期末复习知识点

题型：单项选择题（14 道）、填空题（6 空）、计算题（6 道）

分值：单项选择题每题 2 分，共 2*14=28 分；

填空每空 2 分，共 2*6=12 分；

计算题每题 10 分，共 10*6=60 分。

AB 卷试题 90%的题目都选自作业题，稍作改动！

第一章知识点：

【重点复习题目：1.1（1）（2）（3）（4）（5）、1.7、1.8、1.14、1.15】

1. 运动学方程；

直角坐标表示：$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$

位矢表示：$\vec{r} = \vec{r}(t) = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

自然坐标表示：$s = s(t)$

角坐标表示：$\theta = \theta(t)$

2. 用位矢和直角坐标表示位移、速度和加速度；

位矢表示：$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$、$\vec{v} = \dfrac{d\vec{r}}{dt}$、$\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt} = \dfrac{d^2\vec{r}}{dt^2}$

直角坐标表示：

$$\Delta\vec{r} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j} + (z_2 - z_1)\vec{k} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j} + \Delta z\vec{k}$$

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\vec{k} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

3. 用自然坐标表示路程、速度和加速度；

一般曲线运动：$s = s(t)$、$\vec{v} = v\vec{\tau} = \dfrac{ds}{dt}\vec{\tau}$、

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau = a_n\vec{n} + a_\tau\vec{\tau} = \frac{v^2}{\rho}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{\tau} = \frac{\left(\dfrac{ds}{dt}\right)^2}{\rho}\vec{n} + \frac{d^2s}{dt^2}\vec{\tau}$$

变速圆周运动：$\Delta s = R\Delta\theta$、$\vec{v} = v\vec{\tau} = \dfrac{ds}{dt}\vec{\tau}$、

$$\vec{a}=\vec{a}_n+\vec{a}_\tau=a_n\vec{n}+a_\tau\vec{\tau}=\frac{v^2}{R}\vec{n}+\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\vec{\tau}=\frac{\left(\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\right)^2}{R}\vec{n}+\frac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}t^2}\vec{\tau}$$

匀速圆周运动：$\Delta s=R\Delta\theta$、$\vec{v}=v\vec{\tau}=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\vec{\tau}$、$\vec{a}=\vec{a}_n=a_n\vec{n}=\frac{v^2}{R}\vec{n}$

4. 速度和加速度的大小表示：

$$|\vec{v}|=\left|\frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}\right|=\left|\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\right|=\left|\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\vec{i}+\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\vec{j}+\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\vec{k}\right|=\sqrt{\left(\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\right)^2}=\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$$

$$|\vec{a}|=\left|\frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}\right|=\left|\frac{\mathrm{d}^2\vec{r}}{\mathrm{d}t^2}\right|=\sqrt{\left(\frac{v^2}{\rho}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)^2}=\sqrt{\left(\frac{v^2}{\rho}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}t^2}\right)^2}=\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}$$
$$=\sqrt{\left(\frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t}\right)^2}=\sqrt{\left(\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}t^2}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}^2 z}{\mathrm{d}t^2}\right)^2}$$

5. 圆周运动中的角速度和角加速度以及与线量之间的关系：

$$\omega=\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\ 、\ \alpha=\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2};$$

$v=R\omega$、$a_\tau=R\alpha$、$a_n=R\omega^2$

6. 通过运动学方程求轨迹方程；（消去时间 t，得到 y 关于 x 的方程）
7. 在不同坐标系下，通过运动学方程求位移（路程）、速度和加速度；（微分问题）

$$\vec{r}=\vec{r}(t)\xrightarrow{\text{求导}}\vec{v}=\vec{v}(t)\xrightarrow{\text{求导}}\vec{a}=\vec{a}(t)$$

8. 在不同坐标系下，通过加速度求速度和位移（路程）；（积分问题）

$$\vec{a}=\vec{a}(t)\xrightarrow{\text{积分}}\vec{v}=\vec{v}(t)\xrightarrow{\text{积分}}\vec{r}=\vec{r}(t)$$

9. 注意事项：解题过程中所有矢量必须带矢量符号（箭头），一维运动解题过程中矢量可以不带矢量符号。

第二章知识点：

【重点复习题目：2.1（1）（2）、2.2（1）（2）、2.3】

1. 牛顿第二定律

$$\vec{F}_{合}=\sum\vec{F}_i=\frac{\mathrm{d}(m\vec{v})}{\mathrm{d}t}=m\frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}+\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t}\vec{v}=m\vec{a}+\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t}\vec{v};$$

如果研究对象的质量不随时间变化：$\vec{F}_{合}=m\vec{a}$，分量形式如下：

直角坐标：$$\begin{cases} F_{合x} = ma_x = m\dfrac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = m\dfrac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} \\ F_{合y} = ma_y = m\dfrac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = m\dfrac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}t^2} \\ F_{合z} = ma_z = m\dfrac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t} = m\dfrac{\mathrm{d}^2 z}{\mathrm{d}t^2} \end{cases}$$

