23-24-2 大学物理 1 期末考试

一、　**题型**：单项选择题(12 题，共 36 分)；填空题(6 题，共 18 分)；计算题(6 题，共 46 分)

二、　**考试内容**：质点运动学 6 分、质点力学 12 分、刚体力学 19 分、静电场 22 分、稳恒磁场 25 分、电磁感应 16 分

质点运动学：选择题(1 个，3 分)，填空题(1 个，3 分)

质点力学：选择题(1 个，3 分)，填空题(1 个，3 分)，计算题(1 个，6 分)

刚体力学：选择题(2 个，6 分)，填空题(1 个，3 分)，计算题(1 个 10 分)

静电场和静电平衡：选择题(3 个，9 分)，填空题(1 个，3 分)，计算题(1.5 个，6+4 分)

稳恒磁场：选择题(4 个，12 分)，填空题(1 个，3 分)，计算题(1.5 个，6+4 分)

电磁感应：选择题(1 个，3 分)，填空题(1 个，3 分)，计算题(1 个，10 分)

三、　**各章节内容分布比较均匀.**

期末考试陌生题相对多一点，但是整体难度不算难。重要的是对公式的物理意义的理解和正确运用、重要的是对物理图像的认识与理解。不要死记硬背公式。

四、　**需要掌握的数学工具：矢量运算，特别是矢量叉乘！**(有些物理概念会牵涉到矢量叉乘——速度与角速度的关系(参考期中卷第 3 题)$\vec{v}=\vec{\omega}\times\vec{r}$；力矩 $\vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}$；角动量 $\vec{L}=\vec{r}\times m\vec{v}$；洛伦兹力 $\vec{f}=q\vec{v}\times\vec{B}$)；

01. 一刚体以每分钟 60 转绕 z 轴做匀速转动(ω 沿转轴正方向)。设某时刻刚体上点 P 的位置矢量为 $\vec{r}=3\vec{i}+4\vec{j}+5\vec{k}$，单位 $10^{-2}m$，以 $10^{-2}\ m/s$ 为速度单位，则该时刻 P 点的速度为：

(A) $\vec{v}=94.2\vec{i}+125.6\vec{j}+157.0\vec{k}$；

(B) $\vec{v}=-25.1\vec{i}+18.8\vec{j}$；

(C) $\vec{v}=-25.1\vec{i}-18.8\vec{j}$；

(D) $\vec{v}=31.4\vec{k}$ 。

$$\omega=\frac{60}{60}\cdot 2\pi\vec{k}=2\pi\vec{k}$$

$$\vec{v}=\vec{\omega}\times\vec{r}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & 2\pi\\ 3 & 4 & 5\end{vmatrix}=-8\pi\vec{i}+6\pi\vec{j}$$

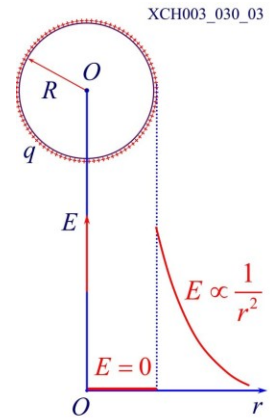
积分微分——幂函数积分微分(指数+1-1、(1/x)dx——参考期中卷第 18 题)、三角函数积分微分。

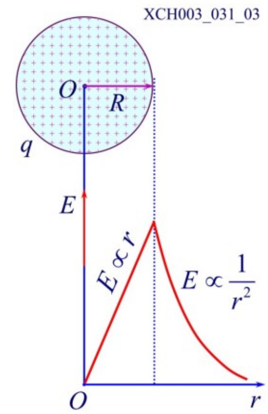
五、　**一些常见的物理模型、结论，记住，直接使用**

1)　转动轴在棒子一端的转动惯量 $J_y=\frac{1}{3}ml^2$(典型题目：期中考试第 19 题，子弹与绕轴转动的杆子碰撞问题，角动量守恒；弹性碰撞时，机械能守恒，习题集单元 5 刚体力学习题 2 第 9 题)。

2) 圆盘的转动惯量 $J_O=\frac{1}{2}mR^2$ (滑轮问题、转动定律：习题集单元 5 刚体力学习题 2 第 7 题、第 8 题，力矩、转动定律)。

3) 均匀带电球面的电场强度(单元 8 电通量高斯定理 2 第 15 题)、均匀带电球体的电场强度(参考期中考第 11 题)借助图像记忆更方便：或者利用高斯定理多推导两遍。



