平成17年度

信州大学大学院　工学系研究科
博士前期課程 物質基礎科学専攻

第Ⅱ期募集 入学試験問題

専門科目（物理学系）

次の6問中4問を選択して解答せよ。

1. 解答用紙は、1問につき1枚を使用し、無解答の場合でも必ず4枚提出すること。
2. 各解答用紙には、選択した問題番号、受験番号を必ず記入すること。
3. 必要ならば、解答用紙の両面を使用してよい。

下書用紙

2

[I] 誘電率 ϵ_1，透磁率 μ_1 の誘電体 1 から，誘電率 ϵ_2，透磁率 μ_2 の誘電体 2 に，平面正弦波で表される直線的に偏った電磁波が境界面に垂直に入射している (図 1)．ただし，入射波の進行方向を z 方向とし，誘電体の境界面を $z=0$ とする．また，入射波の電場成分の振幅を E_0，角振動数を ω，時刻 $t=0$，位置 $z=0$ での位相を 0 とする．

1. 入射波，反射波，透過波の電場と磁場をそれぞれ求めよ．

2. 境界面での反射率と透過率を求めよ．

3. 誘電体 1 に対する誘電体 2 の屈折率 n_{12} が 1 より大きいとき，反射波の電場の位相が境界面上で π だけ変化すること示せ．ここで，$\mu_1=\mu_2=\mu_0$ とする．

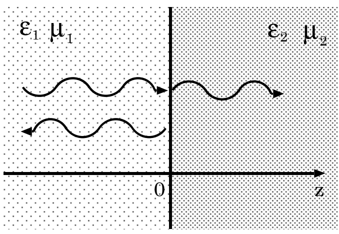

図 1

[II] 真空中に完全導体があり，その表面に垂直に [I] と同じ電磁波が入射している (図 2)．このとき，入射波と反射波が重ね合わさって定常波ができている．ここで，入射波の進行方向を z 方向とし，完全導体の表面を $z=0$ とする．

4. 定常波について，電場と磁場の節の位置を求めよ．

5. 定常波について，任意の点でのポインティングベクトルを求め，時刻 $t=0$ のとき，横軸に z の位置をとり，縦軸にポインティングベクトルの z 成分をとったときのグラフを描け．

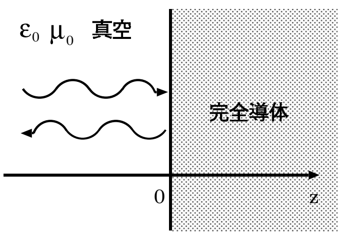

図 2

$\boxed{5}$

問 1 次のハミルトニアン (H) で記述される 1 次元の調和振動子について、以下の問に答えよ。

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m(2\pi\nu)^2q^2$$

ここで、q、p、m、ν はそれぞれ振動子の変位、運動量、質量、振動数である。

1. 振動子は位相空間上で楕円軌道を描く。エネルギーの値が E の時、楕円の面積 $J(=\oint pdq)$ を求めよ。J は運動の 1 周期に関する位相空間上の積分で作用変数と呼ばれている。
(ヒント：楕円 $\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1$ の面積は πab)
2. 黒体放射を説明するためにプランクが仮定したエネルギーに関する条件式 $E = nh\nu$ と前問の結果を使って、J に関する条件式 (量子条件) を導け。ここで、h はプランク定数、$n = 0, 1, 2, \ldots$ である。

問 2 質量 m の粒子が中心力 $\vec{F} = f(r)\vec{r}$ を受けて、原点の周りを回っているとする。以下の問に答えよ。

1. 粒子の角運動量 $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ は一定であることを示せ。ここで、$\vec{r}$、$\vec{p}$ はそれぞれ粒子の位置ベクトル、運動量である。
2. 粒子は平面運動している。この運動を極座標 (r, θ) を使って記述しよう。角運動量の大きさ (L) は次の式で与えられことを示せ。

$$L = mr^2\frac{d\theta}{dt}$$

3. 角度座標 (θ) に関する正準共役な運動量 (p_θ) は L である。また、作用変数は $J = \int_0^{2\pi} p_\theta d\theta$ で与えられる。問 1 の 2. で導いた J に関する条件式が、この場合にも成り立つと仮定して L に関する条件式 (量子条件) を導け。

$\boxed{6}$は以下の2問中1問を解答せよ。

$\boxed{6}$の１

Debye-Scherrer 法によりアルミニウムの格子定数を測定する。

1. x線管球について説明せよ。

2.この実験に用いられるx 線は、単結晶試料のラウエ写真を撮る時に用いるx 線と同じものでよいか、議論せよ。

3.図1,2を用いて、測定方法を述べよ。図1は装置の模式図、図2はx 線の照射後、フィルムを現像したもので、各図の L は同じ長さである。

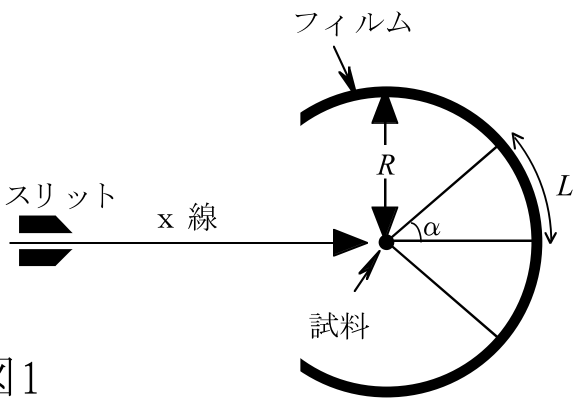

図1

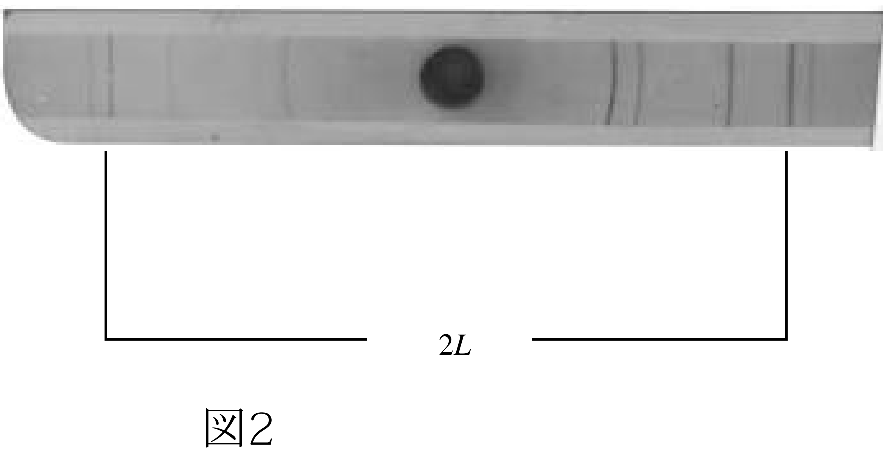

図2