前言

此攻略由一直吃老本的Sora提供。由于他or她(?)一直吃老本，所以有些观念可能跟老师不一致，尽量以老师为准，此攻略也尽量贴合课本。

考虑到有女娲补天选手，本攻略在老师给的提纲基础上尽量详尽并尽量保持思维的畅通。

一些符号约定：

> 1. 粗体表示向量。
> 2. 流数符号表示对时间的导数，如$\dot{x}$为x对时间的一阶导数，$\ddot{x}$为x对时间的二阶导数。

力学

> 基础，且与高中重复率高，只是有些概念需要更新。会尽量涉及所有定义。

质点运动学

参考系：通俗讲，参考系=尺子+表。描述质点运动前需要确定参考系。

质点运动的描述：位矢是时间的函数

$$\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}(t)$$

定义位移为位矢的变化量。
定义速度为位矢对时间的一阶导数

$$\boldsymbol{v}=\dot{\boldsymbol{r}}$$

定义加速度为速度对时间的二阶导数

$$\boldsymbol{a}=\dot{\boldsymbol{v}}$$

根据坐标系不同，这些量可以投影到各个方向。
这三个量的微分关系很重要，下面列出一个常用的变换。设运动仅沿x方向，或投影到x方向。

$$a=\frac{dv}{dt}=\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt}=v\frac{dv}{dx}$$

圆周运动：
圆周运动可由角度唯一确定，于是赋予角坐标特性。
圆周运动的描述可写为：

$$\begin{cases}r=r_0\\ \theta=\theta(t)\end{cases}$$

我们约定角速度方向满足右手定则，赋予角速度矢量的性质。记作$\boldsymbol{\omega}$。
规定角速度对时间的一阶导数为角加速度，$\boldsymbol{\beta}=\dot{\boldsymbol{\omega}}$。 角量与线量的关系为：

$$\boldsymbol{v}=\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{r}$$

给出一般圆周运动加速度表达式：

$$\boldsymbol{a}=\boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{r})+\boldsymbol{\beta}\times\boldsymbol{r}$$

当位矢与转轴垂直，可化为：

$$\begin{cases} a_n & = -\omega^2 r \\ a_t & = \beta r \end{cases}$$

相对运动：
实质上是坐标系的转换。设S相对S'的位矢为$\boldsymbol{R}$，质点在S与S'的位矢分别为$\boldsymbol{r}$与$\boldsymbol{r'}$。于是有：

$$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r'} + \boldsymbol{R}$$

对时间求导有：

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v'} + \boldsymbol{u}$$

$$\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a'} + \boldsymbol{a_s}$$

质点动力学

~~牛顿三定律~~**牛顿第二定律**(又名牛顿方程)：

$$\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$$

万有引力定律：

$$\boldsymbol{F_G} = -G\frac{m_1 m_2}{r^2}\boldsymbol{e_r}$$

动能定理：
首先定义功，外力$\boldsymbol{F}$在极小段时间所做的元功为：

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

总功即为力的路径积分：

$$A = \int_l \boldsymbol{F} \cdot d\boldsymbol{r}$$

顺手定义功率：

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

定义动能：

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

动能定理表达式为：

$$A_{合} = \Delta E_k$$

功能原理与机械能守恒定律：
首先引入保守力概念：做功与路径无关的力称为保守力，运用粗浅的高数知识，即旋度为0的力称为保守力，即满足$\boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{F} = \boldsymbol{0}$。
运用此特性我们定义势能。人为规定势能0点O，定义P点的势能：

$$E_p = -A_{OP} = -\int_l \boldsymbol{F} \cdot d\boldsymbol{r}$$

列出常见势能：

$$\begin{cases} E_p & = -G\frac{m_1 m_2}{r} \\ E_p & = mgh \\ E_p & = \frac{1}{2}kx^2 \end{cases}$$