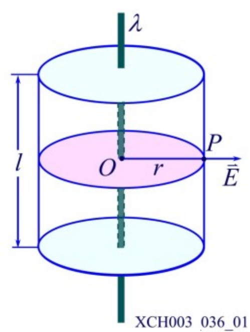


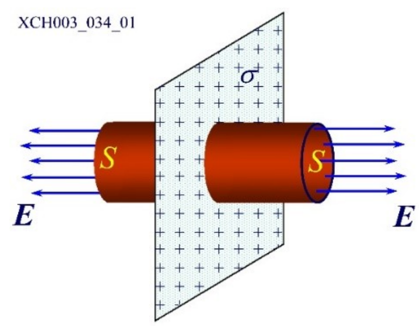
4) 均匀带电的无限长细棒的电场强度： $E=\frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}$ (轴对称)

延申拓展：均匀带电的圆柱面(轴对称)的电场强度(参考期中考第 20 题)。

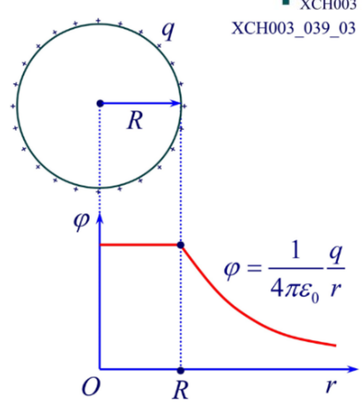
5) 均匀带电平板的电场强度： $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

延申拓展：有厚度的无限大带电平板(参考习题集单元 11 真空中静电场习题第 16 题)。





6) 均匀带电球面的电势：(单元 10 静电场中的导体第 2 题、第 8 题、第 9 题)。



7) 长直载流导线的磁感应强度： $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

延申拓展：无限长均匀载流圆柱面在空间的磁感应强度分布。

8) 载流圆线圈在圆心处的磁感应强度：$B=\frac{\mu_0 I}{2R}$(与上一式子不要搞混)

延申拓展：θ 弧度的圆弧电流在圆心的磁感应强度，也就是看圆心角的占比：$B=\frac{\theta}{2\pi}\frac{\mu_0 I}{2R}$。

延申拓展：载流直导线＋圆弧电流的磁感应强度(一般都会求圆心处的磁感应强度，参考习题集单元 12 磁感应强度毕奥萨伐尔定律及应用中的题目)

延申拓展：旋转的带电体在圆心处的磁感应强度。

9) 涡旋电场：半径为 R 的长直螺线管内的匀强磁场随时间变化产生的涡旋电场

$$\begin{cases} r<R：\ E_i=\frac{1}{2}\frac{\partial B}{\partial t}\cdot r \\ r>R：\ E_i=\frac{1}{2}\frac{\partial B}{\partial t}\cdot\frac{R^2}{r} \end{cases}$$ (与长直均匀载流圆柱导体的磁场分布类比：书 P216 图 7-17)

知识点总结：质点力学和刚体力学

一、质点运动学

1.基本概念：位置矢量、位移、速度、加速度的概念，运动方程；圆周运动中的角速度、角加速度、切向加速度、法向加速度，线量与角量之间的关系。 相对运动中的矢量关系。

2. 质点运动学的问题

1. 已知运动方程，求速度、加速度——求导计算问题；
2. 已知加速度(或速度)和初始条件，计算速度、运动方程——积分计算问题。

特别注意：当速度/加速度不显含时间 t 的问题，已知加速度，如何建立速度和位移的关系。(习题集单元 1 质点运动学 1 第 15 题，下图。以及期中卷第 18 题)

15. 质点沿 x 轴运动，其加速度和位置的关系是 $a=2+6x^2\ (SI)$。如质点在原点处的速度为 0，求质点在任意坐标 x 处的速度。

☛ 由速度和加速度的关系式：$a=\frac{dv}{dt}\longrightarrow a=\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt}=v\frac{dv}{dx}$

$adx=vdv$，$(2+6x^2)dx=vdv$ —— 两边积分，并利用初始条件：$x=0$，$v_0=0$

$\int_0^x(2+6x^2)dx=\int_0^v vdv$

质点在任意坐标 x 处的速度：$v=2\sqrt{x^3+x}$

3. 抛体运动

典型例题：已知抛体运动的初始条件，计算落地时间、速度、距离等

4. 会分析简单的相对运动(期中卷第 1 题)。

例题如下：

04. 在相对地面静止的坐标系内，A, B 两船都以 $2\ m/s$ 的速率匀速行驶，A 船沿 x 轴正向，B 船沿 y 轴正向，今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系(x, y 方向单位矢量 $2\ m/s$ 表示)，那么从 A 船看 B 船它相对 A 船的速度(以 m/s 为单位)为 【 B 】

