受験番号		氏名	

令和８年度

大学院理工学研究科
博士前期課程入学試験（一般第１期）

量子理工学専攻試験問題

表　紙

試験についての注意事項

（1） 解答時間は１２０分です.
（2） 試験開始の合図があるまで，この問題を開いてはいけません.
（3） 問題用紙は，表紙を除いて　１２　枚です.
（4） 全ての用紙に受験番号，氏名を必ず記入しなさい.
（5） 問題は合計６問あります．このうち４問を選択し解答しなさい.
（6） 表紙右下枠内で，選択した問題番号の左側選択欄に○印を記入しなさい.
　　○印のない問題は採点されません.
（7） 解答は，問題用紙の余白と，それに続く解答用紙に記入しなさい.
（8） 問題等に関する質問がある場合は，着席のまま手をあげなさい.

選択欄	採点欄	
	問題―１	
	問題―２	
	問題―３	
	問題―４	
	問題―５	
	問題―６	
	合計	/100

令和７年７月６日実施

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

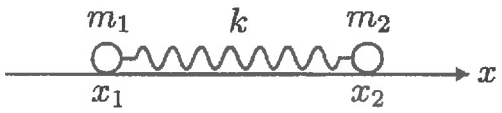
［ **問題－1** ］ 図のように水平な床の上に質量 m_1 の質点 1 と質量 m_2 の質点 2 が自然長 ℓ，ばね定数 k の軽いばねでつながれている．2 つの質点は図の x 軸上を運動するものとし，時刻 t における質点 1 の位置座標を $x_1(t)$，質点 2 の位置座標を $x_2(t)$ とする．時刻 $t=0$ での質点 1 の位置と速度は a_1 と v_1，質点 2 の位置と速度は a_2 と v_2 であった．質点と床との摩擦は無視してよい．以下の設問に答えなさい．

(a) 質点 1 と質点 2 の運動方程式を書き表しなさい．

(b) 質点 1 と質点 2 の重心運動は等速直線運動であることを示しなさい．

(c) 質点 1 と質点 2 の相対運動は単振動である．この単振動の角振動数を求めなさい．

(d) 初期条件の下での質点 1 と質点 2 の運動方程式の解を求めなさい．



日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題ー１ 解答用紙 ］

採点欄	
問題-- 1	

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－2] 図のような，半径 a の内球導体を内部が空洞となっている半径 b の外球導体で覆った同心球コンデンサがある．内球および外球にはそれぞれ $+Q$ および $-Q$ の電荷が与えられている．空洞内および外球の外部は真空であり，真空の誘電率を ε_0 とする．以下の設問に答えなさい．

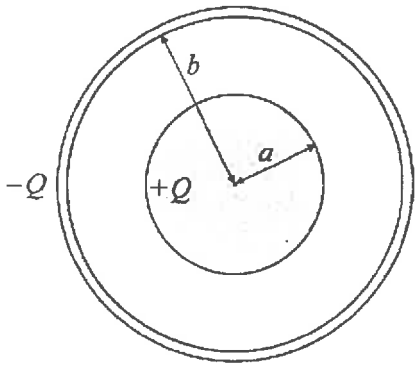
(a) 中心からの距離 r $(a<r<b)$ における電場の大きさを求めなさい．

(b) 内球および外球の電位を求めなさい．

(c) 導体間の静電容量を求めなさい．

(d) 外球を取り除いた場合の内球の静電容量を求めなさい．

(e) 同心球コンデンサの内球を接地した．導体間の静電容量を求めなさい．



日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題－２ 解答用紙 ］

採点欄 問題－２	

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ **問題－３** ］ 質量 m，角振動数 ω の 1 次元調和振動子の基底状態の波動関数は，

$$\psi(x) = \frac{\alpha^{1/2}}{\pi^{1/4}} e^{-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2}$$

で与えられる．ここで，$\alpha = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}$ である．以下の設問に答えなさい．

(a) 位置 x の二乗の期待値を求めなさい．

(b) 運動量 p の二乗の期待値を求めなさい．

(c) エネルギー E の期待値を求めなさい．

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題－３ 解答用紙 ］

採点欄	
問題－３	

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－4] 温度 T，体積 V の熱平衡状態にある n モルの理想気体を断熱自由膨張させたところ，体積が 2 倍になった．気体定数を R として，以下の設問に答えなさい．

