

第五章 曲线运动

第 1 节 曲线运动

学习目标	核心提炼
1.知道什么是曲线运动。	1 个条件 —— 物体 做曲线运动的条件 1 种方法 —— 运动 的合成与分解 2 个概念 —— 曲线
2.会确定曲线运动的位移和速度的方向， 知道曲线运动是变速运动。	
3.经历蜡块运动的探究过程， 体会研究曲线运动的方法——	
运动的合成与分解。	

课 前 自 主 梳 理

4.知道物体做曲线运动的条件。

自主学习 掌握新知

运动的位移、速度

一、曲线运动的位移

阅读教材第 2 页“曲线运动的位移”部分，知道怎样建立直角坐标系， 并确定分位移与合位移的关系。

1. 坐标系的选择：研究物体在同一平面内做曲线运动时，应选择平面直角坐标系。

2.位移的描述：物体运动到某点时，其位移可用它在坐标轴方向的分矢量来表示，而分矢量可用该点的坐标表示。

思维拓展

如图 1 所示，水平抛出的物体在空中运动时轨迹为曲线。

(1)不同时间内的位移方向是否相同？

(2)如何描述物体的位移？

(3)物体在曲线运动中的位移大小和路程有什么关系？

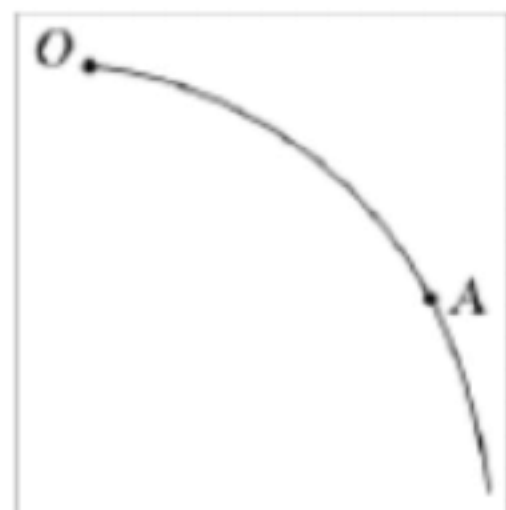
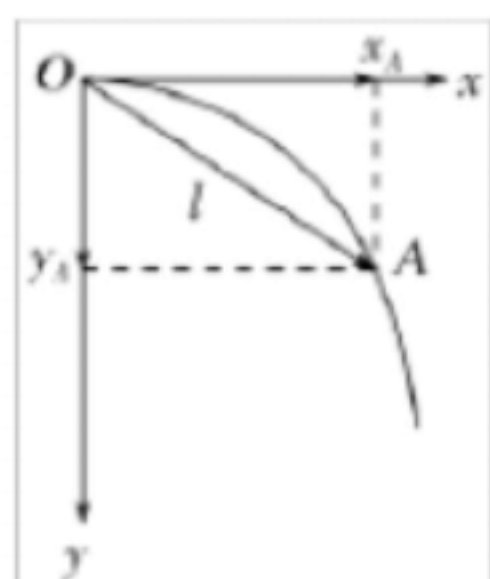


