

平成19年度第1次募集（平成18年10月入学含む。）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題

（専攻名）自然構造科学専攻

（試験実施単位名）A1 物理学

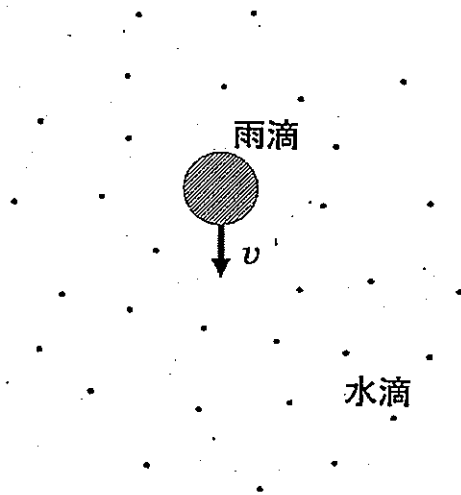
基礎科目

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 この冊子は、表紙を含めて5ページある。
- 3 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、120分である。
- 6 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

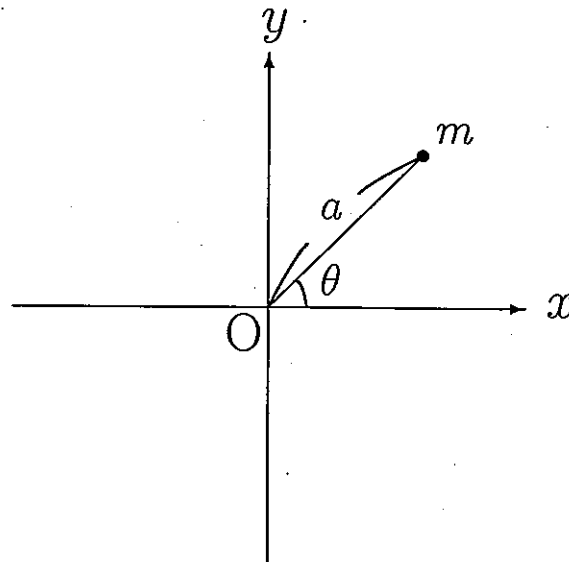
1

[1] 雨滴が小さな水滴を吸収しながら落下している。雨滴の最初の質量を m_0 、初速度を 0 とし、単位時間あたりの質量増加を a とする。以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度を g とし、空気の抵抗及び水滴との衝突による抵抗は無視する。



- (1) 落下を始めてから t 秒後の雨滴の質量 m を示す式を書け。
- (2) このときの雨滴の運動方程式を立てよ。
- (3) t 秒後の雨滴の速度 v を求めよ。
- (4) 最初の t 秒間の雨滴の落下距離 x はいくらか。

[2] 図のように、質量 m の質点が滑らかな二次元平面上を中心 O から距離 a を保って運動している。以下の問いに答えよ。



- (1) x 軸とのなす角度 θ を一般化座標として、ラグランジュ関数 L_1 を書け。
- (2) L_1 を使って、ラグランジュ方程式を書き、それを解いて θ を時間 t の関数として表せ。
- (3) L_1 を使って、ハミルトン関数 H_1 と正準運動方程式を書け。
- (4) この質点の運動を平面座標 x, y を使って解こう。 x, y とその時間微分、ラグランジュの未定乗数 λ を使って、ラグランジュ関数 L_2 を求めよ。
- (5) L_2 を用いてラグランジュ方程式を書け。この方程式を解き x, y を時間 t の関数として表せ。

2

[1] 図1のように、接地された半無限導体があり、その表面から d だけ離れた x 軸上の点 P に点電荷 q をおいた。鏡像法でこの問題を解くために仮想の点電荷 $-q$ を点 P の鏡像の位置である点 P' においた。以下の問いに答えよ。

