



問題

2026年度（第1次）

大学院（博士前期）入試

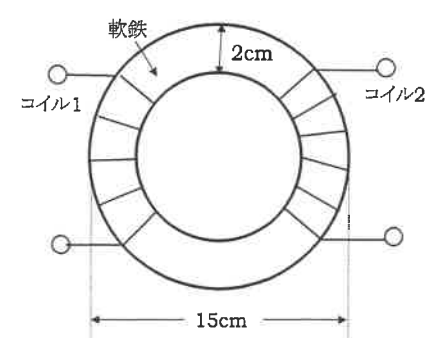
（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 英語 1/1）

電気電子工学 専攻	番	氏名
-----------	---	----

問1.

<p>(1) 電流が磁気的な効果を生み出すのなら、磁気が電流を生み出すようにもできるのだろうか</p>	<p>(3)</p> 
<p>(2) 彼は、2つの導線を横に並べれば、その片方に流れる電流は他方に電気的な効果を引き起こすだろうと推察した。</p>	
<p>(4) 1831年の実験では、「動き」ないしは「何らかの変動」という要因を織り込んだため。</p>	
<p>(5) i) The electromagnetic induction founded by Faraday has been applied to electric machinery such as a transformer. ii) We analyzed the relation between the voltage and current for a coil wound on an iron ring and connected to a battery. iii) In 1831, Faraday discovered the new phenomenon he had expected for the circuit in 1825.</p>	

問2.

<p>(1) LED は発光ダイオードであり、ダイオードは電流を一方にのみ流すため、正しく接続されなければならない。</p>
<p>(2) LEDに流れる電流量を制限する必要があるため。（ないと焼損する可能性がある。）</p>
<p>(3) リード線の長さで見分けることができる。（アノードはリード線が長く、カソードは短い。）</p>
<p>(4) 通常抵抗には4つの帯（バンド）がある。最初の2つの帯は抵抗値、3番目は乗数、4番目は許容範囲を表す。</p>
<p>(5) When making (building or creating) the circuit, remember (don't forget) to connect the cathode of the LED to GND.</p>

電子回路 出題の意図と解答例

問1 アナログ回路 - ウィーンブリッジ発振回路

(出題の意図)

・発振回路の問題を通じてインピーダンスの合成やオペアンプについての基礎知識の理解を問う。

・複素数の計算が煩雑であるため(1)で解を与え、利用してもよいこととしている。

$$(1) x_1 + x_2 = (a + c) + j(b + d)$$

$A = a + c, B = b + d$ とおく。

$$\frac{x_2}{x_1 + x_2} = \frac{c + jd}{A + jB} = \frac{c + jd}{A + jB} \cdot \frac{A - jB}{A - jB} = \frac{1}{A^2 + B^2} \{Ac + Bd + j(Ad - Bc)\}$$

ここで、 $K = A^2 + B^2$ とおく。

また、 $Ac + Bd = c(a + c) + d(b + d), Ad - Bc = d(a + c) - c(b + d)$ より、

(実数部) $\{c(a + c) + d(b + d)\}/K$

(虚数部) $\{d(a + c) - c(b + d)\}/K$

(2) Z_1 は R_1 と $\frac{1}{j\omega C_1}$ の直列接続なので、

$$z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$$

Z_2 は R_2 と $\frac{1}{j\omega C_2}$ の並列接続なので、

$$\frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R_2} + j\omega C_2$$

$$Z_2 = \left(\frac{1}{R_2} + j\omega C_2 \right)^{-1} = \frac{1}{(1/R_2)^2 + (\omega C_2)^2} \left(\frac{1}{R_2} - j\omega C_2 \right)$$

(3) $V_o = IZ_1 + IZ_2 = I(Z_1 + Z_2), V_i = IZ_2$

(4) $F = \frac{V_i}{V_o} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$ 。よって、 $AF = A \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$

(5) (2)の結果より、 $L = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_2}\right)^2 + (\omega C_2)^2}$ とおくと、

$$Z_2 = \frac{L}{R_2} + j(-\omega C_2 L)$$

ここで、 $Z_1 = a + jb, Z_2 = c + jd$ とおく。

(1)の虚数部を利用して、

$$d(a + c) = (-\omega C_2 L) \left(R_1 + \frac{L}{R_2} \right) = -\omega C_2 R_1 L - \omega \frac{C_2}{R_2} L^2$$

$$c(b + d) = \frac{L}{R_2} \left(-\frac{1}{\omega C_1} - \omega C_2 L \right) = -\frac{L}{\omega C_1 R_2} - \omega \frac{C_2}{R_2} L^2$$

よって、

$$d(a + c) - c(b + d) = -\omega C_2 R_1 L + \frac{L}{\omega C_1 R_2}$$

題意より、この式が0となる。

$$-\omega C_2 R_1 L + \frac{L}{\omega C_1 R_2} = 0, \text{ よって、 } \omega = \frac{1}{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$$

$$\omega = 2\pi f \text{ より、 } f = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$$

問2 アナログ回路 - オペアンプを用いた相加平均回路

(出題の意図)

- ・オペアンプを用いた加減算回路は各所で用いられている基本的な回路である。
- ・本問題は加算回路を応用して平均値を求める回路である。理想的なオペアンプの性質の理解とそれを用いた実際の回路動作の理解を問う問題である。

(1) $V_a = V_-$ である。

イマジナリーショートより、 $V_+ = V_-$

V_+ は接地しているため、 $V_+ = 0$

以上から、 $V_a = 0$ となる。

(2) オームの法則より、

$$V_1 - V_a = R_1 I_1$$

$$V_a = 0 \text{ なので、} I_1 = \frac{V_1}{R_1}$$

(3) $I = -(I_1 + I_2 + \dots + I_N)$

(4) $V_o - V_a = R_f I$

$$V_a = 0 \text{ より、} I = \frac{V_o}{R_f}$$

(5) 以上の結果より、

$$\frac{V_o}{R_f} = - \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_N}{R_N} \right)$$

$$\text{よって } V_o = -R_f \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_N}{R_N} \right)$$

(6) 相加平均となるためには、 $V_N = \frac{1}{N}(V_1 + V_2 + \dots + V_N)$ となればよい。

よって、 $R_1 = R_2 = \dots = R_N = NR_f$

問3 デジタル回路

前半は2の補数表現や Ripple Carry Adder の基本問題。後半はデジタル回路1の教科書2.8節で言及されているあふれの条件を、自力で導出してみる問題。知識というより、思考力が試される問題としている。

小問1は C_{i+1}, S_i 完答各5点, 小問2は A, B, C, S 完答各5点, 小問3は8点, 小問4は1つ1点を想定。なお, すべての小問で導出は求めない。

【解答:問3】

(1)

A_i	B_i	C_i	C_{i+1}	S_i	A_i	B_i	C_i	C_{i+1}	S_i
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1

全加算器の定義に従い, A_i, B_i, S_i のうち1が2つ以上含まれる場合, かつそのときに限り $C_{i+1} = 1$ となる。また, 1が1つか3つ含まれる場合, かつそのときに限り $S_i = 1$ となる。

(2)

	$A_3 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0	$A_2 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	$A_1 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0	$A_0 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1
0												
1												
0												
1												
	$B_3 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	$B_2 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	$B_1 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0	$B_0 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1												
1												
0												
1												
$C_4 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	$C_3 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	$C_2 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0	$C_1 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	
1												
1												
0												
1												
	$S_3 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0	$S_2 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0	$S_1 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td></tr></table>	1	$S_0 =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table>	0
0												
0												
1												
0												

$A = 5 = 0101_2, B = -3 = 1101_2$ より, $A_3 \sim A_0, B_3 \sim B_0$ を求める。LSBを0桁目として,

0桁目の加算 (A_0 と B_0 の和が 10_2) より, $C_1 = 1, S_0 = 0$ を得る.

1桁目の加算 (A_1, B_1, C_1 の和が 01_2) より, $C_2 = 0, S_1 = 1$ を得る.

2桁目の加算 (A_2, B_2, C_2 の和が 10_2) より, $C_3 = 1, S_2 = 0$ を得る.

3桁目の加算 (A_3, B_3, C_3 の和が 10_2) より, $C_4 = 1, S_3 = 0$ を得る.

$$(3) \quad OF(A_3, B_3, S_3) = \overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot S_3 + A_3 \cdot B_3 \cdot \overline{S_3}$$

非負数のMSBは0, 負数のMSBは1であり, 非負数同士の和が正になるこ

とは $\overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot S_3$ に相当し, 負数同士の和が負になることは $A_3 \cdot B_3 \cdot \overline{S_3}$

に相当する. この2項の論理和を求めればよい.

あるいは, 以下に示す真理値表をもとに, 主加法標準形の一般式から導

出する.

A_3	B_3	S_3	OF	A_3	B_3	S_3	OF
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0

$$OF(A_3, B_3, S_3) = \overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot \overline{S_3} \cdot OF(0,0,0) + \overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot S_3 \cdot OF(0,0,1) +$$

$$\overline{A_3} \cdot B_3 \cdot \overline{S_3} \cdot OF(0,1,0) + \overline{A_3} \cdot B_3 \cdot S_3 \cdot OF(0,1,1) +$$

$$A_3 \cdot \overline{B_3} \cdot \overline{S_3} \cdot OF(1,0,0) + A_3 \cdot \overline{B_3} \cdot S_3 \cdot OF(1,0,1) +$$

$$A_3 \cdot B_3 \cdot \overline{S_3} \cdot OF(1,1,0) + A_3 \cdot B_3 \cdot S_3 \cdot OF(1,1,1)$$

$$= \overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot \overline{S_3} \cdot 0 + \overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot S_3 \cdot 1 +$$

$$\overline{A_3} \cdot B_3 \cdot \overline{S_3} \cdot 0 + \overline{A_3} \cdot B_3 \cdot S_3 \cdot 0 +$$

$$\begin{aligned}
& A_3 \cdot \overline{B_3} \cdot \overline{S_3} \cdot 0 + A_3 \cdot \overline{B_3} \cdot S_3 \cdot 0 + \\
& A_3 \cdot B_3 \cdot \overline{S_3} \cdot 1 + A_3 \cdot B_3 \cdot S_3 \cdot 0 \\
& = \overline{A_3} \cdot \overline{B_3} \cdot S_3 + A_3 \cdot B_3 \cdot \overline{S_3}
\end{aligned}$$

- (4) ①: 00, ②: 0, ③: C_3 , ④: 1, ⑤: $\overline{C_4} \cdot C_3$, ⑥: 10, ⑦: 1, ⑧: C_3 , ⑨: 0
 ⑩: $C_4 \cdot \overline{C_3}$, ⑪: 01, ⑫: C_3

補足: 導出過程を極力省略せずに記載すると、以下の通りとなる。

- A と B がともに非負数である場合を考える。このとき $A_3 = B_3 = 0$ であるから、 A_3 と B_3 の和は2ビットで必ず 00_2 となる。最上段の全加算器に注目すれば、 A_3, B_3, C_3 の和は $C_3 = 0$ ならば 00_2 , $C_3 = 1$ ならば 01_2 である。よって、 $C_4 = 0$, $S_3 = \underline{C_3}$ が成り立つ。また、 S が負数になるならば、 $S_3 = \underline{1}$ である。よって、あふれが生じる条件は、 $C_4 = 0$ かつ $S_3 = C_3 = 1$ のときであり、これは C_4, C_3 を用いて $\overline{C_4} \cdot C_3 = 1$ と表せる。
- A と B がともに負数である場合を考える。このとき $A_3 = B_3 = 1$ であるから、 A_3 と B_3 の和は2ビットで必ず 10_2 となる。最上段の全加算器に注目すれば、 A_3, B_3, C_3 の和は $C_3 = 0$ ならば 10_2 , $C_3 = 1$ ならば 11_2 である。よって、 $C_4 = \underline{1}$, $S_3 = \underline{C_3}$ が成り立つ。また、 S が非負数になるならば、 $S_3 = \underline{0}$ である。よって、あふれが生じる条件は、 $C_4 =$

1 かつ $S_3 = C_3 = 0$ のときであり、これは C_4, C_3 を用いて $\underline{C_4 \cdot \overline{C_3}} = 1$ と表せる。

- A と B の一方が非負数、もう一方が負数である場合を考える。このとき、 A_3, B_3 は一方のみが 1 であるから、 A_3 と B_3 の和は 2 ビットで必ず 01_2 となる。最上段の全加算器に注目すれば、 A_3, B_3, C_3 の和は $C_3 = 0$ ならば 01_2 , $C_3 = 1$ ならば 10_2 である。よって、 $C_4 = \underline{C_3}$, $S_3 = \overline{C_3}$ が成り立つ。このときは、あふれは生じない。

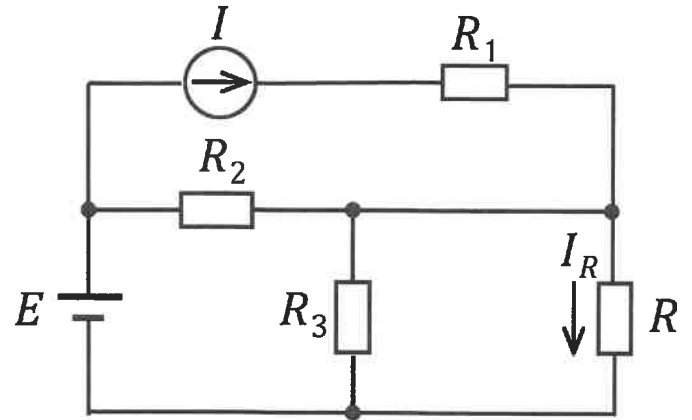
以上をまとめると、 $\overline{C_4} \cdot C_3 = 1$ または $C_4 \cdot \overline{C_3} = 1$ を満たすとき、あふれが生じる。よって、 $OF_C(C_4, C_3) = \overline{C_4} \cdot C_3 + C_4 \cdot \overline{C_3}$ を得る。

図に示す直流電圧源と直流電流源を含む回路の抵抗 R に流れる電流 I_R を、「重ね合わせの理」を用いて、以下の手順で求めたい。このとき、以下の問いに答えよ。

(1) 電源として直流電圧源 E のみを含む回路を考え、抵抗に流れる電流 I_R' を求める。このときの回路を図示し、抵抗 R に流れる電流 I_R' を求めよ。

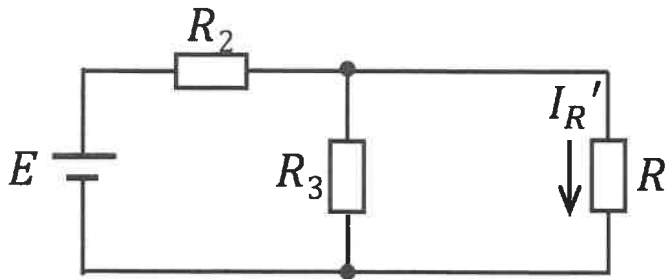
(2) 電源として直流電流源 I のみを含む回路を考え、抵抗に流れる電流 I_R'' を求める。このときの回路を図示し、抵抗 R に流れる電流 I_R'' を求めよ。

(3) これらの結果を用いて、図に示す抵抗 R に流れる電流 I_R を求めよ。



答例

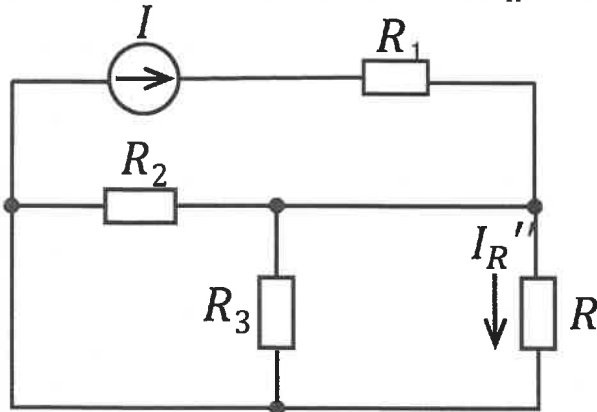
(1) 直流電圧源 E のみを含む回路と電流 I_R' は以下のとおり。



$$V_{ab1} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} E \quad R_{ab1} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$I_R' = \frac{\frac{R_3}{R_2 + R_3} E}{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R} = \frac{R_3 E}{R_2 R_3 + R(R_2 + R_3)}$$

(2) 直流電流源 I のみを含む回路と電流 I_R'' は以下のとおり。



$$V_{ab2} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} I \quad R_{ab2} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$I_R'' = \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} I}{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R} = \frac{R_2 R_3 I}{R_2 R_3 + R(R_2 + R_3)}$$

(3) 電流 I_R は以下のとおり。

$$I_R = I_R' + I_R'' = \frac{R_3(E + R_2 I)}{R_2 R_3 + R(R_2 + R_3)}$$

図の回路は、交流電源 \dot{E} の電圧を与えた状態で定常状態にある。電源の角周波数を ω として、以下の問に答えよ。

(1) 図1に示す回路について、電源から見た合成インピーダンス \dot{Z} を求めよ。

(2) 図2にのように、図1の抵抗 R と並列にコイル（インダクタンス L 、 $L > 0$ ）を接続した。

(i) 電源から見た合成インピーダンス \dot{Z} を求めよ。

(ii) \dot{E} と \dot{i} が同相となるときのインダクタンス L の値を求めよ。また、そのときのインピーダンス \dot{Z} を求めよ。

(iii) \dot{E} と \dot{i} が同相となるときの \dot{E} 、 \dot{i} 、 \dot{I}_C 、 \dot{I}_L 、 \dot{I}_R のフェーザ図（ベクトル図）を示せ。

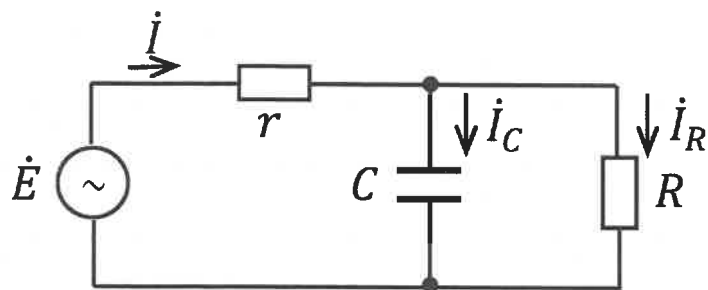


図 1

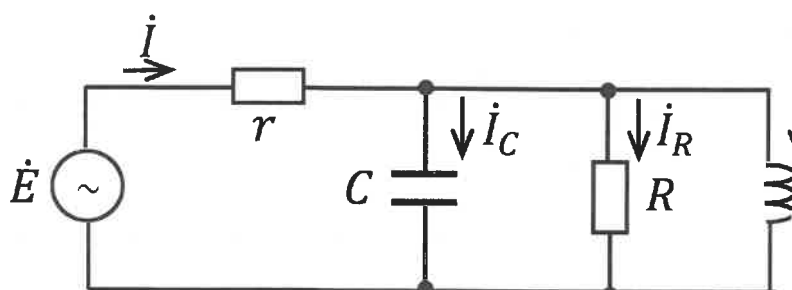


図 2

例

) 合成インピーダンス \dot{Z} は
$$\dot{Z} = r + \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C} = r + \frac{R}{1 + j\omega CR} = r + \frac{R(1 - j\omega CR)}{1 + (\omega CR)^2}$$

$$= \frac{r[1 + (\omega CR)^2] + R - j\omega CR^2}{1 + (\omega CR)^2}$$

(i) 合成インピーダンス \dot{Z} は

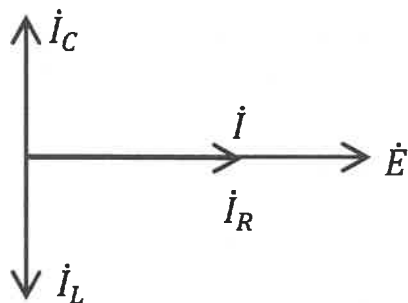
$$\dot{Z} = r + \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}} = r + \frac{j\omega LR}{j\omega L + R - \omega^2 LCR} = r + \frac{j\omega LR(R - \omega^2 LCR - j\omega L)}{(R - \omega^2 LCR)^2 + (\omega L)^2}$$

$$= r + \frac{(\omega L)^2 R + j\omega LR(R - \omega^2 LCR)}{(R - \omega^2 LCR)^2 + (\omega L)^2}$$

(ii) 同相のときは \dot{Z} の虚数部がゼロであるので、 $R - \omega^2 CRL = 0$ すなわち $L = \frac{1}{\omega^2 C}$

このときのインピーダンスは $\dot{Z} = r + R$

(iii) フェーザ図は



図の回路は、スイッチ S_1 、 S_2 が共に開いた状態で定常状態にある。以下の問いに答えよ。

(1) 時刻 $t = 0$ でスイッチ S_1 だけを閉じる。 $t > 0$ でコイル L に流れる電流 i の時間変化を求める。

(i) 電流 i に関する回路方程式を書け。

(ii) 電流 i の初期条件を書け。

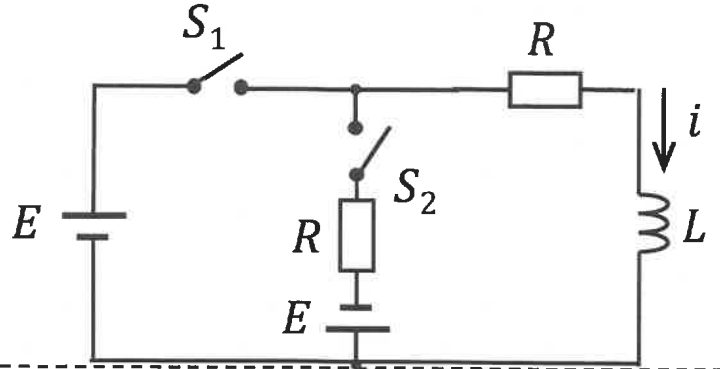
(iii) 回路方程式を解いて電流 i の時間変化を表す式を求めよ。またその概略を図示せよ。

(2) スwitch S_1 を閉じた後、十分時間がたち定常状態になってから、スイッチ S_2 を閉じると同時にスイッチ S_1 を開く。スイッチ S_2 を閉じた時刻を $t = 0$ として、 $t > 0$ でコイル L に流れる電流 i の時間変化を求める。

(i) 電流 i に関する回路方程式を書け。

(ii) 電流 i の初期条件を書け。

(iii) 回路方程式を解いて電流 i の時間変化を表す式を求めよ。またその概略を図示せよ。



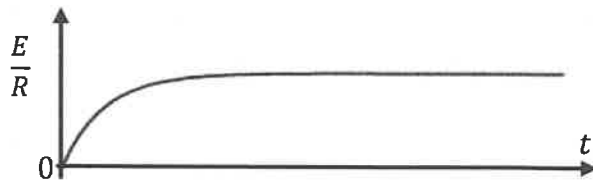
解答例：

(1)

(i) 回路方程式は $Ri + L \frac{di}{dt} = E$

(ii) 初期条件は $i(0) = 0$

(iii) 定常解が $\frac{E}{R}$ であることと初期条件より、 $i(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$

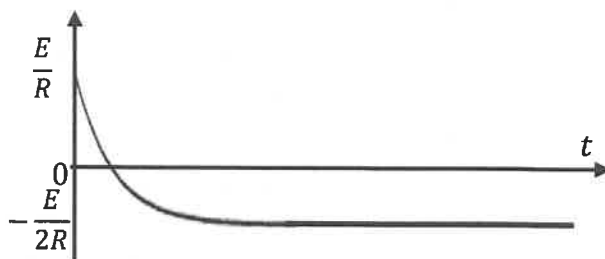


(2)

(i) 回路方程式は $L \frac{di}{dt} + Ri + Ri = -E$

(ii) 初期条件は $i(0) = \frac{E}{R}$

(iii) 定常解が $-\frac{E}{2R}$ であることと初期条件より、 $i(t) = \frac{3E}{2R} e^{-\frac{2R}{L}t} - \frac{E}{2R}$



解答例

問1 (1) 図中に記載

$$(2) F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_C}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_C}{(\sqrt{a^2+b^2})^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_C}{a^2+b^2}$$

$$F_A = F_B = F_c \cos \theta = F_c \frac{b}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_C}{a^2+b^2} \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}} = \frac{b}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_C}{(a^2+b^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$(3) T = a(F_A + F_B) = \frac{ab}{2\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_C}{(a^2+b^2)^{\frac{3}{2}}}$$

(4) 図中に記載

(5)

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \text{より}$$

$$|E_A| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{(1)^2} = 9 \times 10^9 [\text{V/m}]$$

$$|E_B| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2}{(1)^2} = 18 \times 10^9 [\text{V/m}]$$

$$E_x = -\left(\frac{|E_A|}{2} + \frac{|E_B|}{2}\right) = -(4.5 + 9) \times 10^9 = -13.5 \times 10^9 [\text{V/m}]$$

$$E_y = \frac{E_A \sqrt{3}}{2} - \frac{E_B \sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}(4.5 - 9) \times 10^9 = -4.5\sqrt{3} \times 10^9 [\text{V/m}]$$

C点を原点として向きを考える。

$$\mathbf{E} = -(13.5\mathbf{i} + 4.5\sqrt{3}\mathbf{j}) \times 10^9 \text{ [V/m]}$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \text{より}$$

$$V = V_A + V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q_A}{r} + \frac{Q_B}{r}\right) = 9 \times 10^9 \left(\frac{1}{1} + \frac{-2}{1}\right) = -9 \times 10^9 \text{ [V]}$$

(6)

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, E = E_A - E_B = 0$$

$$E_A = E_B$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_B}{(x+0.2)^2}$$

$$\frac{1 \times 10^{-8}}{x^2} = \frac{9 \times 10^{-8}}{(x+0.2)^2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{9}{(x+0.2)^2}$$

$$x^2 = \frac{1}{9}(x+0.2)^2$$

$$x = \pm \frac{1}{3}(x+0.2)$$

$$+\text{の場合: } x = 0.1$$

$$-\text{の場合: } x = -0.05$$

$x > 0$ でなければいけないので

A点より右に0.1 [m]

(7)

$$V_M = V_A + V_B = \frac{Q_A}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q_B}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$= \left(9 \times 10^9 \times \frac{10^{-8}}{10 \times 10^{-2}}\right) (1 - 9) = -7.2 \times 10^3 [\text{V}]$$

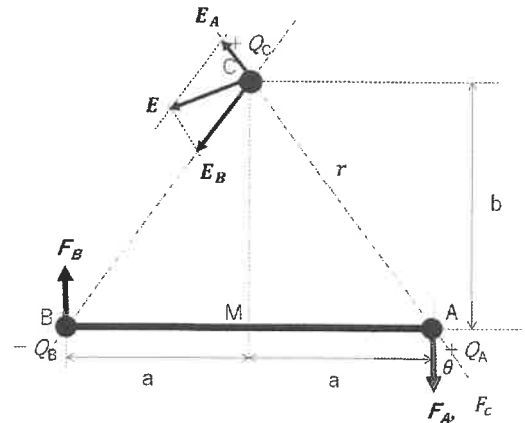


図1

問2

(1) I. 静電容量 C_A

$$C_A = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

II. 挿入したガラス板の静電容量

$$C_g = \frac{2\epsilon_s \epsilon_0 S}{d} = \frac{20\epsilon_0 S}{d}$$

III.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{2C_A} + \frac{1}{C_g} = \frac{d}{2\epsilon_0 S} + \frac{d}{2\epsilon_s \epsilon_0 S} = \frac{d}{2\epsilon_0 S} \left(1 + \frac{1}{\epsilon_s}\right)$$

$$C = \frac{2\epsilon_0 S}{d \left(1 + \frac{1}{10}\right)} = \frac{2\epsilon_0 S}{\frac{11}{10}d} = \frac{20\epsilon_0 S}{11d}$$

IV.

$$\frac{C}{C_A} = \frac{20\epsilon_0 S}{11d} \times \frac{d}{\epsilon_0 S} = \frac{20}{11} = 1.8\text{倍}$$

(2) I. ①

II.

1個の静電容量 C_2 は

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} \times \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9} = 8.84 \text{ [nF]}$$

III.

コンデンサが並列に10個つながっていると考えられるので全体の静電容量 C_{11} は

$$C_{11} = C_2 \times 10 = \frac{10^{-5}}{36\pi} = 88.4 \text{ [nF]}$$

(3)

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} - \left(\frac{-\sigma}{2\epsilon_0}\right) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$V = Ed = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$$

(4) I. 図中に記載

II.

$$E_1 = \frac{V}{d}$$

$$E_2 = \frac{V}{d-x}$$

III

$$V = E_1 x = E_2 (d-x) \quad (1)$$

$$\text{ガウスの定理より } E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (2)$$

(2) より

$$E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - E_2 \quad (3)$$

(3)を(1)に代入して

$$E_2 (d-x) = \left(\frac{\sigma}{\epsilon_0} - E_2\right) x$$

$$E_2 = \frac{\sigma x}{\epsilon_0 d} \quad (4)$$

(4)を(3)に代入して

$$E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \frac{d-x}{d}$$

IV.

$$\sigma_1 = \sigma_2 = -\frac{\sigma}{2}$$

S_3 が真ん中にあるときは、左右 $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ づつ電気力線が S_1 、 S_2 に向かって伸びる。 S_1 、 S_2 がアースに繋がっているため、打ち消すように $\frac{\sigma}{2}$ の電荷密度が発生する。従って、 S_1 、 S_2 での電荷密度はそれぞれ $-\frac{\sigma}{2}$ となる。

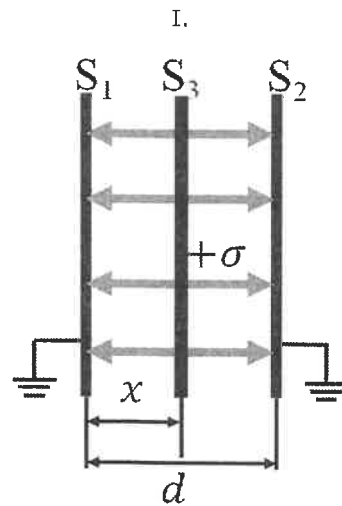


図2(b)

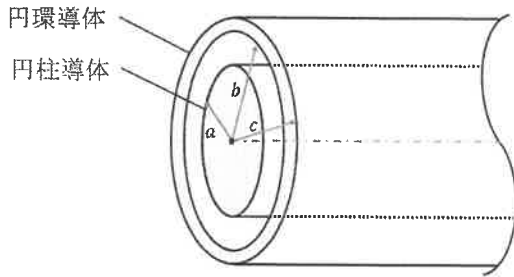
図2(b)の電気力線の始点は $+\sigma$ の面密度がある S_3 であり、 S_3 から S_1 、 S_3 から S_2 に向かう矢印がそれぞれ同じ本数描いてあれば正解とする。

問3 (1)

$$\oint_C H \cdot dl = I_1 + I_2$$

左辺は磁界の線路に沿う積分（内積）、右辺はその線路（閉曲線）が囲む面を通過する電流の和

(2)



(3) 電流 I_r は、

$$I_r = \frac{\pi r^2}{\pi a^2} I$$

なので、

$$\oint_C H \cdot dl = H \int r d\theta = 2\pi r H = I_r = \frac{r^2}{a^2} I$$

これより

$$H = \frac{r}{2\pi a^2} I$$

(4) 半径 r 内の電流は I なので、

$$2\pi r H = I$$

よって

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

(5) 電流 I_r が流れる部分の面積は

$$\pi r^2 - \pi b^2$$

円環全体の断面積は

$$\pi c^2 - \pi b^2$$

なので、電流 I_r は逆向きで、

$$I_r = -I \frac{\pi r^2 - \pi b^2}{\pi c^2 - \pi b^2}$$

であり、円環内の電流が作る磁界 H_c は

$$2\pi r H_c = I_r = -I \frac{\pi r^2 - \pi b^2}{\pi c^2 - \pi b^2}$$

整理して

$$H_c = -\frac{I}{2\pi r} \frac{r^2 - b^2}{c^2 - b^2}$$

位置 r に作る磁界 H は、この式と (4) の式の和なので、

$$H = \frac{I}{2\pi r} - \frac{I}{2\pi r} \frac{r^2 - b^2}{c^2 - b^2} = \frac{I}{2\pi r} \frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}$$

(6) 半径 r が囲む部分の電流の和はゼロなので、

$$H = 0$$

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 英語)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題 [1]

問 (1)	(A)	長年に渡って、私たちは同僚の科学者達に、水はなぜ青いのかと何度も尋ねてきた。
	(B)	水本来の青さは、可視スペクトルの赤色領域における選択的な吸収によるものだ。
	(C)	我々の知る限り、水固有の青さは、自然界において振動遷移に由来する色の唯一の例である。
	(E)	たとえば、760 nmのH ₂ O吸収帯は、D ₂ Oではおよそ1000 nmにシフトする。
	(F)	後述の様に、これらの気相遷移エネルギーはすべて、液体の水の水素結合によって低エネルギー側にシフトする。
問 (2)	光の散乱 (結局のところ空は青い) や、溶解した不純物による着色 (よく挙げられるのはCu ²⁺)	
問 (3)	700 nm 未 満 の領域	
問 (4)	対応するすべての振動遷移が、同位体質量の増加によって低エネルギー側にシフトしているため。	
問 (5)	(5)	

問題 [2]

(1)	As with the other supporting electrolytes
(2)	as an eluting agent for the separation
(3)	inversely as the hydrogen ion concentration
(4)	After allowing to stand for 20 min.
(5)	are in good agreement with

2026年度（第1次）

大学院（博士前期）入試

問題

（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 分析化学）

材料化学専攻

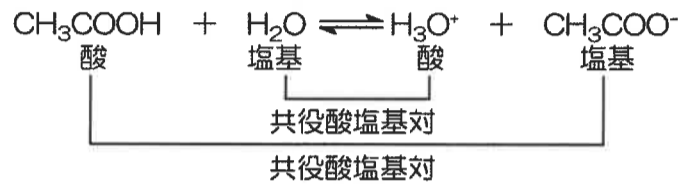
番

氏名

問題[7] 問2の設問③のみ解答箇所が指定されている。その他の解答はこの用紙のどこに記載してもよい。ただし問番号と設問番号を明記すること。

（解答例）

問1 設問①



設問②

ルイス酸：非共有電子対受容体；ルイス塩基：非共有電子対供与体

プロトン付加錯体：CH₃COOH

H₃O⁺ (H⁺) がルイス酸，CH₃COO⁻ がルイス塩基として作用してプロトン付加錯体 CH₃COOH が生成する。

設問③

$$K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot K_{b,\text{CH}_3\text{COO}^-} = 1.0 \times 10^{-14} \text{ より } K_{b,\text{CH}_3\text{COO}^-} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.55 \dots \times 10^{-10} \cong 5.6 \times 10^{-10}$$

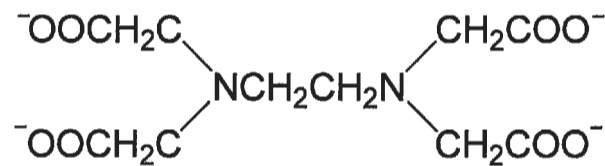
$$\text{また } \text{p}K_{b,\text{CH}_3\text{COO}^-} = -\log(5.55 \dots \times 10^{-10}) = 9.255 \dots \cong 9.26$$

問2 設問①

炭酸カルシウム，CaCO₃

設問②

六座配位子 (or 多座配位子)



設問③

	緩衝液	pH	金属指示薬 (略号可)	終点変色
下線部(1)	NH ₃ -NH ₄ Cl	10.0	EBT	赤 → 青
下線部(2)	KOH	12.0	NN	赤 → 青

問3 設問①



設問②

$$\log K = \frac{E_{\text{Ce}}^\circ - E_{\text{Fe}}^\circ}{0.0591} = \frac{1.61 - 0.771}{0.0591} = 14.1962 \dots \cong 14.196$$

問2の設問③以外の解答については、裏面に続いて解答してもよい。

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 分析化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題[8]

(解答例)

問1.

- ・熱伝導度検出器 (TCD)
移動相と試料との熱伝導度の差を、加熱したフィラメントの電気抵抗変化で検出
- ・水素炎イオン化検出器 (FID)
試料を水素炎でイオン化する。生成したイオンを電極で捕集し、その際に流れるイオン電流を検出
- ・電子捕獲型検出器 (ECD)
窒素などを含むアルゴンガスにβ線を照射しイオン化する。親電子化合物は生成した電子を効率よく捕獲するため、イオン電流の減少が生じ、これを検出
- ・質量分析検出器 (MSD)
電子イオン化などを用いて試料をイオン化し、測定

問2.

あるpH指示薬 (HA) は、次のように解離する。 $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ -①

酸解離定数を K_a とすると、 $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ -②

あるpHにおけるHAおよびA⁻の濃度をそれぞれ $C(1-x)$ 、 Cx であり、式②に代入して整理すると

$$x = \frac{K_a}{[H^+] + K_a} \quad -③$$

ある波長λにおけるHAおよびA⁻のモル吸光係数をそれぞれ、HAはε_{HA}、A⁻はε_{A⁻}とし、吸光度を測定するセルのセル層長は1 cmであるとすると

HAの吸光度は、 $A_{HA} = \epsilon_{HA} \times C(1-x) \times 1$ 、A⁻の吸光度は $A_{A^-} = \epsilon_{A^-} \times Cx \times 1$ となる。

これらの式より、あるpHにおける吸光度は $A = A_{HA} + A_{A^-} = \epsilon_{HA} \times C(1-x) \times 1 + \epsilon_{A^-} \times Cx \times 1$ -④

式④に式③を代入し整理すると

$$A = \frac{\epsilon_{HA} \times C \times [H^+] + \epsilon_{A^-} \times C \times K_a}{[H^+] + K_a} \quad -⑤$$

となる。

式⑤について、 K_a について書き直すと

$$K_a = \frac{A - \epsilon_{HA} \times C}{\epsilon_{A^-} \times C - A} [H^+] \quad -⑥$$

ここで、 $\frac{K_a}{[H^+]} = \frac{(A - \epsilon_{HA} \times C)}{(\epsilon_{A^-} \times C - A)} = 1$ であれば、 $K_a = [H^+]$ となり $pK_a = pH$ となる。つまり

$$A = \frac{\epsilon_{HA} \times C + \epsilon_{A^-} \times C}{2} \quad -⑦$$

となり、

$$A = \frac{A_{HA} + A_{A^-}}{2} \quad \text{となる。}$$

この式より、pH (横軸) 変化に伴う吸光度 (縦軸) 変化をプロットし、吸光度がそれぞれの平坦部分を外挿して A_{HA} および A_{A^-} を求め、その和の1/2の吸光度と曲線の交点から求めたpHがその試薬の pK_a となる。

(裏面に続いて解答してもよい)

問3.

