理论力学绪论

杨成鹏（六院）
手机:13484615864
Email:yang@mail.nwpu.edu.cn
QQ:371714439
交流群：585402615

西北工業大學
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

理论力学慕课

中国大学慕课网址：
http://www.icourse163.org/

我校理论力学慕课网址：

http://www.icourse163.org/course/NWPU-1001955002

开课时间：8月21日

下载手机APP，随时随地学理力

慕课成绩合格加3分，优秀加5分

西北工業大學
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

1. 理论力学的研究对象
2. 理论力学的研究范畴
3. 理论力学的研究内容
4. 理论力学的研究方法
5. 学习理论力学的目的

1. 理论力学的研究对象

理论力学在高等工科院校中是一门重要的技术基础课，是后续力学课程和其他相关专业课程的基础，例如：机械原理、机械振动、电动力学、热力学与统计物理学、量子力学等。

理论力学是研究物体机械运动一般规律的科学。

物体机械运动具有两种基本形式，一是空间位置的改变，二是形状的变化。

理论力学不涉及物体形状的变化。

2. 理论力学的研究范畴

理论力学属于古典力学的范畴，以牛顿三大定律为基础，在宏观世界和低速状态下研究物体的运动规律。

古典力学的基本定律不适用于：

1) 微观粒子的运动(量子力学)；

2) 速度接近光速的宏观物体的运动(相对论力学)。

3. 理论力学的研究内容

（1） 静力学

研究物体机械运动的特殊情况—平衡问题。

（2） 运动学

研究物体运动过程中各运动学参数之间的几何关系。

运动学参数包括：位置坐标、速度、加速度等。

理论力学的研究内容

（3）动力学

研究物体运动状态的变化与作用力之间的关系。

$$\boxed{\vec{F} = m\vec{a}}$$

4. 理论力学的研究方法

理论力学所采用的研究方法是抽象化方法。通过抽象化，能够建立物质对象的一些初步近似的研究模型。

理论力学的研究方法

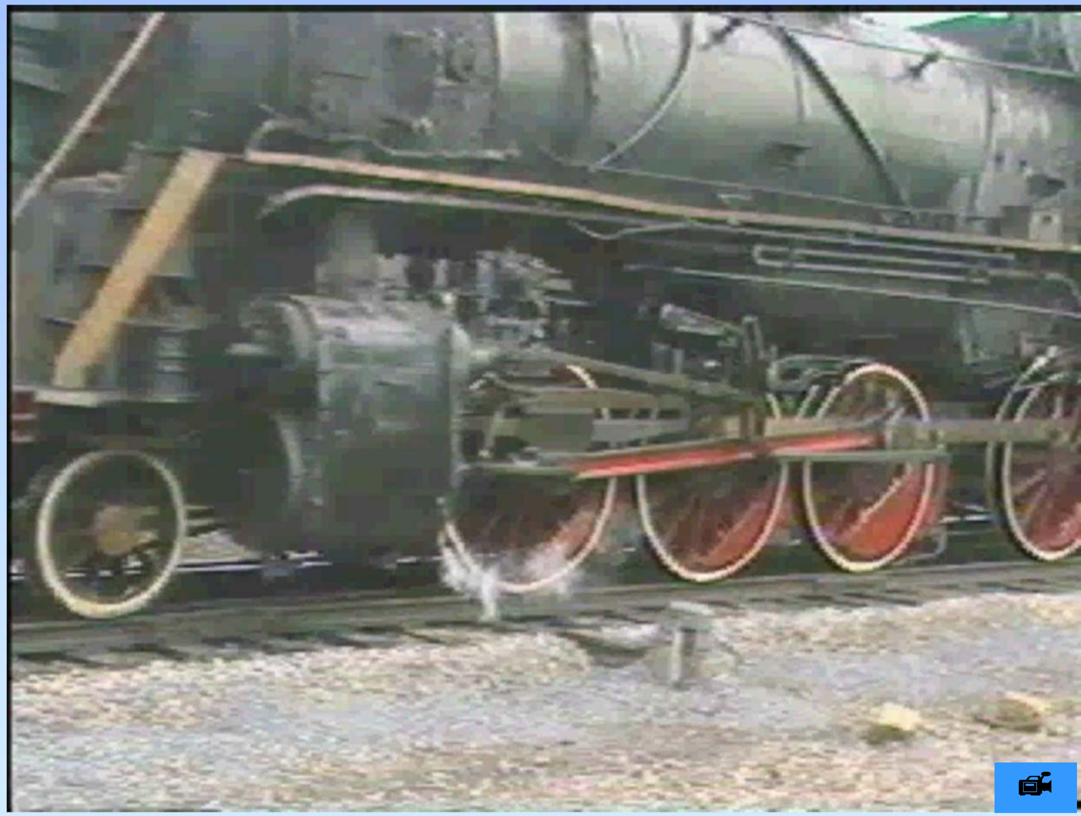
抽象化方法

质点——当所研究的物体运动范围远远超过其本身的几何尺寸时，物体的形状和大小对运动的影响很小，这时可以将其抽象为只有质量而无体积的质点。

刚体——是质点间距离始终保持不变的质点系。刚体是抽象的力学模型。真实物体受力以后都会变形，当物体的变形和运动尺度相比小的多时，则可简化为刚体。

