

立命館大学大学院
2021年度実施 入学試験
博士課程前期課程

理工学研究科

基礎理工学専攻

入試方式	コース	実施月	専門科目			
			試験科目		ページ	備考
一般入学試験	数理科学	8月	右記分野より 1問出題*	微分・積分学、 線形代数学、 集合論・位相空間論 など	P.1～	
		2月	右記分野より 1問出題*	微分・積分学、 線形代数学、 集合論・位相空間論 など	×	
	物理科学	8月	右記分野 4問必答	①電磁気学	P.3～	
				②量子力学		
				③力学		
				④統計熱力学		
		2月	右記分野 4問必答	①電磁気学	P.38～	
				②量子力学		
				③力学		
				④統計熱力学		
社会人入学試験	数理科学	8月				
	物理科学					
	数理科学	2月				
	物理科学					
外国人留学生入学試験	数理科学	8月				
	物理科学					
	数理科学	2月				
	物理科学					
学内進学入学試験	数理科学	7月				
	物理科学					
飛び級入学試験	数理科学	2月	右記分野より 1問出題*	微分・積分学、 線形代数学、 集合論・位相空間論 など	×	
	物理科学		右記分野 4問必答	①電磁気学	×	
				②量子力学		
				③力学		
				④統計熱力学		

*出題のなかった分野は掲載していません。

【表紙の見方】

×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの

斜線・・・学科試験(筆記試験)を実施しないもの

立命館大学大学院
2021年度実施 入学試験
博士課程前期課程
理工学研究科
電子システム専攻

入試方式	コース	実施月	専門科目			
			試験科目		ページ	備考
一般入学試験	—	8月	右記分野①を 必答とし、②～④ の3問から2問選択	①数学	P.8～	
				②電磁気学		
				③電気回路		
				④論理回路		
		2月	右記分野①を 必答とし、②～④ の3問から2問選択	①数学	P.44～	
				②電磁気学		
				③電気回路		
				④論理回路		
8月						
		2月				
社会人入学試験		8月				
			2月			
外国人留学生入学試験		8月				
			2月			
学内進学入学試験		7月				
飛び級入学試験		2月	右記分野①を 必答とし、②～④ の3問から2問選択	①数学	P.44～	
	②電磁気学					
	③電気回路					
	④論理回路					

【表紙の見方】

×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
斜線・・・学科試験(筆記試験)を実施しないもの

立命館大学大学院
2021年度実施 入学試験
博士課程前期課程

理工学研究科 機械システム専攻

入試方式	コース	実施月	専門科目			
			試験科目		ページ	備考
一般入学試験	—	8月	右記分野 3問必答	①線形代数学	P.13～	
				②解析学		
				③力学		
		2月	右記分野 3問必答	①線形代数学	P.49～	
				②解析学		
				③力学		
社会人入学試験		8月				
		2月				
外国人留学生入学試験		8月				
		2月				
学内進学入学試験		7月				
飛び級入学試験		2月	右記分野 3問必答	①線形代数学	×	
	②解析学					
	③力学					

【表紙の見方】

×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
斜線・・・学科試験(筆記試験)を実施しないもの

立命館大学大学院
2021年度実施 入学試験

博士課程前期課程

理工学研究科
環境都市専攻

入試方式	方式	実施月	専門科目			
			試験科目		ページ	備考
一般入学試験	A方式	8月	右記①～④の4問 から2問選択	①数学	P.17～	
				②応用力学		
				③環境学		
				④計画学		
		2月	右記①～④の4問 から2問選択	①数学	P.53～	
				②応用力学		
				③環境学		
				④計画学		
	B方式	8月	右記①～⑤の5問 から3問選択	①数学	P.29～	
				②建築史・意匠		
				③建築計画・都市デザイン		
				④建築構造・生産		
		2月	右記①～⑤の5問 から3問選択	⑤建築環境設備	P.64～	
				①数学		
				②建築史・意匠		
				③建築計画・都市デザイン		
				④建築構造・生産		
				⑤建築環境設備		
社会人入学試験		8月				
		2月				
外国人留学生入学試験		8月				
		2月				
学内進学入学試験		7月				
飛び級入学試験	A方式		右記①～④の4問 から2問選択	①数学	×	
				②応用力学		
				③環境学		
				④計画学		
	B方式	2月	右記①～⑤の5問 から3問選択	①数学	×	
				②建築史・意匠		
				③建築計画・都市デザイン		
				④建築構造・生産		
				⑤建築環境設備		

【表紙の見方】

×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
斜線・・・学科試験(筆記試験)を実施しないもの

立命館大学大学院

2021年度実施 入学試験

博士課程後期課程

理工学研究科

基礎理工学専攻、電子システム専攻、機械システム専攻、環境都市専攻

入試方式	実施月	専攻	筆記試験
一般入学試験	7月 (2021年9月入学)	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
	8月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
	2月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
社会人入学試験	7月 (2021年9月入学)	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
	8月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
	2月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
外国人留学生入学試験	7月 (2021年9月入学)	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
	8月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
	2月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	
学内進学入学試験	7月	基礎理工学 電子システム 機械システム 環境都市	

【表紙の見方】

×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
斜線・・・学科試験(筆記試験)を実施しないもの

2021 年 8 月 26 日実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

基礎理工学専攻・数理科学コース

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
基礎理工学専攻・数理科学コース 電子システム専攻 機械システム専攻	10：00～12：00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10：00～13：00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：基礎理工学専攻・数理科学コース】

出題された問題すべてに解答すること（1問必答）。

【受験にあたっての注意事項】

- 問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
2枚	2枚

- 配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- 試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。（機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ）コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- 解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- 解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
（例）解答が必要な問題数が4問であった場合に2問しか解答しなかった場合、残り2枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- 解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。ただし、数理科学コースへ出願している受験生に限り、解答用紙を2枚使用できます。
- 解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- 1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。数理科学コースへ出願している受験生は、2枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。3枚目の解答用紙を配ります。
- 解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- 解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- 問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- 試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕 基礎理工学専攻・数理科学コース

1. 以下の設問に答えよ.

(1) $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ とすると, A は正則行列である. $M_2(\mathbf{R})$ を実 2 次正方行列全体がなす実ベクトル空間とする. 線形写像 $\Phi : M_2(\mathbf{R}) \rightarrow M_2(\mathbf{R})$ を $\Phi(X) = A^{-1}XA$ ($X \in M_2(\mathbf{R})$) と定義する. このとき, 以下の問いに答えよ.

(a) $M_2(\mathbf{R})$ の基底 $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ に関する Φ の表現行列を求めよ.

(b) Φ の固有値を全て求め, 各固有空間の基底を一組求めよ.

(c) $X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{pmatrix} \in M_2(\mathbf{R})$ とする. $n \rightarrow \infty$ のとき, $\frac{\Phi^n(X)}{n^2}$ の各成分の極限を求めよ. ここで, 自然数 n に対して $\Phi^n = \underbrace{\Phi \circ \Phi \circ \cdots \circ \Phi}_n$ は Φ を n 個合成した写像である.

(2) α を正の実数とする. 広義積分

$$\int_1^\infty \frac{\sin x}{x^\alpha} dx \quad (\star)$$

を考える.

(a) $\alpha > 1$ のとき, 広義積分 $(\star)$ が絶対収束することを示せ.

(b) $0 < \alpha \leq 1$ のとき, 広義積分 $(\star)$ が絶対収束しないことを示せ.

(c) $0 < \alpha \leq 1$ のとき, 広義積分 $(\star)$ が収束することを示せ.

2021 年 8 月 26 日実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

基礎理工学専攻・物理科学コース

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
基礎理工学専攻・数理科学コース 電子システム専攻 機械システム専攻	10：00～12：00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10：00～13：00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：基礎理工学専攻・物理科学コース】

次の1～4のすべてに解答すること（4問必答）。 1．電磁気学 2．量子力学 3．力学 4．統計熱力学
--

【受験にあたっての注意事項】

- 問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
5 枚	4 枚

- 配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- 試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。（機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ）コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- 解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- 解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
（例）解答が必要な問題数が4問であった場合に2問しか解答しなかった場合、残り2枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- 解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。ただし、数理科学コースへ出願している受験生に限り、解答用紙を2枚使用できます。
- 解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- 1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。数理科学コースへ出願している受験生は、2枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。3枚目の解答用紙を配ります。
- 解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- 解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- 問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- 試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

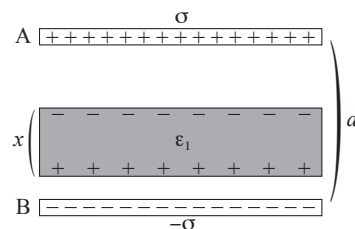
立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

1. 電磁気学

次の設問に答えよ。

- (1) 真空中(誘電率 ε_0)に、面積 S の導体板 A, B が間隔 d で配置された平行平板コンデンサーがある。このコンデンサーの一部には右図のように厚さ x 、誘電率 ε_1 の誘電体が挿入されており、導体板 A には単位面積当たり $+\sigma$ 、導体板 B には $-\sigma$ の面電荷が存在する。ここで、面積 S は十分大きく、導体板の端における電場の乱れは無視できるものとする。



図

- (1-1) ガウスの法則を利用して、コンデンサー内の電束密度 D 、および、誘電体内の電場 E_1 を求め、導体板間の電位差を求めよ。
- (1-2) コンデンサー全体の電気容量を求めよ。
- (1-3) 誘電体表面に誘起される分極電荷の面密度の大きさを求めよ。
- (1-4) コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求め、それが $\frac{\varepsilon(\mathbf{r})E(\mathbf{r})^2}{2}$ をコンデンサー内で積分したものに等しいことを示せ。ただし、 $\mathbf{r}$ はコンデンサー内部の位置を表す。

(2) 媒質中の Maxwell 方程式

$$\nabla \cdot \mathbf{D}(\mathbf{r}, t) = 0 \quad (1a)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = 0 \quad (1b)$$

$$\nabla \times \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = -\frac{\partial \mathbf{B}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \quad (1c)$$

$$\nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) = \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \quad (1d)$$

に基づいて、電磁波の反射について考える。簡単のため、電場・磁場ともに $e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)}$ で進行する単色光について考え、 $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}$ 、 $\mathbf{D} = \varepsilon(\omega) \mathbf{E}$ とする。また、 ε_0 、 μ_0 を真空の誘電率、透磁率とし、誘電関数 $\varepsilon(\omega)$ は角振動数 ω のみのスカラー関数とする。

- (2-1) $\mathbf{k} \perp \mathbf{E}$ 、 $\mathbf{k} \perp \mathbf{B}$ 、 $\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$ となることを説明せよ。

以下、媒質表面を xy 平面とし、真空 ($z < 0$) から z 方向に進行する電磁場が媒質 ($z > 0$) に垂直入射する場合について考える。このとき、 $\mathbf{k} = (0, 0, k)$ であり、簡単のため、電場の y 成分、 z 成分はゼロとする。

- (2-2) 電場の x 成分 $E(z, t)$ が満たすべき方程式を導け。
- (2-3) 上式に基づいて波数 k を ω の関数として表し、媒質中を伝播する電磁場の位相速度を求めよ。また、 $\varepsilon(\omega) < 0$ の場合、電磁場が減衰することを説明せよ。
- (2-4) 入射波を $E_0 e^{i(k_0 z - \omega t)}$ 、反射波を $E_1 e^{i(-k_0 z - \omega t)}$ とするとき、これらの電場成分および対応する磁場成分が媒質中の電磁場とその境界面で接続することを利用して、反射率 $R = \left| \frac{E_1}{E_0} \right|^2$ を波数 k および k_0 を用いて表せ。また、 $\varepsilon(\omega) < 0$ の場合の R を求めよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

2. 量子力学

電子のスピンを測定すると、測定値は $+\hbar/2$ または $-\hbar/2$ の値のみをとる。これは測定を行う方向に依存しない。ここで $\hbar = h/2\pi$ 、 h はプランク定数である。ある方向のスピンを測定値が $+\hbar/2$ に確定した状態を「スピン上向き状態」、 $-\hbar/2$ に確定した状態を「スピン下向き状態」と呼ぶ。特に、 z 方向のスピン上向き状態と下向き状態を

$$\chi_+ = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \chi_- = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

と表す（2成分スピノル）。任意のスピン状態 χ はこれらの線形結合で表すことができる：

$$\chi = c_+ \chi_+ + c_- \chi_-$$

$c_{\pm}$ は複素数である。例えば、スピンの z 成分を測定したとき、それが $\hbar/2$ である確率は $|c_+|^2 = c_+^* c_+$ で与えられる。また、この表現のもとで、電子スピン演算子 $\hat{\mathbf{S}} = (\hat{S}_x, \hat{S}_y, \hat{S}_z)$ は

$$\hat{S}_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \hat{S}_y = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \hat{S}_z = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

と表すことができる。

ひと続きの電子スピンの測定を実施する。ひとつの測定からつぎの測定の間には、スピンを回転させる外部磁場はないものとする。最初の測定によって、スピンの状態はその z 成分が $\hbar/2$ の固有状態 χ_+ にあることがわかっている。これに引き続き測定について、以下の問いに答えよ。なお、本設問をスピノル表現ではなくブラ・ケット表示を用いて解答してもよい。その場合は各自で適当に記号を定義し、それを明記すること。

- (1) ふたたびスピンの z 成分を測定する（測定 I）。 $-\hbar/2$ の測定値が得られる確率は 0 である。その理由を簡潔に述べよ。
 (2) x 方向のスピン上向き状態および下向き状態をそれぞれ η_+ 、 η_- とする。

$$\eta_+ = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \eta_- = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

を示せ。

- (3) 測定 I に引き続き、スピンの x 成分を測定する（測定 II）。測定値 $+\hbar/2$ が得られる確率はいくらか。
 (4) 測定 II に引き続き、再度スピンの z 成分を測定する（測定 III）。 $-\hbar/2$ が得られる確率はいくらか。
 (5) 交換関係

$$[\hat{S}_z, \hat{S}_x] = i\hbar \hat{S}_y$$

を示せ。スピンの x 成分と z 成分の値を同時に決めることはできるか。同じ電子スピンに対して、 $-\hbar/2$ の測定値を得る確率が測定 I の時点で 0 であったのに、測定 III では有限になるのはなぜか。

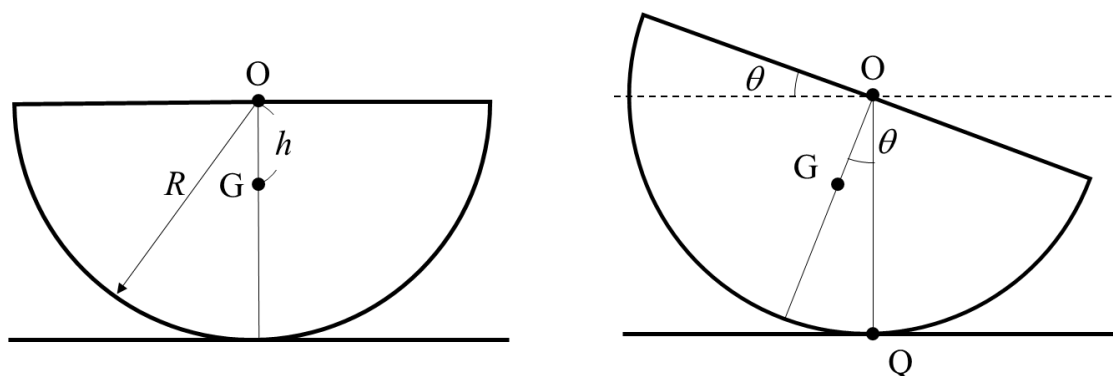
立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

3. 力学

半径 R の一様な密度を持つ直円柱を、その中心軸 O を含む面で半分に切断した半円柱を考える。図のように、この半円柱を水平面と切断面が一定の角をなすように傾けて置き、静かに手を離したところ、水平面に対して円柱はすべることなく転がり、周期的な運動を始めた。

ここで半円柱の切断面と水平面のなす角を θ (rad 単位とする)、重心の位置を G 、半円柱と水平面が互いに接している線分を Q 、重力加速度を g とするとき、以下の問いに答えよ。解答は結論のみ記すのではなく、途中の経過も示すこと。なお、説明のため文中で指定されていない記号や文字等を用いる場合には、適宜定義して用いること。



図

- (1) 半円柱の質量が m であるとき、 O まわりの慣性モーメント I_O を m, R を用いて表せ。
- (2) 半円柱の重心 G と O の距離を h とするとき、線分 Q まわりの慣性モーメント I_Q を I_O, m, R, h, θ を用いて表せ。
- (3) この運動の、角度 θ における運動エネルギー T は、線分 Q を瞬間的な回転軸とした半円柱の回転エネルギーとして表すことができる。この時、ラグランジュ関数 $L = T - U$ を $I_Q, m, g, h, \theta, \dot{\theta}$ を用いて表せ。ただし、 U はつりあいの位置を基準とした重心の位置エネルギーである。
- (4) (3)の結果と、オイラー・ラグランジュ方程式

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$$

によって、この運動が

$$I_Q \ddot{\theta} + \frac{1}{2} \frac{dI_Q}{dt} \dot{\theta} + mgh \sin \theta = 0$$

なる式を満たすことを示せ。

- (5) h を R を用いて表せ。
- (6) θ が極めて小さい時、この運動は単振動的なものとなる。この時、周期は半円柱の密度や質量によらず、 R, g のみで表されることを示せ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 基礎理工学専攻・物理科学コース

4. 統計熱力学

宇宙空間において太陽からの輻射を受ける物体を考える。太陽は、半径 $R_{\odot}$ の球とみなし、その表面は温度 $T_{\odot}$ で黒体輻射しているものとする。また、シュテファン-ボルツマン定数を σ とする。ただし、必要な場合、 $R_{\odot} = 7.0 \times 10^8 \text{ m}$ 、 $T_{\odot} = 6000 \text{ K}$ 、 $\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ を代入せよ。