自然坐标：$$\begin{cases} F_{合n} = ma_n = m\dfrac{\upsilon^2}{\rho} = m\dfrac{1}{\rho}(\dfrac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t})^2 \\ F_{合\tau} = ma_\tau = m\dfrac{\mathrm{d}\upsilon}{\mathrm{d}t} = m\dfrac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}t^2} \end{cases}$$

2. 几种常见的力；

万有引力：$\vec{F} = -G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}(\dfrac{\vec{r}}{r}) = = -G\dfrac{m_1 m_2}{r^3}\vec{r} = = -G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}\vec{r}_0$

弹簧弹力：$\vec{F} = -kx\vec{i}$

3. 已知运动学方程，求质点所受合力；
   先通过求导，求出加速度，然后根据牛顿第二定理求出力
4. 已知质点的受力情况，求质点的运动状态，包括速度、加速度和运动学方程；
   先通过牛顿第二定律求出加速度，然后通过积分求出运动状态。

第三章知识点：

【重点复习题目：3.1（1）（2）（3）（4）（5）、3.2（1）（2）（3）、3.5、3.9】

1. 求变力的功；

元功：$\mathrm{d}A = \vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{r}$

力在 ab 段上做的总功：$A = \int_{a(L)}^{b}\mathrm{d}A = \int_{a(L)}^{b}\vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{r}$

在直角坐标系中：$A = \int_{a(L)}^{b}\left(F_x\mathrm{d}x + F_y\mathrm{d}y + F_z\mathrm{d}z\right) = \int_{x_a}^{x_b}F_x\mathrm{d}x + \int_{y_a}^{y_b}F_y\mathrm{d}y + \int_{z_a}^{z_b}F_z\mathrm{d}z$

2. 重力、弹簧弹力、万有引力和摩擦力做功表达式；

重力做功：$A = mg\left(z_1 - z_2\right)$

弹簧弹力做功：$A = \dfrac{1}{2}kx_1^2 - \dfrac{1}{2}kx_2^2$

万有引力做功：$A = GMm\left(\dfrac{1}{r_2} - \dfrac{1}{r_1}\right)$

3. 质点和质点系的动能定理；

质点所受合力的功 $A = \dfrac{1}{2}mv_2^2 - \dfrac{1}{2}mv_1^2$

质点系外力功加内力功 $A=A_{内}+A_{外}=E_{k2}-E_{k1}$

4. 重力、弹簧弹力和万有引力的势能表达式；

重力势能：$E_p=mgz$

弹性势能：$E_p=\dfrac{1}{2}kx^2$

万有引力势能：$E_p=-G\dfrac{Mm}{r}$

5. 机械能守恒定律；

在仅有保守力做功的情况下，系统的动能和势能可以相互转换，系统的机械能守恒

$E=E_k+E_p=常数$

6. 功率；

$$P=\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}t}=\frac{\vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}=\vec{F}\cdot\vec{v}=Fv\cos\theta$$

第四章知识点：

【重点复习题目：4.1（1）（3）（4）、4.2（1）（3）（4）、4.4、4.23】

1. 力的冲量；

元冲量：$\mathrm{d}\vec{I}=\vec{F}\mathrm{d}t$

总冲量：$\vec{I}=\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}\mathrm{d}t$

2. 质点和质点系的动量定理；

质点：合力的冲量 $\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}\mathrm{d}t=m\vec{v}_2-m\vec{v}_1$

质点系：合外力冲量 $\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}_{外}\mathrm{d}t=\vec{P}_2-\vec{P}_1$

3. 质点系的动量守恒定律；

作用在质点系上所以外力的矢量和为 0，系统的动量守恒：$\sum\limits_i m_i\vec{v}_i=\vec{C}$

$$在直角坐标系中：\begin{cases}F_x=0\Rightarrow\left(\sum m_i\upsilon_{ix}\right)=P_x=常量\\ F_y=0\Rightarrow\left(\sum m_i\upsilon_{iy}\right)=P_y=常量\\ F_z=0\Rightarrow\left(\sum m_i\upsilon_{iz}\right)=P_z=常量\end{cases}$$

4. 质心求解；

$$质量不连续分布：\vec{r}_c=\frac{\sum\limits_i m_i\vec{r}_i}{M}\qquad\left(x_c=\frac{\sum\limits_i m_ix_i}{M},y_c=\frac{\sum\limits_i m_iy_i}{M},z_c=\frac{\sum\limits_i m_iz_i}{M}\right)$$

质量连续分布：$\vec{r}_c = \frac{\int \vec{r}\mathrm{d}m}{M}$ $\left(x_c = \frac{\int x\mathrm{d}m}{M}, y_c = \frac{\int y\mathrm{d}m}{M}, z_c = \frac{\int z\mathrm{d}m}{M} \right)$

