南方科技大学物理系及量子院考研真题

856259092

2023 年 12 月 29 日

前言

还记得去年莫同学找到我，跟我说希望可以建立一个类似于南京大学物理物理考研交流群的属于南科大物理考研的群聊，为之后想要考取南科大物理系和量子院的同学提供一个交流平台，可以让大家和学长学姐直接交流，并提供真题参考，我欣然应允。

这份真题来自于各位考研同学的考后回忆版，为了保护各位同学的隐私我这里不列出姓名，感谢各位热心同学提供的资料，可以让下一届同学们少走一些弯路。同时我需要致歉，因为我们的疏忽，也因为第一次没有经验我们没能在 2023 年的考研后组织同学们第一时间回忆真题，因此 23 年的真题目前收集到的非常少而且不完善，大家可能只能简单看个题型，希望大家能够谅解。后续我们会尽量在考研结束后第一时间收集真题，以便于大家参考。

该真题完全免费，如果在其他地方买到了这份真题的同学请举报，我们不会收取任何费用，也不会向任何人出售任何资料。也欢迎大家将资料分享给更多人，如果你是在其他地方看到这份真题并且对南科大感兴趣，可以加入我们的群 856259092 ，期待更多同学的加入。

若大家有任何问题，比如发现题目或答案有错，可以在群里联系我们，也可以通过邮箱联系我，邮箱地址为：1219246573@qq.com。

希望有心的同学可以提供参考答案，我们可能会在后续的版本中加入未补充的参考答案，也欢迎大家在群里讨论。

最后，希望大家能够考上自己心仪的学校，祝大家考研顺利！

目录

1　量子力学

2024 年量子力学

1. 考虑波函数

$$\Psi(x,t) = Ae^{-\lambda|x|}e^{-i\omega t}$$

式中 A, λ, ω 为正实数。[出自格里菲斯习题 1.5]

(1) 归一化 Ψ。

(2) 求出 x 和 x^2 的期望值。

(3) 求出 x 的标准差。

2. 能量为 E 的自由粒子穿过势垒 $V(x)$:[出自格里菲斯习题 2.34]

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ V_0, & x \geq 0 \end{cases}$$

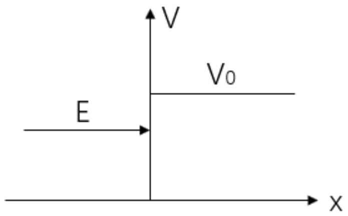

图 1.1: 势垒示意图

(1) 若 $E < V_0$，求反射系数。

(2) 若 $E > V_0$，求反射系数。

3. 一个二能级体系的哈密顿量 $\hat{H} = \epsilon\left(|1\rangle\langle 1| - |2\rangle\langle 2| + |1\rangle\langle 2| + |2\rangle\langle 1|\right)$，其中 $|1\rangle, |2\rangle$ 是一对正交归一基矢，ϵ 为带有能量量纲的实数，求 $\hat{H}$ 的本征值，归一化系数和本征矢。[出自格里菲斯习题 3.23]

4. 氢原子。

(1) 写出氢原子的 $\hat{H}$。

(2) 证明 $\left[\hat{L}^2, \hat{H}\right] = 0$。

5. 有三个费米子分别处于态 Ψ_a, Ψ_b, Ψ_c，假定它们是正交的，试构造该三费米子体系的状态波函数。[出自格里菲斯习题 5.7]

6. 假设在无限深方势阱的中心加入一个狄拉克峰的扰动：

$$\hat{H}' = \alpha\delta(x - a/2),$$

其中 α 为常数，a 为势阱的宽度。[出自格里菲斯习题 6.1]

(1) 求能量的一级修正。

(2) 求基态波函数的一级修正。

7. 取以下试探波函数的形式：

$$\Psi(x) = \begin{cases} Acos\left(\pi x/a\right), & -a/2 < x < a/2 \\ 0, & else \end{cases}$$

求一维简谐振子的基态能量。[出自格里菲斯习题 7.11]

8. 利用 WKB 近似计算粒子的近似透射几率，粒子的能量为 E，势垒高度为 V_0，宽度为 $2a$。[出自格里菲斯习题 8.3]

9. 粒子一开始处于无限深方势阱的基态，0 时刻开始在 $0 \sim a/2$ 范围施加一个高度为 V_0 的势垒，此时的势能为：

$$V(x) = \begin{cases} V_0, & 0 \leq x \leq a/2 \\ 0, & a/2 < x \leq a \\ \infty, & else \end{cases}$$

