

大学物理绪论



- 为何学习大学物理?
- 如何学好大学物理?
- 本课程的具体安排

E-mail: [rwang @ecust.edu.cn](mailto:rwang@ecust.edu.cn)

课件邮箱: [dxwl 2015@sina.com](mailto:dxwl2015@sina.com)

密码: 123456123456

勤于思考
悟物旁理

积极听
认真读
主动问
踏实做





本课程的具体安排

1 质点的运动规律	第一~二周
2 守恒定律	第三~五周
3 刚体的转动	第六~七周
4 振动	第八~九周
5 波动	第十~十二周
6 气体分子运动论	第十三~十四周
7 热力学基础	第十五~十七周

第九周晚上

期中考试

第十八~二十周

期终考试



作业、平时成绩及答疑等安排

一、课程答疑安排：

时间：每周一、四，中午12:15~13:15

地点：A教学楼2楼教师休息室（第二周开始）

二、作业册与自测：

1. “大学物理作业本（上、下）”一套，共15册（课后作业用）。
2. “大学物理自测练习”（习题课主要参考用书）

以上均以班级为单位自行到教材中心购买

三、平时成绩的评定原则：作业+出勤+期中考试

四、大学物理课程网站

网站进入：教务处-课程中心

网站内容：本课程相关通知、教学大纲、教学进度、学习指导、
习题参考解答、试题选登、
市级校级物理竞赛栏目、双语教学栏目等

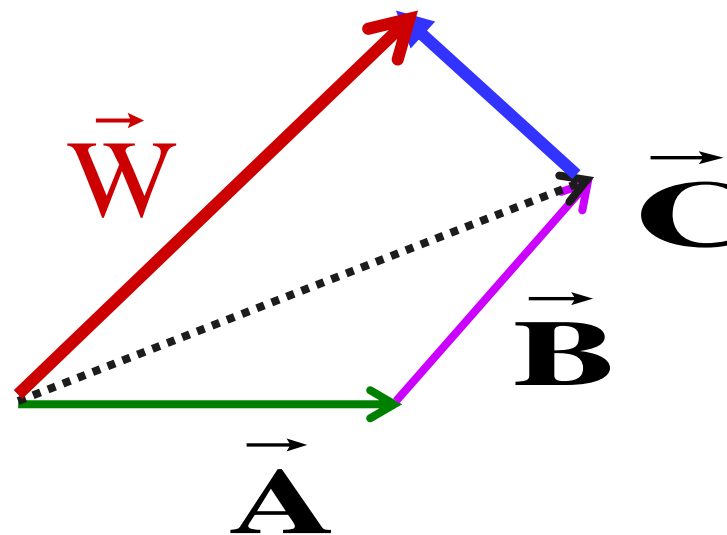
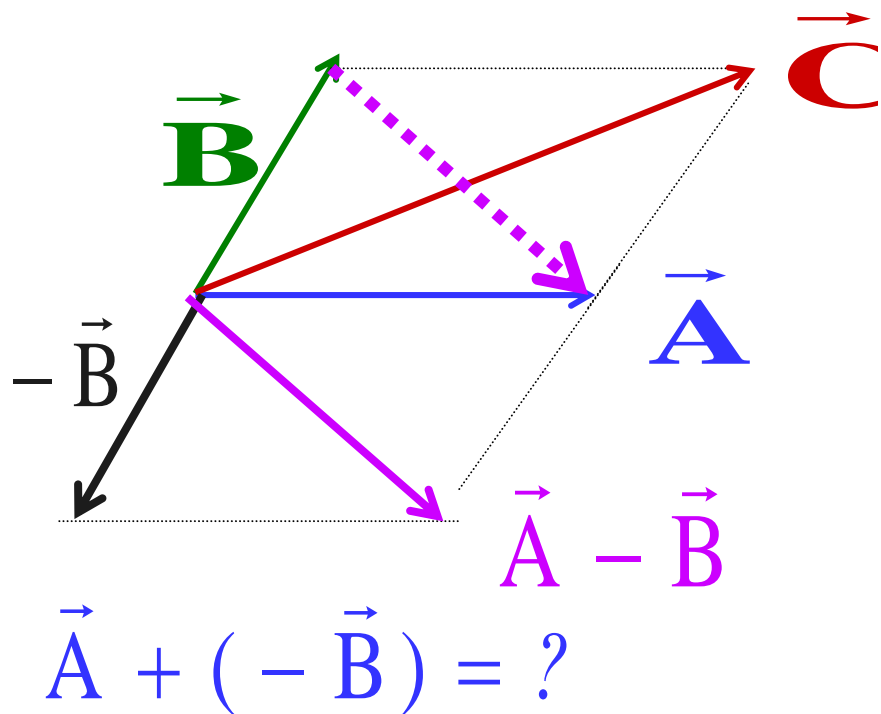
数学准备——矢量的运算



