平成28年度

金沢大学理工学域編入学試験

数物科学類 物理学コース

試験の注意

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題は３問（I, II, III），答案用紙は３枚，下書き用紙は１枚である。
3. 解答は，問題ごとに指定の答案用紙に記入すること。
4. スペースが足りない場合は，答案用紙の裏面を使用しても良い。ただしその場合は，裏面に続くことを明記し，表面の解答範囲と同様の高さ (約7cm空けて) から書き始めること。
5. 白紙の答案でも，受験番号を明記して提出すること。
6. 問題冊子と下書き用紙は，持ち帰ること。

金沢大学理工学域 編入学試験	問　　題
科　目　名	志願学類・コース
専門科目（I）	数物科学類 物理学コース

I

質量が無視でき，伸び縮みしない，長さ r の糸の先に質量 m の質点をつるした振り子がある。図1の様に，糸の支点を原点Oとして，水平方向に x 軸，鉛直下向きに y 軸をとる。時刻 $t=0$ で，位置 $(r,0)$ にあった質点から静かに手を離したところ，質点は初速度ゼロで運動を始めた。ある時刻 t での質点の位置を (x,y)，糸と x 軸のなす角を θ とする。ここで，角速度 $\dfrac{d\theta}{dt}$ は ω と表記してよい。質点には，常に y 軸正の方向に重力 mg（g は重力加速度）がかかり，糸がたるんでいなければ，糸からの張力 T（支点に向かう向きが正）がかかっている。ただし，空気抵抗は無視する。また，位置 $(0,h)$ には太さが無視できる細いピンが刺さっており，質点が y 軸を通過した後はピンを支点とした運動に変わる。ここで，h は $0<h<r$ である。

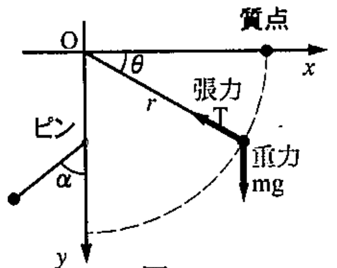

図 1:

まず，θ が $0<\theta<\pi/2$ の範囲にある時の質点の運動を考える。

(1) 質点の x および y 方向の速度成分 v_x，v_y を，r，θ，ω を用いて表しなさい。

(2) 質点の速度の大きさ v を求めなさい。

(3) 質点の x および y 方向の加速度成分 a_x，a_y を，r，θ，ω および，ω の時間微分を用いて表しなさい。

(4) 質点の運動の接線方向および法線方向（支点に向かう向きが正）の加速度成分 a_t，a_n を，r，v および，v の時間微分を用いて表しなさい。

(5) 法線方向の運動方程式を書きなさい。

(6) 張力 T を，m，g，θ を用いて表しなさい。

次に，質点が y 軸を通過した後の質点の運動を考える。糸と y 軸のなす角を α とする。

(7) 質点が y 軸を通過する時の速度の大きさ v_0 を求めなさい。

(8) 張力 T を，r，h，m，g，α，v_0 を用いて表しなさい。

(9) 糸がたるまずに質点がピンの周りを1回転以上する h の条件を求めなさい。

(10) h が (9) の条件を満たしていないとき，質点はどの様な運動をするか説明しなさい。

金沢大学理工学域 編入学試験	問　　題
科　目　名	志願学類・コース
専門科目（II）	数物科学類 物理学コース

II

真空中にある半径 a の絶縁体球の内部に電荷が一様に帯電している。帯電した電荷の総量は Q である。以下の問いに答えなさい。ただし, 絶縁体球内外の誘電率を ϵ_0 とする。

(1) 球の中心からの距離を r として，球内外の電場 $E(r)$ を求めなさい。

(2) (1) で求めた電場 $E(r)$ を r に対して図示しなさい。図には電場の最大値とその位置の球の中心からの距離を書き込みなさい。

(3) 球内外の電位 $V(r)$ を求めなさい。

(4) 球の内外における単位体積あたりの静電エネルギー u を求めなさい。

(5) 半径 $r \sim r + dr$ の球殻の微小体積 dV を r と dr で表しなさい。

(6) 球内外の静電エネルギーの総和 U を求めなさい。

金沢大学理工学域 編入学試験	問　　題
科　目　名	志願学類・コース
専門科目（III）	数物科学類 物理学コース

III

(1) 次の計算をしなさい。ただし，$\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$ はそれぞれ x 軸，y 軸，z 軸方向の単位ベクトルである。

(a) スカラー関数 $\phi = \dfrac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$ の勾配

(b) ベクトル関数 $\boldsymbol{A} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$ の発散

(c) ベクトル関数 $\boldsymbol{v} = y\boldsymbol{i} - x\boldsymbol{j}$ の回転

(2) 始点 $(0,0,0)$ と終点 $(1,1,1)$ を直線で結ぶ経路を C とする。経路 C に沿ったベクトル関数 $\boldsymbol{A} = (x^2+y)\boldsymbol{i} + (xy+z)\boldsymbol{j} - yz\boldsymbol{k}$ の線積分 $\displaystyle\int_C \boldsymbol{A}\cdot d\boldsymbol{r}$ を計算しなさい。

(3) 平面 $x+y+z=1$ が座標軸と交わる点を A, B, C，3 点 A, B, C を結ぶ線分で囲まれた三角形を S とする。ベクトル関数 $\boldsymbol{A} = 2x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + 2z\boldsymbol{k}$ の S 上での面積分 $\displaystyle\iint_S \boldsymbol{A}\cdot\boldsymbol{n}dS$ を計算しなさい。ただし，$\boldsymbol{n}$ は S の単位法線ベクトルで，原点から S へ引いた垂線の向かう向きとする。

(4) 行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ 2 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ の逆行列を計算しなさい。