其中 V_0 小于无限深方势阱的基态能量。T 时刻后，势垒消失，求此时粒子处于第一激发态的概率。

10. 已知库伦规范 $\vec{\nabla}\cdot\vec{A} = 0$,且 $\hat{H} = \frac{1}{2m}\left(\frac{\hbar}{i}\vec{\nabla} - q\vec{A}\right)^2$,试推导出 $\hat{H} = \frac{1}{2m}\left(-\hbar^2\vec{\nabla}^2 + q^2\vec{A}^2 + 2i\hbar q\vec{A}\cdot\vec{\nabla}\right)$。

2023 年量子力学

1. 一个粒子在二维无限深势阱

$$V(x,y)=\begin{cases}0, & 0<x,y<a\\ \infty, & else\end{cases}$$

中运动，设加上微扰

$$\hat{H}'=\lambda xy, 0\le x,y\le a$$

求基态及第一激发态的能量修正。[出自量子力学习题解答与剖析，张鹏飞 11.9]

解：不考虑微扰，由分离变量法结合边界条件可得二维无限深势阱粒子束缚定态能量本征值和相应波函数阱内部分为

$$E^{(0)}_{n1,n2}=\frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}(n_1^2+n_2^2)$$
$$\psi^{(0)}_{n1,n2}(x,y)=\frac{2}{a}sin\frac{n_1\pi}{a}x\,sin\frac{n_2\pi}{a}y$$

可见基态非简并，能级为 $E^{(0)}_{11}=\frac{\pi^2\hbar^2}{ma^2}$，相应的波函数为 $\psi^{(0)}_{11}$。第一激发态二重简并，能级为 $E^{(0)}_{12}=\frac{5\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$，相应波函数为 $\psi^{(0)}_{12}$ 与 $\psi^{(0)}_{21}$。

现按微扰论计算微扰 H' 对基态及第一激发态的能量修正。基态非简并，故其能级的一级修正为 H' 在 $\psi^{(0)}_{11}$ 下的期望值

$$\begin{aligned}E^{(1)}_{11}&=\left\langle\psi^{(0)}_{11}\middle|H'\middle|\psi^{(0)}_{11}\right\rangle=\frac{4\lambda}{a^2}\int_0^a\int_0^a xysin^2\frac{\pi x}{a}sin^2\frac{\pi y}{a}dxdy\\&=\frac{\lambda}{a^2}\int_0^a x\left(1-cos\frac{2\pi x}{a}\right)dx\int_0^a y\left(1-cos\frac{2\pi y}{a}\right)dy\\&=\frac{\lambda}{a^2}\left[\left|\frac{x^2}{2}-\frac{ax}{2\pi}sin\frac{2\pi x}{a}-\frac{a^2}{a\pi^2}cos\frac{2\pi x}{a}\right|_0^a\right]^2=\frac{\lambda}{4}a^2\end{aligned}$$

上面的计算给出 H' 对基态能量的一级修正为

$$E^{(1)}_{11}=\frac{\lambda}{4}a^2$$

第一激发态二重简并，我们将该简并子空间的两个态 $\psi^{(0)}_{12}$ 与 $\psi^{(0)}_{21}$ 分别记为 ψ_α 与 ψ_β，需计算简并子空间

2. 利用 WKB 近似求解“阶梯”形一维无限深方势阱，势阱底部前半段高出后半段 V_0，如下：

$$V(x)=\begin{cases}V_0 & (0<x<a/2)\\ 0 & (a/2<x<a)\\ \infty & (else)\end{cases}$$

用 V_0 和 $E^0_n\equiv\frac{(n\pi\hbar)^2}{2ma^2}$(无阶梯的无限深方势阱的第 n 个允许能级) 来表示你的结果。[出自格里菲斯习题 8.1]