4つの行程

コンディショニング → 試料負荷 → 洗浄 → 溶出

- コンディショニング：固相抽出を行うための場を整える作業
 - 試料負荷：試料を固相に負荷し、目的成分を固相に捕捉させる作業。
 - 洗浄：適当な洗浄液を用いて夾雑物を固相から除去し、目的成分のみを固相に残す作業。
 - 溶出：溶出液を通液して、目的成分を溶出させる作業。
-

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 無機化学・無機材料化学)

材料化学専攻

番

氏名

問題 [10] 次の問いにすべて答えよ。有効数字は全て3ケタとする。

- ① アンモニア (NH₃) の分子は三角錐型の構造を取る。この構造を取る理由を分子軌道法の混成軌道の観点から説明しなさい。

[解答例]

分子軌道法において、アンモニア (NH₃) の窒素原子は2s軌道と2p_x, 2p_yおよび2p_z軌道からsp³混成軌道を形成している。その等価な四つの混成軌道の内一つは孤立電子対に占有されるが、三つは等価なN-H結合を形成するため、その分子はN原子およびH原子を頂点とする三角錐型の構造を取る。

- ② 窒素 (N₂) と水素 (H₂) から1 molのNH₃を合成する反応式を書きなさい (ただし、全て気体の反応とする)。また、工業的にアンモニアを合成する方法を何というか答えなさい。

[解答例]



(方法) ハーバー・ボッシュ法

- ③ ある化学反応における平衡定数Kと標準自由エネルギー変化ΔG°との関係を表す式 $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ (Rは気体定数) から、ΔG°と平衡の片寄りの関係について説明しなさい。また、②の反応の300 Kおよび600 KにおけるΔG°が、それぞれ-16.2 kJ mol⁻¹および15.9 kJ mol⁻¹であるとき、各温度における圧力平衡定数を求めなさい。

[解答例]

(説明) 平衡定数Kは、例えば $aA + bB + \dots \rightleftharpoons xX + yY + \dots$ の気体の反応において、 $K = (\text{生成物の分圧と物質量の積}) / (\text{反応物の分圧と物質量の積})$ で表されるため、Kが1より大きい場合は、平衡は生成物系側へ片寄っていることを意味する。また、Kが1より大きい場合は問い③中の式によりΔG°は負の値となるため、この反応が自発的に起こることと平衡が生成物系側へ片寄ることが関連付けられる。

(計算) $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ より、 $K = e^{-\frac{\Delta G^\circ}{RT}}$ が得られる。300 Kおよび600 KにおけるΔG°の値から、K_pはそれぞれ662および0.0413が求まる (計算過程での有効数字の取り扱いにより300KでのK_pは659~665, 600KでのK_pは0.0412~0.0413の値をとる)。

- ④ ある化学反応では、温度T₁およびT₂における平衡定数K₁およびK₂との関係は、ファンツホッフの式を用いて $\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ と表すことが出来る。この式から、標準エンタルピー変化ΔH°と平衡の関係について説明しなさい。また、②の反応におけるΔH°を求め、この反応が発熱反応か吸熱反応か、その理由と共に答えなさい。

[解答例]

(説明) T₂ > T₁である場合、()内は負である。ここで、ΔH° > 0 (吸熱反応) とすれば、右辺全体が正、したがって、ln K₂ > ln K₁ であることから、吸熱反応であればK₂ > K₁ であることが分かる。これは、吸熱反応の平衡定数は温度上昇によって増加し、生成物系側へ移行することを意味する。一方、ΔH° < 0 (発熱反応) の場合は同様の導出から平衡定数は温度上昇によって減少し、反応物系側へ移行する。

(計算) 上式と③の結果から、ΔH° = -48.3 kJ/molを得る。ΔH°が負の値であるため、発熱反応である (③及び④から得られるΔG°とTの関係式から求めた場合、-48.0 kJ/molとなる)。

- ⑤ ②の反応の平衡を生成物系側へ移動させるためには、温度をどのように変化させたらよいか。

[解答例]

温度を低下させるとよい。(発熱反応であるため、④で得られるΔH°と平衡の関係からも考えられる)

- ⑥ ②の反応において、 NH_3 の生成量を増やすには、圧力をどのように変化させたらよいか。また、それに関する原理を分子数と圧力の関係から説明しなさい。

[解答例]

ルシャトリエの原理から、平衡にある系が外部因子によって乱されたとき、その影響を最小限にするように系の組成は調整されるため、平衡にある系を圧縮すれば、気相中の分子数を減らすように気相の平衡組成が調整される。

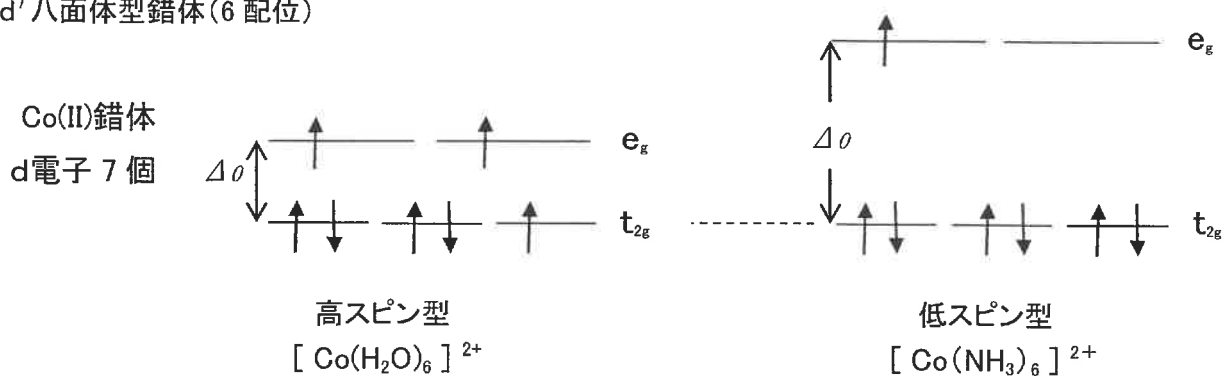
②の反応は全て気体の反応であり、反応物分子**2 mol** から生成物分子が**1 mol**生成されるため、上記の説明から NH_3 の生成量を増やすには圧縮すればよい。

問題 [9]

解答

- ① 化合物中に存在するある原子が電子を自分自身の方へ引き寄せる力を示す尺度が電気陰性度である。ポーリングの電気陰性度の値は、分子 AB の結合エネルギーと、分子 AA、分子 BB の結合エネルギーの幾何平均との差が、共有結合にイオン性が加わっていることに起因しているとして導きだされている。希ガスを除いて電気陰性度が最大の元素はフッ素(F)である。
- ② 酸化ジルコニウム(ジルコニア)は高融点の耐火性の無機材料である。結晶構造の相転移(単斜晶 \leftrightarrow 正方晶)の際に体積変化がある。このため単結晶や焼結体を得る場合は、イオン半径が Zr^{4+} に近似し少し大きいイットリウムイオン Y^{3+} などを少量添加して、安定化あるいは部分安定化して用いられる。 $Zr(IV)$ の原子価と異なる、3 価あるいは 2 価の陽イオンが導入されることにより、結晶構造中に酸素空孔が形成される。これにより酸化物イオン伝導性が付与され、固体酸化物型燃料電池の固体電解質や酸素センサーとして用いられている。また宝石(キュービックジルコニア)の他、ジルコニアセラミックスは人工歯、人工骨頭や、高靱性な特徴を生かした構造材料などへ応用されている。

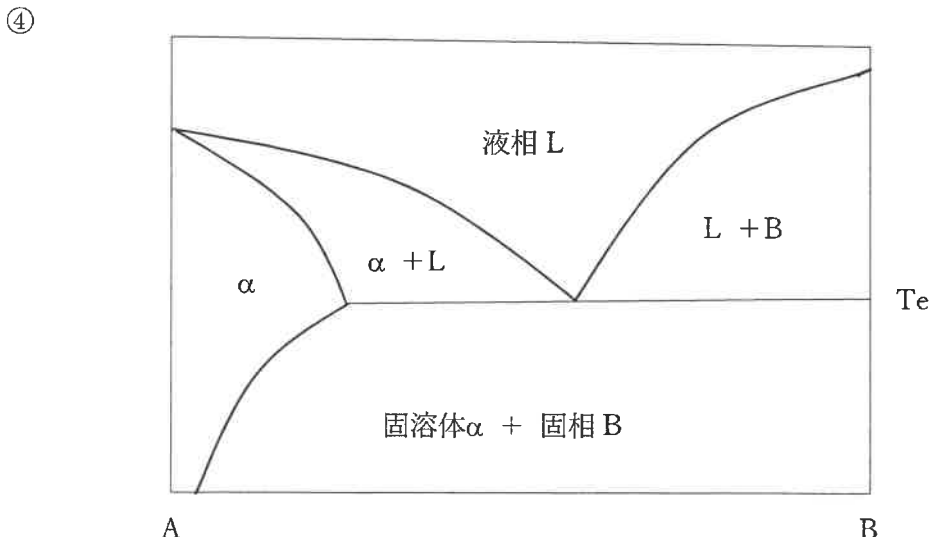
- ③ (a)
静電結晶場理論 による説明
d⁷八面体型錯体(6 配位)



縮重していた d 軌道が、6 配位八面体型錯体の結晶場では、配位子と相対する空間方向(X, Y, Z 軸方向)に広がっている d 軌道 (e_g : $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2}) はエネルギー的に不安定となり、逆に、配位子と相対しない空間方向に広がっている d 軌道 (t_{2g} : d_{xy} , d_{yz} , d_{zx}) はエネルギー的に安定となる。よって、上図のように d 軌道のエネルギー準位は 2 つに分裂する。

高スピン型 $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ では、結晶場分裂エネルギー Δ_o が小さいので、電子配置は Hund の法則に従う。
低スピン型 $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ では、結晶場分裂エネルギー Δ_o が比較的大きく、電子は優先的に t_{2g} 軌道を占める。7 番目の電子は e_g 軌道に入る。

- (b) 高スピン型 $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ の場合
 $5 \times 0.4 \Delta_o + 2 \times (-0.6 \Delta_o) = 0.8 \Delta_o$ 結晶場安定化エネルギー : $0.8 \Delta_o$
 低スピン型 $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ の場合
 $6 \times 0.4 \Delta_o + 1 \times (-0.6 \Delta_o) = 1.8 \Delta_o$ 結晶場安定化エネルギー : $1.8 \Delta_o$



材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題[4] 以下の各問に答えよ。対数計算のできる関数電卓の使用可とし、有効数字は各設問の指示に従うこと。尚、ファラデー定数 $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$ 、気体定数 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ として計算し、単位を有する計算結果には必ず単位を付けよ。

1. 濃度と電気伝導率が以下の2つのKCl水溶液を使用し、一辺が1.00 mの立方体セル（電極面積：1.00 m²、電極間距離：1.00 m）を用いて25 °Cで測定する場合を考える。

$$\textcircled{1} : c_1 = 0.0001 \text{ mol L}^{-1}, \kappa_1 = 0.001492 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$\textcircled{2} : c_2 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}, \kappa_2 = 0.014695 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$$

以下の(1)から(3)の問いに答えよ。解答には指数表記は使用せず、数値は有効数字を少数第6位まで示すこと。

- (1) 溶液①と②を1セルずつ満たしたときのコンダクタンス L_1 と L_2 をそれぞれ計算せよ。

$$\text{【解答】 } L_1 = 0.001492 \text{ S } (\Omega^{-1}), L_2 = 0.014695 \text{ S } (\Omega^{-1})$$

- (2) 溶液①を、KClの総量が1.00 molになるように複数のセルに入れ、(a) 直列、(b) 並列で接続したときのコンダクタンス L_{1a} , L_{1b} をそれぞれ計算せよ。

$$\text{【解答】 } L_{1a} = 0.000149 \text{ S } (\Omega^{-1}), L_{1b} = 0.014920 \text{ S } (\Omega^{-1})$$

- (3) イオンの挙動を考察する際、溶液② (L_2) と比較すべきは L_{1a} と L_{1b} のどちらかを述べ、その理由を説明せよ。また、溶液①と②のイオンの挙動の違いを簡潔に述べよ。

【解答】 L_{1b} である。 L_2 と L_{1b} はモル伝導率と同じ値であり、モル伝導率を比較することでイオンの挙動を考察できるからである。溶液②は溶液①よりもイオン濃度が高く、イオン間の距離が短いためにイオン同士がより強く相互作用し、理想溶液からの逸脱が大きい。

2. 電解質水溶液に電圧を加えたとき、価数が1価のイオンと3価のイオンでは、イオンの移動速度およびモルイオン伝導率はそれぞれどのように異なるか説明せよ（式を用いてもよい）。ただし、イオンの大きさ（半径）やその他の条件は同一とし、無限希釈の場合とする。

【解答】 イオンの移動速度は、イオンが持つ電荷（価数）に比例するため、価数以外の条件が等しい場合、3価のイオンは1価のイオンに比べて3倍速く移動する。モルイオン伝導率は、イオンの移動度と価数に比例する。このため、モルイオン伝導率は価数の2乗に比例する。具体的には、3価のイオンのモルイオン伝導率は、1価のイオンの9 ($= 3^2$) 倍である。

3. 25 °C の無限希釈における硫酸水溶液の陽イオンと陰イオンの輸率 t_+ , t_- を計算せよ。ただし、モルイオン伝導率は次の値を使用し、解答には指数表記は使用せず、数値は有効数字3桁で示すこと。

$$\lambda_+ = 0.03498 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^2 \text{ mol}^{-1}, \quad \lambda_- = 0.0160 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{【解答】 } t_+ = 0.814, t_- = 0.186$$

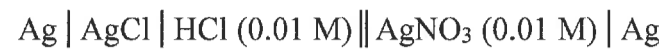
4. 1価の陽イオン M^+ と4価の陰イオン X^{4-} から成る電解質 M_4X の1.00 M水溶液のイオン強度 I を求めよ。解答には指数表記は使用せず、数値は有効数字3桁で示すこと。

$$\text{【解答】 } I = \frac{1}{2} \{4 \times 1.00 \times 1^2 + 1.00 \times 4^2\} = 10.0$$

5. Debye-Hückel の極限法則を用いて、25 °C の0.005 M塩化クロム(III) (CrCl_3) 水溶液における陽イオン (Cr^{3+}) と陰イオン (Cl^-) の活量係数、平均活量係数、および電解質の活量係数を計算せよ。解答には指数表記は使用せず、数値は有効数字を少数第3位まで示すこと。

【解答】陽イオンの活量係数 $\gamma_+ = 0.161$, 陰イオンの活量係数 $\gamma_- = 0.816$, 平均活量係数 $\gamma_{\pm} = 0.544$, 電解質の活量係数 $\gamma_{\pm}^4 = 0.087$

6. 以下の 25 °C における電池の起電力 $E = 0.3340 \text{ V}$ に関して以下の各問に答えよ。



(1) 電池反応式を示せ。

【解答】 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

(2) 各イオンの活量を a_{Ag^+} , a_{Cl^-} , 銀/塩化銀電極および銀/銀イオン電極の標準電極電位をそれぞれ $\mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{AgCl}|\text{Cl}^-}$, $\mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{Ag}^+}$ として, ネルンストの式を記号のみで示せ。

【解答】 $E = \mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{Ag}^+} - \mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{AgCl}|\text{Cl}^-} - \frac{RT}{F} \ln \frac{1}{a_{\text{Ag}^+} \cdot a_{\text{Cl}^-}} (= \mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{Ag}^+} - \mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{AgCl}|\text{Cl}^-} + \frac{RT}{F} \ln(a_{\text{Ag}^+} \cdot a_{\text{Cl}^-}))$

(3) デバイ-ヒュッケルの極限法則が成り立つとして, この電池の標準起電力 E° を求めよ。有効数字は4桁とする。

【解答】 $0.3340 = \mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{Ag}^+} - \mathcal{E}^{\circ}_{\text{Ag}|\text{AgCl}|\text{Cl}^-} + \frac{RT}{F} \ln(a_{\text{Ag}^+} \cdot a_{\text{Cl}^-}) = E^{\circ} + 0.02569 \ln(\gamma_{\pm}^2 \times 0.01^2)$

$E^{\circ} = 0.5766 \text{ V}$

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題 [1]

問1

酸性度



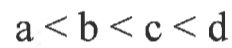
理由

C < N < O < Fの順に電気陰性度が大きくなり、それに伴ってX-H結合の極性が大きくなるとともに、共役塩基の安定性が増すため。

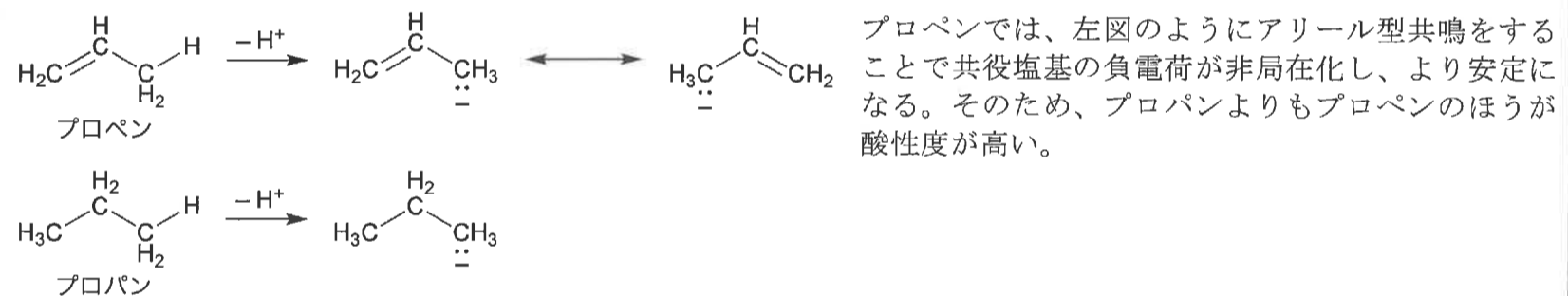
問2

(a) R	(b) R	(c) S	(d) R
-------	-------	-------	-------

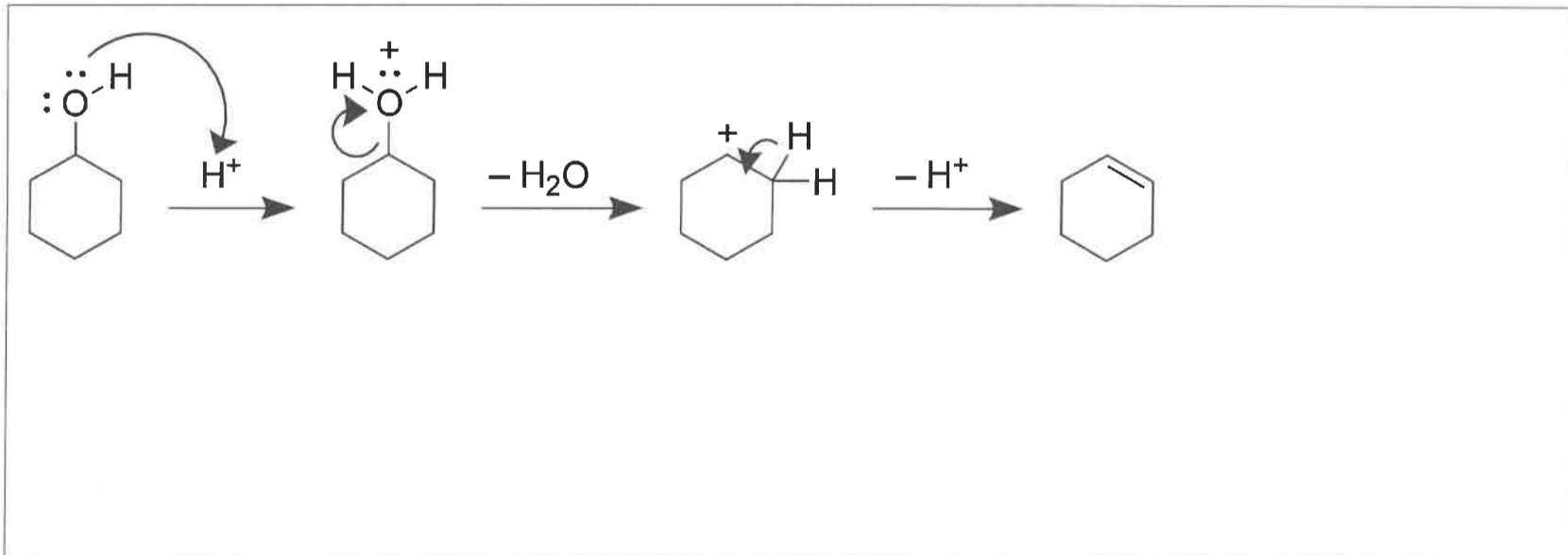
問3



問4



問5



2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

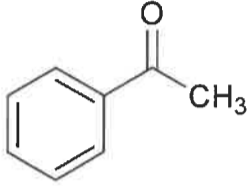
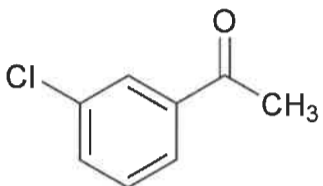
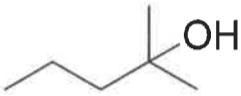
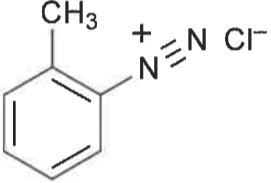
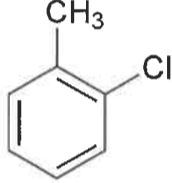
答案

(科目名 有機化学)

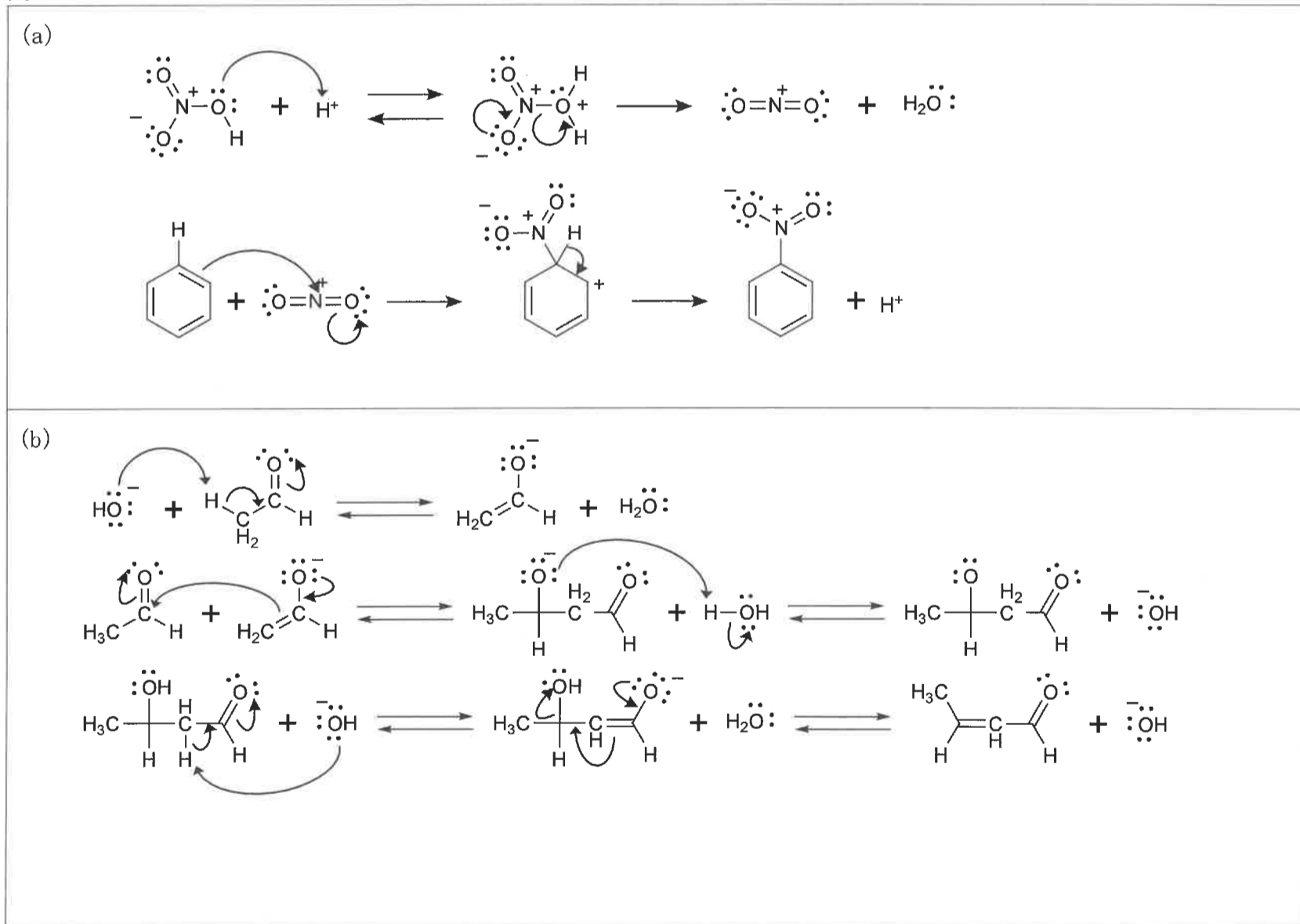
材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題 [2]

問1

A 	B 	C $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_3)_2$	D $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-MgBr}$
E 	F 	G 	

問2



2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 物理化学)

55/60

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題[3]

問1.

- (1) ア: (a) イ: (g) ウ: (h) エ: (l)
 (才: (e) カ: (s) キ: (f) ケ: (j)
- $\xleftarrow{\text{逆でも可}}$
 $\xrightarrow{\text{逆でも可}}$

$$(2) w = - \int_{V_1}^{V_2} p_{ex} \cdot dV = \boxed{-p_{ex} (V_2 - V_1)}$$

$$(3) w = -nRT \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$(4) P_1 \cdot V_1^\alpha = P_2 \cdot V_2^\alpha, \quad \alpha: \text{アインシュタインの式}$$

問2.

(1). ... 答えは 0

(2). $\Delta S^\circ = -99.7 \text{ JK}^{-1}$

$T \cdot \Delta S^\circ = -29700 \text{ J}$

(3). $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$

$\Delta G^\circ = -16400 \text{ J} = -16.4 \text{ kJ}$

(4) (a) $\Delta G = 0$

(b) $\Delta G^\circ = -RT \cdot \ln K_p$

$K_p = 749 \text{ bar}^{-1}$

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題
答案

(科目名 高分子化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題[5] 次の各問に答えなさい。

- 問1 ポリエチレンの代表的な重合方法に高压法と低压法がある。この2種類の重合方法におけるそれぞれの重合条件を記しなさい。また、得られた2種類のポリエチレンの特徴を比較しながら述べなさい。
- 問2 等重合度反応 (高分子反応) とは、如何なる反応かを説明しなさい。また、その例を化学式を用いて、2つ記しなさい。
- 問3 ラジカル重合の代表的な方法である懸濁重合と乳化重合を対比しながら説明しなさい。
- 問4 重縮合でポリマーを合成する場合には、化学平衡をポリマー生成側に移動させる工夫が必要であるが、工業的に用いられる加熱重縮合法について、ナイロン-6,6の例を挙げながらその特徴を説明しなさい。

【解答例】

問1

・重合条件

高压法：開始剤に過酸化物かアゾ化合物を用いて、150~250℃、120~300MPaという高温・高压で重合させる。

低压法：開始剤にチーグラマー・ナッタ触媒を用いて、20~100℃、0.1~0.5MPaというほぼ常温・常圧で重合可能。

・得られた2種類のポリエチレンの特徴

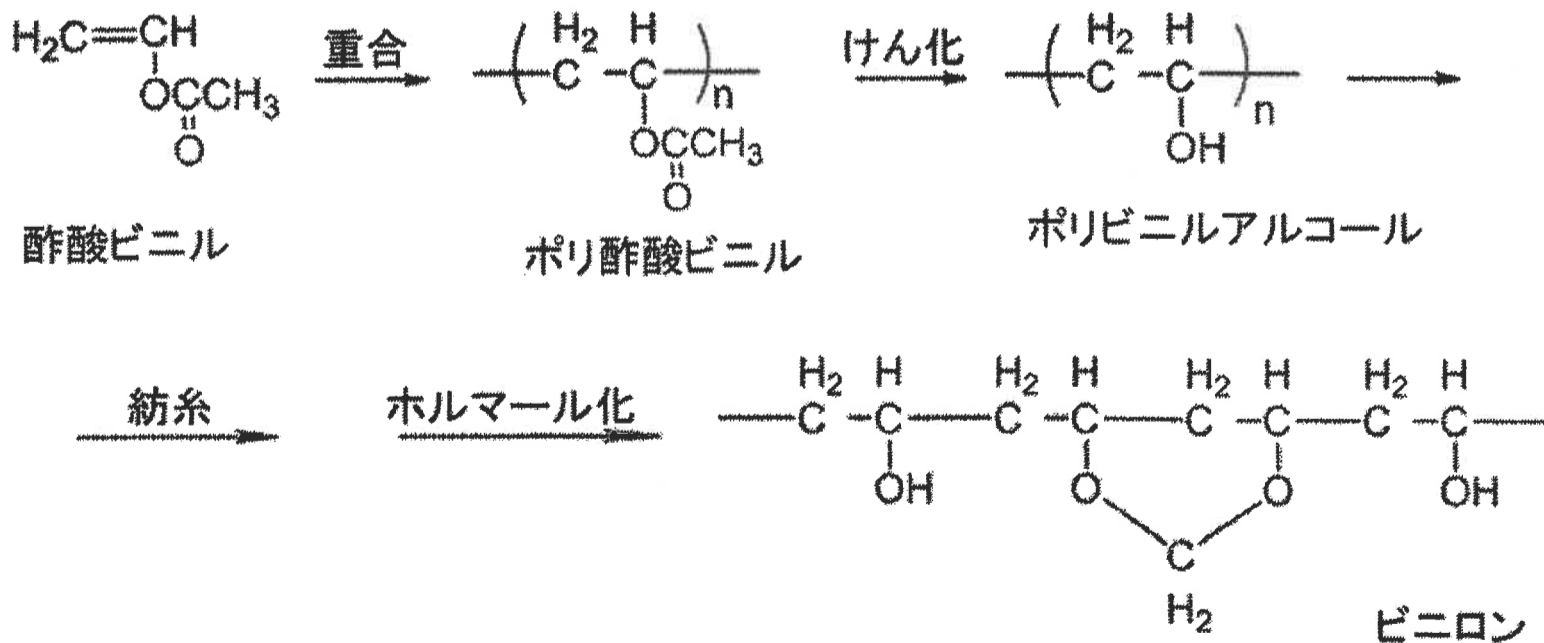
高压法：枝分かれが多いため、結晶化度が低く、比重が小さいため、低密度ポリエチレン (LDPE) とも呼ばれる。加工性に優れ、低温でも柔軟性を保ちやすく、耐薬品性、電気絶縁性も優れている。フィルムを中心として成形品、紙加工剤、電気被覆材などに使用させている。

低压法：ほとんど枝分かれがないため、結晶化度が高く、比重が大きいため、高密度ポリエチレン (HDPE) とも呼ばれる。LDPEより融点が高く、耐熱性、剛性、機械強度が高いため、各種の成形品、ショッピングバック、フィルムに使用されている。

問2

ある高分子Aの側鎖に低分子化合物を反応させ、重合度を変化させることなく、別の高分子Bに誘導する方法である。

・反応例



2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 高分子化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題[6] 答案用紙

答案1-1	(a) シンジオタクチック	(b) イソタクチック	(c) アタクチック
答案1-2	結晶性を示さないもの (c) 結晶性を示さない理由 立体規則性連鎖を持たないため		
答案1-3	PTFE		
答案1-4	PTFEの繰り返し部分の長さよりもC-F結合のファンデルワールス半径の二倍の長さのほうが長く、F原子同士の反発が起こるため。		
答案2-1	ガラス転移温度(T_g)より使用する温度(室温)のほうが高い場合にゴムの特性を示す。		
答案2-2	架橋がない場合、外力により高分子鎖間で互いに滑るために元に戻る力が働かなくなるため。		
答案2-3	架橋ゴムは硫黄で架橋させているためにリサイクルに適さないが、熱可塑性エラストマーは一般のプラスチックと同様に熱で融けるのでリサイクルが可能である。		

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 生物化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題 [11]

問1 医薬品や機能性化合物 (有機分子) が生体内で作用を示すためには、酵素や受容体に代表される作用部位 (生体分子) と特異的に相互作用 (広い意味で結合) する必要がある。特に弱い結合エネルギーで可逆的に相互作用して作用を発現する結合が重要である。生体内で進行する作用を考える上で重要な可逆的結合様式のうち、イオン結合、双極子-双極子相互作用、ファンデルワールス力、水素結合について概説しなさい。

(解答例)

イオン結合: 異符号の電荷をもった2つのイオンの静電的な引き合い (クーロン力) によって形成される結合である。イオン結合しているそれぞれの原子の最外核は、8電子を収容して安定化する (結合エネルギーはおよそ5~10 kcal/mol)。

双極子-双極子相互作用: 炭素原子が、酸素・窒素・ハロゲンなどの電気陰性度が高い原子と結合すると、 $\delta+$ と $\delta-$ に分極して双極子を形成する。双極子はほかの分子のイオンや双極子と互いに引き合い、相互作用して安定化する (結合エネルギーはおよそ1~7 kcal/mol)。

ファンデルワールス力: 有機分子のC-Hなどの無極性部位は、極めて短い時間では共有結合電子に偏りが生じて (ゆらぎ) 絶えず $\delta+$ と $\delta-$ に分極している (誘起双極子)。異なる分子が接近すると有機双極子が誘発され、互いに引き合い安定化する。分子が固体や液体などの組織化した形状を保つ原因となる力である (結合エネルギーはおよそ0.5~1 kcal/mol)。

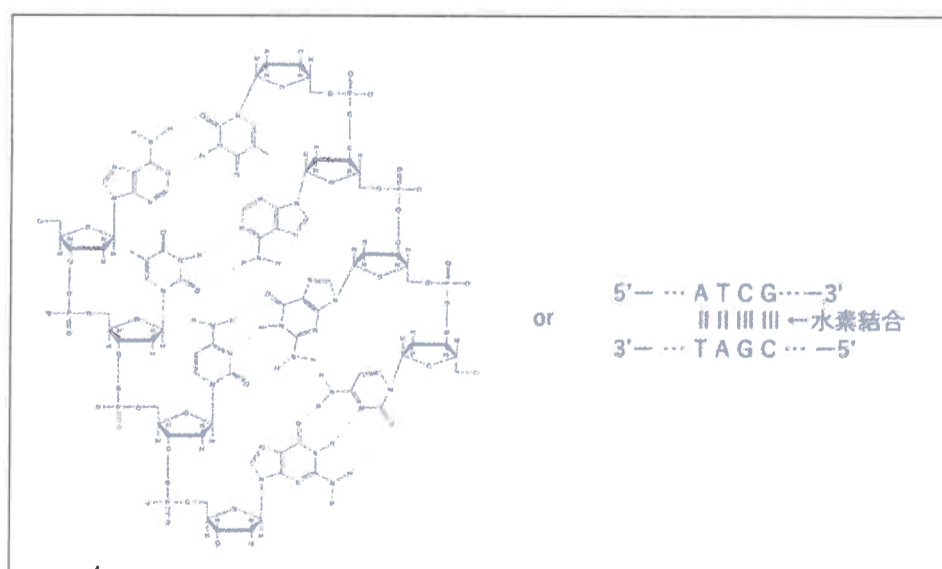
水素結合: 電気陰性度が大きい窒素、酸素、硫黄やハロゲンなどのヘテロ原子に結合した水素原子は、部分的正電荷を帯び分子双極子が生じる。ヘテロ原子の非共有電子対は部分的正電荷を帯びた水素と相互作用して安定化する。DNAの二重らせん構造、たんぱく質の α -ヘリックス構造や β -シートなどは水素結合の支配を受けて構造が保たれている (結合エネルギー3~6 kcal/mol)。

問2 生命科学におけるセントラルドグマを図示するとともに、下記の用語 (DNA、mRNA、タンパク質、二重らせん構造) を用いて200字以内で解説しなさい。さらに、DNAの二重らせん構造の様子を核酸塩基の水素結合に注意して図示しなさい。

(解答例)

セントラルドグマは、生物の遺伝情報の流れを示す基本原理です。DNAは細胞核で二重らせん構造をとり、遺伝情報を保持しています。このDNAの二重らせん構造がほどけて転写によってmRNAが合成され細胞核から細胞質へmRNAが移動します。細胞質でそのmRNAの情報をもとに翻訳によってタンパク質が合成されます。すなわち、DNA → mRNA → タンパク質という一方向の情報伝達が、生命活動の根幹をなしています。(180/200字)

DNAの二重らせん構造:



2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(科目名 生物化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題 [12]

問1-1. 糖質に関する以下の文中の (ア) ~ (コ) に当てはまる語句を語群から選び記入せよ. また, (A) ~ (C) に当てはまる多糖を形成する結合の種類を記入せよ.

糖質は炭素を 3 ~ 9 個もち $C_m(H_2O)_n$ で表される. 多くの異性体が存在することも特徴の一つで, 光学異性体 (D, L異性体) 以外に不斉炭素に付く -H と -OH が逆の異性体を (ア) と呼び, 糖が環状構造をとるときに 1 位の炭素が不斉となり, この不斉炭素による異性体を (イ) と呼ぶ. D-グルコースの 2- (ア) は D- (ウ) であり, 4- (ア) は D- (エ) である.

2 個以上の単糖がグリコシド結合で連結したものをオリゴ糖と呼ぶ. 還元性二糖で 2 つのグルコースが α 1,4 結合したものを (オ) といい, (エ) とグルコースが β 1,4 結合したものを (カ) という. 一方, ①非還元性二糖にはグルコースとフルクトースが結合した (キ) がある.

デンプンは植物の貯蔵多糖で (ク) と (ケ) からなる. (ク) は (A) 結合を持ち, (ケ) は加えて (B) 結合を持つ. グリコーゲン (ケ) に似た動物の貯蔵多糖で, 肝臓や筋肉に多い. ②エネルギーが必要になるとグルコースまで分解された後, 代謝される. グルコースが (C) 結合で重合した直鎖状分子を (コ) といい, 植物の細胞壁を構成している.

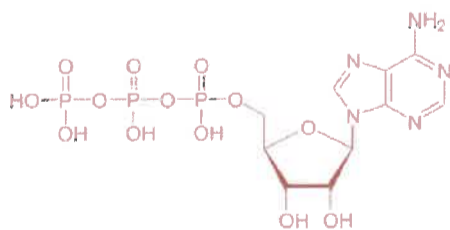
ア エピマー	イ アノマー	ウ マンノース	エ ガラクトース	オ マルトース	
カ ラクトース	キ スクロース	ク アミロース	ケ アミロペクチン	コ セルロース	
・マルトース ・リボース ・グルコサミン	・キシロース ・ガラクトース ・エイコサノイド	・スクロース ・ラクトース ・アミロペクチン	・マンノース ・モノマー ・プロリン	・セルロース ・エピマー ・グリセロール	・アミロース ・アノマー
A α 1,4 結合	B α 1,6 結合	C β 1,4 結合			

問1-2. 下線部①のオリゴ糖が非還元性になる理由を説明せよ.

還元性のグリコシド水酸基同士で共有結合を形成しているから。

問1-3. 下線部②の代謝で生産される高エネルギー化合物は何か. また, その化合物が高エネルギーである理由を述べよ.

化合物名 (アデノシン三リン酸 (ATP))



リン酸基同士の負電荷が電氣的に反発しているため, 結合が切れる時に多くのエネルギーが放出される。

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(科目名 生物化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問2. 大腸菌のラクトースオペロンに関して、培養液中に「ラクトースがある場合」と「グルコースがある場合」で、ラクトースオペロンの制御にどのような違いがあるか、括弧内の語句を用いて説明せよ。
(*lac*リプレッサー, オペレーター, cAMP, CAP*) *CAP=catabolite activator protein

ラクトースがある場合、*lac*リプレッサーがオペレーターに結合できなくなり、転写抑制が解除される。
グルコースがある場合、大腸菌内のcAMP濃度が低下し、CAPが活性化されないため転写は抑制される。

問3. 次の語群から3個を選択し、50から100字程度で説明せよ。

「流動モザイクモデル」「酸化的リン酸化」「コリ回路」「C₄植物」「光呼吸」「ユビキチンとプロテアソーム」
「PCR」「ラギング鎖」「CRISPR/Cas9によるゲノム編集」

- 「流動モザイクモデル」… 膜タンパク質は細胞膜上を浮いたような状態でモザイク状に存在しているため、水平方向にはある程度自由度を持って動くことができる。
- 「酸化的リン酸化」… ミトコンドリアにおいて電子伝達系により形成されたプロトン濃度勾配を利用して、ATP合成酵素によりATPが合成されること。
- 「コリ回路」… 糖代謝の経路のうち、グルコースが呼吸によって乳酸になり、その乳酸が糖新生経路によってグルコースに再生される経路。
- 「C₄植物」… 光合成能率の高い特有の反応経路をもつ植物群。トウモロコシ、サトウキビなど強光下で育つ重要な作物がこれに属する。
- 「光呼吸」… 植物が光照射下において通常の呼吸（酸化的リン酸化）と異なる方法で酸素 (O₂) を消費し二酸化炭素 (CO₂) を生成することである。
- 「ユビキチンとプロテアソーム」… 細胞内で不要になったタンパク質を分解するシステム。ユビキチンという低分子タンパク質が標的タンパク質に結合し、プロテアソームという巨大な酵素複合体がそれを認識して分解する。
- 「PCR」… ポリメラーゼ連鎖反応とは、DNAサンプルの特定領域を増幅させる反応。耐熱性のDNAポリメラーゼが用いられる。
- 「ラギング鎖」… DNA複製における2本の鎖のうち、複製フォークの進行方向とは逆方向に合成される鎖のこと。この鎖は、岡崎フラグメントと呼ばれる短いDNA断片として合成される。
- 「CRISPR/Cas9によるゲノム編集」… 部位特異的ヌクレアーゼによりDNAの二本鎖切断を起こすことで、遺伝子の挿入や遺伝子破壊を行う。ガイドRNAの設計が比較的容易なため、またたく間にその利用が広まった。

○

○

問 題

2026年度（第1次）

大 学 院 （博士前期） 入 試

（該当する方に○印をお願いします。）

答 案

（科 目 名 英 語 ）

機 械 工 学 専 攻

番

氏 名

1.

(1) アンデス山脈の山々から流れ落ち、アルゼンチン湖に注ぐ氷河の表面は、数十年にわたっておおよそ安定しており、前進する年もあれば後退する年もありました。しかし、ここ5年間は、より確実な後退が見られました。

「過去80年間、おおよそ同じ位置でした。これは異例のことです」と、アルゼンチン国立科学機関CONICETの氷河学者、ルーカス・ルイス氏は述べた。彼の研究は、気候変動に直面したパタゴニア氷河の将来に焦点を当てている。

「しかし、2020年以降、ペリト・モレノ氷河の表面の一部で後退の兆候が見られ始めています」と彼は述べた。

彼は、氷河は以前と同様に回復する可能性があるものの、現在年間1~2メートル相当の水が失われており、これを覆さなければ、損失が加速する状況につながる可能性があるとして述べた。

(2)

- a) 結局、会社を辞めることにしました。
- b) 彼はこの試合に勝ちそうだ。
- c) 要するに、そのプロジェクトは成功した。
- d) まず始めに、彼はあまりにも若すぎる。

(3) a) この地域の気温が10年あたり約0.06℃上昇し、降水量が減少していることが

- b) 氷河に対し
- c) 厚さと面積の両方を失うこと

2.