(A) $2\vec{i}+2\vec{j}$； (B) $-2\vec{i}+2\vec{j}$； (C) $-2\vec{i}-2\vec{j}$； (D) $2\vec{i}-2\vec{j}$。

二、 质点动力学

1. 牛顿运动定律的理解

质点的质量不变时，牛顿第二定律：

$$\vec{F}=m\frac{d\vec{v}}{dt}=m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}=m\vec{a}$$

2. 质点动力学的两类问题

1） 已知运动方程，求出加速度，再根据牛顿定律计算受力——求导计算问题；

2） 已知受力，根据牛顿定理，求出加速度(或速度)，再根据初始条件，计算速度、运动方程——积分计算问题。已知力与速度的关系(比如阻力)，求速度与位移的关系式。

3. 动量定理的积分形式：

$$\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}dt=m\vec{v}_2-m\vec{v}_1$$

冲量

$$\vec{I}=\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}dt=m\vec{v}_2-m\vec{v}_1$$

典型例题：计算平均力 $\bar{\vec{F}}=\dfrac{m\vec{v}_2-m\vec{v}_1}{\Delta t}$；已知初始速度和末速度，计算冲量

4. 动量守恒定律

如果 $\sum_i \vec{F}_i=0$，由质点系动量定理得到质点系动量守恒定律：$d(\sum_i m_i\vec{v}_i)=0$

于是 $\sum_i m_i\vec{v}_i=\vec{C}$

一维的动量守恒问题、二维的动量守恒问题。

典型例题：动量守恒求位移(人在船上走)；炮弹和炮车

5. 质点动能定理的积分形式

如果质点沿 L 从 A 点运动到 B 点，外力做的功：

$$A=\int_A^B d(\frac{1}{2}mv^2)=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$$

作用于质点上合力做的功等于质点动能的增量。

典型例题：已知力和时间的关系，求一段时间内，力作的功(可用动能的增量表示)

功率 $P=\frac{dA}{dt}=\vec{F}\cdot\vec{v}$

注意：如果已知功率 P 求做的功 A，则积分。

6. 保守力的功和势能

1） 重力的功及其势能

$$A=\int_{h_a}^{h_b}-mgdy=-(mgh_b-mgh_a) \qquad E_P=\int_y^0(-mg)dy=mgy$$

2)弹性力的功及其势能

$$A=\int_{x_1}^{x_2}(-kx)dx=-(\frac{1}{2}kx_2{}^2-\frac{1}{2}kx_1{}^2) \qquad E_p=\int_x^0(-kx)dx=\frac{1}{2}kx^2$$

3)万有引力势能

$$f=G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

$$A_{AB}=\int_A^B-G\frac{m_1m_2}{r^2}dr=G\frac{m_1m_2}{r_B}-G\frac{m_1m_2}{r_A} \qquad E_P=-G\frac{m_1m_2}{r}$$

典型例题：卫星和地球系统，计算卫星在不同位置的势能

7. 功能原理和机械能守恒定律

$$A_{ext}+A_{\text{int},\,n-cons}=E_B-E_A$$

如果外力做的功为零，同时系统内非保守力做的功为零，系统的机械能守恒。或者系统只有保守力做功，则系统机械能守恒。

8. **碰撞**

质点动力学里，完全弹性碰撞，动量守恒，动能守恒；完全非弹性碰撞，动量守恒，碰后两者具有相同的速度，动能损失最大；非完全弹性碰撞，动量守恒，动能不守恒。

三、刚体力学基础

重点：力矩、角动量等概念；刚体定轴转动运动学；刚体定轴转动定理；包含定轴转动刚体的系统的功能原理；刚体定轴转动的角动量原理和角动量守恒定律。

1. **角速度和速度的关系：**$\vec{\upsilon}=\vec{\omega}\times\vec{r}$

2. **力矩：**$\vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}$

3. **力矩做的功：** $A=\int_{\theta_1}^{\theta_2}Md\theta$

4. **转动惯量：**$J=\sum_i \Delta m_i r_i^2$

质量连续分布的刚体转动惯量 $J=\lim_{\Delta m_i\to 0}\sum_i \Delta m_i r_i^2=\int_m r^2dm$

典型例题：细棒的转动惯量；圆盘的转动惯量

5. **转动动能：** $E_K=\frac{1}{2}J\omega^2$ **注意：和质点的动能** $E_k=\frac{1}{2}m\upsilon^2$ **区分**

6. **定轴转动的刚体动能定理的微分形式：**

$$dA=Md\theta=d(\frac{1}{2}J\omega^2)$$

7. **刚体绕定轴的转动定律**

$$M=J\alpha=J\frac{d\omega}{dt}=J\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

