

物質構造科学特論（瀬戸担当分）レポート課題

1. 中性子小角散乱の形状因子 $P(\mathbf{q})$ は、散乱振幅密度分布 $f(\mathbf{R})$ のフーリエ変換を $A(\mathbf{q})$ とすると $P(\mathbf{q}) = |A(\mathbf{q})|^2$ により与えられる。以下の小問を解くことによって、半径 R の球の形状因子を計算せよ。

- (1) $f(\mathbf{r})$ のフーリエ変換 $A(\mathbf{q})$ は

$$A(\mathbf{q}) \propto \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\mathbf{r}) e^{i\mathbf{q}\cdot\mathbf{r}} d\mathbf{r}$$

と書ける。 $f(\mathbf{r})$ が球対称である場合には極座標表示を用いて

$$A(q) \propto 2\pi \int_0^{\infty} r^2 f(r) \frac{\sin(qr)}{qr} dr$$

となることを示せ。

- (2) 溶液中に密度が一様な半径 R の球が浮かんでいる場合は散乱振幅密度分布は $f(r) = \rho_0 (0 \leq r \leq R)$

と考えることができる。この時の $A(q)$ を計算することにより

$$A(q) = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0 \left(3 \frac{\sin(qR) - qR \cos(qR)}{(qR)^3} \right)$$

となることを示せ。

2. 表1は中性子小角散乱の測定結果である。このデータ(sample_data.xlsx)を用いて、回転半径 R_g とPorod係数を求めよ。
3. 干渉性散乱と非干渉性散乱の違いは何か。その原因と使い方の違いについて説明せよ
4. 自分の研究テーマの内容について説明して、J-PARCで実験するとすればどのようなことができるか可能性を検討せよ。

〆切：8/1

提出：PDFファイル（ファイル名に名前を入れる）

提出先：河合さん<kawai-y@eng.hokudai.ac.jp>

サンプルデータと講義資料は以下のページをご覧ください。

<https://research.kek.jp/people/seto/hokudai-lecture.html>

表1

$I(Q)(\text{cm}^{-1})$	$Q(\text{\AA}^{-1})$
121.579495	0.01447486
120.738766	0.0152442
116.126415	0.01618168
111.173191	0.0171315
105.925831	0.01806746
102.101048	0.01902069
98.1888696	0.01998681
93.7620049	0.02093161
90.3795663	0.02187957
85.1386453	0.02282994
81.433262	0.02377874
77.5188638	0.02472655
73.6226922	0.02567526
70.6650887	0.02662586
68.7820474	0.02680187
66.2965508	0.0275678
62.3785592	0.0285312
59.1631089	0.02947842
55.9140626	0.03046333
52.72818	0.0313874
49.466015	0.03235295
47.3855782	0.03330154
43.3823434	0.03420999
40.1577645	0.03516916
33.7218209	0.03804785
24.7740766	0.04190765
17.7057	0.04572982
12.3404399	0.04956183
8.4095746	0.05332727
5.77704868	0.05716953
3.94546232	0.06107258
2.87061867	0.06490474
2.08735189	0.06878453
1.56826791	0.07268086
1.29244957	0.07651173
1.07501564	0.08035313
0.87092337	0.08419577
0.72063157	0.08806172
0.60667917	0.09193143
0.52276501	0.09573878
0.44735012	0.09954099
0.38438961	0.10338613
0.33846733	0.10722221
0.29667601	0.11094946
0.2589508	0.11483863
0.22731635	0.1186952
0.20325241	0.12252346
0.18367872	0.12636301
0.16503462	0.13021387