图 1

答案 (1)不相同。由于物体的轨迹是曲线，不同时间的位移方向发生变化。

(2)从抛出点到该点的有向线段 OA ，用 l 表示。由于位移矢量是不断变化的，可以建立平面直角坐标系，用它在坐标



轴方向上的分矢量来代表，即用 A 点的坐标 x_A 、 y_A 表示两个分位移矢量，则位

$$\text{移大小 } l = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}$$

(3)曲线运动中的位移大小总是小于路程。

二、曲线运动的速度

阅读教材第 3~4 页“曲线运动的速度”部分，知道怎样建立直角坐标系，并确定分速度与合速度关系。

5.速度方向：质点在某一点的速度，沿曲线在这一点的切线方向。

6.运动性质：曲线运动是变速运动。

7.速度的描述：速度是矢量，可以用相互垂直的两个方向的分矢量（分速度）表示。

思维拓展

(1)如图 2 所示，砂轮上打磨下来的炽热微粒沿什么方向飞出？如何确定物体在某一点的速度方向？

(2)为什么曲线运动一定是变速运动？



图 2

答案 (1)从图 2 可以看出，从砂轮上打磨下来的炽热微粒沿脱落点的切线方向飞出，所以物体在某一点的速度方向沿曲线在这一点切线方向。

(2)由于曲线运动的速度方向时刻在变化，不论其速度大小是否变化，其速度一定变化，因此曲线运动一定是变速运动。

三、运动描述的实例

阅读教材第 4~6 页“运动描述的实例”部分，知道红蜡块参与了哪两个分运动，知道两分运动速度与合运动速度的关系。

8.装置：在一端封闭、长约 1 m 的玻璃管内注满清水，水中放一个用红蜡做成的小圆柱体 R，将玻璃管口用橡胶塞塞紧。

9.实验过程

(1)将这个玻璃管倒置（如图 3），可以看到蜡块上升的速度大小不变，即蜡块做匀 速 直 线 运 动。

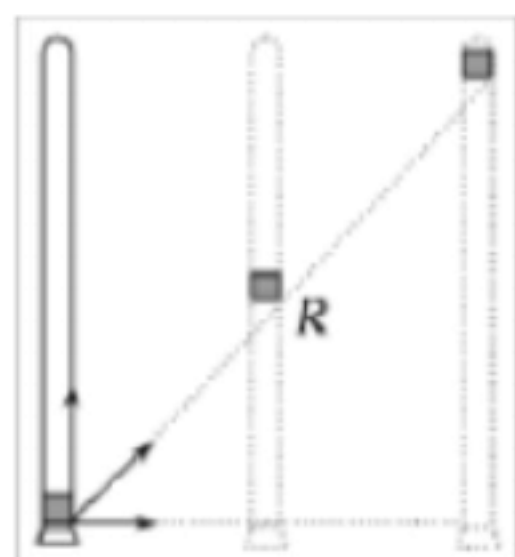


图 3

(2)再次将玻璃管上下颠倒，在蜡块上升的同时将玻璃管水平向右匀速移动，观察蜡块的运动情况。

(3)以蜡块开始运动的位置为原点 0，水平向右的方向和竖直向上的方向分别为 x 轴和 y 轴的正方向，建立平面直角坐标系，如图 4 所示。

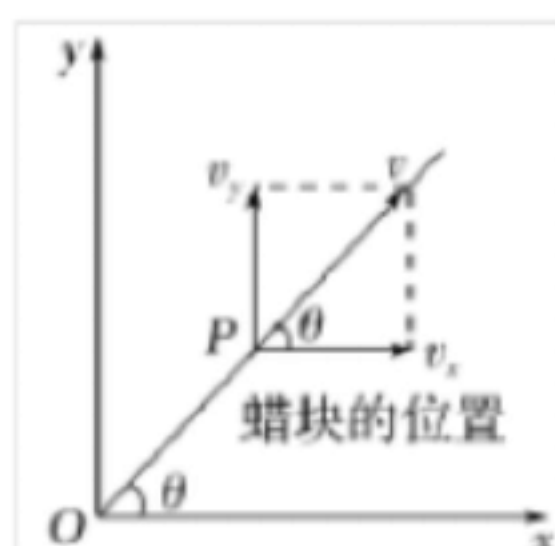


图 4

①蜡块的位移：

蜡块沿水平方向向右匀速运动： $x = v_x t$ ；蜡块沿竖直方向向上匀速运动： $y = v_y t$ 。

