

# 南京航空航天大学

第1页 (共8页)

二〇二一 ~ 二〇二二 学年 第2学期 《大学物理 V》考试试题

考试日期: 2022 年 6 月 日

试卷类型:

试卷代号:

班号			学号				姓名				
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

## 选择题

- 位置矢量为  $\mathbf{r}$ , 则速度导数为\_\_\_\_\_注意  $\mathbf{r}$  要有箭头
- 转动惯量的影响因素: \_\_\_\_\_
- 一定质量的气体做等压变化, 等容变化, 等温变化里面做工最多的是\_\_\_\_\_。
- 紫外线灾难说的是短波辐射能量不符合维恩模型, 那么当辐射能量变大时, \_\_\_\_\_
- 感应电动势的方向总是使得感应电流的磁场\_\_\_\_\_
- 质量越大的物体能量越高
- 电场线不是真实存在的
- 微观粒子满足\_\_\_\_\_

(选择题根据原题整理, 只给出正确答案)

## 简答题

- 请简述牛顿三定律
- 请简述角动量守恒的条件, 并且根据角动量守恒解释花样滑冰运动员双臂收缩时转速变快。
- 在孤立系统中, 熵是如何变化的, 与热力学第几定律有关, 给出现实中两个例子。
- 请写出磁场高斯定理和环路定理的定义和数学表达式。
- 狭义相对论的两个基本假设
- 简述德布罗意物质波与机械波的异同。

## 计算题

- 质点在  $xOy$  平面内的运动方程为  $x=2t$ ,  $y=19-2t^2$ 。求(1)任意时刻的位矢、速度和加速度; (2)写出轨道方程;
- 求人造卫星绕地球圆周运动和脱离地球引力所需要的最小发射速度(忽略大气阻力)和逃逸速度。

3. 卡诺热机，低温热源工作温度为 27 摄氏度，高温热源工作温度为 127 摄氏度，该热机的工作系统从高温热源吸 400J。求：

(1) 此热机效率； (2) 系统对外所作的功。

4

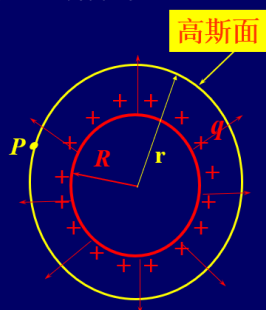
**[例2]** 求均匀带电球面的电场分布。

**(1)  $r > R$**

① 电场----球对称

② 过P作同心球面  
(Gauss面)

$$\begin{aligned}\Phi_e &= \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= \oiint_S E dS \cos 0^\circ \\ &= E \cdot 4\pi r^2\end{aligned}$$



$$\textcircled{4} \quad \sum_i q_i = q$$

$$\textcircled{5} \text{ 由: } \Phi_e = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i$$

$$\therefore E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

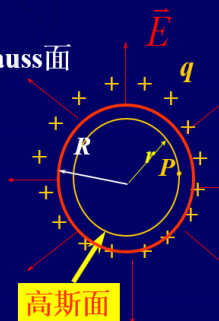
**(2)  $r < R$**

① 电场----球对称

② 过P作同心球面----Gauss面

$$\begin{aligned}\Phi_e &= \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= \oiint_S E dS \cos 0^\circ \\ &= E \cdot 4\pi r^2\end{aligned}$$

$$\textcircled{4} \quad \sum_i q_i = 0$$



$$\textcircled{3} \text{ 由 } \Phi_e = \oint_s \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i \quad E \cdot 4\pi r^2 = 0$$

均匀带电球面的电场分布:

$$\therefore E = 0$$

$$E = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} & (r > R) \\ 0 & (r < R) \end{cases}$$

5. 静止长度为 7.55m 的飞船, 假设以速度 0.8 c 从地球旁飞过, 地球上观察者测得飞船长度多大?