(a) 理想気体の内部エネルギーの変化分を求めなさい．

(b) 終状態の理想気体の温度を求めなさい．

(c) 理想気体のエントロピーの変化分を求めなさい．

(d) 断熱自由膨張は可逆過程と不可逆過程のどちらであるか論じなさい．

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題－4 解答用紙 ］

採点欄 問題－4	

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

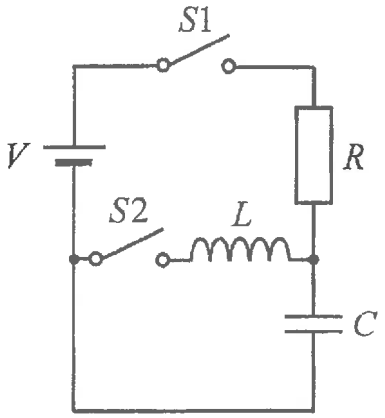
[問題－5] 図のような，電圧 V の直流電源，スイッチ $S1$ および $S2$，抵抗 R，静電容量 C のコンデンサ，自己インダクタンス L のコイルで構成される回路がある．最初，コンデンサには電荷が蓄えられておらず，また両方のスイッチとも開いている．以下の設問に答えなさい．

(a) 時刻 $t = 0$ でスイッチ $S1$ を閉じた．コンデンサに蓄えられている電荷 $Q(t)$ が満たす微分方程式を示しなさい．

(b) (a)で求めた微分方程式を解くことで，$Q(t)$ および回路を流れる電流 $I(t)$ を時間の関数として求めなさい．

(c) スイッチ $S1$ を閉じたあと十分時間が経過したのち，スイッチ $S1$ を開いてその後スイッチ $S2$ を閉じた．スイッチ $S2$ を閉じた時刻を新たに $t = 0$ とする．コンデンサに蓄えられている電荷 $Q(t)$ が満たす微分方程式を示しなさい．

(d) (c)で求めた微分方程式を解くことで，$Q(t)$ および回路を流れる電流 $I(t)$ を時間の関数として求めなさい．



日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題－５ 解答用紙 ］

採点欄	
問題－５	

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

［ **問題－６** ］ 積分範囲が 0 から $+\infty$ までの n 次のガウス積分を $I_n(\alpha)=\int_0^{+\infty}x^n e^{-\alpha x^2}dx$ と定義する．同様に，積分範囲が $-\infty$ から $+\infty$ までの n 次のガウス積分を $J_n(\alpha)=\int_{-\infty}^{+\infty}x^n e^{-\alpha x^2}dx$ と定義する．以下の設問に答えなさい．

(a) $I_{n+2}(\alpha)=-\frac{d}{d\alpha}I_n(\alpha)$ であることを示しなさい．

(b) $J_{n+2}(\alpha)=-\frac{d}{d\alpha}J_n(\alpha)$ であることを示しなさい．

(c) $\int_0^{+\infty}x^2e^{-\alpha x^2}dx=\frac{1}{4}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}$ であることを示しなさい．

(d) $\int_{-\infty}^{+\infty}x^2e^{-\alpha x^2}dx=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}$ であることを示しなさい．

日本大学大学院理工学研究科

量子理工学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－6 解答用紙]

採点欄 問題－6	

令和８年度
日本大学大学院 理工学研究科
解答

種別	博士前期課程入学試験（一般第１期）
専攻	量子理工学専攻

[問題－１]

(a) $m_1\ddot{x}_1 = k(x_2 - x_1 - \ell)$, $m_2\ddot{x}_2 = -k(x_2 - x_1 - \ell)$

(b) 重心座標を $X = (m_1x_1 + m_2x_2)/(m_1 + m_2)$ とすると，X に対する運動方程式は $M\ddot{X} = 0$ となる．ただし $M = m_1 + m_2$ は全質量である．この運動方程式の一般解は $X(t) = X(0) + \dot{X}(0)t$ で与えられる．これは等速直線運動の式に他ならない．よって重心運動は等速直線運動をする．重心座標とその運動方程式を用いて説明されていること．