矢量的运算法则：

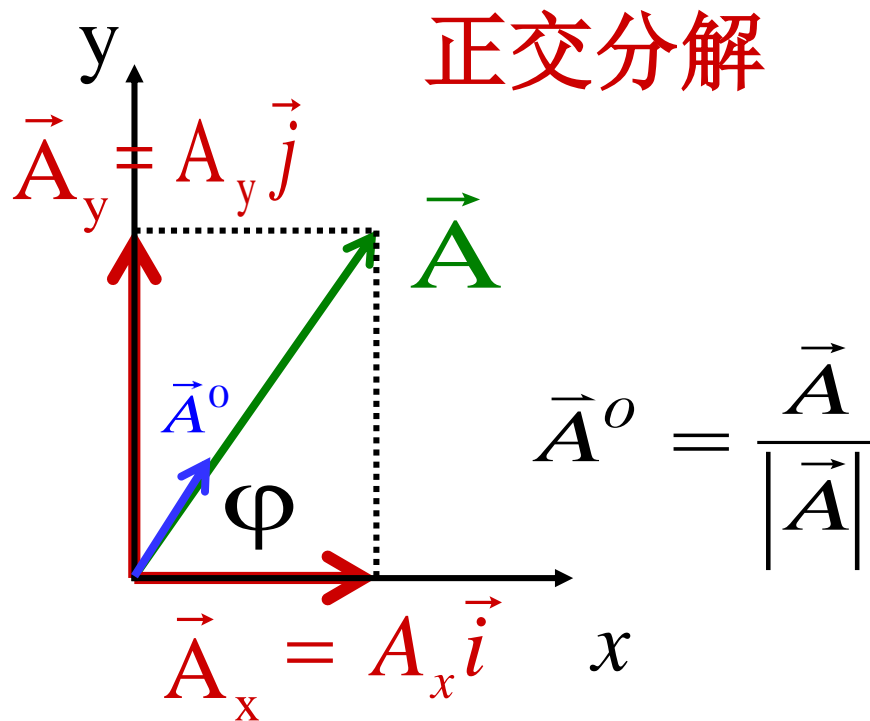
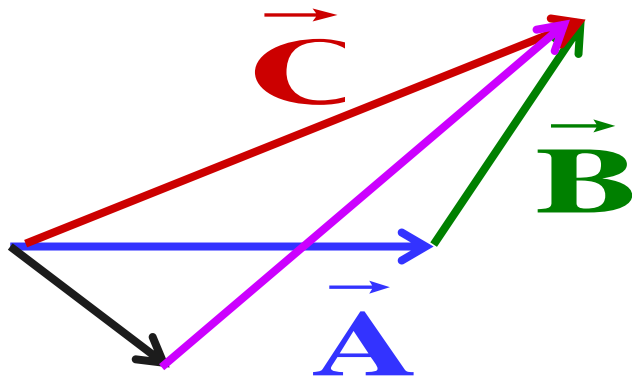
1) 加减法的平行四边形法则或三角形法则

