

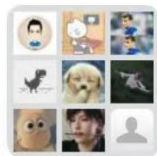


# 大学物理 (上)

- 姓名：王鲁鲁
- 邮箱： *llwang@bupt.edu.cn*

# 微信讨论群

---



2021基础物理学16-18



该二维码7天内(9月20日前)有效, 重新进入将更新

**通知、答疑、交流**

# 课堂派

---

加课码: 3UPCY4

微信扫一扫加入课堂



作业、测试、资料

# 腾讯课堂

---

基础物理学16-18



扫码上课

线上上课、课程回顾

# 物理？

---

## 1. 什么是物理？

物 理——悟物究理

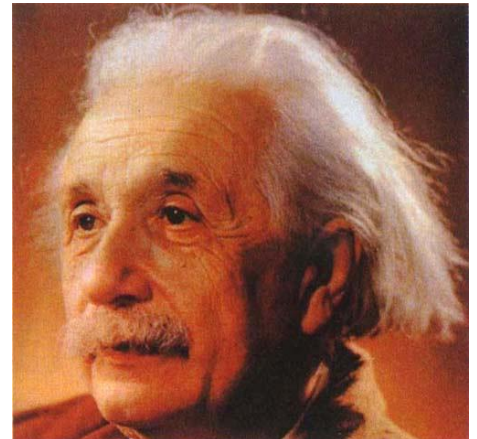
物理学——研究物质结构、物质间相互作用和运动规律的自然科学

## 2. 为什么要学习物理？

- 获得生活、学习、工作所需的知识和技能。
- 获得科学思想、科学精神、科学态度和科学方法的熏陶和培养。

物理书都充满了复杂的数学公式。可是思想及理念，而非公式，才是每一物理理论的开端。

——爱因斯坦《物理学的进化》



# 物理学与工程技术的关系

---

## ➤ 第一次工业革命（17~18世纪）：

其标志是以蒸汽机为代表的一系列机械的产生和应用，建立在**牛顿力学**和**热力学**发展的基础上。

## ➤ 第二次工业革命（19世纪）：

其标志是发电机、电动机、电讯设备的出现和应用，建立在**电磁学理论**发展的基础上。

## ➤ 第三次工业革命（20世纪）：

其标志是以信息技术为代表的一系列新学科、新材料、新能源、新技术的兴起和发展，建立在**相对论**和**量子力学**发展的基础上。

# 物理学与工程技术的关系

---

## ➤ 第一次工业革命（17~18世纪）：

其标志是以蒸汽机为代表的一系列机械的产生和应用，建立在**牛顿力学**和**热力学**发展的基础上。

## ➤ 第二次工业革命（19世纪）：

其标志是发电机、电动机、电讯设备的出现和应用，建立在**电磁学理论**发展的基础上。

## ➤ 第三次工业革命（20世纪）：

其标志是以信息技术为代表的一系列新学科、新材料、新能源、新技术的兴起和发展，建立在**相对论**和**量子力学**发展的基础上。

# 物理学研究对象

---

**物质世界：**由**实物**和**场**构成。

➤ **实物：**具有静止质量、空间上不可叠加，以间断形式存在。

{ 宏观物体 ( $> 10^{-7}\text{m}$ ) 服从因果律  
微观物体 ( $< 10^{-7}\text{m}$ ) 服从统计规律  
介观物体 (介于两者之间, 如微纳器件)

