２０２４年９月・２０２５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。
◎6 題中 4 題選択し解答しなさい。
◎選択した 4 題それぞれについて 1 枚の解答用紙を用いなさい。
◎すべての解答用紙の所定欄に受験番号・氏名を必ず記入しなさい。
◎解答用紙の裏面は使用できません。
◎使わなかった解答用紙がある場合，解答欄に大きく×印を記入しなさい。使わなかった解答用紙も含めて，すべての解答用紙を提出しなさい。

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

２０２４年９月・２０２５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) 関数 $f(x,y) = \log(1+x+y)\cdot\cos(x-y)$ について次の(a), (b)に答えよ。

(a) $f(x,y)$ を $(x,y)=(0,0)$ を中心として

$$f(x,y) = c_0 + c_1 x + c_2 y + c_3 x^2 + c_4 xy + c_5 y^2 + \cdots$$

とテイラー展開するとき，係数 $c_0, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5$ の値をそれぞれ求めよ。

(b) 次の積分の値を求めよ。

$$\iint_D f(x,y)\,dxdy, \qquad D = \{(x,y) \mid 0 \le x+y \le 1,\ 0 \le x-y \le \frac{\pi}{2}\}$$

(2) 次の微分方程式を解け。

$$y'(x) + y(x) = y(x)^2\ \sinh(x)$$

２０２４年９月・２０２５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) xyz 座標空間において次の２つの集合 A, B を考える。

$$A = \{(x, y, z) \mid x^2 + y^2 \leq 1\}, \qquad B = \{(x, y, z) \mid y^2 + z^2 \leq 1\}$$

このとき，A と B の共通部分 $A \cap B$ の体積 V を求めよ。

(2) $f(x, y) = (x + 1)\tan^{-1}\left(x + 2y - \sqrt{3}\right)$ に対して，関数 $g(\theta)$ を

$$g(\theta) = \lim_{h \to 0} \frac{f(h\cos\theta, h\sin\theta) - f(0,0)}{h}$$

と定義する。このとき，$g(\theta)$ の $0 \leq \theta \leq 2\pi$ における最大値を求めよ。ただし，$y = \tan^{-1} x$ は $x = \tan y$ $\left(-\frac{\pi}{2} < y < \frac{\pi}{2}\right)$ の逆関数を表す。

2024年9月・2025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

図１のように水平面と角度θをなす斜面上を，質量m，半径rの球が転がる場合を考える。球と斜面の間には摩擦力が作用し，球が斜面を滑ることなく回転するとする。球は密度が均一であり，回転軸周りの慣性モーメントIは$I = (2/5)mr^2$である。図１の通り斜面に沿ってx軸をとる。重力加速度をgとする。

(1) x軸方向の球の重心の加速度αと，球に働く摩擦力fを求めよ。

(2) 時刻$t = 0$のとき，球が静止している（x軸方向の速度vと角速度ωが共にゼロ)。球がこの斜面を鉛直落差hだけ転がったときの速度vを求めよ。

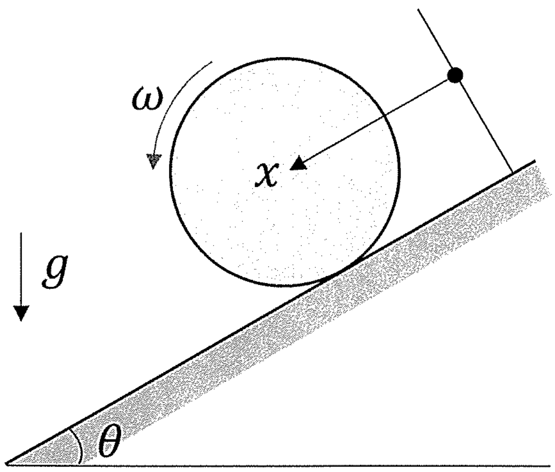

図１

２０２４年９月・２０２５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

図１のように水平方向に一定速度vで走行し，上下に微小振動する車両の運動を考える。車両（質量m）は，ばね（ばね定数k）及びダッシュポット（粘性減衰係数c）を介して正弦波状の路面（振幅dで波長λとする）を走行する。車両が路面と接触する点Ａの質量は無視できるとし，路面との接触は滑らかで摩擦はないとする。点Ａが路面の基準線上にあるとき，車両の静的平衡位置から鉛直上方への変位をx，また路面の静的平衡位置から鉛直上方への変位をhとする。重力加速度をgとする。