定义机械能：系统某时刻的动能与势能之和。
功能原理：

$$A_{外} + A_{非保内} = \Delta E \qquad \text{(E为机械能)}$$

机械能守恒定律：
若$A_{外} + A_{非保内} = 0$，则机械能守恒。一般有如下两种表示方法。

$$E = Const$$
$$\frac{dE}{dt} = 0$$

下面一种经常用于代替牛顿方程列式。后面会讲。

动量定理：
定义动量$\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}$
定义冲量$\boldsymbol{I} = \int_{t_0}^{t_1} \boldsymbol{F} dt$
动量定理：

$$\boldsymbol{I} = \Delta \boldsymbol{p}$$

动量守恒定律：
若系统不受外力或所受外力矢量和为0，则系统动量守恒。

$$\sum m_i \boldsymbol{v}_i = Constvector$$

刚体

> 仅讨论刚体的定轴转动。

类似圆周运动，刚体的定轴转动也可由角唯一确定，继承质点圆周运动使用的所有角量。

转动定律:
定义力矩$\boldsymbol{M}=\boldsymbol{r}\times\boldsymbol{F}$
定义刚体关于定轴的转动惯量

$$J=\iiint_V r^2dm=\iiint_V r^2\rho dV$$

转动定律：

$$\boldsymbol{M}_{合}=J\boldsymbol{\beta}$$

关于转动惯量:
不加证明给出三个定理
平行轴定理：过质心转轴和与之平行的转轴距离为d的转动惯量存在如下关系：

$$J_o=J_c+md^2$$

垂直轴定理：对于薄片，若正交三轴有两个轴a,b在薄片所在面，另一轴为z，有：

$$J_z=J_a+J_b$$

不知道叫什么：对正交三轴x,y,z以及其交点O，<u>此处r为到O的距离</u>，有：

$$J_x+J_y+J_z=2\iiint_V r^2dm$$

不加证明给出几种常见体的转动惯量(括号注明求解最佳路径)
均匀细杆，转轴垂直杆且通过质心：$J=\frac{1}{12}ml^2$
均匀细杆，转轴垂直杆且通过杆一段：$J=\frac{1}{3}ml^2$(平行轴定理)
均匀薄圆环or圆柱面，转轴垂直圆面且通过圆心：$J=mR^2$
均匀圆盘or圆柱体，转轴垂直圆面且通过圆心；$J=\frac{1}{2}mR^2$
均匀球壳，转轴过球心：$J=\frac{2}{3}mR^2$(不知道叫什么定理)
均匀球体，转轴过球心：$J=\frac{2}{5}mR^2$(不知道叫什么定理)

类比质点:

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

$$A = \int_{\theta_0}^{\theta_1} Md\theta$$

角动量定理： 定义质点角动量，对参考点O有：

$$\boldsymbol{L} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{p} = \boldsymbol{r} \times m\boldsymbol{v}$$

对于质点系：

$$\boldsymbol{L} = \sum \boldsymbol{L}_i$$

对于刚体，相对转轴有(其实是相对于转轴上所有点都一样)：

$$\boldsymbol{L} = J\boldsymbol{\omega}$$

角动量定理：

$$\int_{t_0}^{t_1} \boldsymbol{M}dt = \Delta\boldsymbol{L}$$

角动量守恒：
刚体所受合外力矩为0，则有：

$$\boldsymbol{L} = Constvector$$

电磁学

> ~~那些高数下没学好的人有难了，我存在，就是要给他们带去噩梦~~

静电场

库仑定律：
点电荷：

$$\boldsymbol{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\boldsymbol{e}_r$$

带电体：

$$\boldsymbol{F}=\iiint_V \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q\rho}{r^3}\boldsymbol{r}dV$$

电介质影响：
替换$\epsilon_0\rightarrow\epsilon$，$\epsilon=\epsilon_r\epsilon_0$

电场：
场的概念：数学上，运用粗浅的高数知识，标量场(数量场)与矢量场(向量场)可以这样定义：对于空间区域G内的任意点M，都有一个确定的标量or矢量，称空间区域G内确定了一个标量场or矢量场。 定义电场：单位电荷受到的电场力。
点电荷产生的电场：