この10年の後半に宇宙飛行士が月面に足を踏み出す際、宇宙飛行士はより現代風でより柔軟性に富み、さまざまなサイズを選べるような宇宙服を着ているだろう。

宇宙服がどんな外見になるかは、正にまだ明らかにされていない。次世代の宇宙服をデザインするアクシオムスペース社は3月15日、今年夏の終盤、NASAの訓練用に新バージョンを用意する計画だと発表した。

宇宙服は、半世紀以上前のNASAのアポロ計画で使用されたように白になるだろう。熱を反射し、宇宙飛行士を涼しい状態に保てるからだ。

ヒューストンに拠点を置くアクシオムスペース社によると、この宇宙服は柔軟性が高く、月の過酷な環境からの防護機能が強化され、より幅広いサイズが提供される予定だという。

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 英語)

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

1. 以下の文章は The Japan Times Weekend に掲載された” Huge ice falls at Argentine glacier stir awe, concern ”と題する記事の一部である。この記事について下記の問いに答えなさい。

But recently the size of the ice chunks breaking off – a process called “calving” – has been starting to alarm local guides and glaciologists, already anxious at a prolonged retreat by Perito Moreno, which had bucked the trend in recent decades by maintaining its mass even as warmer climates spurred faster glacial melting worldwide.

“Ice calving events of this size haven’t been very common at the Perito Moreno glacier over the past 20 years,” said Pablo Quinteros, an official tourist guide at Los Glaciares National Park in the southern province of Santa Cruz.

“It’s only in the last four to six years that we’ve started to see icebergs this big,” he said during a visit in April.

The face of the glacier, which flows down from Andean peaks to end in the waters of Argentine Lake, had for decades held more or less steady, some years advancing and others retreating. But in the last five years, there’s been a firmer retreat.

“It had been in more or less the same position for the past 80 years. And that’s unusual,” said Argentine glaciologist Lucas Ruiz, with state science body CONICET. His research focus is the future of Patagonian glaciers in the face of climate change.

“However, since 2020, signs of retreat have begun to be seen in some parts of the Perito Moreno glacier’s face.”

He said that the glacier could rebound as it has done before, but that the moment it was losing between 1 and 2 meters of water equivalent per year, which if not reversed could lead to situation where the loss accelerates. ①

A state-backed 2024 report, co-authored by Ruiz and presented to Argentina’s Congress, showed that while Perito Moreno’s mass has been overall stable for half a century, the period since 2015 has seen the fastest and most prolonged loss of mass in 47 years, on average losing 0.85 meters per year.

Glaciers around the globe are disappearing faster than ever, with the last three-year period seeing the largest glacial mass loss on record, according to a UNESCO report in March.

Ruiz said instruments his research team used to monitor the glacier had shown an increase in air temperature in the area of around 0.06 degrees Celsius per decade and precipitation decreasing, meaning less accumulation of snow and ice.

“The thing with Perito Moreno is that it took a while, so to speak②, to feel the effects of climate change③,” Ruiz said. Now, however, the accumulation of ice at the top of the glacier was being outpaced by melting and calving at the bottom.

“The changes we are seeing today clearly show that this balance of forces ... has been disrupted, and today the glacier is losing both in thickness and area.”

出典：The Japan Times Weekend記事より, Saturday-Sunday, May, 24-25, 2025 (原文をそのまま掲載)

補記：chunk：かたまり, calving：氷河の崩落, glaciologist：氷河学者, prolonged：長期にわたる, bucked the trend：傾向に逆行した, climate：気候, spur：拍車をかける, Los Glaciares National Park：ロス・グラシアレス国立公園, province：州, iceberg：氷山, glacier：氷河, Andean peaks：アンデス山脈, more or less：おおよそ, retreat：後退する, firmer：より確実な, state science body：州科学機関, globe：地球, instrument：機器, degrees Celsius：℃, precipitation：降水量, accumulation：蓄積, outpaced：ペースを上回った, disrupt：崩れる

(1) 下線部① (全7行) を全て訳しなさい。

(2) 下線部②は、セットで使われることで、特定の意味を示す慣用的な英熟語である。下記の慣用的な英熟語を含む例文を訳しなさい。

- a) I’ve decided to leave the company after all.
- b) He is likely to win this game.
- c) In short, the project was a success.
- d) To begin with, he is too young.

(3) 下線部③の effects of climate change とは、a)どのような change が; b)何に対して、c)どのような effect を与えることを示しているか日本語で説明しなさい。

2. 以下の文章 (全文) を訳しなさい。

Moonwalking astronauts will have sleeker more flexible spacesuits in different sizes when they step onto the lunar surface later this decade.

Exactly what that looks like remained under wraps. The company designing the next-generation spacesuits, Axiom Space, said March 15 it plans to have new versions for training purposes for NASA later this summer.

The moonsuits will be white like they were during NASA’s Apollo program more than a half-century ago. That’s so they can reflect heat and keep moonwalkers cool.

The suits will provide greater flexibility and more protection from the moon’s harsh environment and will come in a wider range of sizes, according to the Houston-based company.

出典：Asahi Weekly DIGITAL, April, 2, 2025 (原文をそのまま掲載)

補記：sleek：洗練された, lunar：月の, under wraps：明らかにされていない, Axiom Space：アクシオムスペース社, harsh：過酷な, environment：環境

問題1

- (1) 主な抗力に以下の2つがある。
- 圧力抗力 (形状抗力) : 物体表面の圧力分布による。物体の正面と背面の圧力差によって生じる抵抗。
 - 摩擦抗力 (粘性抗力) : 流体の粘性によって生じる物体表面の摩擦による抵抗。
- その他、翼から揚力が生じる際に、翼端に発生する渦 (翼端渦) によって引き起こされる誘導抵抗、自由表面を持つ流れにおいて、波の発生に伴う造波抵抗などがある。
- (2) ピトー管は全圧と静圧を計測し、その差の動圧(= $1/2\rho v^2$)より流速を求めることができる
- (3) 粗さが粘性底層の厚さよりも小さい表面を持つ管は流体力学的に滑らかとみなすことができ粗さを無視できる。

問題2

(1) 連続の式より :

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\pi(3D)^2 \times 4V = \pi(2D)^2 \times v_2$$

$$v_2 = 9V \text{ [m/s]}$$

(2) ベルヌーイの定理より

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + p_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + p_2$$

$$\frac{16\rho V^2}{2} + P = \frac{81\rho V^2}{2} + p_2$$

$$p_2 = P - \frac{65\rho V^2}{2}$$

(3) 水が管に及ぼす力 (x方向) :

水が持つ運動量の変化に対して、管が水に及ぼす力と反対向きに、水が管に及ぼす力が作用する。

○流入と流出の運動量の変化に対応する力(外部から流体に加えられた力) :

$$F_{\text{momentum}} = \rho Q(v_2 - v_1) = \rho A_1 v_1(v_2 - v_1) = \rho \pi(3D)^2 \times 4V \times (9V - 4V) = 180\rho \pi D^2 V^2$$

○圧力による力

$$F_{\text{pressure}} = A_1 p_1 - A_2 p_2 = 9\pi D^2 \cdot P - 4\pi D^2 \cdot \left(P - \frac{65\rho V^2}{2}\right)$$

$$= \pi D^2 \left[9P - 4\left(P - \frac{65\rho V^2}{2}\right)\right] = \pi D^2 [9P - 4P + 130\rho V^2] = \pi D^2 [5P + 130\rho V^2]$$

併せて

$$F_{\text{total}} = F_{\text{pressure}} - F_{\text{momentum}} = \pi D^2 [5P + 130\rho V^2] - 180\rho \pi D^2 V^2 = \pi D^2 [5P - 50\rho V^2]$$

問題3

(1) 重力による下向きの力=浮力による上向きの力

$$\rho_1 g V = \rho g V_{in1} = 0.6\rho g V$$

$$\rho_1 = 0.6\rho$$

(2) 重力による下向きの力+重りによる重量=浮力による上向きの力

$$\rho_1 g V + \rho_2 g V_w = \rho g V_{in2}$$

$$0.6\rho g V + 0.2\rho_2 g V = 0.85\rho g V$$

$$\rho_2 = 1.25\rho$$

○

○

問題

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 流体力学)

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題1. 以下の用語について説明しなさい。

- ① 流体に働く抗力 ② ピトー管の計測の原理 ③ 流体力学的に滑らかな管

問題2. 図1のように水平に設置された狭まり管内を流体 (密度 ρ [kg/m³]) が流れている。断面1 (入口) の直径は $d_1 = 6D$ [m]、断面2 (絞り部) の直径は $d_2 = 4D$ [m]である。断面1での流速は $v_1 = 4V$ [m/s]、圧力は $p_1 = P$ [Pa]とする。この時、次の問いに答えよ。ただし、断面1と断面2に作用する水圧と運動量変化に基づく力のみを考え、重力や粘性は無視できるものとする。

- (1) 断面2における流速 v_2 を求めよ。
 (2) 断面2における圧力 p_2 を求めよ。
 (3) 狭まり管の入口から出口までの流体が管に及ぼす力 (x 方向の合力) を求めよ。

問題3. 密度 ρ [kg/m³]の液中に、物体が一部液中に沈みながら浮かんでいる。このとき以下の問いに答えよ。ただし物体の全体の体積は V [m³]とする。

- (1) 図2(1)のように液中に沈んだ物体の体積 V_{in1} [m³]が全体の体積 V [m³]の60%であったとき、物体の密度 ρ_1 [kg/m³]を求めよ。ただし $\rho_1 < \rho$ とする。
 (2) 図2(2)のように、物体の上に密度 ρ_2 [kg/m³]、体積 $0.2V$ [m³]のおもりを乗せたところ、液中に沈む物体の体積が $V_{in2} = 0.85V$ [m³]となった。このときのおもりの密度 ρ_2 [kg/m³]を求めよ。ただし物体の密度 ρ_1 [kg/m³]には(1)で求めた値を用いよ。

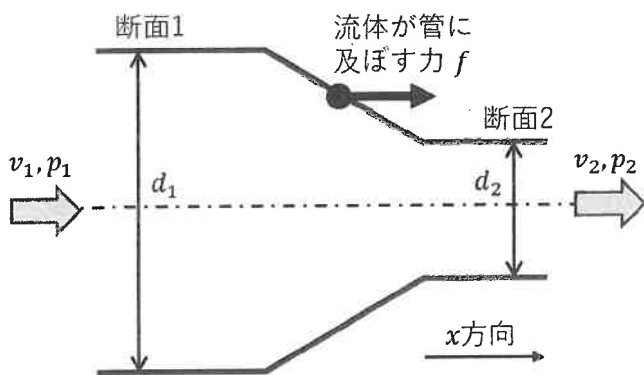


図1 狭まり管内の流れ

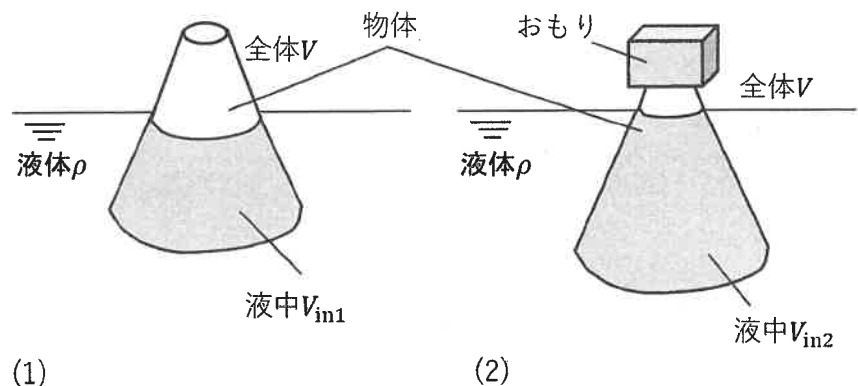


図2 物体に働く浮力

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 材料力学)

機械工学専攻	番	氏名	解答
--------	---	----	----

※裏面を使用しても良い

問1 以下の用語について説明せよ。

(1) 許容応力

設計上の上限とされる応力。

許容応力を σ_a とすると $\sigma_a = \frac{\sigma_s}{S}$ で求められる。ここで、 σ_s は基準強さ、 S は安全率である。

なお、 σ_s は延性材料では降伏応力を、脆性材料では引張強さを採用する。

(2) たわみの微分方程式

T = 曲み角 θ や T = 曲み y を求めるために利用する式

$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$ を表す。これを x で積分すると T = 曲み角 θ ($= \frac{dy}{dx}$)、もう一度積分すると T = 曲み y が得られる。

なお、積分定数は境界条件から求める。

問2 右図に示す両端支持はりに関する (1) から (3) の問いに答えよ。

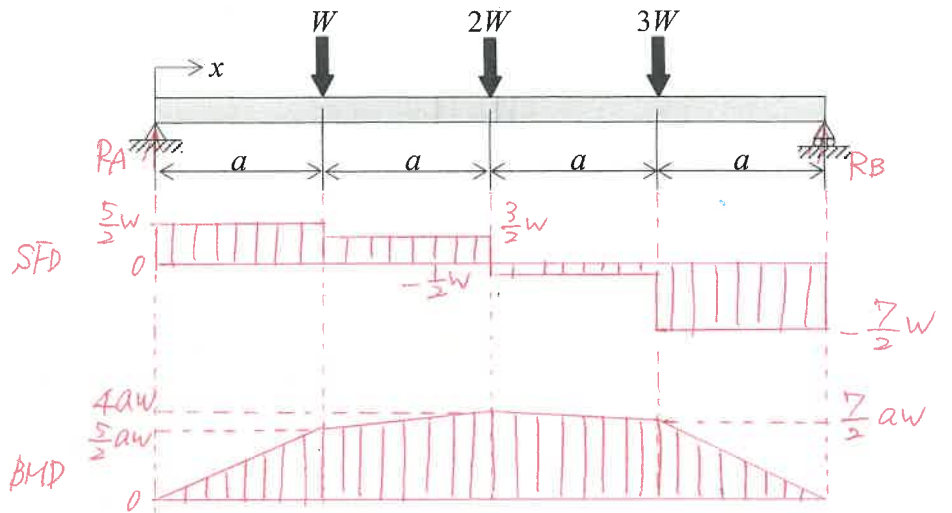
(1) SFDとBMDを右図の下に示せ。

$$R_A + R_B = 6w$$

$$aw + 2a \cdot 2w + 3a \cdot 3w = 4aR_B$$

$$R_B = \frac{(w + 4w + 9w)a}{4a} = \frac{7}{2}w$$

$$R_A = 6w - \frac{7}{2}w = \frac{5}{2}w$$



(2) 危険断面の位置 (x 座標) を示せ。

右図より

$$x = 2a$$

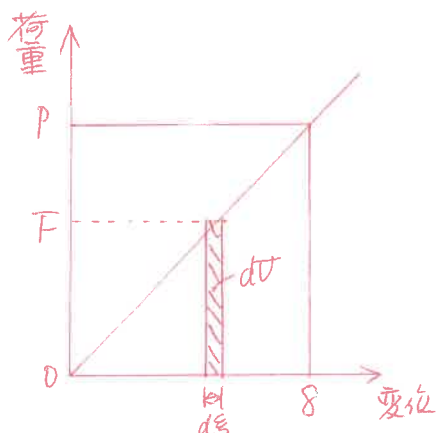
(3) このはりが直径 d の円形断面を有する場合、最大曲げ応力 σ_{max} を W , d , a によって示せ。

$$\frac{5}{2}aw + \frac{3}{2}aw = 4aw$$

$$4aw - \frac{1}{2}aw = \frac{7}{2}aw$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z} = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} = \frac{32 \times 4aw}{\pi d^3} = \frac{128aw}{\pi d^3}$$

問3 断面積 A , 長さ l の丸棒に引張荷重 P を加える場合を考える。フックの法則が成立する範囲において、この丸棒における応力-ひずみ線図の下の面積が単位体積あたりの弾性ひずみエネルギーを表すことを示せ。



$$dU = F d\xi$$

$$U = \int dU = \int_0^{\delta} F d\xi$$

ここで、比例定数を k とおくと

$$F = k\xi \text{ あり.}$$

$$U = \int_0^{\delta} k\xi d\xi = \frac{1}{2}k\delta^2 = \frac{1}{2}P\delta \quad (1)$$

変位 δ は

$$\delta = \frac{Pl}{AE}$$

よって (1) より、

$$U = \frac{1}{2}P \frac{Pl}{AE} = \frac{1}{2E} \left(\frac{P}{A}\right)^2 Al = \frac{1}{2E} \sigma^2 Al$$

これは棒の体積 Al が変位と単位体積あたりの弾性ひずみエネルギー \bar{U} になる。

$$\bar{U} = \frac{1}{2E} \sigma^2 = \frac{1}{2} \sigma \epsilon$$

これは応力-ひずみ曲線の下の面積に一致する。

2026年度（第1次）

大学院（博士前期）入試

問題

答案

（該当する方に○印をお願いします。）

（科目名 材料力学

）

機械工学専攻

番

氏名

※裏面を使用しても良い

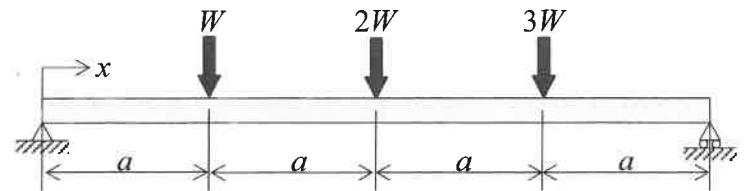
問1 以下の用語について説明せよ.

(1) 許容応力

(2) たわみの微分方程式

問2 右図に示す両端支持はりに関する (1) から (3) の問いに答えよ.

(1) SFDとBMDを右図の下に示せ.



(2) 危険断面の位置 (x 座標) を示せ.

$x =$ _____

(3) この はりが直径 d の円形断面を有する場合、
最大曲げ応力 σ_{\max} を W , d , a によって示せ.

問3 断面積 A , 長さ l の丸棒に引張荷重 P を加える場合を考える. フックの法則が成立する範囲において, この丸棒における応力-ひずみ線図の下の面積が単位体積あたりの弾性ひずみエネルギーを表すことを示せ.

問題1 (1) 棒の各部に作用する力は右図のようになる。

(2) このとき、水平方向・鉛直方向の力の釣り合い式は次式となる。それぞれの力は以下のように与えられる。

$$\vec{T} = -\frac{1}{2}T\vec{i} + \frac{\sqrt{3}}{2}T\vec{j}$$

$$\vec{W}_1 = -m_1g\vec{j}$$

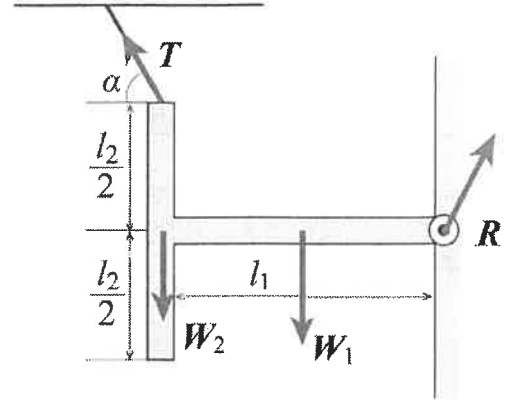
$$\vec{W}_2 = -m_2g\vec{j}$$

$$\vec{R} = R_x\vec{i} + R_y\vec{j}$$

以上より、力の釣り合い式は、次式となる。

$$\text{水平方向: } R_x - \frac{1}{2}T = 0$$

$$\text{鉛直方向: } R_y + \frac{\sqrt{3}}{2}T = m_1g + m_2g$$



(1)

(2)

(3)

(3) 回転支持部まわりのモーメントの釣り合い式は、次式となる。

$$-\frac{\sqrt{3}}{2}Tl_1 + \frac{1}{2}T\frac{l_2}{2} + m_1g\frac{l_1}{2} + m_2gl_1 = 0 \quad (4)$$

(4) 式(4)より、

$$(2\sqrt{3}l_1 - l_2)T = (2m_1 + 4m_2)gl_1 \Rightarrow T = \frac{(2l_1 + 4l_2)\rho gl_1}{2\sqrt{3}l_1 - l_2} \quad (5)$$

式(2)へ代入すると、

$$R_x = \frac{1}{2}T = \frac{(l_1 + 2l_2)\rho gl_1}{2\sqrt{3}l_1 - l_2} \quad (6)$$

式(3)より、

$$R_y = m_1g + m_2g - \frac{\sqrt{3}}{2}T = \left\{ (l_1 + l_2) - \frac{\sqrt{3}(l_1 + 2l_2)l_1}{2\sqrt{3}l_1 - l_2} \right\} \rho g \quad (7)$$

問題2 (1) ①と②の部分の並列ばねをひとつの等価ばね K_1, K_2 に置き換えると、

$$K_1 = 2k_1 = 2, K_2 = 3k_2 = 6 \quad (8)$$

となる。次に、③部分直列ばねをひとつの等価ばね K_3 に置き換えると、

$$\frac{1}{K_3} = \frac{1}{K_2} + \frac{1}{k_3} \Rightarrow K_3 = \frac{K_2k_3}{K_2 + k_3} = \frac{3k_2k_3}{3k_2 + k_3} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = 3 \quad (9)$$

となる。最後に、重りの両側のばねは並列ばねのため、ひとつの等価ばね K に置き換えると、

$$K = K_1 + K_3 = 2k_1 + \frac{3k_2k_3}{3k_2 + k_3} = 2 + 3 = 5 \quad (10)$$

となる。

(2) 等価ばねモデルにおいて、おもりがばねから受ける力は、

$$F_1 = -Kx$$

となり、壁が変位することにより生じるばね力は、

$$F_2 = 2k_1y$$

となる。

以上より、運動の第二法則より、

$$m\ddot{x} = F_1 + F_2 = -Kx + 2k_1y \Rightarrow 5\ddot{x} + 5x = 2a\cos\omega t \quad (13)$$

(3) 式(13)の右边をゼロと置くと次式となる。

$$m\ddot{x} + Kx = 0 \quad (14)$$

この式の自由振動解を以下のように仮定する。

$$x = Xe^{st} \quad (15)$$

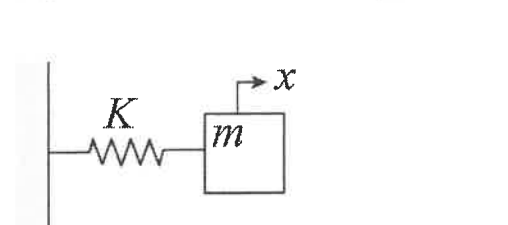
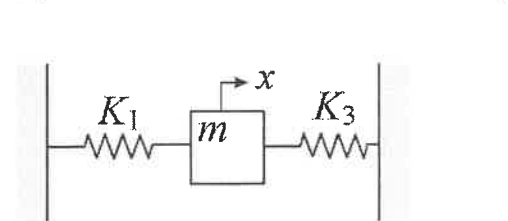
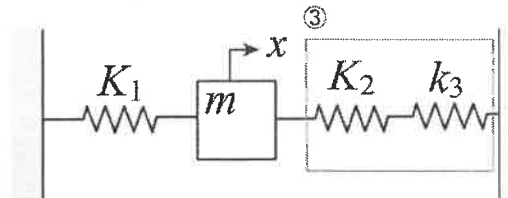
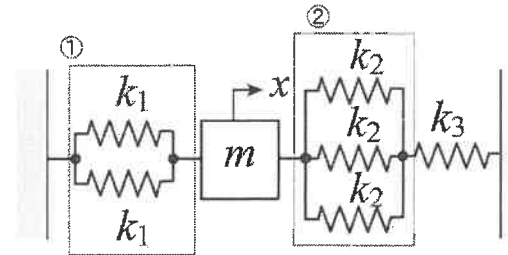
これを運動方程式に代入すると、

$$ms^2Xe^{st} + KXe^{st} = 0 \quad (16)$$

$$(ms^2 + K)Xe^{st} = 0$$

$X=0$ は振動せず、静止した解となるので、その解を除くと、

$$ms^2 + K = 0 \Rightarrow s = \pm j\sqrt{\frac{K}{m}} = \pm j\omega_n \quad (17)$$



このとき、 x の一般解は、

$$x = X_1 e^{j\omega_n t} + X_2 e^{-j\omega_n t} = A \cos \omega_n t + B \sin \omega_n t \quad (18)$$

よって、固有角振動数は、

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{m}} = 1 \quad [\text{rad/s}] \quad (19)$$

(4) 式(13)より、運動方程式は、次式となる。

$$m\ddot{x} + Kx = 2k_1 a \cos \omega t \quad (20)$$

この式の強制振動解を以下のように仮定する。

$$x = X \cos \omega t \quad (21)$$

運動方程式に代入すると、

$$\begin{aligned} -m\omega^2 X \cos \omega t + KX \cos \omega t &= 2k_1 a \cos \omega t \\ \Rightarrow (K - m\omega^2)X &= 2k_1 a \end{aligned} \quad (22)$$

$$\Rightarrow X = \frac{2k_1 a}{K - m\omega^2}$$

以上より、強制振動解は、

$$x = \frac{2k_1 a}{K - m\omega^2} \cos \omega t = \frac{2a}{5 - 5\omega^2} \cos \omega t \quad (23)$$

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(科目名 熱力学)

機械工学専攻

番

氏名

1. 容積 V [m³]の密封容器内に封入された絶対圧力 p_0 [Pa], 絶対温度 T_0 [K]の理想気体を出力 Q [W]のヒータで加熱し, 容器内の気体の圧力が加熱前の圧力の3倍になったところで加熱を停止した. この気体のガス定数を R [J/(kg·K)], 比熱比を κ とすると, 以下の問いに答えよ. なお, 容器からの熱損失は無いものとする. 解答には単位も付すこと.

(1) この容器内に封入されている気体の質量と加熱後の気体の絶対温度を求めよ.

$$\text{質量を } M \text{ [kg] とすると } p_0 V = MR T_0 \quad M = \frac{p_0 V}{R T_0} \text{ [kg]} //$$

$$\text{加熱後の温度を } T \text{ [K] とすると } 3p_0 V = MR T \quad T = \frac{3p_0 V}{MR} = \frac{3p_0 V}{\frac{p_0 V}{R T_0} \cdot R} = 3T_0 \text{ [K]} //$$

(2) 加熱の前後における気体の内部エネルギーの差を求めよ.

$$\Delta U = M C_v (T - T_0) = \frac{p_0 V}{R T_0} \cdot \frac{R}{\kappa - 1} (3T_0 - T_0) = \frac{2p_0 V}{\kappa - 1} \text{ [J]} //$$

(3) 加熱に要した時間を求めよ.

加熱量 = 内部エネルギーの増分 であるため, 加熱時間を t とすると

$$Q \times t = \frac{2p_0 V}{\kappa - 1} \quad \therefore t = \frac{2p_0 V}{Q(\kappa - 1)} \text{ [sec]} //$$

(4) 加熱の前後における気体のエンタルピーの差を求めよ.

$$\Delta H = M C_p (T - T_0) = \frac{p_0 V}{R T_0} \frac{\kappa R}{\kappa - 1} (3T_0 - T_0) = \frac{2\kappa p_0 V}{\kappa - 1} \text{ [J]} //$$

(5) 加熱の前後における気体のエントロピーの差を求めよ.

$$\begin{aligned} dS &= \frac{dQ}{T} = \frac{M C_v dT}{T} \quad \therefore \Delta S = S_2 - S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{M C_v dT}{T} = M C_v \ln \frac{T_2}{T_1} \\ &= \frac{p_0 V}{R T_0} \frac{R}{\kappa - 1} \ln \frac{3T_0}{T_0} = \frac{p_0 V}{T_0 (\kappa - 1)} \ln 3 \text{ [J/K]} // \end{aligned}$$

2. 右下の図は次の4つの過程から構成されるエンジンのサイクル線図 ($p-V$ 線図) である。ただし、 p は作動流体の絶対圧力、 V は作動流体の体積を表す。

① → ② : 可逆断熱圧縮, ② → ③ : 等圧加熱, ③ → ④ : 可逆断熱膨張, ④ → ① : 等積放熱

① ~ ④ はサイクルの状態番号であり、作動流体は単位質量の理想気体で比熱比は κ とする。

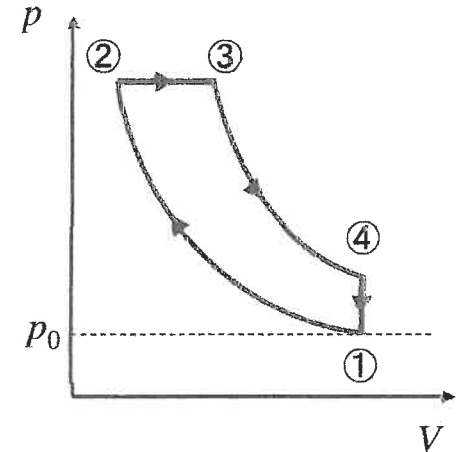
このサイクルに関して以下のようにパラメータを定める。

作動流体の最低絶対圧力 : p_0 [Pa], 作動流体の最低温度 : T_0 [K],

作動流体の最大体積と最小体積の比 : ε ($\varepsilon > 1$)

等圧加熱前後の作動流体の体積の比 : σ ($\sigma > 1$)

このとき以下の問いに答えよ。なお、解は $\kappa, p_0, T_0, \varepsilon, \sigma$ から必要な記号を用いて表すこと。



(1) 各状態番号における作動流体の絶対圧力 p_1, p_2, p_3, p_4 を求めよ。

• p_1 $p_1 = p_0 //$

• p_2 $p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa \therefore p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\kappa = p_1 \cdot \varepsilon^\kappa = p_0 \cdot \varepsilon^\kappa //$

• p_3 $p_2 = p_3 \therefore p_3 = p_0 \cdot \varepsilon^\kappa //$

• p_4 $p_3 V_3^\kappa = p_4 V_4^\kappa \therefore p_4 = p_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^\kappa$ ここで $\frac{V_3}{V_4} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} \frac{V_3}{V_2} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

$\therefore p_4 = p_3 \left(\frac{\sigma}{\varepsilon} \right)^\kappa = p_0 \varepsilon^\kappa \left(\frac{\sigma}{\varepsilon} \right)^\kappa = p_0 \sigma^\kappa //$

(2) 各状態番号における作動流体の絶対温度 T_1, T_2, T_3, T_4 を求めよ。

• T_1 $T_1 = T_0 //$

• T_2 $T_1 V_1^{\kappa-1} = T_2 V_2^{\kappa-1} \therefore T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\kappa-1} = T_1 \varepsilon^{\kappa-1} = T_0 \cdot \varepsilon^{\kappa-1} //$

• T_3 $\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3} \therefore T_3 = \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} T_2 = \frac{V_3}{V_2} T_2 = \sigma T_2 = T_0 \sigma \varepsilon^{\kappa-1} //$

• T_4 $T_3 V_3^{\kappa-1} = T_4 V_4^{\kappa-1} \therefore T_4 = \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{\kappa-1} T_3 = \left(\frac{V_3}{V_1} \right)^{\kappa-1} T_3 = \left(\frac{V_2}{V_1} \frac{V_3}{V_2} \right)^{\kappa-1} T_3$
 $= \left(\frac{\sigma}{\varepsilon} \right)^{\kappa-1} \cdot T_0 \cdot \sigma \cdot \varepsilon^{\kappa-1} = T_0 \cdot \sigma^\kappa //$

(3) このサイクルの理論熱効率を求めよ。

$\eta = 1 - \frac{\bar{Q}_{41}}{\bar{Q}_{23}} = 1 - \frac{c_v (T_4 - T_1)}{c_p (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{\kappa (T_3 - T_2)}$ $T_1 \sim T_4$ に上式を代入

$\eta = 1 - \frac{(T_0 \sigma^\kappa - T_0)}{\kappa (T_0 \sigma \varepsilon^{\kappa-1} - T_0 \varepsilon^{\kappa-1})} = 1 - \frac{\sigma^\kappa - 1}{\kappa \varepsilon^{\kappa-1} (\sigma - 1)} //$

2026年度 (第1次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

答 案

(科 目 名 熱 力 学)

機 械 工 学 専 攻

番

氏 名

1. 容積 V [m^3]の密封容器内に封入された絶対圧力 p_0 [Pa], 絶対温度 T_0 [K]の理想気体を出力 Q [W]のヒータで加熱し, 容器内の気体の圧力が加熱前の圧力の3倍になったところで加熱を停止した. この気体のガス定数を R [$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$], 比熱比を κ とすると, 以下の問いに答えよ. なお, 容器からの熱損失は無いものとする. 解答には単位も付すこと.

(1) この容器内に封入されている気体の質量と加熱後の気体の絶対温度を求めよ.

(2) 加熱の前後における気体の内部エネルギーの差を求めよ.

(3) 加熱に要した時間を求めよ.

(4) 加熱の前後における気体のエンタルピーの差を求めよ.

(5) 加熱の前後における気体のエントロピーの差を求めよ.

2. 右下の図は次の4つの過程から構成されるエンジンのサイクル線図 ($p-V$ 線図) である. ただし, p は作動流体の絶対圧力, V は作動流体の体積を表す.

① → ② : 可逆断熱圧縮, ② → ③ : 等圧加熱, ③ → ④ : 可逆断熱膨張, ④ → ① : 等積放熱

① ~ ④ はサイクルの状態番号であり, 作動流体は単位質量の理想気体で比熱比は κ とする.

このサイクルに関して以下のようにパラメータを定める.

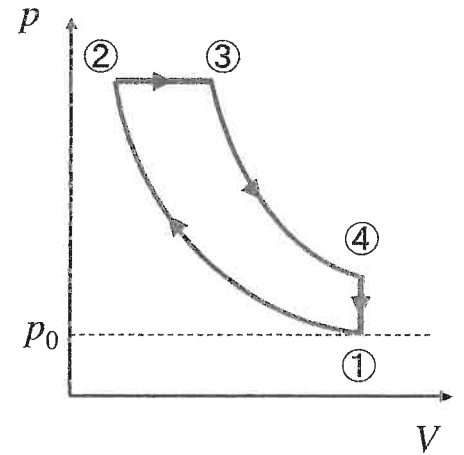
作動流体の最低絶対圧力 : p_0 [Pa], 作動流体の最低温度 : T_0 [K],

作動流体の最大体積と最小体積の比 : ε ($\varepsilon > 1$)

等圧加熱前後の作動流体の体積の比 : σ ($\sigma > 1$)

このとき以下の問いに答えよ. なお, 解は $\kappa, p_0, T_0, \varepsilon, \sigma$ から必要な記号を用いて表すこと.

(1) 各状態番号における作動流体の絶対圧力 p_1, p_2, p_3, p_4 を求めよ.



(2) 各状態番号における作動流体の絶対温度 T_1, T_2, T_3, T_4 を求めよ.

(3) このサイクルの理論熱効率を求めよ.

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(科目名 制御工学)

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

問1: 以下の運動方程式について, 次の問いに答えよ. a, b は0以上の実数とする.

$$\ddot{y}(t) + a\dot{y}(t) + by(t) = u(t)$$

(1) $u(t)$ を入力, $y(t)$ を出力とする伝達関数 $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ を求めよ.

また, 求めた伝達関数の減衰係数 ξ , 固有振動数 ω_n を, a, b を使って表せ.

(2) 入力に単位インパルス $\delta(t)$ を印加した時に, 出力 $y(t)$ は図1であった. この時 a, b の値を求めよ.

(3) $a=2, b=5$ の時, 単位インパルス $\delta(t)$ 印加時の出力 $y(t)$ を求めよ.

ヒント: ラプラス変換 $L\{\delta(t)\} = 1, L\{e^{-at}\} = \frac{1}{s+a}, L\{e^{-at} \sin(\beta t)\} = \frac{\beta}{(s+a)^2 + \beta^2}, L\{e^{-at} \cos(\beta t)\} = \frac{s+a}{(s+a)^2 + \beta^2}$

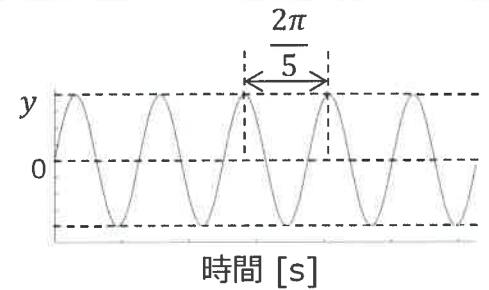


図1 単位インパルス印加時の波形

(1) $Y(s) = \frac{1}{s^2 + as + b} U(s). \omega_n = \sqrt{b}. \xi = \frac{a}{2\sqrt{b}}$

(2) $a = 0. \quad b = 25$

(3) $y(t) = \frac{1}{2} e^{-t} \sin(2t)$

問2: 図2のブロック線図で表される系について, 以下の問いに答えよ.
ここで $D(s)$ は外乱 $d(t)$, $Y(s)$ は出力 $y(t)$ のそれぞれラプラス変換である. 目標値は0とする.

(1) 外乱 $D(s)$ から出力 $Y(s)$ までの伝達関数 $G(s) = Y(s)/D(s)$ を求めよ.

(2) 外乱 $D(s)$ に単位ステップを入力する時, 十分に時間が経過した後に出力 $y(t)$ が0に収束するための, 実数 k_1 と k_2 の条件を求めよ.

(3) 伝達関数 $G(s) = Y(s)/D(s)$ のゲイン [dB] と位相 [rad] を求めよ.

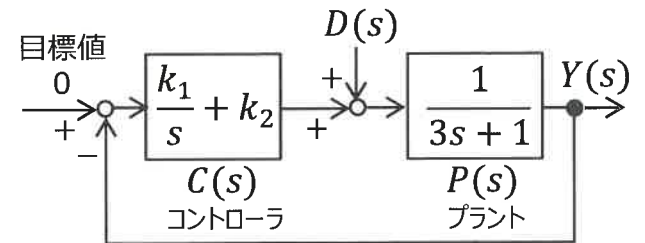


図2 ブロック線図

(1) $G(s) = \frac{s}{3s^2 + (1+k_2)s + k_1}$

(2) $k_1 > 0, \quad k_2 > -1$

(3) ゲインは, $20 \log_{10} \frac{\omega}{\sqrt{(-3\omega^2 + k_1)^2 + (1+k_2)^2 \omega^2}}$ [dB] . 位相は, $\tan^{-1} \left(\frac{-3\omega^2 + k_1}{(1+k_2)\omega} \right)$ [rad]

問題

答案

2026年度 (第1次) 大学院 (博士前期) 入試

(科目名 制御工学)

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

問1: 以下の運動方程式について, 次の問いに答えよ. a, b は0以上の実数とする.

$$\ddot{y}(t) + a\dot{y}(t) + by(t) = u(t)$$

- $u(t)$ を入力, $y(t)$ を出力とする伝達関数 $G(s) = Y(s)/U(s)$ を求めよ.
また, 求めた伝達関数の減衰係数 ξ , 固有振動数 ω_n を, a, b を使って表せ.
- 入りに単位インパルス $\delta(t)$ を印加した時に, 出力 $y(t)$ は図1であった. この時 a, b の値を求めよ.
- $a=2, b=5$ の時, 単位インパルス $\delta(t)$ 印加時の出力 $y(t)$ を求めよ.

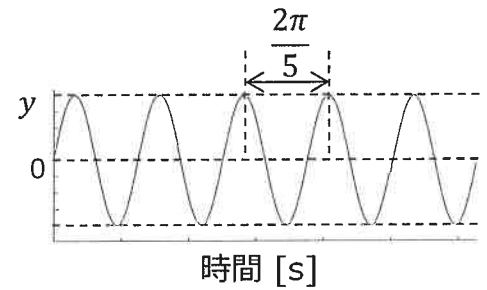


図1 単位インパルス印加時の波形

ヒント: ラプラス変換 $L\{\delta(t)\} = 1, L\{e^{-at}\} = \frac{1}{s+a}, L\{e^{-at} \sin(\beta t)\} = \frac{\beta}{(s+a)^2 + \beta^2}, L\{e^{-at} \cos(\beta t)\} = \frac{s+a}{(s+a)^2 + \beta^2}$

問2: 図2のブロック線図で表される系について, 以下の問いに答えよ.
ここで $D(s)$ は外乱 $d(t)$, $Y(s)$ は出力 $y(t)$ のそれぞれラプラス変換である. 目標値は0とする.

- 外乱 $D(s)$ から出力 $Y(s)$ までの伝達関数 $G(s) = Y(s)/D(s)$ を求めよ.
- 外乱 $D(s)$ に単位ステップを入力する時, 十分に時間が経過した後に出力 $y(t)$ が0に収束するための, 実数 k_1 と k_2 の条件を求めよ.
- 伝達関数 $G(s) = Y(s)/D(s)$ のゲイン [dB] と位相 [rad] を求めよ.