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B} \quad (\vec{A} - \vec{B}) = ? \quad \vec{W} = \vec{A} + \vec{B} + \dots$$



多边形法则

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$



矢量 (直角坐标系):

$$\vec{A} = A_x \vec{i} + A_y \vec{j}$$

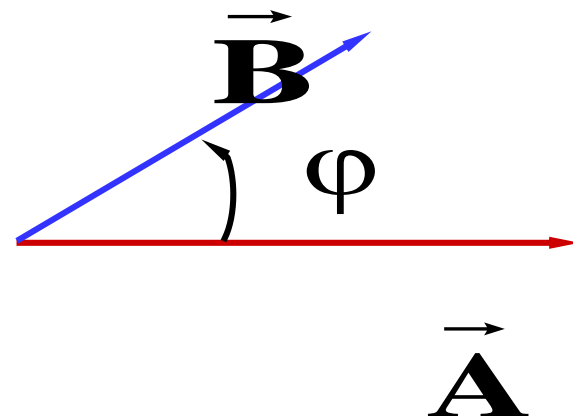
矢量的大小 (矢量的模): $A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

矢量的方向: $\varphi = \tan^{-1} \frac{A_y}{A_x}$



2) 内积

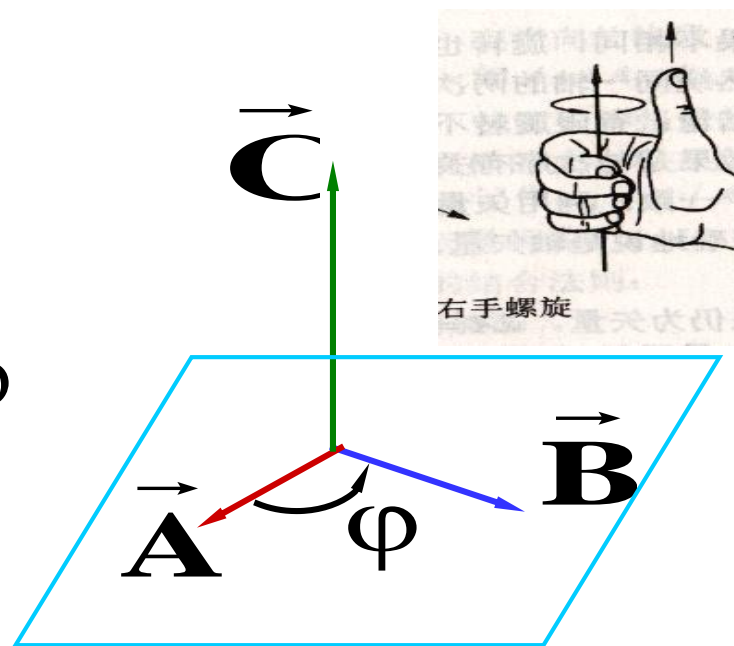
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \varphi$$



3) 叉积 $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$

大小: $|\vec{C}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \varphi$

方向: 右手螺旋法



4) 求导和积分

$$\vec{A} = A_x(t)\vec{i} + A_y(t)\vec{j}$$

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{dA_x(t)}{dt}\vec{i} + \frac{dA_y(t)}{dt}\vec{j}$$

$$\vec{A} = \int d\vec{A}$$

$$d\vec{A} = dA_x\vec{i} + dA_y\vec{j}$$

$$\left. \begin{aligned} A_x &= \int dA_x \\ A_y &= \int dA_y \end{aligned} \right\} \vec{A} = A_x\vec{i} + A_y\vec{j}$$