解：假设 $E > V(x)$，此时势阱内部为“经典”区域

$$\psi(x) \simeq \frac{1}{\sqrt{p(x)}}[C_1 sin\phi(x) + C_2 cos\phi(x)]$$

其中

$$\phi(x) = \frac{1}{\hbar}\int_0^x p(x')dx'$$

由 $\psi(x)$ 的连续性边界条件 $\psi(0) = 0$ 和 $\psi(a) = 0$，有 $C_2 = 0$，

$$\phi(a) = \frac{1}{\hbar}\int_0^x p(x)dx = n\pi$$

将 $p(x) = \sqrt{2m[E - V(x)]}$ 代入上式得

$$\frac{a}{2}\sqrt{2mE} + \frac{a}{2}\sqrt{2m(E - V_0)} = n\pi\hbar \to \sqrt{E} + \sqrt{E - V_0} = \frac{2}{a}\frac{n\pi\hbar}{\sqrt{2m}} \to$$
$$E + E - V_0 + 2\sqrt{E(E - V_0)} = 4\frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2ma^2} = 4E_n^0 \to$$
$$4E(E - V_0) = (4E_n^0 + V_0 - 2E)^2 \to$$
$$4E(E - V_0) = (4E_n^0 + V_0)^2 - 4E(4E_n^0 + V_0) + 4E^2 \to$$
$$E_n = \frac{4E_n^0 + V_0{}^2}{16E_n^2} = E_n^0 + \frac{V_0}{2} + \frac{V_0^2}{16E_n^0}$$

3. 取 $\psi(x) = Ae^{-bx^2}$ 为试探函数，求 $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{1}{2}m\omega^2x^2$ 的基态能量最优上限 (其中 b 为正实数)。[出自格里菲斯例 7.1]

解：先归一化

$$1 = |A|^2\int_{-\infty}^{\infty} e^{-2bx^2}dx = |A|^2\frac{\sqrt{\pi}}{2b} \Rightarrow A = \left(\frac{2b}{\pi}\right)^{1/4}$$

现在

$$\langle H\rangle = \langle T\rangle + \langle V\rangle$$

其中在这种情况下，

$$\langle T\rangle = -\frac{\hbar^2}{2m}|A|^2\int_{-\infty}^{\infty} e^{-bx^2}\frac{d^2}{dx^2}(e^{-bx^2})dx = \frac{\hbar^2 b}{2m}$$
$$\langle V\rangle = \frac{1}{2}m\omega^2|A|^2\int_{-\infty}^{\infty} e^{-2bx^2}x^2dx = \frac{m\omega^2}{8b}$$

所以

$$\langle H\rangle = \frac{\hbar^2 b}{2m} + \frac{m\omega^2}{8b}$$
$$\frac{d}{db}\langle H\rangle = \frac{\hbar^2}{2m} - \frac{m\omega^2}{8b^2} = 0 \Rightarrow b = \frac{m\omega}{2\hbar}$$

带入回 $\langle H\rangle$ 得到 $\langle H\rangle_{min} = \frac{1}{2}\hbar\omega$

4. 一维无限深势阱。

5. 对于一维自由运动粒子，设 $\psi(x,0) = \delta(x)$，求 $|\psi(x,t)|^2$。

解法一

解：将 $\psi(x,0)$ 做 Fourier 展开 $\psi(x,0)=\delta(x)=\frac{1}{2\pi\hbar}\int_{-\infty}^{+\infty}dp\,e^{\frac{i}{\hbar}px}$，这样

$$\psi(x,t)=e^{-i\hat{H}t/\hbar}\psi(x,0)=e^{\frac{-it}{\hbar}\frac{\hat{p}^2}{2m}}\psi(x,0)=e^{\frac{-it}{\hbar}\frac{\hat{p}^2}{2m}}\frac{1}{2\pi\hbar}\int_{-\infty}^{+\infty}dp\,e^{\frac{i}{\hbar}px}$$

$$=\frac{1}{2\pi\hbar}\int_{-\infty}^{+\infty}dp\,e^{\frac{-it}{\hbar}\frac{p^2}{2m}+\frac{i}{\hbar}px}$$

上面最后一个等号用到了平面波的本征方程，而式中指数上的因子可作变换

$$\frac{-it}{\hbar}\frac{p^2}{2m}+\frac{i}{\hbar}px=\frac{1}{\hbar}\left[-i\frac{t}{2m}\left(p^2-\frac{2mx}{t}p\right)\right]=\frac{1}{\hbar}\left[\frac{-it}{2m}\left(p-\frac{mx}{t}\right)^2+i\frac{mx^2}{2t}\right]$$

代入前式得

$$\psi(x,t)=\frac{1}{2\pi\hbar}e^{i\frac{mx^2}{2t\hbar}}\int_{-\infty}^{+\infty}dp\,e^{-i\frac{p^2t}{2m\hbar}}=\frac{1}{2\pi\hbar}\sqrt{\frac{2m\hbar}{t}}e^{i\frac{mx^2}{2t\hbar}}\int_{-\infty}^{+\infty}dp\,e^{-ip^2}$$

