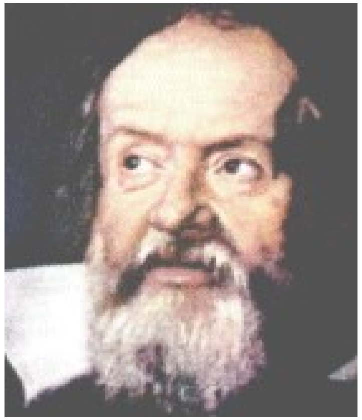
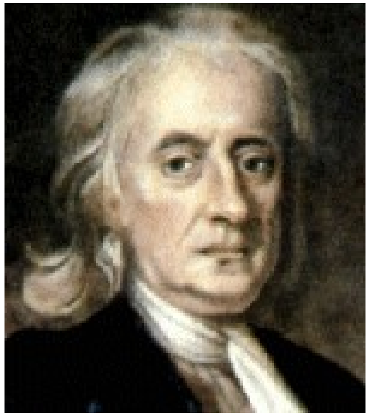
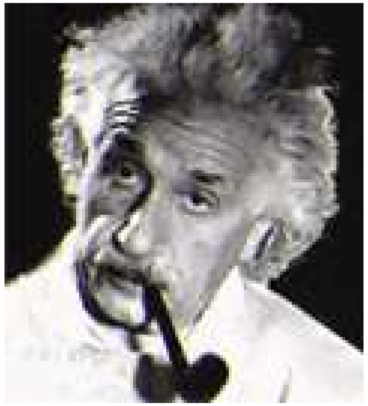
大学物理学



45:00

◆全国部分地区大学生物理竞赛

历届竞赛试题及答案:

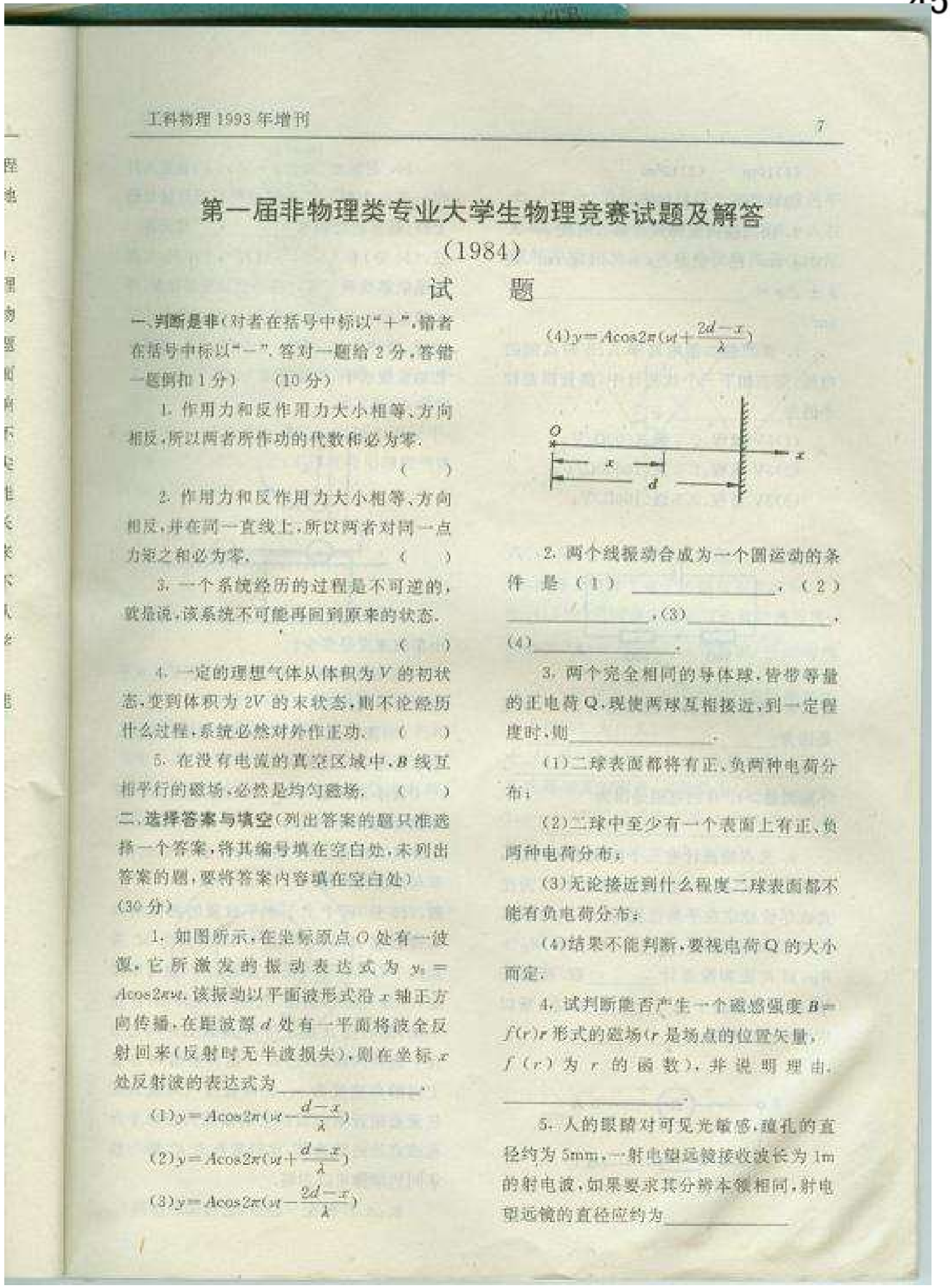
1984年 第1届

1985年 第2届

1986年 第3届

……

2019年 第36届



第一届非物理类专业大学生物理竞赛试题及解答

(1984)

试　　题

一、判断是非(对者在括号中标以"+",错者在括号中标以"—",答对一题给 2 分,答错一题倒扣 1 分)　(10 分)

1. 作用力和反作用力大小相等、方向相反,所以两者所作功的代数和必为零.　(　)

2. 作用力和反作用力大小相等、方向相反,并在同一直线上,所以两者对同一点力矩之和必为零.　(　)

3. 一个系统经历的过程是不可逆的,就是说,该系统不可能再回到原来的状态.　(　)

4. 一定的理想气体从体积为 V 的初状态,变到体积为 $2V$ 的末状态,则不论经历什么过程,系统必然对外作正功.　(　)

5. 在没有电流的真空区域中,B 线互相平行的磁场,必然是均匀磁场.　(　)

二、选择答案与填空(列出答案的题只准选择一个答案,将其编号填在空白处,未列出答案的题,要将答案内容填在空白处)(30 分)

1. 如图所示,在坐标原点 O 处有一波源,它所激发的振动表达式为 $y_0=A\cos 2\pi\nu t$. 该振动以平面波形式沿 x 轴正方向传播,在距波源 d 处有一平面将波全反射回来(反射时无半波损失),则在坐标 x 处反射波的表达式为______.

(1) $y=A\cos 2\pi(\nu t-\frac{d-x}{\lambda})$

(2) $y=A\cos 2\pi(\nu t+\frac{d-x}{\lambda})$

(3) $y=A\cos 2\pi(\nu t-\frac{2d-x}{\lambda})$

(4) $y=A\cos 2\pi(\nu t+\frac{2d-x}{\lambda})$

2. 两个线振动合成为一个圆运动的条件是 (1)______, (2)______, (3)______, (4)______.

3. 两个完全相同的导体球,皆带等量的正电荷 Q,现使两球互相接近,到一定程度时,则______.

(1)二球表面都将有正、负两种电荷分布;

(2)二球中至少有一个表面上有正、负两种电荷分布;

(3)无论接近到什么程度二球表面都不能有负电荷分布;

(4)结果不能判断,要视电荷 Q 的大小而定.

4. 试判断能否产生一个磁感强度 $B=f(r)r$ 形式的磁场(r 是场点的位置矢量,$f(r)$ 为 r 的函数),并说明理由.