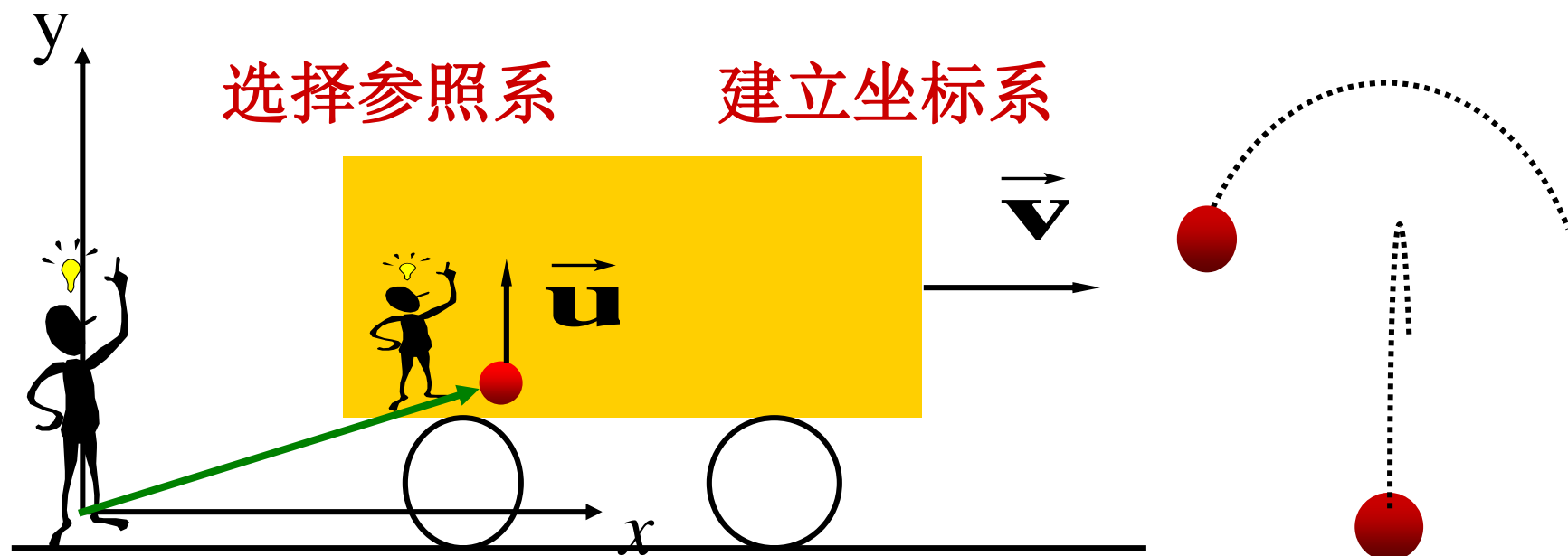
第一章 质点的运动规律



质点—只有质量无体积的几何的点 (理想模型)

机械运动—质点位置随时间的变化规律 (平动、转动)

解决问题: 1、如何描述物体的运动? (科学、定量)
2、分析物体的运动变化的原因是什么?



问小球作何种运动?

