

2008年度

立教大学大学院 理学研究科 物理学専攻 博士課程前期課程 入学試験問題 (物理学)

以下の注意事項をよく読み、遵守せよ。

- 配られた解答用紙の全てに受験番号を記入せよ。
- 物理学の試験は四問の大問からなり、全ての問題に解答しなければならない。また、大問一問につき、解答用紙一枚を用い、解答用紙の左上に大問の番号を記入せよ。
- 解答用紙が大問の数だけ配られている事を確認せよ。そうでない場合は挙手して試験監督者に伝えること。
- 解答用紙の裏面を使用してもよいが、その場合には裏面にも解答が記入されていることを、表面の下部に「裏に続く」と注意書きすること。裏面には受験番号・氏名の記入は不要である。
- 質問がある場合には静かに挙手して試験監督者に伝えること。

I. 2次元平面内の力

$$F_x = -k(x - y)$$

$$F_y = k(x - y)$$

がある (k : 正の定数)。以下の設問に答えよ。

- 1) この力が保存力であることを示せ。
- 2) ポテンシャル $U(x, y)$ を求めよ。ポテンシャルの基準は $U(0, 0) = 0$ とする。
- 3) この力のもとでの質量 m の質点の運動を求めよ。ただし、 $t = 0$ で粒子の位置を $x = a$ 、 $y = 0$ 、速度の x 成分、 y 成分を $v_x = 0$ 、 $v_y = v_0$ とする。

II. 3次元空間における2点 $(a, 0, 0)$ 、 $(-a, 0, 0)$ にそれぞれ正の点電荷 q が置かれている。以下の設問に答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

- 1) 任意の点 $P(x, y, z)$ における電位を書け。
- 2) 点 P の座標が $|x| \ll a$ 、 $|y| \ll a$ 、 $|z| \ll a$ であるとき、点 P における電位を x, y, z について2次の項までとった近似式で求めよ。
- 3) 設問2) で求めた電位を使って点 P における電場を求めよ。

III. 質量 m 、エネルギー E の粒子が x の負の方向から 1 次元階段型ポテンシャル

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

に入射する場合を考える。ここで、 $E > 0$ 、 $V_0 > 0$ とする。以下の設問に答えよ。

- 1) $x < 0$ と $x \geq 0$ の領域におけるシュレーディンガー方程式を書け。
- 2) 設問 1) のシュレーディンガー方程式の解となる入射波、反射波、透過波をそれぞれの振幅を A, B, C として求めよ。
- 3) 振幅 B, C と振幅 A の関係を示せ。
- 4) 反射率 R と透過率 T を求め、これらのエネルギー E に対する依存性の概略を図示せよ。

IV. 磁気能率 μ を持つ 2 個の粒子が並んで固定されている系を考える。ここで、粒子間の相互作用は無視する。この系を絶対温度 T の熱浴に接触させ、外部磁場 B をかける。なお、各々の磁気能率は磁場の向きあるいはその反対の向きのみを取りうるとする。以下の設問に答えよ。

- 1) ボルツマン定数を k_B とし、温度 T におけるこの系の分配関数（状態和） Z を求めよ。
- 2) 温度 T におけるこの系の全磁気能率の熱的平均値 \bar{M} を求めよ。
- 3) 設問 2) で求めた \bar{M} の温度 T に対する依存性の概略を図示し、その物理的な理由を説明せよ。