大学物理Ⅰ-1知识总结

1、质点的位置矢量、位移、速度和加速度

运动方程：$\vec{r} = \vec{r}(t)$　　分量形式 $\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$　消去时间t,可得轨迹方程。

位移：$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$

速度：$\vec{v} = \dfrac{d\vec{r}}{dt} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$

加速度：$\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$

质点运动学两类基本问题：
由运动方程求速度和加速度；由加速度求速度和运动方程

自然坐标系下的速度和加速度：

$$\vec{v} = \frac{ds}{dt}\vec{\tau}$$

$$\vec{a} = a_n\vec{n} + a_\tau\vec{\tau} = \frac{v^2}{r}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{\tau}$$

圆周运动的角量描述：θ　$\Delta\theta$　ω　β

角量与线量间的关系：

$$v = r\omega \qquad a_\tau = r\beta \qquad a_n = r\omega^2$$

类比匀变速直线运动与匀变速圆周运动

$$\begin{cases} \omega = \omega_0 + \beta t \\ \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\beta t^2 \\ \omega^2 = \omega_0^2 + 2\beta(\theta - \theta_0) \end{cases} \qquad \begin{cases} v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \end{cases}$$

2、功

在质点产生一位移的过程中，作用在质点上的力所做的功定义为力与位移的标积。

$$dA = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

力在路程ab上的功为

$$A = \int_{a(l)}^{b} \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

注：求变力做功，需要先写元功，再对元功积分！

◆ 保守力做功 $\boxed{A = -(E_{p2} - E_{p1}) = -\Delta E_p}$

3、基本定理及守恒定律

动量定理，动能定理，动量守恒，**角动量守恒**，机械能守恒

注意：1.使用各守恒定律的条件。
2.质点和定轴转动刚体的角动量和动能表述。

4、力矩

力对轴的力矩：$\vec{M} = \vec{r}\times\vec{F}$

注：“合外力”与合“外力矩”无必然联系。

5、定轴转动定律

$$M_z = J_z\beta$$

6、刚体的转动惯量

$$J_z = \int_m r^2 dm$$

确定转动惯量的三个要素:

(1) 总质量；(2) 质量分布；(3) 转轴的位置。

均质细杆
转轴过质心且垂直于杆　$J = \frac{1}{12}ml^2$
转轴过一端且垂直于杆　$J = \frac{1}{3}ml^2$

均质圆盘（滑轮）
转轴过盘心且垂直于盘面　$J = \frac{1}{2}mR^2$

7、简谐振动的运动方程

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

三个基本特征量：角频率ω（取决于振动系统本身的性质）；振幅A；初相位φ（取决于初始时刻的选择）。

旋转矢量的应用：求初相，角频率，运动时间。

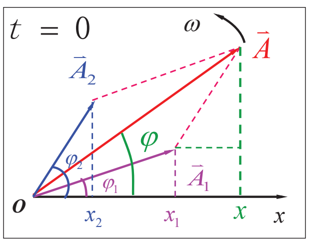
8、弹簧谐振子的能量特征

机械能：$E = E_k + E_p = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2$

动能、势能呈现周期性变化，其变化周期为谐振周期的一半。动能和势能呈反向变化，总能量（机械能）守恒。

9、同方向同频率谐振动的合成

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$
$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$



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

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

合成时，可直接使用公式，建议画旋转矢量，利用平行四边形法则合成！

10. 平面简谐波的波函数

波函数 介质中任一质点（坐标为 x）相对其平衡位置的位移（坐标为 y）随时间的变化关系，即 y = f (x, t)。

$$y_P = A\cos[\omega(t \mp \frac{x}{u}) + \varphi_0]$$

$$y_P = A\cos[\omega t \mp \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi_0]$$

注: $\omega t + \varphi_0$ 为原点处质元的振动相位

沿 x 轴正方向传播 取 “-” ；
沿 x 轴负方向传播 取 “+” 。

波函数求解思路：（1） 求原点处质元的振动方程。
（2） **改写**原点处质元的振动方程。

11. 波的干涉

➢ 波的相干条件

1）频率相同；
2）振动方向相同；
3）相位差恒定.