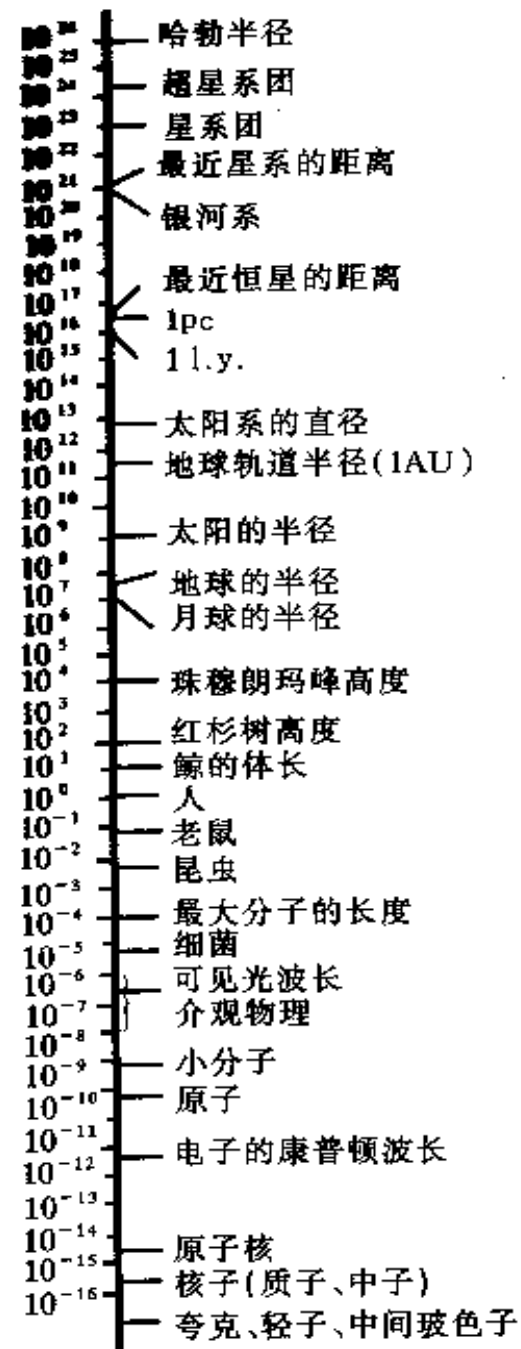
➤ **场：**无静止质量, 空间上可叠加, 以连续形式存在。

➤ 实物周围存在相关的场, 场传递实物间的相互作用, 场和实物可以相互转化。



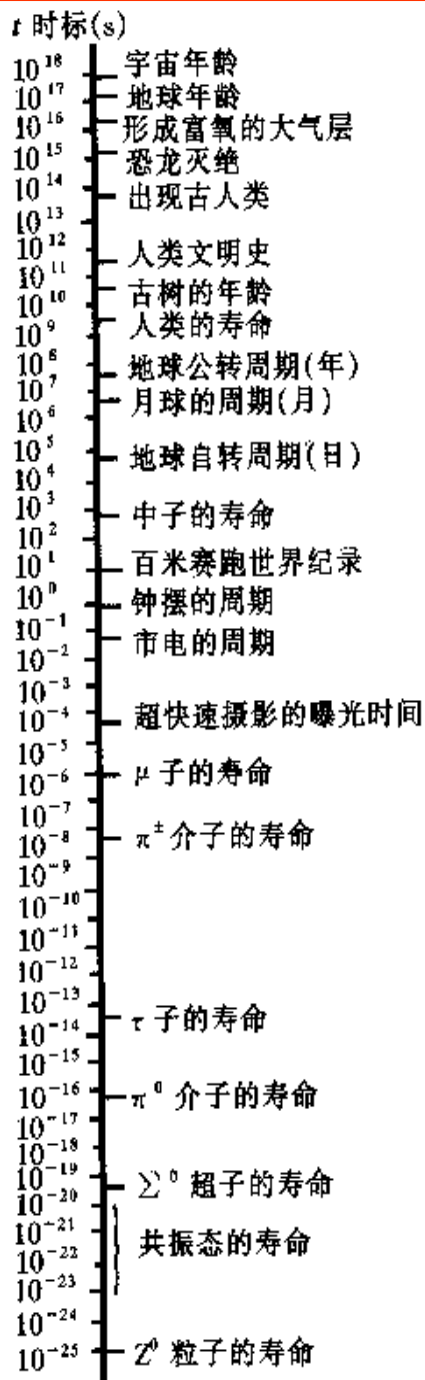
# 物质世界的空间尺度

长度(m)