(c) $\omega = \sqrt{\frac{(m_1+m_2)k}{m_1m_2}}$

(d) $x_1(t) = \frac{m_1a_1+m_2a_2}{m_1+m_2} + \frac{m_1v_1+m_2v_2}{m_1+m_2}t - \frac{m_2}{m_1+m_2}\left(\ell + (a_2 - a_1 - \ell)\cos(\omega t) + \frac{v_2-v_1}{\omega}\sin(\omega t)\right)$,

$x_2(t) = \frac{m_1a_1+m_2a_2}{m_1+m_2} + \frac{m_1v_1+m_2v_2}{m_1+m_2}t + \frac{m_1}{m_1+m_2}\left(\ell + (a_2 - a_1 - \ell)\cos(\omega t) + \frac{v_2-v_1}{\omega}\sin(\omega t)\right)$

[問題－２]

(a) $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

(b) $V_a = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a} + C$, $\quad V_b = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b} + C$

(c) $C_{ab} = \frac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}$

(d) $C_a = 4\pi\varepsilon_0 a$

(e) $C'_{ab} = \frac{4\pi\varepsilon_0 b^2}{b-a}$

[問題－３]

(a) $\frac{1}{2\alpha^2}$

(b) $\frac{\hbar^2\alpha^2}{2}$

(c) $\frac{\hbar\omega}{2}$

[問題－４]

(a) 0

(b) T

(c) $nR\log 2$

(d) エントロピーの変化分が正なので不可逆過程である．エントロピー増大則の観点から説明されていること．

[問題－５]

(a) $V - R\frac{dQ}{dt} - \frac{Q}{C} = 0$

(b) $Q(t) = CV\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right),\ I(t) = \frac{V}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$

(c) $L\frac{d^2Q}{dt^2} + \frac{Q}{C} = 0$

(d) $Q(t) = CV\cos\frac{t}{\sqrt{LC}},\ I(t) = -V\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$

[問題－６]

(a) $\frac{d}{d\alpha}I_n(\alpha) = \frac{d}{d\alpha}\int_0^{+\infty} x^n e^{-\alpha x^2}dx = \int_0^{+\infty}\frac{\partial}{\partial\alpha}x^n e^{-\alpha x^2}dx = -\int_0^{+\infty} x^{n+2}e^{-\alpha x^2}dx = -I_{n+2}(\alpha)$

(b) $\frac{d}{d\alpha}J_n(\alpha) = \frac{d}{d\alpha}\int_{-\infty}^{+\infty} x^n e^{-\alpha x^2}dx = \int_{-\infty}^{+\infty}\frac{\partial}{\partial\alpha}x^n e^{-\alpha x^2}dx = -\int_{-\infty}^{+\infty} x^{n+2}e^{-\alpha x^2}dx = -J_{n+2}(\alpha)$

(c) $I_2(\alpha) = -\frac{d}{d\alpha}I_0(\alpha) = -\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}\right) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}$

(d) $J_2(\alpha) = -\frac{d}{d\alpha}J_0(\alpha) = -\frac{d}{d\alpha}\left(\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}\right) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}$

令和８年度
日本大学大学院 理工学研究科
出題意図

種別	博士前期課程入学試験（一般第１期）
専攻	量子理工学

[問題－１]
内力のみが働く二体問題を重心運動と相対運動に分離して解析できるかを問うた．また，与えられた初期条件の下で運動方程式の解を構成できるかも問うた．

[問題－２]
同心球状コンデンサにおける電場や電位，静電容量の計算を通して，電磁気学の基本的事項の理解を確認する．また，外球の除去や導体の接地といった条件の変化に対する応用力をみる．

[問題－３]
量子力学の基礎である波動関数が与えられた際の物理量の平均値の計算について問うた．物理量が x か p かで計算の仕方が異なる点，また調和振動子のエネルギーを理解しているかを確認した．

[問題－４]
前半は熱力学第一法則と理想気体の内部エネルギーに関する理解力を問うた．後半はエントロピー増大則の観点から断熱自由膨張が不可逆過程であることを説明できるかを問うた．

[問題－５]
RLC 回路において，電荷および電流の挙動を解析する力をみる．回路構成の変化に応じて，微分方程式を立てて解く力，初期条件の適用，過渡応答と定常状態の理解といった電気回路における重要なスキルを確認する．

[問題－６]
物理学で必要となる n 次のガウス積分の導出方法について問うた．基礎的な微分計算が身についているかを確認した．