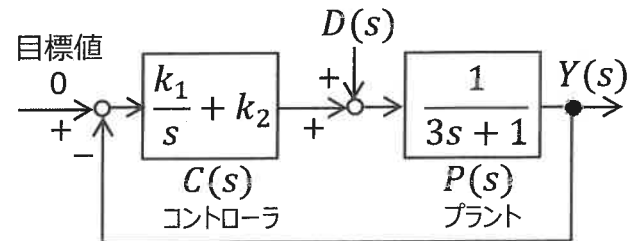


図2 ブロック線図

問題

答案

(科目名 材料加工学)

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

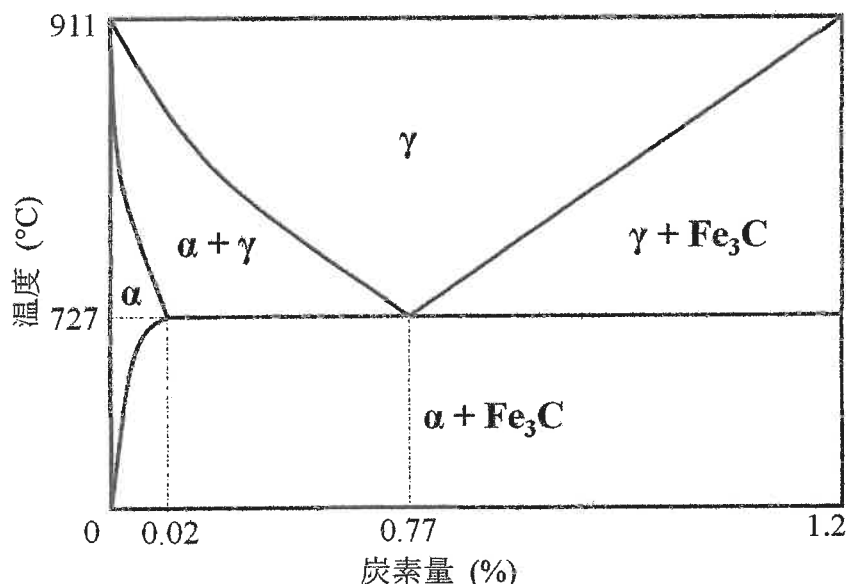
1. 以下に示すFe-C二元系平衡状態図を基に、以下の問いに答えなさい。((1) ②のみ8点、(1) ②以外は各7点)

(1) 炭素を0.32%含む鋼を900°Cまで加熱後、

- ① 室温までゆっくり冷却することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ② ①の材料組織に含まれる各相の体積分率を求めなさい (解答欄には途中式も記入すること)。
- ③ 室温まで急冷することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ④ ③の鋼を600°Cまで再加熱後、室温まで冷却することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ⑤ 750°Cまでゆっくり冷却した後、室温まで急冷することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。

(2) 炭素を0.90%含む鋼を900°Cまで加熱後、

- ① 室温までゆっくり冷却することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ② 室温まで急冷することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。



(α: フェライト、γ: オーステナイト、Fe₃C: セメンタイト)

(1)	①	フェライト、パーライト
	②	フェライト: $(0.77-0.32)/(0.77-0.02) = 0.6 = 60\%$ パーライト: $(0.32-0.02)/(0.77-0.02) = 0.4 = 40\%$
	③	マルテンサイト
	④	フェライト、セメンタイト
	⑤	フェライト、マルテンサイト
(2)	①	セメンタイト、パーライト
	②	マルテンサイト

2. 金属材料の回復・再結晶・粒成長について、以下の問いに答えなさい。((1) のみ各5点、(1) 以外は各10点)

- (1) 回復・再結晶および粒成長の駆動力をそれぞれ答えなさい。
- (2) 回復の進行過程について説明しなさい。
- (3) 再結晶が起こると金属材料の強度が低下する理由を、金属材料の強化機構との関連性を踏まえて説明しなさい。
- (4) 粒成長が起こると金属材料の強度が低下する理由を、金属材料の強化機構との関連性を踏まえて説明しなさい。
- (5) 熱間圧延中に起こる動的再結晶と、冷間圧延後の焼きなまし中に起こる静的再結晶の違いを説明しなさい。

(1)	回復・再結晶	ひずみエネルギー	粒成長	粒界エネルギー
(2)	回復の過程では、高温で活発になった原子拡散により点欠陥や転位の消滅が起こることによってひずみエネルギーが減少するとともに、転位の再配列により転位セルやサブグレインといった下部組織を形成する。			
(3)	転位密度が高いほど金属材料の強度が上昇する機構として「加工硬化」が知られている。したがって、再結晶が起こると転位密度の減少に伴い、加工硬化による強化量が減少するため、金属材料の強度は低下する。			
(4)	結晶粒が小さいほど金属材料の強度が上昇する機構として「結晶粒微細化強化」が知られている。したがって、粒成長が起こると結晶粒微細化強化による強化量が減少するため、金属材料の強度は低下する。			
(5)	熱間圧延中に起こる動的再結晶とは金属材料が変形を継続している最中に起こる再結晶のことを示すのに対し、冷間圧延後の焼きなまし中に起こる静的再結晶とは変形が終了した後に起こる再結晶のことを示す。			

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題
答案

(該当する方に○印をお願いします。)

(科目名 材料加工学)

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

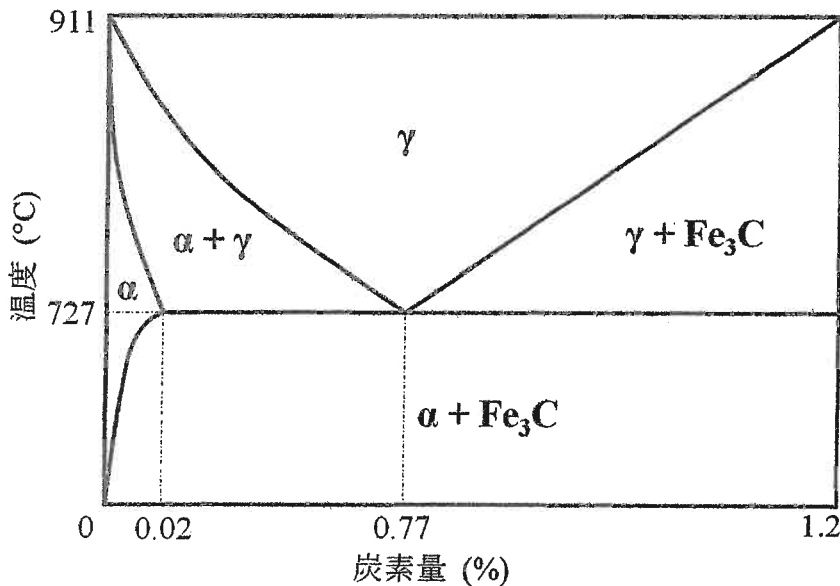
1. 以下に示すFe-C二元系平衡状態図を基に、以下の問いに答えなさい。

(1) 炭素を0.32%含む鋼を900°Cまで加熱後、

- ① 室温までゆっくり冷却することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ② ①の材料組織に含まれる各相の体積分率を求めなさい (解答欄には途中式も記入すること)。
- ③ 室温まで急冷することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ④ ③の鋼を600°Cまで再加熱後、室温まで冷却することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ⑤ 750°Cまでゆっくり冷却した後、室温まで急冷することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。

(2) 炭素を0.90%含む鋼を900°Cまで加熱後、

- ① 室温までゆっくり冷却することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。
- ② 室温まで急冷することで得られる材料組織に含まれる相を全て答えなさい。



(α : フェライト、 γ : オーステナイト、 Fe_3C : セメンタイト)

(1)	①	
	②	
	③	
	④	
	⑤	
(2)	①	
	②	

2. 金属材料の回復・再結晶・粒成長について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 回復・再結晶および粒成長の駆動力をそれぞれ答えなさい。
- (2) 回復の進行過程について説明しなさい。
- (3) 再結晶が起こると金属材料の強度が低下する理由を、金属材料の強化機構との関連性を踏まえて説明しなさい。
- (4) 粒成長が起こると金属材料の強度が低下する理由を、金属材料の強化機構との関連性を踏まえて説明しなさい。
- (5) 熱間圧延中に起こる動的再結晶と、冷間圧延後の焼きなまし中に起こる静的再結晶の違いを説明しなさい。

(1)	回復・再結晶		粒成長	
(2)				
(3)				
(4)				
(5)				

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名

)

土木系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

【1】以下の英文を和訳せよ。

※：地名や個人名などの固有名詞は、カタカナで表記しても差し支えありません。アンダーラインが引かれた語句には参考となる語釈を下に示していますが、必ずしもその語釈をそのまま使う必要はありません。

- ① The flat 10% tariff proposed by President Trump is expected to remain in effect even after bilateral agreements are reached, raising concerns over long-term material costs.
- ② In the construction industry, ongoing tariffs on imported steel and cement could substantially affect project budgets and public infrastructure planning.
- ③ President Trump hinted at the possibility of adjusting tariffs on China depending on future negotiations but insisted that reciprocal concessions are necessary for any changes.
- ④ The total cost of the Osaka Expo venue has surged to 235 billion yen, nearly doubling the initial estimate and putting pressure on the local government's finances.
- ⑤ Several infrastructure projects, including the extension of railway lines and water systems to Yumeshima, have been accelerated in preparation for the 2025 Expo.
- ⑥ Japan's rice shortage, which began in 2023, worsened due to extreme heat, increased tourism, and panic buying following an earthquake warning.
- ⑦ The sudden rise in rice prices has affected school meal programs and forced retailers and restaurants to revise their pricing strategies.
- ⑧ Despite the government's release of emergency rice reserves, supply bottlenecks, and multi-layered distribution systems have hindered efficient delivery to consumers.

tariff:関税, bilateral:二国間の, ongoing:継続中の・進行中の, substantially:大幅に・著しく, insist:強く主張する・言い張る, reciprocal concessions:相互の譲歩, venue:会場 (催しが行われる場所), surge:急増する, retailers:小売店, hinder:妨げる・遅らせる

【2】以下の①～④のうち2箇所を選択して英訳せよ。(答案には選択番号を記載すること)

- ① 万博関連のインフラ整備に対して、一時的な催事としてではなく、長期的視野での投資判断が求められている。
- ② 政府による食料備蓄の放出だけでなく、流通の効率化や価格の透明化といった追加的な対応が必要とされている。
- ③ 建設資材の価格高騰が続けば、地方自治体の予算やスケジュールへの影響がさらに広がるおそれがある。
- ④ 万博後も活用されるような社会インフラを整備するには、持続可能性と多機能性を考慮する必要がある。

2026年度 (第1次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名 英 語)

土 木 系 建設システム工学 専攻	番	氏名
----------------------	---	----

【1】

①	トランプ大統領が提案した一律10%の関税は、二国間協定が締結された後も引き続き適用されると見られており、長期的な資材コストに対する懸念を引き起こしている。
②	建設業界では、輸入された鉄鋼やセメントに対して継続中の関税が、事業予算や公共インフラの計画に大きな影響を及ぼす可能性がある。
③	トランプ大統領は、中国に対する関税を将来の交渉次第で調整する可能性を示唆したが、いかなる変更にも相互の譲歩が必要だと強く主張した。
④	大阪万博の会場整備費は総額で2,350億円で急増し、当初の見積もりのほぼ2倍となり、地元自治体の財政に圧力をかけている。
⑤	鉄道や水道の夢洲への延伸を含む複数のインフラ整備事業が、2025年の万博開催に備えて加速されている。
⑥	2023年に始まった日本のコメ不足は、猛暑、観光客の増加、そして地震警報を受けた買い占めによって悪化した。
⑦	コメ価格の急騰は、学校給食に影響を及ぼし、小売業者や飲食店に価格戦略の見直しを迫っている。
⑧	政府が緊急用の備蓄米を放出したにもかかわらず、供給のボトルネックや多層的な流通体制が、消費者への効率的な配送を妨げている。

【2】

選択 番号	英 訳
①	Long-term investment decisions are required for Expo-related infrastructure development, rather than treating it as a temporary event.
②	Not only the government-led release of food reserves but also additional measures—such as more efficient distribution and greater price transparency—are required.
③	If the surge in construction material prices continues, there is a growing risk of broader impacts on local governments' budgets and schedules.
④	To develop social infrastructure that remains useful beyond the Expo, it is necessary to consider both sustainability and multifunctionality.

解答例

○

○

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 工業数学)

土木系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

以下の問題に答えなさい。解答の際は、計算過程も記載すること。

17 問題1 次の問に答えなさい。

① $y = \sin^2 x$ の微分係数を求めなさい

12 ② $\int \frac{\ln(1+x)}{\sqrt{1+x}} dx$ を解きなさい

10 問題2 次の関数について、偏導関数 (偏微分係数) f_x, f_y を求めなさい。

$$f(x, y) = \log(x^2 + y)$$

10 問題3 次の微分方程式を解きなさい。

$$\frac{dy}{dx} = e^{x+y}$$

10 問題4 次の行列式を求めなさい。

$$\begin{vmatrix} 2 & -1 & 5 \\ -1 & -2 & 1 \\ 4 & -3 & -2 \end{vmatrix}$$

15 問題5 ベクトル $\vec{A} = (4, 2, 1)$ 、 $\vec{B} = (0, -2, 4)$ である時、以下の問に答えよ。

① \vec{A} と \vec{B} のなす角 θ を求めよ。

10 ② 外積 $\vec{B} \times \vec{A}$ を求めよ。

38 問題6 曲線 $xy=2$ と直線 $y=-x+3$ について以下の問に答えなさい。

① $0 \leq x \leq 3$ の範囲において、この2つの関数の図を描け。

② この2関数で囲まれる図形の面積 D と、この図形を x 軸を中心としてとして回転させた回転体の体積 V を求めよ。

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 工業数学)

土木系 建設システム工学 専攻	番	氏名 解答者
--------------------	---	--------

問1

① $y = \sin^2 x$

$\begin{cases} \sin x = t \text{ として} \\ y = t^2 \end{cases}$

合成関数の微分

$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = \cos x \\ \frac{dy}{dt} = 2t \end{cases} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{dt}{dx}$

$\frac{dy}{dx} = 2t \cdot \cos x$
 $= 2 \sin x \cdot \cos x$

② $\int \frac{\ln(1+x)}{\sqrt{1+x}} dx$
 $1+x = t \text{ として}$
 $\frac{dt}{dx} = 1 \quad dt = dx$

$\int = \int \frac{\ln t}{\sqrt{t}} dt$
 $= \int t^{-\frac{1}{2}} \cdot \ln t dt$

部分積分 $\int f g' = f g - \int f' g$

$g' = t^{-\frac{1}{2}}, g = 2t^{\frac{1}{2}}$
 $f = \ln t, f' = \frac{1}{t}$

$\int \ln t \cdot t^{-\frac{1}{2}} dt = \ln t \cdot 2t^{\frac{1}{2}} - \int \frac{1}{t} \cdot 2t^{\frac{1}{2}} dt$
 $= 2t^{\frac{1}{2}} \cdot \ln t - 4 \cdot t^{\frac{1}{2}}$

$= \ln(1+x) \cdot 2\sqrt{1+x} - 4\sqrt{1+x} + C$

問2

$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{2x}{x^2+y}$ $\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{1}{x^2+y}$

問3

$\frac{dy}{dx} = e^{x+y} = e^x \cdot e^y$

変数分離形を考慮して

$\frac{1}{e^y} dy = e^x \cdot dx$

両辺を積分すると

$\int \frac{1}{e^y} dy = \int e^x dx$

$-e^{-y} = e^x + C$

$-y = \ln(-e^x + C)$

$\therefore y = -\ln(-e^x + C)$

問4

$\begin{vmatrix} 2 & -1 & 5 \\ -1 & -2 & 1 \\ 4 & -3 & -2 \end{vmatrix} = 2 \{ (-2) \cdot (-2) - (-3) \cdot 1 \} - (-1) \{ (-1) \cdot (-2) - 4 \cdot 1 \} + 5 \{ (-1) \cdot (-3) - 4 \cdot (-2) \}$
 $= 2(4+3) + 1(2-4) + 5(3+8)$
 $= 2 \cdot 7 + 1 \cdot (-2) + 5 \cdot 11$
 $= 14 - 2 + 55 = 67$

16) 5 $A = (4, 2, 1), B = (0, -2, 4)$

① $A \cdot B = 4 \cdot 0 + 2 \cdot (-2) + 1 \cdot (-4)$
 $= 0 - 4 + 4 = 0$

$|A| = \sqrt{4^2 + 2^2 + 1^2} = \sqrt{16 + 4 + 1} = \sqrt{21}$

$|B| = \sqrt{0^2 + (-2)^2 + 4^2} = \sqrt{0 + 4 + 16} = \sqrt{20}$

$\cos \theta = \frac{A \cdot B}{|A| \cdot |B|} = \frac{0}{\sqrt{21} \cdot \sqrt{20}} = 0 \quad \therefore \theta = 90^\circ$

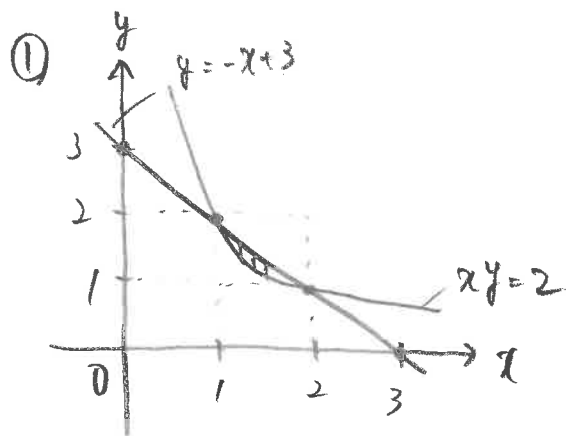
② $B \times A = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 0 & -2 & 4 \\ 4 & 2 & 1 \end{vmatrix}$

$= i \{ (-2) \cdot 1 - 2 \cdot 4 \} - j \{ 0 \cdot 1 - 4 \cdot 4 \} + k \{ 0 \cdot 2 - 4 \cdot (-2) \}$

$= i \{ -2 - 8 \} - j \{ 0 - 16 \} + k \{ 0 + 8 \}$

$= -10i + 16j + 8k$

16) 6



$xy = 2 \rightarrow y = \frac{2}{x}, y = -x + 3$

② $xy = 2$ と $y = -x + 3$ の交点

$\frac{2}{x} = -x + 3$

$2 = -x^2 + 3x$

$x^2 - 3x + 2 = 0$

$(x - 2)(x - 1) = 0$

$\therefore \frac{1}{x} \dots x = 1, 2$

$\therefore D = \int_1^2 \left(-x + 3 \right) - \frac{2}{x} dx$

$= \left[-\frac{1}{2}x^2 + 3x - 2 \ln x \right]_1^2$

$= -\frac{4}{2} + 3 \cdot 2 - 2 \ln 2 + \frac{1}{2} - 3 + 2 \ln 1$

$= -2 + 6 - 2 \ln 2 + \frac{1}{2} - 3$

$= \frac{3}{2} - 2 \ln 2$

$V = \pi \int_1^2 (-x + 3)^2 dx - \pi \int_1^2 \left(\frac{2}{x} \right)^2 dx$

$= \pi \int_1^2 x^2 - 6x + 9 - \frac{4}{x^2} dx$

$= \pi \left[\frac{1}{3}x^3 - \frac{6}{2}x^2 + 9x - \left(-\frac{4}{1 \cdot x} \right) \right]_1^2$

$= \pi \left(\frac{8}{3} - \frac{24}{2} + 18 + \frac{4}{2} \right) - \left(\frac{1}{3} - \frac{6}{2} + 9 + 4 \right)$

$= \pi \left(\frac{16 - 72 + 108 + 12 - 2 + (2 - 54 - 24)}{6} \right)$

$= \frac{2}{6} \pi = \frac{1}{3} \pi$

土木系 建設システム工学 専攻	番	氏名	解答例
--------------------	---	----	-----

問1

① 実荷重作用時の N

② 仮想荷重作用時の N

③ 仮想仕事の原理から

$$1. \delta B_x = \frac{3}{2} \cdot \frac{-3P}{2EA} \cdot 3a + -\frac{5}{4} \cdot \frac{5P}{5EA} \cdot 5a$$

$$= \frac{-52 Pa}{4EA}$$

$$= \frac{-13 Pa}{EA}$$

$\delta B_x = \frac{-13 Pa}{EA}$
(右向き)

問2

1. 与系において仮想変位 θ_D を求めた

① 与系 x_1, x_2

② 仮想変位 θ_D を求めた

$$U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{(R_A x_1 - M_A)^2}{4EI} dx_1 + \frac{1}{2} \int_0^{2L} \frac{(R_B x_2 - M_B)^2}{3EI} dx_2$$

③ 支点反力 R_A, R_B を特定した後 U を M_D について微分して θ_D を求めた

$$\theta_D = \frac{\partial U}{\partial M_D}$$

問2

2. ① R_B を $4L/2$ を固定基本構えとして、変位条件式 $\delta B_0 = \delta B_0 + \delta B_1 = 0$ を用いて支点反力を求めた

② 0系に對して δB_0 を求めた (学生独自の法)

③ 1系に對して不静定力 X を作用させた δB_1 を求めた (仮想変位 θ_D の定理)

④ ②③の結果から R_B を求めた

⑤ ④の結果から R_A, R_D を求めた

④ $\delta B_1 = \frac{\partial U}{\partial X} = 0$

$$U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{(-\frac{2}{3} X x_1)^2}{4EI} dx_1 + \frac{1}{2} \int_0^{2L} \frac{(-\frac{1}{3} X x_2)^2}{3EI} dx_2$$

$$= \frac{4X^2}{2 \cdot 9 \cdot 4EI} \left[\frac{1}{3} x_1^3 \right]_0^L + \frac{X^2}{2 \cdot 9 \cdot 3EI} \left[\frac{1}{3} x_2^3 \right]_0^{2L}$$

$$= \frac{X^2 L^3}{54EI} + \frac{4X^2 L^3}{81EI}$$

$$= \frac{11X^2 L^3}{162EI}$$

$$\delta B_1 = \frac{\partial U}{\partial X} = \frac{11XL^3}{81EI}$$

⑤ $\delta B_0 = \frac{11PL^3}{12EI} + \frac{11XL^3}{81EI} = 0$ より $X = -\frac{81P}{12} = -\frac{27P}{4} = R_B$

⑥ ⑤の結果から $R_A = \frac{9}{2}P, R_D = \frac{9}{4}P$

2026年度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 水理学)

土木系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

1. 幅広の長方形断面水路において、与えられた単位幅流量 q を最小の比エネルギー E で流す水深 h を計算する。以下の問いに答えよ。

(1) 重力加速度を g とする。水深 h 、重力加速度 g 、単位幅流量 q を用いて比エネルギー E を示す式を記せ。 20点

$$E = h + \frac{q^2}{2gh^2}$$

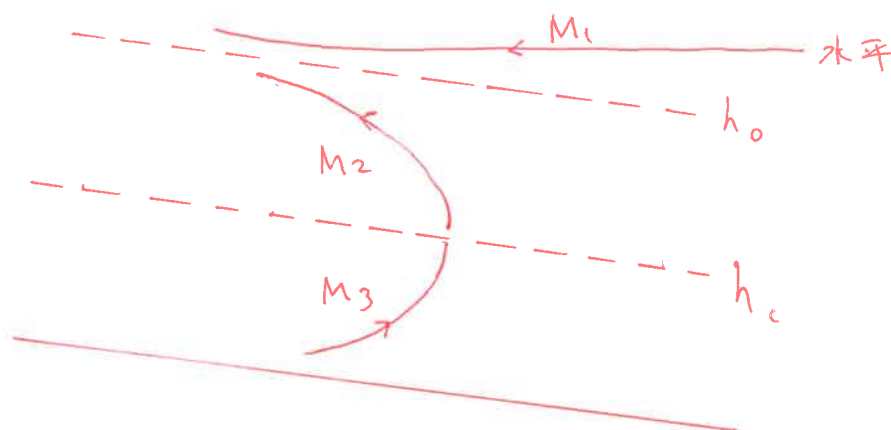
(2) 単位幅流量 q を一定としたとき、比エネルギー E が最小となる水深 h を求める式を導け。 30点

$$\frac{dE}{dh} = 1 - \frac{q^2}{gh^3} \rightarrow 1 - \frac{q^2}{gh^3} = 0$$

$$h = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{\frac{1}{3}} = h_c$$

2. 等流水深 h_0 が限界水深 h_c よりも大きい ($h_0 > h_c$) 長方形一様断面水路において生じる不等流の水面形の概形を描け。その際に水面の曲線名も記すこと。 50点

$h_0 > h_c \rightarrow$ 緩急配水路



3. 以下の水理学に関する用語について2つ選び、簡潔に説明せよ。 25点 x 2

- (1) マニング式
- (2) フルード数
- (3) 層流と乱流

(1) 平均流速を求める流速公式の一つ。

$$u = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

ここで u : 平均流速, n : マニングの粗度係数, R : 径深, I : 勾配 である。

(2) フルード数 Fr は $Fr = \frac{u}{\sqrt{gh}}$ で表される。ここで u : 平均流速, g : 重力加速度, h : 水深 である。

Fr は 流速 u と 長さ h の相対速度 \sqrt{gh} の比であり、 $Fr < 1$ のときは常流、 $Fr > 1$ のときは射流である。また $Fr = 1$ のときは限界流と呼ぶ。

(3) 層流: 滑らかで直線的な流れ。Re レイノルズ数が限界レイノルズ数 (約 2000) より小さい。

乱流: 不規則な渦の混合した流れ。Re が限界レイノルズ数 Fr より大きい。

2026年度（第1次）

大学院（博士前期）入試

問題

（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 土木計画学）

土木系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

1.

① イ	② ア	③ ウ
--------	--------	--------

2.

[語句1：(QCの七つ道具における)管理図] 品質特性を折れ線で図示したグラフで、工程が安定した状態にあるか、判断するために用いられる。傾向、連、周期などが現れていないか、といったチェックし、問題点を見出す。
[語句2：(鉄道・軌道における)カント] カーブ（曲線部）において遠心力の影響を少なくするために、カーブ外側のレールを内側よりも高くすること。安全性の問題もあるので、必要以上に差をつけないように定められている。

3.

① 1500	② 450	③ 10
-----------	----------	---------

4.

	ES	EF	LS	LF	TF	FF
A	0	4	0	4	0	0
B	4	7	4	7	0	0
C	7	9	8	10	1	0
D	7	10	7	10	0	0
E	4	7	7	10	3	3
F	10	14	10	14	0	0

2)

クリティカルパス	全体工期（日数）
A→B→D→F	14日

3)

変化が
<input type="checkbox"/> 生じる <input type="checkbox"/> 生じない

2026 年度 一次 建築系 英語 入試 模範解答・配点/採点基準(案)

【採点基準（共通）】

- ・本文内容と設問意図に即した解釈であること。
- ・専門用語を正確に理解し、表現していること。
- ・簡潔かつ論理的な日本語で記述されていること。
- ・下線部訳では、語彙と構文の正確な理解を示していること。
- ・考察設問では、本文に基づきつつ、因果関係を筋道立てて説明していること。

問 1（配点：5 点）

「もしチューンド・マス・ダンパー（TMD）が機能しなければ、その建物は深刻な崩壊の危険にさらされる可能性があった。」

問 2（配点：5 点）

「大衆に警告しなかったのは、大規模なパニックを恐れたためである。」

問 3（配点：10 点）

敷地の角にあった教会を保存するため、四隅に柱を置かず、各面中央に柱を配置する設計となった。

問 4（配点：10 点）

混乱やパニックを避けるため、また責任ある技術者として速やかに問題を解決するため、関係者と連携し秘密裏に補強工事を進めた。

問 5（配点：10 点）

不備を自ら再発見し、公表せずに迅速に対処した姿勢が、技術者の倫理的判断の模範とされるため、教材として重視されている。

問 6（配点：10 点）

彼はこの問題を迅速かつ目立たない形で解決することを選び、建設業者と協力して夜間に補強工事を実施した。

問 7（配点：10 点）

建物崩壊の恐れによって社会的な混乱が生じることを恐れ、それを避けるために秘密裏に対応した。

問 8（配点：10 点）

新聞ストライキにより報道が制限されていたため、補強工事や情報管理を静かに進めることが可能となった。

問 9 (配点 : 10 点)

科学的再評価と倫理的模範という二面性が、建築教育における議論を活発にし続けている。

問 10 (配点 : 10 点)

風荷重の再解析により、実際の危険性が過大評価されていた可能性が指摘される一方で、密かに対応した点は透明性に欠けるとの批判もある。

問 11 (配点 : 10 点、各 1 点 英語 0.5, 日本語 0.5)

1. AI : Artificial Intelligence (人工知能)
2. BAS : Building Automation System (ビル自動化システム)
3. BEMS : Building Energy Management System (ビルエネルギー管理システム)
4. BIM : Building Information Modeling (建築情報モデリング)
5. DX : Digital Transformation (デジタル変革)
6. IoT : Internet of Things (モノのインターネット)
7. IT : Information Technology (情報技術)
8. QoL (QOL) : Quality of Life (生活の質)
9. SDGs : Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)
10. ZEB : Net Zero Energy Building (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

問1 語句を入れなさい。

建築用鋼材は、(①)と鉄を主成分とした合金であり、(①)が多いほど強度は高くなるが伸びは乏しくなる。
 建築用鋼材SS材は、(②)の下限値は規定されているが、上限値は規定されていない。
 建築用鋼材SM材は、SS材に比較して高い(③)性を確保していることが特徴である。
 建築用鋼材SN材は、SS材、SM材と比較して新しい規格の鋼材である。耐震安全性を高めるために(②)と(④)の上限値、靱性確保のために(⑤)衝撃試験を実施して吸収エネルギーに関する規定がなされている。当該鋼材は用途・必要性能に応じてA種、B種、C種に分けられており、主にA種は(⑥)、B種は(⑦)、C種は(⑧)に使用されている。
 ※⑥、⑦、⑧は建築部位名を回答すること。例えば、筋交、柱脚等。但し、筋交い・柱脚は回答してはいけません。

鋼材の引張試験を行うと応力度ひずみ度曲線が得られる。応力度とは単位面積当たりの引張力であり、ひずみ度は単位長さ当たりの伸びである。鋼材に引張力を加えると応力度とひずみ度の関係には(⑨)の法則が成立する。(⑨)の法則が成立するとき、この比例定数を(⑩)と呼ぶ。(⑨)の法則が成立する範囲内で、力を取り除くとひずみ度はゼロに戻る。この範囲を(⑪)性域と呼び(⑪)性域を超える範囲を(⑫)性域と呼ぶ。

※⑪、⑫は漢字一文字が入る。
 さらに鋼材に引張力を加えると(⑨)の法則が成立せず、応力度ひずみ度曲線はやや曲線状となり、急に応力度が少し下がり、応力度が一定のままひずみが進展する。急に応力度が少し下がる時点の応力度を(⑬)と呼び、応力度が一定のときの応力度を(⑭)と呼ぶ。また応力度が一定のままひずみが進展する状態を(⑮)と呼ぶ。(⑮)を超えて荷重を加えていくと、応力度は再び上昇して最大の応力度を迎える。応力度は再び上昇する状態を(⑯)と呼び、最大の応力度を(⑰)、その時のひずみ度を(⑱)と呼ぶ。最大応力度を超えて伸びを加えると局部的にくびれが生じて、応力度が減少して破断する。破断時のひずみ度を(⑲)と呼ぶ。一般的に応力度ひずみ度曲線は、(⑳)一定下での応力度状態を示しており、真応力度真ひずみ度曲線は、(㉑)一定下での応力度状態を示している。

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
炭素	降伏応度	溶接	降伏比	シャルピー	小梁	梁扶は柱
⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
ダイヤグラム	7-17	ヤングヤング係数	弾	塑	上降伏点	下降伏点
⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑
降伏相	ひずみ硬化	引張強さ	一様伸び	不均伸び	面積	体積

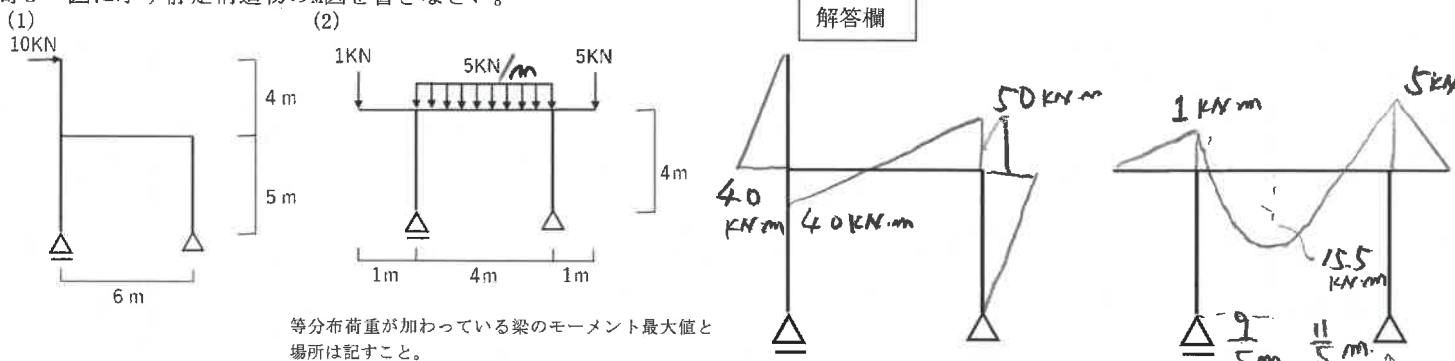
問2 正誤を書きなさい。正しかったら“○”、間違っていたら“×”で答えなさい。

- 鉄骨構造において、圧縮力変形を小さくするために、SS400材を用いる代わりに同じ断面のSM490材を用いた。
- 鋼材のリン、硫黄の含有量が増えると溶接割れを起こしやすくなる。
- ポアソン比とは、例えば引張力による伸びるひずみ（縦ひずみ）を引張力方向と直交方向に生じるひずみ（横ひずみ）で除した値（割合）であり、金属材料（例えば鋼、アルミニウム、銅など）によって値はすべて一緒である。
- 鋼材は、高温になると機械的性質が変化することが知られており、一般的に250度から300度付近で引張強さは最高となるものの、450度付近で引張強さは常温の半分程度となる。
- 基準強度Fは、許容応力度設定の基準値を表し、許容応力度は、降伏点の下限値あるいは引張強さの70%のいずれか小さい方の値を採用する。
- 鋼材の基準強度Fは、同じJIS規格の鋼材であっても板厚により異なり、例えばSS400では板厚40mm以下の基準強度Fは板厚40mmを超えるものより大きい。
- 長期許容応力度と短期許容応力度の“長期”と“短期”の違いは、建物に力が作用している時間で分けており、“短期”で想定されている力は、地震、積雪、風、津波である。
- 長期許容応力度（引張、圧縮時）の安全率は1.0、短期許容応力度の安全率は1.6倍である。
- 断面検定とは、存在応力度が許容応力度以下であれば安全とすることを証明することである。
- 細長比が大きい領域（長柱域）での座屈応力度はオイラー座屈曲線を適用し、日本建築学会では細長比の小さい領域（短柱域）では対数関数の近似式で表したジョンソン式を適用する。
- 細長比が大きい領域（長柱域）から細長比の小さい領域（短柱域）に移行する点の細長比を限界細長比と呼ぶ。
- 限界細長比は鋼材の種類によって異なり、SM490はSS400に比べて限界細長比の値は大きい。
- 許容圧縮応力度の算定において、細長比が大きい領域（長柱域）と細長比の小さい領域（短柱域）では安全率が異なり、細長比の小さい領域（短柱域）の安全率は一律同じである。
- 鉄骨部材は、比較的薄い板要素で構成されているため、例えば部材に圧縮力が作用すると板要素の一部に局部的な変形を生じ、荷重が低下する現象がある。この現象を局部座屈という。
- 鉄骨構造で使用される梁は一般的に大梁と小梁に分けられるが、小梁は床や屋根の荷重を受けて、大梁に荷重を伝達する部材のことである。
- 許容曲げ応力度の算定では、許容曲げ応力度に関する法令（国土交通省告示）で示されている2つの式のいずれか大きい方の値を採用する。

- (17) ブレース、耐震壁等がつかない柱・梁のみで構成される鉄骨造の梁は、軸力は加わらないと考えて設計して良い。
- (18) 高力ボルト摩擦接合とは、板材間圧縮力に生じる摩擦力でせん断力が伝達される仕組みで、ボルト軸部には圧縮力が加わっている。
- (19) ボルトの支圧状態とは、ボルト軸部と鋼板のボルト孔が接触することにより、ボルト軸部にせん断力が加わる機構である。
- (20) 高力ボルト摩擦接合のボルト孔は、高力ボルトM22を使用した場合には直径24mmとする。
- (21) 高力ボルト摩擦接合の接合部の接触面にて、赤さびより黒さびのほうがすべり係数が大きい。
- (22) 高力ボルトのボルトの機械的性質による等級で示されているF10Tの"10"とは、ボルトの基準強度の値を示している。
- (23) 完全溶込み溶接耐力は溶着金属に引張力が加わったと仮定して算出を行い、すみ肉溶接の溶接耐力は溶着金属にせん断力が加わったと仮定して算出を行う。
- (24) すみ肉溶接の断面寸法の呼び方には、脚長、サイズ、のど厚があり、のど厚は、脚長の0.7倍として算出する。
- (25) 限界耐力計算では、損傷限界と安全限界の2つの設計レベルがある。
- (26) 鋼構造許容応力度設計基準では、圧縮力を受ける部材は細長比を250以下として、特に柱材では200以下とすることが定められている。
- (27) 長方形断面の塑性断面係数は、その長方形断面における断面係数の1.5倍である。
- (28) 層せん断力係数とは、4つの係数を掛け合わせた係数である。
- (29) 偏心率とは、各階の重心と郷信の距離を弾力半径で除した値である。
- (30) 保有水平耐力とは、塑性解析等により建物が保有する水平力として求める終局耐力のことである。

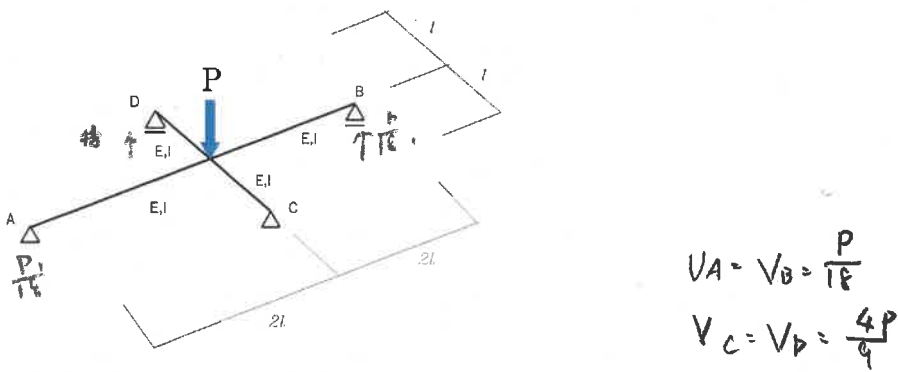
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X	O	X	O	O	O	X	X	O	X
(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
O	X	O	O	O	O	O	X	O	O
(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)
X	O	O	O	O	O	O	O	O	O

問3 図に示す静定構造物のM図を書きなさい。



等分布荷重が加わっている梁のモーメント最大値と場所は記すこと。

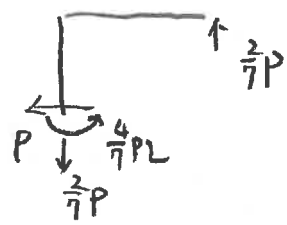
問4 各支点の反力を求めなさい。Eは各部材のヤング率、Iは各部材の断面二次モーメントをそれぞれ示す。



問5 以下の図のM, Q, N図を書きなさい。また各支点の反力を求めなさい。(解答は空白に書くこと)



※柱、梁の断面二次モーメント I_C, I_G は、 $I_C = I_0, I_G = 3I_0$ である。ヤング率はEとする。



2026度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(該当する方に○印をお願いします。)

(科目名 建築材料施工学 その1)

建築系

建設システム工学 専攻

番

氏名

1. 下に示す調合表の計画値を使って1m³のコンクリートを練り混ぜるとした。このときに、セメントと細骨材と粗骨材を質量で計量するときの値を求めよ。なお、計算の過程において、容積および質量の計算結果は、都度整数に丸めることとする。

セメントの密度は3.16g/cm³、細骨材の表乾密度は2.56g/cm³、粗骨材の表乾密度は2.60g/cm³、粗骨材の単位容積質量は1.62kg/Lとする。(計30点)

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	単位水量 (kg/m ³)
52.5	48.6	4.5	180

- 1) セメントの計量値 (整数) ※計算結果には単位も表記すること。

$$\frac{w}{c} = 0.525 \rightarrow c = \frac{180}{0.525} = 342.85 \dots \therefore c = 343 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{セメントの容積 } V_c = \frac{343}{3.16} = 108.54 \dots \therefore V_c = 109 \text{ L/m}^3$$

答え 343 kg/m³

- 2) 細骨材の計量値 (整数) ※計算結果には単位も表記すること。

$$\text{骨材の容積} = 1.000 - (180 + 109 + 4.5) = 1.000 - 334 = 666 \text{ L}$$

$$\text{細骨材の容積} = 666 \times 0.486 = 323.67 \dots \therefore 324 \text{ L/m}^3$$

$$\text{細骨材の質量} = 324 \times 2.56 = 829.44 \dots \therefore 829 \text{ kg/m}^3$$

答え 829 kg/m³

- 3) 粗骨材の計量値 (整数) ※計算結果には単位も表記すること。

$$\text{粗骨材の容積} = 666 - 324 = 342 \dots \therefore 342 \text{ L/m}^3$$

$$\text{粗骨材の質量} = 342 \times 2.60 = 889.2 \dots \therefore 889 \text{ kg/m}^3$$

答え 889 kg/m³

2. 建築物の構造用鋼材として使用される鋼材について、①一般構造用圧延鋼材 (SS400) と、②高張力鋼 (HITEN780) の応力度-ひずみ関係の違いを、左下のグラフ上で模式的に表せ。グラフ上で、ひずみの具体的な数値の水準は実際と合ってなくても構わない。(計30点)