一、运动的相对性

——物体运动的形式随参照系的不同而不同的事实

二、质点运动的矢量描述

1、位置矢量和位移

位置矢量: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$ —直角坐标系

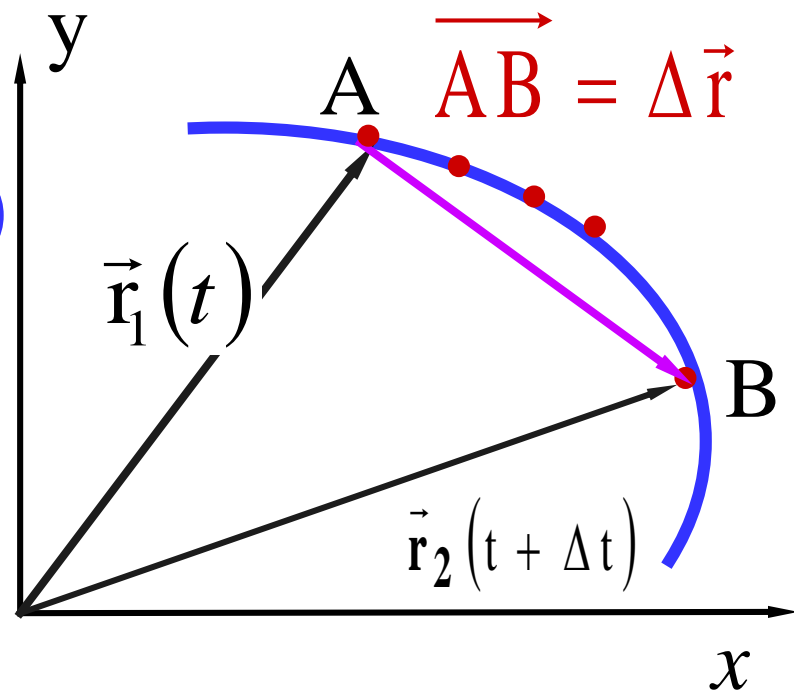
$\vec{r}(t)$ —运动方程

\widehat{AB} —路程

$f(x, y)$ —运动轨迹 $\begin{cases} x(t) \\ y(t) \end{cases}$

位移: $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

平均速度: $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$



2、速度和速率 (velocity and speed)

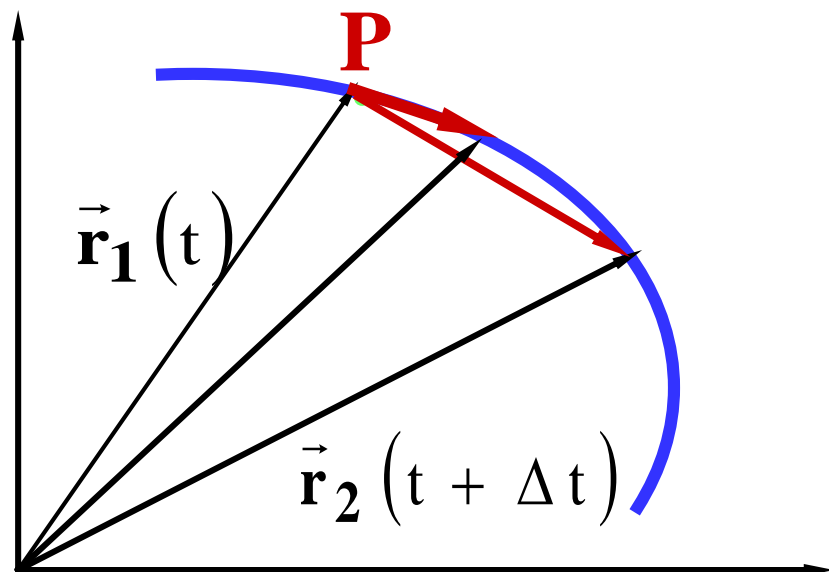


瞬时速度: $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

方向: 运动轨迹的切向并指向质点前进一侧

速率 (速度的大小):

$$v = |\vec{v}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t}$$
$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$



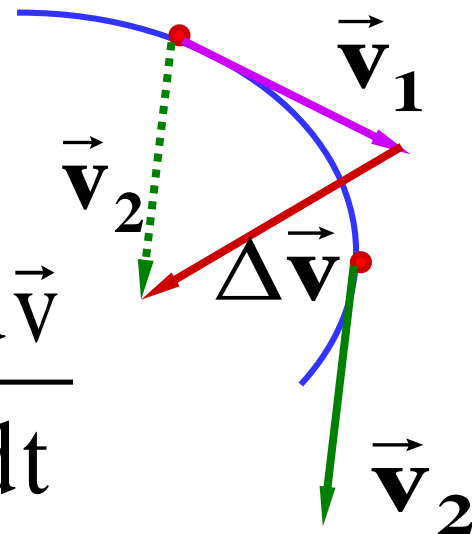
3 、加速度 (acceleration)