- (1) 太陽が単位時間当たり輻射するエネルギーを、 $T_{\odot}$ 、 $R_{\odot}$ および σ を用いて表せ。
- (2) 熱伝導の良い黒体球を、太陽系の惑星間空間に置いたところ、太陽からの輻射を受けて、黒体球が温度 T の定常状態になったとする。太陽と黒体球の間の距離を r とし、惑星間空間は真空と考えてよいものとする。
 - (a) 黒体球の半径を a とする。黒体球が単位時間当たり受け取るエネルギーを、 $T_{\odot}$ 、 $R_{\odot}$ 、 a 、 r および σ を用いて表せ。ただし、 $r \gg R_{\odot}$ 、 $r \gg a$ とする。
 - (b) 黒体球の温度 T を、 $T_{\odot}$ 、 $R_{\odot}$ および r を用いて表せ。
 - (c) $r = 1 \text{ AU}$ のとき、 T を概算値で求めよ（有効数字 1 桁でよい）。ただし、 $1 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ とする。
- (3) 問 (2) と同様の考え方により、ペガサス座 51 番星に見つかった惑星の表面温度を概算値で求めよ（有効数字 1 桁でよい）。ただし、ペガサス座 51 番星は太陽に似た恒星であり、表面温度と半径は太陽と同じとし、惑星は恒星の半径に比べ十分大きい軌道半径 0.05 AU の円軌道にあり、熱伝導の良い黒体球と考えてよいものとする。
- (4) 熱伝導の良い厚さの無視できる黒体板を、太陽系の惑星間空間に面の法線を太陽に向けて置いたところ、太陽からの輻射を受けて、黒体板が温度 T' の定常状態になったとする。太陽と黒体板の間の距離を $r' = 1 \text{ AU}$ とし、黒体板の温度 T' を、問 (2)(b) で求めた T を用いて表せ。 T と T' の大小関係はどうなるか、理由とともに述べよ。ただし、 $r' \gg R_{\odot}$ とする。

2021 年 8 月 26 日実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

電子システム専攻

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
基礎理工学専攻・数理科学コース 電子システム専攻 機械システム専攻	10：00～12：00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10：00～13：00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：電子システム専攻】

次の1の必答、および2～4の中から2問選択し、合計3問解答すること。 1. 数学 2. 電磁気学 3. 電気回路 4. 論理回路
--

【受験にあたっての注意事項】

- 問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
5 枚	3 枚

- 配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- 試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- 解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- 解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が4問であった場合に2問しか解答しなかった場合、残り2枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- 解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。ただし、数理科学コースへ出願している受験生に限り、解答用紙を2枚使用できます。
- 解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- 1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。数理科学コースへ出願している受験生は、2枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。3枚目の解答用紙を配ります。
- 解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- 解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- 問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- 試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 電子システム専攻

1. 数学

次の設問に答えよ。ただし、計算過程または根拠を明示すること。

(1) 以下の問いに答えよ。

(ア) $t \geq 0$ で定義される関数 $f(t)$ のラプラス変換を $L[f(t)](s)$ (s は複素数) と記す。

ラプラス変換 $L[f(t)](s)$ の定義式を書け。

(イ) 微分可能な関数 $f(t)$ に対して、次式が成り立つことを証明せよ。

$$L\left[\frac{df}{dt}(t)\right](s) = sL[f(t)](s) - f(0)$$

(ウ) 次の微分方程式の初期値問題の解 $y(t)$ をラプラス変換を用いて求めよ。

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\frac{dy}{dt} + y = e^t, \quad y(0) = 0, \quad \frac{dy}{dt}(0) = 1$$

(2) 以下の問いに答えよ。

(ア) $n \times n$ 実行列 A の特性多項式（固有多項式）を

$$|sI_n - A| = s^n + a_{n-1}s^{n-1} + a_{n-2}s^{n-2} + \cdots + a_1s + a_0$$

と表すとき、ケーリー・ハミルトンの定理を書け（証明は不要である）。ただし、 I_n は $n \times n$ 単位行列である。

(イ) $p \times q$ 実行列 M によって定義される $\mathbb{R}^q$ から $\mathbb{R}^p$ への線形写像を T_M とし、その像を $\text{Im}(T_M)$ と記す。

像 $\text{Im}(T_M)$ の定義式を実行列 M を用いて書け。

(ウ) $n \times n$ 実行列 A と n 次元実列ベクトル b が与えられたとき、漸化式

$$\begin{aligned} x_0 &= b \\ x_k &= Ax_{k-1} \quad (k = 1, 2, 3, \dots) \end{aligned}$$

で与えられる実列ベクトル x_k は、すべての自然数 k に対して $x_k \in \text{Im}(T_W)$ を満たすことを証明せよ。ただし、 W は $n \times n$ 実行列 $W = [b \quad Ab \quad A^2b \quad \cdots \quad A^{n-2}b \quad A^{n-1}b]$ である。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 電子システム専攻

2. 電磁気学

以下の(1)、(2)の各問に答えよ。ただし、真空中の誘電率、透磁率をそれぞれ、 ϵ_0 [F/m]、 μ_0 [H/m]とする。

- (1) 中空で十分に長い同軸円筒状の内部導体 A（半径 a [m]）と外部導体 B（半径 d [m]）の間を、同軸状の誘電体 1（誘電率 ϵ_1 [F/m]、半径 a [m] から半径 b [m] の範囲）、同軸状の誘電体 2（誘電率 ϵ_2 [F/m]、半径 b [m] から半径 c [m] の範囲）、同軸状の誘電体 3（誘電率 ϵ_3 [F/m]、半径 c [m] から半径 d [m] の範囲）で隙間なく満たした（ $a < b < c < d$ ）。図 1 はその断面図を示す。同軸円筒の中心からの距離を r [m] とする。導体 A、B にはそれぞれ、単位長さあたり $+q$ [C/m]、 $-q$ [C/m] の電荷を与えている。このとき、以下の各問に答えよ。
- (a) 各誘電体中の電束密度の大きさ $D(r)$ を求めよ。
 - (b) 各誘電体中の電界の大きさ $E(r)$ を求めよ。
 - (c) 導体 A、B 間の電位差 V_{AB} を求めよ。
 - (d) 導体 A、B 間の単位長さあたりの静電容量 C_{AB} を求めよ。

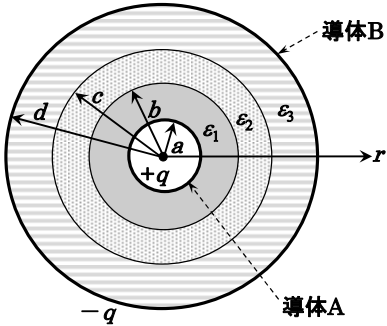


図 1

- (2) 無限長の直線導線 1 と、二辺の長さが a [m] の直角二等辺三角形形状のコイル 2 が同一平面上にある。図 2 に示すように、コイル 2 の直角を形成する二辺のうちの一边が、直線導線 1 と平行となるように配置されている。直線導線 1、コイル 2 の最小間隔も a [m] である。直線導線 1、コイル 2 それぞれに、 I_1 [A]、 I_2 [A] の定電流が図に示す方向に流れている。直線導線 1 からの位置を r [m] と定義する。このとき、以下の各問に答えよ。
- (a) 直線導線 1 が作る磁束密度の大きさ $B(r)$ を求めよ。
 - (b) 直線導線 1 によって生じる磁束のうち、コイル 2 を貫く磁束 Φ を求めよ。
 - (c) 直線導線 1 とコイル 2 との間の相互インダクタンス M を求めよ。
 - (d) コイル 2 に働く力 F の大きさ、向きを求めよ。

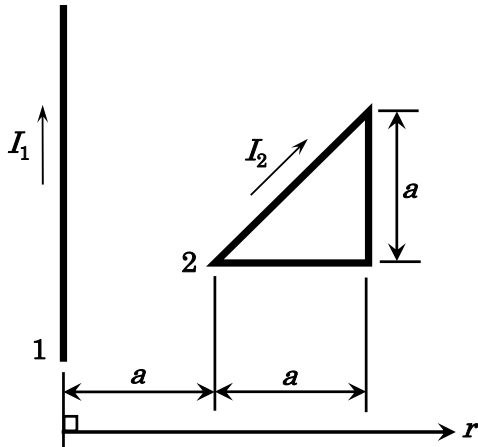
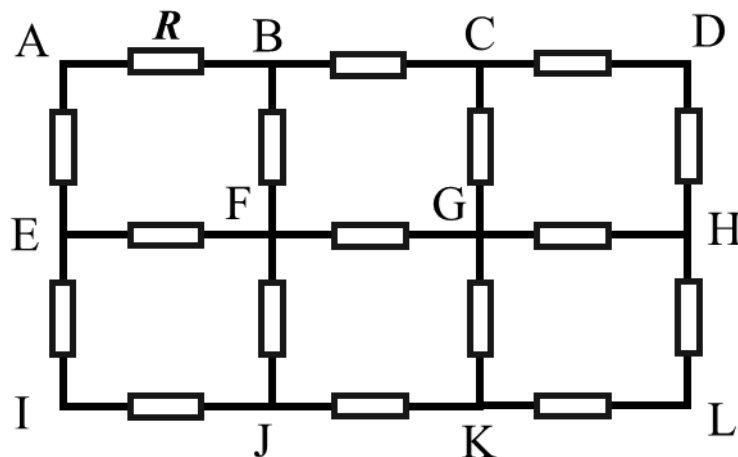


図 2

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 電子システム専攻

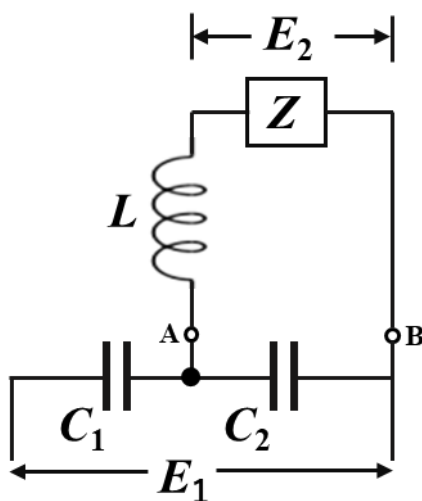
3. 電気回路

(1) 17本の抵抗 R で下図のような6個の正方形からなる格子回路を作成した。このとき、**AL**間の合成抵抗 R_{AL} を求めなさい。回路の対称性から、たとえば、AB間を流れる電流とKL間を流れる電流は等しく、EI間を流れる電流とDH間を流れる電流は等しい。



(2) 下図の回路に角周波数 ω の交流電圧 E_1 を加えたときの負荷 Z の端子電圧を E_2 とする。ただし、虚数単位は j とする。

- (i) 図中 AB より下を見たインピーダンス Z_0 を求めなさい。
- (ii) AB間の開放電圧を求めなさい。
- (iii) 負荷 Z の端子電圧 E_2 をテブナンの定理を用いて求めなさい。
- (iv) E_2 が Z の値に関係なく一定であるためには ω 、 C_1 、 C_2 および L の間にどのような関係が必要か述べなさい。



立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 電子システム専攻

4. 論理回路

以下では、論理値の * は“ドントケア”を表す。回路には AND, OR, NOT, NAND, NOR の論理ゲートおよび D フリップフロップを用いてよい。XOR は用いないこと。式や回路は与えられた条件のもとで簡潔な表現とすること。

(1) 変数 a, b, c, d を入力とする次の論理関数 f, g について以下の問い①～⑤に答えよ。

$$f = abc + bcd + \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{b}d, \quad g = \begin{cases} * & (a = c \text{ かつ } b \neq d \text{ のとき}) \\ f & (\text{それ以外のとき}) \end{cases}$$

- ① 関数 f を表す主加法標準形の論理式を示せ。
- ② 関数 f を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型論理式を示せ。
- ③ 関数 f を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型二段回路を作図せよ。
- ④ 関数 g のカルノー図 (またはベイチ図) を作図せよ。
- ⑤ 関数 g を表す最も簡単な NAND 二段回路を作図せよ。

(2) デジタル信号からノイズを除去する順序回路を設計する。図 1 に原信号 (上) とノイズが加わった信号 (下) の波形を例示する。このように信号が短時間反転するようなノイズに対して、次の仕様に沿ってノイズ除去回路を設計する。回路の概要を図 2 に示す。以下の問い⑥～⑨に答えよ。

【ノイズ除去回路の仕様】

(ア) 入力を x 、出力を y とする。

(イ) 時刻 t (第 t クロックサイクル) の入出力を $x(t), y(t)$ として、

$$y(t) = \begin{cases} x(t-1) & (x(t-1) = x(t-2) = x(t-3) \text{ のとき}) \\ y(t-1) & (\text{それ以外のとき}) \end{cases}$$

とする。つまり、入力の短いパルスでは出力を変化させず、3 クロックサイクル連続して 1 (または 0) に安定するのを確認して出力を 1 (または 0) に変化させる。

(ウ) 3 ビットの状態レジスタ $Q = q_1q_2q_3$ を設ける。

(エ) 時刻 t の状態を $q_1(t), q_2(t), q_3(t)$ として、 $q_1(t) = x(t-1), q_2(t) = x(t-2), q_3(t) = y(t)$ とする。

(オ) 回路は単相同期とし、クロック周期は原信号に対して十分に短く、ノイズに対して短すぎない程度とする。

- ⑥ この回路では入力波形に対して出力波形が遅れる。ノイズがないとき、何クロック遅れるか、答えよ。
- ⑦ 次状態 $q_1(t+1), q_2(t+1), q_3(t+1)$ を入力 $x(t)$ と現状態 $q_1(t), q_2(t), q_3(t)$ を用いた論理式で表せ。
- ⑧ 図 2 の点線枠内を積和 (AND-OR) 型二段論理回路として設計せよ。
- ⑨ 与えられた仕様は $q_1q_2q_3 = 000, 001, \dots, 111$ の 8 状態を持つ。この状態数を最小化するといくつになるか示せ。またこのとき、等価な状態を統合したグループを示せ。

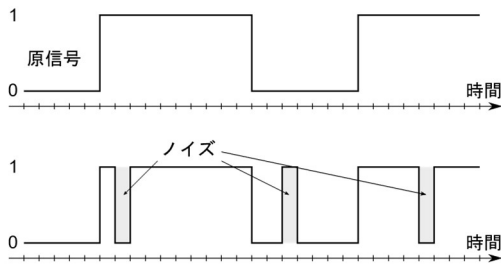


図 1: 原信号 (上) とノイズ (下) の波形の例

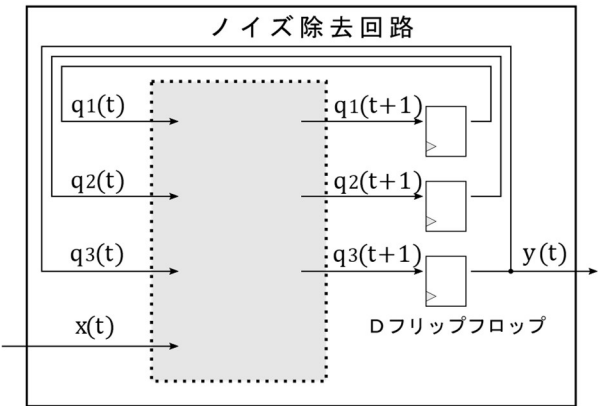


図 2: ノイズ除去回路の概要

2021 年 8 月 26 日実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

機械システム専攻

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
基礎理工学専攻・数理科学コース 電子システム専攻 機械システム専攻	10：00～12：00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10：00～13：00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：機械システム専攻】

次の1～3のすべてに解答すること（3問必答）。 1. 線形代数学 2. 解析学 3. 力学
--

【受験にあたっての注意事項】

- 問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
4 枚	3 枚

- 配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- 試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- 解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- 解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が4問であった場合に2問しか解答しなかった場合、残り2枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- 解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。ただし、数理科学コースへ出願している受験生に限り、解答用紙を2枚使用できます。
- 解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- 1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。数理科学コースへ出願している受験生は、2枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。3枚目の解答用紙を配ります。
- 解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- 解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- 問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- 試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 機械システム専攻

1. 線形代数学

(1) $\mathbf{a} = \begin{bmatrix} 7 \\ 5 \\ \sqrt{6} \end{bmatrix}, \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ \sqrt{6} \end{bmatrix}$ のとき,

- ① $|\mathbf{a}|, |\mathbf{b}|$ および $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ のなす角度 θ を求めよ.
- ② $\mathbf{a}, \mathbf{b}$ の両方に直交する単位ベクトルを求めよ.
- ③ $\mathbf{a}, \mathbf{b}$ を辺とする平行四辺形の面積を求めよ.
- ④ ベクトル $\mathbf{c} = \begin{bmatrix} m & 5 & 2\sqrt{6} \end{bmatrix}^T$, ベクトル $\mathbf{a}$, ベクトル $\mathbf{b}$ が一次従属になるような m の値を求めよ. また, この m の場合において, 行列式 $\begin{vmatrix} \mathbf{a} & 2\mathbf{b} & 3\mathbf{c} \end{vmatrix}$ の値を求めよ.

(2) 行列 $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$ のとき,

- ① $\mathbf{A}$ の固有値, 及び $\mathbf{A}$ の各固有値に対応する固有ベクトルを求めよ.
- ② 自然数 n に対して, $\mathbf{A}^n$ を求めよ.