利用 Fresnel 积分公式

$$\int_{-\infty}^{+\infty}cos\xi^2d\xi=\int_{-\infty}^{+\infty}sin\xi^2d\xi=\sqrt{\pi/2},\quad\int_{-\infty}^{+\infty}e^{i\xi^2}d\xi=\sqrt{\pi}e^{i\pi/4}$$

即得到

$$\psi(x,t)=\sqrt{\frac{2m\hbar}{4\pi^2\hbar^2t}}e^{i\frac{mx^2}{2t\hbar}}\sqrt{\frac{\pi}{i}}=\sqrt{\frac{m}{2\pi i\hbar t}}e^{i\frac{mx^2}{2t\hbar}}$$

因此

$$|\psi(x,t)|^2=\frac{m}{2\pi\hbar t}$$

解法二

解：前式代入后利用伽马函数 (这个很常用一定要掌握)

$$\Gamma(\alpha)=\int_0^{\infty}x^{\alpha-1}e^{-x}dx$$
$$\Gamma(\alpha)=2\int_0^{\infty}x^{2\alpha-1}e^{-x^2}dx$$
$$\Gamma(1)=1,\,\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)=\sqrt{\pi}$$
$$\Gamma(\alpha)=(\alpha-1)\Gamma(\alpha-1)$$

6. $H=AS_1S_2$，$S_{21}=\frac{\hbar}{2}$，$S_{22}=-\frac{\hbar}{2}$。

(1) 第一个粒子自旋向上

(2) 两个粒子都向上

(3) 1，0 的概率 (没太明白)

(4) 未回忆出

7. $\delta(x)$，问穿过的概率。

8. 一个粒子由下述波函数描述 (t=0 时刻)

$$\Psi(x,0) = \begin{cases} A(a^2 - x^2) & (-a \le x \le a) \\ 0 & (else) \end{cases}$$

(a) 确定归一化常数 A。
(b) x 的期望值 (t=0 时刻) 是多少？
(c) p 的期望值 (t=0 时刻) 是多少？
(d) 求出 x^2 的期望值。
(e) 求出 p^2 的期望值。
(f) 求出 x 的不确定 (即 σ_x)。
(g) 求出 p 的不确定 (即 σ_p)。
(h) 验证你所得到的结果符合不确定原理。

2022 年量子力学

1. 判断题 (25 分)

(1) 含时薛定谔方程的两个独立解的线性组合也是含时方程的解

(2) 定态薛定谔方程的两个独立解的线性组合也是定态方程的解

(3) 可以同时精确测量 x 和 p

(4) 两个 S 为 $\frac{3}{2}$ 的粒子的总 S 的平方的期待值为 $9\hbar^2$

(5) 忘了

2. $\hat{A}\left|\psi\right\rangle = a\left|\psi\right\rangle$，若 $\hat{B}$ 满足 $[\hat{A},\hat{B}] = \hat{B} + 2\hat{B}\hat{A}^2$，试证明 $\hat{B}\left|\psi\right\rangle$ 也是 $\hat{A}$ 的本征矢，并求出本征值。

3. $\hat{H} = \begin{bmatrix} 0 & E \\ E & 0 \end{bmatrix}, \hat{A} = \begin{bmatrix} \hbar & -\hbar \\ -\hbar & \hbar \end{bmatrix}, \hat{B} = \begin{bmatrix} i\hbar & i\hbar \\ -i\hbar & i\hbar \end{bmatrix}$，初态为 $\psi(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

(1) 求 t 时刻的态 $\psi(t)$

(2) $\hat{A}$ 和 $\hat{B}$ 哪个与 $\hat{H}$ 对易?