また、二つの種類の鋼材の応力度-ひずみ関係から分かる違いについて、二点を取り上げて文章でも説明せよ。

応力度



- 1) 二つの鋼材の応力度-ひずみ関係の違い

- ・ 高張力鋼は、降伏棚 (明確な降伏点) がみられない。
- ・ 高張力鋼は、破断までの伸びが小さい。

- 2) 二つの鋼材の応力度-ひずみ関係の違い

- ・ 高張力鋼は、耐力が3~4倍高い。
- ・ 高張力鋼は、降伏比が高い。

建築系 建設システム工学 専攻	番号	氏名
--------------------	----	----

荷重と縦ひずみの測定データ

荷重 (kN)	平均縦ひずみ ($\times 10^{-6}$)
0	0
4.1	12.5
6.3	30
15.8	62
28.3	110
37.2	150
52.7	222
70.1	297
92.4	407
117.3	530
140.5	652
169.2	810
198.1	990
226.4	1192
252.1	1445
266.6	1645
272.2	1765
MAX 274.9	1937
274.7	1997
269.2	2185
254.7	2387

3. 直径99.8mm×高さ198mmの円柱のコンクリート供試体で圧縮強度試験を行ったところ、右のような荷重(kN)と縦ひずみ($\times 10^{-6}$)の数値が得られた。この結果から、下の各項目の値を求めよ。(計40点)
 なお、圧縮強度試験はJIS A1108に従い、ヤング係数(静弾性係数)の測定はJIS A 1149に従って行った。

1) 圧縮強度試験の途中で、円柱供試体の高さ方向の縮み量が0.0806mmとなった。この縮み量を縦ひずみに直すといくつになるか。(有効数字3桁)※計算結果は、 $\times 10^{-6}$ で表すこと。

$$\epsilon = \frac{0.0806}{198} = 407.07 \times 10^{-6}$$

答え 407×10^{-6}

2) ヤング係数の計算結果(有効数字3桁)※計算結果には単位も表記すること。
 (注)圧縮強度の1/3の応力度とそのときの縦ひずみは、圧縮強度の1/3の応力度に最も近い測定データから選択してよい。縦ひずみが 50×10^{-6} のときの応力度は、前後二つの測定データから比例配分(線形補間)して求める。

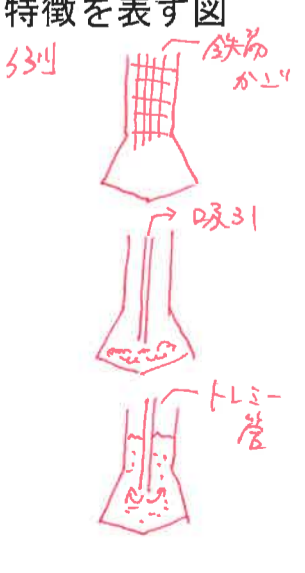
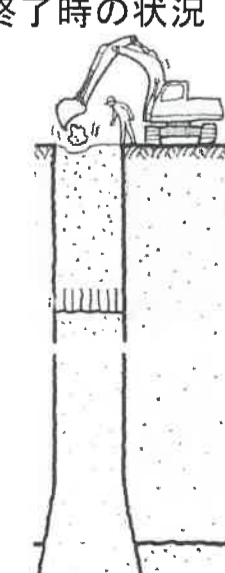

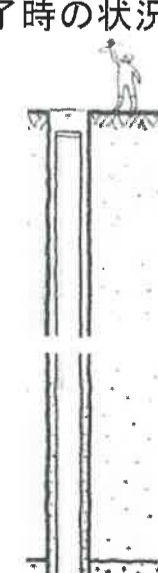
最大荷重は274.9kNより、1/3の値は91.63kN。最も近いデータは、92.4kN
 供試体の断面積 $A = \left(\frac{99.8}{2}\right)^2 \times 3.14 = 7818.63 \therefore 7819 \text{ mm}^2$
 1/3の応力度は、 $92.4 \times 1000 \div 7819 = 11.817 \therefore 11.8 \text{ N/mm}^2$
 縦ひずみが 50×10^{-6} のときの荷重 $= 6.3 \times (50 - 30) \times \left(\frac{95}{32}\right) = 6.3 + 5.94 = 12.24 \text{ kN}$
 応力度 $= 12.24 \times 1000 \div 7819 = 1.565 \therefore 1.57 \text{ N/mm}^2$
 $E = \frac{(11.8 - 1.57) \times 10^3}{(407 - 50) \times 10^{-6}} = \frac{10.23 \times 10^3}{357 \times 10^{-6}} = 28.655 \times 10^3$ 答え 28.7 kN/mm^2

3) ヤング係数の計算結果の評価

2)で計算した結果は、一般的にRC構造の設計で用いられる値に比べて何倍であるか、小数点以下第2位まで求めよ。一般的にRC構造の設計で用いられるヤング係数の値(単位も表記する)も示すこと。

一般に用いられる値: 鋼材 $(205 \text{ kN/mm}^2) \times 1/10$ 20.5 kN/mm^2
 RC標準式 $F_c = 24$ kN/mm^2
 " $F_c = 35$ kN/mm^2
 $\frac{28.7}{20.5} = 1.40 \sim \frac{28.7}{27.0} = 1.06$ (一般的に用いられる値)
 答え $1.40 \sim 1.06$ 倍

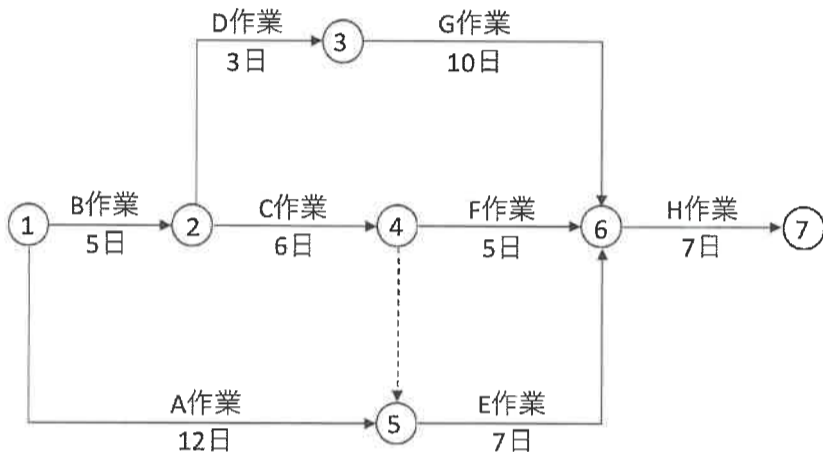
4. 下図は、建築工事で、二つの杭工事の終了時点の状況を示したものである。二つの杭の名称を挙げるとともに、二つの杭工事での施工手順上の特徴の一つを図と文章で説明せよ。(計20点)

1) 杭の名称: 場所打ちコンクリート杭			2) 杭の名称: 既製(コンクリート)杭		
特徴を表す図 	左図の説明文 組み立て済みの鉄筋かごを挿入する 次に下向きスラムを吸引して取り除く トリス管を通しコンクリートを打ち込む (特に、ケーシング超深部杭破産防止)	終了時の状況 	特徴を表す図 	左図の説明文 杭用の液とセメントミルクを注入する コンクリート杭を回転させながら、軽打して杭用の液の中心へ挿入する。 (特に、ケーシング削孔)	終了時の状況 

(科目名 建築材料施工学 その3)

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

5. 下図のようなネットワーク工程表がある。このネットワーク工程表でクリティカルパスはどの工程をたどった形になるか、ノードの番号 (○印の番号) をつなげて表し、クリティカルパスの日数を求めよ。
 どうしてその工程がクリティカルパスだと言えるのか、トータルフロートを使って理由を述べよ。(計20点)
 (注)クリティカルパスとは、その工程が遅れると全体の工程の遅れに影響する流れのことである。



クリティカルパスのノード番号 答え ① → ⑤ → ⑥ → ⑦ → → → ※矢印の数は正答とは限らない

クリティカルパスの日数 答え 26日

クリティカルパスだと言える理由 答え ①→④は、①→⑤に対して7D+2A、④→⑥は、④→⑤→⑥に対して7A+2B、①→⑥間は、①→④→⑥に対して③のD+7A+1A、④のL+7A+3A

6. 3種類の木質材料 (構造用) について、製造上のポイントと、製材の特性と比べたときの各木質材料の利点を、下表の欄を埋める形で説明せよ。なお、木質材料の製造上のポイントについては、一つ以上の図を描いて説明すること。(計60点)

項目	集成材	CLT	合板
木質材料の製造上のポイントの図			
木質材料の製造上のポイントの説明文	ひま板(ラミナ)を、不目αの向きが同じ方向に交互に重ねて接着した。	ひま板(ラミナ)を不目の向きが同じ方向に交互に左右を貼り合わせ、上下では不目が直交する方向に重ねて接着した。	切削加工した単板(ベニヤ)を上下で不目が直交する方向に重ねて接着した。
製材の特性と比べたときの木質材料の利点	大断面化が可能 長大スパン化が可能 強度・剛性が高い	幅広化が可能 長大スパン化が可能 異方向が小さい 強度が高い	幅広化が可能 異方向が小さい 剛性が高い

2026度 (第1次)

大学院 (博士前期) 入試

問題
答案

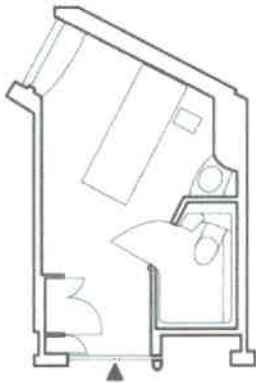
(該当する方に○印をお願いします。)

(科目名 建築設計・計画学)

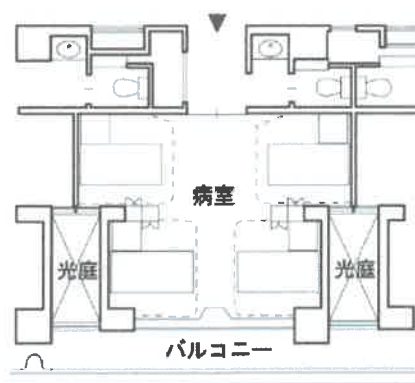
建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

問1 以下の図は、1992年建設の①聖路加国際病院 (東京都中央区)、1994年に建設された②西神戸医療センター (兵庫県神戸市)、2014年建設の③岐阜県立下呂温泉病院 (下呂市) の病室まわりである。それぞれの療養環境における病室計画について、その特徴や基本的な考え方、留意点を読み取り、建築計画や施設計画の視点から整理して述べなさい。(60点)

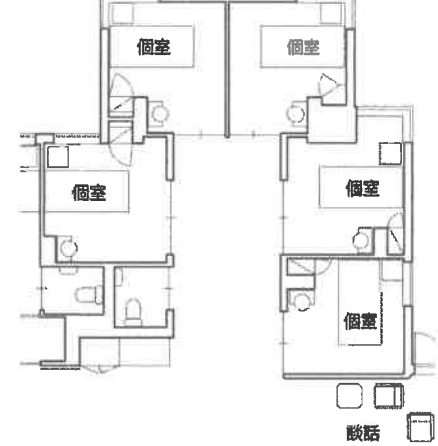
①聖路加国際病院



②西神戸医療センター



③岐阜県立下呂温泉病院



①シングルケアユニット

- ・全室個室の三角形病棟の計画。
- ・個室にすると間口が広がるため、部屋を斜めに曲げることでベッドサイドの介助スペースを確保。
- ・全室に窓を確保できており、狭いながらも必要最低限のスペース、病室環境を確保。
- ・三角形病棟のため、看護作業の拠点となるナースコーナーを端部に計画。

②個室的多床室

- ・普通の4床室だと廊下側には窓はないが、廊下側にも窓を設けるため、ベッドが雁行して配置。
- ・4床室でありながらも、プライベートスペースを確保するように計画。
- ・間口方向のスペンが長く要るため、数が多く入らない。
- ・間口方向の長さ、外壁面積が多くなるため、1床当たりの単価は高くなり、コストアップが問題。

③多床室的な個室群

- ・個室をユニットのように集めて計画し、孤独感を軽減。
- ・個室の水回りはいろいろと考えはあるが、トイレをユニットで共用することで、ユニットのまとまり感を計画。
- ・個室なので、面会は個室で行えるが、ユニット内の入所者同士のコミュニケーションのために談話室を計画。
- ・1床あたりの面積の効率は低い、入院期間が長く場合は、こうしたユニットも有効と考えられる。

問2 次の建築物と用語との組み合わせのうち、最も関係の高い番号を□から1つ選び【 】内に数字を答えなさい。(20点)

- A.業務施設 (オフィス) 【 ⑨ 】 B.幼稚園・保育園 【 ⑮ 】 C.ホール (劇場) 【 ⑧ 】 D.商業施設 【 ⑫ 】
 E.図書館 【 ⑪ 】 F.医療施設 (病院) 【 ⑥ 】 G.博物館 (美術館) 【 ⑭ 】 H.学校 【 ② 】
 I.宿泊施設 (ホテル) 【 ⑤ 】 J.高齢者福祉施設 【 ③ 】

①パッシブシステム	②ホームベース(ホームベイ)	③ユニットケア	④ディストリクト	⑤クローク
⑥インフォームドコンセント	⑦メゾネット	⑨レンタブル比	⑧フライタワー	⑩ランドマーク
⑪レファレンスサービス	⑫AIDMAの法則	⑬アフォーダンス	⑭燻蒸(くんじょう)室	⑮ほふく室

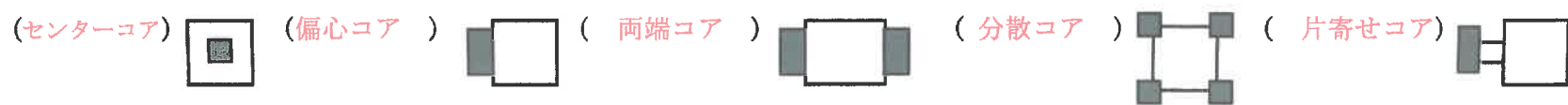
問3 単純な施設種の合築や複合だけではない在り方が模索され、縦割り行政から**連携**へ、区分ではなく**共有**など、サービス範囲の広がりによって、新しい施設サービスが提供されている。縦割り型ではない、**ゆるやかに連携した複合化による新しい施設サービスの提供**について、その**意義と課題（可能性）**について整理しなさい。（50点）

背景：
 複合施設といえば、公立の文化ホールを含む図書館や美術・博物館、公民館などの生涯学習施設、あるいは体育館などと一緒になった大型の施設が数多く建設されてきた。こうした施設はどちらかと言えば、一つの建物にいくつもの機能が同居しているだけの合築に近い形態をとってきた。また、全国の自治体で中心市街地の空洞化が問題となり、地区人口の減少と少子高齢化、地元商店街がシャッター通りになりつつあるのが現状である。
 こうした中、中心市街地の活性化やまちづくりの観点から、図書館を含む複合施設が駅前や中心市街地に計画される事例も増えており、そのうちのいくつかは、ゆるやかに各機能がつながった建築的にもユニークなプログラムで建設されている。それぞれが垣根を下げて複合化することで、新しい施設サービスが提供され、今まで利用されてこなかった利用者をも惹きつけることができるのではないかと考えられる。

意義
 利用者の施設に対する意識について
 ・複合化による図書館利用のきっかけづくりに寄与
 ・ついで利用とゆるやかな連携による需要の掘り起こしにつなげる

課題
 利用者のモラルと文化に対する情操の涵養
 ・「パブリック」など公共空間への意識づけが必要
 ・利用者同士のトラブルとなる「音」のゾーニングへの対応

問4 以下に示す**コアシステム**（■がコア）の名称を（ ）内に書き入れなさい。（20点）



問5 下記の**建築用語**を簡潔に説明しなさい。図やスケッチを補足的に用いてもよい。（5×10点）

a) コーポラティブハウスとコレクティブハウス

コーポラティブハウス：入居を希望する世帯が集まって建築家とともに共同で建てる集合住宅のこと。欧米では一般的な建築方法で、日本ではまだ少ないが、設計段階から意見を反映しやすい。
 コレクティブハウス：個々の住戸と共有スペースがある共同住宅のこと。共有する部分はリビングなどの団らんスペースで、トイレやキッチンなどの居住部分はそれぞれ独立して用意されている。

b) ラドバーンシステムとボンネルフ（ボンネルフ）

ラドバーンシステム：歩車分離。クルドサックなどを用いて、歩車を分離して計画する街区計画や都市計画の手法。クルドサックが行き止まりとなるため、分かりにくい場合もある。
 ボンネルフ：歩車共存。道路にハンプと呼ばれる障害物を置き、車のスピードを落とさせることが多い。植樹帯や道路の盛り上がりなどで、車のスピードをコントロールする。

c) スケルトン・インフィル

スケルトン：建物を支える柱や床などの構造躯体で、可変性はない。
 インフィル：可変性のある部材で、間取りや設備、内装のことを指す。

d) リフォームとリノベーションの違い

リフォーム：老朽化した建築物を新築に近い状態に戻すことを指す。
 リノベーション：既存の建築物に工事を加え、既存のものよりも価値を高めることを指す。

e) ユニバーサルデザインとバリアフリー

ユニバーサルデザイン：アメリカのロン・メイス氏が提唱。健常者も障がい者も使いやすいデザインの総称。ドアのレバーハンドル、シャンプーとリンスのボトルの手押し部の突起物、パソコン操作の「戻る」機能など。
 バリアフリー：バリア（障壁）を取り除くこと。段差解消としてスロープの設置などの物理的なバリアフリーと、見やすい・近づきやすさなどの心理的なバリアフリーの両面から考える。

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

※辞書の持ち込み可とします。(電子辞書等は不可)

科目名	外国語	受験番号	番	氏名
-----	-----	------	---	----

問1. 下線部(1)～(10)の英文を和訳しなさい。[出典:VOA Learning English] (各5点)

Scientists Link Gene to Human Speech

A new study suggests the beginnings of human speech are linked to genetics. (1) The research identifies a protein – found only in people – that may have helped early humans develop spoken communication.

Scientists involved in the study say this new speaking ability became important for humans' survival. For example, speech permitted individuals to share information, organize activities and pass down knowledge. (2) These abilities are now seen as an advantage humans had over their relatives, such as the Neanderthals and Denisovans.

(中略)

(3)The latest research involved scientists using CRISPR gene editing methods to replace the NOVA1 protein found in mice with the one found in humans. (4)The aim was to test the real-life effects of the genetic variant. (5)The researchers were surprised to learn that the variant changed the way the animals called out to each other.

(6)Baby mice with the human variant made a different sound than normal mice do when their mother came around. (7)Adult male mice with the variant also made different sounds when they were near a female they wanted to mate with.

Darnell said both of these situations gave the mice a reason to speak. (8)Those with the human variant "speak differently," demonstrating the gene's influence in speech, he added.

(9)This is not the first time a gene has been linked to speech. (10)In 2001, British scientists said they had discovered the first gene tied to a language and speech disorder.

* RISPR – CRISPR-Cas9 の略 (ゲノム編集ツール)

(1) この研究では、初期の人類が音声コミュニケーションを発達させるのに役立つ可能性がある、人間にのみ存在するタンパク質が特定された。

(2) 現在では、これらの能力は、ネアンデルタール人やデニソワ人といった同族に対して人類が持っていた優位性であると考えられている。

(3) 最新の研究では、科学者らがCRISPR遺伝子編集法を用いて、マウスに見られるNOVA1タンパク質を人間に見られるタンパク質に置き換えた。

(4) 目的は、遺伝子変異の現実世界への影響をテストすることだった。

(5) 研究者たちは、この変異によって動物たちが互いに呼びかける方法が変わったことを知って驚いた。

(6) 人間の変異を持つ子ネズミは、母親が近づくと、普通のネズミとは異なる鳴き声を発した。

(7) この変異を持つ成体の雄のマウスは、交尾したいメスの近くにいるときにも異なる鳴き声を発した。

(8) 人間の変異体を持つ人は「話し方が違った」ので、遺伝子が言語に影響を及ぼしていることが実証されたと彼は付け加えた。

(9) 遺伝子が発話と関連づけられたのは今回が初めてではない。

(10) 2001年、英国の科学者らは言語および発話障害に関連する最初の遺伝子を発見したと発表した。

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

※辞書の持ち込み可とします。(電子辞書等は不可)

科目名	外国語	受験番号	番	氏名
-----	-----	------	---	----

問2. 下線部(11)~(20)の日本語を英訳しなさい。(各5点)

この部分につきましては、
著作権の都合により公開いたしません。

植民地化：colonization, アイヌ語：Ainu language, フレーズ(表現, 用語)：phrase

- (11) More than a century after colonisation, the Ainu language almost vanished.
- (12) Now machines are listening to hours of old recordings and learning to give it a new voice.
- (13) Maya Sekine's bedtime stories were special.
- (14) As a child, Sekine's favorite story was about a singing Hokkaido wolf.
- (15) But at school, none of Sekine's friends understood Ainu.
- (16) While her mother and grandparents knew some phrases in the language, they mainly spoke Japanese.
- (17) Other adults couldn't speak it at all.
- (18) She realized that her family's language, and culture, were dying.
- (19) By using our technology, this process has been largely automated
- (20) Kawahara's team is now developing a system for Ainu speech synthesis, which uses AI to generate speech from text.

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

次の問1～4から2問を選んで回答しなさい。

問1 次の問(1)、(2)、(3)に答えなさい。

(1) 図1は1桁の2進数 x と y を加算して、 z (x と y の和の1桁目) と c (x と y の和の桁上げ) を出力する半加算器を示す。 α と β の素子は、どのような演算処理をするべきか選択しなさい。

A : 論理積、B : 論理和、C : 排他的論理和、D : 否定論理積、E : 否定論理和、F : 否定

α : C (排他的論理和) 8点

β : A (論理積) 8点

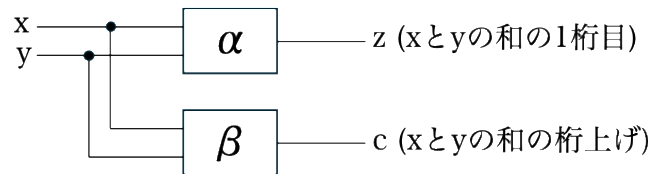


図1 半加算器のブロック図

(2) 図2は全加算器を表す論理回路であり、入力 x 、 y 、 z を入力したとき、桁上げを示す c 、和を示す s が出力される。入力として、 $x=0$ 、 $y=1$ 、 $z=1$ を入力した場合の、 c と s の値を求めてください。

c : 1 10点

s : 0 10点

x	y	z	c	s
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

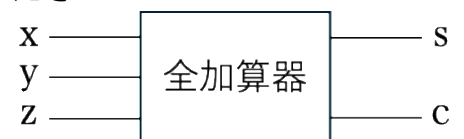
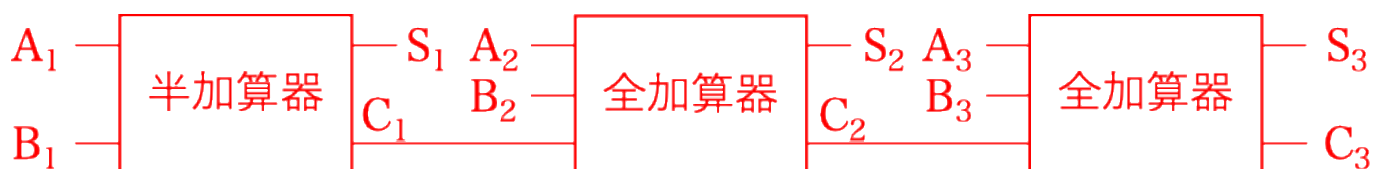
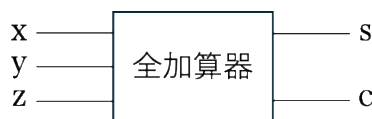
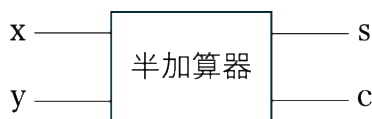


図2 全加算器のブロック図

(3) 半加算器と全加算器を用いて、3ビットの入力系列 $A_3 A_2 A_1$ と $B_3 B_2 B_1$ に対して、加算器の和 $S_3 S_2 S_1$ と桁上がり $C_3 C_2 C_1$ となる、3ビットの加算機のブロック図を作成してください。なお、半加算器と全加算器のブロック図は下記のものを利用してください。



14点

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問2 次の問(1)、(2)、(3)、(4)に答えなさい。

- (1) PCからサーバA(10.10.1.1)との通信ができませんでした。PCからサーバAへpingを試みると、「Reply from 10.10.100.254: TTL expired in transit.」と表示されました。このトラブルはOSI参照モデルのどの層が原因だと思われるか、下記の候補から選んでください。

- A: データリンク層
- B: ネットワーク層
- C: ルーティング層
- D: トランスポート層
- E: アプリケーション層

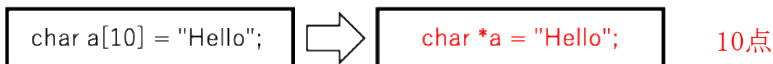
TTL expired in transitはTTLが0になり、パケットが破棄された際に返信されるエラーメッセージであり、経路ループなどの経路設定のミスが原因と思われる。そのため、Bのネットワーク層が正解 10点

- (2) 下記のコードは” Hello” が表示されるプログラムです。四角で囲まれているコードを修正して、同様の動作をするコードに修正してください。

```
#include <stdio.h>

void test(char a[]) {
    printf("%s\n", a);
}

int main() {
    char a[10] = "Hello";
    test(a);
    return 0;
}
```



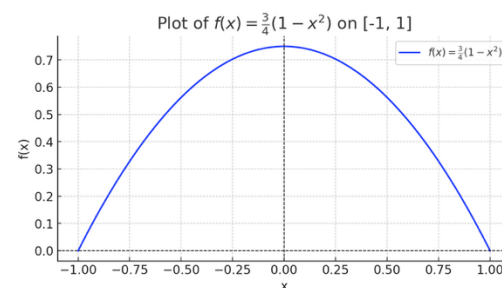
- (3) ある製造装置が作る部品の20%は不良品である場合、この機械で作られた部品を無作為に4個とるとき、その中に2個の不良品が含まれる確率を求めてください。

$$P = {}_4C_2 (0.2)^2(0.8)^2 = (4 \times 3/2) (0.04) (0.64) = 6 \times 0.0256 = 0.1536 \quad 10点$$

- (4) 関数 $f(x) = \frac{3}{4}(1-x^2)$ ($-1 \leq x \leq 1$)が連続型確率変数の密度関数であることを証明してください。

以下の2条件を満たすことを示せばOK

- 非負性
 任意の $x \in [-1, 1]$ に対して、 $f(x) \geq 0$
 $f(x)$ の最小値は0、最大値は3/4(右図参照)であり、必ず0以上 10点



- 正規化条件 (積分が1)
 $\int_{-1}^1 \frac{3}{4}(1-x^2)dx = \frac{3}{4} \cdot 2 \int_0^1 (1-x^2) = \frac{3}{4} \cdot 2 \left[x - \frac{x^3}{3} \right]_0^1 = \frac{3}{4} \cdot 2 \left(1 - \frac{1}{3} \right) = \frac{3}{4} \cdot 2 \cdot \frac{2}{3} = 1 \quad 10点$

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問3. グレースケール画像に線形空間フィルタを適用する画像処理に関する問いに答えなさい。

(1) 以下は画像に対して線形空間フィルタを適用するプログラムの一部である。プログラムが適切に動作するように(A)～(G)の空欄を埋めなさい。なお、フィルタは入力画像範囲を超えないように適用しており、結果画像の縁は画素値は得られない。また、getSource(), getFilter(), putDestination()はそれぞれ、入力画像の取得、フィルタの取得、結果画像の出力を行うために用意された関数とする。

```

=====
#include <stdio.h>
#define WIDTH 640 //画像の幅
#define HEIGHT 480 //画像の高さ
#define FSIZE 3 //フィルタサイズ

int main (int argc, const char* argv[])
{
    int srcImg[WIDTH][HEIGHT], dstImg[WIDTH][HEIGHT]; //入力画像および結果画像
    double filter[FSIZE][FSIZE]; //線形空間フィルタ

    getSource(srcImg); //入力画像の取得
    getFilter(filter); //フィルタの取得

    //入力画像の画素(i,j)を走査(フィルタが画像範囲を超えないように)
    for (int j=(A); j<(B); j++) {
        for (int i=(C); i<(D); i++) {

            double dstVal = 0.0; //フィルタ適用結果用

            //線形空間フィルタの適用
            for (int n=0; n<(E); n++) {
                for (int m=0; m<(F); m++) {
                    dstVal = (G);
                }
            }

            //結果画像の画素(i,j)にフィルタ適用結果を代入
            dstImg[i][j] = (int)dstVal;
        }
    }

    putDestination(filter); //結果画像の出力

    return 0;
}
=====

```

- (A) FSIZE/2 (B) HEIGHT-FSIZE/2 (C) FSIZE/2
 (D) WIDTH-FSIZE/2 (E) FSIZE (F) FSIZE
 (G) dstVal+filter[m][n]*srcImg[i+m-FSIZE/2][j+n-FSIZE/2]

(2) 3×3の線形フィルタが以下のような値で構成されているとき、風景写真など一般的な入力画像に対してフィルタを適用すると結果画像はどのような特徴を持つかを簡潔に答えなさい。

(A)

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

横方向の輪郭のみが抽出されている

(B)

1/16	1/8	1/16
1/8	1/4	1/8
1/16	1/8	1/16

平滑化が施されている
(一様平滑化に比べると元の画像の情報が残っている)

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

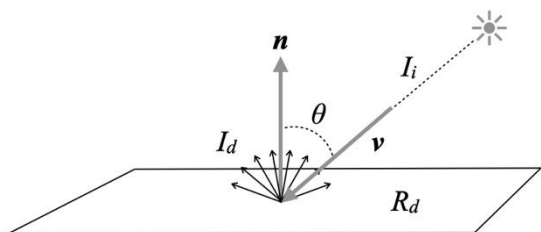
問4. CGに関する問いに答えなさい。

(1) CGでは物体色をR(赤), G(緑), B(青)の組み合わせで決定することが一般的である。RGBの値を0~1の範囲で与えるとき, $(R, G, B) = (0.0, 1.0, 1.0)$ はどのような色になるか答えなさい。また, ピンク色を表すにはRGBの値をどのように組み合わせればいいのか答えなさい。なお, $(R, G, B) = (0.0, 0.0, 1.0)$ は黒で $(R, G, B) = (1.0, 1.0, 1.0)$ は白となる。

シアン (マゼンタ)

$(R, G, B) = (1.0, 0.5, 0.5)$ など

(2) 3DCGにおける物体の陰影付け (シェーディング) のうち, 最も基本的な成分は, 物体に当たる入射光と物体自体が持つ拡散反射係数によって得られる拡散反射 (光があらゆる方向に一様反射) 成分で, この値はLambertの余弦則で求められる。入射光の強さを I_i , 物体表面の拡散反射係数を R_d , 物体表面の法線ベクトル \mathbf{n} と入射光方向ベクトル \mathbf{v} の逆ベクトルとのなす角度を θ とするとき, Lambertの余弦則で拡散反射成分の大きさ I_d を求める以下の式を埋めなさい。



$$I_d = R_d I_i \cos \theta = R_d I_i \mathbf{n} \cdot (-\mathbf{v}) / |\mathbf{n}| |\mathbf{v}|$$

(3) CGで図形を数式で表現する方法として, 陰関数表現やパラメータ表現がある。

陰関数表現: $f(x, y) = 0$ や $f(x, y, z) = 0$ を満たす座標 (i, j) や (i, j, k) の集合で図形を表現。

パラメータ表現: 各座標を共通のパラメータ t を用いた数式 $x = f_x(t)$, $y = f_y(t)$, $z = f_z(t)$ で表現して t を変化させながら図形を表現。

以下の問いに答えなさい。

(A) 三次元空間における半径 r , 中心座標 (c_x, c_y, c_z) の球面を陰関数表現で示しなさい。また, 式①の陰関数表現で示されるのはどのような図形か説明しなさい。

$$f(x, y, z) = b^2 c^2 (x - c_x)^2 + c^2 a^2 (y - c_y)^2 + a^2 b^2 (z - c_z)^2 - a^2 b^2 c^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

$$f(x, y, z) = (x - c_x)^2 + (y - c_y)^2 + (z - c_z)^2 - r^2$$

x軸方向の半径 a , y軸方向の半径 b , z軸方向の半径 c , 中心座標 (c_x, c_y, c_z) で, 各軸がそれぞれx軸, y軸, z軸と平行な楕円体面

(B) 三次元空間において点 $\mathbf{p}(c_x, c_y, c_z)$ を通り方向ベクトル $\mathbf{v}(v_x, v_y, v_z)$ である直線上の点を t を用いたパラメータ表現で示しなさい。また, 式②の t を用いたパラメータ表現で示されるのはどのような図形か説明しなさい。

$$x = r \cos t + c_x, \quad y = r \sin t + c_y, \quad z = c_z \quad \dots \textcircled{2}$$

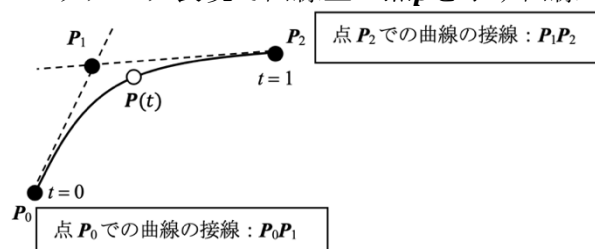
$$x = v_x t + c_x, \quad y = v_y t + c_y, \quad z = v_z t + c_z$$

半径 r , 中心座標 (c_x, c_y, c_z) でxy平面に平行な円周

(C) 2つの端点 $\mathbf{p}_0, \mathbf{p}_2$, 1つの制御点 \mathbf{p}_1 を用いて, 以下のパラメータ表現で曲線上の点 \mathbf{p} を示す曲線の名前を答えなさい。

$$\mathbf{p} = (1 - t)^2 \mathbf{p}_0 + 2t(1 - t) \mathbf{p}_1 + t^2 \mathbf{p}_2$$

二次ベジエ曲線



2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

問題

（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 英語 1 / 1）

電気電子工学 専攻

番

氏名

問1.

(1)
日本など母国語で冠詞を使わない人が英語を学ぼうとする場合、英語における冠詞の体系を習得することはきわめて難しい。

(2)
冠詞 (articles)

(3)
the plate : 以前に言及した皿か、話し手と聞き手の間で共通の理解がある特定の皿
a plate : そこから食べ物を取って食べる一般的かつ不特定の皿

(4)
この文は、英語の話し手にとっては未熟かつ不完全に聞こえる。しかし、それは日本語に逐語訳しようと思えば容易に可能であり、なおかつその訳文は完璧に見えるであろう。

(5) i)
Replace the food on the dish with a new one.

ii)
If the articles before the noun were removed, there would a considerable shift in meaning.

問2.

(1)
Android スマートフォン向けのアプリを開発したい場合は、Java または Kotlin を選択する必要がある。

(2)
ただし、これらの言語は比較的難易度が高いため、初心者はウェブサイト構築に使用されるHTMLとCSSから始めることを勧める。

(3)
JavaScript

(4)
Pythonは比較的習得が容易な言語で、将来性にも優れ、AIやIoT開発などの分野で広く活用されているほか、YouTubeのような大規模ウェブサービスの構築にも利用されているから。

(5) i)
C is a programming language created in 1972, but is still popular today.

ii)
On the other hand, C is not an easy language to learn on your own.