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 機械システム専攻

2. 解析学

- (1) 次の関数を x で微分しなさい

a) $y = x^3 e^{-2x^2}$

b) $y = \log_2(-4x + 1)$

- (2) 次の微分方程式について、以下の問いに答えなさい

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2x - 3y + 1}{3x - 4y + 2}$$

ただし $3x - 4y + 2 \neq 0$ とする

- a) この微分方程式が完全微分方程式であることを証明しなさい

- b) 微分方程式が完全微分方程式である場合、微分方程式を $P(x, y)dx + Q(x, y)dy = 0$ と変形すると、

$$\frac{\partial F(x, y)}{\partial x} = P(x, y)$$

$$\frac{\partial F(x, y)}{\partial y} = Q(x, y)$$

を満たす $F(x, y)$ が存在する。このときこの完全微分方程式の解は $F(x, y) = C$ となる（ C は定数）。このことを利用して、この微分方程式を解きなさい。

- (3) $z^3 = 1 - i$ となる複素数 z を全て求めなさい

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 機械システム専攻

3. 力学

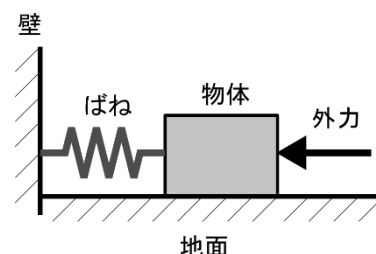
(1)

①質量が 2kg の自由落下している物体について、時刻 1s における地面からの高さを求めよ。ただし、物体には重力のみが作用しているものとし、重力加速度は 9.8m/s^2 とする。また、時刻 0s における物体の速さは 0m/s 、地面からの高さは 10m とする。

②重力に加え、この物体に空気抵抗が作用している場合の、この物体の時刻 1s における地面からの高さを求めよ。ただし、空気抵抗は速度に比例した力を発生するものとし、その比例係数は 2Ns/m とする。

(2)

①右図のように鉛直の壁にばねで繋がれた、この壁と垂直な方向に水平な地面の上を移動する物体を考える。物体の質量は 5kg 、ばねのばね定数は $k[\text{N/m}]$ とする。また、物体には速度に比例した力を発生する地面からの摩擦が作用しており、その比例係数は 3Ns/m とする。この物体には、物体の移動方向に $6\sin(t)[\text{N}]$ の外力が加わっている。ただし、 $t[\text{s}]$ は時刻とする。このとき、 $k = 9\text{N/m}$ の場合の定常状態における物体の振幅を求めよ。



②この物体の振幅を最大化するばねのばね定数 k と、その時の振幅を求めよ。

(3) 平面上の直交座標系における座標が $(0, 3)[\text{m}]$ で表される位置に 3kg 、 $(10, 1)[\text{m}]$ の位置に 5kg 、 $(2, 8)[\text{m}]$ の位置に 8kg 、 $(11, 9)[\text{m}]$ の位置に 6kg の質点がある。これらの質点を質量の無視できる複数の棒で固定し、これらの質点と棒が全体で 1 つの剛体とみなせるようにする。この剛体の重心の座標と、この平面に垂直かつ重心を通る軸周りの慣性モーメントを求めよ。

2021 年 8 月 26 日実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

環境都市専攻【A方式】

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
基礎理工学専攻・数理科学コース 電子システム専攻 機械システム専攻	10：00～12：00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10：00～13：00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：環境都市専攻【A方式】】

次の1～4の中から2問選択し、解答すること。 1. 数学 2. 応用力学 3. 環境学 4. 計画学
--

【受験にあたっての注意事項】

- 問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
12枚	2枚

- 配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- 試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- 解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- 解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が4問であった場合に2問しか解答しなかった場合、残り2枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- 解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。ただし、数理科学コースへ出願している受験生に限り、解答用紙を2枚使用できます。
- 解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- 1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。数理科学コースへ出願している受験生は、2枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。3枚目の解答用紙を配ります。
- 解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- 解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- 問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- 試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式

1. 数学

（この設問は2ページあります。1ページ目/2ページ。）

次の3問（（1）微分方程式、（2）線形代数、（3）確率・統計）のうち、2問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。なお、計算や式の導出など途中経過も示すこと。

（1）微分方程式

1) 微分方程式の分類を示す例として、

- ① 常微分方程式の簡単な例と偏微分方程式の簡単な例を書け。
- ② 同次微分方程式の簡単な例と非同次微分方程式の簡単な例を書け。
- ③ 変数分離形微分方程式の簡単な例を書け。

2) 次の微分方程式について

$$\frac{dy}{dt} + y = 0 \quad (\text{A})$$

- ① その数学的な分類について説明し、
- ② 一般解を求め、 y を t の関数で表し、
- ③ 式(A) の一つの適用例を簡潔に説明せよ。
- ④ $t=0$ において $\left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=0} = 1$ が与えられたときの式 (A) の特殊解を求めよ。

（2）線形代数

1) 3点 $(1, 2, -1)$ 、 $(3, -4, -2)$ 、 $(-2, 2, -4)$ を通る平面を α とする。

- ① 平面 α の方程式を求めよ。
- ② 点 $(2, 4, 8)$ と平面 α の距離 h を求めよ。

2) あるプラントが正常に働いている状態を N 、なんらかのトラブルが生じた異常な状態を T とする。ある日の状態から翌日の状態への推移確率は $N \rightarrow N$ に対して 0.8 、したがって $N \rightarrow T$ に対して 0.2 である。また、 $T \rightarrow N$ および $T \rightarrow T$ に対する推移確率はいずれも 0.5 である。以下の問いに答えよ。

① 推移確率を表現する以下の行列の要素 (a, b, c, d) を求めよ。

$$\begin{pmatrix} N_{i+1} \\ T_{i+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_i \\ T_i \end{pmatrix}$$

② これらの推移確率が不変であるとして、今日トラブルが起らなかった場合を $\begin{pmatrix} N_0 \\ T_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ とすると2日後にトラブルが起こる確率はいくらとなるか。

3) 行列 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えよ。

- ① 行列 $\mathbf{A}$ の固有値 λ 、固有ベクトル $\mathbf{x}$ を全て求めよ。
- ② 行列 $\mathbf{A}$ を対角化せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式／B方式

1. 数学

（この設問は2ページあります。2ページ目/2ページ。）

（3）確率・統計

- 1) コインが1枚あり、このコインには表裏に偏りがあって、1回投げて表の出る確率は $\frac{5}{8}$ であることがわかっている。以下の問いに答えよ。
 - ① このコインを3回投げた時、表が1回以下しか出ない確率はいくらか。また、このコインを3回投げた時の表が出る回数の期待値（平均値）はいくらか（数値は分数の形で解答してよい）。
 - ② このように、1回の試行（①では「コインを投げる」）で目的の事象 X （①では「表が出る」）が生じる確率を p とすると、 n 回の試行で X が x 回生じる確率 $P(X=x)$ を一般式で示せ（式には適宜記号等を用い、その意味も記すこと）。一般にこのような離散型の確率分布は何と呼ばれるか。
- 2) 母分散 $\sigma^2=16$ が既知である正規母集団から取り出した大きさ $n=36$ の標本の平均が12.0であった。この母集団の平均 μ の95%信頼区間を求めよ。ただし、標準正規分布の両側0.05（片側 0.025×2 ）の棄却域の境界値は、 $z=\pm 1.96$ である。
- 3) x が $0 < x < \frac{\pi}{2}$ の範囲のみをとる確率変数で、 $f(x) = a \sin 2x$ が確率密度関数であるためには、定数 a の値はいくらである必要があるか。

以上

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A方式

2. 応用力学

（この設問は 3 ページあります。1 ページ目/3 ページ。）

次の 4 問 ((1)構造力学、(2)材料学、(3)水理学、(4)土質力学のうち 2 問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

(1) 構造力学

図-1 のように片持ちばり AB と CD が向かい合って設置されている。はり AB とはり CD は平行に設置されており、鉛直な壁に対して垂直に固定されている。B 点と C 点は鉛直方向に $L/60$ 離れている。集中荷重 P は B 点に鉛直下向きに載荷されている。はり AB およびはり CD が集中荷重 P によってたわむ時、長さ方向の変位は無視でき、B 点、C 点は鉛直方向のみに変位すると仮定する。はり AB、はり CD とともに部材の断面は全長にわたり断面 2 次モーメント I 、ヤング係数 E で同じである。この時、以下の問いに答えよ。

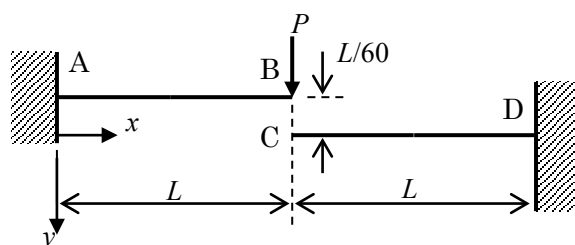


図-1

- ① B 点が C 点に接する前において、はり AB の集中荷重 P による支点反力をすべて求めよ。値だけではなく、向きもわかるように図示、もしくは言葉で説明すること。
- ② B 点が C 点に接する前において、はり AB の集中荷重 P による M 図、Q 図を描け。主な点には値を記入せよ。
- ③ B 点が C 点に接する前において、はり AB の集中荷重 P により生じる B 点のたわみ δ_B を求めよ。
- ④ B 点が C 点に接する時の P の値を E 、 I 、 L を用いて求めよ。
- ⑤ B 点が C 点に接した後、さらに集中荷重 P を増加させると B 点と C 点と同じ鉛直方向位置となるようにはり AB とはり CD はたわむと仮定する。この時の B 点の最初の位置（図-1 の状態）からのたわみ δ_B を求めよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A方式

2. 応用力学

（この設問は3ページあります。2ページ目/3ページ。）

次の4問（(1)構造力学、(2)材料学、(3)水理学、(4)土質力学のうち2問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

(2) 材料学

コンクリートの配合に関する次の設問に答えよ。

① 下表に示すコンクリートの配合表を完成させたい。以下の文章中の「ア」～「キ」に入る適切な数値または語句をア～キの解答群より選択して答えよ。ただし、水の密度は 1.0g/cm^3 、セメントの密度は 3.16g/cm^3 、細骨材の密度は 2.63g/cm^3 、粗骨材の密度は 2.65g/cm^3 とする。

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	水セメント比 (%)	空気量 (%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m^3)			
					水	セメント	細骨材	粗骨材
20	8.0	50.0	4.5	エ	174	ア	780	キ

水セメント比が 50.0%であることから、単位セメント量は、「ア」 (kg/m^3) となる。

次に、コンクリート「イ」 (m^3) に占める全骨材体積を求める。全骨材体積は、「ウ」 (m^3) となる。したがって、細骨材率を計算すると、「エ」 (%) が得られる。「オ」の体積から「カ」の体積を引いて粗骨材体積を求める。すると、単位粗骨材量は、「キ」 (kg/m^3) となる。

(解答群)

ア：87、174、348、358

イ：1、10、100、1000

ウ：0.594、0.671、0.798、0.903

エ：40.43、42.57、44.20、48.97

オ：コンクリート、全骨材、セメント、細骨材

カ：コンクリート、全骨材、セメント、細骨材

キ：743、891、991、1056

② 以下の文章中の下線部について、正しければ○を、誤っていれば×を記載して正しい解答を答えなさい。

例： $1+1=\underline{3}$ である。 解答：×、2

ク：硬化したコンクリートが空気中の炭酸ガスの作用を受けてしだいにアルカリ性を失っていく現象を中性化と呼ぶ。

ケ：AE 剤などの混和剤を用いてコンクリート中に混入される空気のことを、エントラップトエアと呼ぶ。

コ：コンクリートのコンシステンシーは、スランブ試験でも評価できる。

サ：コールドジョイントとは、すでに打設されたコンクリートと新たに打設されたコンクリートが一体化していない打重ね部のことである。

シ：コンクリートと鉄筋の弾性係数を比較すると、コンクリートの方が弾性係数が大きい。

ス：コンクリートと鉄筋の熱膨張係数はほぼ等しい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A方式

2. 応用力学

（この設問は 3 ページあります。3 ページ目/3 ページ。）

次の 4 問 ((1)構造力学、(2)材料学、(3)水理学、(4)土質力学のうち 2 問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

(3) 水理学

次の設問に答えよ。

- ① 定常流のもとで、直径 D の 1 本の円管で送っていた水量を、直径 D' の円管 2 本で送ろうとする時、直径 D' は直径 D の何倍にすればよいか示せ。ただし、管の粗度は等しいものとし、抵抗則としてはマンニングの式を用いること。
- ② 管の断面積が同じ場合、円管と正三角形断面の管では流せる流量の比はいくらになるか。ただし、両管の粗度は等しいものとし、抵抗則としてはマンニングの式を用いること。
- ③ ベスの定理（最小比エネルギーの定理）を用いて、長方形断面水路の限界水深 h_c を求めなさい。ただし、単位幅流量を q 、重力加速度を g とする。

(4) 土質力学

以下の設問に答えよ。

- ① 土の飽和単位体積重量を γ_{sat} 、間隙比を e 、土粒子の比重を G_s 、水の単位体積重量を γ_w としたとき、

$$\gamma_{sat} = \frac{e + G_s}{1 + e} \gamma_w \text{ が成り立つことを示せ。}$$

- ② 透水係数の異なる 3 層からなる水平成層地盤がある。各層の透水係数を k_1 、 k_2 、 k_3 、層厚を d_1 、 d_2 、 d_3 としたとき、水が水平方向に流れる場合と鉛直方向に流れる場合の地盤全体の平均的な透水係数が次式で表せることを示せ。

$$\text{水平方向に流れる場合： } k_h = \frac{d_1 \cdot k_1 + d_2 \cdot k_2 + d_3 \cdot k_3}{d_1 + d_2 + d_3}$$

$$\text{鉛直方向に流れる場合： } k_v = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3}}$$

- ③ 土の三軸圧縮試験では、材料の特性や目的に応じて非圧密非排水せん断試験（UU 試験）、圧密非排水せん断試験（CU 試験・ $\overline{\text{CU}}$ 試験）、圧密排水せん断試験（CD 試験）を使い分ける。それぞれの試験の特徴や意義、目的について説明せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式

3. 環境学

（この設問は3ページあります。1ページ目／3ページ。）

次の3問（（1）水・大気環境学、（2）上下水道工学、（3）環境評価・資源管理）のうち2問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

（1）水・大気環境学

1) 環境基本法に示される水質汚濁に係る環境基準について、以下の問いに答えよ。

- ① 「人の健康の保護に関する環境基準」と「生活環境の保全に関する環境基準」のそれぞれについて、指定されている環境基準（項目）を解答群の中から3つずつ選べ。

（解答群）					
DO	MLVSS	pH	SS	塩素	カドミウム
カルシウム	クロロホルム	硬度	水温	全窒素	大腸菌数
濁度	電気伝導度	トリクロロエチレン	鉛	砒素	ふっ素

- ② BOD と COD の定義と特徴について、その違いが分かるようにそれぞれを説明せよ。また、河川（湖沼を除く）、湖沼および海域（いずれも公共用水域）のそれぞれに適用される環境基準（項目）は、BOD、COD のいずれかを示せ。
- ③ 類型指定された水域における BOD 及び COD の環境基準の達成状況の年間評価において、環境基準点における水質の程度を環境基準と比較する場合には、75%水質値を用いるものとされている。この75%水質値を用いる理由を説明せよ。

2) 以下の語句のうち2つを選択し、それらの用途や重要性を環境工学的側面から説明せよ。

Langmuir（ラングミュア）式	Streeter-Phelps（ストリーター・フェルプス）式
Vollenweider（ヴォーレンワイダー）モデル	大気安定度
放射強制力	光化学スモッグ

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式

3. 環境学

（この設問は3ページあります。2ページ目／3ページ。）

（2）上下水道工学

- 1）〔計画1人1日使用水量〕をもとに〔計画1日最大給水量〕と〔計画時間最大給水量〕を求める手順を示せ。
その際、以下のうち必要な用語を用いること。

時間係数	計画給水人口	計画1日平均給水量	負荷率	計画有効率
------	--------	-----------	-----	-------

- 2）浄水場における急速ろ過池と緩速ろ過池について、ろ過速度やメンテナンス、浄水水質の点から比較して説明せよ。
- 3）合流式下水道と分流式下水道について、経済性や放流水質の点から比較して説明せよ。
- 4）標準活性汚泥法を用いた下水処理場を想定し、スクリーンを経て沈砂池に流入して以降、塩素接触槽等の消毒施設を経て放流されるまでの下水の流れと水処理施設の配置について、フロー図を用いて例示するとともに、このうち最初沈殿池と最終沈殿池について、その機能や構造の点から比較して説明せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式

3. 環境学

（この設問は3ページあります。3ページ目／3ページ。）

（3）環境評価・資源管理

- 1) 環境システム分析手法としての物質フロー分析、ライフサイクル評価、環境分野の産業連関分析について、
①各分析手法の概要をそれぞれ50文字程度で説明するとともに、②各分析手法がどのような関係にあるか、
物質フロー分析とライフサイクル評価の関係、ライフサイクル評価と環境分野の産業連関分析の関係、環境
分野の産業連関分析と物質フロー分析の关系到分けてそれぞれ説明せよ。
- 2) 外部環境会計と内部環境会計の違いをその目的や手法の観点から説明せよ。
- 3) 鉍物資源の可採年数の定義（分母・分子）を示し、資源価格の上昇が可採年数に及ぼす影響を説明せよ。
- 4) 元素組成が炭素 24wt%、水素 3.6 wt%、硫黄 3.2 wt %、酸素 16 wt%の可燃ごみがある。この可燃ごみ 1kg
の燃焼に必要な理論酸素量（mol-酸素/kg-ごみ）を求めよ。ただし、各元素の原子量は、炭素 12、水素 1.0、
硫黄 32、酸素 16 とする。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式

4. 計画学

（この設問は全部で 3 ページあります。1 ページ目／3 ページ。）

次の 4 問（（1）計画理論、（2）都市計画、（3）交通計画、（4）防災計画）のうち、2 問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

（1）計画理論：

計画理論に関する以下の問いに答えよ。

- a) R 食堂では食品残渣*を可能な限り少なくする取り組みを進めている。メニューA を 100g 作るにあたり、食品残渣は 12g 発生する。同様にメニューB を 100g 作る場合には 6g、メニューC を 100g 作る場合には 10g の食品残渣が発生する。

ただし、取引先農家との契約で、1 日に 10kg 以上のじゃがいもと 20kg 以上のにんじんを使わなくてはならない。なお、メニューA を 100g 作るには 10g のじゃがいもと 20g のにんじんが必要である。同様に、メニューB は 100g あたり 10g のじゃがいもと 30g のにんじん、メニューC は 100g あたり 20g のじゃがいもと 10g のにんじんが必要となる。

