２０１８年９月・２０１９年４月入学試験

大学院先進理工学研究科修士課程

共同原子力専攻

問題表紙

◎問題用紙が＿6＿ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
◎解答用紙が＿4＿枚綴りが＿1＿組あることを試験開始直後に確認しなさい。

科目	問題番号
数学一般(微積分，微分方程式，変分法)	1，2
力学	3，4
電磁気学	5，6

[解答方法]

（１）　6題中4題選択し解答すること（選択した4題以外は解答しないこと）。
（２）　解答は別紙の解答用紙の表の面に記入すること。裏面は使用しないこと。
（３）　解答用紙は4枚ある。
（４）　1枚の解答用紙に2問以上を解答しないこと。
（５）　受験番号・氏名・選択した問題番号をすべての解答用紙に記入すること。

２０１８年９月・２０１９年４月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程共同原子力専攻

科　目　名：数学一般(その１)

問題番号 1

(1) I を第一象限（ $x > 0,\ \ y > 0$ ）にある，点 (0,0)，(1,1) を結ぶ経路で $y^3 = x^3$ で与えられるとする。このとき経路 I に沿う積分

$$L = \int_I (x^2 + y)dx + (x - y^2)dy$$

の値を求めよ。

Let I be a path in the first quadrant $(x > 0,\ \ y > 0)$ connecting (0,0) and (1,1) and given by $y^3 = x^3$. Calculate the value of the following path integral:

$$L = \int_I (x^2 + y)dx + (x - y^2)dy$$

(2) 常微分方程式 $u'''(x) + u'(x) = \cos x$ の一般解を求めよ。

Find a general solution to the ordinary differential equation: $u'''(x) + u'(x) = \cos x$

２０１８年９月・２０１９年４月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程共同原子力専攻

科　目　名：　数学一般(その2)

問題番号 2

(1) 次の常微分方程式の一般解を求めよ。

$$y' = \frac{x}{x-2y} + \frac{y}{x}$$

Find a solution to the ordinary differential equation:

$$y' = \frac{x}{x-2y} + \frac{y}{x}$$

(2) R を正定数とし，心臓形が θ をパラメータとして

$$\begin{cases} x = 2R\cos\theta - R\cos 2\theta \\ y = 2R\sin\theta - R\sin 2\theta \end{cases}$$

で与えられている。このとき $0 \leq \theta \leq 2\pi$ に応ずる弧 C の長さを求めよ。

Let R be a positive constant and let cardioid be given by

$$\begin{cases} x = 2R\cos\theta - R\cos 2\theta \\ y = 2R\sin\theta - R\sin 2\theta \end{cases}$$

with parameter θ. When θ varies from 0 through 2π, calculate the value of its arc length.

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程共同原子力専攻

科　目　名：　力学(その1)

問題番号 3

1. 図1(figure 1)に示す質量(mass) M，半径(radius) Rの球(sphere)の中心点(central point) Oを通るz軸まわりの慣性モーメン(moment of inertia) Iを導出(derive)せよ。但し，球の密度(density) ρはどこでも一様(uniform)とする。

2. 液体(liquid)を円筒(cylinder)に入れ，円筒を$r=0$の中心軸(central axis)のまわりに一定(constant)の角速度(angular velocity) ωで回転(rotate)させると，液体の自由表面(free surface of the liquid)は図2(figure 2)のように力学的につり合った安定な形(stable shape) z(r)となった。
以下の問いに答えよ。
① 質点(point of mass)の力の釣り合い(balance)から液体の自由表面の形状を表す式z(r)を求めよ。
② $\omega=0$のときの液体の自由表面の液位(liquid level) h_cを求めよ。

計算条件(boundary conditions)は以下の通りである。
- $r=0$の液体の自由表面の液位を，h_0とする。
- 液体は円筒と同じ角速度で回転しており，相対的(relatively)に静止(static)しているとする。
- 円筒の内径(inner diameter)を$2R$，重力加速度(gravitational acceleration)をgとする。