(1) 車両の鉛直方向運動に関する運動方程式を導け。

(2) 点Ａが受ける正弦的変位励振の角振動数ωを，速度vと路面の波長λを用いて表せ。

(3) 車両が路面と接地しながら走行しているとき，点Ａが路面から受ける反力nを，xとhを用いて表せ。

(4) 車両が静止状態から徐々に速度を上げて走行するとき，ある速度に達すると車両の設置点Ａが路面から離れる。この時の臨界速度v_cを求めよ。但し，ダッシュポットの減衰係数を$c = 0$とする。任意の時点における振動は定常的であるとする。

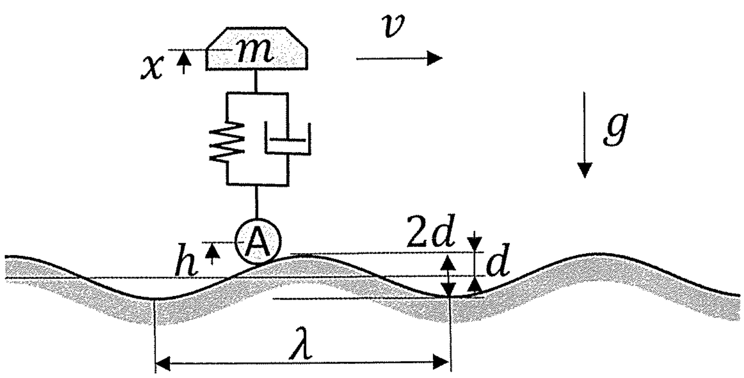

図１

2024年9月・2025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

以下の設問に答えよ。但し，真空の誘電率はε_0を，真空の透磁率はμ_0を用いよ。またできるだけ解答の導出過程を記すこと。全ての設問はSI単位系を用いている。

(1) 円筒座標系(ρ, ϕ, z)で考える。$z=0$平面上に，原点 O を中心とする半径a [m]の円環（円形ループ）状の線電荷が密度ρ_L [C/m]で分布している。この円環の中心軸上の点P（0, 0, z）における電界$\boldsymbol{E}$ [V/m]を求めたい。以下の問いに答えよ。誘電率はε_0のままで答えよ。

(a) 点Pの電界$\boldsymbol{E}$ [V/m]がz方向成分のみとなるが，その理由を記せ（図を書いて説明せよ)。

(b) 点Pの電界$\boldsymbol{E}$ [V/m]（大きさと向き）を求めよ。

(2) 図1のように電流I [A]が流れているz軸方向無限長直線状導線（太さは無視）があり，この導体から距離x_0 [m]の位置に置かれた一辺a [m]の正方形ループがある。直線状導線はループと同一平面内にあって正方形ループの辺はz軸とx軸に平行であるとする。次の問いに答えよ。真空の透磁率μ_0，円周率πはそのまま残して計算・解答せよ。

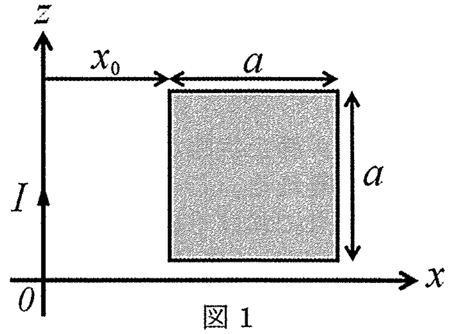

図1

(a) 直線状導線からx [m]離れた任意の点の磁束密度$\boldsymbol{B}$ [T]の大きさを求めよ。

(b) 正方形ループ(網掛け部分)を通る（鎖交する）全磁束Φ [Wb]を求めよ。

(c) 直線状導線と正方形ループの間の相互インダクタンス M [H]を求めよ。

(d) 正方形ループを，$t=0$（図1の状態）からz方向（z軸に平行）に一定速度 v [m/s]で動かしたときにループに誘導される起電力 e [V]（大きさと向き：時計回り または 反時計回り）を答えよ。

