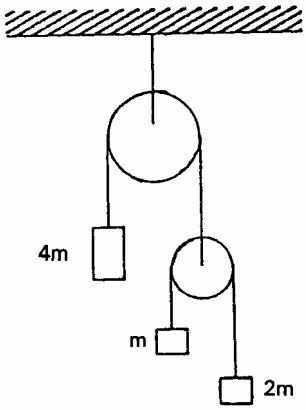
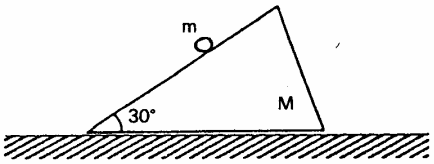
单元 4：牛顿运动定律

特定目标：

1. 理解牛顿运动定律。
2. 应用牛顿运动定律解动力学问题。

内容	时间分配	教学建议
4.1 牛顿运动定律	6	教师应向学生陈述及解释牛顿运动定律。但无须教授可变质量问题。 学生应能区分作用在一质点或一质系上的内作用力及外作用力。 学生亦应能应用牛顿运动定律解有关静力学及动力学的问题。 在动力学中，学生可首先学习一质点的运动。其处理方法亦可应用在一可省略其旋转效应的物体上，而该物体的运动则可以其重心代替。随后，学生可在引导下学习一质系的运动或物体在平面的运动。 分析的基础是牛顿第二定律，并可用以下形式： $\vec{F} = m\vec{a}$ 其中 m 是质点的质量， $\vec{F}$ 是作用在质点的合力， $\vec{a}$ 是该质点的合加速度。 分析的程序可编排如下： (1) 分析作用在该质点上的力： 在分析一个动力学的问题时，第一步应先划到出一力图。该力图应包括所有作用在该质点上而物理学上可辨认的力。学生须知道一个在物理学上可辨认的力就是能够辨认出其来源的力，例如，重力，一物体之反作用力，摩擦力，弹力等等。教师亦要提醒学生不应基于一假定的效果而设有一力。 (2) 分析一质点的运动： 教师应建议学生用一些坐标系统 (例如笛卡儿或极坐标) 来表示该加速度 $\vec{a}$ ；但同时亦须强调牛顿运动定律只适用于相对一惯性坐标系的运动；即选择的坐标系统不应

内容	时间分配	教学建议
		是加速的或旋转的。对于一些简单问题，其加速度亦可显示在其力图上，但较理想的做法是将加速度显示在另一图上。 (3) 教师须引导学生将 (1) 和 (2) 连系从而得出以下的运动方程： $\vec{F} = m\vec{a}$ 学生应尽量选择适当的方向去分解力和加速度，从而令到在力方程中的变数减至最少。还有，他们亦应尽量组成最少数目的方程去解决这些问题。 教师应和学生讨论一些如滑轮系统和在楔表面的运动的问题，亦须和学生重温两个加速物体的相对加速度的知识。 *例一* 以一条轻而不能伸展的线联系两质量 m 及 2m，该线并绕过一质量为 m 的滑轮，而滑轮的轴心与质量 4m 连系并绕过另一滑轮。整个系统可自由在一铅垂平面中移动。 

内容	时间分配	教学建议
		对于这问题，学生应能： (1) 分别划出每一质量及该可动滑轮的力图， (2) 首先定出相对于可动滑轮质量 m 和 2m 的加速度，从而计算出相对于不动滑轮该些质量的加速度， (3) 对每一质量及可动滑轮，建立独立的力方程，及 (4) 解这些力方程，从而求出每一质量的加速度。 *例二* 一质量为 m 的质点，正与一楔的平滑斜面接触，而该楔亦放置在一平滑的水平面上。楔的质量是 m 而楔的斜面和水平成 30° 交角。  在这问题中，学生应能： (1) 分别划出每一质量的力图， (2) 选择适当方向，建立每一质量的力方程， (3) 求每一质量的加速度。
4.2 质点在可变力作用下的直线运动	6	在这阶段，学生应能处理在可变力作用下要直线运动。而牛顿第二定律可化成 $$F = m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$ 其中该质点的质量 m，在整个运动过程中是不变的。与下列有关的问题是值得讨论的 (1) 力为时间的函数， (2) 力为速度的函数，及 (3) 力为位移的函数。

内容	时间分配	教学建议
		教师亦须教导学生如何利用简单的积分方法解上述问题。此外，在解力方程后，学生应能辨认其运动情况。 以下是一些例子： *例一* 一质量为 m 的石子，由静止垂直下坠。所受的空气阻力是 kv，其中 k 是一常数，而 v 是该石子在时间 t 时的速度。 在这问题，教师可引导学生利用积分方法找出该石头在时间 t 的速度。学生亦应知道，若时间能延至无限，该速度会达至终端速度，而该终端速度亦不难求出。 *例二* 一质量为 5 kg 的物体在一力的作用下在一直线上移动，该力为 $\frac{4}{5}$ 牛顿并朝着在该直线上某一定点 O，其中 s 是该物体和 O 的距离。开始时，该物体是静止的及与 O 距离 1 米。 对于这问题，学生应能利用简单的积分法找出当该物体和 O 在某一特定距离 s 时的速度。教师可引导学生，从上述结果再利用积分法找出到达该特定距离的所需时间。
	12	