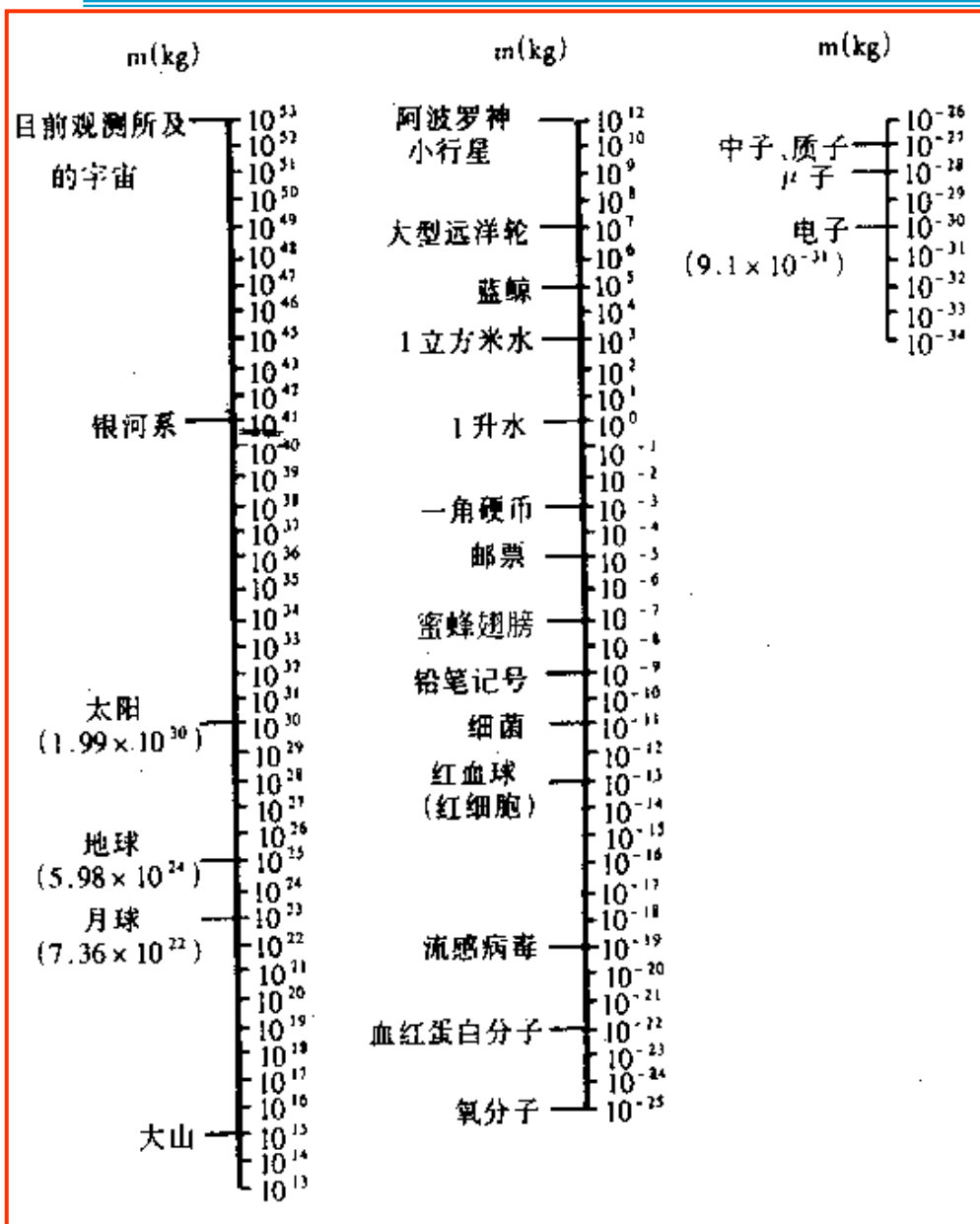
哈勃半径:	$10^{26} \text{ m}$
星系团:	$10^{23}$
银河系:	$10^{21}$
地球轨道半径:	$10^{11} (1\text{AU})$
太阳半径:	$10^9$
地球半径:	$10^7$
月球半径:	$10^6$
大分子:	$10^{-4}$
小分子:	$10^{-9}$
原子:	$10^{-10}$
原子核:	$10^{-14}$
基本粒子:	$10^{-16}$