電気電子工学 専攻

番

氏名

3問の中から、2問を選択して解答せよ。

問1. 図1に示す回路において、実効値 $|\dot{E}|$ の電源から抵抗 R 、リアクタンス X の電線を介し、 R_L と X_C からなる負荷に電力を供給し、 R_L で消費される電力とその電力を最大とする負荷を求めたい。このとき、以下の問いに答えよ。

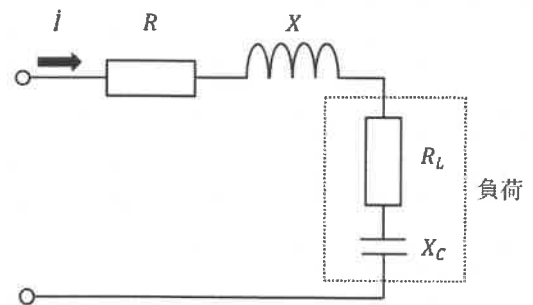


図1

(1) この回路の合成インピーダンス \dot{Z} を求めよ。

$$\dot{Z} = (R + jX) + (R_L - jX_C) = R + R_L + j(X - X_C)$$

(2) この回路の電流の実効値 $|\dot{I}|$ を求めよ。

$$|\dot{I}| = \frac{|\dot{E}|}{|\dot{Z}|} = \frac{|\dot{E}|}{\sqrt{(R+R_L)^2 + (X-X_C)^2}}$$

(3) 負荷 R_L で消費される電力 P を求めよ。

$$P = R_L |\dot{I}|^2 = \frac{R_L |\dot{E}|^2}{(R+R_L)^2 + (X-X_C)^2}$$

(4) (3) で求めた電力 P が最大となる負荷 R_L を求めよ。

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial R_L} &= \frac{(R+R_L)^2 + (X-X_C)^2 - 2R_L(R+R_L)}{\{(R+R_L)^2 + (X-X_C)^2\}^2} |\dot{E}|^2 & R^2 - R_L^2 + (X-X_C)^2 &= 0 \\ &= \frac{R^2 - R_L^2 + (X-X_C)^2}{\{(R+R_L)^2 + (X-X_C)^2\}^2} |\dot{E}|^2 & R_L^2 &= R^2 + (X-X_C)^2 \\ & & R_L &= \sqrt{R^2 + (X-X_C)^2} \end{aligned}$$

(5) X_C も可変であった場合に (3) で求めた電力 P が最大となる負荷 R_L と X_C を求めよ。

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial X_C} &= \frac{2R_L(X-X_C)}{\{(R+R_L)^2 + (X-X_C)^2\}^2} |\dot{E}|^2 & 2R_L(X-X_C) &= 0 & R_L &= \sqrt{R^2 - (X-X_C)} \Big|_{X_C=X} = R \\ & & X_C &= X \end{aligned}$$

電気電子工学 専攻	番	氏名
-----------	---	----

3問の中から、2問を選択して解答せよ。

問2. 図2に示す回路のAB間に交流電圧を加え、角周波数 ω を変化させたときのAO間とBO間の電圧の比を求めたい。このとき、以下の問いに答えよ。

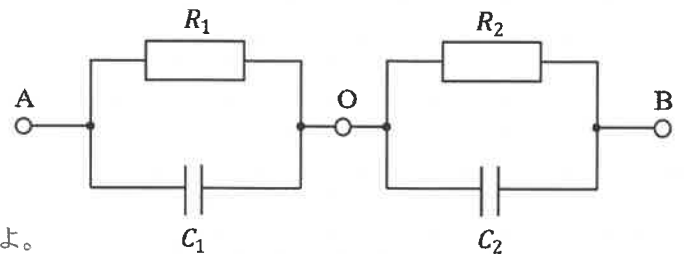


図2

- (1) R_1 と C_1 からなる部分のインピーダンス Z_1 ならびに、 R_2 と C_2 からなる部分のインピーダンス Z_2 をそれぞれ求めよ。

$$\dot{Z}_1 = \frac{\frac{R_1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = \frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} \quad \dot{Z}_2 = \frac{\frac{R_2}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}$$

- (2) AO間の電圧 \dot{E}_{AO} とBO間の電圧 \dot{E}_{BO} の比 $\dot{E}_{AO}/\dot{E}_{BO}$ を求めよ。

$$\frac{\dot{E}_{AO}}{\dot{E}_{BO}} = \frac{\dot{Z}_1}{\dot{Z}_2} = \frac{R_1(1 + j\omega C_2 R_2)}{R_2(1 + j\omega C_1 R_1)}$$

- (3) AO間とBO間の電圧の比 $\dot{E}_{AO}/\dot{E}_{BO}$ は、周波数を大きくするに従ってどのような値に収束するか求めよ。

$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} \frac{\dot{E}_{AO}}{\dot{E}_{BO}} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \frac{R_1(1 + j\omega C_2 R_2)}{R_2(1 + j\omega C_1 R_1)} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \frac{R_1/\omega + jC_2 R_1 R_2}{R_2/\omega + jC_1 R_1 R_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

- (4) AO間とBO間の電圧の比 $\dot{E}_{AO}/\dot{E}_{BO}$ は、AB間の電圧が直流の場合にどのような値になるか求めよ。

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{\dot{E}_{AO}}{\dot{E}_{BO}} = \lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{R_1(1 + j\omega C_2 R_2)}{R_2(1 + j\omega C_1 R_1)} = \frac{R_1}{R_2}$$

- (5) AO間とBO間の電圧の比 $\dot{E}_{AO}/\dot{E}_{BO}$ が、角周波数の影響を受けない条件を求めよ。

(2)の解答における分子と分母の括弧内が同一であれば、角周波数の影響を受けないため、

$$1 + j\omega C_2 R_2 = 1 + j\omega C_1 R_1$$

$$C_2 R_2 = C_1 R_1$$

$$\left(\frac{C_2}{C_1} = \frac{R_1}{R_2} \right)$$

結果として、「(3)の解答 = (4)の解答」のときに各周波数を受けない結果が得られる。

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 電気回路 3/3)

電気電子工学 専攻	番	氏名
-----------	---	----

3問の中から、2問を選択して解答せよ。

問3. RL直列回路 (抵抗: R 、インダクタンス: L) に下記のひずみ波電圧 e を加えた場合について、以下の問いに答えよ。

$$e = E_1 \sin \omega t + E_3 \sin 3\omega t$$

(1) 基本波に対する合成インピーダンス Z_1 を求めよ。

$$Z_1 = R + j\omega L$$

(2) 第3高調波に対する合成インピーダンス Z_3 を求めよ。

$$Z_3 = R + j3\omega L$$

(3) 基本波によって抵抗 R を流れる電流 i_{1R} の実効値ならびに、第3高調波によって抵抗 R を流れる電流 i_{3R} の実効値をそれぞれ求めよ。

$$|\dot{I}_{1R}| = \frac{E_1}{\sqrt{2}\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \quad |\dot{I}_{3R}| = \frac{E_3}{\sqrt{2}\sqrt{R^2 + (3\omega L)^2}}$$

(4) この回路全体の瞬時電力 p を求めよ。

基本波に対する電流の瞬時値

$$i_1 = \frac{E_1}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \sin(\omega t - \tan^{-1}(\omega L/R))$$

第3高調波に対する電流の瞬時値

$$i_3 = \frac{E_3}{\sqrt{R^2 + (3\omega L)^2}} \sin(3\omega t - \tan^{-1}(3\omega L/R))$$

回路全体の瞬時電力 p

$$p = e(i_1 + i_3) \\ = (E_1 \sin \omega t + E_3 \sin 3\omega t) \left\{ \frac{E_1}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \sin(\omega t - \tan^{-1}(\omega L/R)) + \frac{E_3}{\sqrt{R^2 + (3\omega L)^2}} \sin(3\omega t - \tan^{-1}(3\omega L/R)) \right\}$$

(5) この回路全体の消費電力 P を求めよ。

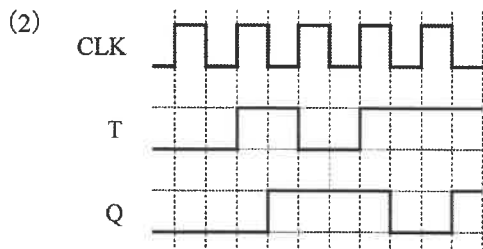
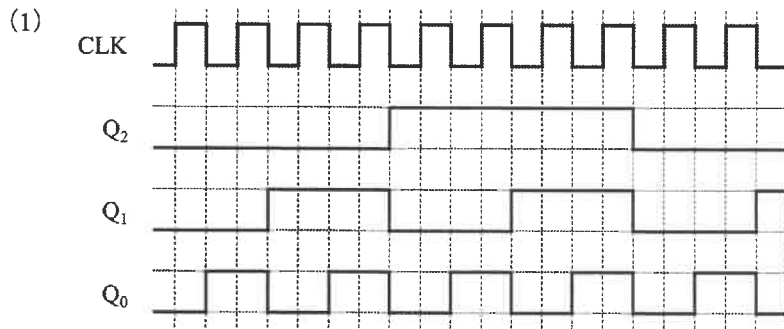
$$P = |\dot{I}_{1R}|^2 R + |\dot{I}_{3R}|^2 R \\ = \frac{E_1^2 R}{2(R^2 + (\omega L)^2)} + \frac{E_3^2 R}{2(R^2 + (3\omega L)^2)} \\ = \frac{R}{2} \left\{ \frac{E_1^2}{R^2 + (\omega L)^2} + \frac{E_3^2}{R^2 + (3\omega L)^2} \right\}$$

【出題意図と想定配点: 問3】

非同期カウンタについての典型的な問題であるが、非同期カウンタを取り扱っていない教科書もある。本学デジタル回路1の教科書（築山・神戸・福井，ビジュアルに学ぶデジタル回路設計，コロナ社）もその1つである。そのため、過去に出題された非同期カウンタに関する問題よりも丁寧な誘導をつけている。非同期カウンタの設計法を知っていれば完答は容易であるものの、知らなくても十分に解答可能である。

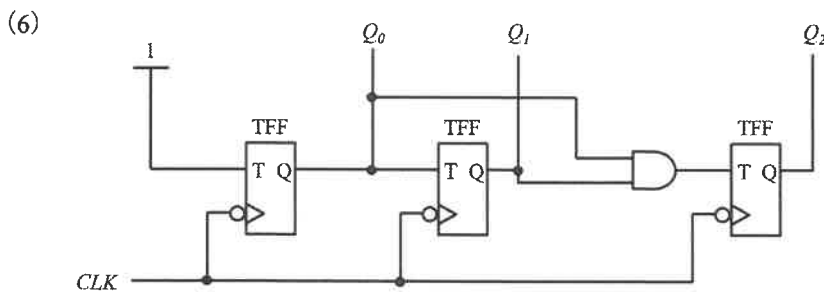
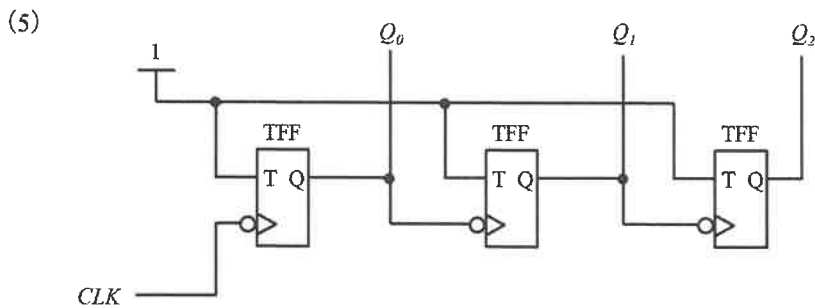
小問1, 2, 5, 6 は各10点、小問3は1つ1点、小問4は1つ2点を想定。

【解答:問3】



(3) ①: CLK, ②: 立下り, ③: Q_0 , ④: 立下り, ⑤: Q_1 , ⑥: 立下り

(4) ⑦: Q_0 , ⑧: $Q_0 \cdot Q_1$



【出題意図と想定配点: 問1】

オペアンプを用いた基本的な回路である微分回路、積分回路について、その性質を考えさせる問題である。

実際のオペアンプは増幅率Aが有限であるが、Aが十分大きい近似として入力電圧が微分または積分されるという性質を暗記していることが多い。そこで、Aが有限として立式させ、最後にAが十分大きいとすることで、微分、積分される結果が得られる事を確かめさせる。これによって、オペアンプ回路の基本的な動作についての理解を問う。

(配点 100点満点)

(1) 20点

(2) 1. 10点, 2. 10点, 3. 10点, 4. 10点

(3) 1. 10点, 2. 10点, 3. 10点, 4. 10点

(解答例)

(1) $Q = CV_c$ と $Q = \int Idt$ より、 $V_c = \frac{1}{C} \int Idt$

(2) 微分回路

1. $V_o = A(V_+ - V_-)$ 、 $V_a = V_-$ と $V_+ = 0$ より、 $V_a = -\frac{1}{A}V_o$

2. オームの法則より、 $V_o - V_a = RI$ 。

1の結果より、 $V_o + \frac{1}{A}V_o = RI$ 。よって、 $I = \frac{1}{R} \left(1 + \frac{1}{A}\right) V_o$

3. $V_c = V_a - V_i$

4. (1)を用いて、 $\frac{1}{C} \int Idt = V_a - V_i$ 。1より、 $-\frac{1}{A}V_o - V_i = \frac{1}{C} \int Idt$ 。

Aが十分大きいとき、 $\frac{1}{A}V_o$ 項は無視できるので、 $-V_i = \frac{1}{C} \int Idt$ 。

また、Aが十分大きいとき2より、 $I = V_o/R$ 。以上より、 $-V_i = \frac{1}{RC} \int V_o dt$ 。

両辺tで微分して、 $V_o = -RC \frac{dV_i}{dt}$

(3) 積分回路

1. (2)の1と同様にして、 $V_a = -\frac{1}{A}V_o$

2. オームの法則より、 $V_a - V_i = RI$ 。よって、 $I = -\frac{1}{R} \left(\frac{1}{A}V_o + V_i\right)$

3. $V_c = V_o - V_i$

4. (1)を用いて、 $\frac{1}{C} \int Idt = V_o - V_i$ 。1より、 $V_o + \frac{1}{A}V_o = \frac{1}{C} \int Idt$ 。

Aが十分大きいとき、 $\frac{1}{A}V_o$ 項は無視できるので、 $V_o = \frac{1}{C} \int Idt$ 。

また、Aが十分大きいとき2より、 $I = -\frac{1}{R}V_i$ 。

以上より、 $V_o = -\frac{1}{RC} \int V_i dt$ 。

【出題意図と想定配点: 問2】

本学デジタル回路1の教科書（築山・神戸・福井，ビジュアルに学ぶデジタル回路設計，コロナ社）の4章演習問題7を改題。組合せ回路の解析・設計に関する幅広い内容が取り扱えるため、採用した。具体的には、回路図からの論理式の立式、真理値表の作成、ドントケアを含んだ組合せ回路のカルノー図による設計の内容を含む。

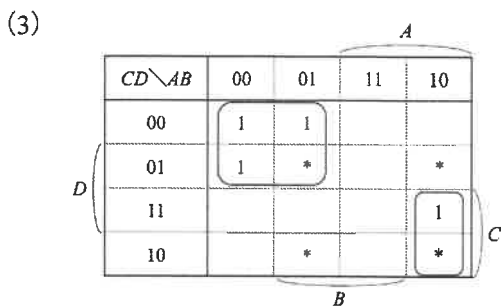
小問1, 3は各10点、小問2はF, G完答各5点、小問4は経緯10点・答え5点、小問5は5点を想定。

【解答:問2】

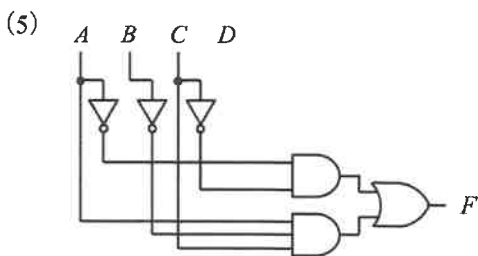
(1) $F = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$

(2)

A	B	C	D	F	G	A	B	C	D	F	G
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0



(4) $F = \bar{A} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C$ または別解 $F = \bar{A} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot D$ (別解は右端の列，中央2マスを囲んだ場合)



模範解答

問 1

(1) ガウスの定理より

$$\int_S E dS = E \int_S dS = 4\pi r^2 E = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

であるから

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

である。

(2) 次に、

$$V = - \int_{\infty}^r E dr = - \int_{\infty}^r \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

である。

(3) 球の表面では $r = a$ であるから

$$V_a = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

である。

(4) 電荷は均等に分布しているので、

$$Q_r = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi a^3} Q = \frac{r^3}{a^3} Q$$

である。

(5) 電界はガウスの定理より

$$4\pi r^2 E = \frac{Q_r}{\epsilon_0}$$

であるから、

$$E = \frac{rQ}{4\pi\epsilon_0 a^3}$$

である。

(6) 次に、球の表面と距離 r の位置の電位差 V_{ra} は

$$V_{ra} = - \int_a^r E dr = - \int_a^r \frac{rQ}{4\pi a^3 \epsilon_0} dr = \frac{(a^2 - r^2)Q}{8\pi a^3 \epsilon_0}$$

である。

(7) したがって、球の中心から r の位置の点の電位 V_r は、両者の和で

$$V_r = \frac{Q}{4\pi a \epsilon_0} + \frac{(a^2 - r^2)Q}{8\pi a^3 \epsilon_0} = \frac{(3a^2 - r^2)Q}{8\pi a^3 \epsilon_0}$$

となる。

問2.

(1)

$$C_1 = \frac{\epsilon_1 S}{d}$$

(2)

$$E_1 = \frac{V_1}{d}$$
$$U = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_1 S}{d} V_1^2$$

(3)

電極に電荷 Q が与えられると、電極表面の自由電荷密度 σ は

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

である。誘電体中のガウスの定理($\oint_S \mathbf{D} \cdot \mathbf{n} dS = \sum_i^n Q_i$)より、
平行平板電極間の電束密度 D_2 は

$$D_2 = \sigma = \frac{Q}{S}$$

従って、電界の大きさ E_2 は

$$E_2 = \frac{D_2}{\epsilon_1} = \frac{Q}{\epsilon_1 S}$$

(4)

短絡 (電位差ゼロ) \Rightarrow 一様場より

$$E_3 = 0$$
$$D_3 = \epsilon_e E_3 + P \text{ から}$$
$$D_3 = P$$

(5)

短絡 (電位差ゼロ) より

$$E_d d + E_v (l - d) = 0$$
$$E_v = -\frac{d}{l - d} E_d$$

(6)

境界条件は、法線成分の電束密度が等しい:

$$D_v = \epsilon_0 E_v$$
$$D_d = \epsilon_e E_d + P$$
$$D_d = D_v \text{ より}$$
$$\epsilon_0 E_v = \epsilon_e E_d + P$$

(7)

並列の合成容量

$$C_p = \frac{\epsilon_4 (S/2)}{d} + \frac{\epsilon_5 (S/2)}{d} = \frac{S}{2d} (\epsilon_4 + \epsilon_5)$$

(8)

各領域の電場は同じ $E = V_p/d$ である。よって

$$D_4 = E \epsilon_4 = \epsilon_4 \frac{V_p}{d}, D_2 = E \epsilon_5 = \epsilon_5 \frac{V_p}{d}$$

別解:

$$Q = C_1 V, C_1 = \frac{\epsilon_1 S}{d} \text{ より}$$

$$V = \frac{Q}{C_1} = \frac{Qd}{\epsilon_1 S}$$

$$E_2 = \frac{V}{d} = \frac{Q}{\epsilon_1 S}$$

$$D_2 = \epsilon_1 E_2 = \epsilon_1 \cdot \frac{Q}{\epsilon_1 S} = \frac{Q}{S}$$

問3

- ① 軸方向
- ② ゼロ
- ③ ゼロ
- ④ $-H_1l + H_2l$
- ⑤ $-H_1 + H_2 = nl$ (または、 $-H_1l + H_2l = nl$ も可)
- ⑥ 0
- ⑦ $-H_3l + H_4l$
- ⑧ $-H_3 + H_4 = 0$ (または、 $-H_3l + H_4l = 0$ も可)
- ⑨ ゼロ
- ⑩ 0
- ⑪ 0
- ⑫ nl

○ ○

問題

2026年度（第2次） 大学院（博士前期）入試 （該当する方に○印をお願いします。）

(科目名 英語)

(答案)

材料化学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題 [1]

問 1	(A)	ChatGPT-3.5を使用して原子記号を解釈した一般化学の学生へのインタビューでは、多くの学生が適切なプロンプトの作成と、チャットボットの回答を解釈するのに苦労していることがわかった。
	(B)	ある例では、製薬レポートの作成課題で、学生にまずチャットボットを使用して下書きを作成させ、次にそれを批判的に修正させた。
	(D)	大学生たちは「AIが科学を進歩させると楽観的」である一方、「人間の労働とアイデアは保護されるべき」との懸念も示した。
	(E)	GenAIが化学の教育と学習に使用できることは明らかだが、疑問が残る。この文脈でGenAIを活用すべきだろうか。また、活用する場合、どのように活用すべきだろうか。
	(I)	彼らは、GenAIはすでに産業界や学界に浸透しているため、学生は関連するスキルを身につける必要があると指摘している。
	(J)	実際、多くの著者らは、GenAIは中心的な学習活動に代わるものではなく、サポートするものであり、批判的思考、推論、検証を要求する方法として導入されるべきだと強調している。
問2	「日常的なタスク（データ入力、グラフ作成、構造図作成）はGenAIに任せ、学生は解釈と問題解決に集中できるようになる」という新たなパラダイムのこと。	
問3	(1)	
問4	搾取的な労働、多くのクリエイターやアーティストの作品の著作権侵害、有害な偏見、誤情報の大量生産	
問5	contrast	

問題 [2]

(1)	over a wide range of pH
(2)	was reached down to
(3)	adjusted to pH 4.5 with NH ₃ -H ₂ O
(4)	the following procedure was developed

2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名 有 機 化 学)

材料化学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題 [1]

問 1

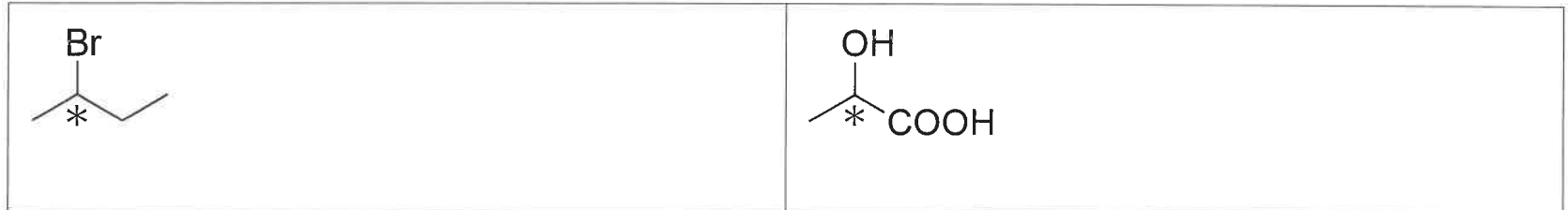
最も安定なもの : **A**

最も不安定なもの : **C**

理由

Aの構造では、最も立体的に嵩高いメチル基同士が離れており、立体反発が小さい。一方、**C**の構造ではメチル基同士が隣接した位置にあり、立体反発が最も大きい。

問 2



問 3



問 4

(a) OH⁻	(b) NH₃	(c) NH₂⁻	(d) CH₃O⁻
------------------------------	------------------------------	--	---

問 5

エタノールは水酸基をもっており、分子間でO-H...Oの水素結合を形成するため。

2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名 有 機 化 学)

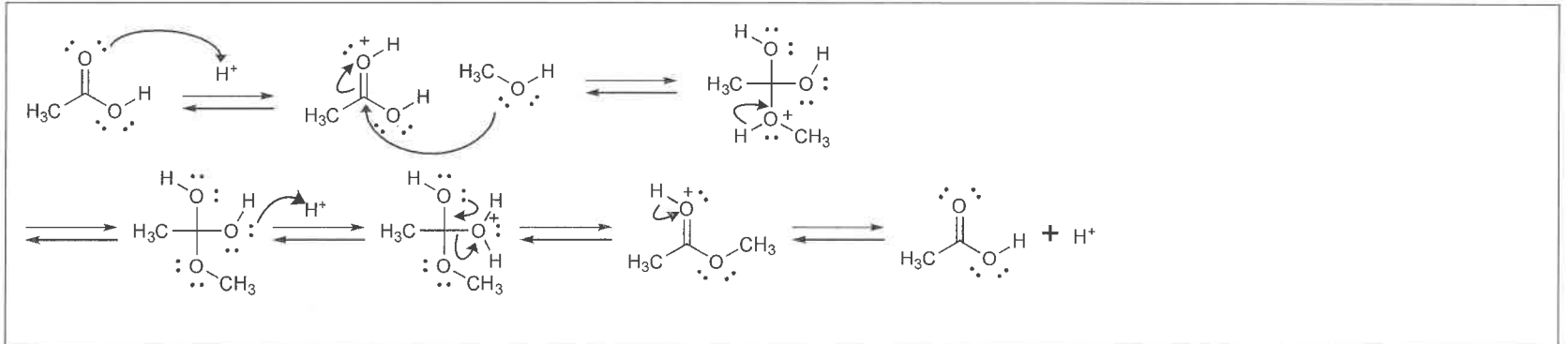
材料化学 専攻

番

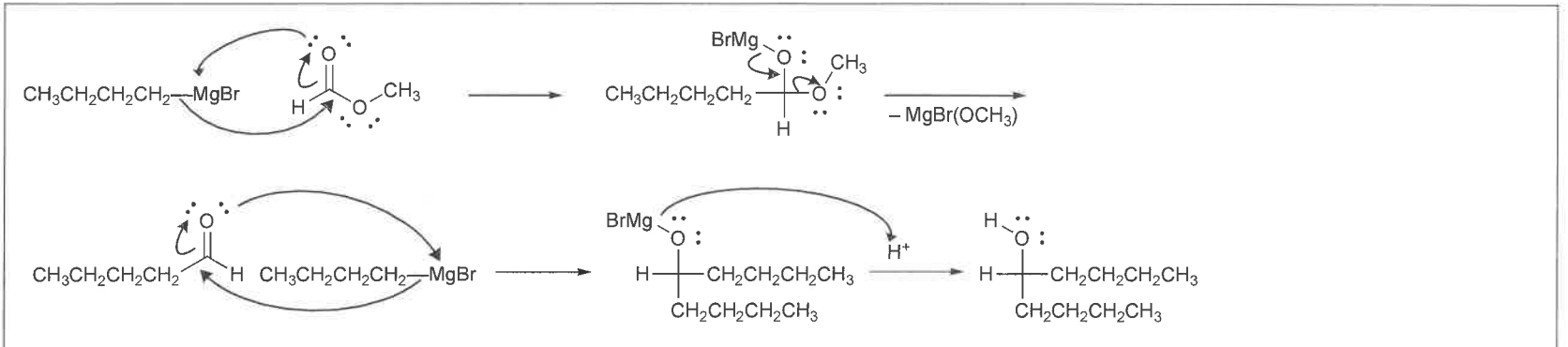
氏名

問題 [2]

問 1



問 2



問 3

←反応性が低い 反応性が高い→
D < A < B < C

理由

芳香族求電子置換反応はベンゼン環の電子密度が高いほど反応性が高い。Dのニトロ基は強い電子吸引性基であり、反応性を低下させる。Bのメチル基は電子供与性の置換基であり、Cの水酸基の電子供与性はさらに強い。したがって、反応性は上記のようになる。

問 4

<p>A</p>	<p>B</p>	<p>C</p>
<p>D</p>	<p>E</p>	

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 物理化学)

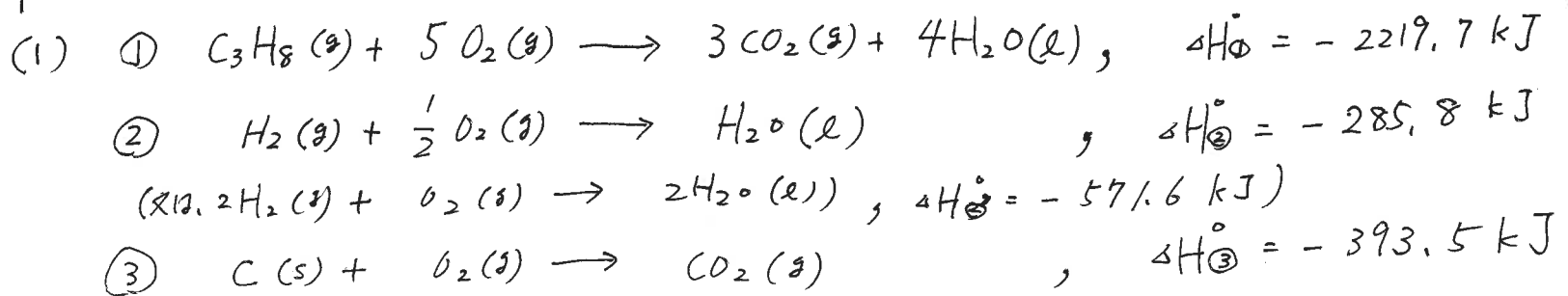
材料化学 専攻

番

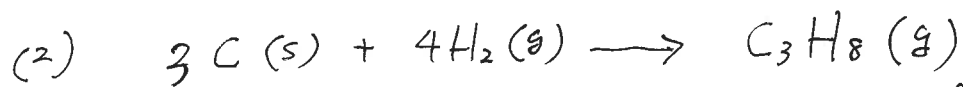
氏名

問題[3]

問1



①: 発熱反応 ②: 発熱反応, ③: 発熱反応

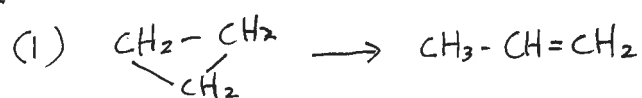


$$\Delta H_{\text{m.f.}}^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = \Delta H^\circ_{\text{②}} \times 4 + \Delta H^\circ_{\text{③}} \times 3 - \Delta H^\circ_{\text{①}}$$

$$= -285.8 \times 4 - 393.5 \times 3 - (-2219.7)$$

$$= -104.0 \text{ (kJ/mol)}$$

問2



$$(2) \quad v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A] \longrightarrow \ln \frac{[A]}{[A]_0} = -k \cdot t$$

$$(3) \quad \ln \frac{0.85[A]_0}{[A]_0} = -k \cdot 60$$

$$k = -\frac{1}{60} \cdot \ln 0.85 = 2.71 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$(4) \quad T = -\frac{1}{k} \ln 0.5 = \frac{\ln 2}{2.71 \times 10^{-3}} = 256 \text{ s}$$

$$(5) \quad 85\% \text{ 分解} \Rightarrow [A] = 0.15 [A]_0$$

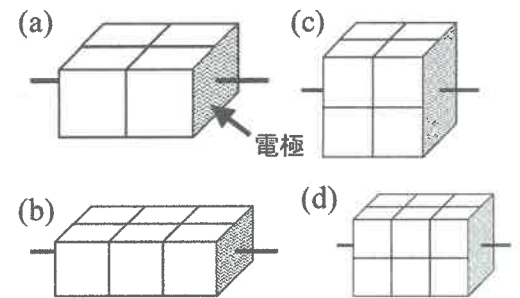
$$t = -\frac{1}{k} \ln \frac{0.15 [A]_0}{[A]_0} = \frac{-\ln 0.15}{2.71 \times 10^{-3}} = 700 \text{ s}$$

材料化学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題[4]

以下の各問に答えよ。対数計算のできる関数電卓の使用可。尚、ファラデー定数 $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$ 、気体定数 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ として計算し、単位を有する計算結果には必ず単位を付けよ。

1. 比伝導率が $\kappa \text{ S m}^{-1}$ の電解液を満たした、1 辺が 1 m の立方体セルを複数個用意した。それらを右の図 (a)~(d) に示すように電氣的に接続したとき、各構成におけるコンダクタンスを κ を用いて表せ。ただし、図に示すように電極は両端面に接触しているものとする。有効数字は3桁とする。



【解答】 (a) $1.00 \kappa \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ (b) $0.667 \kappa \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$
 (c) $2.00 \kappa \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ (d) $1.33 \kappa \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$

2. 強電解質 LaCl_3 の水溶液において、 LaCl_3 の活量および活量係数を、平均活量係数 (γ_{\pm}) とモル濃度 ($c \text{ M}$) を用いて表せ。

【解答】 活量 $27c^4\gamma_{\pm}^4$ 活量係数 γ_{\pm}^4

3. 無限希釈における硫酸水溶液で、 H^+ および SO_4^{2-} の $25 \text{ }^\circ\text{C}$ における極限モルイオン伝導率は、それぞれ 0.035 および $0.016 \Omega^{-1} \text{ m}^2 \text{ mol}^{-1}$ である。この水溶液のカチオンの輸率を計算せよ。有効数字は3桁とする。

【解答】 0.814

4. $25 \text{ }^\circ\text{C}$ における水溶液中での NO_3^- の極限モルイオン伝導率は、 $0.0071 \Omega^{-1} \text{ m}^2 \text{ mol}^{-1}$ である。1.00 cm の間隔で2つの電極を設置し、0.9 V の電圧を印加したとき、理想水溶液中での NO_3^- のドリフト速さを求めよ。有効数字は3桁とする。

【解答】 $6.62 \times 10^{-6} \text{ m s}^{-1}$

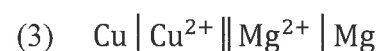
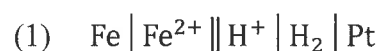
5. Li^+ , Na^+ , K^+ のイオン半径の大きさが $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+$ であるにもかかわらず、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ における水溶液中での移動度の大きさは $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+$ となる。この理由を説明せよ。

【解答】 小さいイオンほど電荷密度が高く、強く水和して実効半径 (ストークス半径) が大きくなる。そのため溶液中での移動度は逆に小さくなる。

6. デバイー-ヒュッケルの極限法則が成り立つとき、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ における $0.002 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ 水溶液のアニオンおよびカチオンの活量係数を計算せよ。有効数字は3桁とする。

【解答】 $\gamma_- = 0.695$ $\gamma_+ = 0.913$

7. 以下の電池式について、アノード反応、カソード反応、および全体の電池反応をそれぞれ示せ。なお、温度は 25 °C、すべての活量は 1 とする。



【解答】

	カソード反応	アノード反応	電池反応
(1)	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$
(2)	$2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}$	$2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	$2\text{Ag}^+ + 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
(3)	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\text{Cu}^{2+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Cu} + \text{Mg}^{2+}$

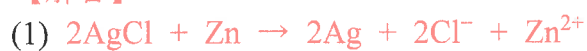
8. 25 °C における電池 $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{ZnCl}_2 (c = 0.01 \text{ M}) | \text{Zn}$ の起電力は $E = 1.157 \text{ V}$ である。以下の間に答えよ。

(1) この電池の電池反応を示せ。

(2) Zn^{2+} と Cl^- の活量をそれぞれ $a_{\text{Zn}^{2+}}$ と a_{Cl^-} 、銀/塩化銀電極と亜鉛/亜鉛イオン電極の標準電極電位をそれぞれ $\mathcal{E}^\circ_{\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{Cl}^-}$ と $\mathcal{E}^\circ_{\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}}$ として、この電池反応のネルンストの式を書け。

(3) デバイーヒュッケルの極限法則が成り立つとして、標準起電力 (E°) を計算せよ。有効数字は3桁とする。

【解答】



(2) $E = \mathcal{E}^\circ_{\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{Cl}^-} - \mathcal{E}^\circ_{\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}} + \frac{RT}{2F} \ln (a_{\text{Cl}^-}^2 a_{\text{Zn}^{2+}})$

(3) $E^\circ = 0.982 \text{ V}$

材料化学専攻

番

氏名

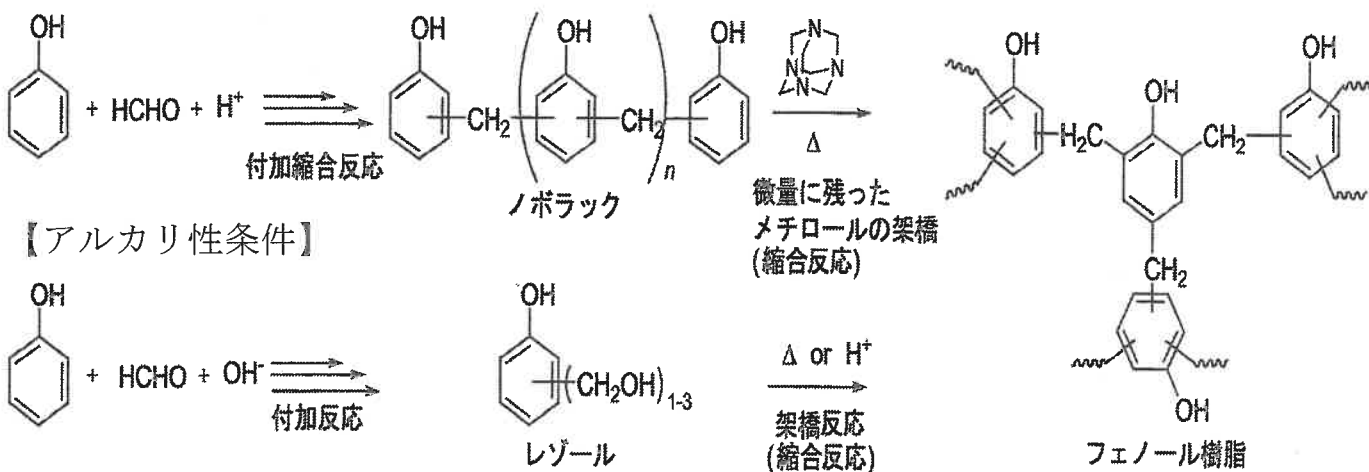
問題[5] 次の各問に答えなさい。

- 問1 フェノールとホルムアルデヒドの反応を、酸性、アルカリ性でそれぞれ行う場合の違いを化学反応式を用いて説明しなさい。
- 問2 等重合度反応 (高分子反応) とは、如何なる反応かを説明しなさい。また、その例を化学反応式を用いて、2つ記しなさい。
- 問3 高分子の化学反応の一つである橋かけ反応を説明しなさい。また、その反応から得られる三次元橋かけ高分子についても説明しなさい。
- 問4 わが国で開発された合成繊維「ビニロン」の合成方法を、化学反応式を用いて説明しなさい。

【解答例】

問1

【酸性条件】

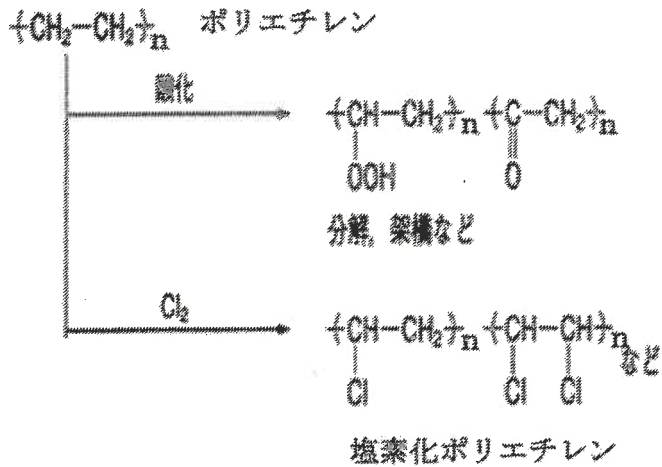
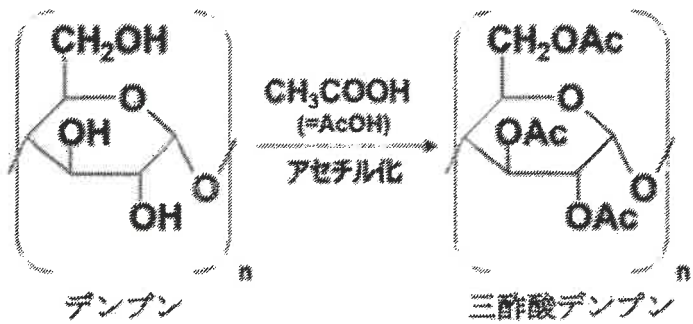


酸性では、付加反応より縮合反応が起こりやすく、アルカリ性では、縮合反応より付加反応が起こりやすいため、それぞれノボラック樹脂およびレゾール樹脂を生成する。この2つの樹脂の構造上の大きな違いは、 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 基の含量にあり、ノボラック樹脂には $-\text{CH}_2\text{OH}$ 基はほとんど存在しないが、レゾール樹脂には多く存在している。 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 基はフェニル核とさらに脱水縮合可能であるため、レゾール樹脂はそのまま加熱することによって硬化し、三次元橋かけ高分子に変化する。しかし、ノボラック樹脂を硬化させるためには、ヘキサメチレンテトラミンのような硬化剤を加える必要がある。

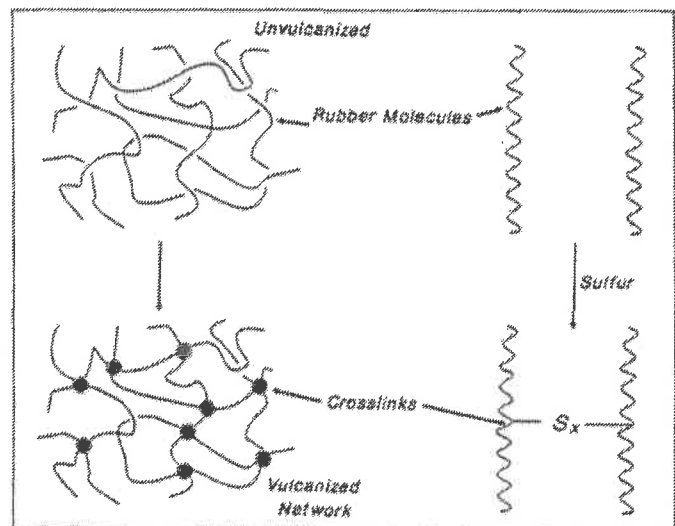
問2

ある高分子Aの側鎖に低分子化合物を反応させ、重合度を変化させることなく、別の高分子Bに誘導する方法である。

・反応例



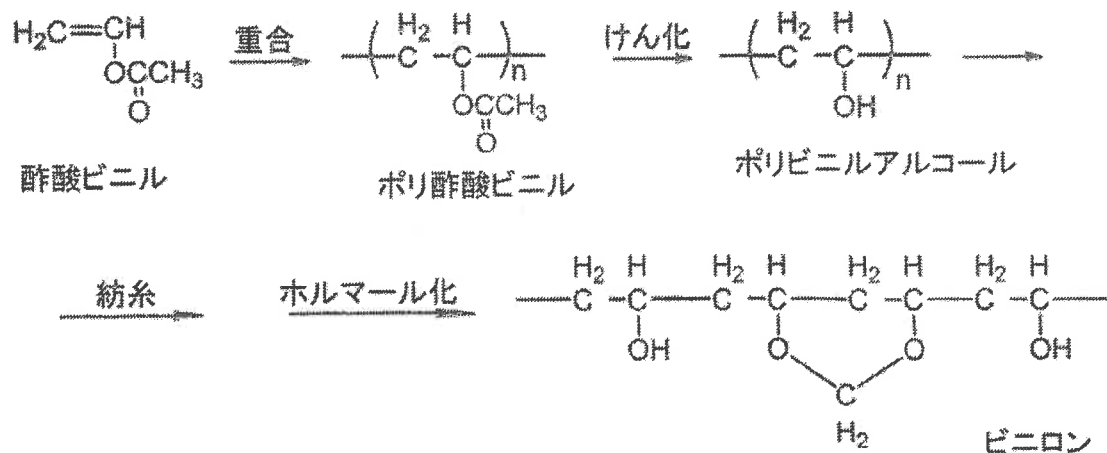
問 3



橋かけ反応とは、架橋反応とも呼ばれ、オリゴマーやポリマーに橋を架けるように分子同士をつなぐ反応或いは三官能以上の官能基を有するオリゴマーを反応させること示す。橋かけ反応（架橋反応）により生成する三次元橋かけ高分子のモデル図を上を示す。三次元橋かけ高分子は、熱硬化性高分子或いは架橋高分子とも呼ばれ、加熱により溶融することも溶剤に溶解することもなく、高強度、耐熱性、耐久性などに優れる高分子材料になるが、熱可塑性高分子のようにリサイクルができないことが欠点である。

問 4

- 酢酸ビニルを付加重合させ、ポリ酢酸ビニルにする。
- ポリ酢酸ビニルをアルカリでけん化し、ポリビニルアルコールにする。
- ポリビニルアルコールの水酸基の30~40%をホルムアルデヒドでホルマー化する。水酸基の割合を減らすと、水に溶解せず、適度な吸湿性を有する合成繊維であるビニロンになる。



2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名 高分子化学)

材料化学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題[6] 答案用紙

答案1-1	造核剤		
答案1-2	結晶化温度のほうがガラス転移温度よりも高いため、成形温度との差が小さくなる。そのため、結晶化により成形品の固化が早まることが想定されるため。		
答案2	生分解性の観点 生分解性プラスチックはプラスチック材料そのものが生分解をすればいいので必ずしもバイオマスプラスチックでなくてもいい。		
	プラスチックの原材料の観点 バイオマスプラスチックは原料が生物由来であればいいので必ずしも生分解しなくてもいい。		
答案3-1	(a) 表面	(b) 機械	(c) 光学
答案3-2	機械(特性)		
答案3-3	23.6		

2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名 分 析 化 学)

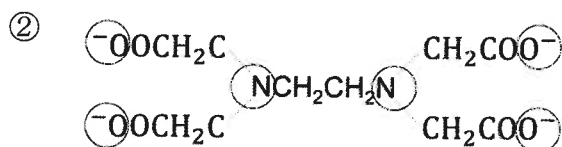
材料化学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題[7] 解答例

問1. ① (A液) $1.8 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$; (B液) 280 ppb

② 相対標準偏差 2.76 % ; $1.11 \pm 0.02 \text{ ppm}$

問2. ① ルイス酸 : Ca^{2+} , Mg^{2+} ; ルイス塩基 : EDTA



③ まず Ca^{2+} と Mg^{2+} の含量濃度を求める滴定を行う。その条件は、 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 緩衝液を用いて pH 10.0 にし、指示薬として EBT を用いる。終点の変色は赤から青である。次に KOH を緩衝液として pH > 12.0 以上とし、 Mg^{2+} を $\text{Mg}(\text{OH})_2$ として沈殿させ、NN を指示薬として用いて Ca^{2+} のみを滴定する。終点の変色は同じく赤から青である。この2つの差から Mg^{2+} だけの濃度を求めることができる。

問3. ① フォルハルト法：滴定の対象イオンは原則 Ag^+ であり、ビュレットから SCN^- を滴下し、白色の AgSCN 沈殿を生成させる。指示薬として Fe^{3+} を添加する。終点指示反応はこの Fe^{3+} と SCN^- との化学 (錯形成) 反応であり、 Ag^+ が極めて微量になった時点で、この赤色の錯体が生成して終点を指示する。すなわち白から赤の変色で終点を検出することができる。

ファヤンス法：滴定の対象イオンは原則 Cl^- である。ビュレットから Ag^+ を滴下し、白色の AgCl 沈殿を生成させる。指示薬として黄緑の蛍光物質で負に帯電しているフルオレセイン (FL) を添加する。滴定の途中では、 AgCl 沈殿は Ag^+ とまだ反応していない Cl^- によって負に帯電している。よって負の FL はイオン排斥を受け沈殿に吸着しない。一方、当量点付近で小過剰に滴下された Ag^+ によって沈殿が正に帯電する。したがって負の FL が沈殿に静電的に吸着する。終点指示反応は吸着反応であり、黄緑から赤に変色して終点を指示する。

② 赤色沈殿は Ag_2CrO_4

Ag_2CrO_4 の溶解度 $S(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ および AgCl の溶解度 $S(\text{AgCl})$ をそれぞれの溶解度積から求めると、 $S(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 6.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $S(\text{AgCl}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ となる。 $S(\text{AgCl})$ の方が溶解度が低いので、先に AgCl が沈殿する。

裏面に続いて解答してもよい。

2026年度（第2次）

大 学 院 （博士前期） 入 試

問 題

（該当する方に○印をお願いします。）

○
答 案

（科 目 名 分 析 化 学 ）

材料化学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題[8] 解答例

問1.

