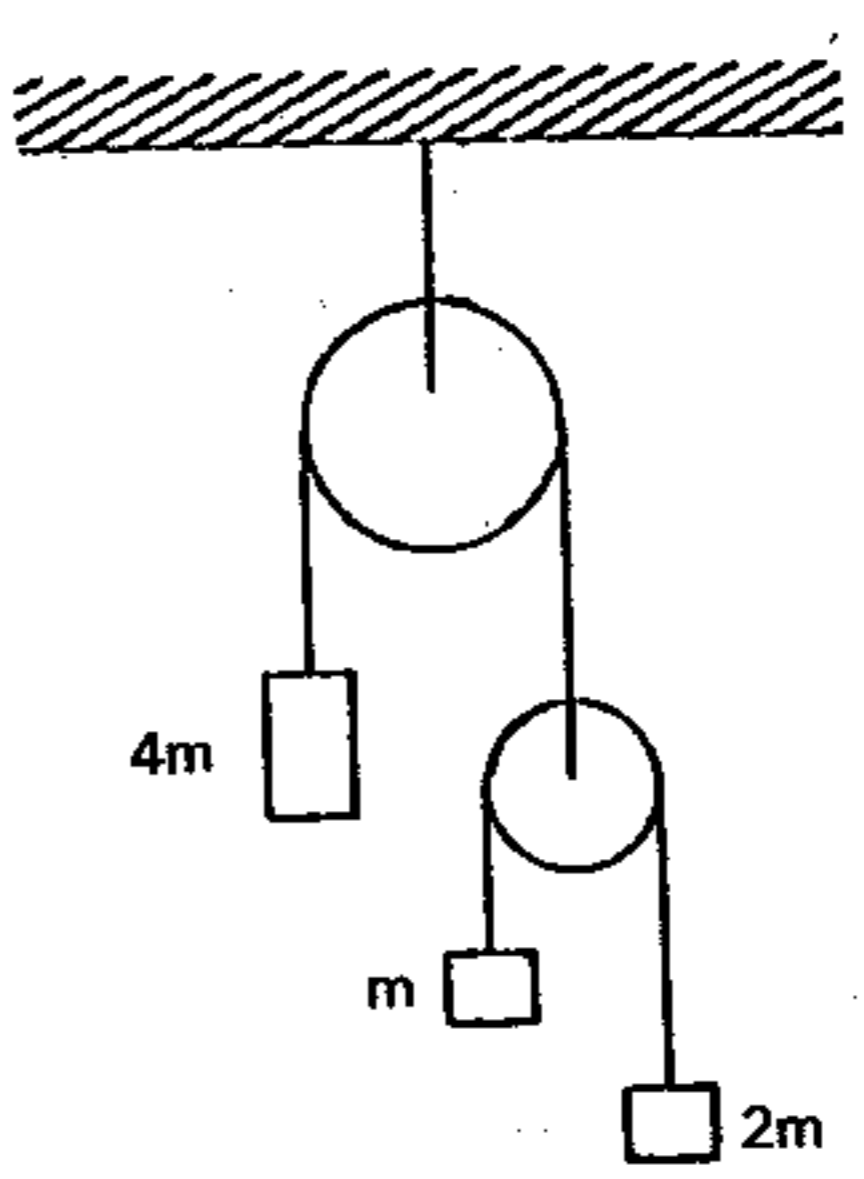
## 單元 4：牛頓運動定律

### 特定目標：

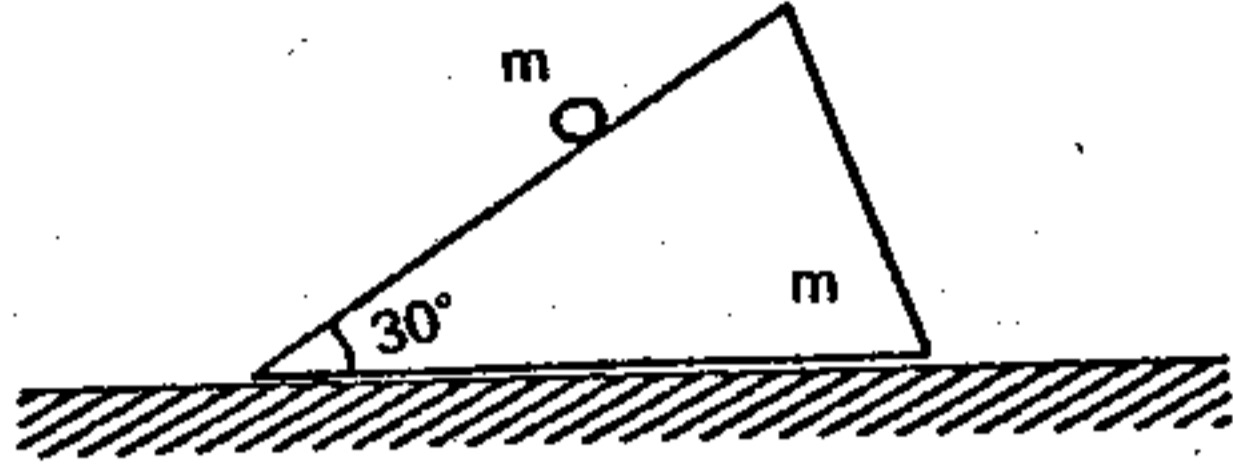
1. 理解牛頓運動定律。
2. 應用牛頓運動定律解動力學問題。

內容	時間分配	教學建議
4.1 牛頓運動定律	6	<p>教師應向學生陳述及解釋牛頓運動定律。但無須教授可變質量問題。</p> <p>學生應能區分作用在一質點或一質系上的內作用力及外作用力。</p> <p>學生亦應能應用牛頓運動定律解有關靜力學及動力學的問題。</p> <p>在動力學中，學生可首先學習一質點的運動。其處理方法亦可應用在一可省略其旋轉效應的物體上，而該物體的運動則可以其重心代替。隨後，學生可在引導下學習一質系的運動或物體在平面的運動。</p> <p>分析的基礎是牛頓第二定律，並可用以下形式：</p> $\vec{F} = m \vec{a}$ <p>其中 <math>m</math> 是質點的質量，  <math>\vec{F}</math> 是作用在質點的合力，  <math>\vec{a}</math> 是該質點的合加速度。</p> <p>分析的程序可編排如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分析作用在該質點上的力：            在分析一個動力學的問題時，第一步應先劃出一力圖。該力圖應包括所有作用在該質點上而物理學上可辨認的力。學生須知道一個在物理學上可辨認的力就是能夠辨認出其來源的力，例如，重力，一物體之反作用力，摩擦力，彈力等等。教師亦要提醒學生不應基於一假定的效果而設有一力。</li> <li>(2) 分析一質點的運動：            教師應建議學生用一些坐標系統(例如笛卡兒或極坐標)來表示該加速度 <math>\vec{a}</math>；但同時亦須強調牛頓運動定律只適用於相對一慣性坐標系的運動；即選擇的坐標系統不應</li> </ol>

46

內容	時間分配	教學建議
		<p>是加速的或旋轉的。對於一些簡單問題，其加速度亦可顯示在其力圖上；但較理想的作法是將加速度顯示在另一圖上。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(3) 教師須引導學生將(1)和(2)連繫從而得出以下的運動方程：  <math display="block">\vec{F} = m \vec{a}</math>           學生應盡量選擇適當的方向去分解力和加速度，從而令到在力方程中的變數減至最少。還有，他們亦應盡量組成最少數目的方程去解決這些問題。 <p>教師應和學生討論一些如滑輪系統和在楔表面的運動的問題，亦須和學生重溫兩個加速物體的相對加速度的知識。</p> <p><i>例一</i>            以一條輕而不能伸展的綫聯繫兩質量 <math>m</math> 及 <math>2m</math>，該綫並繞過一質量為 <math>m</math> 的滑輪，而滑輪的軸心與質量 <math>4m</math> 連繫並繞過另一滑輪。整個系統可自由在一鉛垂平面中移動。</p>  </li> </ol>

47

內容	時間分配	教學建議