# 物质世界的时间尺度



宇宙年龄:	150亿年 ( $10^{18}$ s)
星系年龄:	50亿年
地球年龄:	46亿年 ( $10^{17}$ s)
出现生命:	40亿年
富氧大气:	8亿年
人类:	3百万年 ( $10^{14}$ s)
地球公转:	$3.16 \times 10^7$ s
月球公转:	$2.6 \times 10^6$ s
地球自转:	$10^5$ s
中子寿命:	$10^3$ s
中间玻色子寿命:	$10^{-24}$ s

# 物质世界的质量尺度



目前所测宇宙:  $10^{53} \text{ kg}$

银河系:  $10^{41} \text{ kg}$

太阳:  $10^{30} \text{ kg}$

地球:  $10^{25} \text{ kg}$

月球:  $10^{22} \text{ kg}$

细菌:  $10^{-11} \text{ kg}$

红血球:  $10^{-13} \text{ kg}$

流感病毒:  $10^{-19} \text{ kg}$

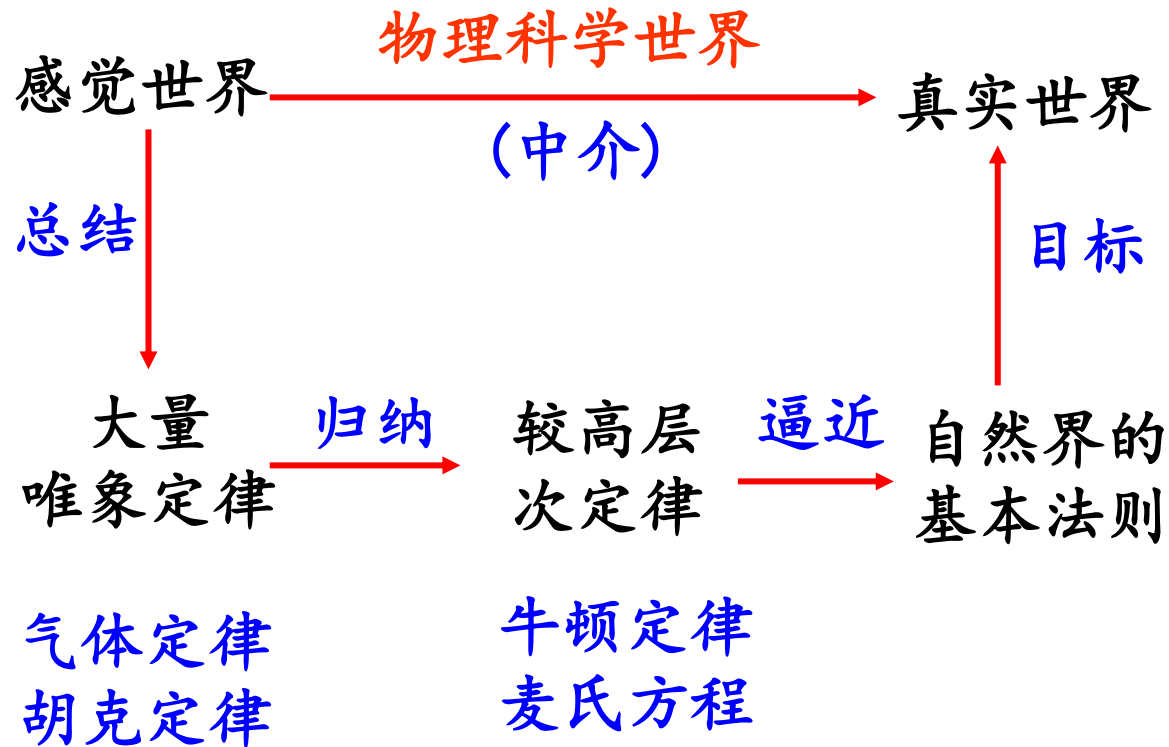
氧分子:  $10^{-25} \text{ kg}$

中子、质子:  $10^{-27} \text{ kg}$

电子:  $10^{-30} \text{ kg}$

# 物理学的基本思想

用模型来描述自然，用数学来表达模型，用实验来检验模型。



物理学描述的是关于真实世界的模型

# 物理学方法

---

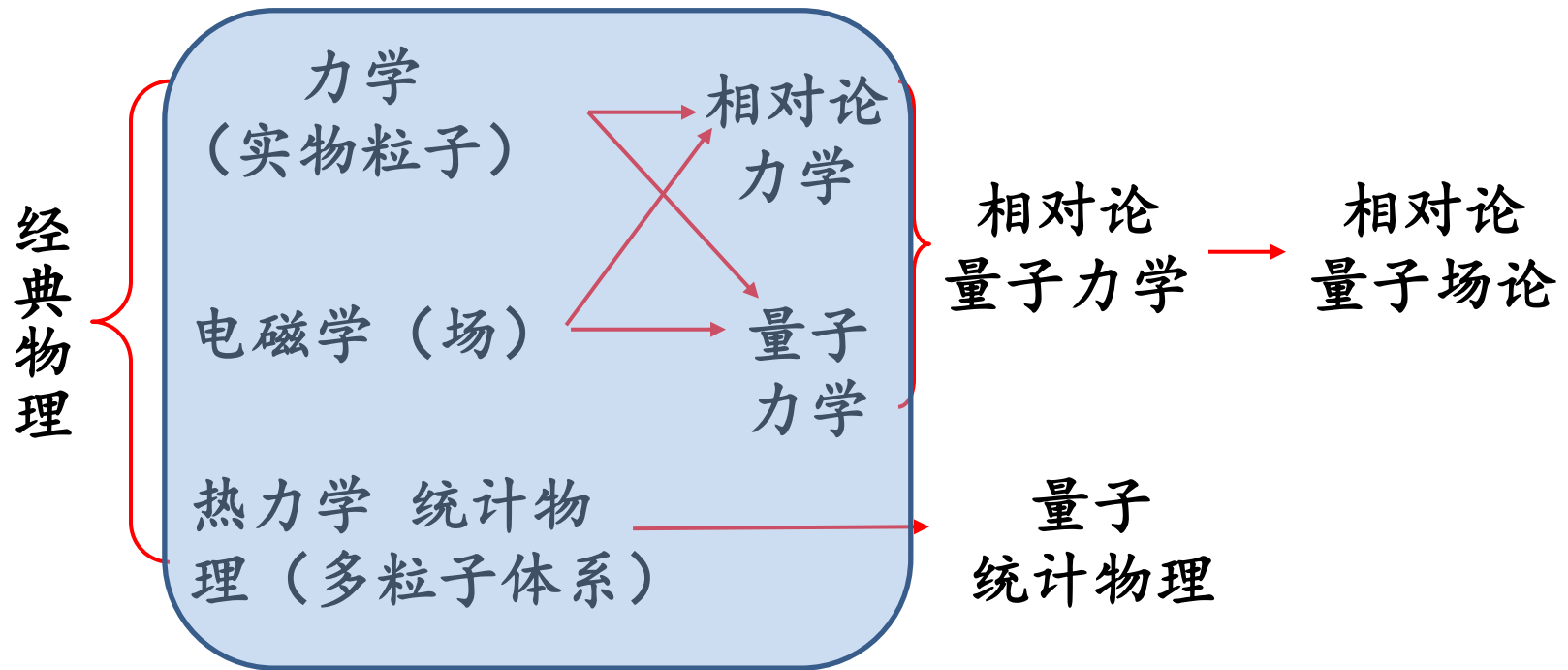
## ➤ 物理学方法：

观察、实验、模拟、演绎、归纳、分析、综合、  
类比、理想化、假说……

## ➤ 指导性原理：

- \* **简单性原理**：逻辑前提越简单，普遍程度越高。
- \* **对应原理**：新理论应包容在一定条件下被证实是正确的旧理论，并在极限条件下过渡到旧理论。