(e) 正方形ループを，$t=0$（図1の状態）からx方向（z軸に垂直）に一定速度 v [m/s]で動かしたときにループに誘導される起電力 e [V]（大きさと向き：時計回り または 反時計回り）を答えよ。

(3) 図2のように，半径a=0.1[m]の円形状の極板から成る平行平板コンデンサがある。このコンデンサを極板間の電界$\boldsymbol{E}$が$dE/dt=4\times10^{12}$ [V/m・s]で時間変化するように充電していったとする。次の問いに答えよ。ただし，極板は十分広く，極板間の電界は一様であると仮定する。真空の誘電率$\varepsilon_0=9\times10^{-12}$，真空の透磁率$\mu_0=4\pi\times10^{-7}$，円周率$\pi=3$として計算せよ。

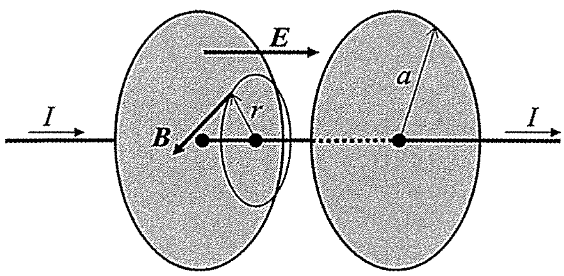

図2

(a) 極板間の変位電流密度J_d [A/m²]と変位電流I_d [A]を求めよ。

(b) 極板の中心軸からr [m]の点（$r<a$）に発生する磁束密度$\boldsymbol{B}$ [T]の大きさを求めよ。

(c) (b)と同じ点におけるポインティング・ベクトル$\boldsymbol{P}$ [W/m²]の大きさと向きを答えよ。

２０２４年９月・２０２５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

以下の設問に答えよ。但し，真空の誘電率はε_0を，真空の透磁率はμ_0を用いよ。またできるだけ解答の導出過程を記すこと。全ての設問はSI単位系を用いている。

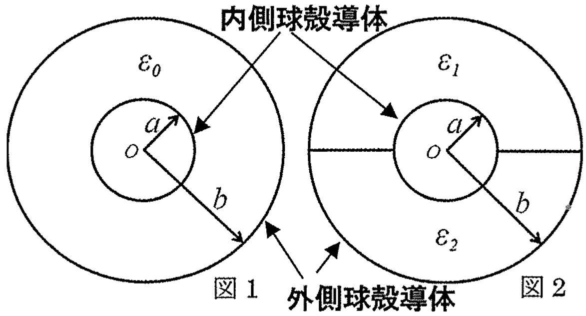

図１　図２

(1) 図１のような半径a[m]，b[m]（$b>a$）の２つの同心球殻導体から成る球状コンデンサがある(球殻の厚さは無視)。内側の球殻導体上に電荷$+Q$[C]，外側の球殻導体上に電荷$-Q$[C]が与えられている。導体間の誘電率をε_0とし，球状コンデンサの中心を原点とする球座標系(r, θ, ϕ)を用いて以下の問いに答えよ。

(a)　導体間の電界$\boldsymbol{E}$ [V/m]の大きさと方向を答えよ。

(b)　内外の球殻導体間の電位差V_{ab} [V]を求めよ。(c) 内外球殻導体間の静電容量C_{ab} [F]を求めよ。(d)　図２のように内外球殻間を誘電率ε_1とε_2の２種類の誘電体で半分ずつ満たしたとする。このとき，誘電率ε_1，ε_2の各誘電体内の電界の大きさE_{1r} [V/m]とE_{2r} [V/m]を求めよ。(e)　内外球殻導体間が誘電率ε_1の誘電体で全て満たされたとした場合の内外球殻導体間の電位差V_{1ab} [V]を求めよ。(f)　内外球殻導体間が誘電率ε_2の誘電体で全て満たされたとした場合の内外球殻導体間の電位差V_{2ab} [V]を求めよ。(g)　図２において，誘電率ε_1とε_2の誘電体で満たされたそれぞれの領域における内外球殻導体間の静電容量C_{1ab} [F]とC_{2ab} [F]を求めよ。(h) 以上の結果を用いて図２における内外球殻導体間の全静電容量C_{ab} [F]を求めよ。