______

5. 人的眼睛对可见光敏感,瞳孔的直径约为 5mm,一射电望远镜接收波长为 1m 的射电波,如果要求其分辨本领相同,射电望远镜的直径应约为______

08:34:58

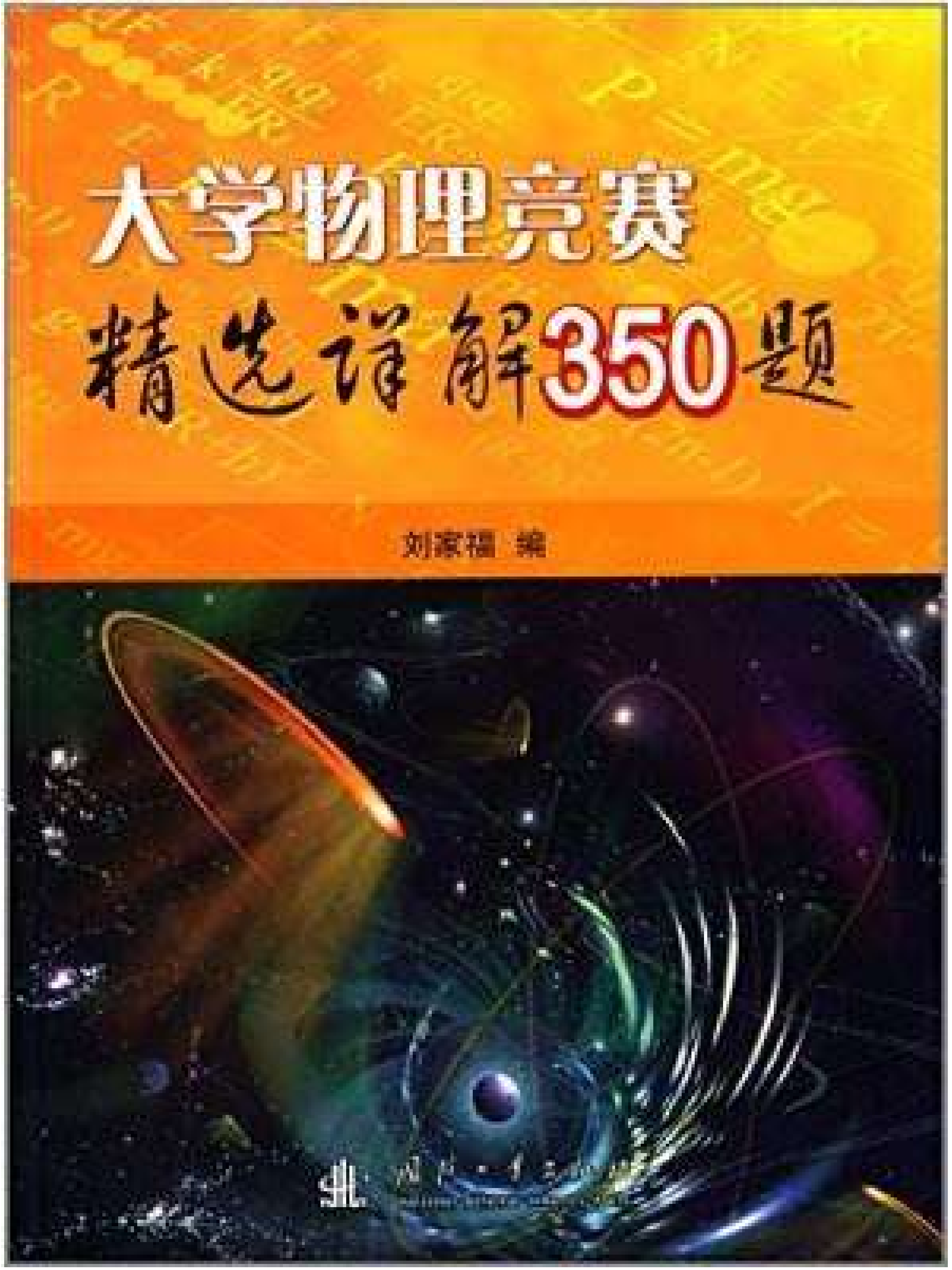
16开

45:00

08:34:58

45:00

32开



08:34:58

45:00

32开

上下两册

08:34:58

16开

45:00

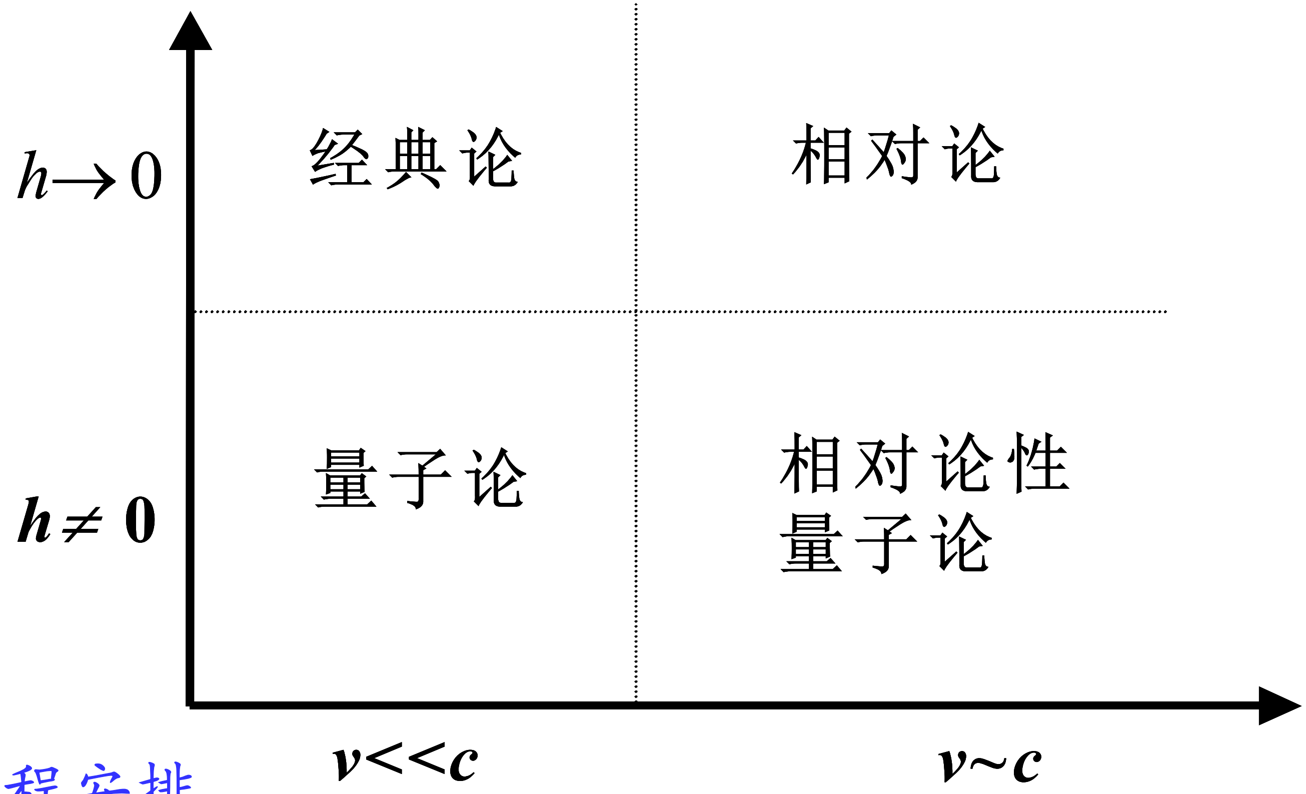
08:34:58

45:00

● 物理学的发展史

1. 经典物理学（1900前）经典力学、热力学、电磁学、光学

2. 近代物理学（1900至今）相对论、量子物理



● 课程安排

经典力学(不包括刚体)、电磁学(不包括电介质、磁介质)、振动与波(不包括阻尼振动、受迫振动、多普勒效应)、波动光学(不包括光的偏振)

08:34:58

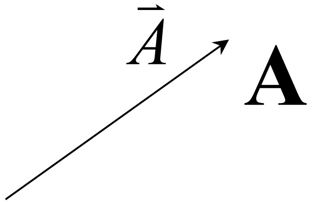
45:00

矢量运算简介

一.矢量： 有大小, 有方向, 满足平行四边形法则的量

矢量的概念起源于对运动和力的研究。
力和速度等物理量需要用其大小和方向来表示。

- 矢量的图示



- 大小为矢量的模，记为 $\left|\vec{A}\right|$ 或 A
- 长度为1的矢量叫单位矢量，记为 $\hat{e}$, $\left|\hat{e}\right| = 1$
  单位矢量用来表示空间方向
- 长度为零的矢量叫零矢量