# 物理学的基本框架



分支学科：激光物理，半导体物理，原子物理，核物理…

交叉学科：生物物理，量子化学，地球物理，海洋物理…

# 学习方法

---

业精于勤荒于嬉，行成于思毁于随。

——韩愈

大学物理与高中物理的区别：

➤ 研究对象：

高中：特例现象

大学：普适现象

➤ 学习方法：

高中：以做练习为主——招式

大学：规律原理为主——内功

# 成绩构成

---

总成绩100

平时40

期中10

期末50

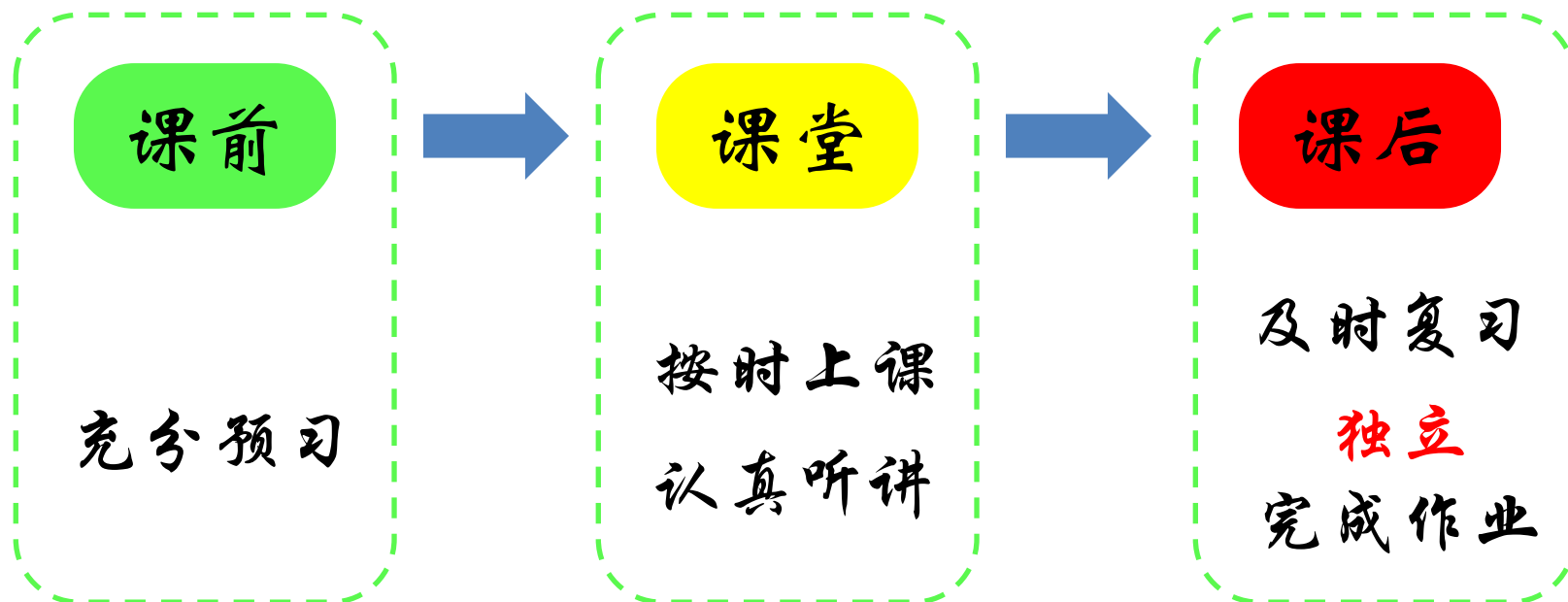
课堂10

作业30



# 课程期望

---



注：作业**每周五24点**前通过课堂派提交。如因特殊情况未能及时交作业，需向我说明原因并补交。