4つの分離機構：吸着，分配，イオン交換，サイズ排除

（分離機構に関する回答例）

分配：分配を利用する分離では，順相クロマトグラフィーと逆相クロマトグラフィーにさらに大別することができる。これらの違いは，固定相と移動相との間の極性の違いにより定義され，固定相のほうが移動相よりも相対的に極性が高い分離系を順相クロマトグラフィーと，固定相のほうが移動相よりも相対的に極性が低い分離系を逆相クロマトグラフィーとそれぞれ呼ぶ。

順相クロマトグラフィーでは，シリカゲルやアルミナなどの高極性固定相とヘキサンなどの低極性有機溶媒を移動相として利用する。一方，逆相クロマトグラフィーでは，長鎖アルキル鎖などをシリカゲルに化学的に結合した疎水性の高い固定相を用い，水やメタノール，アセトニトリルなどの高い極性の溶媒を移動相として利用する。

問2.

固相抽出法は，溶媒抽出法と比較して，以下の利点があるため，汎用的に利用されるようになってきている。

- ・疎水性成分の抽出時において，疎水性の可燃性溶媒を使用する必要が無い，もしくは少量ですむ。
- ・試料によらずエマルションを生成しない。
- ・溶媒抽出法では，2液相を完全に分離することが出来ないが，固相抽出法では完全に固相から液相を分離することが可能である。
- ・自動化装置に組み込むことが比較的容易である。

問3.

① $A = \epsilon l C$

- ② A ：吸光度を表す。 $A = -\log(I/I_0)$ (I ：透過光， I_0 ：入射光) で表される。単位は無い。
 ϵ ：モル吸光係数を表す。溶液の濃度を 1 mol L^{-1} ，光路長を 1 cm としたときの吸光係数である。
単位は「 $\text{L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 」である。
 l ：光路長を表す。単位は「 cm 」である。
 C ：化合物のモル濃度を表す。単位は「 mol L^{-1} 」である。

2026 年度 2 次入試解答

科目名：無機化学・無機材料化学

問題 [9]

解答

$$\textcircled{1} \quad \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\textcircled{2} \quad \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = - \int_0^t \lambda dt$$

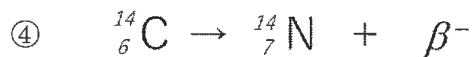
$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N_0 / 2 = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\text{半減期 } t_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0.693 / \lambda$$

③ β^- 崩壊は、核内で中性子 1 個が陽子に転換するとともに、外部へ電子 (β^- 線) と中性微子を放出する。 β^- 崩壊によりできる核種は原子番号が 1 多いが、質量数の変化はない。



⑤ 炭素 14 (${}^{14}\text{C}$) の半減期は約 5730 年 (1.81×10^{11} 秒)

2025年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

問題

（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 無機化学・無機材料化学）

材料化学専攻

番

氏名

問題 [10] 次の問いにすべて答えよ。

- ① イオン結晶において、陰イオンの最密充填構造にはどのような種類があるか。陰イオンを半径 r の剛球体粒子と仮定し、それぞれの構造の配位数、充填率を求め、最密充填層の特徴と併せて説明しなさい。

[解答例]

<配位数と充填率の求め方例>

配位数：

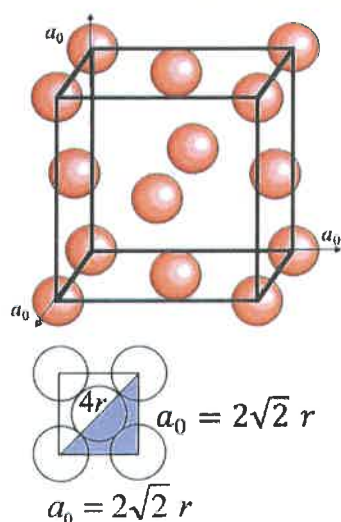
最密充填層中の一つの粒子（陰イオン）を基準とすると、どちらの構造においても同じ層の6つの粒子と上下の層の3つずつに配位されているため、配位数は12である。

充填率：

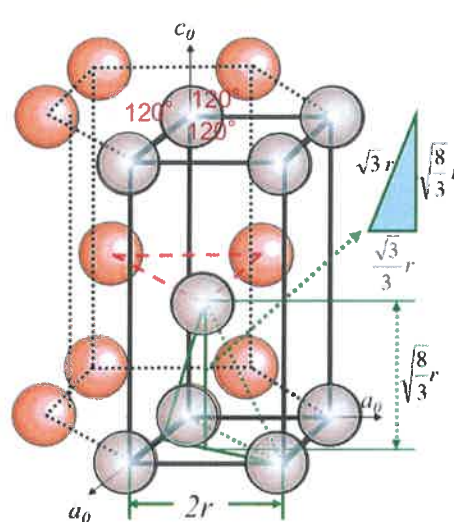
面心立方最密充填構造の単位格子中の粒子数は4であり、粒子の半径を r とすると、その単位格子に含まれる粒子の体積は $\frac{16}{3}\pi r^3$ である。一方、単位格子の体積は、一辺の長さ（下図参照）から $16\sqrt{2}r^3$ となる。したがって、充填率は $\frac{16}{3}\pi r^3 / (16\sqrt{2}r^3) = 0.7405$ （74.05%）である。

また、六方最密充填構造の単位格子中の粒子数は2であり、粒子の半径を r とすると、その単位格子に含まれる粒子の体積は $\frac{8}{3}\pi r^3$ である。一方、単位格子の体積は、辺の長さ（下図参照）から $2r \times \sqrt{3}r \times 2\sqrt{\frac{8}{3}}r = 8\sqrt{2}r^3$ となる。したがって、充填率は $\frac{8}{3}\pi r^3 / (8\sqrt{2}r^3) = 0.7405$ （74.05%）である。

面心立方最密充填構造の粒子の半径と格子定数の関係



六方最密充填構造の粒子の半径と格子定数の関係



<構造の種類とその説明>

面心立方最密充填構造と六方最密充填構造がある。どちらの最密充填構造も配位数は12、充填率は74.05%であるが、最密充填層の積層の周期が3層である（3層をそれぞれA、B及びCとした場合、どの層も粒子の位置が重ならない）ものが面心立方最密充填構造、最密充填層の積層の周期が2層である（2層をそれぞれA及びBとした場合、どの層も粒子の位置が重ならない）ものが六方最密充填構造である。

- ② 最密充填構造中に存在する二種類の間隙はそれぞれ何配位であるか。また、それらの間隙は陰イオン一個当たり何個存在するか。

[解答例]

二種類の間隙は4配位と6配位であり、陰イオン一個当たり二個と一個存在する。

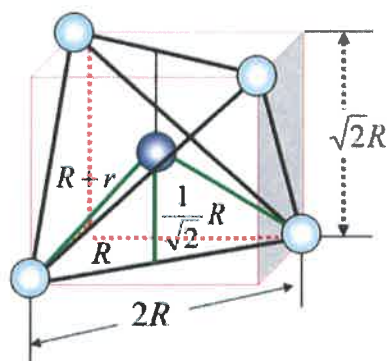
③ ②のそれぞれの間隙に入ることが出来る小球の最大半径 r を、密充填している粒子の半径 R の関数として示しなさい。

[解答例]

4配位の間隙： $r = 0.2247R$ ， 6配位の間隙： $r = 0.4142R$

<求め方例>（「計算せよ」との問題ではないため、必ずしも必要としない）

4配位の間隙

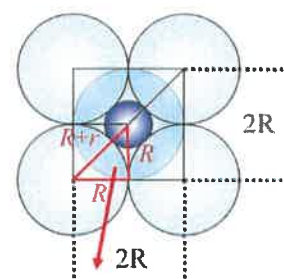


$$(R+r)^2 = R^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{2}}R\right)^2 = \frac{3}{2}R^2$$

$$R+r = \sqrt{\frac{3}{2}}R$$

$$r = \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1\right)R = 0.2247R$$

6配位の間隙



$$(R+r)^2 = 2R^2$$

$$R+r = \sqrt{2}R$$

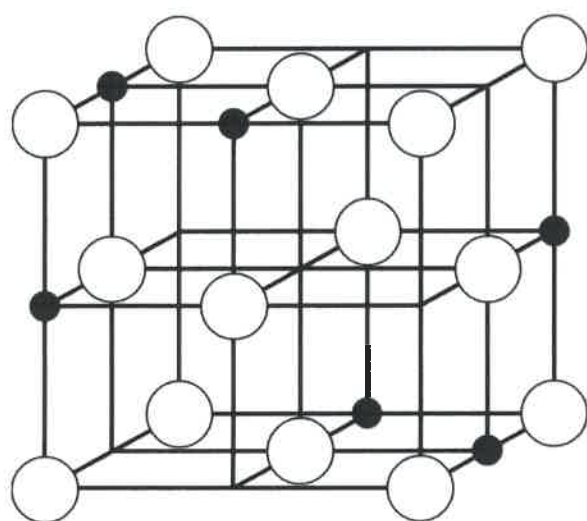
$$r = (\sqrt{2} - 1)R = 0.4142R$$

④ 塩化カドミウム (CdCl_2) では Cl^- イオンが最密充填構造を、硫化亜鉛 (ZnS)では S^{2-} イオンが最密充填構造をとり、それらの単位格子に含まれるイオンの数はどちらも4個である。一方、単位格子に含まれる Cd^{2+} イオン及び Zn^{2+} イオンはそれぞれ異なる間隙の半分を占め (Cd^{2+} イオンは一層おき)、配位数はそれぞれ 6 および 4 である。 Cl^- イオンおよび S^{2-} イオンの配位数を求めるとともに、陽イオンを ●，陰イオンを○として、 CdCl_2 および ZnS の単位格子を特徴が分かるように作図しなさい。

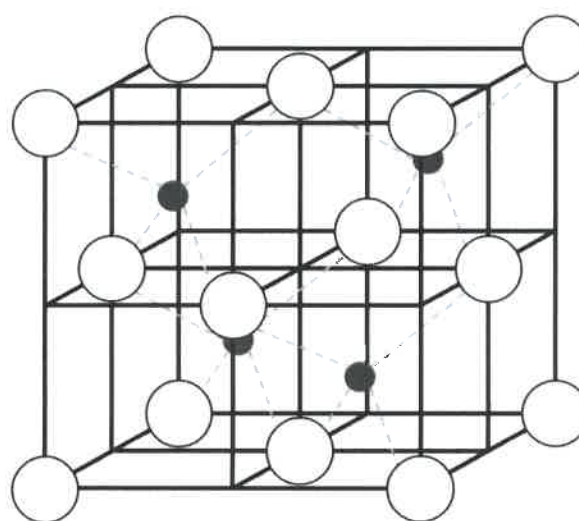
[解説及び解答例（解答例は下線部分）]

単位格子に含まれる陰イオンの数が4個であるため、 **CdCl_2 も ZnS も面心立方最密充填構造である**（ ZnS は六方最密充填構造であるウルツ鉱型構造を取り得るが、イオンの数から面心立方最密充填構造を取る閃亜鉛鉱型構造であることが分かる）。一方、間隙の半分を占め（ Cd^{2+} イオンは一層おき）、配位数はそれぞれ6および4であるため、面心立方最密充填構造中の間隙で取り得る配位数（比）の関係から、 **Cd^{2+} イオンは6配位八面体間隙に、 Zn^{2+} は4配位四面体間隙に含まれる**。また、陽イオンの配位数と、化学式の各イオンの比から、 Cl^- イオンおよび S^{2-} イオンの配位数はそれぞれ3および4であり、問題文と併せると、それぞれの単位格子は以下ようになる（解答例は下図）。

塩化カドミウム (CdCl_2)



硫化亜鉛 (ZnS)



2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

答 案

(該当する方に○印をお願いします。)

(科 目 名 生 物 化 学)

材料化学 専攻

番

氏名

問題 [1 1]

問1 pKaが異なる二つの酸 (酸①: pKa = 3.0, 酸②: pKa = 7.4) があるとき、pH 6.0でそれぞれの酸の解離状態を比較し、どちらが強酸かを説明しなさい。

(解答例)

酸①: pKa = 3.0 の場合

Henderson-Hasselbalch の式に代入すると $6.0 = 3.0 + \log[A^-]/[HA]$ となり、 $\log[A^-]/[HA] = 6.0 - 3.0 = 3.0$

$[A^-]/[HA] = 10^3 = 1000$ すなわち酸①は pH 6.0 でほとんど解離しており、酸の大部分が A⁻存在している。

酸②: pKa = 7.4 の場合

同様に計算すると $[A^-]/[HA] = 10^{-1.4}$ となりほとんど解離していない。

酸① (pKa = 3.0) はpH 6.0でほとんど解離しており、酸② (pKa = 7.4) はpH 6.0でほとんど解離していないため、酸②は弱酸であり、酸①は強酸である。

問2 生体高分子である核酸とタンパク質の構造と機能に関して、次の用語 (水素結合、共有結合、ペプチド結合、リン酸ジエステル結合、ジスルフィド結合、イオン結合、遺伝子、アミノ酸) の中から少なくとも3つ以上使って300字以内で説明しなさい。

(解答例)

核酸はヌクレオチドがリン酸ジエステル結合で連なった生体高分子であり、DNAやRNAは相補塩基対間で水素結合を形成し、二重らせん構造をとる。タンパク質はアミノ酸がペプチド結合でつながった生体高分子で、その立体構造は分子内のジスルフィド結合やイオン結合によって安定化される。細胞内ではDNAに遺伝情報が保存され、その情報が転写によりメッセンジャーRNA (mRNA) として写し取られる。さらに翻訳により、mRNAの塩基配列に従ってアミノ酸が順に結合しポリペプチド鎖が合成され、立体構造を形成して機能をもつタンパク質となる。(244/300字)

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(科目名 生物化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問題 [12]

問1-1. 脂質に関する以下の文中の [ア] ~ [シ] に当てはまる語句, または化合物名を記せ. また, 文中の【高い・低い】は, どちらかを選び○印で囲め.

単純脂質とは, 種々のアルコールと [ア] が [イ] 結合したものである. [イ] とは, アルコール性水酸基(-OH)とカルボキシ基(-COOH)が脱水縮合してできる結合である.

[ア] は, [ウ] 部分と [エ] 部分を有する [オ] 物質である. 炭化水素鎖部分は [ウ] であり, カルボキシ基部分は [エ] である. [ア] は, 炭素鎖が一重結合のみの [カ] と, 二重結合をもつ [キ] に分けられる. [カ] は $C_nH_{2n+1}COOH$ の構造で, 炭素数の大きい方が融点は【高い・低い】. ①同じ炭素数であれば, 二重結合を持つ [キ] の方が融点は【高い・低い】. さらに, 二重結合の数が多ほど融点が【高い・低い】.

高等動植物に含まれる代表的な [カ] は, 炭素数16や18の② [ク] (16:0=炭素数:二重結合数), [ケ] (18:0)であり, [キ] は [コ] (18:1), [サ] (18:2)である. 生命活動に欠かせない [キ] で, 生体内で合成できないものを [シ] と呼ぶ.

ア 脂肪酸	イ エステル	ウ 疎水性	エ 親水性
オ 両親媒性	カ 飽和脂肪酸	キ 不飽和脂肪酸	ク パルミチン酸
ケ ステアリン酸	コ オレイン酸	サ リノール酸	シ 必須脂肪酸
<ul style="list-style-type: none"> ・リン酸 ・酸性 ・必須脂肪酸 ・オレイン酸 	<ul style="list-style-type: none"> ・脂肪酸 ・塩基生 ・飽和脂肪酸 ・リノール酸 	<ul style="list-style-type: none"> ・中性脂肪 ・両親媒性 ・不飽和脂肪酸 ・アラキドン酸 	<ul style="list-style-type: none"> ・エステル ・親水性 ・必須アミノ酸 ・パルミチン酸

問1-2. 下線部①の理由を説明せよ.

(解答例)

不飽和脂肪酸の二重結合は生体内でほとんどシス結合として存在するため, 炭化水素鎖は二重結合で同じ方向に折れ曲がる構造となる. このため, 分子が集まったとき (固体状態) に分子間に隙間が生じ, 分子間相互作用 (疎水性相互作用) が弱くなるので融点が低くなる.

問1-3. 下線部②の化合物 1 molがβ酸化で完全に代謝された時, 生産されるアセチルCoA, NADH, FADH₂は何molか. また, それらから最終的に合成されるATPは何molか. (1 molのNADHとFADH₂からそれぞれ3 molと2 molのATPが生成するとする.)

アセチルCoA	NADH	FADH ₂	ATP
8 mol	7 mol	7 mol	129 mol

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

答案

(科目名 生物化学)

材料化学専攻	番	氏名
--------	---	----

問2-1. 一塩基多型 (SNP)とは何か. ヒトの表現型に与える影響を具体的な例をあげて説明せよ.

(解答例)

一塩基多型は、点突然変異による1塩基の置換、挿入、欠失といった遺伝的変異の総称。ヒトのアルコール代謝に関わるアルデヒド脱水酵素 (ALDH2)は、一塩基多型でアルコールに対する強さが大きく異なる。

問2-2. PCRとはどのような技術か, 反応に必要な構成因子をあげて説明せよ. また, 反応が理想的に進んだ場合, 1分子の目的DNAは8回のサイクル反応の後, 何分子に増えているか.

(解答例)

PCRとは、DNAの特定の領域を連続的に増幅させる方法である。反応には耐熱性DNAポリメラーゼ (DNA合成酵素)、増幅させるDNAに相補的なプライマー、合成の材料となるdNTP (ヌクレオチド)、反応バッファーや鋳型となるDNAが必要となる。

$2^8=256$ 分子 または $2^8-8 \times 2=240$ 分子

問3. 次の語群から3個を選択し, 50から100字程度で説明せよ.

「デンプンとセルロース」「タンパク質の高次構造」「ワトソン・クリック塩基対」「光合成の明反応」「酵素の拮抗阻害」「セントラルドグマの例外」「岡崎フラグメント」「スプライシングバリエント」「エピジェネティクス」

(解答例)

「デンプンとセルロース」… どちらもグルコースから構成される多糖だが、デンプンは α -1,4結合をもつアミロースとは α -1,4結合と α -1,6結合をもつアミロペクチンから構成される。セルロースは β -1,4結合をもつ多糖である。

「タンパク質の高次構造」… タンパク質の高次構造とは、一次構造、二次構造、三次構造、四次構造を合わせた立体構造の総称である。これらの構造は、タンパク質がその機能を発揮するために重要な役割を果たす。

「ワトソン・クリック塩基対」… DNAやRNAを構成する塩基のうち、アデニン(A)とチミン(T) (またはウラシル(U))、グアニン(G)とシトシン(C)がそれぞれ特異的に結合する組み合わせを指す。

「光合成の明反応」… 植物が光エネルギーを化学エネルギーに変換して、ATPとNADPHを生成する機構である。この反応は、葉緑体のチラコイド膜上で行われる。

「酵素の拮抗阻害」… 基質と構造が似た阻害剤が、酵素の活性部位を基質と奪い合うことで酵素の働きを妨げる現象である。

「セントラルドグマの例外」… 遺伝情報がDNAからRNA、そしてタンパク質へと一方向に流れるという原則に反する現象を指す。最もよく知られているのは、RNAからDNAへの情報の流れである「逆転写」である。

「岡崎フラグメント」… DNAが複製される際に、ラギング鎖と呼ばれるDNA鎖の合成時に一時的に作られる短いDNA断片のことである。

「スプライシングバリエント」… 選択的スプライシングによって作られる、複数の異なるmRNAやタンパク質のことを指す。一つの遺伝子から多様な機能を持つタンパク質を作ることができる。

「エピジェネティクス」… DNAの塩基配列自体を変化させずに、遺伝子の働きを制御する仕組みを指す。DNAのメチル化修飾やヒストン修飾が含まれる。

2026年度（第2次）

大 学 院 （博士前期） 入 試

問 題

（該当する方に○印をお願いします。）

答 案

（科 目 名 英 語 ）

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

1. 以下の文章は、ベーコン(Francis Bacon)とアインシュタイン(Albert Einstein)の科学的な方法(物理法則の発見等)の考え方について述べたものである。本文について下記設問に答えなさい。

In Bacon's view, theory can be developed only after enough facts are established. All reliable knowledge comes from experiment and observation. The procedure of the Baconian method can be described as follows: a large number of experiments, arrangement of them systematically, proposition of a (new) hypothesis based on the data, and further experiment. Any hypothesis is discarded if it is disproved. Bacon argued that it is not necessary to be a genius in order to make discoveries in science: any person of moderate intelligence can make a worthwhile contribution by following the Baconian method and working hard enough. A problem can be handled by training more students to apply his method and assigning them to make new discoveries. Then, it may give an illusion that research can solve any problem if we are willing to supply enough money for staffs and equipment. However, several studies in history of science suggested that some of the most important discoveries were made by ignoring the Baconian method.

^(a)On the other hand, Einstein asserted that discovery of the basic structure of any scientific system must come from reason, not experience; its fundamental principles are free invention of the human intellect. What counts in science is not the accumulation of data but the brilliant insight that reveals the regularity lying hidden beneath the chaos of superficial appearances. Einstein himself recognized that experimental data, no matter how carefully they are measured, may not appear the true nature. The theory, or at least the general conceptual framework in which the theory is developed, determines what we observe and how we interpret our observations. Here is an example. People see the sun rise in the morning. But it takes a conscious effort to see the horizon of the earth moving below a sun fixed in the sky. Once the effort is made, for intellectual reason, it is no longer obvious that the sun moves through the sky.

In any case, we should not expect to derive twice as many results by spending twice as much money to hire twice as many scientists to work on a problem. This tactic may work when we simply want to develop the applications of discoveries already made, but it cannot be expected to yield successful new fundamental theories. The importance of human intelligence and free invention never changes even in modern society where AI is developing.

(原文: 東京SIM外語研究所, "BACON AND EINSTEIN"より)

補記: procedure: 手順. a large number of: かなりの. systematically: 系統的に. proposition: 提案. hypothesis: 仮説. discard: 捨てる. disprove: 誤っていることを示す. moderate: 中くらいの. worthwhile: 価値のある. contribution: 貢献. assign: 割り当てる. illusion: 幻想. assert: 力説する. reason: 理性, 良識. principle: 原理. invention: 発明力, 創案. intellect: 知性. count: 大事である, 重きをなす. accumulation: 蓄積. brilliant: 光り輝く. insight: 洞察力. regularity: 規則性, 秩序. beneath: の下に. chaos: 無秩序, カオス. superficial: 表面の. conceptual: 概念の. framework: 枠組み. interpret: 解釈する. conscious: 意識的な. derive: 導き出す. tactic: 戦術.

- (1) ベーコンとアインシュタインが述べるそれぞれの科学的な方法について説明しなさい。
- (2) 第一段落のベーコンの科学的な方法について、科学の発展や課題の解決があたかも経済次第で対応できるかのような誤解を与える懸念があると考えられる点について述べなさい。
- (3) 第二段落のアインシュタインの科学的な方法の観点において、ベーコンの方法では科学的な発見は難しいと考えられる理由について全て述べなさい。
- (4) どの様な場合にベーコン、またアインシュタインの科学的な方法が有効であると考えられるか述べなさい。
- (5) (a)部以降の全ての文を訳しなさい。

機械工学専攻	番	氏名
--------	---	----

*裏面を使用しても良い

問1. 縦弾性係数 E_A , 長さ l_A の材料Aと縦弾性係数 E_B , 長さ l_B の材料Bが直列に結合され, 両端は剛体壁に固定されている. 結合部に荷重 P が図のように作用する時, 材料Aの部分に作用する軸力 P_A , 材料Bの部分に作用する軸力 P_B を求めよ. また, 荷重 P が作用する結合部における変位を求めよ.

なお, 材料Aと材料Bの断面積 S は等しいものとする.

材料A, 材料Bにおける応力を σ_A, σ_B , ひずみを ϵ_A, ϵ_B とする.

$$\sigma_A = \frac{P_A}{S}, \quad \sigma_B = \frac{P_B}{S} \Rightarrow \epsilon_A = \frac{P_A}{E_A S}, \quad \epsilon_B = \frac{P_B}{E_B S}$$

それぞれの材料の伸びを λ_A, λ_B とする

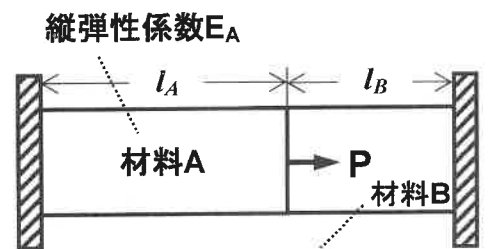
$$\lambda_A = \epsilon_A l_A = \frac{P_A l_A}{E_A S}, \quad \lambda_B = \epsilon_B l_B = \frac{P_B l_B}{E_B S}$$

$$\lambda_A + \lambda_B = 0 \text{ より } \frac{P_A l_A}{E_A S} + \frac{P_B l_B}{E_B S} = 0 \text{ --- (1)}$$

$$\rightarrow P = P_A - P_B \text{ (1) より}$$

$$P_A = \frac{E_A l_B}{E_A l_B + E_B l_A} \cdot P, \quad P_B = -\frac{E_B l_A}{E_A l_B + E_B l_A} \cdot P$$

$$\text{作用点における変位 } \lambda = \lambda_A = \frac{l_A l_B}{S(E_A l_B + E_B l_A)} \cdot P$$



問2. 右図のようなスパン l の両端支持ばりABがある. 中間点Cで曲げモーメント M_c を受けているとする.

(1) AC間およびCB間で作用するせん断力を求めよ.

$$\text{モーメントのつり合いより } R_a l - M_c = 0 \Rightarrow R_a = \frac{M_c}{l}$$

$$\text{AC間では } F = R_a = \frac{M_c}{l}$$

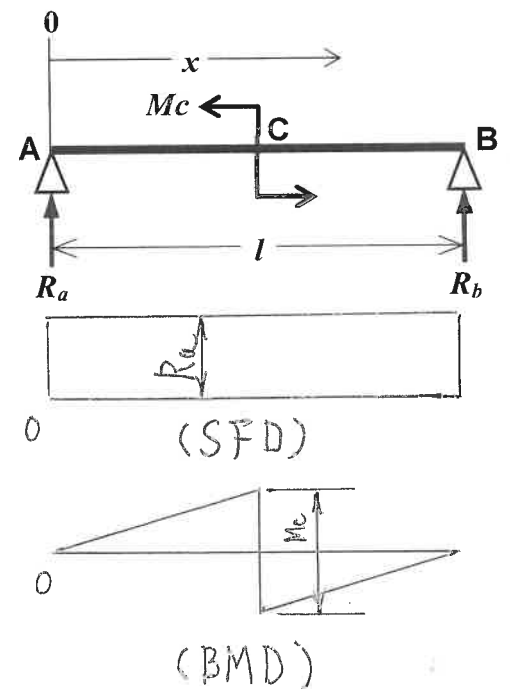
$$\text{また, } R_a + R_b = 0 \text{ より } \text{CB間では } F = R_a = \frac{M_c}{l}$$

(2) AC間およびCB間で作用する曲げモーメントを求めよ.

$$\text{AC間では } M = R_a x = \frac{M_c}{l} \cdot x$$

$$\text{BC間では } M = R_a x - M_c = \frac{M_c}{l} (x - l)$$

(3) SFDおよびBMDを右図の下に示せ.



問3. 材料力学に関する以下の用語を説明せよ.

(1) 真応力

荷重の作用によって変化した断面積を用いて求めた応力

(2) 弾性限度

永久ひずみが生じない限界の応力.

2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名)

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問題 1.

① ニュートン流体

ニュートンの粘性法則に従う流体

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

② 境界層とその厚さ

実在流体，一様流速 U [m/s] 中に平板などの物体をおいた場合，壁面では，流体粒子の付着のため，壁のごく近くでは，速度 0 から一様流速 U [m/s] までの大きな速度勾配を持ち，流体摩擦による剪断応力の発生する薄い膜が形成される．このように物体表面に沿って速度勾配の存在する層の事，境界層の厚みは一様流速の 99% となるまでの高さとする

③ カルマン渦列

一様な流れの中に円柱を流れ内に置くと，円柱背後に渦が発生し，回転方向が互いに逆の規則正しい 2 列の配置を取り，下流へと流されていく．その結果，互い違いに規則的に並んだ渦の列が下流側に見られる現象

問題 2.

(1) 球体に作用する浮力 B [N]，抗力 D [N]，重力 W [N] を求めよ．

$$B = s_g \rho_w \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g, \quad W = s_s \rho_w \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g, \quad D = 3\pi\mu U d$$

(2) 落下速度 U [m/s] を求めよ．物体に作用する浮力 B [N]，抗力 D [N] の合力が重力 W [N] と釣り合う状態 $W = B + D$

$$s_s \rho_w \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g = s_g \rho_w \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g + 3\pi\mu U d$$

整理すると，落下速度 U [m/s]

$$U = \frac{1}{3\pi\mu U d} (s_s \rho_w - s_g \rho_w) \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g = \frac{(s_s \rho_w - s_g \rho_w) d^2 g}{18\mu} = \frac{(s_s - s_g) \rho_w d^2 g}{18\mu}$$

問題 3.

(1) メジャー損失とマイナー損失を求めよ

メジャー損失

$$\lambda \frac{l_1}{d} \frac{u^2}{2g} + \lambda \frac{l_2}{d} \frac{u^2}{2g} + \lambda \frac{l_3}{d} \frac{u^2}{2g} = \lambda \frac{(l_1 + l_2 + l_3)}{d} \frac{u^2}{2g}$$

マイナー損失

$$\zeta_i \frac{u^2}{2g} + 2\zeta_e \frac{u^2}{2g} + \zeta_E \frac{u^2}{2g} = (\zeta_i + 2\zeta_e + \zeta_E) \frac{u^2}{2g}$$

(2) 流速 u [m/s] を求めよ．

水槽水面と出口での損失ヘッドは

$$H - l_2 = \lambda \frac{(l_1 + l_2 + l_3)}{d} \frac{u^2}{2g} + (\zeta_i + 2\zeta_e + \zeta_E) \frac{u^2}{2g}$$

$$\therefore u = \sqrt{\frac{2g(H - l_2)}{\lambda \frac{(l_1 + l_2 + l_3)}{d} + \zeta_i + 2\zeta_e + \zeta_E}}$$

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 熱力学)

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

※ 紙面が足りない場合は明示して裏に記入してもよい。

1. 温度 $0[^\circ\text{C}]$ の氷 $m[\text{kg}]$ を温度 $T[^\circ\text{C}]$ ($T > 0$) の大量の水に融かしたら氷は融解して最終的に大量の水と同じ温度になった。このとき全体のエントロピーがどれだけ変化するかについて以下の問いに答えよ。ただし、水の比熱を $c[\text{J/kgK}]$ 、氷の融解熱を $q[\text{J/kg}]$ とする。

(1) 氷の融解時におけるエントロピー変化 ΔS_1 を求めよ。

$$\Delta S_1 = m \frac{q}{273.15} \text{ [J/K]}$$

(2) 融解により生じた水のエントロピー変化 ΔS_2 を求めよ。

$$\Delta S_2 = mc \ln \frac{T + 273.15}{273.15} \text{ [J/K]}$$

(3) 大量の水のエントロピー変化 ΔS_3 を求めよ。

$$\Delta S_3 = -m \frac{q + cT}{T + 273.15} \text{ [J/K]}$$

(4) 全体のエントロピー変化 ΔS を求めよ。

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = m \left(\frac{q}{273.15} + c \ln \frac{T + 273.15}{273.15} - \frac{q + cT}{T + 273.15} \right) \text{ [J/K]}$$

2. 質量 $m[\text{kg}]$ の理想気体が状態 1 (温度 $T_1[\text{K}]$) から状態 2 (温度 $T_2[\text{K}]$) までポリトロップ指数 n でポリトロップ変化した場合について以下の問いに答えよ。ただし、この理想気体の気体定数を $R[\text{J/kgK}]$ 、比熱比を κ とする。なお、解は $m, n, T_1, T_2, R, \kappa$ から必要な記号を用いて表せ。

(1) 圧力 P と体積 V の関係を示せ。

$$PV^n = \text{一定}$$

(2) 内部エネルギーの変化 ΔU を求めよ。

$$\Delta U = mc_v(T_2 - T_1) = m \frac{R}{\kappa - 1} (T_2 - T_1) \text{ [J]}$$

(3) 外部にした仕事 W_{12} を求めよ。

$$W_{12} = \int_1^2 P dV = \int_1^2 \frac{P_1 V_1^n}{V^n} dV = \frac{P_1 V_1}{n-1} \left\{ 1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n-1} \right\} = \frac{1}{n-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) = m \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2) \text{ [J]}$$

(4) 気体が受け取った熱 Q_{12} を求めよ。

$$Q_{12} = \Delta U + W_{12} = m \frac{R}{\kappa - 1} (T_2 - T_1) + m \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2) = m \frac{R}{\kappa - 1} \left(1 - \frac{\kappa - 1}{n-1} \right) (T_2 - T_1) = m \frac{R}{\kappa - 1} \left(\frac{n - \kappa}{n-1} \right) (T_2 - T_1) \text{ [J]}$$

(5) エントロピーの変化 ΔS を求めよ。

$$TV^{n-1} = \text{一定} \quad \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{n-1} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad dQ = TdS = dU + pdV = m \left(c_v dT + \frac{RT}{V} dV \right) \quad \therefore dS = m \left(c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \right)$$

$$\Delta S = m \left(c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} \right) = m \left(c_v \ln \frac{T_2}{T_1} - \frac{R}{n-1} \ln \frac{T_2}{T_1} \right) = mR \left(\frac{1}{\kappa - 1} - \frac{1}{n-1} \right) \ln \frac{T_2}{T_1} = m \frac{R}{\kappa - 1} \left(\frac{n - \kappa}{n-1} \right) \ln \frac{T_2}{T_1} \text{ [J/K]}$$

(6) この状態変化が膨張過程で温度が下降したとき気体が受熱したとするとポリトロップ指数 n がどのような場合か説明せよ。

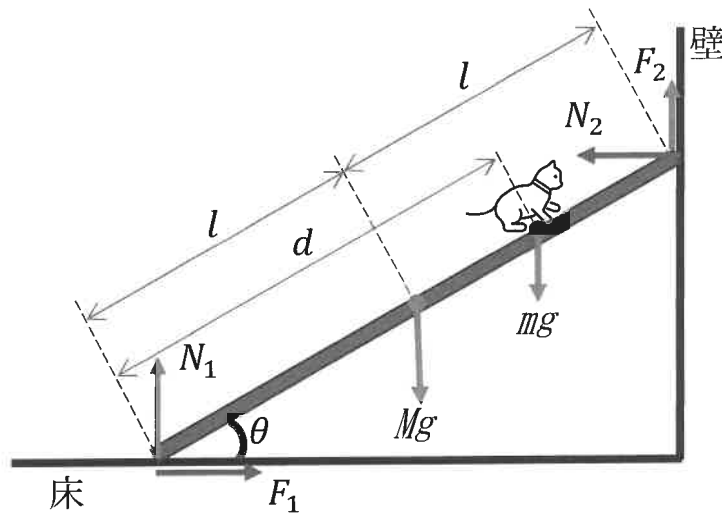
$T_2 - T_1 < 0$ で $Q_{12} > 0$ になるには $\frac{n - \kappa}{n - 1} < 0$ でなければならないので、 $1 < n < \kappa$ の場合である。

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

【問1 解答】

棒の下端部と上端部での床と壁による垂直抗力をそれぞれ N_1 , N_2 とし, 摩擦力を F_1 , F_2 とする。

(1) 棒が壁と床から受ける垂直抗力と摩擦力は以下の通り。



(2) 鉛直方向のつり合いの式 $N_1 + F_2 = Mg + mg \dots (1)$
 水平方向のつり合いの式 $N_2 = F_1 \dots (2)$

(3) 棒の下端部のまわりのモーメントのつり合いの式
 $2l \sin \theta N_2 + 2l \cos \theta F_2 = l \cos \theta Mg + d \cos \theta mg \dots (3)$

(4) 棒が滑り始めようとする時点で, 摩擦力 F_1 , F_2 は共に最大静止摩擦力 μN_1 , μN_2 に達していることから,
 $F_1 = \mu N_1$
 $F_2 = \mu N_2$

であるので, 式(1)と(2)は,

$$\begin{aligned} N_1 + \mu N_2 &= Mg + mg \\ N_2 &= \mu N_1 \end{aligned}$$

となり, これらより,

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{(M + m)g}{1 + \mu^2} \\ N_2 &= \frac{\mu(M + m)g}{1 + \mu^2} \end{aligned}$$

式(3)に F_2 と N_2 を代入して,

$$\begin{aligned} 2l \sin \theta N_2 + 2l \cos \theta F_2 &= l \cos \theta Mg + d \cos \theta mg \\ 2l \sin \theta \left(\frac{\mu(M + m)g}{1 + \mu^2} \right) + 2l \cos \theta \left\{ \mu \left(\frac{\mu(M + m)g}{1 + \mu^2} \right) \right\} &= l \cos \theta Mg + d \cos \theta mg \\ 2l \left(\frac{\mu(M + m)}{1 + \mu^2} \right) \sin \theta &= l \cos \theta M + d \cos \theta m - 2l \left\{ \mu \left(\frac{\mu(M + m)}{1 + \mu^2} \right) \right\} \cos \theta \\ \left(\frac{\mu(M + m)}{1 + \mu^2} \right) \sin \theta &= \left\{ \frac{M}{2} + \frac{dm}{2l} - \frac{\mu^2(M + m)}{1 + \mu^2} \right\} \cos \theta \\ \left(\frac{\mu(M + m)}{1 + \mu^2} \right) \sin \theta &= \left\{ \frac{(1 + \mu^2) \left(M + \frac{d}{l} m \right) - \mu^2(M + m)}{2(1 + \mu^2)} \right\} \cos \theta \\ \tan \theta &= \left\{ \frac{(1 + \mu^2) \left(M + \frac{d}{l} m \right)}{2\mu(M + m)} - \mu \right\} \\ \therefore \theta &= \tan^{-1} \left\{ \frac{(1 + \mu^2) \left(M + \frac{d}{l} m \right)}{2\mu(M + m)} - \mu \right\} \end{aligned}$$

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 機械力学)

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

【問2 解答】

(1) 系の運動方程式は、

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 = -kx_1 - k(x_1 - x_2) \\ m\ddot{x}_2 = -k(x_2 - x_1) - kx_2 + F \sin \omega t \end{cases}$$

より、

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 + 2kx_1 - kx_2 = 0 \\ m\ddot{x}_2 - kx_1 + 2kx_2 = F \sin \omega t \end{cases}$$

(2) 強制外力が $F \sin \omega t$ であることから、強制振動解 x_1, x_2 を以下のように仮定する。

$$x_1 = X_1 \sin \omega t, \quad x_2 = X_2 \sin \omega t$$

運動方程式に代入すると、

$$\begin{cases} (2k - m\omega^2)X_1 - kX_2 = 0 \\ -kX_1 + (2k - m\omega^2)X_2 = F \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} (2k - m\omega^2) & -k \\ -k & (2k - m\omega^2) \end{bmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ F \end{pmatrix}$$

となる。この連立方程式を解くと、

$$X_1 = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -k \\ F & (2k - m\omega^2) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (2k - m\omega^2) & -k \\ -k & (2k - m\omega^2) \end{vmatrix}} = \frac{kF}{(2k - m\omega^2)^2 - k^2} = \frac{kF}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)}$$

$$X_2 = \frac{\begin{vmatrix} (2k - m\omega^2) & 0 \\ -k & F \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (2k - m\omega^2) & -k \\ -k & (2k - m\omega^2) \end{vmatrix}} = \frac{(2k - m\omega^2)F}{(2k - m\omega^2)^2 - k^2} = \frac{(2k - m\omega^2)F}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)}$$