典型例题：定滑轮和物体(例题、测试题、作业)

8. **质点的角动量**

质点 m 以动量 $m\vec{\upsilon}$ 运动，对 O 点的角动量：

$$\vec{L}=\vec{r}\times m\vec{\upsilon}$$

典型例题：人造地球卫星和地球

9. **刚体的定轴转动角动量**

$$L=J\omega$$

10. 角动量守恒定律

如果包含质点、刚体，或刚体组合的系统，受到的合外力矩恒为零，则该系统的角动量守恒。

典型例题：子弹射入木棒；人在圆盘上走(例题、测试题、作业)

知识点总结：电磁学部分

一、静电学

1. **电场强度**的积分计算 $\vec{E}=\int_Q d\vec{E}=\int_Q \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathrm{d}q}{r^2}\vec{e}_r$

矢量积分步骤：建坐标、取微元、写 dE、作矢量分解、对分量积分。

典型例题：点电荷产生的电场 $\vec{\mathbf{E}}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$

2. **电势**：$\varphi_{\mathrm{P}}=\int_{\mathrm{P}}^{P_0}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$

注意：静电场的电势的文字描述

电势差：$\varphi_{ab}=\varphi_a-\varphi_b=\int_a^b\vec{\mathbf{E}}\cdot\mathrm{d}\,\vec{\mathrm{l}}$

电场力做功：$A=q\left(U_A-U_B\right)$

典型例题：以无穷远处为电势零点，1)点电荷 q 在 r 处的 P 点的电势 $\varphi_P=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$，

2)均匀带电球面，球内和球外的电势

3. **有限带电体电势计算**：$\varphi=\int\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathrm{d}q}{r}$

4. **高斯定理**：$\Phi=\oiint_S\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{\text{S内}}q_i$

1)分析对称性，取一个和对称性一致的封闭曲面——高斯面。(2)计算电通量。电通量一般是电场强度乘以曲面的面积。(3)计算面内电荷。(4)运用高斯定律，求电场

5. 典型带电体的场强：

1)均匀带电无限长直线 $E=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}$；

2)**均匀带电球面/球体**

3)均匀带电无限大平面

4)均匀带电的无限长同轴圆柱面 ……

6. 等势面，电势和场强的关系

7. **导体静电平衡：导体内部场强处处为零**、表面场强垂直于导体表面；导体为一等势体，导体表面是一个等势面。

静电平衡情况下的电场情况的分析，两个条件：导体内部场强处处为零，导体为一等势体。

感应电荷的分布、面密度的计算，例如无限大导体板处于静电场的情形。

8. 毕奥—萨伐尔定律：$\vec{B}=\oint\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\vec{e}_r}{r^2}$

会应用毕奥—萨伐尔定律求解特定形状的载流导线的磁场。书上相应例题模型的结论直接可使用(见下一条)。

9. 典型稳恒磁场模型：

1) **载流(无限)长直导线的磁场**：$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ 注意无限长直导线的一些"变种"问题。

2) 无限长圆柱面内外的磁场

3) **单个载流圆线圈，圆心处的磁场**：$B=\frac{\mu_0 I}{2R}$

角圆弧，也就是看圆心角的占比：$B=\frac{\theta}{2\pi}\frac{\mu_0 I}{2R}$

10. **安培环路定理**：在磁场中，沿任一闭合曲线 B 矢量的线积分(也称 B 矢量的环流)，等于真空中的磁导率乘以穿过以这闭合曲线为边界所张任意曲面的各恒定电流的代数和

$$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\sum I$$

11. **磁场的高斯定理，磁通量**。

12. 载流导线在磁场中的受力，**安培定律** $\vec{F}=\int_L Id\vec{l}\times\vec{B}$

任意形状的载流导线在磁场中受到的安培力与相同长度的直导线受到的安培力相同。

13. 带电粒子在电场和磁场中的受力和运动

电场力，**洛伦兹力** $\vec{f}=q\vec{v}\times\vec{B}$ **，向心力，运动轨迹(半径)**

14. 法拉第电磁感应定律 $\mathscr{E}_i=-\frac{d\Phi_m}{dt}=-\frac{d}{dt}\iint_S\vec{B}\cdot d\vec{S}$

典型例题：**变化的磁场中的矩形框**、在磁场中运动的矩形框、导体棒，等

15. **动生电动势** $\varepsilon_i = \oint_L (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \mathrm{d}\vec{l}$

16. 感生电动势 $\oint_L \vec{E}_k \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot \mathrm{d}\vec{S}$

17. 电磁场的方程组——麦克斯韦方程组每一条方程的物理意义。