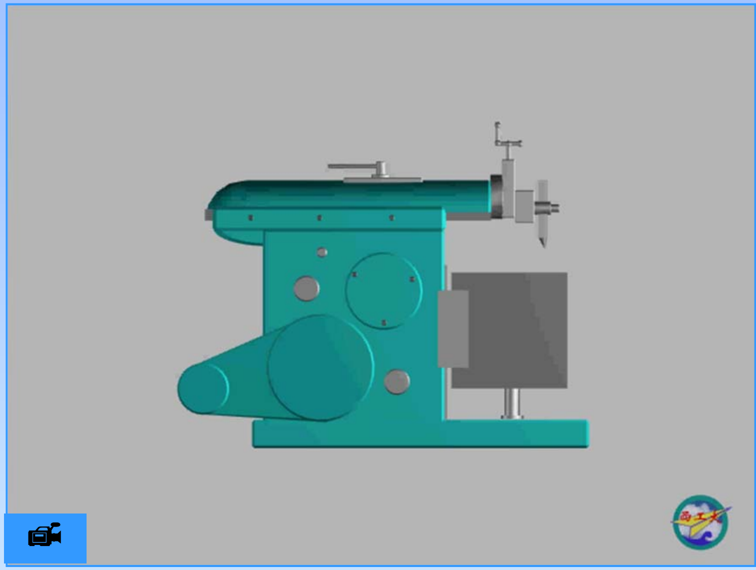
质点系——包括质点、刚体、弹塑性体和流体等。

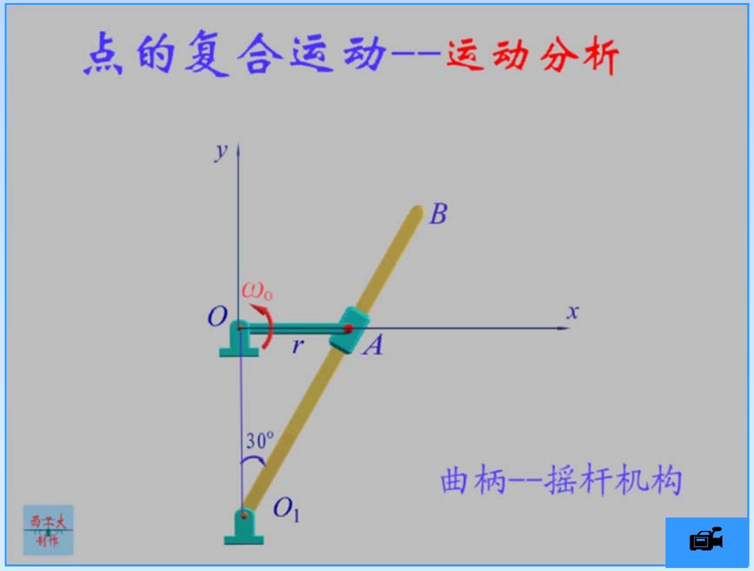
工程实例抽象为力学模型



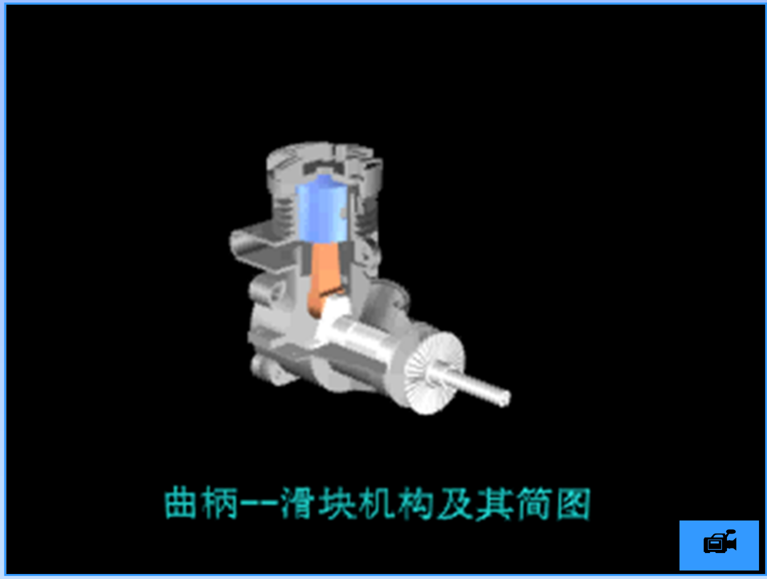
绪论

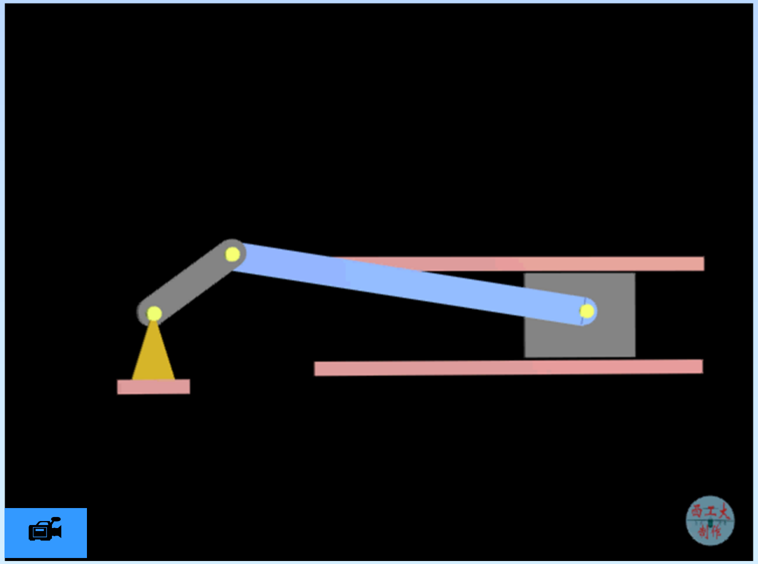
工程实例抽象为力学模型





工程实例抽象为力学模型





工程实例抽象为力学模型

5. 学习理论力学的目的

- 应用并巩固矢量的基本运算方法。
- 训练抽象思维与逻辑思维的能力。
- 培养分析问题、解决问题的能力。
- 奠定基础以解决理论和工程难题。

6. 参考书目

- 《理论力学》支希哲主编（教材）
- 《理论力学》习题册（作业集）
- 《理论力学》导教·导学·导考（资料）
- 《理论力学》哈工大第七版
- “哈尔滨工业大学理论力学第七版课后习题答案”
- “西北工业大学理论力学习题答案”

购买作业集

时间：周一至周四下午17:00-19:00

地点：力学与土木建筑学院108房间

联系人：刘自强(18392851957)