②蜡块的速度 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

③蜡块运动的轨迹方程 $y = \frac{v_y}{v_x} x$ 。

思维拓展

在上述蜡块运动的实例中，若玻璃管水平向右移动速度增大，蜡块上升到管顶的时间会变短吗？

答案 不会，水平速度和竖直速度彼此是独立的，水平速度增大时，竖直速度是不变的，故上升到管顶的时间不变。

四、物体做曲线运动的条件

阅读教材第 6 页“物体做曲线运动的条件”部分，知道物体做曲线运动的受力条件。

10. 动力学角度：当物体所受合力的方向与它的速度方向不在同一直线上时，物体做曲线运动。

11. 运动学角度：物体的加速度方向与它的速度方向不在同一条直线上时，物体做曲线运动。

思维拓展

如图 5 所示，将圆弧形滑轨放在铺了一层白纸的平滑桌面上，使其底端与桌面相切，让钢球从圆弧形滑轨滚下以获得一定的初速度。为便于观察，在离开滑轨处沿钢球运动方向用直尺在白纸上画一直线。

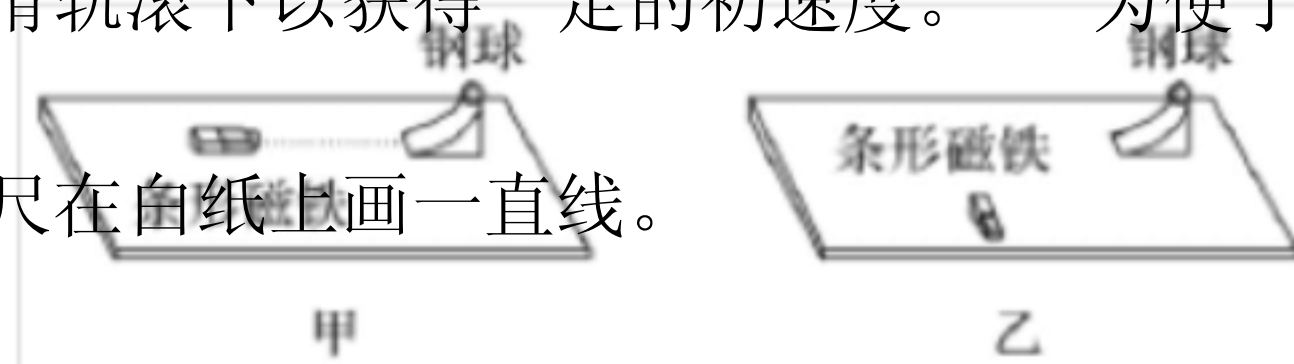


图 5

试根据上述实验讨论：

(1)将条形磁铁沿直线放置 (图甲)，当钢球从滑轨上滚下时， 观察钢球做什么运动。

钢球的运动方向与所受磁铁吸引力方向有什么关系？

(2)将条形磁铁放在钢球运动路线的旁边 (图乙)，钢球从滑轨滚下时， 观察钢球做

什么运动。钢球的运动方向与所受磁铁吸引力方向有什么关系？

答案 (1)钢球做加速直线运动，钢球的运动方向与所受磁铁吸引力方向相同。

(2)钢球做曲线运动，钢球的运动方向与所受磁铁吸引力方向不在同一条直线上。

疑难问题卡片

预习完成后，请把你疑惑的问题记录在下面的表格中

问题 1	
问题 2	
问题 3	

课堂互动探究

合作探究 核心突破

要点 1 曲线运动的性质

[要点归纳]

12. 曲线运动的速度方向： 曲线运动中某时刻的速度方向就是该相应位置点的切线方向。

13. 曲线运动是变速运动： 由于做曲线运动的物体的速度方向时刻在变化，不管速度大小是否变化， 因为速度是矢量， 物体的速度时刻在变化， 所以曲线运动一定是变速运动， 一定有加速度， 但加速度不一定变化。

14. 运动的五种类型

轨迹特点	加速度特点	运动性质
直线	加速度为零	匀速直线运动
	加速度不变	匀变速直线运动
	加速度变化	变加速直线运动
曲线	加速度不变	匀变速曲线运动

	加速度变化	变加速曲线运动
--	-------	---------

[精典示例]

[例 1] 关于运动的性质，以下说法中正确的是 ()