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

电场强度满足叠加定理，空间电场强度等于各带电体单独作用产生电场的叠加。
故对于带电体有：

$$\boldsymbol{E}=\iiint_V \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{\rho}{r^3}\boldsymbol{r}dV$$

高斯定理：
我一般记这个，将真空中和介质中的高斯公式统一起来：

$$\oiint_S \epsilon_0\boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{S}=\sum q_i$$

亦可以写为体积分形式：

$$\oiint_S \epsilon_0\boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{S}=\iiint_V \rho dV$$

运用条件及方法：

1. 高度对称。
2. 高斯面一般让电场线垂直穿过或和电场线平行。

电势：
可证静电力为保守力，静电场为保守场。事实上静电场为有源无旋场。

> 这个要说定义感觉有点懵了，课本上给的是单位电荷的静电能。算了，直接进计算。

点电荷的电势：

$$U_p=\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

电势满足简单叠加。带电体直接积分。 想知道某点电势也可以用：

$$U_p = \int_a^\infty \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{r}$$

或者运用粗浅的高数知识，电势其实是电场的势函数。

若已知电势求电场可用$\boldsymbol{E} = -\nabla U$。

导体的静电平衡： 在静电平衡时，导体内部无电场。
运用高斯定理可求得导体表面电荷分布：$\sigma = \epsilon_0 E_n$

电容器： 定义式：

$$C = \frac{q}{U_1 - U_2}$$

电介质：

> 据我所知进入电介质很多人会开始迷惑。电介质也是静电场中最玄学的部分。

注意事项：

1. 注意区别自由电荷、总电荷、极化电荷，求他们分别需要列不同的高斯定理。
2. 使用高斯定理求自由电荷的时候需要注意介电常数是否发生变化。
3. 一旦涉及到求总电荷，要注意约化用的电位移不能再搬到式子上。

高斯定理及对比：

$$\oiint_S \epsilon_0 \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{S} = \sum q_0 \qquad \text{(总电荷)}$$

$$\oiint_S \boldsymbol{D} \cdot d\boldsymbol{S} = \sum q \qquad \text{(自由电荷)}$$

$\boldsymbol{D}$为电位移矢量，$\boldsymbol{D} = \epsilon \boldsymbol{E}$

静电能：

> 这个之前有人问过我来着，好像是问静电能和电势能的关系，这个有点复杂，如果真的涉及到静电能推荐用能量密度做。

能量密度：(是标量但不满足简单线性叠加)

$$w_e = \frac{1}{2} \boldsymbol{D} \cdot \boldsymbol{E}$$

静电能：

$$W_e = \iiint_V w_e dV$$

电流场

> 把这个东西放静磁场好像有点不好，单列吧

电流：
电流强度：$I = \frac{dq}{dt}$，单位时间通过截面的电荷量。
电流密度：$j = \frac{dI}{dS_\perp}$，单位时间通过单位面积的电荷量，并且规定方向与正电荷运动方向相同，故电流密度$\boldsymbol{j}$是矢量。
电流面密度：$\sigma = \frac{dI}{dl_\perp}$

> 为方便区别这三个量且不至于混淆，我们可以称电流强度为电流线密度，电流密度为电流体密度，将三个量统一起来。

传导电流与电场的关系：

$$\boldsymbol{j} = \sigma \boldsymbol{E}$$

其中σ为导体的电导率，注意与电流面密度区别开。

电动势： 定义为电源中非静电力对单位电荷做的功，$\mathscr{E} = \frac{A}{q_0}$。
辨析：

- 电动势就是电压($\times$) 电压在定义上与静电场静电力相关联，与电动势无关
- 电动势是力($\times$) 这个量纲都不一样，我觉得会混淆的都是大佬，开局学的英语教材，这玩意英文是`Electromotive Force`
- 电动势是非静电场($\times$) 同样的量纲就不对，只能说是一个静电场在空间上的作用效果