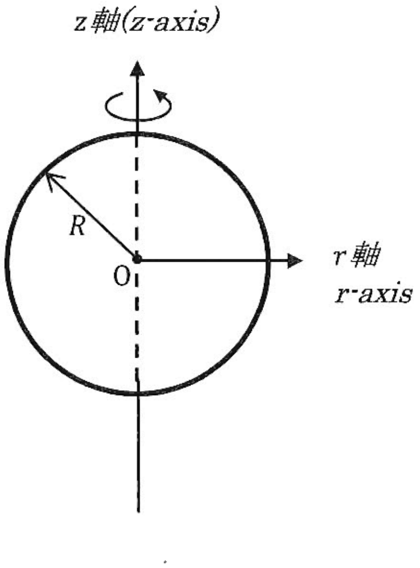

図1

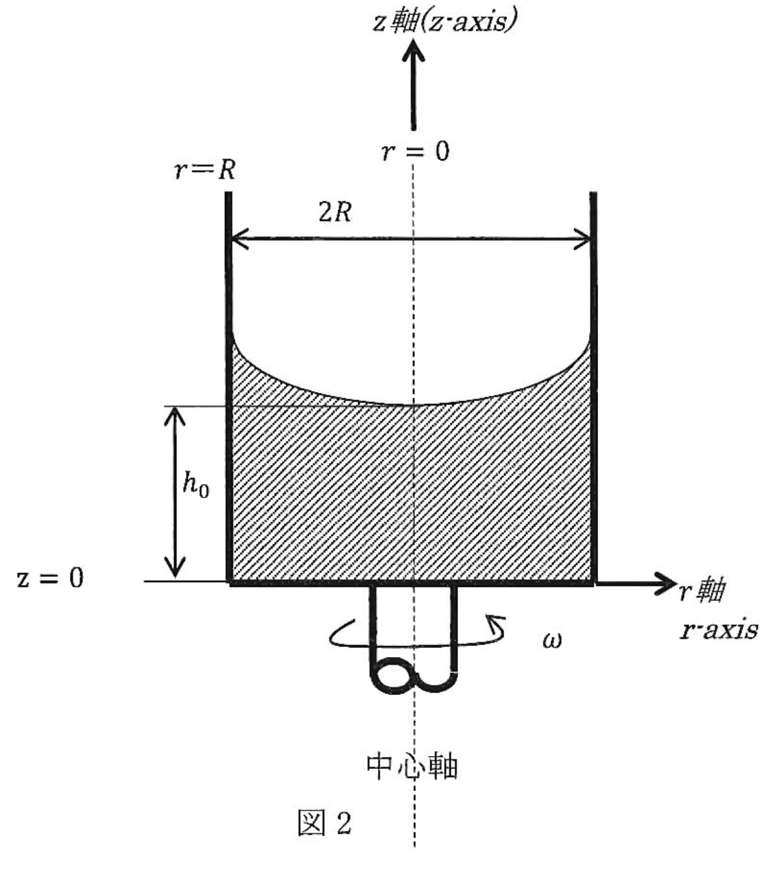

図2

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程共同原子力専攻

科　目　名：　力学(その2)

問題番号 4

1. 振動(vibration)している物体の共振(resonance)現象について簡単に説明(explain)せよ。

2. 図1(figure 1)に示すようにおもり(weight) A,B が1個の定滑車(fixed pulley)と2個の動滑車(movable pulley)を用いてつるされている。おもりAを手(hand)で支え静止させた状態から時刻(time) $t=0$ で静かに離した時，おもりAは下降し，おもりBは上昇した。おもりAが床(floor)につくまでの時間 t_r を求めよ。但し，重力加速度(gravitational acceleration)を g とする。

計算条件(boundary conditions)は以下の通りである。

① 滑車の質量(mass)は無視できる(negligible)。従って，滑車の慣性モーメン(moment of inertia)は無視できる。
② おもりA,Bをつるしている糸(thread) a,b の質量は無視でき，長さ(length)は一定(constant)である。
③ おもりA,Bの質量はそれぞれ M_A, M_B である。
④ おもりA,Bが動く場合の空気抵抗(air resistance)そして糸と滑車の間の抵抗(friction)は無視できる。
⑤ $t=0$ でおもりAの速度(velocity)はゼロとし，位置は $z=0$ とする。
⑥ 滑車同士は，衝突(collision)しない。
⑦ 糸 a,b と天井(ceiling)との角度(angle)は90度。

