

# 大作业题目

收作业邮箱: [pkuccp@163.com](mailto:pkuccp@163.com)

截止时间: 期末考试前

1, 求解Poisson方程的电势场, 采用格点空间方法 (可以是均匀或非均匀格点, 二维或三维)

$$\nabla^2 \varphi = -f$$

电荷密度分布  $f(r)$  为:  $\frac{0.8}{1+e^{(r-r_0)/0.6}}$  [C·fm<sup>-3</sup>]

电荷分布为轴对称 ( $\rho, z, \varphi$ ),  $r=\sqrt{\rho^2+z^2}$ , 其中:

$r_0 = 10.0(1 + 1.0Y_{20} + 0.5Y_{30})$  fm,  $Y_{20}$  与  $Y_{30}$  为球谐函数

$$Y_2^0(\theta, \varphi) = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{5}{\pi}} (3 \cos^2 \theta - 1)$$

$$Y_3^0(\theta, \varphi) = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{7}{\pi}} \cdot (5 \cos^3 \theta - 3 \cos \theta)$$

作业要求:

- 邮件题目为: 计算物理作业1-姓名-学号
- 格式: 规范的论文格式, 建议latex写作
- 内容: 题目分析, 推导(带量纲), 算法步骤, 程序另附, 结果输出, 画图
- 尽量不链库文件, 程序检验运行可能有问题。

# 大作业题目

2. 求解下式薛定谔方程，给出波函数的模方和能级分布（方法不限）：

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(\rho, z) + V_{so}(\rho, z)\right]\varphi(\rho, z, \phi) = E\varphi(\rho, z, \phi)$$

其中势场：

$$V(\rho, z) = V_0[f(\rho, z + \zeta) + f(\rho, z - \zeta)]$$

$$V_{so}(\rho, z) = -i\lambda_0\left(\frac{\hbar}{2mc}\right)^2 \nabla V(\rho, z) \cdot (\boldsymbol{\sigma} \times \nabla)$$

$$f(\rho, z) = \frac{1}{1 + e^{-R_0/a} \cosh(\sqrt{\rho^2 + z^2}/a)}$$

$$\zeta = 7.5 \text{ fm}, V_0 = -50 \text{ MeV}, R_0 = 2 \text{ fm}, a = 1 \text{ fm}, \lambda_0 = 5.0,$$

$$\frac{\hbar^2}{2m} = 20.721246 \text{ fm}^2, \hbar c = 197.32696 \text{ MeV} \cdot \text{fm}, mc^2 = 939.56535 \text{ MeV}$$



# 大作业题目

---

3. 自己选择解决优化问题的方法，自己编写程序，求下面5维函数的最小值并给出各个参数的值（精度至少控制在 $10^{-2}$ ）：

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = (x_1 - 0.718)^2 + \left(\frac{x_2 + 0.718}{2}\right)^2 + (x_3 - 0.2)^2 + \left(\frac{x_4 + 2}{0.1}\right)^2 + x_5^2 + (x_2 - x_3 - 1.5)^2$$

各个参数给定的范围是：

$$x_1 \in [-1, 1], x_2 \in [-1, 1], x_3 \in [-5, -1], x_4 \in [0, 2], x_5 \in [-2, 2]$$

并给出求解过程。

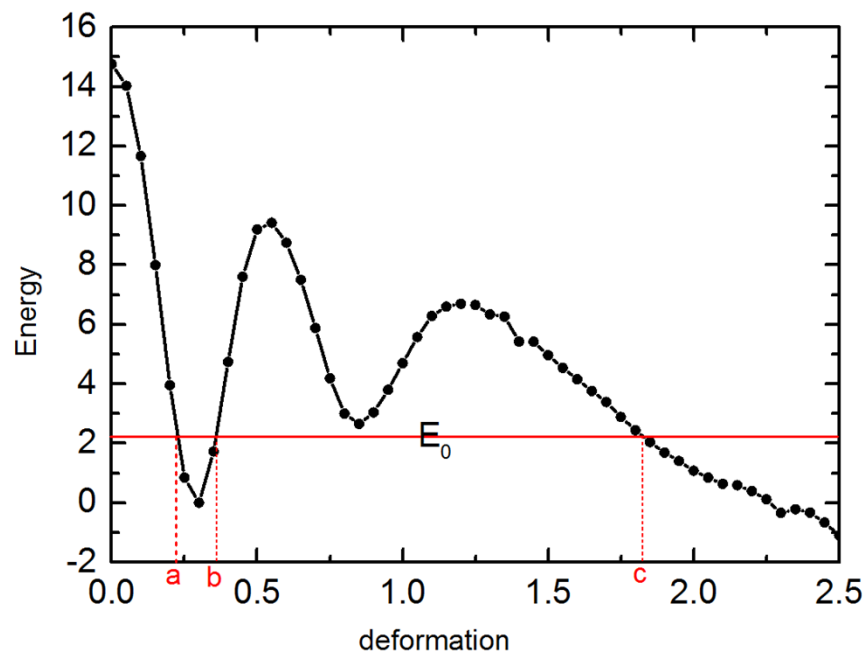


## 大作业题目（选做）

4. 如图所示，不同形变下的能量势 $V(q)$ 可画成右图曲线， $E_0$ ， $a$ ， $b$ ， $c$ 如右图所示。可以用如下公式计算体系的衰变寿命 $\tau$ 。