(3) 求 $\hat{A}$ 可能的值与相应概率。

(4) 若 T 时刻测得 $\hat{A}$ 为较大的可能值，求 3T 时刻 $\hat{A}$ 测得的可能值和概率。

4. 氢原子 n=3，写出所有可能的 l, j, m_l, m_j, m_s。

5. $\Psi(x) = \frac{1}{\sqrt{5}}(2\psi_2(x) + \psi_3(x))$，其中 $\psi(n)$ 是谐振子的本征函数。

(1) 求 $\Psi(x)$ 的能量的可能值和相应的概率。

(2) $a^\dagger\psi_n = C_n\psi_{n+1}$，试推导出 C_n。

(3) $\Phi = a^\dagger\Psi(x)$，求 Φ 的能量的可能值和相应的概率。

6. 取 $\psi(x) = Ae^{-bx^2}$ 为试探函数，求 $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \alpha|x|$ 的基态能量最优上限 (其中 α, b 为正实数)。

7. 用 WKB 近似方法求解一维谐振子。

8. 一磁场 $\vec{B} = (sin\theta cos\phi, sin\theta sin\phi, cos\theta)$ 绕着 z 轴缓慢转动。

(1) 求自旋 $\frac{1}{2}$ 粒子的绝热解。

(2) 求转一圈积累的几何相。

9. 电子被限制在 x-y 平面内，空间中 $\vec{B} = B\vec{k}$，求解朗道能级。

2 普通物理

2024 年普通物理

1. 简答题。

(1) 写出一维波动二阶微分方程。现有一波为 $y\left(x,t\right)=Acos\left(kx\pm\omega t+\phi\right)$，问 $A,k,\omega,\phi,\pm$ 的物理意义。

(2) 写出能量均分定理，若不计振动，写出双原子气体分子的 C_V 和 C_P。

(3) 写出麦克斯韦方程组。

(4) 写出狭义相对论两条基本原理。

2. 如图所示将地球挖穿一光滑管道，将一物体在地表释放，地球半径 R，质量 M，物体质量 m，问：

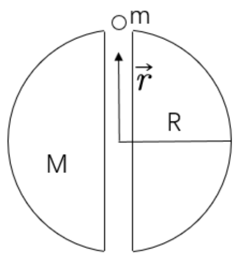

图 2.1: 题 2 图

(1) 物体在竖直方向上的受力情况。

(2) 物体在管道内做什么运动？说出做出该判断的依据，并求出从管道一端到另一端的运动时间。

(3) 在地球外侧，将物体从 $\vec{r_i}$ 移动到 $\vec{r_j}$ 所做的功。

(4) 由问题 (3) 推出引力势能的表达式。

3. 有一理想热机工作在两物体中间，使得低温物体 a 的温度由 T_L 上升到 T_f，高温物体 b 的温度由 T_H 下降到 T_f，两物体的比热容均为 C，问：