上記のメニュー、食材以外については一切考える必要がないものとして以下の問いに答えよ。

*食品残渣（ざんざ）… 食品由来のごみのことであり、ここでは調理時に排出される調理残渣や食べ残しの総量として定義する。

- 1) 契約を満たしつつ、食品残渣を最小化するためのメニューA、B、C の 1 日の調理量決定計画を最適化問題として定式化せよ。
 - 2) 1) で定式化した問題の双対問題を定式化せよ。
 - 3) 2) の双対問題を図解法により求解せよ。
 - 4) 2) の双対問題をシンプレックス法により求解せよ。
 - 5) 食品残渣を最小化するための 1 日あたりの各メニューの調理量を答えよ。
 - 6) 食品残渣をあと 480g 減らすことができれば、自治体から大きな補助金を得ることができる。しかし、現在の取引量を減らすと取引先農家にじゃがいも・にんじんとともに、1kg あたり 10,000 円の違約金を支払わなくてはならない。食品残渣をあと 480g 減らしつつ、違約金を最小にするためには、じゃがいもとにんじん、それぞれ何 kg ずつ取引量を減らせば良いか？
- b) 以下の語句について、それぞれ 50 字程度で簡潔に説明せよ。
- 1) クリティカルパスメソッド
 - 2) 社会的割引率
 - 3) 層化抽出法
 - 4) ダイクストラ法

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕環境都市専攻 A方式

4. 計画学

（この設問は全部で3ページあります。2ページ目／3ページ。）

（2）都市計画：

都市計画に関する以下の問いに答えよ。

- a) まちづくり三法について、（ ）内の語句のうち 10 以上の語句を用いて、簡潔に説明せよ。なお、使用した語句がわかるように、回答中の語句に下線を引くこと。
（大規模公共施設、大規模小売店舗立地法、都市再生特別措置法、1 万㎡、3,000 ㎡、5,000 ㎡、特定用途制限地域、第二種住居地域、準工業地域、近隣商業地域、準住居地域、工業地域、建築基準法、都市計画法、中心市街地活性化法、特別用途地区、大規模商業施設、非線引都市計画区域、白地地域、地区計画、建築協定）
- b) 田園都市について、（ ）内の語句のうち 5 つ以上を用いて、簡潔に説明せよ。なお、使用した語句がわかるように、回答中の語句に下線を引くこと。
（小学校区、クラレンス・アーサー・ペリー、エベネザー・ハワード、レッチワース、ラドバーン、田園調布、ユニテ・ダビダシオン、人口 1 万人、人口 2 万人、人口 3～10 万人、広場、工場、農地）
- c) 近年、町内会レベルから、都心部の高層建築物が集中するエリアまで、多様な場所でエリアマネジメントによるまちづくりが積極的に行われている。エリアマネジメントについて、①背景、②活動主体、③活動資金、④活動内容、⑤効果の各々について、説明せよ。

（3）交通計画：

交通計画に関する以下の問いに答えよ。

- a) 四段階推定法に関する以下の問いに答えよ。
- 1) 発生・集中交通量の予測において、通勤目的の発生交通量と集中交通量を関数モデル法（回帰モデル法）を用いて予測したい。回帰モデルの説明変数として、それぞれどのようなものが考えられるか。
 - 2) 分布交通量の予測における、現在パターン法と重力モデル法の違いについて、簡潔に説明せよ。また、将来の交通施設整備の影響を考慮するためには、どちらの方法が適していると考えられるか。
 - 3) 交通手段別交通量の予測における、各交通手段のサービス水準を表す説明変数としてどのようなものが考えられるか。
 - 4) 配分交通量の予測における、等時間配分法（利用者均衡状態）と最適化による配分（システム最適状態）の違いについて、簡潔に説明せよ。また、等時間配分法（利用者均衡状態）を近似する解法にはどのようなものがあるかを挙げ、その内容を簡潔に説明せよ。
- b) ある道路区間（長さ 1.0km）で同時に、速度 60 km/h の車両が 10 台、速度 70 km/h の車両が 20 台、速度 80 km/h の車両が 20 台観測された。このとき、以下の問いに答えよ。
- 1) この道路の交通密度と空間平均速度を求めよ。
 - 2) 道路で観測される空間平均速度と時間平均速度の違いについて、簡潔に説明せよ。
 - 3) この道路の 1 時間あたりの交通量を求めよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式

4. 計画学

（この設問は全部で3ページあります。3ページ目／3ページ。）

（4）防災計画：

防災計画に関する以下の問いに答えよ。

- a) 「気象庁震度階」と「マグニチュード」の2つの指標について、その①意味と②利点と③問題点を、それぞれ違いが明確になるように説明せよ。
- b) 「火災の早期発見」は、延焼リスクの高い木造密集市街地にとって、被害を最小限に抑える上で不可欠な対策となる。このため「住宅用火災警報器」の設置が義務付けられているが、まず①この役割を簡潔に説明せよ。さらに②これが発する警報を「地域住民の間で早期共有」するための工夫について、具体的なアイデアを述べよ。

2021 年 8 月 26 日実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

環境都市専攻【B方式】

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
基礎理工学専攻・数理科学コース 電子システム専攻 機械システム専攻	10：00～12：00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10：00～13：00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：環境都市専攻【B方式】】

次の1～5の中から3問選択し、解答すること。 1. 数学 2. 建築史・意匠 3. 建築計画・都市デザイン 4. 建築構造・生産 5. 建築環境設備

【受験にあたっての注意事項】

- 問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
9 枚	3 枚

- 配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- 試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- 解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- 解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が4問であった場合に2問しか解答しなかった場合、残り2枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- 解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。ただし、数理科学コースへ出願している受験生に限り、解答用紙を2枚使用できます。
- 解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- 1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。数理科学コースへ出願している受験生は、2枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。3枚目の解答用紙を配ります。
- 解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- 解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- 問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- 試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式

1. 数学

（この設問は2ページあります。1ページ目/2ページ。）

次の3問（（1）微分方程式、（2）線形代数、（3）確率・統計）のうち、2問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。なお、計算や式の導出など途中経過も示すこと。

（1）微分方程式

1) 微分方程式の分類を示す例として、

- ① 常微分方程式の簡単な例と偏微分方程式の簡単な例を書け。
- ② 同次微分方程式の簡単な例と非同次微分方程式の簡単な例を書け。
- ③ 変数分離形微分方程式の簡単な例を書け。

2) 次の微分方程式について

$$\frac{dy}{dt} + y = 0 \quad (\text{A})$$

- ① その数学的な分類について説明し、
- ② 一般解を求め、 y を t の関数で表し、
- ③ 式(A) の一つの適用例を簡潔に説明せよ。
- ④ $t=0$ において $\left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=0} = 1$ が与えられたときの式 (A) の特殊解を求めよ。

（2）線形代数

1) 3点 $(1, 2, -1)$ 、 $(3, -4, -2)$ 、 $(-2, 2, -4)$ を通る平面を α とする。

- ① 平面 α の方程式を求めよ。
- ② 点 $(2, 4, 8)$ と平面 α の距離 h を求めよ。

2) あるプラントが正常に働いている状態を N 、なんらかのトラブルが生じた異常な状態を T とする。ある日の状態から翌日の状態への推移確率は $N \rightarrow N$ に対して 0.8 、したがって $N \rightarrow T$ に対して 0.2 である。また、 $T \rightarrow N$ および $T \rightarrow T$ に対する推移確率はいずれも 0.5 である。以下の問いに答えよ。

① 推移確率を表現する以下の行列の要素 (a, b, c, d) を求めよ。

$$\begin{pmatrix} N_{i+1} \\ T_{i+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_i \\ T_i \end{pmatrix}$$

② これらの推移確率が不変であるとして、今日トラブルが起らなかった場合を $\begin{pmatrix} N_0 \\ T_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ とすると2日後にトラブルが起こる確率はいくらとなるか。

3) 行列 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えよ。

- ① 行列 $\mathbf{A}$ の固有値 λ 、固有ベクトル $\mathbf{x}$ を全て求めよ。
- ② 行列 $\mathbf{A}$ を対角化せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式／B方式

1. 数学

（この設問は2ページあります。2ページ目/2ページ。）

（3）確率・統計

- 1) コインが1枚あり、このコインには表裏に偏りがあって、1回投げて表の出る確率は $\frac{5}{8}$ であることがわかっている。以下の問いに答えよ。
 - ① このコインを3回投げた時、表が1回以下しか出ない確率はいくらか。また、このコインを3回投げた時の表が出る回数の期待値（平均値）はいくらか（数値は分数の形で解答してよい）。
 - ② このように、1回の試行（①では「コインを投げる」）で目的の事象 X （①では「表が出る」）が生じる確率を p とすると、 n 回の試行で X が x 回生じる確率 $P(X=x)$ を一般式で示せ（式には適宜記号等を用い、その意味も記すこと）。一般にこのような離散型の確率分布は何と呼ばれるか。
- 2) 母分散 $\sigma^2=16$ が既知である正規母集団から取り出した大きさ $n=36$ の標本の平均が12.0であった。この母集団の平均 μ の95%信頼区間を求めよ。ただし、標準正規分布の両側0.05（片側 0.025×2 ）の棄却域の境界値は、 $z=\pm 1.96$ である。
- 3) x が $0 < x < \frac{\pi}{2}$ の範囲のみをとる確率変数で、 $f(x) = a \sin 2x$ が確率密度関数であるためには、定数 a の値はいくらである必要があるか。

以上

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕 環境都市専攻 B 方式

2. 建築史・意匠

（1）次の建築史に関わる各問の（ ）に入る用語を書きなさい。選択問題では適切な記号を答えなさい。

- 1) 8世紀に創建されたとされる清水寺本堂は、（ ）造りという崖地に建設される建築形式の最初期のものの一つで、その後日本各地でこの形式の建築が数多く建てられた。
- 2) 平安時代の貴族住宅である（ ）造りは、屏風や帳台などの可動式家具を用いて広い内部空間を仕切って使用されていた。
- 3) 禅宗様仏殿の建具は、資材節約と軽量化のために框（かまち）によって骨組みを組んで薄板等を嵌める（ ）という形式が採用された。
- 4) 近世の住宅様式である書院造りの構成要素のうち「付書院」の奥行きを無くして平面的に簡略化したものを（ ）と呼び、近世・近代を通じて数多くの住宅建築で採用された。
- 5) 藤原京や平城京などの日本の古代都市は、東西道路と南北道路を格子状に組み合わせた（ ）制という、中国の古都・長安を模した都市計画によって建設された。
- 6) 平安時代に数多く建設された仏堂の一形式である（ ）は、その多くが小規模な一間四面の方形造りで、軽快かつ水平的な外観になっている。
- 7) 建築家パラーディオは代表作ヴィラ・ロトンダにおいて、古代ローマの建築物である（ ）に範をとりつつ、点対称の平面形の住宅を設計した。
- 8) 建築家ブルネレスキが設計したフィレンツェ大聖堂のドームは、（ア：ペンデンティブ イ：二重殻 ウ：二重螺旋 エ：空気膜）構造になっている。
- 9) 建築史家・伊東忠太の「（ ）論」によれば、古代ギリシア時代の建築を例として、石造により木造の古式を忠実に再現する時代があり、その後に各部が「変形」して新建築様式が成立するとされる。
- 10) 1960年に日本で結成された（ ）・グループは、都市の急拡大を背景に、建築・都市を生命体に擬え、あたかも“新陳代謝”するように状況に合わせて変化する建築的イメージを提示した。

（2）次の建築意匠に関わる各問に答えなさい。（ ）についてはそこに入る用語を書きなさい。

- 1) 線的な柱が並んで、面的な要素に移行しつつある建築の代表例に（ ）がある。
- 2) ル・コルビュジエが、ガルシュの家で用いたトラセ・レギュラトゥールの基本的な考え方は、①ファサード全体を（ ）によって分割すること、②ファサード全体の対角線と平行な対角線を用いて、全体と開口部を相似なかたちとすることである。
- 3) 篠原一男は、1960年の論文「住宅論」において、貴族の住まいとしての南方系高床式住居と農民の住まいの（ ）を対比し、モダニズム美学と共通する前者の賛美の風潮を批判すると共に、後者を「非開放的なもの」として顕在化させようとした。
- 4) 竜巻やコイルばねのように、（ ）は動きやエネルギーといったダイナミズムを連想させる。また植物や巻貝のように成長発展を予期させるかたちである。
- 5) 伝統的な日本建築では先に柱と屋根ができ、その後に壁や開口部の造作工事が行われることから、壁や開口部は二次的である。これを建築家R. ヴェンチュリは「屋根は（ ），壁は家具」と表現した。
- 6) 人体を正方形と円に収めた（ ）に対して、ル・コルビュジエのモデュロールでは片手を挙げた人間が2つの正方形に収まるとされる。
- 7) 日本の伝統木造で、柱間から柱太さを決定し、柱太さを基準として各部の材寸を決定することを（ ）と呼ぶ。
- 8) 建築の意匠を「影で考える」習慣をつけないといけない、と説いた19C英国ロマン主義の美術批評家は誰か。
- 9) 1860年代にドイツの建築家ゼンパーが『様式論』で提唱した工芸に関する分類概念のうち、載石術（石工術）と訳されるものをステレオトミーと呼ぶ。では、構築術あるいは木工術のことを何と呼ぶか。
- 10) 建築において「個々の要素を明瞭に表現する造形処理」のことを（ ）という。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 B 方式

3. 建築計画・都市デザイン

（3. 建築計画・都市デザインの設問は3問（3ページ）あります。（1）～（3）の中から2問選択し解答してください。）

（1）建築計画

< 1 > 建築計画一般に関する以下の5つの用語について数行程度で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ①暗順応
- ②食寝分離
- ③堅穴区画
- ④緑視率
- ⑤プレファブリケーション

< 2 > 各種建築用途の計画に関する以下の用語について数行程度で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ①個室的多床室
- ②コアシステム
- ③環境共生住宅

< 3 > 防災の2大原則である、フェイルセーフの原則、フルプルーフの原則について説明せよ。さらにこれらの原則が、建築計画において、どのように具体化されているか、実例を挙げて簡潔に説明しなさい（10行以内）。必要に応じて図を用いてもよい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 B 方式

3. 建築計画・都市デザイン

(つづき 2 問目 (2 ページ目)。 (1) ～ (3) の中から 2 問選択し解答してください。)

(2) 都市デザイン

< 1 > 都市デザインに関連する以下の用語について、数行で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ① コンパクト・プラス・ネットワーク
- ② プレイスメイキング
- ③ 限界集落
- ④ ニュータウン再生
- ⑤ レッチワース
- ⑥ 密集市街地
- ⑦ 東日本大震災の復興まちづくり
- ⑧ ウォーカブルシティ

< 2 > 近年、道路や公園などの公共空間の暫定利用など、今すぐできる社会実験による「小さな変化」を積み重ねて知見を蓄積し、施設の建設や制度設計などの都市計画レベルの「大きな変化」に影響を与えることを目的としたタクティカル・アーバニズムと呼ばれる都市デザインの手法が注目されている。このような手法を用いた事例を一つ挙げて、その特徴を述べなさい。20 行程度までにおさめること。必要に応じて図を用いてもよい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 B 方式

3. 建築計画・都市デザイン

（つづき 3 問目（3 ページ目）。(1) ～ (3) の中から 2 問選択し解答してください。）

（3）ランドスケープデザイン

< 1 > ランドスケープデザインに関連する以下の用語について、数行で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ① セントラルパーク
- ② アースワーク
- ③ オープンスペース運動
- ④ デザインウィズネイチャー
- ⑤ モエレ沼公園
- ⑥ 生物多様性
- ⑦ ペイリーパーク
- ⑧ ローレンス・ハルプリン

< 3 > 近年、ランドスケープの計画やデザインにおいて、地球環境問題への配慮が求められている。その中でも、水面や森林、土壌などの二酸化炭素の吸収源と吸収量を増やす取り組みが必須となっている。このような手法によるランドスケープの計画またはデザインの具体的な例を一つ挙げて、その特徴を述べなさい。20 行程度までにおさめること。必要に応じて図を用いてもよい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 B 方式

4. 建築構造・生産

以下の(1)と(2)の両方の問いに答えよ。

(1)建築生産・材料に関し、以下の問いに答えよ。

- 1) 埋込み杭のプレボーリング根固め工法の手順と、施工上の注意すべき点について述べよ。
- 2) 一般的な建築におけるプレキャストコンクリート工法の特徴を、①経済性、②工期、③労働生産性、④品質の観点から在来工法と比較して述べよ。

(2)図1の等分布荷重 w を受ける構造に関し、以下の問いに答えよ。ただし、梁部材の断面2次モーメントを I 、ヤング係数を E とする。

- 1) 仮想仕事法による A 点の鉛直方向の変位の計算から、 w と L を用いて A 点の反力を求めよ。
- 2) w と L を用いて曲げモーメント図を作成せよ。

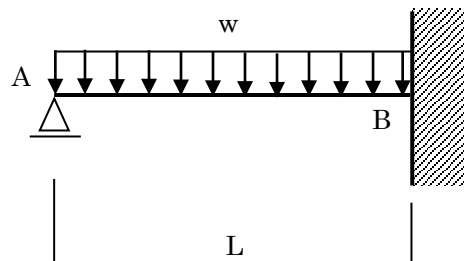


図1

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 B 方式

5. 建築環境設備

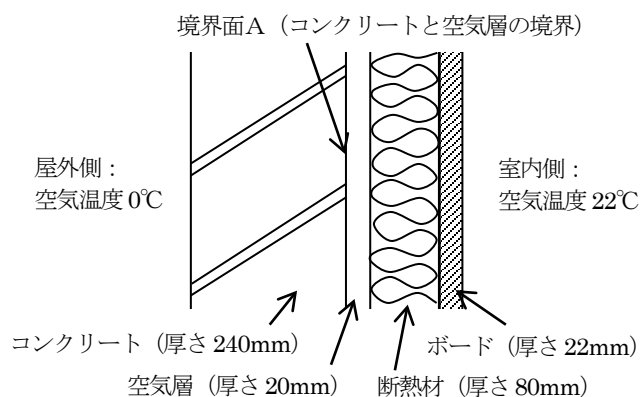
(1) 以下の文章の(a)～(e)の説明に合致する用語・数値を答えよ。

- (a) 温室効果ガスの排出量から吸収量と除去量を差し引いた合計をゼロにすること。
- (b) 2021 年 4 月 22 日に菅首相が地球温暖化対策推進本部会議で発表し、また米国主催の気候サミットで表明した日本の 2030 年度の温室効果ガス削減目標の値（2013 年度比で何%削減するか記載すること）。
- (c) 2 枚の板ガラスの間に乾燥空気を封入し、板ガラスの中空層側表面に酸化スズや銀などの薄膜をコーティングし断熱性と遮熱性を高めたガラス。
- (d) 電圧をかけた際に発光する半導体素子。
- (e) 室内における響きの長さ。定常音を停止した後、室内の平均エネルギー密度が $1/10^6$ （百万分の一）になるまでの時間。