本资源免费共享 收集网站 nuqa.store

## 选择题

- 1 位置矢量为  $\mathbf{r}$ ，则速度导数为  $d\mathbf{r}/dt$  注意  $\mathbf{r}$  要有箭头
- 3 转动惯量的影响因素：转轴位置，质量，质量分布。  
一定质量的气体做等压变化，等容变化，等温变化里面做工最多的是等压变化。
- 4 紫外线灾难说的是短波辐射能量不符合维恩模型，那么当辐射能量变大时，辐射向频率变高的方向移动
- 5 感应电动势的方向总是使得感应电流的磁场阻碍引起感应电动势磁通量的变化
- 6 质量越大的物体能量越高
- 7 电场线不是真实存在的
- 8 微观粒子满足波粒二象性

(选择题根据原题整理，只给出正确答案)

## 简答题

### 1 请简述牛顿三定律

力是改变物体运动的原因，  
力使物体获得加速度  
力是物体间的相互作用

### 2 请简述角动量守恒的条件，并且根据角动量守恒解释花样滑冰运动员双臂收缩时转速变快。

角动量守恒的条件是合外力矩等于零，  
人和转盘的转动惯量为  $J_0$ ，单个手臂的质量为  $m$ ，整体初始转速为  $\omega_0$ ，求双臂收缩手臂质心旋转半径由  $r_1$  变至  $r_2$  时的角速度。

**解：**系统所受合外力矩

为零，角动量守恒。

$$L_1 = L_2$$

$$(J_0 + 2mr_1^2)\omega_0 = (J_0 + 2mr_2^2)\omega$$

$$\therefore \omega = \frac{J_0 + 2mr_1^2}{J_0 + 2mr_2^2} \omega_0$$

### 3 在孤立系统中，熵是如何变化的，与热力学第几定律有关，给出现实中两个例子。

在孤立系统中，任何变化不可能导致系统熵的总值减少。热力学第二定律。墨水在清水中散开，冰块融化。

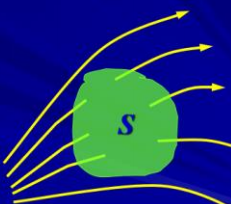
### 4 请写出磁场高斯定理和环路定理的定义和数学表达式。

### 3、磁场的高斯定理

□ 磁力线闭合，对闭合曲面  $S$ ：

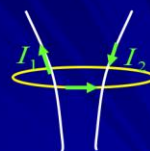
$$\therefore \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

★ 稳恒磁场的高斯定理：通过磁场中任一闭合曲面的磁感应强度的通量为零。



### 磁场的环路定理

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_{L \text{ 内}} I$$



★ 在稳恒磁场中，沿任何闭合曲线  $B$  矢量的线积分（环流），等于真空的磁导率乘以穿过以这闭合曲线为边界所围的各恒定电流的代数和。

### 5 狭义相对论的两个基本假设

#### 两个基本假设：

- 物理学定律对所有惯性系都是相同的。
- 光速不变性。

### 6 简述德布罗意物质波与机械波的异同。

#### 2、德布罗意波的意义(物质波的统计解释)

每个粒子的德布罗意波不是代表该粒子的大小，只是表达出粒子在空间出现的概率（严格地说是，是德布罗意波的平方）。因此又称概率波。

说明：

- (1) 经典波描写实在物理量在空间中的传播过程；
- (2) 概率波不代表实在物理量的传播过程，波函数本身没有直接的物理意义。



玻恩 (M. Born, 1882-1970)

### 计算题

1. 质点在  $xOy$  平面内的运动方程为  $x=2t$ ,  $y=19-2t^2$ 。求(1)任意时刻的位矢、速度和加速度；(2)写出轨道方程；

$$\vec{r} = 2t\vec{i} + (19 - 2t^2)\vec{j}$$

$$\vec{v} = d\vec{r}/dt = 2\vec{i} - 4t\vec{j}$$

$$\vec{a} = d\vec{v}/dt = -4\vec{j}$$

消去 $t$ :  $\because t = x/2 \quad x = 2t \quad y = 19 - 2t^2$   
 $\therefore y = 19 - 2(x/2)^2$   
 $= 19 - x^2/2$  ---- 抛物线