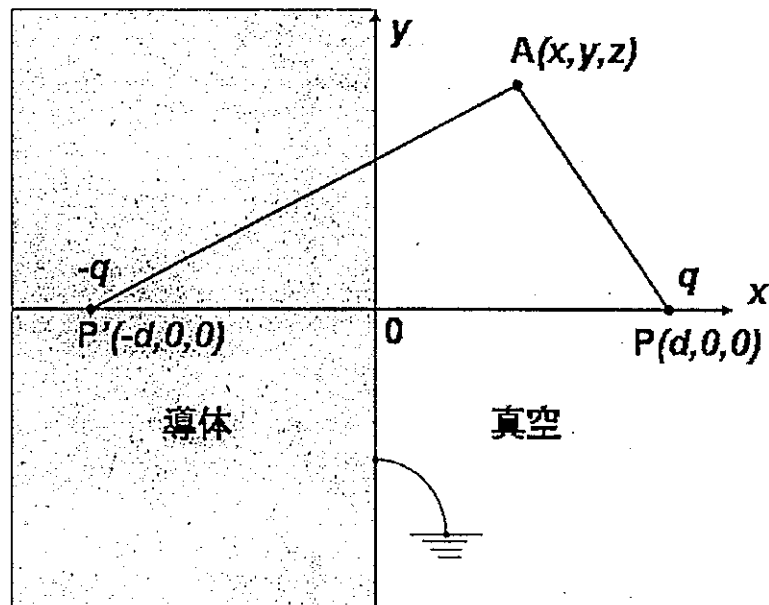


図1: 点電荷 q と導体内の鏡像電荷 $-q$

- (1) 導体外の任意の点 $A(x, y, z)$ におけるポテンシャル Φ を求めよ。
- (2) 設問 (1) で求めたポテンシャル Φ は導体表面上で0になっていることを確かめよ。
- (3) 点 $A(x, y, z)$ における電場 \vec{E} を求めよ。
- (4) 導体表面に誘導される電荷の面密度 σ を求めよ。

[2] 図2のように、真空中、 $y = 0$ と $y = L$ にある2枚の広い導体板にはさまれた導波管がある。この中を x 方向に伝播する電磁波がある。以下の問いに答えよ。

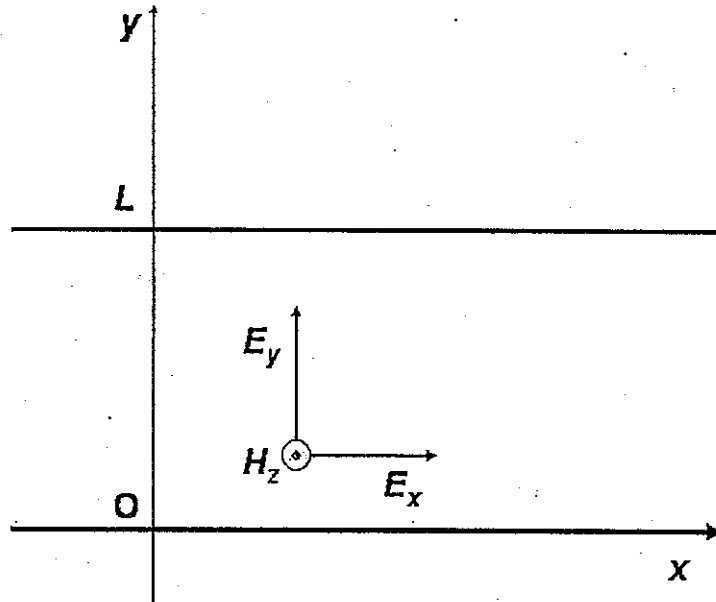


図 2: 導波管

(1) Maxwell 方程式を用いて次の波動方程式①を導け。

$$\epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H_z}{\partial y^2} \quad \text{①}$$

(2) ①式の解として

$$H_z = H_0 \cos(qy) \sin(kx - \omega t) \quad \text{②}$$

を想定して、 ω と q, k の分散関係式を求めよ。

(3) 導体上では $E_x = 0$ であることから、 q の値を求めよ。