- A. 曲线运动一定是变速运动
- B. 变速运动一定是曲线运动
- C. 曲线运动一定是变加速运动
- D. 加速度不变的运动一定是直线运动

解析 物体做曲线运动时速度方向时刻变化，所以曲线运动一定是变速运动， A 正确；变速运动可能是速度的方向在变化，也可能是速度的大小在变化，所以变速运动不一定是曲线运动， B 错误；曲线运动可能是变加速曲线运动，也可能是匀变速曲线运动， C 错误；加速度不变的运动可能是匀变速直线运动，也可能是匀变速曲线运动， D 错误。

答案 A

方法总结

曲线运动性质的两种判断方法

(1)看物体的合力：若物体的合力为恒力，则它做匀变速曲线运动；若物体的合力为变力，则它做变加速曲线运动。

(2)看物体的加速度：若物体的加速度不变，则它做匀变速曲线运动；若物体的加速度变化，则它做变加速曲线运动。

[针对训练 1] (多选)关于曲线运动的速度，下列说法正确的是 ()

- A. 速度的大小与方向都在时刻变化
- B. 速度的大小不断发生变化，速度的方向不一定发生变化
- C. 速度的方向不断发生变化，速度的大小不一定发生变化
- D. 质点在某一点的速度方向就是轨迹上该点的切线方向

解析 做曲线运动的物体，速度的大小可以不发生变化，但速度的方向一定会发生变化，故 A、B 错误，C 正确；质点在某一点的速度方向就是轨迹上该点的切线方向，D 正确。

答案 CD

要点 2 曲线运动的动力学特点

[要点归纳]

15. 物体做曲线运动的条件

(1)动力学条件：合力与速度方向不共线是物体做曲线运动的充要条件，这包含三个方面的内容：

- ①速度不为零；
- ②合力不为零；
- ③合力与速度方向不共线。

(2)运动学条件：加速度与速度方向不共线。

16. 物体的运动与合力的关系

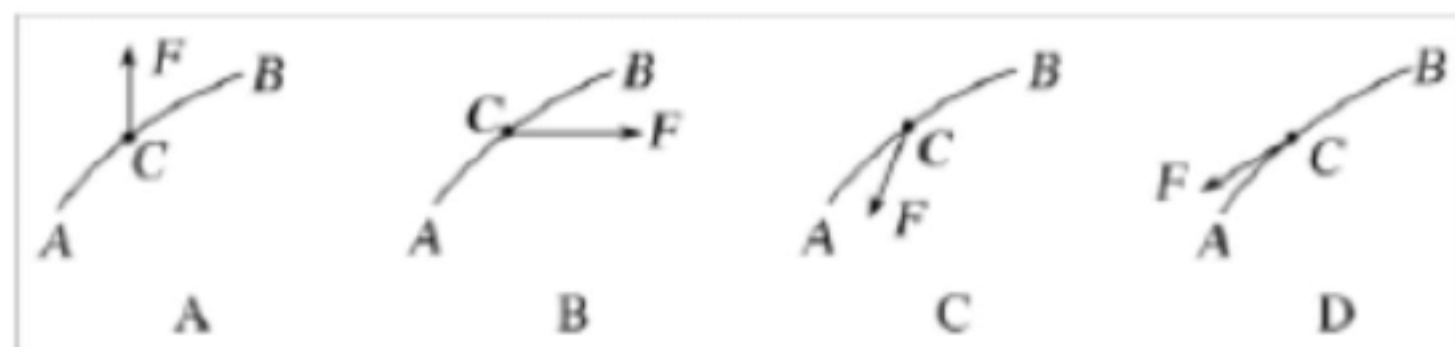
(1)合力与运动轨迹的关系：物体运动时其轨迹总偏向合力所指的一侧，或者说合力总指向运动轨迹的凹侧。