5. 质心的运动定理。

$\vec{F} = m\vec{a}_c$ 、 $\vec{P} = m\vec{v}_c$

第五章知识点：（α和β均可表示角加速度）

【重点复习题目：5.1（1）（2）、5.2（2）、5.16、5.23】

1. 力矩；

$$M_z = F_\perp h = F_\tau r$$

2. 刚体转动惯量求解（几种常见物理的转动惯量要记住）；

质量不连续分布：$J_z = \sum_k \Delta m_k r_k^2$

质量连续分布：$J_z = \int_V r^2 \mathrm{d}m$

质量均匀分布的杆对端点轴和质心轴的转动惯量：$J_z = \frac{1}{3}mL^2$ $J_c = \frac{1}{12}mL^2$

质量均匀分布的细圆环对中心轴线的转动惯量：$J_z = mR^2$

质量均匀分布的圆盘对中心轴线的转动惯量：$J_z = \frac{1}{2}mR^2$

平行轴定理：$J_z = J_c + md^2$，J_z 表示刚体绕任意轴的转动惯量，J_c 表示刚体绕通过质心轴的转动惯量，且 c 轴与 z 轴平行，d 表示两轴间的垂直距离

3. 刚体绕定轴转动定律（类比于牛顿第二定律）；

$$M = J\beta = J\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} = J\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}$$

4. 力矩做功表达式（力矩做功就是力的功）；

元功：$\mathrm{d}A = M\mathrm{d}\theta$ 、总共：$A = \int_{\theta_1}^{\theta_1} M_Z \cdot \mathrm{d}\theta$

刚体的内力矩做功之和为 0

5. 刚体的动能和势能表达式；

$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2$ $E_p = mgh_c$

6. 刚体饶定轴转动的动能定理和机械能守恒定律；

动能定理：$A=\frac{1}{2}J\omega_2^2-\frac{1}{2}J\omega_1^2$

刚体在运动过程中只有保守力做功，机械能守恒：$\frac{1}{2}J\omega^2+mgh_c=C$

7. 刚体的动量矩（角动量）和动量矩守恒定律；

质点做圆周运动的动量矩：$L=rp=mr\upsilon$

刚体动量矩：$L_z=J_z\omega$

8. 刚体动量矩定理；

微分形式：$M\mathrm{d}t=\mathrm{d}(J\omega)$

积分形式：$\int_{t_1}^{t_2}M\,\mathrm{d}t=\int_{\omega_1}^{\omega_2}\mathrm{d}(J\omega)=J\omega_2-J\omega_1$

9. 动量矩守恒定律；

当作用在刚体上的所有外力矩的代数和为 0 时，刚体的动量矩守恒，即

当$M=0$时，$J\omega=C$

第六章知识点：

【重点复习题目：6.1（1）（2）（3）（6）、6.16、（P120 例 6.8）】

1. 简谐振动的运动学方程、速度和加速度；

$$x=A\cos(\omega t+\varphi)\qquad \upsilon=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=-A\omega\sin(\omega t+\varphi)\qquad a=\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}=-A\omega^2\cos(\omega t+\varphi)$$

2. 通过简谐振动的运动学方程和初始条件求解振幅、周期、频率和相位；
3. 弹簧振子简谐振动的能量；

动能：$E_k=\frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t+\varphi)$　　势能：$E_p=\frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\varphi)$

机械能：$E=E_k+E_p=\frac{1}{2}kA^2$

4. 旋转矢量法表示简谐振动；
5. 同频率振动的相位关系（超前、落后、同相、反相）；
6. 同方向同频率谐振的合成；

$$A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)}$$

$$\tan\varphi=\frac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}$$

第七章知识点：

【重点复习题目：7.1（1）（2）（3）、7.2（2）、7.4、7.6、7.8】

1. 理解横波和纵波；

   横波：振动方向和传播方向垂直

   纵波：振动方向和传播方向平行

2. 平面简谐波的波函数（向左传播、向右传播）；

   向右传播：$y = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$

   向左传播：$y = A\cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$

   可利用公式$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\lambda$和$u = \frac{\lambda}{T} = v\lambda$进行变形

3. 已知平面简谐波的波函数求解振幅、波长、周期、频率、波速；
4. 已知某一点的振动方程求解平面简谐波的波函数；
5. 相干波与相干条件、干涉相长和干涉相消条件；

   相干条件：频率相同、振动方向相同、相位差恒定

   两列想干波传到P点处合成波强度：$I_P = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\Delta\varphi$

   $$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\frac{r_2 - r_1}{\lambda}$$

   干涉相长：$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\frac{r_2 - r_1}{\lambda} = \pm 2k\pi \qquad k = 0,1,2\cdots$

   干涉相消：$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\frac{r_2 - r_1}{\lambda} = \pm(2k+1)\pi \qquad k = 0,1,2\cdots$