磁场

引入磁感应强度$\boldsymbol{B}$来描述磁场。

> 磁场强度为$\boldsymbol{H}$，二者的关系为$\boldsymbol{B} = \mu_0 \boldsymbol{H}$

洛伦兹力：

$$\boldsymbol{F} = q\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$$

磁场的高斯定理：

$$\oiint_S \boldsymbol{B} \cdot d\boldsymbol{S} = 0$$

亦即磁感应强度的散度为0，说明磁场的无源性。

毕奥-萨伐尔定律：
对于一电流元有：

$$d\boldsymbol{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\boldsymbol{l} \times \boldsymbol{e_r}}{r^2}$$

> 由于我们找不到电流元这种东西，所以单独分析两个电流元的相互作用力是不行的，因此结果不符合牛顿三定律也没什么奇怪的。

实际计算时我们总是要求回路产生的磁场，

$$\boldsymbol{B} = \oint_l \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\boldsymbol{l} \times \boldsymbol{e_r}}{r^2}$$

> 课本上没有写闭合回路积分符号，个人觉得不好，因为电流总是要有回路才行。当你对两段电流而不是两个回路分析的时候，算相互作用力也会得到违反牛三的结果。

安培环路定理：

$$\oint_l \boldsymbol{B} \cdot d\boldsymbol{l} = \mu_0 I = \mu_0 \iint_S \boldsymbol{j} \cdot d\boldsymbol{S}$$

亦即磁感应强度的旋度为$\mu_0\boldsymbol{j}$，说明磁场的有旋性。磁场非保守场，无法像静电场那样定义标量的磁势。 说明可以定义矢量的势（doge）
用安培环路定理求磁场所需要的的条件比高斯定理高很多，绝大多数时候还是使用毕奥-萨伐尔定律求磁场。

安培定律：

$$\boldsymbol{F} = \int_l Id\boldsymbol{l} \times \boldsymbol{B}$$

磁矩与磁力矩：
定义磁矩：$\boldsymbol{m} = I\boldsymbol{S}$，$\boldsymbol{S}$的方向与电流方向成右手螺旋。
磁矩在均匀磁场不受力，受到的磁力矩为：$\boldsymbol{M} = \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{B}$

磁介质：太难，大胆猜测不考。

电磁感应

> 实际上只有一个定理，内容很简单

法拉第电磁感应定律：

$$\mathscr{E}=-k\frac{d\Phi_m}{dt}$$

负号表示与磁通量的变化率成左手螺旋。

楞次定律：忘了它吧真的没用。

动生电动势：

$$\mathscr{E}=\int_l(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B})\cdot d\boldsymbol{l}$$

感生电动势：
感生电场：

$$\oint_L\boldsymbol{E_n}\cdot d\boldsymbol{l}=-\iint_S\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}\cdot d\boldsymbol{S}$$

> 无法唯一确定感生电场，由于解可以任意加减一个势场

感生电动势：

$$\mathscr{E}=-\iint_S\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}\cdot d\boldsymbol{S}$$

自感：
自感电动势：

$$\mathscr{E}=-L\frac{di}{dt}$$

自感计算公式：

$$\Phi_L=LI$$

计算时先假定电流I。
自感磁能：

$$W=\frac{1}{2}LI^2$$

互感:
假如元件1与元件2之间存在互感。约定符号系统：双下标，前一数字为目标，后一数字表示影响来源。
有互感相等：$M_{12}=M_{21}$，故记为M。
互感电动势:

$$
\mathscr{E}_{21}=-M\frac{di_1}{dt}
$$
$$
\mathscr{E}_{12}=-M\frac{di_2}{dt}
$$