(2)合力与速率变化的关系：

分类	速度与合力间的夹角 θ	运动的性质	力的作用效果
直线运动	$\theta = 0^\circ$	加速直线运动	只改变速度的大小，不改变速度的方向
	$\theta = 180^\circ$	减速直线运动	
曲线运动	$0^\circ < \theta < 90^\circ$	加速曲线运动	既改变速度的大小，又改变速度的方向
	$90^\circ < \theta < 180^\circ$	减速曲线运动	
	$\theta = 90^\circ$	速度大小不变的曲线运动	只改变速度的方向，不改变速度的大小

[精典示例]

[例 2] 质点沿如图所示的轨迹从 A 点运动到 B 点，已知其速度逐渐减小，图中能正确表示质点在 C 点处受力的是 ()



思路探究

(1)物体做曲线运动时，合力总指向运动轨迹的凹侧。

(2)合力方向与速度方向夹角为钝角时，物体做速率越来越小的曲线运动。

解析 根据曲线运动中合力 F 应指向轨迹的“凹侧”，可排除 A、D 项；在 B 项中， F 的方向与 v 的方向成锐角，质点从 A 到 B 加速，故 B 错；在 C 项中， F 的方向与 v 的方向成钝角，质点从 A 到 B 减速，故 C 正确。

答案 C

方法总结

确定曲线运动轨迹的方法

(1)做曲线运动的物体，运动方向不断改变，其轨迹处在运动方向与合力方向构成的夹角之间，且偏向合力所指的一侧。

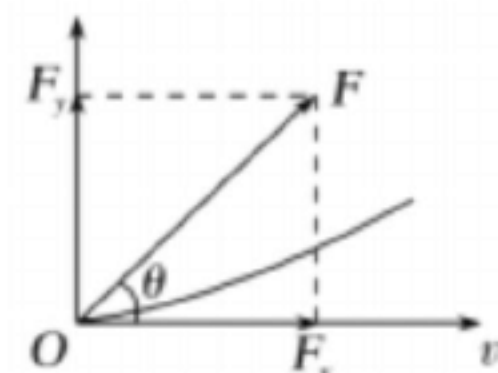
(2)若物体在恒力作用下做曲线运动，物体的运动轨迹越来越接近力的方向，但不会与力的方向相同。

[针对训练 2] (多选)在光滑水平面上有一质量为 2 kg 的物体，受几个共点力作用做匀速直线运动。现突然将与速度反方向的 2 N 的力水平旋转 90° ，则关于物体运动情况的叙述正确的是 ()

- A. 物体做速度大小不变的曲线运动
- B. 物体做加速度为 2 m/s^2 的匀变速曲线运动
- C. 物体做速度越来越大的曲线运动
- D. 物体做非匀变速曲线运动，其速度越来越大

解析 物体原来所受合力为零，当将与速度反方向的 2 N 的力

水平旋转 90° 后，其受力如图所示，其中 $F_x = F_y = 2 \text{ N}$ ， F 是 F_x 、



F_y 的合力，即 $F = 2\sqrt{2} \text{ N}$ ，且大小、方向都不变，是恒力，那么物体的加速度为

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2\sqrt{2}}{2} \text{ m/s}^2 = \sqrt{2} \text{ m/s}^2 \text{ 恒定。}$$

又因为 F 与 v 夹角 $\theta < 90^\circ$ ，所以物体做速度越来越大、加速度恒为 $\sqrt{2} \text{ m/s}^2$ 的匀变速曲线运动，故正确答案是 B、C 两项。

答案 BC

要点 3

运动的合成与分解

[要点归纳]

17. 概念：如果物体同时参与了几个运动，那么物体实际发生的运动就是合运动，参与的几个运动就是分运动。已知分运动求合运动，叫运动的合成；已知合运动求分运动，叫运动的分解。

18. 运动的合成与分解的运算法则：运动的合成与分解是位移、速度、加速度的合成与分解，这些量都是矢量，遵循的是平行四边形定则。

19. 合运动与分运动的关系

等效性	各分运动的共同效果与合运动的效果相同
等时性	各分运动与合运动同时发生，同时结束，经历的时间相同
独立性	各分运动之间互不相干，彼此独立，互不影响
同体性	各分运动与合运动是同一物体的运动