(2) 以下の(a)～(e)の用語の意味を答えよ。

- (a) 内部結露
- (b) 光束
- (c) PMV
- (d) PFI
- (e) ZEB

(3) 図に示す壁体に関して以下の設問に答えよ（導出する式、単位も採点対象とする）。



- ・熱伝達率（単位： $W/(m^2 \cdot K)$ ）
屋外側境界層：23、室内側境界層：9
- ・熱伝導率（単位： $W/(m \cdot K)$ ）
コンクリート：1.6、断熱材：0.04、ボード：0.22
- ・熱コンダクタンス（単位： $W/(m^2 \cdot K)$ ）
空気層：12

- (a) 壁体の熱貫流率を求めよ。
- (b) 壁体の屋外側壁面表面温度、室内側壁面表面温度をそれぞれ求めよ。
- (c) 境界面Aの温度を求めよ。
- (d) もし空気層の厚みを 10 倍にした場合、熱貫流率はどのように変化するか生じる物理現象を交えて考察せよ。

2022 年 2 月 11 日 実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

基礎理工学専攻・物理科学コース

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
電子システム専攻 機械システム専攻	10:00～12:00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10:00～13:00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：基礎理工学専攻・物理科学コース】

次の 1～4 のすべてに解答すること（4 問必答）。

1. 電磁気学
2. 量子力学
3. 力学
4. 統計熱力学

【受験にあたっての注意事項】

- ・問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
6 枚	4 枚

- ・配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- ・試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- ・解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- ・解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が 4 問であった場合に 2 問しか解答しなかった場合、残り 2 枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- ・解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。
- ・解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- ・1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。
- ・解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- ・解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- ・問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- ・試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

1. 電磁気学

以下の設問に答えよ。真空の誘電率を ε_0 とする。

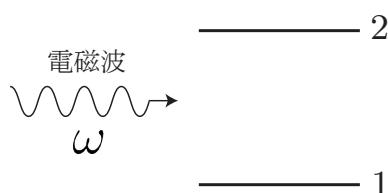
- (1) 電磁気学におけるガウスの法則について説明せよ。
- (2) 半径 a の球内に、電荷 Q が一様に分布している。球の内外の電場の大きさを求めよ。
- (3) 点 O を中心とする半径 r_1 の球殻 1, 半径 r_2 の球殻 2 があり、球殻 1 には電荷 Q_1 、球殻 2 には電荷 Q_2 が与えられている。ただし、 $r_1 < r_2$ である。また、 Q_1 、 Q_2 はいずれも正であり、球殻の厚さは無視できるものとする。
 - 3-1) 電場の大きさ $E(r)$ を点 O からの距離 r の関数として求めよ。
 - 3-2) 電位 $\phi(r)$ を r の関数として求めよ。ただし、 $\phi(r)$ は連続であり、無限遠方でゼロとする。
 - 3-3) 系の静電エネルギーを求めよ。
 - 3-4) 球殻 1 を接地することにより系の静電エネルギーが減少することを示し、その際の減少量を求めよ。

2. 量子力学

(この設問は全部で2ページあります。1ページ目／2ページ)

以下の小問(1)～(5)に答えよ。ただし、まず問題文を最後までよく読み、できる小問から回答してよい。また、各小問で示すべき式や結果については、たとえ自分で示せていなくても、これらを以降の小問の解答に利用してもよい。 $\hbar = h/2\pi$ (h はプランク定数) である。

2 準位系と、これに入射する単色電磁波との相互作用を考える(図)。ここで考える2 準位系は、物質中の様々なエネルギー準位のうち、そのエネルギー差が入射電磁波のエネルギーにほぼ共鳴する2 つの準位であると考え。つまり、2 つの準位のエネルギーをそれぞれ、 ϵ_1, ϵ_2 (ただし、 $\epsilon_2 > \epsilon_1 > 0$) とし、入射電磁波の角振動数を ω とすれば、 $\epsilon_2 - \epsilon_1 \approx \hbar\omega$ である。ただし、電磁波は古典的に扱う。



図

電磁波が入射しない場合には、準位 1, 2 は定常状態にあり、その波動関数はそれぞれ、

$$|\Psi_1(\mathbf{r}, t)\rangle = e^{-i\omega_1 t}|1\rangle, \quad |\Psi_2(\mathbf{r}, t)\rangle = e^{-i\omega_2 t}|2\rangle, \quad (\text{あ})$$

と表されるものとする。ここで、定常状態の位置に関する波動関数 $|1\rangle = |1(\mathbf{r})\rangle$, $|2\rangle = |2(\mathbf{r})\rangle$ は、ハミルトニアン $\hat{H}_0$ の固有状態であり、 $\hat{H}_0|1\rangle = \epsilon_1|1\rangle$, および、 $\hat{H}_0|2\rangle = \epsilon_2|2\rangle$ が成り立つ。また、 $\langle 1|1\rangle = \langle 2|2\rangle = 1$, $\langle 1|2\rangle = \langle 2|1\rangle = 0$ を満たすものとする。

電磁波が入射した場合には、定常状態の波動関数 $|\Psi_1\rangle$, $|\Psi_2\rangle$ は、もはや系の固有関数ではなくなるが、電磁波との相互作用による弱い摂動が生じると考え、この摂動を受けた系の状態を、近似的に各準位の定常状態の波動関数の重ね合わせと考える。すなわち、摂動を受けた系の波動関数は、

$$|\Psi(\mathbf{r}, t)\rangle = c_1(t)|\Psi_1(\mathbf{r}, t)\rangle + c_2(t)|\Psi_2(\mathbf{r}, t)\rangle \quad (\text{い})$$

と表せるものとし、重み係数 $c_1(t)$ と $c_2(t)$ に、摂動による系の時間変化を担わせ、系は $\hat{H}_0$ の固有状態間の遷移をす

ると考える。この摂動による相互作用ハミルトニアンは、電気双極子モーメント μ と入射電場の振幅 E_0 を用いて、

$$\hat{H}' = \begin{pmatrix} 0 & -\mu E_0 \cos \omega t \\ -\mu E_0 \cos \omega t & 0 \end{pmatrix}, \text{ or } \langle 1|\hat{H}'|1\rangle = \langle 2|\hat{H}'|2\rangle = 0, \langle 1|\hat{H}'|2\rangle = \langle 2|\hat{H}'|1\rangle = -\mu E_0 \cos \omega t$$

と表され、摂動がある場合の全ハミルトニアンは $\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{H}'$ と表されるものとする。

時刻 $t = 0$ において、準位 1 (下の準位) にあった系 ($c_1(0) = 1$, $c_2(0) = 0$) に電磁波が入射するものとして、この系の $t > 0$ の時間発展を、時間に依存するシュレーディンガー方程式

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\Psi(\mathbf{r}, t)\rangle = \hat{H} |\Psi(\mathbf{r}, t)\rangle \quad (\text{う})$$

を用いて考察してみよう。

(問題文は次ページへつづく)

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

2. 量子力学

(この設問は全部で 2 ページあります。2 ページ目 / 2 ページ)

- (1) 摂動がない場合 ($\hat{\mathcal{H}} = \hat{\mathcal{H}}_0$) を考え、式 (あ) と (う) より、 $\omega_1 = \epsilon_1/\hbar$, $\omega_2 = \epsilon_2/\hbar$ であることを示せ。

以下、 $\omega_{21} \equiv \omega_2 - \omega_1$ と書き、摂動がある場合 ($\hat{\mathcal{H}} = \hat{\mathcal{H}}_0 + \hat{\mathcal{H}}'$) を考える。

- (2) 式 (う) に (い) を代入し、両辺に左から $\langle \Psi_1 | = \langle 1 | e^{+i\omega_1 t}$ または、 $\langle \Psi_2 | = \langle 2 | e^{+i\omega_2 t}$ を掛けることによって、 $c_1(t)$ および $c_2(t)$ に関して、連立微分方程式

$$\begin{cases} \frac{dc_1(t)}{dt} = i \frac{\mu E_0}{2\hbar} c_2(t) [e^{-i(\omega_{21}-\omega)t} + e^{-i(\omega_{21}+\omega)t}] \\ \frac{dc_2(t)}{dt} = i \frac{\mu E_0}{2\hbar} c_1(t) [e^{i(\omega_{21}+\omega)t} + e^{i(\omega_{21}-\omega)t}] \end{cases}$$

が導かれることを示せ。

- (3) 共鳴に近い場合には $\omega_{21} - \omega \approx 0$ となり、 t で積分した場合には $\omega_{21} + \omega$ で振動する項は $\omega_{21} - \omega \approx 0$ で振動する項に比べて寄与が十分に小さく無視できる (回転波近似)。この、 $e^{\pm i(\omega_{21}+\omega)t}$ の項を落とす近似のもとで、初期条件 $c_1(0) = 1$, $c_2(0) = 0$ とし、前問の微分方程式を解くと、状態 2 に対する重み係数 $c_2(t)$ が、 $\Delta\omega \equiv \omega_{21} - \omega$, $\Omega \equiv \sqrt{\Delta\omega^2 + (\mu E_0/\hbar)^2}$ と書いて、

$$c_2(t) = i \frac{\mu E_0}{\hbar \Omega} \exp\left(i \frac{\Delta\omega}{2} t\right) \sin \frac{\Omega}{2} t$$

と得られることを示せ。

- (4) 系が状態 2 (上の準位) に見出される確率 $p_2(t) = |c_2(t)|^2$ を時間の関数として図示し、その物理的意味を述べよ。
- (5) この系が電磁波から吸収する単位時間あたりのエネルギー (パワー) は、

$$P(t) = \hbar\omega \frac{dp_2(t)}{dt}$$

で与えられる。 $P(t)$ の時間変化を図示し、その物理的意味を、2 準位系による電磁波の吸収・放出という観点から述べよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

3. 力学

以下の問題に解答せよ。重力加速度を g とする。また、角度変数 θ は単位としてラジアンを用い、その範囲は $-\pi \leq \theta \leq \pi$ とする。

- (1) xy 平面で水平直線を x 軸とし、 x 軸上に半径 $\frac{l}{4}$ ($l > 0$) の円が滑らずにころがるとする。円の中心 C は最初 y 軸上にあったとし、そのときの円の最高点 $P = (0, \frac{l}{2})$ の軌跡を考える。この曲線をサイクロイド曲線とよぶ (図 1)。円が角度 θ 回転 (図で時計回りを正とする) したときの点 P の位置 (x, y) を角度 θ の関数として求めよ。

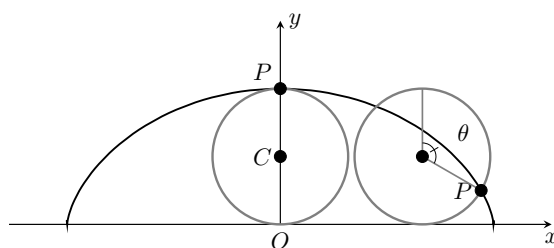


図 1

- (2) 図 1 のサイクロイド曲線を水平直線 x 軸で反転してできる凹曲線を考え、この曲線上に束縛された質点 Q の振動を考える。質点 Q の質量を m とし、重力 mg は y 軸負方向に作用するとする (図 2)。

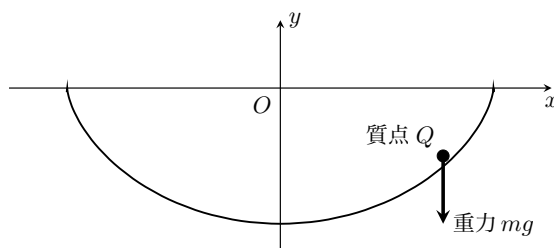


図 2

質点 Q の時刻 t での位置は、問 (1) でサイクロイド曲線を表した角度 θ を $\theta = \theta(t)$ として表す。質点 Q のエネルギー E を θ と $\dot{\theta}$ の関数として求めよ。(エネルギーは質点 Q がポテンシャルの最下点で静止しているときをゼロとする。)

- (3) 質点 Q の運動の時刻 $t = 0$ での初期条件が、 $\theta(0) = \theta_1$ ($-\pi \leq \theta_1 \leq \pi$)、 $\dot{\theta}(0) = 0$ 、であったとする。時刻 $t = 0$ での質点 Q のエネルギーを θ_1 の関数としてあらわせ。 $(\theta_1$ は単振子における振幅に相当する。)
- (4) 問 (3) の初期条件で質点が行う振動運動の周期 T を求めて、周期 T が θ_1 に依存しないこと (等時性) を示せ。(ヒント：問 (2) のエネルギーを利用する。)

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕基礎理工学専攻・物理科学コース

4. 統計熱力学

固体中の原子集団を一定の体積の容器内に入った独立な N 個の 1 次元調和振動子からなる 1 つの系とみなし、以下の (1)-(7) で量子力学に基づきその定積熱容量を求めてみよう。但し、1 次元調和振動子の角振動数は全て ω とし、量子状態はその量子数 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ で決定され、調和振動子 1 つのエネルギー ϵ は

$$\epsilon = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega$$

で与えられるものとする ($\hbar = h/2\pi$ であり h はプランク定数)。また個々の調和振動子の量子状態は独立に様々な状態をとり、個々の調和振動子の量子数も独立に様々な値を取りうるものとする。

- (1) i 番目の調和振動子の量子数を $n_i (i = 1, 2, 3, \dots, N)$ とすると、 N 個の調和振動子からなる系の状態は量子数の組 $(n_1, n_2, n_3, \dots, n_N)$ によって決定される。全ての量子数の和 M を $M = \sum_i n_i$ とおくと、 N 個の調和振動子のエネルギーの総和 (系の全エネルギー) E_t を $\hbar, \omega, M, N$ を用いて表せ。
- (2) 全エネルギー E_t が $E \leq E_t < E + \Delta E$ (但し $\Delta E = \hbar\omega$) を満たすとき、全系が取りうる状態の数 (微視的状态数) を $W(E)$ と表すことにする。 $W(E)$ は N 個の調和振動子の量子数 $(n_1, n_2, \dots, n_N)$ に対し、この和が M になるような組み合わせの数と一致する。この組み合わせの数として $W(E)$ を M, N を用いて表せ。
- (3) (2) で得られた式において、 M, N が十分大きいとき、スターリングの公式 $N! \simeq N^N e^{-N}$ を用いると

$$W(E) \simeq \frac{(M+N)^{M+N}}{M^M N^N}$$

と近似できることを示せ。(途中経過についての説明も記すこと。)

- (4) (3) の結果を用いて、この系のエントロピーを求めよ。(ただしボルツマン定数は k_B で表すこと。)
- (5) 体積一定の条件では、温度 T と (4) で求めたエントロピー S の間には関係式

$$\frac{1}{T} = \frac{\partial S}{\partial E}$$

が成り立つ。これを用いて全系のエネルギー E_t を $N, \hbar, \omega, k_B, T$ を用いて表せ。

- (6) 定積熱容量 $C_V = \frac{\partial E_t}{\partial T}$ は $\beta = \frac{1}{k_B T}$ とおくと、以下の式で表せることを示せ。

$$C_V = Nk_B(\beta\hbar\omega)^2 \frac{e^{\beta\hbar\omega}}{(e^{\beta\hbar\omega} - 1)^2}$$

- (7) (6) の式での高温 ($\beta\hbar\omega \rightarrow 0$) での振る舞いを調べよ。以上の結果をもとに、実際の固体を N 個の 3 次元調和振動子からなる系とみなすときの十分高温における固体の定積熱容量の性質について論ぜよ。

2022 年 2 月 11 日 実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

電子システム専攻

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
電子システム専攻 機械システム専攻	10:00～12:00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10:00～13:00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：電子システム専攻】

次の 1 の必答、および 2～4 の中から 2 問選択し、合計 3 問解答すること。

1. 数学
2. 電磁気学
3. 電気回路
4. 論理回路

【受験にあたっての注意事項】

- ・問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
5 枚	3 枚

- ・配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- ・試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- ・解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- ・解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が 4 問であった場合に 2 問しか解答しなかった場合、残り 2 枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- ・解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。
- ・解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- ・1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。
- ・解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- ・解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- ・問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- ・試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 電子システム専攻

1. 数学

- (1) 正方行列 A と Q を次式のように定義する.

$$A = \begin{bmatrix} \sqrt{2} & 1 \\ -1 & \sqrt{2} \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- (a) 次の行列 M を求めよ. ただし, A^T は A の転置を表す.

$$M = \begin{bmatrix} A & Q \\ -Q & -A^T \end{bmatrix}$$

- (b) 複素数 λ が M の固有値ならば $-\lambda$ もまた M の固有値であることを証明せよ.

- (2) 周期 2π の周期関数について, 以下の問いに答えよ. ただし, 周期関数 $f(x)$ と $g(x)$ の内積を

$$\langle f, g \rangle = \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \overline{g(x)} dx$$

により定義する ($\bar{a}$ は a の複素共役である).

- (a) 整数 m, n に対して $\langle e^{imx}, e^{inx} \rangle$ を求めよ. ただし, $i = \sqrt{-1}$ である.

- (b) 周期 2π の周期関数 $f(x)$ について, 滑らかでない点を除くすべての x において

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{inx}$$

と表されるとき, これを $f(x)$ の複素数型フーリエ級数といい, c_n を複素フーリエ係数という.
このとき, 次式が成り立つことを証明せよ.

$$c_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) e^{-inx} dx \quad (n \text{ は整数})$$

- (c) 周期関数 $f(x) = x$ ($0 \leq x < 2\pi$) の複素数型フーリエ級数を求めよ.

- (d) 周期関数 $f(x) = x$ ($0 \leq x < 2\pi$) の実数型フーリエ級数を求めよ.