矢量及其运算法则

1、矢量的定义：

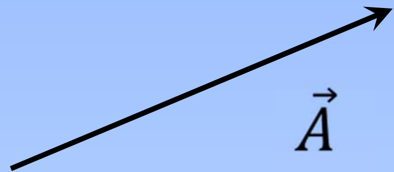
标量只有大小（当然有正负），例如：质量、长度、时间、密度、能量、温度等。

矢量既有大小又有方向，并有一定的运算规则，例如：位移、速度、加速度、力等。

矢量及其运算法则

2、矢量的几种表示方式：

*几何表示：有指向的线段



*解析表示： 字母上面加箭头，或用黑体字（课本）

$\vec{A}=(A_1,A_2,A_3)$ 大小 $A=|\vec{A}|$ （矢量的模）

3、矢量相等：

大小相同，方向相同。

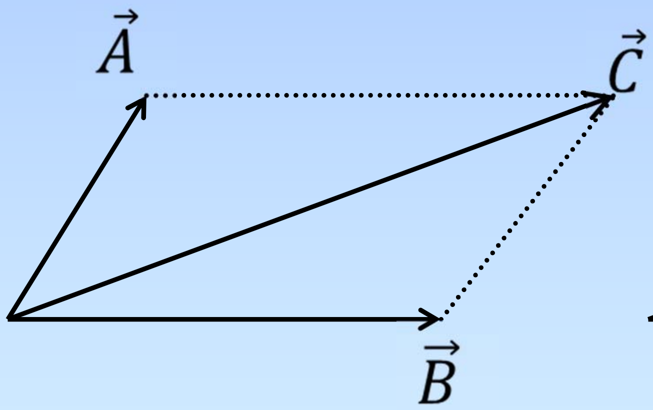
标量不能与矢量相等，即：$A\neq\vec{A}$

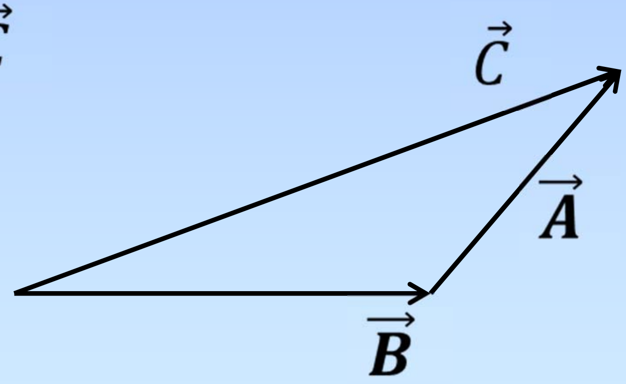
矢量及其运算法则

4、矢量的运算法则：

(1) 加减法

含<u>平行四边形法则</u>和<u>三角形法则</u>





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

矢量及其运算法则

(2) 数乘

$$\omega\vec{A} = \vec{C}$$

大小：$C = |\omega| A$

方向：$\omega > 0$,　$\vec{C}$ 平行于 $\vec{A}$

　　　$\omega < 0$,　$\vec{C}$ 平行于 $-\vec{A}$

一个矢量也可写成：它的大小乘上它的单位矢量，

如：$\vec{A} = A\vec{e}$,　$A = |\vec{A}|$,　$\vec{e} = \dfrac{\vec{A}}{A}$

矢量及其运算法则

(3)矢量的分解

在一个平面内，若存在两个不共线的矢量 $\vec{e_1},\vec{e_2}$

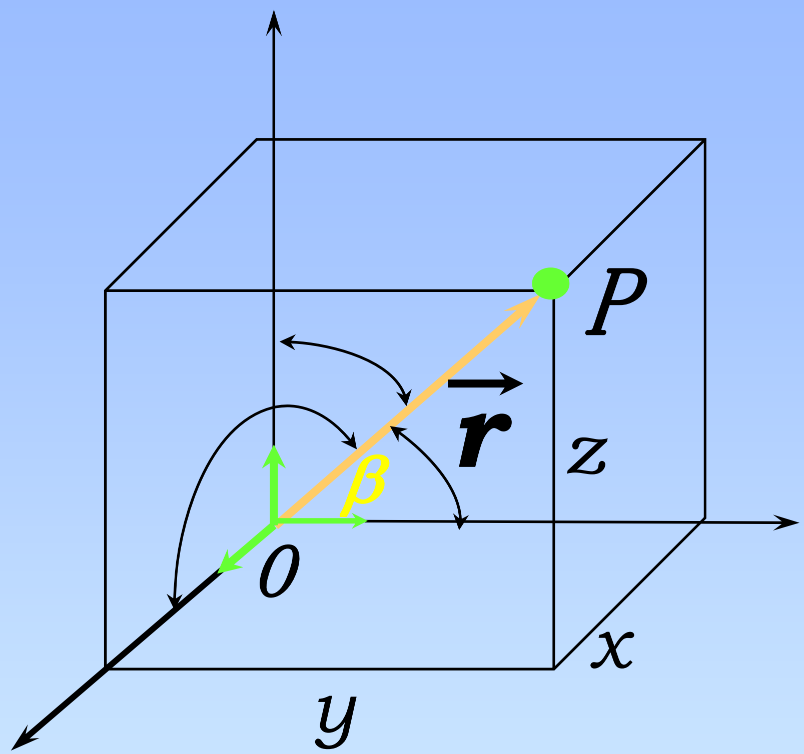
则平面内的任一矢量可以分解为：$\vec{A}=A_1\vec{e_1}+A_2\vec{e_2}$