[精典示例]

[例 3] 现在自然灾害日益严重，在救灾过程中有时不得不出动军用直升机为被困灾民空投物资。直升机空投物资时，可以停留在空中不动，设投出的物资离开飞机后由于降落伞的作用在空中能匀速下落，无风时落地速度为 5 m/s 。若飞机停留在离地面 100 m 高处空投物资，由于水平风的作用，使降落伞和物资获得 1 m/s 的水平向东的速度。求：

- (1) 物资在空中运动的时间；
- (2) 物资落地时速度的大小；
- (3) 物资在下落过程中水平方向移动的距离。

思路探究 (1) 有风的时候，哪个是物资的合运动，哪个是物资的分运动？

(2) 水平方向有风和无风时，物资竖直方向的运动是否相同？为什么？

提示 (1)物资实际的运动是合运动。分运动是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的匀速直线运动。

(2)相同。因为分运动是独立的，所以水平方向有风和无风时，物资在竖直方向的运动相同。

解析 如图所示，物资的实际运动可以看做是竖直方向的匀速直线运动和水平方向的匀速直线运动两个分运动的合运动。



(1)分运动与合运动具有等时性，故物资实际运动的时间与竖直方向分运动的时间相等。

$$\text{所以 } t = \frac{h}{v_y} = \frac{100}{5} \text{ s} = 20 \text{ s}$$

(2)物资落地时

$$v_y = 5 \text{ m/s}, v_x = 1 \text{ m/s},$$

由平行四边形定则得

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{1^2 + 5^2} \text{ m/s} = \sqrt{26} \text{ m/s}。$$

(3)物资水平方向的位移大小为

$$x = v_x t = 1 \times 20 \text{ m} = 20 \text{ m}。$$

答案 (1) 20 s (2) 26 m/s (3) 20 m

(1)物资在有风和无风两种情况下下落时，竖直方向的运动规律不变，即各分运动之间彼此独立，互不影响。

(2)物资落地时的速度指合速度。

[针对训练 3] 某研究性学习小组进行了如下实验：如图 6 所示，在一端封闭的光滑细玻璃管中注满清水，水中放一个红蜡做成的小圆柱体 R(R 视为质点)。将玻璃管的开口端用胶塞塞紧后竖直倒置且与 y 轴重合，在 R 从坐标原点以速度 v_0