计算上类似自感。

$$
\Phi_1=MI_2
$$
$$
\Phi_2=MI_1
$$

磁场能量:
磁场能量密度:

$$
w=\frac{1}{2}\boldsymbol{B}\cdot\boldsymbol{H}
$$

麦克斯韦:

> 先赌一手不考，就算考也只考小题。

位移电流:

$$
\boldsymbol{j}_d=\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t}
$$

电磁波传播速度:

$$
v=\frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}
$$

麦克斯韦方程组:

> 直接猜不考好吧

$$
\nabla\cdot\boldsymbol{D}=\rho
$$
$$
\nabla\times\boldsymbol{E}=\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}
$$
$$
\nabla\cdot\boldsymbol{B}=0
$$
$$
\nabla\times\boldsymbol{H}=\boldsymbol{j}+\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t}
$$

波动

简谐振动

简谐振动方程:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2x=0,(\omega>0)$$

解为:

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

同时有速度:

$$v=-A\omega\sin(\omega t+\varphi)$$

和加速度:

$$a=-A\omega^2\cos(\omega t+\varphi)$$

简谐运动的参数:

- A，振幅。
- ω，角频率。
- $T=\dfrac{2\pi}{\omega}$，周期。
- $f=\dfrac{\omega}{2\pi}$，频率。
- $(\omega t+\varphi)$，相位。其中φ为初相位。相位可以任意加减2π的整数倍，一般取区间$-\pi$~π。

旋转矢量与参考圆:
类似相量，不再赘述。

简谐运动的能量:

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

同频率简谐运动的合成:

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

有

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

其中:

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \\ \varphi = \arctan(\dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}) \end{cases}$$

机械波

波线、波面、波阵面:

> 看图得了。P247

各参数:

- λ，波长。
- T，周期。
- ν，频率。
- u，波速。
- $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$，波数。
- $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$，角频率。

联系直接记：$\lambda = uT$。

介质中的波速:

$$u = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

$$u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$u = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

其中G, E, K分别为切变、弹性、体积模量。

平面简谐波:
表达式:

$$y = A\cos(\omega t - kx + \varphi)$$

其中$k = \frac{\omega}{u}$。若波沿x轴负方向传播，将k前的负号改成正号。

平面简谐波的能量、能流:

> 也盲猜不怎么考

能量密度(单位体积内波的能量):

$$w = \rho(\frac{dy}{dt})^2$$

平均能量密度:

$$\bar{w} = \frac{1}{2}\rho A^2\omega^2$$

能流密度(波的强度):

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

对于非平面的简谐波，只需将A换成此处的振幅即可。

惠更斯原理与衍射:
惠更斯原理：对于某一时刻的波阵面，要确定下一时刻的波阵面，波阵面上每一点看做发射子波的波源，而下一时刻的波阵面即为这些子波的包络面。
应用惠更斯菲涅尔原理可以计算得到衍射图样。

波的干涉:
波的叠加：线性叠加，即为单独作用效果和。
设两想干波振动表达式为:

$$\begin{aligned} y_1 &= A_1\cos(\omega t - kr_1 + \varphi_1) \\ y_2 &= A_2\cos(\omega t - kr_2 + \varphi_2) \end{aligned}$$

合振动为：$y = y_1 + y_2$。
有相位差为2π的整数倍，干涉加强，相位差为π的奇数倍，干涉相消。
<u>非相干波观察不到干涉现象。</u>

驻波:

$$\begin{aligned} y_1 &= A_1 \cos(\omega t - kx + \varphi_1) \\ y_2 &= A_2 \cos(\omega t + kx + \varphi_2) \end{aligned}$$

$$y = y_1 + y_2 = 2A\cos(kx + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2})\cos(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2})$$

量化结论：
相位差2π整数倍的点振幅最大，为$2A$，称为波腹；相位差π奇数倍的点振幅最小，为0，称为波节。有相邻两波腹(波节)距离为$\frac{\lambda}{2}$。