2. 求人造卫星绕地球圆周运动和脱离地球引力所需要的最小发射速度(忽略大气阻力)和逃逸速度

**解：系统机械能守恒**

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - G\frac{mM_{\text{地}}}{R} = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{mM_{\text{地}}}{R+h}$$

又  $G\frac{mM_{\text{地}}}{(R+h)^2} = m\frac{v^2}{R+h}$

$$g = GM_{\text{地}}/R^2 \quad R = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$$

可得

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM_{\text{地}}}{R} \left(2 - \frac{R}{R+h}\right)} = \sqrt{gR \left(2 - \frac{R}{R+h}\right)}$$

当  $h \ll R \quad v_0 = \sqrt{gR} = 7.9 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

----**第一宇宙速度**：发射卫星所需的最小速度。

当  $h \rightarrow \infty \quad v_0 = \sqrt{2gR} = 11.2 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

----**第二宇宙速度**：卫星逃脱地球引力的速度。

3. 卡诺热机，低温热源工作温度为 27 摄氏度，高温热源工作温度为 127 摄氏度，该热机的工作系统从高温热源吸 400J。求：

(2) 此热机效率； (2 系统对外所作的功。

解: (1)  $T_1 = 127\text{ C}^0 = 400\text{K}$ ,  $T_2 = 27\text{ C}^0 = 300\text{K}$   
 卡诺定理:  $\eta = 1 - T_2/T_1 = 1 - 300/400 = 25\%$

(3) 由能量守恒:  $Q_1 = A + Q_2$   
 所以  $A = Q_1 - Q_2 = 100\text{J}$

4

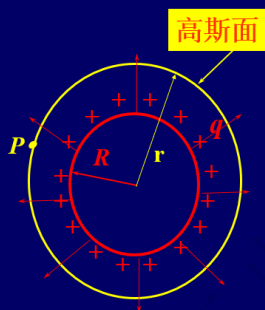
[例2] 求均匀带电球面的电场分布.

(1)  $r > R$

① 电场---球对称

② 过P作同心球面  
(Gauss面)

$$\begin{aligned}\textcircled{3} \quad \Phi_e &= \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= \oiint_S E dS \cos 0^\circ \\ &= E \cdot 4\pi r^2\end{aligned}$$



$$\textcircled{4} \quad \sum_i q_i = q$$

$$\textcircled{5} \text{ 由: } \Phi_e = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i$$

$$\therefore E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

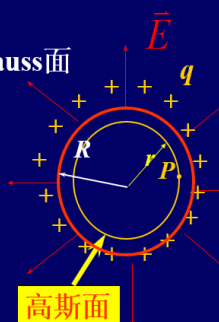
(2)  $r < R$

① 电场----球对称

② 过P作同心球面----Gauss面

$$\begin{aligned}\textcircled{3} \quad \Phi_e &= \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= \oiint_S E dS \cos 0^\circ \\ &= E \cdot 4\pi r^2\end{aligned}$$

$$\textcircled{4} \quad \sum_i q_i = 0$$



$$\textcircled{c} \text{ 由 } \Phi_e = \oint_s \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i \quad E \cdot 4\pi r^2 = 0$$

均匀带电球面的电场分布:  $\therefore E = 0$

$$E = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} & (r > R) \\ 0 & (r < R) \end{cases}$$

5. 静止长度为 7.55m 的飞船, 假设以速度 0.8 c 从地球旁飞过, 地球上观察者测得飞船长度多大?

$$L = L_0 \sqrt{1 - u^2 / c^2}$$

$$7.55 \cdot 0.6 = 4.53 \text{m}$$

本资源免费共享 收集网站 nuqa.store