速度的增量: $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$

平均加速度: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

瞬时加速度: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$



运动的分类:

1) 运动中速度与加速度的特征

(匀速运动, 匀加速运动)

2) 质点运动轨迹的特征

(直线运动, 圆周运动)

} 匀速率圆周运动

例1、 已知质点的运动方程为 $x=2t$, $y=4-t^2$

式中时间以s计, 距离以m计。试求:

(1) 任一时刻运动方程的矢量表式;

(2) 求 $t=1$ 到 $t=2$ 时间内的平均速度;

(3) 求初速度和初加速度; $\bar{\vec{v}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{2-1}$

(4) 求运动的轨道方程。

解: (1) $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$

$$= 2t\vec{i} + (4 - t^2)\vec{j}$$
$$\begin{cases} \vec{r}(1) = 2\vec{i} + 3\vec{j} \\ \vec{r}(2) = 4\vec{i} \end{cases}$$



解: (1) $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} = 2t\vec{i} + (4 - t^2)\vec{j}$

(2) $\therefore \begin{cases} \vec{r}(1) = 2\vec{i} + 3\vec{j} \\ \vec{r}(2) = 4\vec{i} \end{cases}$

$$\begin{aligned} \therefore \vec{v} &= \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(2) - \vec{r}(1)}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{4\vec{i} - (2\vec{i} + 3\vec{j})}{2 - 1} \\ &= 2\vec{i} - 3\vec{j} \end{aligned}$$

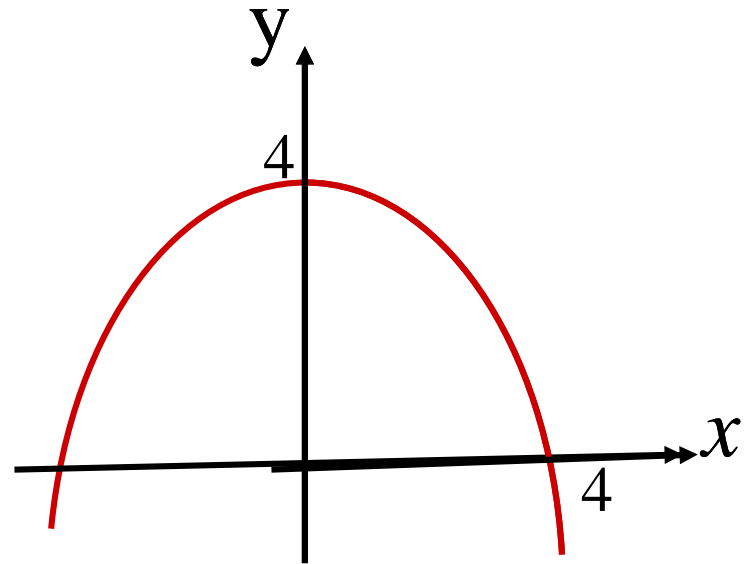


$$(3) \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 2\vec{i} - 2t\vec{j} \Rightarrow \vec{v}(0) = 2\vec{i}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = -2\vec{j} \Rightarrow \vec{a}(0) = -2\vec{j}$$

$$(4) \quad \because \begin{cases} x = 2t \\ y = 4 - t^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow y = 4 - \left(\frac{x}{2}\right)^2$$