<p>4.2 質點在可變力作用下的直線運動</p>	<p>6</p>	<p>對於這問題，學生應能：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分別劃出每一質量及該可動滑輪的力圖，</li> <li>(2) 首先定出相對於可動滑輪質量 <math>m</math> 和 <math>2m</math> 的加速度，從而計算出相對於不動滑輪該些質量的加速度，</li> <li>(3) 對每一質量及可動滑輪，建立獨立的力方程，及</li> <li>(4) 解這些力方程，從而求出每一質量的加速度。</li> </ol> <p>例二</p> <p>一質量為 <math>m</math> 的質點，正與一楔的平滑斜面接觸，而該楔亦放置在一平滑的水平面上。楔的質量是 <math>m</math> 而楔的斜面和水平成 <math>30^\circ</math> 交角。</p>  <p>在這問題中，學生應能：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分別劃出每一質量的力圖，</li> <li>(2) 選擇適當方向，建立每一質量的力方程，</li> <li>(3) 求每一質量的加速度。</li> </ol> <p>在這階段，學生應能處理在可變力作用下要直線運動。而牛頓第二定律可化成</p> $F = m \frac{dv}{dt}$ <p>其中該質點的質量 <math>m</math>，在整個運動過程中是不變的。與下列有關的問題是值得討論的：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 力為時間的函數，</li> <li>(2) 力為速度的函數，及</li> <li>(3) 力為位移的函數。</li> </ol>

內容	時間分配	教學建議
	<p>12</p>	<p>教師亦須教導學生如何利用簡單的積分方法解上述問題。此外，在解力方程後，學生應能辨認其運動情況。</p> <p>以下是一些例子：</p> <p>例一</p> <p>一質量為 <math>m</math> 的石子，由靜止垂直下墜。所受的空氣阻力是 <math>kv</math>，其中 <math>k</math> 是一常數，而 <math>v</math> 是該石子在時間 <math>t</math> 時的速度。</p> <p>在這問題，教師可引導學生利用積分方法找出該石頭在時間 <math>t</math> 的速度。學生亦應知道，若時間能延至無限，該速度會達至終端速度，而該終端速度亦不難求出。</p> <p>例二</p> <p>一質量為 <math>5\text{kg}</math> 的物體在一力的作用下在一直線上移動，該力為 <math>\frac{4}{5}</math> 牛頓並朝著在該直線上某一定點 <math>O</math>，其中 <math>s</math> 是該物體和 <math>O</math> 的距離。開始時，該物體是靜止的及與 <math>O</math> 距離 <math>1</math> 米。</p> <p>對於這問題，學生應能利用簡單的積分法找出當該物體和 <math>O</math> 在某一特定距離 <math>s</math> 時的速度。教師可引導學生，從上述結果再利用積分法找出到達該特定距離的所需時間。</p>