08:34:58

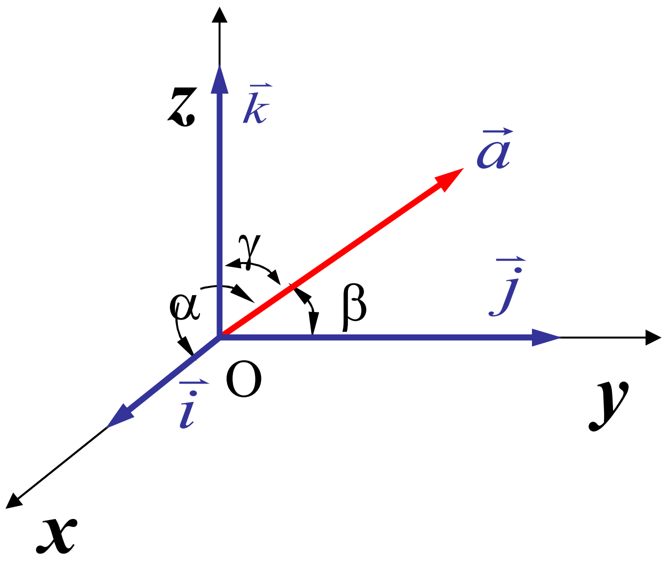
二. 直角坐标中的表示

$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$为三个坐标轴方向的单位矢量，或基矢

$$\vec{a} = \{x_a, y_a, z_a\}$$

$$\vec{a} = x_a\hat{i} + y_a\hat{j} + z_a\hat{k}$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{x_a{}^2 + y_a{}^2 + z_a{}^2}$$



若矢量与三个轴的夹角为α, β, γ

$$\cos\alpha = \frac{x_a}{|\vec{a}|}, \quad \cos\beta = \frac{y_a}{|\vec{a}|}, \quad \cos\gamma = \frac{z_a}{|\vec{a}|}$$ 矢量的方向余弦

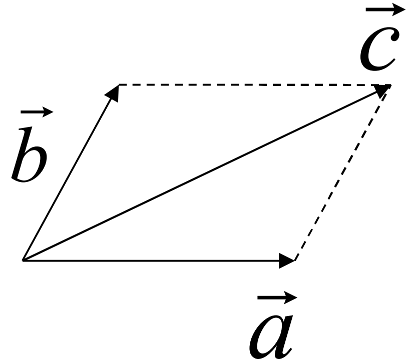
$$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = ?$$

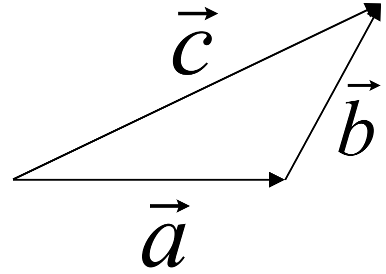
45:00

三. 矢量的加法

$$\vec{a}+\vec{b}=\vec{c}$$

$$\vec{a}-\vec{b}=\vec{a}+(-\vec{b})$$





●大小相等、方向相反的矢量互为**负矢量**

$$\vec{a}+(-\vec{a})=0$$

加法交换律 $\quad \vec{a}+\vec{b}=\vec{b}+\vec{a}$

加法结合律 $\quad (\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$

08:34:58

45:00

四. 矢量的数乘

$\lambda = 0 \quad \lambda\vec{a} = 0;$

$\lambda > 0 \quad \lambda\vec{a}$与$\vec{a}$同向，且$|\lambda\vec{a}| = \lambda|\vec{a}|$

$\lambda < 0 \quad \lambda\vec{a}$与$\vec{a}$反向，且$|\lambda\vec{a}| = -\lambda|\vec{a}|$

矢量可表示成单位矢量与标量数的乘积

$$\vec{a} = |\vec{a}|\hat{e}_a = a\hat{e}_a$$

$\vec{a}$的单位矢量 $\hat{e}_a = \dfrac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = \dfrac{x_a}{|\vec{a}|}\hat{i} + \dfrac{y_a}{|\vec{a}|}\hat{j} + \dfrac{z_a}{|\vec{a}|}\hat{k}$