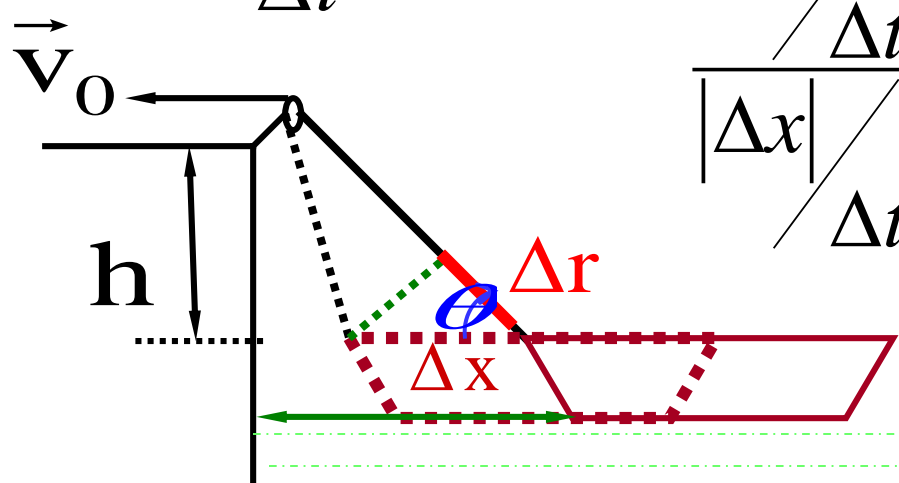
求路程和时间的关系式？



例2(书P44 1-2)、在离船的高度为 h 的岸边，绞车以恒定的速率 v_0 收拖缆绳，使船靠岸。当船头与岸的水平距离为 x 时，船的速度为多少？并讨论船体作什么运动？

——有约束的运动

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta r|}{\Delta t} = v_0 \quad \frac{|\Delta r|}{|\Delta x|} = \cos \theta$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = v \quad \frac{|\Delta r|}{|\Delta x|} \frac{\Delta t}{\Delta t} = \cos \theta \Rightarrow v = \frac{v_0}{\cos \theta}$$


$\theta \uparrow \Rightarrow v \uparrow$ 加速运动



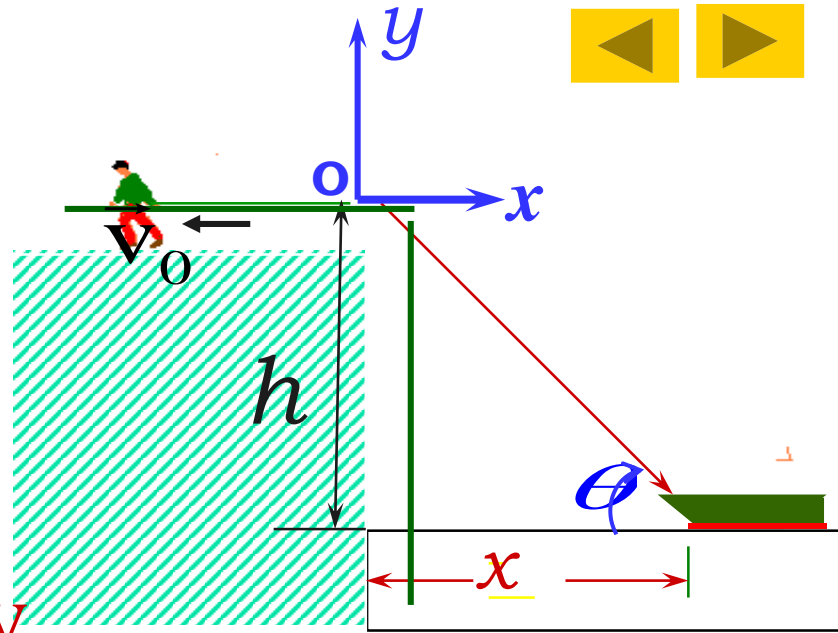
法二: $\vec{r} = x \vec{i} - h \vec{j}$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \vec{i}$$

$$\frac{d|\vec{r}|}{dt} = \frac{d(\sqrt{x^2 + h^2})}{dt} = -v_0 \frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}} = \cos \theta \frac{dx}{dt}$$

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{i} = -v_0 \frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{x} \vec{i} \Rightarrow v = \frac{v_0}{\cos \theta}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \vec{i} = -\frac{v_0^2 h^2}{x^3} \vec{i} \quad \text{加速运动}$$



练习P44 1-3