波的反射与半波损失：
波在不同介质的交界面处发生反射。定义波密介质与波疏介质：ρu较大的为波密介质，较小的为波疏介质。
波从波疏介质射向波疏介质，反射波相位有π的突变；反之没有。

多普勒效应：

> 这个真的好复杂，老师给的复习提纲上没有。那就是不考()

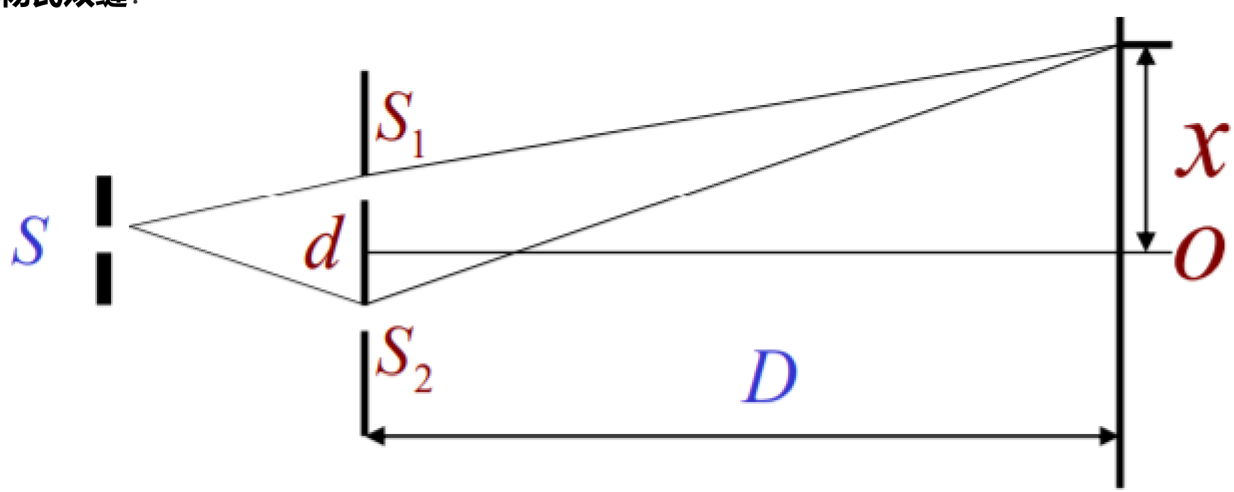
声学：

> 提纲上还是没有，那也是不考()

波动光学

首先引入光程：$L = nr$，n是折射率，r是在介质中的传播距离。
若为同相相干光，光程差为λ整数倍时，干涉加强，为$\lambda/2$的奇数倍时，干涉减弱。