常用 $\vec{e_1}\perp\vec{e_2}$ 称为正交分解

在直角坐标系，$\vec{A}=A_x\vec{i}+A_y\vec{j}+A_z\vec{k}$

$$\text{其大小}\quad A=|\vec{A}|=\sqrt{A_x^2+A_y^2+A_z^2}$$

矢量及其运算法则



$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

矢量及其运算法则

$$
\left.\begin{aligned}
A_x &= A\cos\alpha \\
A_y &= A\cos\beta \\
A_z &= A\cos\gamma
\end{aligned}\qquad
\begin{matrix}\alpha\\ \beta\\ \gamma\end{matrix}\right\}
\text{分别是}\vec{A}\text{与}X,Y,Z\text{三个坐标轴的夹角}
$$

$$
\vec{A} \pm \vec{B} = (A_x \pm B_x)\vec{i} + (A_y \pm B_y)\vec{j} + (A_z \pm B_z)\vec{k}
$$

- 同一方向上的分量的运算如同标量一样。
- 不同方向上的分量不能合并同类项，要按矢量加法法则叠加。

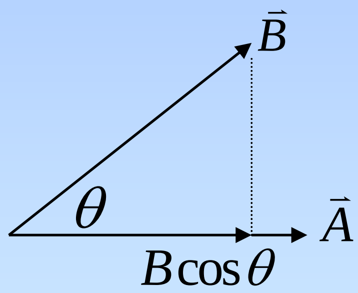
矢量及其运算法则

(4)矢量的标积（点积，点乘）

$$\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta \ (\theta\text{为}\vec{A}\text{与}\vec{B}\text{的夹角})$$

若$\vec{B}$为单位矢量，$\vec{A}\cdot\vec{B}$为$\vec{A}$在$\vec{B}$方向的投影。

$$\begin{cases} \theta < 90°，\vec{A}\cdot\vec{B} > 0 \\ \theta = 90°，\vec{A}\cdot\vec{B} = 0 \\ \theta > 90°，\vec{A}\cdot\vec{B} < 0 \end{cases}$$



特别注意：$\vec{A}\cdot\vec{A} = A^2 \geq 0$

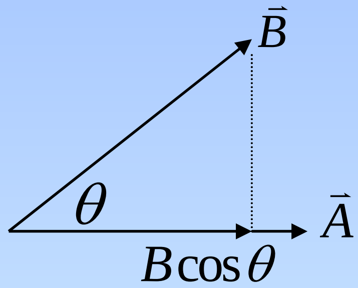
若$\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$，可能$\vec{A} = \mathbf{0}$，或$\vec{B} = \mathbf{0}$，或$\vec{A}\perp\vec{B}$。