(1) 该过程中物体 a，b 的热量变化和熵变。

(2) T_f 取多少时，热机可以做最大功？此时的熵变是多少？

(3) 若不用热机，直接将 a，b 两物体接触，使得两物体达到热平衡，两物体的熵变分别是多少？

(4) 简述热力学第二定律，并用问题 (2) 和 (3) 的结果说明。

4. 内部金属球半径为 a, 带电 +q，外部金属球壳半径为 b，带电-q，问：

(1) 该体系的电容。

(2) 若没有外部金属球壳，内部金属球的电容。

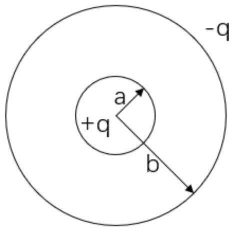

图 2.2: 题 4 图

(3) 若没有外部金属球壳，将内部金属球由半径 a 压缩到半径 c，该过程所做的功（忽略压缩金属球本身需要做的功）。

5. 一半径 R，质量 M 的薄圆柱壳在一固定斜面上无滑滚动，问：

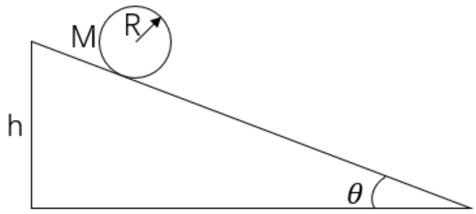

图 2.3: 题 5 图

(1) 薄圆柱壳绕自身中心轴的转动惯量。

(2) 薄圆柱壳滚下去时的质心加速度 a_c。

(3) 若斜面高 h，角度为 θ，薄圆柱壳从顶端释放，求薄圆柱壳滚到底端时摩擦力做的功。

6. 一根无限长金属导线通有电流 I，旁边有一边长为 a 的正方形金属框，问：

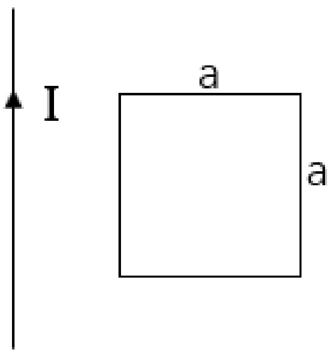

图 2.4: 题 6 图

(1) 求正方形金属框中的磁通量。

(2) 若正方形金属框以匀速 v 向右运动，求正方形金属框中的感生电动势。

(3) 若正方形金属框以匀速 v 向右运动，求正方形金属框中的感应电流方向。

7. 一根绳子两端固定振动，固定点的间距为 L，波速为 v，问：

(1) 驻波一阶共振频率，波长。

(2) n 阶共振频率。

(3) 若一端开口，振幅为 0 的位置在哪？

(4) 两端固定的情况下，驻波振幅最大处的振动方程。

8. 光电探测器的面积为 2mm*3mm，效率为 30%，探测时间为 5s。光电探测器放在两块夹角为 45 度的偏振片后。用一束光强为 $4 \times 10^7 J/m^2$ 的光照射光电探测器，问：

(1) 探测器接受到的能量。

(2) 在两块偏振片与光电探测器之间再加一块偏振片，这块偏振片的方向与第二块偏振片的方向夹角为 45 度，探测器接受到的能量。

9. 通过宽为 a 的狭缝单缝衍射，入射光的波长为 λ，问：

(1) λ 与 a 的关系在什么情况下可以忽略衍射。

(2) a = 500nm，波长 50nm 和 500nm 的情况下哪个衍射效应更明显？

(3) a = 500nm，波长 50nm, 500nm, 20000nm 的情况下，哪个波长的光衍射最强？

(4) 双缝衍射的中心点光强为 I，问不同角度的光强表达式。

10. 有一车库长 10m，初始前门 f 开着，后门 b 关着。车库前有一 40m 长的跑车以 0.98c 的速度朝着车库驶入，车库前门有一观测者。现记录两事件，事件 A 为跑车全部进入车库的瞬间关闭 f 门，事件 B 为跑车前端抵达 b 门的瞬间开启 b 门。问：

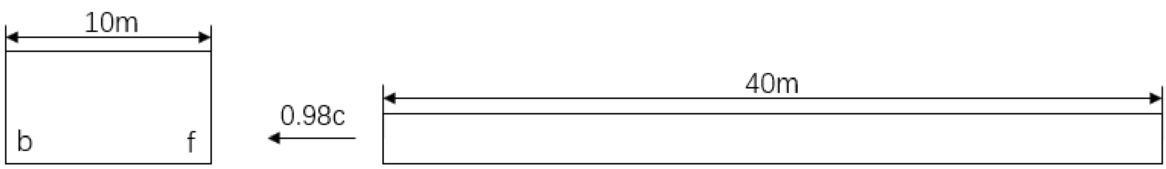

图 2.5: 题 10 图

(1) 在观测者看来，车有多长？

(2) 在观测者看来，AB 事件发生的间隔为多少？

(3) 在驾驶员看来，AB 事件发生的间隔为多少？

(4) 在观测者和驾驶员分别看来车是否可以装进车库内？

2022 年普通物理

1. 一物理摆绕质心 C 的转动惯量为 I_C，质量为 m，现令其绕 O 点转动，O 点到 C 的距离为 h。问：

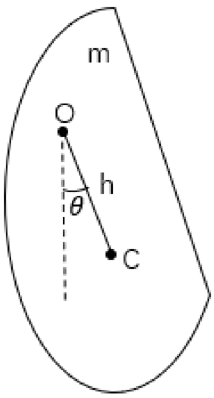

图 2.6: 题 1 图

(1) 求 OC 与竖直方向夹角 θ 满足的微分方程。

(2) 求物理摆绕 O 点摆动的周期。

2. 如图所示电路，电动势为 ϵ，电阻均为 R，开关 S 一开始打开，然后突然合上，求电容器 C 上的 q(t) 的函数。

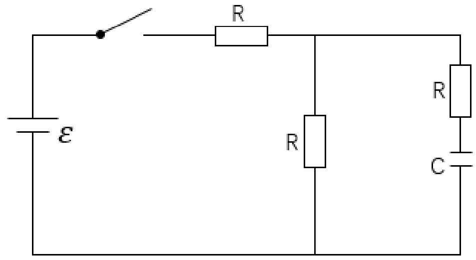

图 2.7: 题 2 图

3. 真空中的麦克斯韦方程组作时间反演 $t \to -t$，哪些量发生了变化？如何变化？

4. 一个可逆循环热机有两个等压过程和两个绝热过程组成，$P_2 > P_1$，求该热机的效率。

5. 物体在有心力场 $F(\vec{r}) = -k\frac{m}{r^2}\vec{r} + ?(This item was forgotten)$，其中 $\vec{r}$ 为径向单位矢量，试证明 $\vec{P} \times \vec{L}$ 是守恒量。

