平成27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

(1) 力 $\vec{F}(\vec{r}) = f(r)(\vec{r}/r)$ をうけて運動する，質量 m の質点の角運動量 $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$ が保存することを，運動方程式を用いて示しなさい。

次に，なめらかな水平面上で，質量 m の質点に糸をつけて回転させている場合を考える。

(2) 半径 r_1，速度 v_1 の状態から，"ゆっくり"糸を短くしていって，半径 r_2，速度 v_2 になった。v_2 を求めなさい。なお"ゆっくり"とは，1回転の間に半径の減少する長さが r に較べて十分小さいことで，速度 v は各時点で半径方向に垂直と近似してよい。

(3) この間の運動エネルギーの変化 ΔK を，m, v_1, r_1, r_2 のみを用いて表しなさい。

(4) 半径 r の時の糸の張力 T を，m, v_1, r_1, r のみを用いて表しなさい。

(5) 糸の長さが r_1 から r_2 に変わる間に糸の張力によってされた仕事 W を求め，それを m, v_1, r_1, r_2 のみを用いて表しなさい。

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

半径 a の無限に長い円柱状の導線が 2 本, 中心間距離 b だけ離して平行に配置してある。ただし, 中心間距離 b は導線の半径 a より十分大きい ($b \gg a$)。2 本の導線はそれぞれ線電荷密度 $+\lambda$ と $-\lambda$ に帯電している。真空中の誘電率を ε_0 として, 以下の問に答えなさい。

(1) $+\lambda$ に帯電した導線の中心から $-\lambda$ に帯電した導線の中心方向への距離を x として, 電場の大きさ E を求めなさい。

(2) 導線間の電位差を求めなさい。

(3) 導線間の長さ l あたりの静電エネルギー W と静電容量 C を求めなさい。

上問の 2 本の導線を直線状 ($a = 0$) として, 電流 I を流す (図 1)。ただし, 2 本の導線には反対方向に電流 I が流れている。次の問に答えなさい。

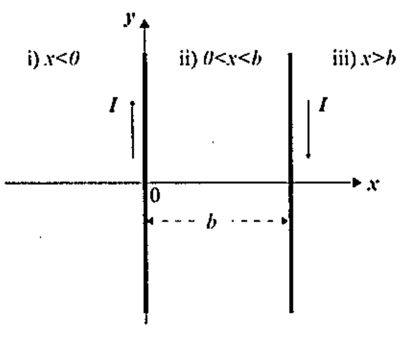

図 1:

(4) 図 1 に示すように, 片側の導線の中心からの距離を x として, 平行導線のあいだ, および外の空間 (図 1 の i), ii), iii) の領域) における磁場 H の大きさをそれぞれ求めなさい。

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) 次の微分，積分を計算しなさい。

(i) $\dfrac{d}{dx}(x^{\sin x})$　　(ii) $\displaystyle\int_0^\infty e^{-x^2}dx$

(2) 位置ベクトル $\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$, $r = |\boldsymbol{r}| = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$, 曲面 S の面要素を dS, dS に垂直な単位ベクトルを $\boldsymbol{n}$ として以下の問に答えなさい。

(a) $\nabla \cdot \dfrac{\boldsymbol{r}}{r^3}$ を計算しなさい。ただし $r \neq 0$ とする。

(b) 原点 O を含まない閉曲面 S に対して，以下の面積分を求めなさい。

$$\iint_S \frac{\boldsymbol{r}\cdot\boldsymbol{n}}{r^3}dS$$

(c) 原点 O を含む半径 a の球面 S に対して，次の式が成り立つことを示しなさい。

$$\iint_S \frac{\boldsymbol{r}\cdot\boldsymbol{n}}{r^3}dS = 4\pi$$

(d) (c) の関係式が，原点 O を含む任意の閉曲面 S に対して成り立つことを示しなさい。

(3) 行列 A を次のように定義する。

$$A = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

(a) A の固有値と規格化された固有ベクトルを求めなさい。

(b) ある行列 P を用いて，行列 $A' = P^{-1}AP$ を対角行列にすることができる。P と A' を求めなさい。