# 补充：矢量及其运算法则

## 一. 矢量有大小和方向



在直角坐标系中

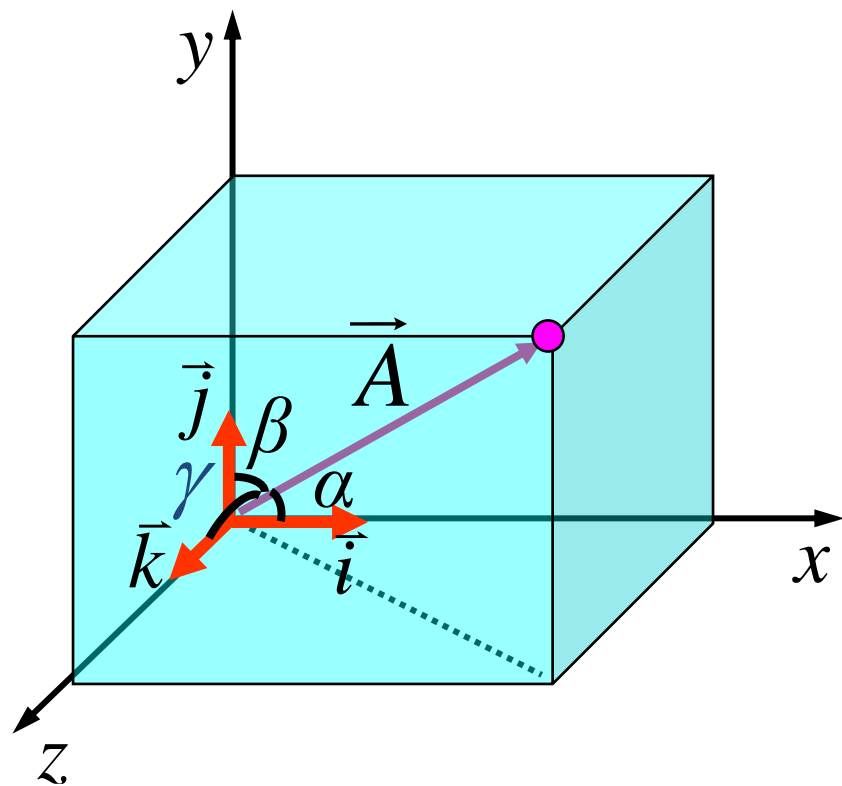
$$\vec{A} = A_x \vec{i} + A_y \vec{j} + A_z \vec{k}$$

矢量的大小：

$$A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

矢量的方向余弦：

$$\cos \alpha = \frac{A_x}{A}, \quad \cos \beta = \frac{A_y}{A}, \quad \cos \gamma = \frac{A_z}{A}$$