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\Phi}$$

$$\Delta\Phi = \varphi_2 - \varphi_1 - 2\pi\frac{r_2 - r_1}{\lambda}$$

$$\Delta\Phi = \pm 2k\pi \quad k = 0,1,2,\cdots$$

$$A = A_1 + A_2$$ 干涉相长

$$\Delta\Phi = \pm(2k+1)\pi \quad k = 0,1,2,\cdots$$

$$A = |A_1 - A_2|$$ 干涉相消

12、波传播能量的特征

$\Delta W_k = \Delta W_p$ 质元的波动动能等于波动势能

(1) 任一质元的动能、 势能、总机械能均随 x, t 作周期性变化，且变化是同相位的。

(2) 质元在平衡位置时，动能、势能和总机械能均最大。质元的位移最大时，三者均为零。

(3) 任一质元的机械能不守恒，随 t 作周期性变化。任一质元都在不断地接收和放出能量，即不断地传播能量。

13、 波的强度

单位时间内，沿波的传播方向垂直通过单位面积的平均能量。

$$I = \frac{1}{2}\rho A^2\omega^2 u$$

可见，波的强度正比于振幅的平方。 $I \propto A^2$

14 、光程差与相位差

相位差 $\Delta\Phi = 2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ （式中为真空中波长）

光程: 媒质折射率与光的几何路程乘积 nr

注意：半波损失（条件：反射，且由光疏向着光密介质入射）

15、杨氏双缝干涉实验

观察屏中央处为零级明纹，其它级次的明纹和暗纹均为两条，关于屏中央对称分布。

相邻两明（暗）条纹间的距离为 $\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$

注意：传播路径上加介质薄膜导致光程差相比之前改变，干涉条纹移动。

$$\Delta\delta = \Delta k\lambda \Longrightarrow (n-1)e = k\lambda$$

16、薄膜干涉

增透膜与增反膜 ➡ 膜上下表面的反射光干涉相长,透射减弱

膜上下表面的反射光干涉相消,透射增强

劈尖干涉

相邻两明（暗）纹厚度差 $\Delta d = \frac{\lambda}{2n}$

相邻两明（暗）纹间距 $\Delta L = \frac{\lambda}{2n\theta}$ 可由此公式讨论干涉条纹的移动问题。

注： 由两块玻璃板构成的介质劈尖，其顶点处为零级暗纹。

17、惠更斯—菲涅耳原理

波面上的各点都可以看作相干的次波波源，它们发出的次波在空间各点相遇时，其强度分布是次波相干叠加的结果。

18、单缝的夫琅禾费衍射

理解“半波带”！

暗纹条件

$$a\sin\varphi = \pm k\lambda, k = 1, 2, 3, \cdots$$

明纹条件

$$a\sin\varphi = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}, k = 1, 2, 3, \cdots$$

中央(零级）明纹 $a\sin\varphi = 0$

角宽度为 $2\frac{\lambda}{a}$ 线宽度为 $\frac{2\lambda f}{a}$

其它各级明条纹的线宽度为中央明条纹线宽度的一半。
故中央明纹最宽、最明亮。

19、光栅衍射

光栅方程（主极大明纹或光谱线）：

$$(a+b)\sin\varphi = \pm k\lambda, k = 0, 1, 2, \cdots$$

其中，$a+b$为光栅常数，φ 为衍射角。

缺级公式: $k = \frac{a+b}{a} k'$ 缺级源自于单缝衍射的影响

主极大明纹的最高级次 $k_{\max} < \frac{a+b}{\lambda}$

实际呈现的主极大明纹级次:

零级到最高级次（排除缺失的主极大明纹）。

谱线（主极大明纹）重合:

$$k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2$$