矢量的方向余弦是该矢量同方向的单位矢量的坐标

08:34:58

数乘结合律 $\lambda(\mu\vec{a}) = (\lambda\mu)\vec{a}$

数乘分配律 $(\lambda+\mu)\vec{a} = \lambda\vec{a} + \mu\vec{a}$

$$\lambda(\vec{a}+\vec{b}) = \lambda\vec{a} + \lambda\vec{b}$$

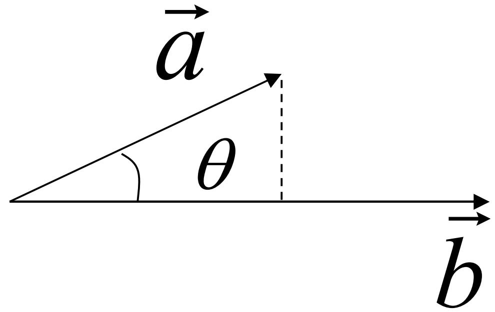
对两个可移到一条直线上的矢量 $a_1\hat{e}_a$ 和 $a_2\hat{e}_a$

$$\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = (a_1 + a_2)\hat{e}_a$$

五. 矢量的点乘（标量积）

点乘运算规则 $\vec{a}\cdot\vec{b}=\left|\vec{a}\right|\left|\vec{b}\right|\cos\theta=ab\cos\theta$

点乘结果为标量，比如功的计算

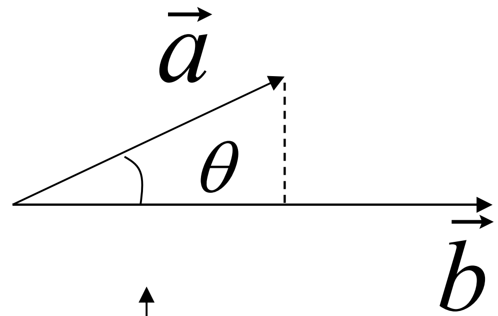


1)点乘的交换律 $\vec{a}\cdot\vec{b}=\vec{b}\cdot\vec{a}$

2)点乘与数乘的结合律 $\lambda(\vec{a}\cdot\vec{b})=(\lambda\vec{a})\cdot\vec{b}=\vec{a}\cdot(\lambda\vec{b})$

3)点乘的分配律 $(\vec{a}+\vec{b})\cdot\vec{c}=\vec{a}\cdot\vec{c}+\vec{b}\cdot\vec{c}$

点乘运算规则 $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos\theta$

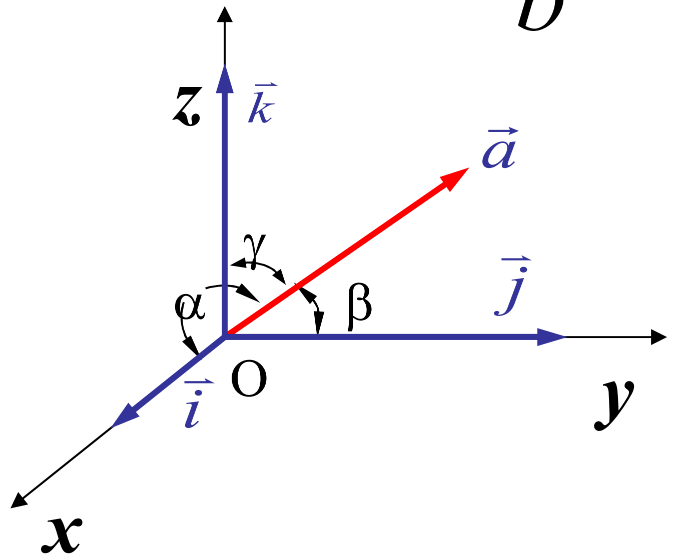


$\vec{a} \perp \vec{b} \qquad \vec{a}\cdot\vec{b} = ?$

$\vec{a}\cdot\vec{a} = ?$

$\hat{i}\cdot\hat{j} = \hat{j}\cdot\hat{k} = \hat{k}\cdot\hat{i} = ?$

$\hat{i}\cdot\hat{i} = \hat{j}\cdot\hat{j} = \hat{k}\cdot\hat{k} = ?$



$\vec{a} = \{x_a, y_a, z_a\} \qquad \vec{b} = \{x_b, y_b, z_b\}$

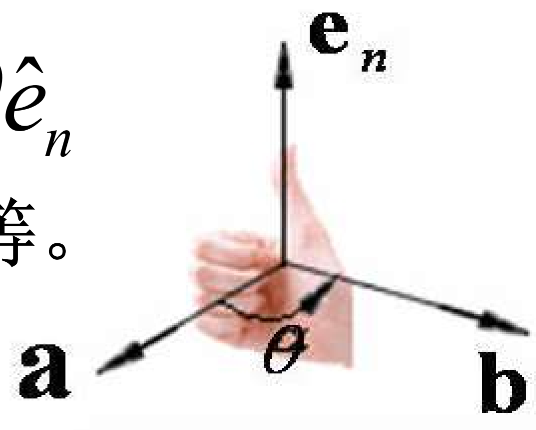
$$\vec{a}\cdot\vec{b} = (x_a\hat{i} + y_a\hat{j} + z_a\hat{k})\cdot(x_b\hat{i} + y_b\hat{j} + z_b\hat{k})$$

$$= x_a x_b + y_a y_b + z_a z_b$$

六. 矢量的叉乘(矢量积)