= 3 cm/s 匀速上浮的同时玻璃管沿 x 轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动。

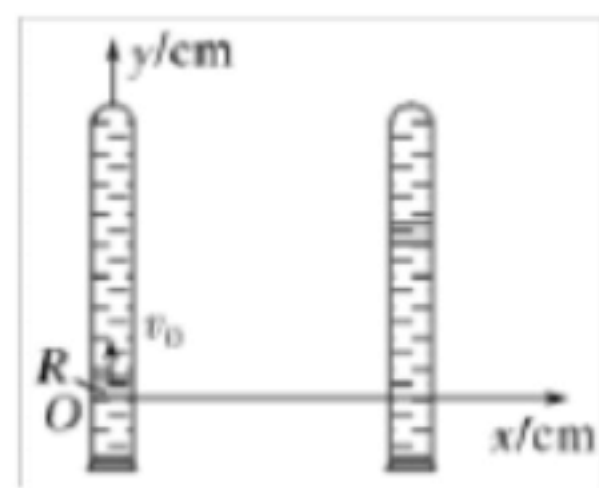
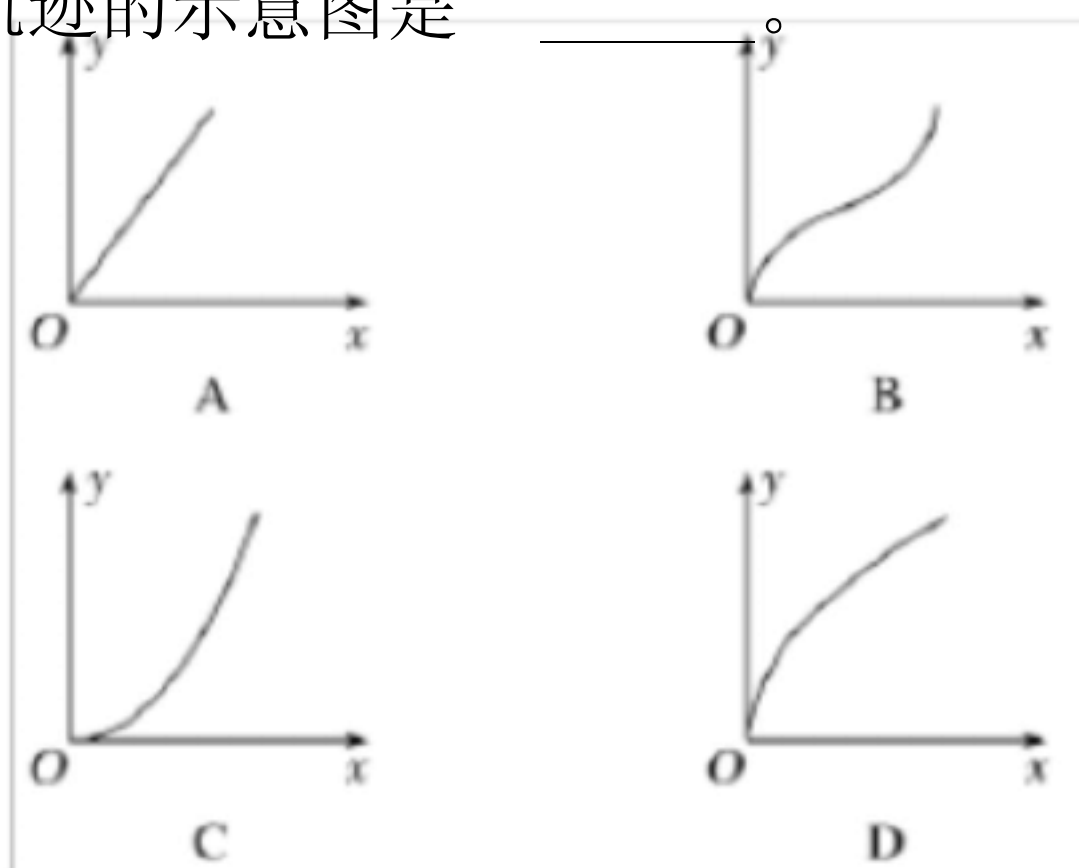


图 6

(1) 同学们测出某时刻 R 的坐标为 (4, 6)，此时 R 的速度大小为 _____ cm/s，R 的加速度大小为 _____ cm/s²。

(2) R 在上升过程中运动轨迹的示意图是



解析 (1) 小圆柱体 R 在 y 轴竖直方向做匀速运动，

$$y = v_0 t$$

$$\text{则有 } t = \frac{y}{v_0} = \frac{6}{3} \text{ s} = 2 \text{ s}$$

在 x 轴水平方向做初速度为 0 的匀加速直线运动，

$$x = \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{有 } x = 2 \text{ cm/s}^2 \cdot t^2 = 2 \text{ cm/s}^2 \cdot 2^2 = 8 \text{ cm}$$

$$2 = \sqrt{\frac{2x}{a}}, \text{ 解得: } a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \times 4}{2^2} = 2 \text{ cm/s}^2$$

则此时 R 的速度大小：

课时达标训练 课堂达标 反馈检测

$$v = \sqrt{v_0^2 + (at)^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ cm/s}$$

(2) 因合力沿 x 轴，由合力指向曲线弯曲的内侧来判断轨迹示意图是 D。

答案 (1) 5 2 (2) D

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/678055114061007005>