杨氏双缝：



光程差公式：

$$\frac{\delta}{d}=\frac{x}{D}$$

明纹中心：

$$x=\pm k\frac{D}{d}\lambda$$

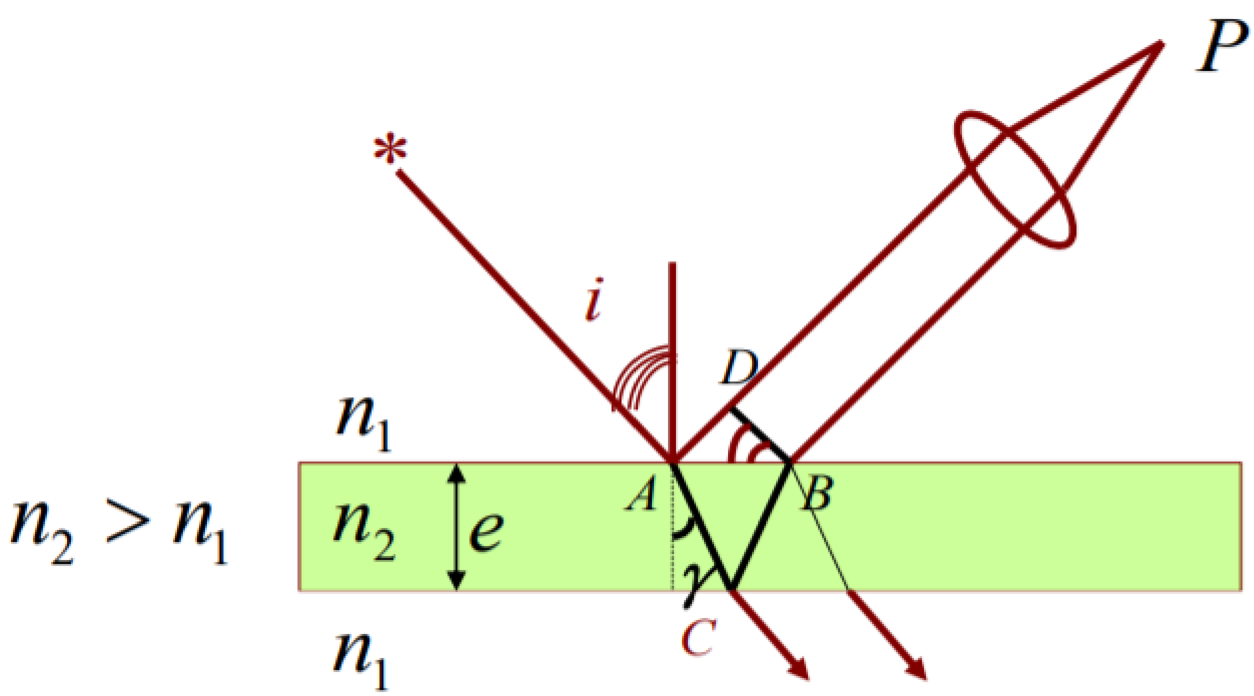
暗纹中心：

$$x=\pm(2k+1)\frac{D}{2d}\lambda$$

条纹间距：

$$\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$$

薄膜干涉：



$$\delta=2e\sqrt{n_2^2-n_1^2\sin i}+\frac{\lambda}{2}=2e\sin\gamma+\frac{\lambda}{2}$$

劈尖干涉：
劈尖为暗条纹。
条纹间距为：

$$\delta x=\frac{\lambda}{n\sin\theta}$$

牛顿环:
中央为暗环。
暗环半径:

$$r^2 = kR\frac{\lambda}{n}$$

亮环半径:

$$r^2 = (2k+1)R\frac{\lambda}{2n}$$

迈克耳孙干涉仪:
平面镜移动距离:

$$d = N\frac{\lambda}{2}$$

N为吞入条纹数。

衍射:
菲涅耳衍射：光源和观察屏离衍射屏很近，近场衍射。
夫琅禾费衍射：光源和观察屏离衍射屏无限远，远场衍射。

夫琅禾费单缝衍射:

> 光强分布：$I = I_0(\frac{sin\alpha}{\alpha})^2$
> 其中$\alpha = \frac{1}{2}ka\sin\theta$，$a$为缝宽。

暗纹分布:

$$a\sin\theta = k\lambda, k \neq 0$$

光栅衍射:

> 光强分布：$I = I_0(\frac{\sin N\gamma}{\sin\gamma})^2(\frac{\sin\alpha}{\alpha})^2$
> 其中$\gamma = \frac{1}{2}kd\sin\theta$，$d$为光栅常数。$\alpha = \frac{1}{2}ka\sin\theta$，$a$为缝宽。

干涉主极大(光栅公式):

$$d\sin\theta = k\lambda$$

由于衍射会造成缺级。此时有:

$$k = k' \frac{d}{a}$$

布拉格公式:

> 提纲没有，略。

偏振:

- 自然光经过偏振光强为原来的$\frac{1}{2}$。
- 马吕斯定律：$I = I_0 \cos^2 \alpha$。
- 布儒斯特定律：当入射角为$i = \arctan \dfrac{n_r}{n_i}$时，反射光为线偏振光，振动垂直入射面。