若 $\vec{a},\vec{b}$ 是交角为 θ 的两个矢量，则叉乘定义为

$$\vec{a}\times\vec{b}=|\vec{a}||\vec{b}|\sin\theta\hat{e}_n=ab\sin\theta\hat{e}_n$$



角动量、力矩及运动电荷伴存的磁场等。

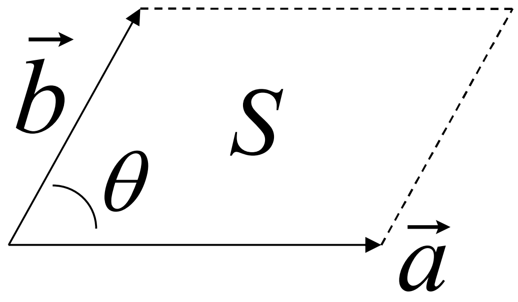
叉乘用×表示，其积为矢量

$\hat{e}_n$ 是 $\vec{a},\vec{b}$ 所在平面的右手系法线方向的单位矢量

右手系：将右手拇指伸直，其余四指并拢指向 $\vec{a}$ 的方向，并沿 $\theta(<180^\circ)$ 的方向握向 $\vec{b}$，拇指所指就是 $\hat{e}_n$ 的方向

或用平行四边形面积表示：

$$S=ab\sin\theta \qquad \vec{a}\times\vec{b}=S\hat{e}_n$$



1)叉乘的反交换律

$$\vec{a}\times\vec{b}=-(\vec{b}\times\vec{a})$$

2)叉乘与数乘的结合律

$$\lambda(\vec{a}\times\vec{b})=(\lambda\vec{a})\times\vec{b}=\vec{a}\times(\lambda\vec{b})$$

3)叉乘的分配律

$$\vec{a}\times(\vec{b}+\vec{c})=\vec{a}\times\vec{b}+\vec{a}\times\vec{c}$$

45:00

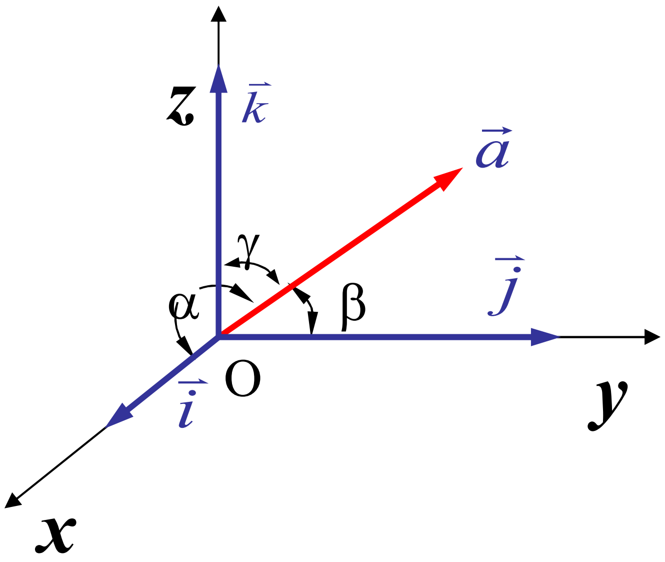
$$\vec{a}\times\vec{b}=ab\sin\theta\hat{e}_n$$

$\vec{a}\perp\vec{b}$，$\vec{a}\times\vec{b}=?\quad \vec{a}\times\vec{a}=?$

直角坐标系中的叉乘运算

$$\hat{i}\times\hat{i}=\hat{j}\times\hat{j}=\hat{k}\times\hat{k}=?$$

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



$$\vec{a}=x_a\hat{i}+y_a\hat{j}+z_a\hat{k},\quad \vec{b}=x_b\hat{i}+y_b\hat{j}+z_b\hat{k}$$

$$\begin{aligned}\vec{a}\times\vec{b}=&(y_az_b-z_ay_b)\hat{i}\\&+(z_ax_b-x_az_b)\hat{j}\\&+(x_ay_b-y_ax_b)\hat{k}\end{aligned}$$

$$\vec{a}\times\vec{b}=\begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\x_a&y_a&z_a\\x_b&y_b&z_b\end{vmatrix}$$