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 電子システム専攻

2. 電磁気学

以下の(1)、(2)の各問に答えよ。ただし、真空中の誘電率、透磁率をそれぞれ、 ϵ_0 [F/m]、 μ_0 [H/m]とする。答には単位も付与し、ベクトル量については大きさと方向がわかるように解答すること。

- (1) 図1に示すように、間隔が d [m]である平行平板コンデンサの中を、比誘電率が ϵ_a 、 ϵ_b の2種類の誘電体で隙間なく満たした。 $y=0, d$ における電極の単位面積あたりの電荷は、それぞれ $-\sigma$ [C/m²]、 $+\sigma$ [C/m²]である。電極の端における電界の乱れは無視できるものとする。このとき、以下の各問に答えよ。
- 各誘電体内の電束密度 D を求めよ。
 - 各誘電体内の電界 E を求めよ。
 - コンデンサにおいて、 $y=0$ の電極に対する $y=d$ の電極の電圧 V_d を求めよ。
 - コンデンサの単位面積あたりの静電容量 C_d を求めよ。

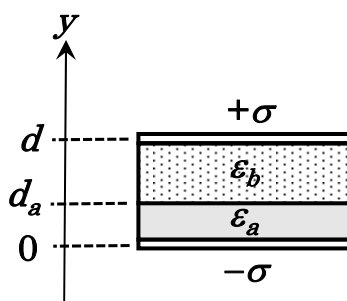


図1

- (2) 図2に示すように、無限長の直線導線1、2、3が、 xy 平面内で y 軸と平行になるように、それぞれ $x=x_1$ [m], 0 [m], x_3 [m]の位置に配置されている。直線導線1、2、3には、それぞれ I_1 [A]、 I_2 [A]、 I_3 [A]の電流が図に示す方向に流れている。このとき、以下の各問に答えよ。
- 直線導線1、2、3それぞれが、 xy 平面内でそれぞれの導線以外の点 (x, y) につくる磁束密度 B_1 、 B_2 、 B_3 を求めよ。
 - 直線導線2の単位長さあたりに働く力 F_2 を求めよ。
 - 直線導線2の単位長さあたりに働く力 F_2 が零となるときの、直線導線1、3に流れる電流の比 I_1/I_3 を求めよ。
 - 無限長の直線導線5本があり、図3に示すように xy 平面内で y 軸と平行になるように配置されている。また直線導線には、図に記載した電流が流れている。このとき、中央の直線導線（ y 軸上に配置された直線導線）の単位長さあたりに働く力 F_0 を求めよ。

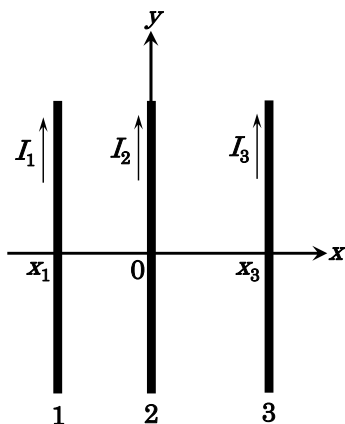


図2

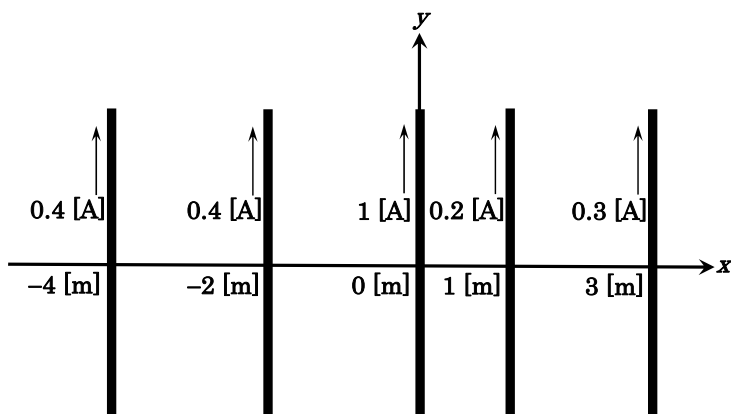
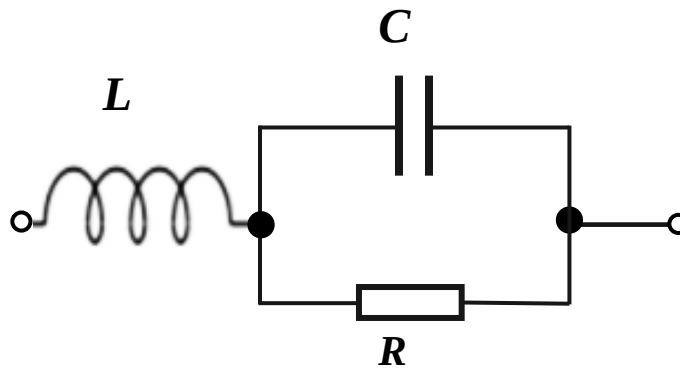


図3

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 電子システム専攻

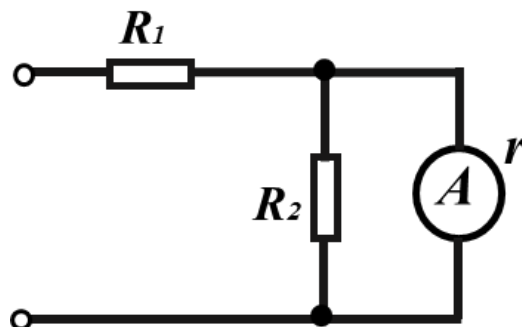
3. 電気回路

- (1) 下図に示す回路に角周波数 ω の正弦波交流電圧を印加する。
- (i) 回路の合成インピーダンス $\mathbf{Z}$ を求めなさい。ただし、虚数単位は j とする。



- (ii) $\omega L = 1/(2\omega C)$ の条件が成立するとき、 L を流れる電流の大きさは抵抗 R の値に無関係であることを示しなさい。

- (2) 下図に示すように電流計(内部抵抗 r)に抵抗 R_1 、 R_2 を接続する。回路の合成抵抗を r に等しくし、かつ電流計に流れる電流を全電流の $1/n$ にしたい。このとき、 R_1 、 R_2 を求めなさい。ただし、 $n > 1$ とする。



立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 電子システム専攻

4. 論理回路

以下では、論理値の * は“ドントケア”を表す。回路には AND, OR, NOT, NAND, NOR の論理ゲートおよび D フリップフロップを用いてよい。XOR は用いないこと。式や回路は与えられた条件のもとで簡潔な表現とすること。

(1) 変数 a, b, c, d を入力とする次の論理関数 f および表の論理関数 g について、以下の問いに答えよ。

$$f = ac + a\bar{c}(bd + \bar{b}\bar{d}) + \bar{a}c(b\bar{d} + \bar{b}d)$$

abc	g
000	*
001	1
010	0
011	*
100	0
101	*
110	1
111	1

- ① f を表す主加法標準形の論理式を示せ。
- ② f を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型論理式を示せ。
- ③ g のカルノー図（またはベイチ図）を作図せよ。
- ④ g を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型論理式を示せ。
- ⑤ g を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型二段論理回路を作図せよ。
- ⑥ g を表す最も簡単な NAND 二段回路を作図せよ。

(2) デジタル信号に対する誤り検出ビット生成モジュールを設計する。

n ビットの入力 $x_1, \dots, x_n$ に対して出力 y_n を次のように定義する。

$$y_n = \begin{cases} 1 & x_1, \dots, x_n \text{ のうち } 1 \text{ が奇数個のとき} \\ 0 & \text{それ以外のとき} \end{cases}$$

以下の ⑦ ⑧ ⑨ では図 1 のような組合せ論理回路として設計し、⑩では図 2 のような順序回路として設計する。

- ⑦ 入力 x_1, x_2 に対する出力 y_2 を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型論理式を示せ。
- ⑧ 入力 x_1, x_2, x_3 に対する出力 y_3 を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型二段論理回路を作図せよ。
- ⑨ 入力 $x_1, \dots, x_n$ に対する出力 y_n を表す最も簡単な積和 (AND-OR) 型二段論理回路に含まれる AND ゲートの個数を答えよ。
- ⑩ このモジュールを順序回路として設計せよ。ここでは、各クロックサイクル t に 1 ビットずつ x_t を入力し y_t を出力するものとする。状態レジスタ（フリップフロップ）の初期値も示すこと。クロック信号、リセット信号は省略してよい。

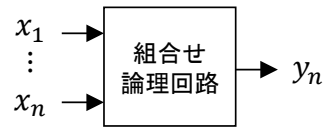


図 1：組合せ論理回路として設計



図 2：順序回路として設計

2022 年 2 月 11 日 実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

機械システム専攻

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
電子システム専攻 機械システム専攻	10:00～12:00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10:00～13:00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：機械システム専攻】

次の 1～3 のすべてに解答すること（3 問必答）。

1. 線形代数学
2. 解析学
3. 力学

【受験にあたっての注意事項】

- ・問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

〈問題用紙・解答用紙 枚数〉

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
4 枚	3 枚

- ・配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- ・試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。（機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ）コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- ・解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- ・解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
（例）解答が必要な問題数が 4 問であった場合に 2 問しか解答しなかった場合、残り 2 枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- ・解答用紙は、1つの問題につき 1枚使用してください。
- ・解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- ・1つの問題に対し 1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。
- ・解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- ・解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- ・問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- ・試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 機械システム専攻

1. 線形代数学

(1) 行列 A を

$$A = \begin{pmatrix} a & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 \\ b & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

と定義する。ただし、 a, b は実数である。

① A の逆行列 A^{-1} が存在するための必要十分条件を a, b を用いて示せ。

② $a = 2, b = 1$ のとき、 A^{-1} が存在するか判定し、 A^{-1} が存在するならば、 A^{-1} を求めよ。

(2) 3次元の実空間における単位ベクトルを $\mathbf{e}_1 = (1, 0, 0), \mathbf{e}_2 = (0, 1, 0), \mathbf{e}_3 = (0, 0, 1)$ とする。この空間に

おけるベクトル $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ を

$$\mathbf{a}_1 = \frac{k}{2}(-\mathbf{e}_1 + \mathbf{e}_2 + \mathbf{e}_3), \quad \mathbf{a}_2 = \frac{k}{2}(\mathbf{e}_1 - \mathbf{e}_2 + \mathbf{e}_3), \quad \mathbf{a}_3 = \frac{k}{2}(\mathbf{e}_1 + \mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_3)$$

と定義する。ただし、 $k > 0$ は実数である。

① $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ を3辺とする平行6面体の体積 V は

$$V = \mathbf{a}_1 \cdot (\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3)$$

で与えられる。 V を求めよ。

② $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ を $\mathbf{a}_i$ ($i = 1, 2, 3$) と表す。 $\mathbf{a}_i$ に対して、以下の関係を満たすベクトルを $\mathbf{b}_j$ ($j = 1, 2, 3$)

と表す。

$$\mathbf{a}_i \cdot \mathbf{b}_j = 1 \quad (i = j \text{ の場合}), \quad \mathbf{a}_i \cdot \mathbf{b}_j = 0 \quad (i \neq j \text{ の場合})$$

このとき、 $\mathbf{b}_j$ ($j = 1, 2, 3$) は

$$\mathbf{b}_1 = \frac{1}{V}(\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3), \quad \mathbf{b}_2 = \frac{1}{V}(\mathbf{a}_3 \times \mathbf{a}_1), \quad \mathbf{b}_3 = \frac{1}{V}(\mathbf{a}_1 \times \mathbf{a}_2)$$

で与えられる。 $\mathbf{b}_j$ ($j = 1, 2, 3$) を $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3$, および k を用いて表せ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 機械システム専攻

2. 解析学

次の設問に答えよ。

（1）以下の問いに答えよ。

① $\frac{d}{dx} \int_a^u f(y) dy$ を $f(u)$ を用いて表現せよ（ただし積分記号は用いないこと）。

ここで u は x の関数で、 a は定数である。

② $\frac{d}{dx} \int_{x^2}^b \cos(y^2) dy$ を求めよ。ここで b は定数である。

（2）次の微分方程式の解を条件 $y(0) = 1, y'(0) = -2$ のもとで求めよ。

$$y'' + 3y' + 2y = e^{-3x}$$

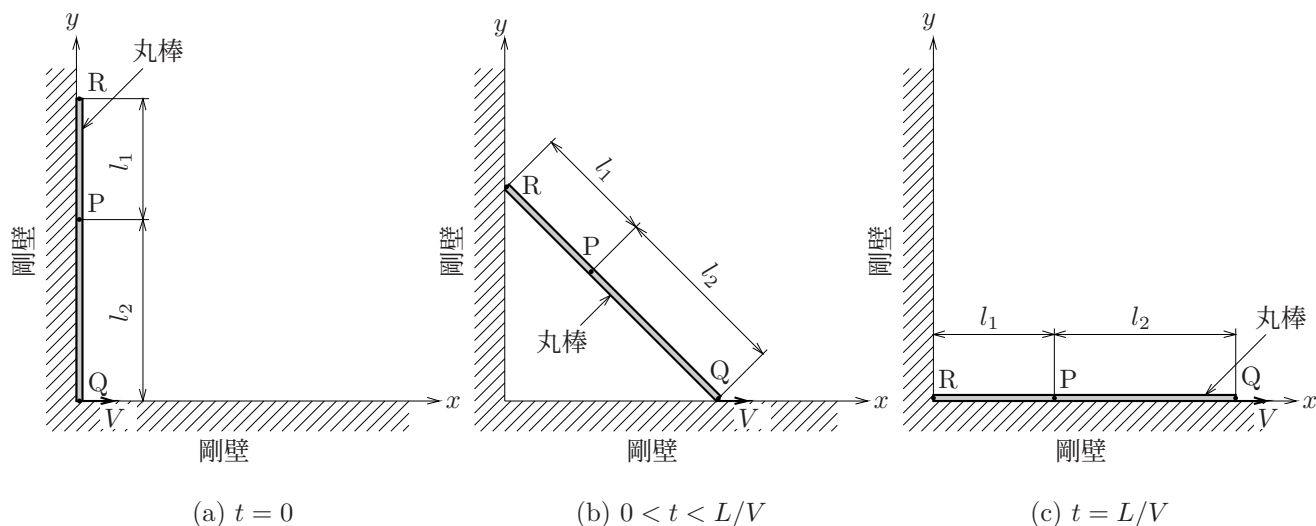
ここで、 $y' = \frac{dy}{dx}$ である。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 機械システム専攻

3. 力学

下図に示すように、直交座標系 x - y を定義し、真直で剛な丸棒（全長 $L = l_1 + l_2$ ，直径 d ， $L \gg d$ ）を x 軸および y 軸に沿う平滑で剛な壁面に接するように立てかける（丸棒の全長 L を $l_1 : l_2$ に内分する点を P ，丸棒の端点を Q および R と定義する）。このような系に対して、時刻 $t = 0$ において点 Q を x 軸に沿って一定の速度 V で右に動かし、(a) の状態 ($t = 0$) から、(b) の状態 ($0 < t < L/V$) を経て、(c) の状態 ($t = L/V$) に至る運動について考える。点 P の座標を (x, y) ，点 Q の座標を $(X, 0)$ ，点 R の座標を $(0, Y)$ とし、以下の設問に解答せよ。

- (1) 点 R の速度の y 方向成分 dY/dt を L ， V ， X ， Y のうちの必要なものを用いて表せ。
- (2) 点 R の加速度の y 方向成分 d^2Y/dt^2 を L ， V ， X ， Y のうちの必要なものを用いて表せ。
- (3) この過程において点 P が描く軌跡を L ， l_1 ， l_2 ， V ， x ， y のうちの必要なものを用いて表せ。
- (4) 点 P の速度 $(dx/dt, dy/dt)$ を L ， l_1 ， l_2 ， V ， x ， y のうちの必要なものを用いて表せ。
- (5) 点 P の加速度 $(d^2x/dt^2, d^2y/dt^2)$ を L ， l_1 ， l_2 ， V ， x ， y のうちの必要なものを用いて表せ。



2022 年 2 月 11 日 実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

環境都市専攻【A 方式】

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
電子システム専攻 機械システム専攻	10:00～12:00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10:00～13:00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：環境都市専攻【A 方式】】

次の 1～4 の中から 2 問選択し、解答すること。

1. 数学
2. 応用力学
3. 環境学
4. 計画学

【受験にあたっての注意事項】

- ・問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
11 枚	2 枚

- ・配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- ・試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- ・解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- ・解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が 4 問であった場合に 2 問しか解答しなかった場合、残り 2 枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- ・解答用紙は、1つの問題につき1枚使用してください。
- ・解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- ・1つの問題に対し1枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2枚目の解答用紙を配ります。
- ・解答用紙へは、1枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- ・解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- ・問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- ・試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式

1. 数学

（この設問は全部で2ページあります。1ページ目／2ページ。）

次の3問（（1）微分方程式、（2）線形代数、（3）確率・統計）のうち、2問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

（1）微分方程式

1) 微分方程式の分類を示す例として、

- ① 常微分方程式の簡単な例と偏微分方程式の簡単な例を書け。
- ② 線形微分方程式の簡単な例と非線形微分方程式の簡単な例を書け。

2) 次の微分方程式について

$$\frac{d^2y}{dt^2} - 16y = 0 \quad (\text{A})$$

- a) その数学的な分類を示せ。
- b) 一般解を求め、 y を t の関数で表せ。

c) $t = 0$ において $y(0) = 1$, $\left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=0} = 0$ が与えられたときの式(A)の特殊解を求めよ。

3) $\frac{dy}{dt} = f(y, t)$ の数値的な近似解を、 $t = 0$ で与えられた y の初期値から得ようとする。そのためのオイラー法

(Euler法)を、図を利用して5行程度で説明せよ。ここで $f(y, t)$ は y および t の任意積分可能な関数である。なお、「初期値」である $t = 0$ での y の値は y_0 、それ以降は、微小区間 Δt 毎に y の近似解を $y_1, y_2, y_3, \dots$, で示す

こと。 (ヒント: $\frac{dy}{dt} \cong \frac{y(t+\Delta t) - y(t)}{\Delta t}$)