## 二. 矢量的运算

### 1、加法：

遵循平行四边形法则

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

减法

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

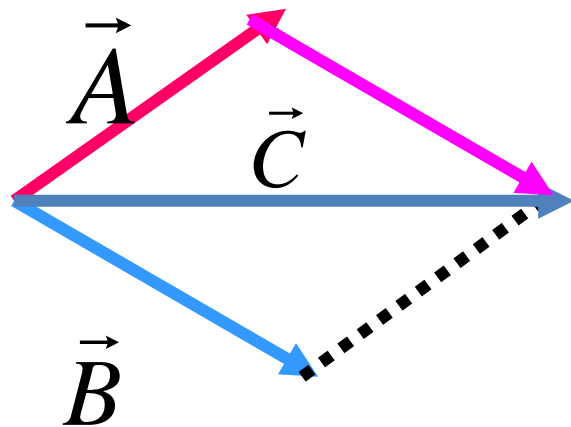
结果指向第一个减向量

交换律

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

结合律

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



### 2、数乘（标量乘矢量结果仍为矢量）

$$b \cdot \vec{A} = \vec{A} \cdot b = bA_x \hat{i} + bA_y \hat{j} + bA_z \hat{k}$$

结合律  $\lambda(\mu\vec{A}) = (\lambda\mu)\vec{A}$

分配律  $\lambda(\vec{A} + \vec{B}) = \lambda\vec{A} + \lambda\vec{B}$

$$(\lambda + \mu)\vec{A} = \lambda\vec{A} + \mu\vec{A}$$

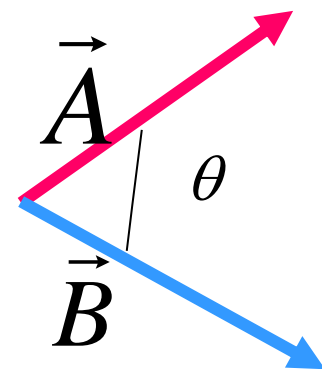
### 3、内积(点乘, 结果为标量)

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

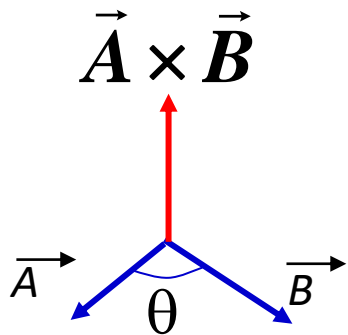
$$\left( A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \right) \cdot \left( B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k} \right) = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

交换律  $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$

分配律  $\vec{A} \cdot (\lambda \vec{B} + \mu \vec{C}) = \lambda \vec{A} \cdot \vec{B} + \mu \vec{A} \cdot \vec{C}$



### 4、外积(叉乘, 结果为矢量)



$$\begin{aligned} \vec{A} \times \vec{B} &= \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} \\ &= \hat{x}(A_y B_z - A_z B_y) \\ &\quad + \hat{y}(A_z B_x - A_x B_z) \\ &\quad + \hat{z}(A_x B_y - A_y B_x) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\vec{A} \times \vec{B}| &= AB \sin \theta \\ (0 < \theta < \pi) \end{aligned}$$

结论:

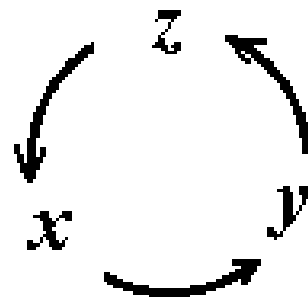
$$(1) \quad \theta = 0 \text{ 时}, \vec{A} \times \vec{B} = 0$$

$$(2) \quad \theta = \pi / 2 \text{ 时}, \vec{C} \text{ 的模最大 } |\vec{C}| = |\vec{A}| |\vec{B}|$$

$$(3) \quad \vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

$$(4) \quad \hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}, \quad \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}, \quad \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$$



## 5、矢量的微分

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

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

$$\frac{d^2\vec{A}}{dt^2} = \frac{d^2A_x}{dt^2}\hat{i} + \frac{d^2A_y}{dt^2}\hat{j} + \frac{d^2A_z}{dt^2}\hat{k}$$

## 6、矢量的积分

$$A_x = \int dA_x, \quad A_y = \int dA_y, \quad A_z = \int dA_z$$

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

对矢量我们不能直接积分，可以先把矢量投影到x, y, z轴，对各分量分别进行积分，再对得到的各分量值进行矢量合成。