矢量及其运算法则

标积的性质：

$$\vec{A}\cdot\vec{B}=\vec{B}\cdot\vec{A} \quad \text{遵守交换律}$$

$$\vec{A}\cdot(\vec{B}\pm\vec{C})=\vec{A}\cdot\vec{B}\pm\vec{A}\cdot\vec{C} \quad \text{遵守分配律}$$



$$\vec{i}\cdot\vec{i}=\vec{j}\cdot\vec{j}=\vec{k}\cdot\vec{k}=1$$

$$\vec{i}\cdot\vec{j}=\vec{j}\cdot\vec{k}=\vec{k}\cdot\vec{i}=0$$

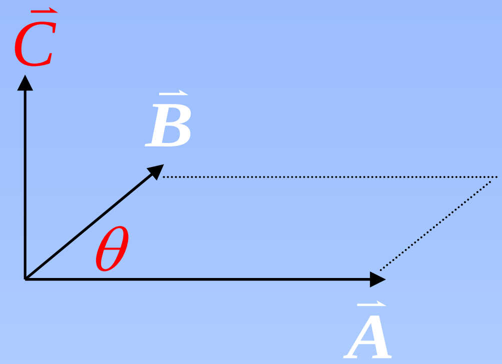
$$\therefore\ \vec{A}\cdot\vec{B}=(A_x\vec{i}+A_y\vec{j}+A_z\vec{k})\cdot(B_x\vec{i}+B_y\vec{j}+B_z\vec{k})$$

$$=A_xB_x+A_yB_y+A_zB_z$$

西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

矢量及其运算法则

(5) 矢量的矢积（叉积、叉乘）



$\vec{A}\times\vec{B}=\vec{C}$是一个轴矢量

大小：平行四边形面积

$$\left|\vec{C}\right|=\left|\vec{A}\times\vec{B}\right|=AB\sin\theta$$

$$(0<\theta<\pi)$$

右手螺旋前进

方向：

右手四指由叉乘号前的矢量方向，沿小于 π 的夹角旋转到叉乘号后的矢量方向时拇指的指向。积矢量垂直于两叉乘矢量所确定的平面。

矢量及其运算法则

矢积的性质：

$$\vec{A}\times\vec{B} = -\vec{B}\times\vec{A}$$不遵守交换律

$$\vec{A}\times\left(\alpha\vec{B}+\beta\vec{C}\right) = \alpha\vec{A}\times\vec{B}+\beta\vec{A}\times\vec{C}$$

但遵守分配律

$$\vec{i}\times\vec{i} = \vec{j}\times\vec{j} = \vec{k}\times\vec{k} = 0$$

$$\vec{i}\times\vec{j} = \vec{k}$$

$$\vec{j}\times\vec{k} = \vec{i}$$

$$\vec{k}\times\vec{i} = \vec{j}$$

$$\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

矢量及其运算法则

（7）矢量的导数还是个矢量

$$\text{若}\vec{A}=A\vec{e}\text{，则}\frac{d\vec{A}}{dt}=\frac{dA}{dt}\vec{e}+A\frac{d\vec{e}}{dt}$$

若在直角坐标系，坐标轴方向不变，各分量互不相干，则分别求导。如：

$$\frac{d\vec{A}}{dt}=\frac{dA_x}{dt}\vec{i}+\frac{dA_y}{dt}\vec{j}+\frac{dA_z}{dt}\vec{k}$$

$$\text{但一般}\left|\frac{d\vec{A}}{dt}\right|\neq\frac{dA}{dt}\text{，除非定向运动}$$

如：速度的导数是加速度，速率的导数是加速度的切向分量。

矢量及其运算法则

（8）矢量的积分

第一种情况：

若$\vec{A}$和$\vec{B}$都在同一平面直角坐标系内，且$\dfrac{d\vec{B}}{dt}=\vec{A}$，则有$d\vec{B}=\vec{A}dt=(A_x\vec{i}+A_y\vec{j})dt$

矢量对标量积分，各分量各自积分

$$\vec{B}=\int\vec{A}dt=\left(\int A_x dt\right)\vec{i}+\left(\int A_y dt\right)\vec{j}$$
$$=B_x\vec{i}+B_y\vec{j}$$

即$B_x=\int A_x dt$，$B_y=\int A_y dt$，各分量方向不变。

矢量及其运算法则

第二种情况，对矢量点乘积分：

如：变力沿曲线作功，

$$\text{元功}\, dW = \vec{F}\cdot d\vec{r} = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

$$\text{所以，总功}\, W = \int \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

接下来，做曲线积分就可以。

还有，对矢量叉乘积分，请同学们自己学习。

谢谢使用