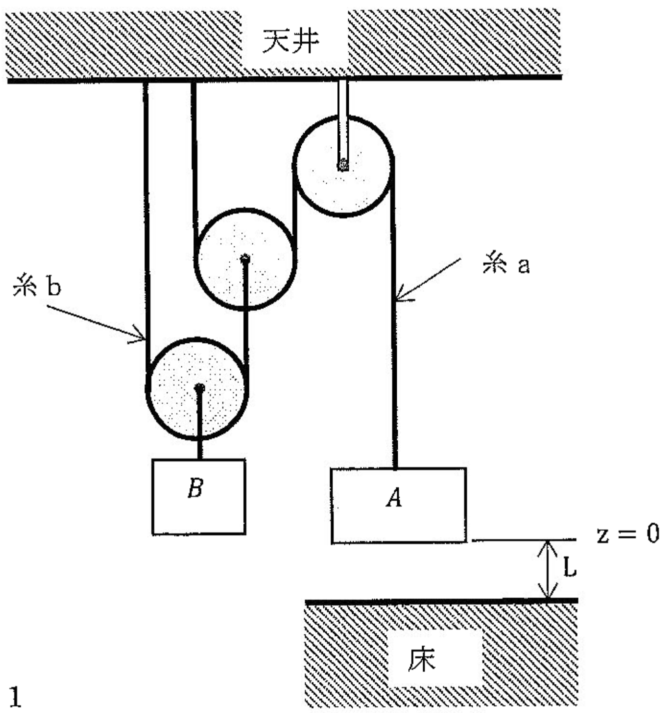

図1

２０１８年９月・２０１９年４月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程共同原子力専攻

科　目　名：　電磁気学(その１)

問題番号 5

以下の設問に答えなさい。解答(answers)にはSI単位系の単位(units of the SI system)を付すこと。

1．以下の（1）～（4）に答えなさい。但し，（1）～（4）の全てに関して，周囲の媒質(ambience)は真空(vacuum)（誘電率ε_0）であるとする。
（1）図1（Figure 1）に示すように，一様な面電荷密度(uniformly distributed surface charge) σ で帯電した無限に広い平面(infinitely large plane)から，平面に垂直な(perpendicular)距離(distance) a にある一点(point) A における電界の強さ(electric field strength)を求めなさい。
（2）図2（Figure 2）に示すように，一様な面電荷密度 σ で帯電した半径(radius) R の円板(circular disk)の中心軸上(on the central axis)，円板に垂直な距離 a にある一点 B における電位(electric potential)を求めなさい。
（3）上記（2）で，点 B における電界の強さを求めなさい。
（4）上記（1）と（2）（3）での a と σ がともに同じ値である(the same values)とき，（3）の点 B での電界の強さが，（1）の点 A での電界の強さの 1/2 であったという。R と a の関係(relation between R and a)を求めなさい。

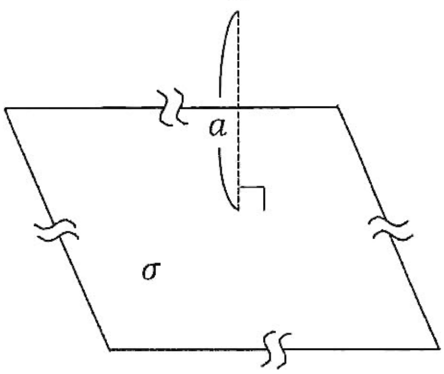

図1

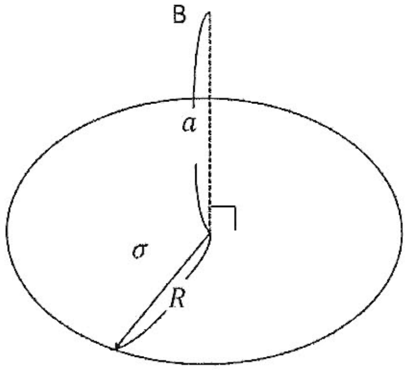

図2

2．図3（Figure 3）に示すように磁束密度(magnetic flux density) B の一様な磁界(uniform magnetic field)中で，磁界に平行な(parallel)一本の細い軸を回転軸(rotating axis)として角速度(angular velocity) ω で回転する半径(radius) a の導体円板(conducting disk)がある。軸上の一点(a point on the axis)と導体板の周上の一点(a point on the periphery of the disk)よりすべり接点(sliding contact)を介して端子(terminal)を取り出したとき，端子間に現れる起電力(electromotive force) e_i を求めなさい。