$$W = \exp\left(-2 \int_b^c dq \sqrt{M(q)(V(q) - E_0)}\right)$$

$$T = \hbar \int_a^b dq \left( \sqrt{((E_0 - V(q))/M(q))} \right)^{-1}$$
$$\tau = \frac{T}{W}$$



注：1)  $V(q)$  单位为MeV, 形变 $q$ 无量纲，离散数值在下页表1

2)  $M(q)$ 单位为 $\text{MeV}^{-1}$ , 给定离散数值在表2

问题（尽量精确的插值与积分计算，给出计算过程）：  
分别计算在 $E_0 = 0.9\text{MeV}$ 和 $E_0 = 4.8\text{MeV}$ 时寿命 $\tau(\text{s})$ 的大小。



题4附表

表1:

| 形变   | V      | 形变   | V      |
|------|--------|------|--------|
| 0    | 14.757 | 1.3  | 6.337  |
| 0.05 | 14.022 | 1.35 | 6.263  |
| 0.1  | 11.665 | 1.4  | 5.425  |
| 0.15 | 7.996  | 1.45 | 5.421  |
| 0.2  | 3.953  | 1.5  | 4.961  |
| 0.25 | 0.848  | 1.55 | 4.541  |
| 0.3  | 0      | 1.6  | 4.153  |
| 0.35 | 1.727  | 1.65 | 3.76   |
| 0.4  | 4.741  | 1.7  | 3.393  |
| 0.45 | 7.607  | 1.75 | 2.885  |
| 0.5  | 9.199  | 1.8  | 2.441  |
| 0.55 | 9.421  | 1.85 | 2.042  |
| 0.6  | 8.751  | 1.9  | 1.69   |
| 0.65 | 7.503  | 1.95 | 1.405  |
| 0.7  | 5.879  | 2    | 1.079  |
| 0.75 | 4.185  | 2.05 | 0.844  |
| 0.8  | 3      | 2.1  | 0.635  |
| 0.85 | 2.655  | 2.15 | 0.59   |
| 0.9  | 3.036  | 2.2  | 0.393  |
| 0.95 | 3.799  | 2.25 | 0.112  |
| 1    | 4.693  | 2.3  | -0.339 |
| 1.05 | 5.57   | 2.35 | -0.218 |
| 1.1  | 6.281  | 2.4  | -0.329 |
| 1.15 | 6.602  | 2.45 | -0.667 |
| 1.2  | 6.697  | 2.5  | -1.097 |
| 1.25 | 6.654  |      |        |

表2:

| 形变   | M        | 形变   | M        |
|------|----------|------|----------|
| 0    | 271.7416 | 1.3  | 157.1452 |
| 0.05 | 272.5246 | 1.35 | 201.3586 |
| 0.1  | 289.6114 | 1.4  | 214.687  |
| 0.15 | 334.4802 | 1.45 | 218.3236 |
| 0.2  | 424.6238 | 1.5  | 230.8458 |
| 0.25 | 510.052  | 1.55 | 228.404  |
| 0.3  | 493.5916 | 1.6  | 227.9806 |
| 0.35 | 462.7472 | 1.65 | 222.401  |
| 0.4  | 364.1124 | 1.7  | 220.5856 |
| 0.45 | 246.5    | 1.75 | 221.241  |
| 0.5  | 275.471  | 1.8  | 203.5452 |
| 0.55 | 327.9146 | 1.85 | 239.7198 |
| 0.6  | 317.6718 | 1.9  | 261.3016 |
| 0.65 | 315.2416 | 1.95 | 279.618  |
| 0.7  | 332.7344 | 2    | 184.3646 |
| 0.75 | 323.2862 | 2.05 | 183.4018 |
| 0.8  | 328.7846 | 2.1  | 175.2644 |
| 0.85 | 308.0322 | 2.15 | 173.0314 |
| 0.9  | 270.7788 | 2.2  | 170.9782 |
| 0.95 | 272.8552 | 2.25 | 163.2932 |
| 1    | 210.888  | 2.3  | 160.109  |
| 1.05 | 186.1278 | 2.35 | 159.8074 |
| 1.1  | 193.7258 | 2.4  | 157.5744 |
| 1.15 | 201.376  | 2.45 | 305.486  |
| 1.2  | 186.2902 | 2.5  | 296.9339 |
| 1.25 | 189.196  |      |          |