（2）線形代数

1) ベクトル $\mathbf{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えよ。

- ① $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$ (内積) を求めよ。
- ② $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ のなす角度を求めよ。
- ③ $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ の両方に垂直な単位ベクトル $\mathbf{e}$ を求めよ。

2) 平面: $x - 2y + z + 3 = 0$ と平行な平面 α が、点 $A(3, -1, 1)$ を通るものとする。

- ① 平面 α の方程式を求めよ。
- ② 原点から平面 α までの距離 p を求めよ。
- ③ 平面 α と直線 $L: (x - 2)/2 = y = (z + 2)/3$ との交点 B の座標を求めよ。

3) 行列 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えよ。

- ① 行列 $\mathbf{A}$ の固有値、固有ベクトルを求めよ。
- ② 行列 $\mathbf{A}$ を対角化せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式

1. 数学

（この設問は2ページあります。2ページ目／2ページ。）

（3）確率・統計

K市内の多数の地区の中から5地区を選び、夜間人口 X と発生交通量 Y を調査したところ、以下の表のような結果が得られた。この5地区を標本、K市内のすべての地区を母集団として、以下の問いに答えよ。

地区番号	地区1	地区2	地区3	地区4	地区5
夜間人口 X [単位：人]	800	900	600	200	500
発生交通量 Y [単位：トリップ/日]	2200	2800	1700	700	1600

- 1) X の標本平均（母集団の平均の不偏推定値）、 Y の標本平均（母集団の平均の不偏推定値）の値を求めよ。
- 2) X の標本分散（母集団の分散の不偏推定値）、 Y の標本分散（母集団の分散の不偏推定値）、 X と Y の標本共分散（母集団の共分散の不偏推定値）の値を求めよ。
- 3) X の偏差平方和、 Y の偏差平方和、 X と Y の偏差積和の値を求めよ。
- 4) 夜間人口 X と発生交通量 Y の関係は、正の相関か、負の相関か。理由とともに示せ。
- 5) 夜間人口 X と発生交通量 Y の関係を $y = \alpha + \beta x$ と仮定して、回帰分析をおこなう。パラメータ α , β の推定値を求めよ。
- 6) 5)で推定された回帰モデルの決定係数（寄与率）はいくらか。小数点以下第3位を四捨五入して答えよ。
- 7) 地区1の将来の夜間人口は1000人と推定されている。5)で推定された回帰モデルを用いると、地区1の将来の発生交通量はいくらと推定されるか。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A方式

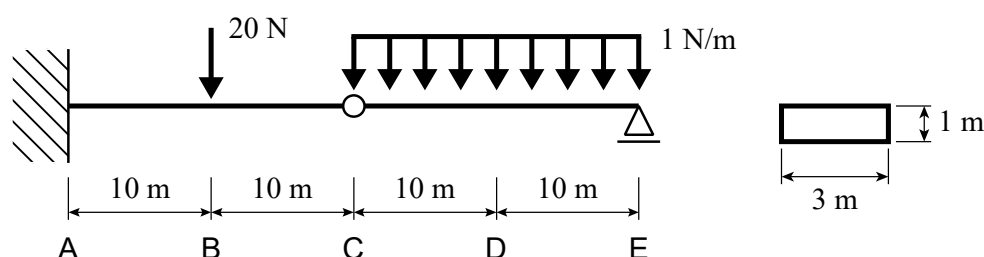
2. 応用力学

（この設問は2ページあります。1ページ目。）

次の4問（1）～（4）のうち2問を選択して答えよ。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

（1）構造力学

図の梁 AD について、以下の問に答えよ。点 A は固定端、点 C は中間ヒンジ、点 E はローラー支点である。また、すべての断面が右図のように幅 3m、高さ 1m の長方形断面である。〔①〕～〔⑦〕にあてはまる適切な語句をカッコ内から選んで記入し、〔(a)〕～〔(c)〕にあてはまる数字を答えよ。



最大曲げモーメントは点〔①〕（A・B・C・D・E）で発生し、値は〔(a)〕 N・m である。最小曲げモーメントは点〔②〕（A・B・C・D・E）で発生し、値は〔(b)〕 N・m である。曲げモーメントが中間ヒンジ以外で 0 になるのは、点〔③〕（A・B・D・E）である。曲げによる応力の最大値は点〔④〕（A・B・C・D・E）の〔⑤〕（上側・下側）で発生し、値は〔(c)〕 Pa である。

AB 部分は曲げモーメントが〔⑥〕（正・0・負）になるので、たわみ曲線は〔⑦〕（上に凸の曲線・下に凸の曲線・直線）になる。

（2）材料学

次の〔ア〕～〔コ〕にあてはまる適切な語句をカッコ内から選んで答えよ。

- ① コンクリートは〔ア〕（水硬性・気硬性・速硬性）であり、〔イ〕（乾燥・水和・塩基）反応することで硬化する。特徴として、〔ウ〕（圧縮・引張・曲げ）には強く、〔エ〕（圧縮・引張・せん断）には弱い。
- ② フレッシュコンクリートのコンシステンシーを測定する方法として、〔オ〕（空気量・スランプ・タンピング）試験がある。コンシステンシーは、〔カ〕（セメント・骨材・水）の量の多少でコントロールする性質である。
- ③ 鉄筋は、コンクリートと比較して降伏点が〔キ〕（大きく・小さく・同程度で）、コンクリートとの付着性能に優れる。コンクリートと付着させるため、表面には凹凸が設けてあり、このような鉄筋を〔ク〕（丸鋼・ふし鉄筋・異形鉄筋）と呼ぶ。
- ④ 鉄筋を引っ張り続けると、塑性変形が経時的に進む降伏棚となる。降伏棚がある程度進行すると、〔ケ〕（応力硬化・ひずみ硬化・ひずみ軟化）が始まり、最終的に破断する。このとき、降伏が始まる応力と最終的な引張強度との比を〔コ〕（引張強度比・ひずみ比・降伏比）と呼ぶ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A方式

2. 応用力学

（この設問は2ページあります。つづき2ページ目。）

（3）水理学

水平管路急拡大部における形状損失は Borda-Carnot の損失と呼ばれ、各種形状損失の中で唯一、理論的な説明がなされている。上流側の細い管の断面積を A_1 、下流側の太い管の断面積を A_2 とするとき、連続式、エネルギー式、運動量式を基に、形状損失係数 K_{se} を求めよ。

（4）土質力学

地盤中に鉛直方向に最大主応力 $\sigma_1 = 200 \text{ kN/m}^2$ 、水平方向に最小主応力 $\sigma_3 = 80 \text{ kN/m}^2$ が作用している土の要素がある。この場合、以下の問いに答えよ。

- ① 用極法について簡単に説明せよ。
- ② この問題に対応するモールの応力円を描き、極の位置を示せ。
- ③ 最大せん断応力が作用する面上でのせん断応力 τ と垂直応力 σ 、およびその面と最大主応力面の成す角を求めよ。
- ④ 用極法を用いて、最大主応力面と 60° を成す面に作用するせん断応力 τ と垂直応力 σ を求めよ。ただし、 $\sqrt{3} \div 1.73$ とし、答が小数になる場合は整数に四捨五入して答えること。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A 方式

3. 環境学

(この設問は3ページあります。1ページ目／3ページ。)

次の3科目（(1) 水・大気環境学, (2) 上下水道工学, (3) 環境評価・資源管理）のうち2科目を選択して答えること。選んだ科目番号を答案用紙に書くこと。

(1) 水・大気環境学

1) 我が国の大気汚染に係る環境基準について、以下の問いに答えよ。

(解答群)				
二酸化いおう	硫化水素	一酸化炭素	一酸化窒素	光化学オキシダント
ベンゼン	トルエン	キシレン	トリクロロエチレン	降下ばいじん

① 以下の解答群の中から、大気汚染に係る環境基準として指定されている項目を5つ選択せよ。

② ①で選択した項目のうち、特定の化学物質のみを測定しているのではない、いわゆる「包括指標」であるものを1つ選べ。また、上記には記載のない「ダイオキシン類」も「包括指標」の1つとして挙げられるが、上記で選択した指標と「ダイオキシン類」との「包括の仕方」の違いについて論ぜよ。

③ ①で選択した項目のうち、その濃度表示が mg/m^3 ではなく ppm となっているものを1つ選べ。さらに、その ppm 表示濃度を C_v とした場合、これを標準状態の気体 ($0^\circ\text{C}=273.15\text{K}$, $1\text{atm}=1.013\times 10^5\text{Pa}$) での mg/m^3 表示濃度 C_w に変換する式を示せ。その際、適宜必要な記号を用い、その記号の意味と単位を示すこと。

2) 以下の語句のうち3つを選択し、それらの意味や特徴を環境工学的側面から詳しく説明せよ。

BOD	アルカリ度
嫌気性菌	水温躍層（温度躍層）
ノンポイント汚染	

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A 方式

3. 環境学

（この設問は3ページあります。2ページ目／3ページ。）

(2) 上下水道工学

- 1) 浄水プロセスにおいて広く用いられている塩素消毒に関して、他の消毒方法と比較した場合の長所・短所、不連続点塩素処理の原理について簡潔に説明せよ。
- 2) 「大腸菌数が検水 100mL 中で 1[CFU]未満であること」が水道水質基準の意味する所であるが、浄水場における塩素消毒前の大腸菌数が 10[CFU/mL]だったとすると、遊離塩素注入率 1 [mg/L]の塩素消毒で必要な接触時間は何分より長ければ良いか、計算して求めよ。ただし、大腸菌数の 1log 不活化に要する遊離塩素の濃度時間積は 10[mg・min/L]であるとし、遊離塩素による大腸菌の不活化は $n=1$ の Chick-Watson の式に従うとする。
- 3) 下水処理における生物処理プロセスの原理は、適者生存の法則をうまく利用したものである。それはどのようなものか、簡潔に説明せよ。
- 4) 制限基質濃度とそれに対応する微生物の比増殖速度の関係は、Monod 式と呼ばれる式との適合性が高いことが知られている。微生物の比増殖速度を μ ，最大比増殖速度を $\mu_{\max}$ ，制限基質濃度を S ，基質飽和定数を K_s とするとき、Monod 式を示し、制限基質濃度と比増殖速度の関係を図示せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 A 方式

3. 環境学

（この設問は3ページあります。3ページ目／3ページ。）

(3) 環境評価・資源管理

- 1) 物質フロー分析に関する下記の記述について、正しい場合は○を、間違っている場合は×を記せ。
 - a) 物質フロー分析は、対象とするシステムにおける物質のフロー・ストックを定量化し分析するものであり、人間活動の物質的な帰結を評価するための重要な手法である。物質フロー分析が対象とするシステムは、空間と時間によって定義される。
 - b) 物質フロー分析はアルファベット 3 文字で SFA と称され、中でも substance を対象とした分析は同じくアルファベット 3 文字で MFA と称される。
 - c) 国レベルの物質フロー勘定は欧州統計局（Eurostat）により標準化されており、資源採取等に付随して採取・掘削されるか又は廃棄物等として排出される物質のフローを「隠れたフロー」と呼ぶ。
 - d) 国レベルの物質フロー勘定において、国の経済に投入される物質の総量は直接物質投入量（DMI）と呼ばれる。また、これに国内の隠れたフロー、海外の隠れたフローを加えたものを一次資源等価換算天然資源消費量（RMI）と呼ぶ。
 - e) 循環型社会形成推進基本計画で定められた物質フロー指標のうち、「資源生産性」は全産業の生産額を天然資源等の投入量で除したものであり、より少ない物質利用でより多くの付加価値を生み出す社会を志向したものである。
- 2) 材料 A(100kg, 2500 円)、材料 B(80kg, 400 円)を用いて、加工費 1000 円で、製品を生産するプロセスがある。製品は 80kg の材料 A, 60kg の材料 B で構成される。このとき、マテリアルフローコスト会計における「廃棄物原価」を計算せよ。なお、加工費は製品及び廃棄物の重量比で按分するものとする。
- 3) 環境経済学者のハーマン・デイリーが提案した持続可能な発展の 3 原則の 1 つは、「再生不可能な資源の利用の速度は、再生可能な資源を持続可能な速度で利用することで代用できる限度を超えてはならない」とするものである。その具体例を 100 文字程度で説明せよ。
- 4) 次の違いをそれぞれ 100 文字程度で説明せよ。
 - ① 廃プラスチックの「材料リサイクル(マテリアルリサイクル)」と「ケミカルリサイクル」の違い
 - ② 「安定型処分場」と「管理型処分場」の違い
 - ③ 廃棄物に関わる「排出事業者責任」と「拡大生産者責任」の違い

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式

4. 計画学

（この設問は全部で 3 ページあります。1 ページ目／3 ページ。）

次の 4 問（（1）計画理論、（2）都市計画、（3）交通計画、（4）防災計画）のうち、2 問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

（1）計画理論：

計画理論に関する以下の問いに答えよ。

- a) ある道路の改良工事による便益を計測したい。改良あり、改良なしの場合の所要時間、所要費用と交通量は、下表のように予測されている。時間価値を 1 時間当たり 1500 円として、以下の問いに答えよ。

	改良あり	改良なし
所要時間（分）	20	40
道路料金（円）	600	400
交通量（台／日）	10000	6000

- 1) 改良あり、改良なしの場合の交通費用（一般化費用）を求めよ。
 - 2) 交通量と交通費用（一般化費用）の関係を、交通量を横軸、交通費用（一般化費用）を縦軸とした図で表し、道路利用者の便益に当たる部分を  で示せ。
 - 3) 1 日当たりの道路利用者の便益を求めよ。また、1 年を 365 日とし、1 年当たりの道路利用者の便益を求めよ。ただし、1 日当たりの交通量は年間を通じて変化しないものと仮定する。
- b) 社会基盤（インフラストラクチャー）のうち、都市間高速道路（例えば、新名神高速道路、新東名高速道路など）の整備における効果には、どのようなものがあると考えられるか。想定される効果の項目を 3 つ以上挙げよ。またその効果を、直接効果と間接効果とに分類せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式

4. 計画学

（この設問は全部で3ページあります。2ページ目／3ページ。）

（2）都市計画：

都市計画に関する以下の問いに答えよ。

- a) 市街地再開発事業について、（ ）内の語句を全て用いて簡潔に説明せよ。
 （共同建築物、オープンスペース、土地の高度利用、公共施設、権利変換、用地買収、
 第一種市街地再開発事業、地方公共団体、参加組合員、保留床）
- b) 以下の①から⑩の用語に最も関係が深いと思われる人物・団体を下記の（ア）から（チ）の中から各々
1つずつ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|---------------------|-----------|---------|
| ①新都市 Die Neue Stadt | ②工業都市 | ③アテネ憲章 |
| ④ブロードエーカー | ⑤チャンディガール | ⑥田園調布 |
| ⑦王立製塩工場 | ⑧都市のイメージ | ⑨レッチワース |
| ⑩食寝分離 | | |

(ア) トニー・ガルニエ	(イ) ジョン・ウッド	(ウ) 渋沢栄一
(エ) ル・コルビジエ	(オ) ロバート・オーエン	(カ) CIAM
(キ) 住宅公団	(ク) フランク・ロイド・ライト	(ケ) エベネザー・ハワード
(コ) チームテン	(サ) カミロ・ジッテ	(シ) オスマン
(ス) ゴットフリード・フェーダー	(セ) レイモンド・アンウィン	(ソ) ケビン・リンチ
(タ) クロード・ニコラ・ルドー	(チ) 小林一三	

- c) プレイスメイキングとは何ですか。具体的事例とともに説明せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式

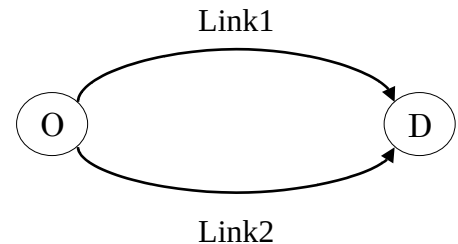
4. 計画学

（この設問は全部で 3 ページあります。3 ページ目／3 ページ。）

（3）交通計画：

交通計画に関する以下の問いに答えよ。

- a) 図のような道路ネットワークがあり、OD 間の交通量が 5 [千台/日] であるとする。いま、Link 1、Link 2 の交通量をそれぞれ x_1, x_2 [千台/日]、所要時間をそれぞれ t_1, t_2 [分] とすると、各リンクのパフォーマンス関数は、Link 1 が $t_1(x_1) = 30 + 4x_1$ 、Link 2 が $t_2(x_2) = 20 + 6x_2$ である。このとき、以下の問いに答えよ。



- 1) 利用者均衡状態における、各リンクの交通量、所要時間はいくらか。また、このときの道路ネットワーク上の総所要時間はいくらか。
 - 2) システム最適状態における、各リンクの交通量、所要時間はいくらか。また、このときの道路ネットワーク上の総所要時間はいくらか。
 - 3) OD 間に新しい道路（Link 3）が完成し、OD 間を結ぶ道路（リンク）が 3 本となった。Link 3 のパフォーマンス関数が $t_3(x_3) = 40 + 2x_3$ （交通量 x_3 [千台/日]、所要時間 t_3 [分]）であるとする、利用者均衡状態における、Link 3 の交通量はいくらになると推定されるか。また、このときの道路ネットワーク上の総所要時間はいくらになると推定されるか。
- b) 信号交差点の交通処理能力の評価方法の考え方と手順について、以下の（ ）内の語句のうち 5 つ以上を用いて簡潔に説明せよ。
 （交差点、信号、サイクル、スプリット、オフセット、現示、飽和交通流率、交通需要、需要率、補正率、低減率）

（4）防災計画：

防災計画に関する以下の問いに答えよ。

- a) 構造物に対する地震対策には、大きく①耐震、②免震、③制震（制振）の 3 つがあるが、それぞれの「しくみ」と「具体的な事例」について、相互の違いが明確になるように説明せよ。
- b) 歴史都市に多く見られる延焼リスクの高い木造密集市街地にとって、大規模災害による断水時にも利用できる河川や水路、池やプールの水などから消火用水を確保することは、火災被害を最小限に抑える上で不可欠な対策となる。これら消火栓以外の水利が適切な消防活動に利用できるかどうかについては、「消防水利の基準」に照らして設定する必要がある。まず①この基準を簡潔に説明せよ。さらに②これを満たすべく水利環境を改善するための工夫について、具体的なアイデアを 1 つ述べよ。