(2) 円筒座標系(ρ, ϕ, z)を用いる。z軸を中心とする半径$\rho=0.01$[m]の円柱状導体がある。この導体に$\boldsymbol{a}_z$方向（$\boldsymbol{a}_z$はz方向単位ベクトル）に8π [A]の電流が一様に流れているとする。また，半径$\rho=0.02$ [m]の円筒状導体（厚さゼロ）があり，これに面電流密度$\boldsymbol{K}=-100\boldsymbol{a}_z$ [A/m²]の電流が一様に流れているとする。以上の２つの導体に流れる電流が作る磁界の強さ$\boldsymbol{H}$ [A/m]を，次の(a)～(c)の３つの領域について求めよ。(a)　$0<\rho<0.01$ [m]の領域，(b)　$0.01<\rho<0.02$ [m]の領域，(c)　$0.02<\rho$ [m]の領域。d)　３つ目の導体として，半径$\rho=0.04$ [m]の円筒状導体が加わったとする。$\rho>0.04$ [m]において$\boldsymbol{H}=0$とするには，この円筒状導体にどれだけの面電流密度$\boldsymbol{K}$ [A/m²]の電流を流せばよいかを答えよ。

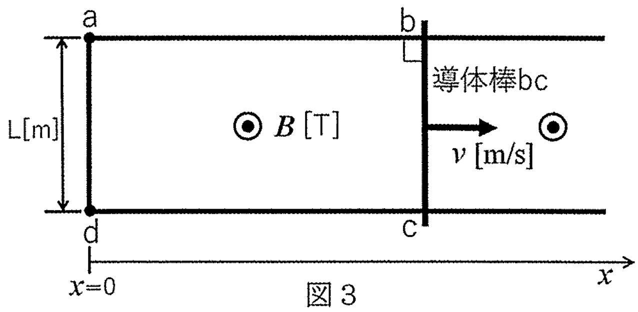

図３

(3) 図３のように，長方形回路abcdがある。以下の問いに答えよ。但し，ad＝bc＝L[m]であるとする。(a) 回路に対して垂直方向（紙面手前方向）に，大きさが時間的に一定，空間的に一様な磁束密度B [T]の磁界が分布している。その中を直線導体棒bcが回路に接触した状態で，x=0の位置から速度　v[m/s]で図に示すように移動していくものとする。回路abcdに生じる誘導起電力e [V]の大きさと向き（時計回り　または　反時計回り）を答えよ。(b)　直線導体棒bcが$x=x_0$[m]の位置に固定された状態で，時間tで変化し，空間的には一様な磁束密度$B(t)=kt^2$ [T]（ここでkは定数）の磁界が分布しているとしたときに回路abcdに生じる誘導起電力$e(t)$の大きさと向き（時計回り　または　反時計回り）を答えよ。(c)　(b)と同じように，時間tで変化し，空間的には一様な磁束密度$B(t)=kt^2$ [T]の磁界が分布しており，その中をx=0の位置から直線導体棒bcが速度v[m/s]で移動するとしたときに回路abcdに生じる誘導起電力$e(t)$の大きさと向き(時計回り　または　反時計回り)を答えよ。

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No. 1 ／ 4

採点欄

２０２４年９月・２０２５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

※裏面の使用は不可　選択　問題番号　科目名

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

２０２４年９月・２０２５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

採点欄

※裏面の使用は不可

選択　問題番号		科目名	

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No. 3 ／ 4

採点欄

２０２４年９月・２０２５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

※裏面の使用は不可　選択　問題番号 　　科目名

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

採点欄

２０２４年９月・２０２５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

※裏面の使用は不可

選択　問題番号		科目名	