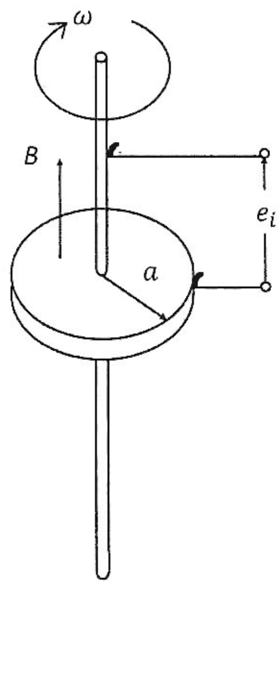

図3

２０１８年９月・２０１９年４月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程共同原子力専攻

科　目　名：電磁気学(その２)

問題番号　6

以下の設問に答えなさい。解答(answers)にはSI単位系の単位(units of the SI system)を付すこと。

１．（１）無限に長い(infinitely long)直線状電荷(line charge)を例(example)にとり，電界(electric field)または電気力線(lines of electric force)に関するガウスの定理(Gauss's Law)を説明(explain)しなさい。

（２）半径(radius) a の内導体(inner conductor) A と内半径(inner radius) b の外導体(outer conductor) B を持つ，図１ (Figure 1) に示すような軸方向に無限に長い(infinitely long)同軸ケーブル(coaxial cable)がある。両導体間の絶縁体(insulator)の誘電率(permittivity) $\varepsilon(r)$ は同軸の中心 O からの距離(distance) r の関数(function)として値が変化している。いま，外導体 B を接地(earthed)し，内導体 A の電位(electric potential)を V とした。両導体間の至る所で電界の強さが一定(constant electric field strength)となるとき，ガウスの定理をもとに $\varepsilon(r)$ を求めなさい。但し，内導体 A に接している(in contact with A)ところで $\varepsilon(a) = \varepsilon_a$ であるとしなさい。

（３）上記（２）が満たされているとき(When the above is satisfied)，ケーブルの軸方向単位長さあたりの静電容量(capacitance per unit length)を求めなさい。

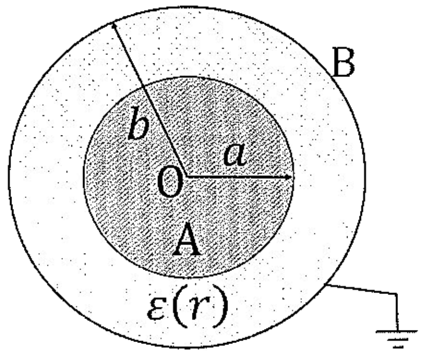

図１

２．（１）Poynting ベクトル(vector)とは何か説明(explain)しなさい。その単位(unit)は何であり，どのような物理的意味(physical meaning)を持っているか説明しなさい。

（２）図２ (Figure 2) に示すように，電流(electric current) I が流れている長さ(length)が L，半径(radius)が a の円柱形(cylindrical) 抵抗体(resistor)があり，その抵抗値(resistance) は R であるとする。この抵抗体のジュール発熱(Joule heat) は，円柱側面(cylindrical surface) を通って円柱周囲の電磁界(ambient electromagnetic field)から円柱内に流入する Poynting ベクトルの総和で表されることを示しなさい。

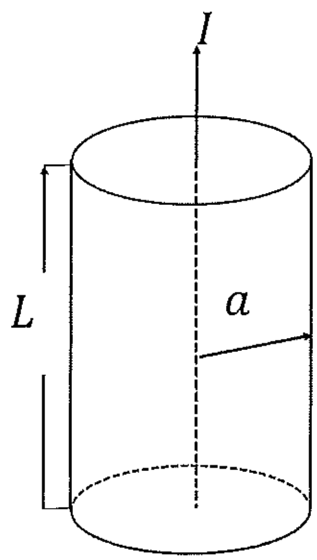

図２