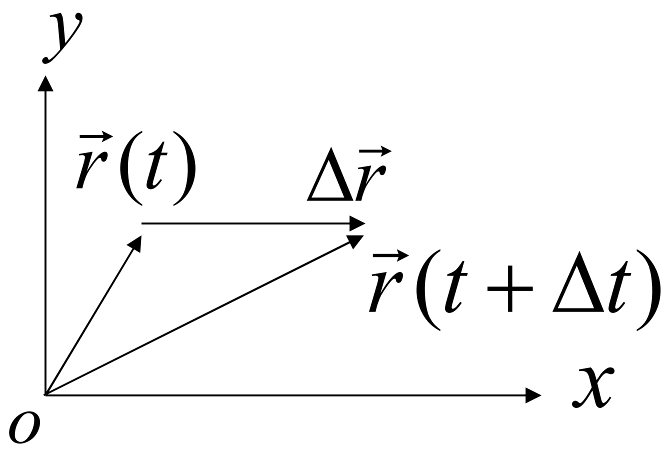
08:34:58

七、矢量的导数

若矢量随时间变化的函数为

$$\vec{r}(t)=x(t)\hat{i}+y(t)\hat{j}+z(t)\hat{k}$$

$$t\to t+\Delta t \quad \Delta\vec{r}=\vec{r}(t+\Delta t)-\vec{r}(t)$$



如果极限 $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ 存在，此极限就是矢量函数 $\vec{r}(t)$ 在自变量为 t 时的微商，记为 $\vec{r}'(t)$

$$\vec{r}'(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}=\frac{d\vec{r}}{dt}=\frac{dx(t)}{dt}\hat{i}+\frac{dy(t)}{dt}\hat{j}+\frac{dz(t)}{dt}\hat{k}$$

$$=x'(t)\hat{i}+y'(t)\hat{j}+z'(t)\hat{k}$$

矢量的导数仍是矢量

45:00

课堂讨论

判断题T： #T0001.

判断题T： #T0002.

判断题T： #T0003.

判断题T： #T0004.

判断题T： #T0005.

单选题S： #S0001.

多选题M： #M0001.

填空题N： #N0001.

其它题O： #O0001.

08:34:58

判断题T： #T0001.

$$\left|\vec{A}\right| A = \vec{A} \cdot \vec{A} ?$$

判断题T： #T0002.

$$(\vec{A}\cdot\vec{B})\vec{C}=\vec{A}(\vec{B}\cdot\vec{C})?$$

45 : 00

判断题T： #T0003.

$$(\vec{A}\cdot\vec{B})(\vec{A}\cdot\vec{B})=(\vec{A}\cdot\vec{A})(\vec{B}\cdot\vec{B})?$$

08:34:58

45:00

判断题T： #T0004.

若 $\vec{A}\cdot\vec{B}=0$

则 $\vec{A}=0$ 或 $\vec{B}=0$?

08:34:58

判断题T：　#T0005.

若　$\vec{A}\times\vec{B}=0$

则　$\vec{A}=0$ 或 $\vec{B}=0$?

45:00

单选题S： #S0001.

今天我们介绍了几种矢量的乘法？

A. 1种

B. 2种

C. 3种

D. 4种

08:34:58

多选题M：#M0001.

本学期《大学物理(上)》的内容包括：

A. 热学

B. 光学

C. 振动与波

D. 狭义相对论

E. 经典力学

F. 量子物理

G. 电磁学

填空题N： #N0001.

$$\hat{i}\cdot(\hat{j}\times\hat{k})+\hat{k}\cdot(\hat{i}\times\hat{j})+\hat{j}\cdot(\hat{k}\times\hat{i})=?$$

45 : 00

其它题O： #O0001.

两个矢量相互平行， $\vec{A} \parallel \vec{B}$

则 $2\vec{A}\cdot\vec{B} = ?$

08:34:58

课堂小结

- 矢量的定义
- 矢量的表示
- 矢量的加法
- 矢量的乘法