2022 年 2 月 11 日 実施

2022 年 4 月入学 立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

環境都市専攻【B 方式】

【筆記試験（専門科目） 試験時間】

出願先専攻・コース	試験時間
電子システム専攻 機械システム専攻	10:00～12:00 (120分)
基礎理工学専攻・物理科学コース 環境都市専攻	10:00～13:00 (180分)

※試験時間中の途中退室は認めていません。

【専門科目：環境都市専攻【B 方式】】

次の 1～5 の中から 3 問選択し、解答すること。

1. 数学
2. 建築史・意匠
3. 建築計画・都市デザイン
4. 建築構造・生産
5. 建築環境設備

【受験にあたっての注意事項】

- ・問題用紙は全ての出題問題、解答用紙は解答しなければならない問題数と同じ枚数を配付します。試験開始後、解答を始める前に、配付された問題用紙・解答用紙の枚数が問題用紙表紙に記載されたものと一致しているか、必ず確認をしてください。

《問題用紙・解答用紙 枚数》

問題用紙 枚数 ※表紙を含む	解答用紙 枚数
10 枚	3 枚

- ・配付された問題用紙、解答用紙のホッチキス止めは絶対に外さないでください。
- ・試験開始後、配付された全ての解答用紙に、太枠内の受験番号・氏名を必ず記入してください。
(機械システム専攻あるいは環境都市専攻へ出願した受験生のみ) コースも必ず記入してください。無記名答案は無効となります。
- ・解答の際、解答用紙太枠内の問題番号の欄に、解答した問題番号を記入してください。記入した問題番号が実際に解答した問題と異なる場合や、問題番号が未記入の場合は、採点対象となりません。
- ・解答用紙は全て回収します。未記入の解答用紙にも、受験番号、氏名と、解答する予定だった問題番号を必ず記入してください。
(例) 解答が必要な問題数が 4 問であった場合に 2 問しか解答しなかった場合、残り 2 枚の未記入の解答用紙に対しても、受験番号・氏名等と、解答する予定だった問題番号を記入する必要があります。
- ・解答用紙は、1つの問題につき 1 枚使用してください。
- ・解答用紙は、裏面も使用できます。解答用紙の裏面を使用する場合は、裏面の「書き出し」と書いてある箇所の下から、解答の続きを記入してください。
- ・1つの問題に対し 1 枚の解答用紙では足りなくなった場合、手を挙げて知らせてください。2 枚目の解答用紙を配ります。
- ・解答用紙へは、1 枚に複数の問題の解答を書かないように気をつけてください。万一、記載した場合、採点対象となりません。
- ・解答の下書きは、解答用紙ではなく問題冊子にしてください。
- ・問題用紙に解答を記入しても採点対象とはなりません。
- ・試験終了後、問題用紙、答案用紙は全て回収します。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式

1. 数学

（この設問は全部で2ページあります。1ページ目／2ページ。）

次の3問（（1）微分方程式、（2）線形代数、（3）確率・統計）のうち、2問を選択して答えること。選んだ問題番号を答案用紙に書くこと。

（1）微分方程式

1) 微分方程式の分類を示す例として、

- ① 常微分方程式の簡単な例と偏微分方程式の簡単な例を書け。
- ② 線形微分方程式の簡単な例と非線形微分方程式の簡単な例を書け。

2) 次の微分方程式について

$$\frac{d^2y}{dt^2} - 16y = 0 \quad (\text{A})$$

- a) その数学的な分類を示せ。
- b) 一般解を求め、 y を t の関数で表せ。

c) $t = 0$ において $y(0) = 1$, $\left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=0} = 0$ が与えられたときの式(A)の特殊解を求めよ。

3) $\frac{dy}{dt} = f(y, t)$ の数値的な近似解を、 $t = 0$ で与えられた y の初期値から得ようとする。そのためのオイラー法

(Euler法)を、図を利用して5行程度で説明せよ。ここで $f(y, t)$ は y および t の任意積分可能な関数である。なお、「初期値」である $t = 0$ での y の値は y_0 、それ以降は、微小区間 Δt 毎に y の近似解を $y_1, y_2, y_3, \dots$, で示す

こと。 (ヒント: $\frac{dy}{dt} \cong \frac{y(t+\Delta t) - y(t)}{\Delta t}$)

（2）線形代数

1) ベクトル $\mathbf{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えよ。

- ① $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$ (内積) を求めよ。
- ② $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ のなす角度を求めよ。
- ③ $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ の両方に垂直な単位ベクトル $\mathbf{e}$ を求めよ。

2) 平面: $x - 2y + z + 3 = 0$ と平行な平面 α が、点 $A(3, -1, 1)$ を通るものとする。

- ① 平面 α の方程式を求めよ。
- ② 原点から平面 α までの距離 p を求めよ。
- ③ 平面 α と直線 $L: (x - 2)/2 = y = (z + 2)/3$ との交点 B の座標を求めよ。

3) 行列 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えよ。

- ① 行列 $\mathbf{A}$ の固有値、固有ベクトルを求めよ。
- ② 行列 $\mathbf{A}$ を対角化せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式

1. 数学

（この設問は2ページあります。2ページ目／2ページ。）

（3）確率・統計

K市内の多数の地区の中から5地区を選び、夜間人口 X と発生交通量 Y を調査したところ、以下の表のような結果が得られた。この5地区を標本、K市内のすべての地区を母集団として、以下の問いに答えよ。

地区番号	地区1	地区2	地区3	地区4	地区5
夜間人口 X [単位：人]	800	900	600	200	500
発生交通量 Y [単位：トリップ/日]	2200	2800	1700	700	1600

- 1) X の標本平均（母集団の平均の不偏推定値）、 Y の標本平均（母集団の平均の不偏推定値）の値を求めよ。
- 2) X の標本分散（母集団の分散の不偏推定値）、 Y の標本分散（母集団の分散の不偏推定値）、 X と Y の標本共分散（母集団の共分散の不偏推定値）の値を求めよ。
- 3) X の偏差平方和、 Y の偏差平方和、 X と Y の偏差積和の値を求めよ。
- 4) 夜間人口 X と発生交通量 Y の関係は、正の相関か、負の相関か。理由とともに示せ。
- 5) 夜間人口 X と発生交通量 Y の関係を $y = \alpha + \beta x$ と仮定して、回帰分析をおこなう。パラメータ α , β の推定値を求めよ。
- 6) 5)で推定された回帰モデルの決定係数（寄与率）はいくらか。小数点以下第3位を四捨五入して答えよ。
- 7) 地区1の将来の夜間人口は1000人と推定されている。5)で推定された回帰モデルを用いると、地区1の将来の発生交通量はいくらと推定されるか。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 B方式

2. 建築史・意匠

（この設問は全部で2ページあります。1ページ目／2ページ）

（1）次の建築史に関わる各問の（ ）に入る用語を書きなさい。選択問題では適切な記号を答えなさい。

- 1) 西洋中世の教会建築の様式は（ ）様式からゴシック様式へと変化した。
- 2) ゴシック様式の空間構成は、高い天井を持つ「身廊」とその両脇の「側廊」によるもので、前者の高い天井は「（ ）・ヴォールト」という構造のデザインが特徴である。
- 3) ニュートン記念堂（1784）などの空想的な建築で知られる建築家（ ）はフランス革命期の建築家として知られる。
- 4) 法隆寺金堂の初層には、主構造の外側に「裳階」が取り付くが、これにより太い構造柱が外観上に現れない。これは日本建築史を通じてよく見られ、とりわけ中世の建築様式である（ ）に使われた。
- 5) 寝殿造りの住宅のうち、建物の内側にあり（窓がない）、寝室や納戸などに使用された部屋のことを（ ）と言う。
- 6) 第二次世界大戦後、前川國男は、日本の建築生産技術の分野まで踏み込んで建築デザインを展開したが、こうした設計手法を前川自身は「（ ）・アプローチ」と呼んだ。
- 7) 近世民家の様式の一つである南部曲り屋は、主屋と（ア：釜屋 イ：馬屋 ウ：納屋 エ：便所）を土間を介してL字型に繋いだ平面形式になっている。
- 8) 建築家・菊竹清訓の〈京都信用金庫〉の一連の作品群は、設計者の提案する「（ ）」という設計論をもとに創作・展開されたものである。
- 9) 1950年代に丹下健三は、技術面から決定できない部材寸法に関して、建物に（ ）を合理的に配置すれば柱の太さは伝統的木割に近くなる、と述べている。
- 10) 吉田五十八は論考「近代数寄屋住宅と明朗性」（1935）の中で、伝統的和室の構成材の複雑さ・多さによる「うるささ」をなくすため、室内意匠（展開図）から「（ア：天井 イ：線 ウ：面 エ：建具）」を消す手法を提唱した。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕環境都市専攻 B方式

2. 建築史・意匠

（この設問は全部で2ページあります。2ページ目／2ページ）

（2）次の建築意匠に関わる各問に答えなさい。（ ）についてはそこに入る用語を書きなさい。

- 1) () 矩形は他のルート矩形の基本形であることから「調和の門」と呼ばれる。
- 2) モデュロールでは、片手をあげた人間が()の高さで積み上げた二つの正方形に収まる。
- 3) 大きなスケールの口の字形は、アゴラのように、建物の公共性や()を示すために使われてきた。
- 4) 「パラレル(平行に配置された二枚の壁)」は、外部空間への方向性を示し、ときに()をつくる。
- 5) ミッシェル・フーコーは、監獄などの一望監視施設に用いられる正多角形のシステムを()と呼んだ。
- 6) リニアなかたちは、容易に屈曲させたりできるので、()や敷地条件に対応が容易である。
- 7) クラスタとしての建築を考える場合、「伝統的な民家や集落」は()と工法の制限によってもたらされた結果的調和と考えられている。
- 8) シトー派の修道院では、クロワートルと呼ばれる()と方形の中庭が、礼拝堂と生活のための部屋を見事に連結している。
- 9) 建築史家の伊藤ていじは、縁側を含む軒下空間を「()の空間 pivot space」「つなぎの空間 joint space」と呼称し、このスペースが庭と建築の両方に属していることを説明した。
- 10) 心理機能をもつ境界を特に()=threshold of consciousness とよぶ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 B方式

3. 建築計画・都市デザイン

（3. 建築計画・都市デザインの設問は全部で3問（3ページ）あります。1ページ目／3ページ。（1）～（3）の中から2問選択し解答してください。）

（1）建築計画

< 1 > 建築計画一般に関する以下の5つの用語について数行程度で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ①プロクセミクス
- ②公共圏
- ③カーボンフットプリント
- ④日影規制
- ⑤ビルディングタイプ

< 2 > 各種建築用途の計画に関する以下の用語について数行程度で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ①プロセニアムステージ
- ②エコスクール
- ③フリーアドレスオフィス

< 3 > 建築寿命・LCC の捉え方を簡潔に説明し、建築の長寿命化のための主要な考え方について説明せよ。建築計画において、どのように具体化されているか、実例を挙げて簡潔に説明しなさい（10行以内）。必要に応じて図を用いてもよい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 B方式

3. 建築計画・都市デザイン

（この設問は全部で3問（3ページ）あります。2ページ目／3ページ。（1）～（3）の中から2問選択し解答してください。）

（2）都市デザイン

< 1 > 都市デザインに関連する以下の用語について、数行で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ① 住民参加のまちづくり
- ② アテネ憲章
- ③ 中心市街地活性化
- ④ 用途地域
- ⑤ PPP
- ⑥ LRT
- ⑦ ハザードマップ
- ⑧ 伝統的建造物群保存地区

< 2 > 東日本大震災の発生から10年が経ち、津波被災地の復興事業は、概ね完了しつつある。しかし、多くの被災地では、人口が大幅に減少し、高台移転先や低地には空き地が見られる。一部の被災地では、海岸に巨大な防潮堤が建設されたため、被災前の海辺の景観が失われた。以上のような被災地の現状を踏まえ、復興まちづくりの事例を一つ挙げて、その特徴と課題を述べなさい。20行程度までにおさめること。必要に応じて図を用いてもよい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 B 方式

3. 建築計画・都市デザイン

（この設問は全部で3問（3ページ）あります。3ページ目／3ページ。（1）～（3）の中から2問選択し解答してください。）

（3）ランドスケープデザイン

< 1 > ランドスケープデザインに関連する以下の用語について、数行で簡潔に説明しなさい。模式図などを用いて説明してもよい。

- ① 鑑水を用いた庭園
- ② 里地里山
- ③ ビュット・ショーモン公園
- ④ 東京緑地計画における景園地
- ⑤ 都市緑地法の市民緑地
- ⑥ 地域制緑地
- ⑦ ピクチュアレスク
- ⑧ 緩衝緑地

< 2 > 「住区基幹公園」の目的と考え方について説明しなさい。その上で、それが現在の都心や郊外が持つ課題にどのように応えることができるか、またはできないか、客観的な観察に基づいて、自分の考えを述べなさい。20行程度までにおさめること。必要に応じて図を用いてもよい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 B 方式

4. 建築構造・生産

以下の(1)と(2)の両方の問いに答えよ。

(1)建築生産・材料に関し、以下の問いに答えよ。

- 1) 建築物の基礎形式について、直接基礎と杭基礎の材料施工上の特徴を述べよ。
- 2) 標準的な鉄筋コンクリート造建物について、使用される建築材料の特徴及び施工手順について述べよ。

(2)下図 1(a)の不静定骨組に関し、以下の問いに答えよ。ただし、全ての部材のヤング係数及び断面 2 次モーメントは、それぞれ、 E 、 I とする。

- 1) 図 1(b)のように D 点の鉛直方向の拘束を解除した静定基本形を考える。 C 点に水平荷重 P が作用したときの D 点の鉛直変位 V_{D1} を求めよ。
- 2) 図 1(c)に示す静定基本形の D 点に鉛直方向の不静定力 X が作用したときの D 点の鉛直変位 V_{D2} を求めよ。
- 3) D 点における鉛直変位の適合条件より、 D 点における不静定力 X を求めよ。
- 4) 図 1(a)の曲げモーメント図を描け。

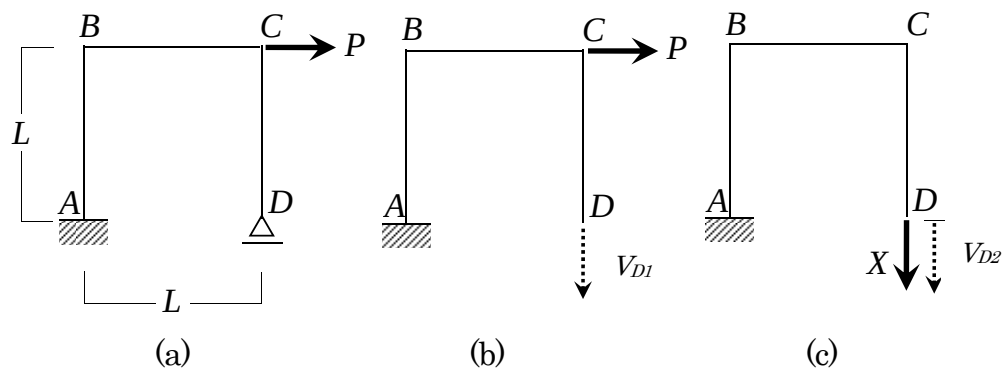


図 1

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
 [専門科目] 環境都市専攻 B 方式

5. 建築環境設備

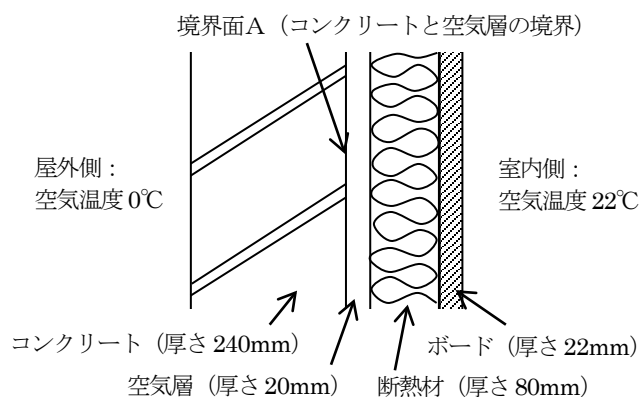
(1) 以下の文章の(a)～(e)の説明に合致する用語・数値を答えよ。

- (a) 「地球温暖化対策の推進に関する法律」に挙げられている温室効果ガスの内、二酸化炭素に次いで、世界で地球温暖化に対する影響が大きいガス。
- (b) 自然災害、大火災、テロ、感染などの緊急事態に遭遇した場合において、損害を最小限にとどめ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために、平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく計画。
- (c) 光を受ける面（受照面）への入射光束の面積密度。
- (d) 窓や開口部、給気口から室内に入ってきた空気が、室内のある点まで到達するのに要する時間。
- (e) 1000 Hz 純音と感覚的に大きさが等しい各周波数の純音の音圧レベルを結んだ曲線。

(2) 以下の(a)～(e)の用語の意味を答えよ。

- (a) ESG
- (b) 比視感度
- (c) クリモグラフ
- (d) MRT
- (e) ZEH

(3) 図に示す壁体に関して以下の設問に答えよ（導出する式、単位も採点対象とする）。



- ・熱伝達率（単位： $W/(m^2 \cdot K)$ ）
屋外側境界層：23、室内側境界層：9
- ・熱伝導率（単位： $W/(m \cdot K)$ ）
コンクリート：1.6、断熱材：0.04、ボード：0.22
- ・熱コンダクタンス（単位： $W/(m^2 \cdot K)$ ）
空気層：12

- (a) 壁体の熱貫流率を求めよ。
- (b) 壁体の屋外側壁面表面温度、室内側壁面表面温度をそれぞれ求めよ。
- (c) 境界面Aの温度を求めよ。
- (d) もし空気層の厚みを 10 倍にした場合、熱貫流率はどのように変化するか生じる物理現象を交えて考察せよ。