狭义相对论

> 符号约定：u为S'系相对S系的速度，且沿x轴。
> $\beta = \dfrac{u}{c}, \gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$

洛伦兹变换

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - \beta ct) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma(t - \frac{\beta}{c}x) \end{cases} \quad \begin{cases} x = \gamma(x' + \beta ct') \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \gamma(t' + \frac{\beta}{c}x') \end{cases}$$

变换式同时取微分，相除便可得到速度变换式。不再赘述。
略去y与z坐标，洛伦兹变换亦可写成这样的形式。

$$\begin{bmatrix} \Delta x' \\ c\Delta t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma & -\beta\gamma \\ -\beta\gamma & \gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ c\Delta t \end{bmatrix}$$

容易看出变换矩阵非正交。

相对论动力学

动质量:

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

动量：

$$\boldsymbol{P}=m\boldsymbol{v}$$

质能关系：

$$E=mc^2$$

能量与动量关系：

$$E^2=p^2c^2+m_0^2c^4$$

量子物理学

黑体辐射与量子化假说

斯特藩-玻尔兹曼定律：

$$M(T)=\sigma T^4$$

$M(T)$为辐出度，为单位时间从物体单位表面辐射出来各种波长电磁波能量总和。

维恩位移定律：

$$\lambda_m T=b$$

λ_m为物体辐射本领最大值所对应的波长。

能量子假说：
物体发射或吸收电磁辐射只能以“量子”的形式进行，每个能量子能量为

$$\epsilon=h\nu$$

普朗克黑体辐射公式：

> 有点吓人，应该不会考背诵吧

$$e(\lambda,T)=\frac{2\pi hc^2}{\lambda^5}\cdot\frac{1}{e^{hc/k\lambda T}-1}$$

光电效应

实验规律(字太多，详见P341)：

1. 饱和光电流
2. 反向遏止电压
3. 截止频率
4. 瞬时性

光量子假说：
将光看做粒子流，每个粒子能量为：

$$\epsilon = h\nu$$

爱因斯坦方程：

$$\frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - W_0$$

波粒二象性：

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$m = \frac{hv}{c^2}$$

康普顿散射

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

量子力学

德布罗意波：
实物粒子也具有波粒二象性。

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{mc^2}{h}$$

波函数：
对与动量沿x轴方向的粒子，约化普朗克常量$\hbar = \frac{h}{2\pi}$。波函数为：

$$\Psi(x,t) = \Psi_0 e^{\frac{i}{\hbar}(px-Et)}$$

三维运动的粒子波函数用$\Psi(x,y,z,t)$描述。
波函数的模方为物体出现的相对密度概率，满足归一化条件：

$$\iiint \Psi^* \Psi dxdydz = 1$$

海森堡不确定关系：

> 共轭量都满足该关系。

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$$
$$\Delta E \cdot \Delta t \geq h$$

薛定谔方程

薛定谔方程：

$$\nabla^2 \Psi = -\frac{2m}{\hbar^2}[E - U(x,y,z)]\Psi$$

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + U(x,y,z)\Psi$$

无限深势阱： 势阱为：

$$\begin{cases} U(x) = 0 \ \ (0 < x < a) \\ U(x) = 0 \ \ (x \leq 0, x \geq a) \end{cases}$$

代入一维薛定谔方程；

$$\frac{d^2\Psi}{dt^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$$

得：

$$\Psi(x) = A\sin kx + B\cos kx \ , \quad k = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$$

代入$\Psi(0) = \Psi(a) = 0$，得：

$$B = 0$$

$$ka = n\pi \ , \quad n = 1, 2, 3, \cdots$$

得到能量:

$$E = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3, \cdots$$

波函数:

$$\Psi = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin(\frac{n\pi}{a} x) e^{-\frac{i}{\hbar} Et}$$

概率分布:

$$|\, \Psi(x, t)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2(\frac{n\pi}{a} x)$$