6. 在 x 方向有一个在 y-z 平面内均匀分布的电场 $E_x = b\sqrt{x}$，距离原点 d 处有一个边长为 d 的正方体高斯面。问：

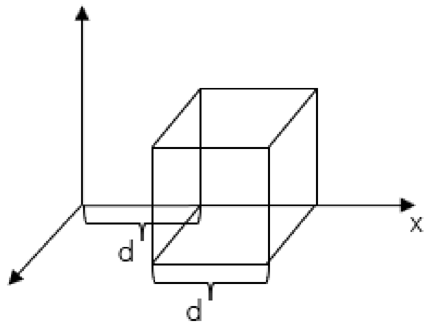

图 2.8: 题 6 图

(1) 通过该高斯面的电通量。

(2) 该高斯面内的净电荷。

7. 声速 $V_S^2 = \frac{\gamma P}{\rho}$，其中 $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$，P 为压强，ρ 为气体密度。问：

(1) 求单原子气体平均平动动能与方均根速率 V_{rms} 的关系。

(2) 求 V_S 与 V_{rms} 的关系（单原子气体）。

8. 已知物体受到的空气阻力为 $f = kv^2$，问：

(1) 该物体做自由落体运动的最大速率是多少？

(2) 若以初速度 v_0 将物体竖直上抛，求物体的最大高度。

9. 已知洛伦兹变换公式

$$\begin{cases} x' = \gamma\left(x - vt\right) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right) \end{cases}$$

(1) 试推导相对论中的速度变换公式。

(2) 一个人在静止系中看到一艘飞船以 0.6c 的速度向东运动，一颗彗星以 0.8C 的速度向西运动迎面撞来，求飞船上的人看到彗星的速度。

10. 交流电路 $\epsilon(t) = \epsilon_m cos(\omega t), \omega = \frac{R}{L}$。问：

(1) 电路中的总阻抗 (用 R 表示)。

(2) 若电流用 $i(t) = i_0 cos\left(\omega t + \Phi\right)$ 表示，求 $tan\Phi$。

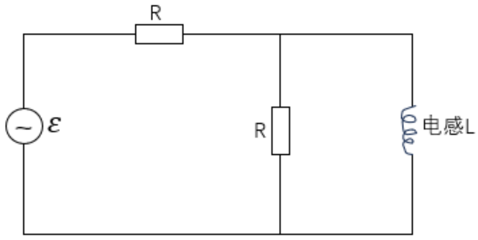

图 2.9: 题 10 图

11. (1) 写出热力学第零定律，热力学第一定律，热力学第二定律的各一种表述。

(2) 若一气体从 $(V_i, T_i) \to (V_f, T_f)$，求该过程的熵变。

12. 双缝干涉

(1) 推导双缝干涉的极大条件。

(2) 若光强为 I_0，干涉极大的光强为多少，为什么？

(3) 次极大光强为多少？

(4) 实验测得的结果与 (3) 有偏差，如何偏差？为什么会偏差？

(5) 若红、绿、蓝光通过干涉，求屏幕上的颜色分布。

13. 一薄玻璃片厚度 $h = 0.4\mu m$，可见光 $(390nm \sim 780nm)$ 垂直照射在上面。

(1) 反射极大满足的波长？

(2) 透射极大满足的波长？

14. 一根杆全长 L，质量为 M，一质量为 m 的小球以速度 v_0 垂直撞击杆的一端，发生完全弹性碰撞，整个系统在光滑水平面上。问

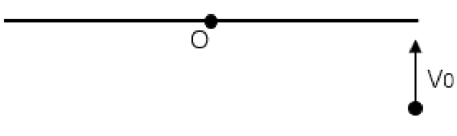

图 2.10: 题 14 图

(1) 若杆固定在中点 O，求碰撞后杆的角速度和小球的速度。

(2) 若杆不固定，求碰撞后杆的角速度、质心速度和小球的速度。

(3) 若杆不固定，求碰撞瞬间杆上速度为 0 的位置。