であるから、

$$\begin{aligned} \therefore x_1 &= X_1 \sin \omega t = \frac{kF}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)} \sin \omega t \\ \therefore x_2 &= X_2 \sin \omega t = \frac{(2k - m\omega^2)F}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)} \sin \omega t \end{aligned}$$

(3) 系に共振が生じるということは、

$$\begin{aligned} x_1 &= X_1 \sin \omega t = \frac{kF}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)} \sin \omega t \\ x_2 &= X_2 \sin \omega t = \frac{(2k - m\omega^2)F}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)} \sin \omega t \end{aligned}$$

が無限大となる場合であり、これは即ち、振幅 X_1, X_2 の分母が0となる場合であることから、

$$(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2) = 0$$

$$\therefore \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

すなわち共振する角振動数は系の1次と2次の固有角振動数 ω_1, ω_2 に等しい。(4) 変位 x_2

$$x_2 = X_2 \sin \omega t = \frac{(2k - m\omega^2)F}{(k - m\omega^2)(3k - m\omega^2)} \sin \omega t$$

が常に0となるのは、 X_2 の分子が0となる場合であり、すなわち、

$$(2k - m\omega^2) = 0$$

より、

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

であり、強制外力の角振動数がこの値に一致するとき、右側の質量は動かない。

2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

問題
答案

（該当する方に○印をお願いします。）

（科目名 材料加工学）

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

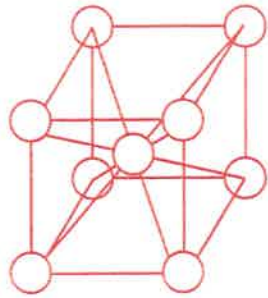
1. 金属な主な結晶構造（BCCとFCC）について、次の問いに答えよ。

- (1) それぞれの名称を日本語で示せ。
- (2) 構造を図示し、それぞれの充填率を示せ。
- (3) 代表的な金属元素を1つ述べよ。

<BCC>

名称：体心立方格子

構造：



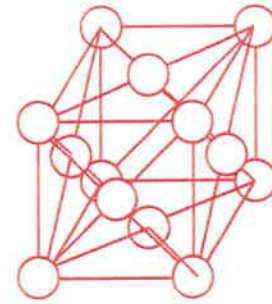
充填率：約68%

金属元素：鉄，ナトリウム，カリウム，など

<FCC>

名称：面心立方格子

構造：



充填率：約74%

金属元素：アルミニウム，銅，銀 など

2. 炭素鋼S45Cについて次の問いに答えよ。

- (1) 炭素含有量を示し、約900℃から急冷する熱処理名と、その熱処理過程をそれぞれの温度における組織名を含め説明せよ。

炭素含有量：0.45%，熱処理名：焼入れ

熱処理過程：A3点（亜共析鋼）または、A1点（過共析鋼）以上の適当な温度（約900℃）に加熱して、一様なオーステナイト状態にした後に急冷することで、共析変態であるパーライト変態が阻害され常温にて炭素を過飽和に固溶したマルテンサイトが生じる。

- (2) 上記の熱処理において得られる特徴を述べ、またその後行われる熱処理である「焼戻し」の熱処理方法と組織の変化、得られる特徴を述べよ。

焼入れにより得られた鋼は非常に脆いため、靱性を与える目的で焼戻しの熱処理を行う。方法として、A1点以下の温度に再加熱し冷却することで固溶したマルテンサイトが分解し、過飽和のCをセメンタイトとして析出、安定化させる。これにより、軟化して靱性が増加する。

3. 次に示す語句について説明せよ。

- (1) 疲労限度

繰り返し負荷において、無限に繰り返しても破断に至らない応力
10⁶から10⁷回の繰り返し負荷に耐えることができる応力
など

- (2) 降伏応力

この応力以上に負荷を与えると塑性変形する点
塑性変形が生じる点
負荷を取り除いてもひずみが増加する時の応力
など

- (3) 加工硬化

塑性変形の進行とともに変形抵抗が増加すること
塑性変形に伴い結晶の滑り（転位）が生じ、滑りが進むにしたがって滑りに対する抵抗が大きくなり変形の継続が困難となること
など

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題
答案

(該当する方に○印をお願いします。)

(科目名 制御工学)

機械工学 専攻	番	氏名
---------	---	----

問1：式(A)は図1のタンク内の水位の高さ $y(t)$ と単位時間当たりの水の流入量 $u(t)$ に関する微分方程式である。

$$\frac{dy(t)}{dt} = u(t) - 0.5y(t) \quad (A)$$

タンク内の水位が目標値 $x(t)$ となるように、流入量 $u(t)$ を式(B)で与えて水位の高さ $y(t)$ を制御する。以下の問いに答えよ。

$$u(t) = K_1\{x(t) - y(t)\} + K_2 \int_0^t x(\tau) - y(\tau) d\tau \quad (B)$$

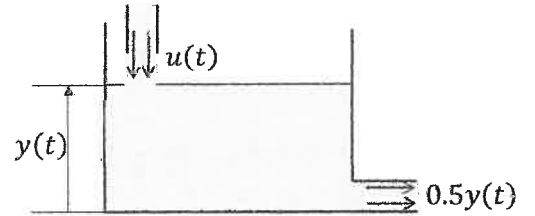


図1 制御対象 (タンクの水位)

(1) 図2に示すブロック線図の G_1 と G_2 を求めよ。また、閉ループ伝達関数 $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ を求めよ。

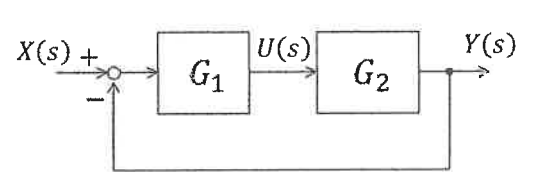


図2 制御系のブロック線図

- (2) $G(s)$ の極を求め、 $K_2 = 1$ の時に安定となる K_1 の条件を示せ。
 (3) $x(t)$ に単位ステップ入力を与えた時の定常偏差を求めよ。ただし $K_1 = 0.5$ とし、 $K_2 = 0$ と $K_2 = 0.1$ の2つの場合について求めよ。

(1) $G_1 = K_1 + \frac{K_2}{s}$, $G_2 = \frac{1}{s+0.5}$, $G(s) = \frac{K_1s+K_2}{s^2+(K_1+0.5)s+K_2}$

(2) $G(s)$ の極は $\frac{-(K_1+0.5) \pm \sqrt{(K_1+0.5)^2 - 4K_2}}{2}$, 安定となる条件は $K_1 > -0.5$

(3) $K_2 = 0$ のとき0.5, $K_2 = 0.1$ のとき0

問2：入力 $x(t)$ と出力 $y(t)$ の間の系の伝達関数が式(C)で与えられるとき、以下の問いに答えよ。

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (C)$$

- (1) 周波数伝達関数 $G(j\omega)$ について実部と虚部を求めよ。
 (2) 伝達関数のゲイン[dB]と位相[rad]を求めよ。
 (3) $\zeta = 2$, $\omega_n = 1$ として系の入力を $x(t) = A \sin t$ とする。この時の定常状態における出力 $y(t) = B \sin(t + \phi)$ の B と ϕ [rad]を求めよ。

(1) 実部は $\frac{\omega_n^2(\omega_n^2 - \omega^2)}{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_n\omega)^2}$, 虚部は $\frac{-2\zeta\omega_n^3\omega}{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_n\omega)^2}$

(2) ゲインは $20 \log \frac{\omega_n^2}{\sqrt{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_n\omega)^2}}$ [dB], 位相は $\tan^{-1} \left\{ \frac{-2\zeta\omega_n\omega}{\omega_n^2 - \omega^2} \right\}$ [rad]

(3) $B = \frac{A}{2}$, $\phi = -\frac{\pi}{2}$

2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

○問題

（該当する方に○印をお願いします。）

○答案

（科目名 英語 1/2 ）

建築系 建設システム 専攻	番	氏名
------------------	---	----

問題1 次の建築と都市デザインにおける人工知能についての英文を読み、問1～5に答えなさい。

Artificial Intelligence in Architecture and Urban Design

Artificial Intelligence (AI) has become one of the most influential technologies in modern design and engineering.

(あ) Architects and urban planners now use AI tools to help them collect, analyze, and visualize large amounts of data about buildings and cities. For example, AI can study the sunlight and wind flow around a building to suggest the most energy-efficient shape. In urban design, algorithms can simulate traffic movement or predict how people might use public spaces. In construction management, AI supports scheduling, cost estimation, and safety monitoring on large projects. These examples show that AI is not only a technical tool but also a creative partner that changes how design problems are solved.

One of the main advantages of AI is (い) (faster / process / complex / its / much / ability / environmental / to / data) than humans. This speech allows many designers to test various design options and explore sustainable materials or structures. AI can also help reduce human errors by instantly checking multiple possibilities. ((1)), AI does not always provide accurate data or reliable algorithms, which may lead to inappropriate design decisions. Therefore, designers and engineers must carefully check how AI's data are collected and how the algorithms make decisions. Understanding AI's process is important for keeping design work transparent and trustworthy.

Another important issue is the ethical use of AI in the built environment. When AI systems make decisions that affect people's safety or access to buildings, designers must think about responsibility. Who is responsible if an AI-based design leads to unsafe conditions or accidents? To answer such questions, many professional organizations are now developing rules for responsible AI in architecture. These guidelines include protecting personal and environmental data, reducing the energy used by large AI systems, and sharing models openly for peer review. Although AI continues to improve, it will not replace human creativity and sensitivity. AI can suggest patterns, layouts, and possibilities. (う) さらに、AIは過去のデータに基づいて複数の設計案を評価もできる。 Even so, humans must decide what is meaningful for society and culture. ((2)), the most successful design in the future will most likely combine human imagination with AI's analytical power. By working together, humans and intelligent machines can create buildings and cities that are efficient, safe and humane.

問1 下線部 (あ)を日本語に訳しなさい。

建築家と都市プランナーは、建物と都市についての大量のデータを収集し、分析し、視覚化するのに助けるために、現在AIのツールを使用する。

問2 本文中の内容に合うように、下線部(い)を並べ替えて英文を完成させなさい。
(faster / process / complex / its / much / ability / environmental / to / data)

its ability to process complex environmental data much faster

問3 下線部(う)の日本語を、本文の内容に合う自然な英語に訳しなさい。
「さらに、AIは過去のデータに基づいて複数の設計案を評価もできる。」

Furthermore, AI can evaluate complex design plan, based on the past data.

問4 空所 (1)と(2) に最も適切な語句を、次の中から選びなさい。
[However, In addition, Because, Therefore]

(1) However

(2) Therefore

問5 本文中で、建築や都市計画におけるAIの利用にはどのような問題点があると述べられているか、簡素な日本語で2つ説明しなさい。

AIはいつも正確なデータや信頼できるアルゴリズムを提供できるわけではないことと、AIの使用の倫理的な問題。

2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

○問題

（該当する方に○印をお願いします。）

○答案

（科目名 英語 2/2 ）

建築系 建設システム 専攻	番	氏名
------------------	---	----

問題2 次のSDGsの目標17「作る責任、つかう責任」についての英文を読み、問1～5に答えなさい。

Take, make, waste — (1)the manner of the industrial era. Take the resources needed, make them into things, discard the by-product, and, eventually, let the used goods become waste. Today, a new circular way of thinking is beginning to replace that logic. In nature, cycles are everywhere. Water and nutrients move in closed loops, and there is no waste. Instead, discards become resources. Drawing on nature's wisdom, circular business models look at old goods and scrap materials as valuable resources for new products. They begin to redirect the linear flows that start with raw materials and end at landfills and incinerators, making the industrial system function more like an ecosystem instead. (2)Companies can send their waste for recycling but also can be recyclers themselves. By reducing material use to begin with and recycling and reusing waste, they can reduce greenhouse gas emissions from extracting, transporting, and processing raw materials. And because the global economy currently uses far more of these materials far more quickly than the earth can regenerate, such practices address parallel challenges of resource scarcity.

At least half of waste is generated outside households, and sometimes much more. The sources of industrial and commercial waste are many: manufacturing of all kinds, construction sites, mines, energy and chemical plants, stores, restaurants, hotels, office buildings, sports and music venues, schools, hospitals, prisons, airports, and more. They are all sites of use and discharge. The stream of waste they produce includes the usual scraps from food and landscaping industries, as well as textiles, paper, cardboard and other packaging, plastic, glass, and metal. It also contains huge volumes of industrial solid waste, such as concrete, steel, wood, ashes, and tires, as well as electronic waste —the computers, screens, printers, phones, and more that are what gets left behind in the Information Age and that contain toxics including mercury, lead, and arsenic. Most the world's e-waste goes to low-income countries, where both regulation and enforcement are loose and black markets are rampant. (3)Not all of this waste can find a second life, at least not yet, but much of it can.

A series of efforts is helping to close the loop on commercial and industrial waste. (4)Extended producer responsibility (EPR) is an increasingly popular policy approach that makes companies responsible not just for creating goods but for managing them after use. Otherwise, the public takes the responsibility of disposal. EPR can be purely financial, charging producers for the cost of recovery and recycling; it can be physical as well, getting them directly involved in that process. Since 2006, the Dutch have used EPR for packaging. Where they exist, producer “take-back” laws help address e-waste. Companies such as carpet tile manufacturer Interface voluntarily seek to retrieve their product, so discarded tiles can provide ingredients for new ones. The outdoor clothing company Patagonia collects “worn wear” for repair or, if too far gone, for recycling. But voluntarily taking such responsibility is unusual. Formalizing it encourages companies to think *now* about what will happen *then* and make their products longer lasting, easier to fix, and as recyclable as possible. In other words, while recycling happens at end of life, it is best considered from the beginning.

（出典：Paul Hawken, ed., *Drawdown: The Most Comprehensive Plan Ever Proposed to Reverse Global Warming*.(2018)）

問1 下線部(1)にある「工業化時代のやり方」とは何を指しているか、説明しなさい。

必要な資源を獲得し、それで商品を製造し、副産物を捨て、最終的には使用済み商品を廃棄する、というやり方。

問2 下線部(2)を日本語に訳しなさい。

会社はリサイクルのために廃棄物を出すことができるだけでなく、会社自身がリサイクル業者にもなりうる。

問3 下線部(3)を日本語に訳しなさい。

この廃棄物すべてがいつも第二の人生を見いだせるとは限らない、少なくともまだ見いだせないが、多くは見出すことができる。

問4 下線部(4)にあるEPRとはどのようなコンセプトか、説明しなさい。

EPRは拡大生産者責任という意味だが、企業の責任を商品製造だけでなく、商品が使われなくなった後の管理（回収・リサイクル・廃棄）にも拡大する環境政策のコンセプトであり、手法である。

問5 EPRが適用されている事例を本文中からひとつ挙げ、その実践について具体的に説明しなさい。

（次の3つ事例のうちどれか1つでよい）：

2006年以来、オランダではパッケージにEPRが適用されている。

タイルカーペットの製造業者であるインターフェイスは自発的に自社製品を回収し、廃棄されたタイルは新しい製品の原料になっている。

アウトドアブランドのパタゴニアは着古した服を回収して補修するか、手遅れならリサイクルに回している。

○

○

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

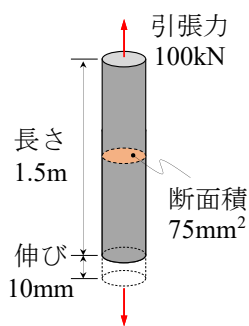
(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 建築構造学(1/2))

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

【問1-1】長さが1.5m、断面積が 75mm^2 の部材を100kNの力で引っ張ったとき、10mmの伸びが生じた(図1)。この部材を構成する材料のヤング係数 E [N/mm^2]はいくらか。なお、解答には途中式も書くこと。



ヤング係数 E : 200000 [N/mm^2]

図1 引張力を受ける部材

【問1-2】図2に示すようなT字形断面について、 x 軸、 y 軸に関する断面1次モーメントをそれぞれ計算し、図心の位置(x 座標、 y 座標)を求めよ。また、 x 軸に平行で図心を通る X 軸(図2中破線)に関する断面2次モーメント I_x [mm^4]を求めよ。ただし、図2中に記載の寸法の単位は[mm]である。なお、解答には途中式も書くこと。

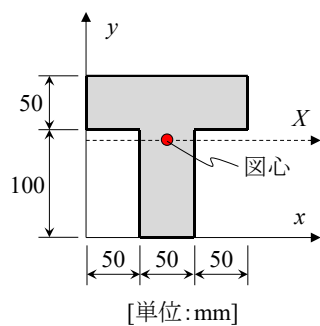


図2 T字形断面

図心の x 座標 : 75 [mm], y 座標 : 95 [mm] X 軸に関する断面2次モーメント I_x : 22,604,167 [mm^4]

【問1-3】図3に示すような長さが4mの片持梁の中央に10kNの集中荷重が作用したとき、先端に生じるたわみ δ [mm]を求めよ。ただし、部材のヤング係数には【問1-1】の解答(E [N/mm^2])を用い、断面2次モーメントには【問1-2】の解答(I_x [mm^4])を用いよ。なお、解答には途中式も書くこと。

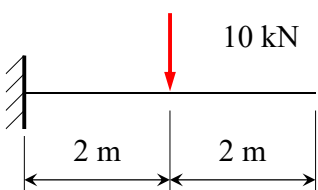


図3 片持梁

片持梁先端におけるたわみ : 14.7 [mm]

○

○

2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題

(該当する方に○印をお願いします。)

答 案

(科 目 名 建築構造学(2/2))

建 築 系 建設システム工学 専攻	番	氏名
----------------------	---	----

【問1-4】 図3の片持梁の先端にローラー支点がついた図4のような不静定梁がある。この不静定梁の中央に10kNの集中荷重が作用したとき、ローラー支点の鉛直反力 R [kN]を求め、不静定梁の曲げモーメント図を描け。ただし、梁のヤング係数と断面2次モーメントは【問1-3】と同様とし、曲げモーメント図には主要な値を記入せよ。なお、解答には途中式も書くこと。

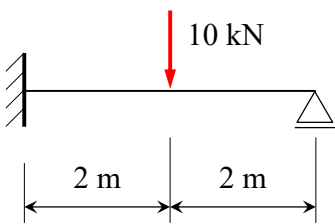
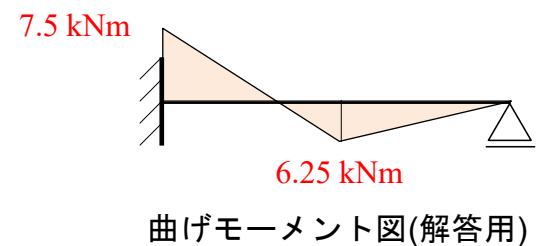


図4 不静定梁



ローラー支点の鉛直反力 R : 3.125 [kN]

【問2】 ラーメン構造と筋かい(ブレース)構造の違いを述べ、それぞれの耐震性能上の利点を「剛性」, 「耐力(強度)」, 「変形能力」の観点から記述せよ。また、耐震性能を確保する上で留意すべきことを記述せよ。なお、解答には図や式を用いても良い。

・ラーメン構造 :

[解答例] 部材に曲げモーメントを負担させることで外力に抵抗する構造であり、曲げ変形が卓越することから骨組の剛性は比較的小さくなる。耐震性能上の耐力は、部材端に塑性ヒンジを形成させた崩壊メカニズムにより決定され、部材に十分な塑性変形能力を発揮させることが設計上重要となる。したがって、耐震性能を確保する上では、部材に塑性ヒンジが形成されるまで破壊が生じないようにする必要がある。

・筋かい(ブレース)構造 :

[解答例] 柱や梁からなる骨組に、軸力のみを負担させる部材(筋かい)を斜め配置することで外力に抵抗する構造であり、軸力部材である筋かいの軸剛性が非常に大きいため、骨組の剛性も大きくなり骨組の変形を抑えることができる。耐震性能上の耐力は、筋かいが負担できる最大軸力によってほとんど決定され、変形能力も筋かいに依存する。したがって、耐震性能を確保する上では、筋かいが十分に軸力と変形能力を発揮できるようにする必要がある。

【問3】 コンクリートのせん断破壊は、鉄筋コンクリート部材の急激な耐力低下を伴う脆性的な破壊となるため、設計においては防止することが重要である。鉄筋コンクリート柱のせん断破壊を防ぐために有効な対策として考えられることをいくつか挙げよ。また、それらの対策がなぜ有効なのかを説明せよ。なお、解答には図や式を用いても良い。

[解答例] コンクリート柱のせん断破壊を防止するためには、せん断補強筋を配置することが有効である。せん断補強筋はせん断力による斜めひび割れが部材に生じたあとも引張力として抵抗し、部材のせん断力に抵抗することができる。また、コンクリート柱のせん断スパン比も重要であり、柱せいに対して長い部材ほど、せん断破壊よりも曲げ破壊が先行して生じやすくなるため、柱のせん断スパン比を大きくすることが有効である。

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 建築材料施工学 その1)

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

1. 下に示す材料を用いてコンクリート1m³あたりの標準調合を計算したところ、各材料の容積の比率 (百分率) は右のグラフに示すような値となった。このとき、下の各問いの数値を求めよ。なお、計算の過程において、容積および質量の計算では、都度整数に丸めることとする。
セメントの密度は3.16g/cm³、細骨材の表乾密度は2.56g/cm³、粗骨材の表乾密度は2.60g/cm³、粗骨材の単位容積質量は1.62kg/Lとする。(計30点)

1) 細骨材率 (S/a : 小数点以下第1位) ※計算結果には単位も表記する。

$$S/a = \frac{V_s}{V_s + V_g} \times 100 = \frac{31.7}{31.7 + 35.5} \times 100 = 47.172 \dots$$

答え 47.2 %

2) 水セメント比 (W/C : 小数点以下第1位) ※計算結果には単位も表記する。

$$W = 18.0 \times 1,000 \div 100 = 180$$

$$C = 10.3 \times 3.16 \times 1,000 \div 100 = 325.48 \dots \approx 325$$

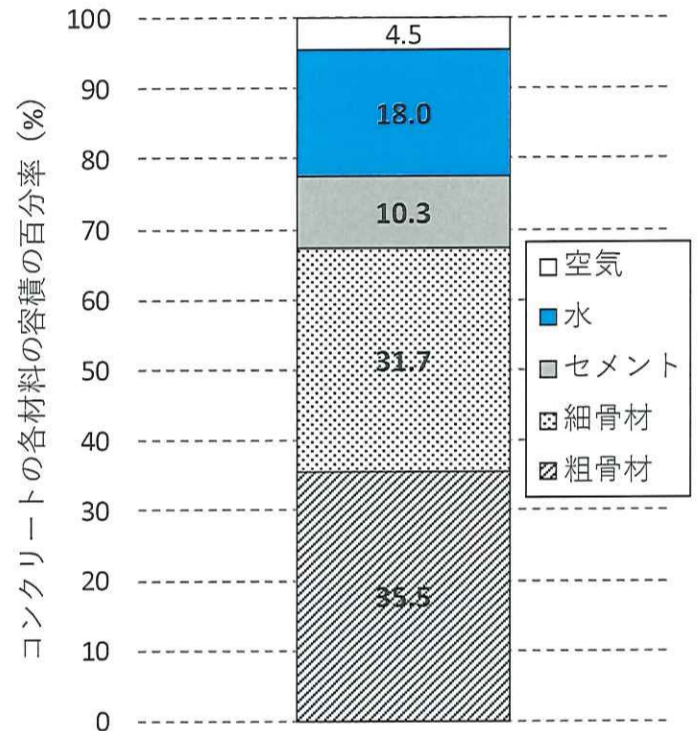
$$\frac{W}{C} = \frac{180}{325} \times 100 = 55.384 \dots$$

答え 55.4 %

3) 粗骨材の質量 (G : 整数) ※計算結果には単位も表記すること。

$$G = 35.5 \times 1,000 \div 100 \times 2.60 = 923$$

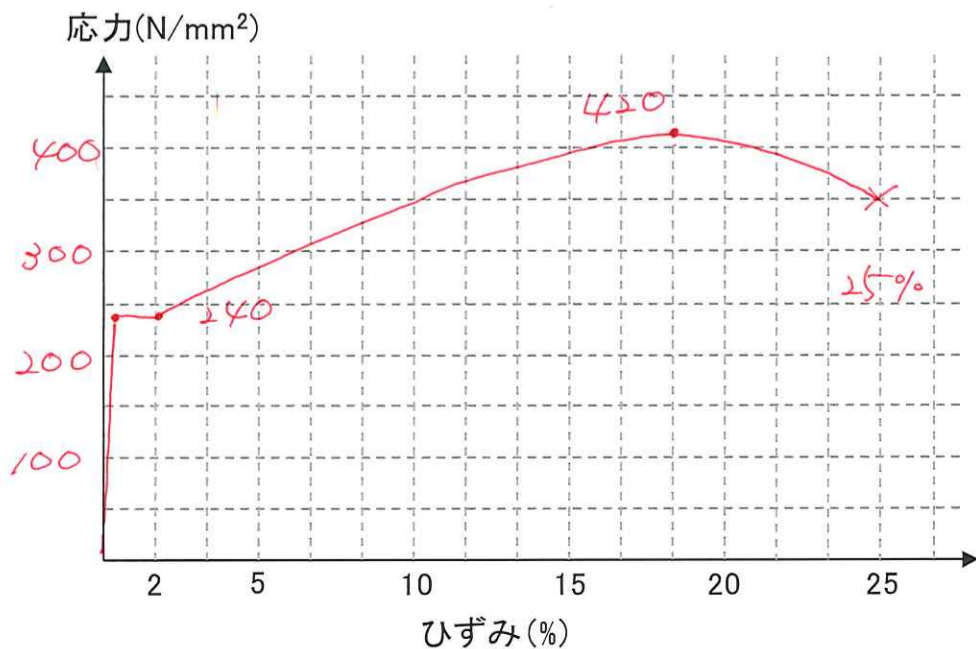
答え 923 kg/m³



2. 建築物の構造用鋼材として使用される一般構造用圧延鋼材 (SS400) について、引張試験を行ったところ、降伏点は240N/mm²、引張強さは420N/mm²の値が得られた。また、求められた伸びは25%であった。この結果から、下の各問いに答えよ。(計40点)

1) 得られた値をもとに、SS400の応力-ひずみ関係を左下のグラフ上で模式的に表せ。なお、グラフの縦軸の数値も記載すること。

2) 一般構造用圧延鋼材 (SS400) の応力-ひずみ関係の特徴を、グラフの右側で説明せよ。



降伏点、240N/mm²であり、応力とひずみの関係は、概ね比例関係にある。

降伏点、240N/mm²程度の降伏現象がみられる。

降伏現象がみられると、応力硬化域となる。

降伏比は0.57であり、降伏点引張強さを20%余りは43%未満である。

問題
答案

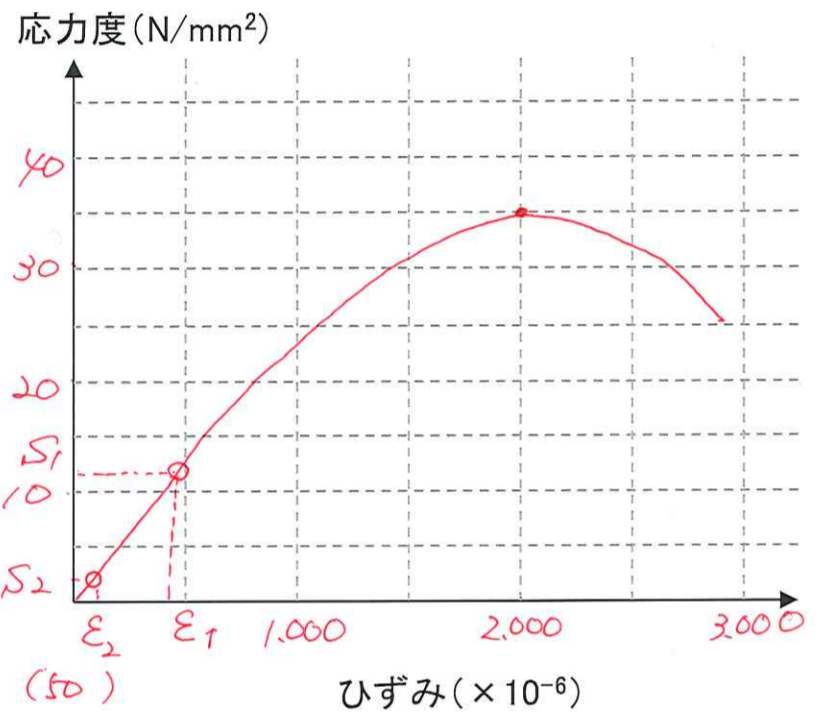
(該当する方に○印をお願いします。)

(科目名 建築材料施工学 その2)

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

3. 直径100.0mm×高さ200mmの円柱のコンクリート供試体で圧縮強度試験を行ったところ、応力度の最大値として35.0N/mm²、このときの圧縮ひずみ2,000×10⁻⁶の値が得られた。この結果から、下の各問いに答えよ。(計40点)
なお、圧縮強度試験はJIS A1108に従い、ヤング係数(静弾性係数)の測定はJIS A 1149に従って行った。

1) 得られた値をもとに、このコンクリート供試体の応力度-ひずみ関係を右のグラフ上で模式的に表せ。なお、圧縮方向を正とし、グラフの縦軸と横軸の数値も記載すること。



2) 右に描いたグラフを用いて、JIS A 1149に従ってヤング係数(静弾性係数)を求める場合の方法を説明せよ。なお、ヤング係数を求めるための説明として、グラフ上に必要な2点を記載し、ヤング係数を求めるための式または説明文とすること。2点を表す記号は、JIS A 1149の通りでなくても構わない。

強度 $\frac{1}{3}$ の応力度 S_1 と $\frac{1}{10}$ の応力度 S_2 を選ぶ。
 $S_1 = 11.7 \text{ N/mm}^2$
 ひずみが 50×10^{-6} (ϵ_2) のときの応力度 S_2
 ヤング係数 = $\frac{S_1 - S_2}{\epsilon_1 - \epsilon_2} \times 10^{-3}$ とし、= 点間の傾きとしてみる。

4. 下図は、建築工事において、鉄骨工場で製作されて搬入された鉄骨の建方の例を二つ示したものである。左と右の建方は、各々どのような建物の場合に用いられるかを示し、各々の方法を具体的に文章で説明せよ。(計30点)

<p>積み上げ方式</p>	<p>建て逃げ方式</p>
<p>この建方が用いられる場合 高層建築物で、鉄骨の躯体が上へ立ち上げられる場合 (敷地に余裕が少ない)</p>	<p>この建方が用いられる場合 建物の高さが移動式クレーンの範囲内であり、平面的に広い建物の場合</p>
<p>この建方の具体的な説明 1節の高さの鉄骨建方を平面的に可搬と見做し、次に2節の鉄骨建方を、続いて3節の鉄骨建方と、順に上へ躯体を完了させていく。躯体の工事に合わせてタワークレーンがクラッシングするこを繰り返す。</p>	<p>この建方の具体的な説明 敷地の奥または左右の端のスパンの鉄骨を最上層まで立ち上げる。次に隣のスパンの鉄骨を最上層まで立ち上げ、順に水平方向へと躯体を完了させていく。</p>

2026年度 (第2次)

大学院 (博士前期) 入試

問題

(該当する方に○印をお願いします。)

答案

(科目名 建築材料施工学 その3)

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

5. 下図 (表の左側) は、建築工事の鉄骨の接合において、高力ボルト (トルシア形高力ボルト) による接合の品質管理の途中の状況を示したものである。このあと、適切なトルクで締め付けられたあとの状態となったときに、左側の図からどのように変わったかを、トルシア形高力ボルトの図を表の右側に描き、その状態を具体的に文章で説明せよ。(30点)

	<p>適切なトルクで締め付けられたあとの状態の図</p>
	<p>上の図の内容に関する具体的な説明</p> <p>適切なトルクで締め付けると、上部のピンテールが破断する。ナットは60度から120度程度回転する。ナットのマーキングがずれ、座金の回転は締付け不足のため、ボルトと座金のマーキング位置は変わらない。</p>

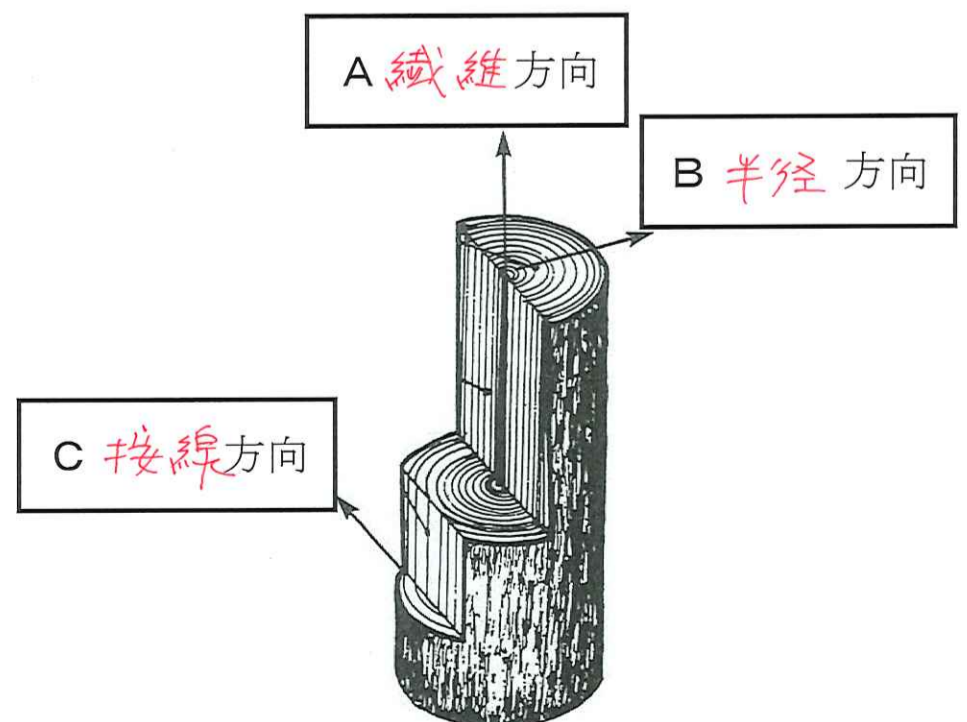
6. 木材の直交異方性について、下の図の枠内に三つの方向の名称を漢字で記入し、この三つの方向について、強度が高い方向から低い方向への順番と、収縮量大きい方向から小さい方向への順番を記述せよ。(計30点)

・強度が高い方向から低い方向への順番

繊維方向 > 半径方向 > 接線方向

・収縮量大きい方向から小さい方向への順番

接線方向 > 半径方向 > 繊維方向



2026年度 (第2次)

大 学 院 (博士前期) 入 試

問 題
答 案

(該当する方に○印をお願いします。)

(科 目 名 建築設計・計画学 1/2)

建 築 系 建設システム工学 専攻	番	氏名
----------------------	---	----

問1 以下の建築・都市計画に関する異なる2～3つの用語について、それぞれの共通点や違いを考慮して説明せよ。(10×10点)

1) コレクティブハウスとコーポラティブハウス コレクティブハウスは共有スペースを有し、暮らしを共同化する住まい方であり、コーポラティブハウスは家づくりを共同化する仕組みである。
2) 普通教室方式と教科教室方式 普通教室方式は、1つの「ホーム教室」を生徒が持ち、授業は基本的に先生が教室へ来る方式であり、教科教室方式は、教科ごとに専用教室を持ち、授業ごとに生徒が教室間を移動する方式である。
3) 集合住宅のアクセス方式における「片廊下型」と「中廊下型」と「コア型」 (これについては図示すること) 片廊下型は、廊下が建物の片側だけにあり、反対側に教室が並ぶタイプである。中廊下型は、建物の中央に廊下があり、その両側に教室が並ぶタイプである。コア型は、建物の中央にコア (階段・エレベーター・トイレ・設備類) がまとまって配置され、その周囲に教室や特別教室が配置されるタイプである。
4) コンバージョンとリフォーム コンバージョンは、既存建物の用途 (使い方) そのものを変えること。建物の構造・法規対応・設備更新を含む大規模な改修を伴うことが多い。リフォームは、建物の老朽化した部分を修繕したり、内装・設備を更新する工事の総称である。基本的に用途変更は行わない。
5) ユニバーサルデザインとバリアフリー ユニバーサルデザインは、初めから、年齢・障害・言語・文化などに関係なく、誰もが使いやすいように設計する考え方である。バリアフリーは、既存環境の中にあるバリアを取り除くことであり、主に高齢者や障害者が使いやすいように改修する考え方である。
6) パッシブデザインとアクティブデザイン パッシブデザインは、機械設備に頼らず、自然エネルギー (光・風・熱) を最大限に活用して快適性と省エネを実現する設計手法である。アクティブデザインは、機械設備 (空調、換気、照明、太陽光発電など) を積極的に活用して環境性能を高める設計手法である。
7) ZEBとZEH ZEBとは、建物 (主に業務用建築) の年間一次エネルギー消費をゼロ、またはゼロに近づける建物である。ZEHとは、住宅の年間一次エネルギー消費量をゼロ、またはゼロに近づける家である。
8) ハワードの「田園都市論」とペリーの「近隣住区理論」 田園都市論は、産業革命で悪化した大都市の環境問題を解決するため、都市と田園の長所を融合した独立した計画都市をつくるマクロな都市構想である。近隣住区論は、住宅地計画において、小学校担任で、安全でまとまりのある生活単位 (コミュニティ) をつくるためのミクロな計画手法である。
9) ラドバーンシステムとボンエルフ ラドバーンシステムは、アメリカのラドバーンで計画された住宅地方式で、自動車の安全と快適な居住環境を両立するために歩車分離を徹底した都市計画である。ボンエルフは、オランダで生まれた住宅街の交通デザインで、車より歩行者・居住者を優先した道路デザインである。
10) 土地区画整理事業と市街地再開発事業 土地区画整理事業は、土地そのものの形を整える事業である。地権者に土地を整形して換地すると共に、減歩により道路・公園などの公共施設を整備する事業である。市街地再開発事業は、土地と建物を一体的に建て直す事業である。従前資産を権利変換方式により新たな権利床に置き換える事業である。

2026年度（第2次）

大 学 院 （博士前期） 入 試

問 題
答 案

（該当する方に○印をお願いします。）

（科 目 名 建築設計・計画学 2/2 ）

建 築 系 建設システム工学 専攻	番	氏名
----------------------	---	----

問2 以下、現代の建築や都市に関わるキーワードの中から、今後重要だと思うものを2つ選択し、番号とキーワードを記載した上で、そのキーワードに関わる建築や都市における現状の課題と今後の対策について論じよ。（2×50点）

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| (01) 住まいづくり | (02) 風景・景観 | (03) 災害復興・防災 |
| (04) with/after コロナ | (05) 福祉・ソーシャルインクルージョン | (06) 環境・低炭素・再生可能エネルギー |
| (07) 空き家・空き地 | (08) 中心市街地活性化 | (09) 団地再生 |
| (10) 都市再生 | (11) 公共空間（河川・道路・公園）活用 | (12) 公共施設再編 |
| (13) マンション建て替え | (14) 都市木造 | (15) その他（必要に応じて設定も可） |

キーワード① [空き家]

空き家の課題は、多くの自治体で深刻化している社会問題です。空き家の課題としては、維持管理が行われないこと、老朽化による倒壊リスクが発生すること、防犯・治安の悪化を招くこと、景観悪化・地域イメージの低下につながることで、個人資産により行政による処理の難しさ、などが挙げられる。

このような空き家に対する対策としては、空き家のマッチング支援などにより「発生を防ぐこと」、草刈りや換気、清掃などにより「適切に管理すること」、老朽化し危険な空き家を「除却すること」など、多様な対策が考えられる。しかし、最も大切なことは、「活用すること」である。空き家活用に対する需要の高まりに後押しされ、空き家活用の規制緩和も段階的に推進されており、空き家を活用したカフェや飲食店、シェアハウス、シェアオフィスなど多様な展開が生まれている。

空き家を活用する際には、空き家化した建造物を単体で利活用するだけでなく、エリア一体型で連鎖的に活用することで、エリア全体の価値向上を推進していく必要があると考える。近年では、建物単体のリノベーションが同じエリアで同時多発的に起こり、面として展開する動きを「エリアリノベーション」と称し、まちづくりの新たな手法として注目されている。このようなエリアリノベーションの取り組みを通して、多くの空き家活用が展開することが期待される。

キーワード② [団地再生]

団地再生とは、老朽化した団地（主に高度経済成長期に大量供給された集合住宅）を、現代の暮らし方・安全性・環境性能に合わせて再生し、地域全体を活性化する取り組みのことである。

建物の老朽化への対策としては、団地の建て替え、改修、リノベーション、コンバージョンなどが考えられる。しかし、団地再生では、単なる建物の修繕に留まらず、住環境・コミュニティ・都市機能の再編まで含む広い取り組みが展開している。

例えば、コミュニティバスの実証実験、団地内広場のランドスケープの再生、夜間景観の再生、空室の活用（リノベーション・コンバージョン）、団地内商店街の空き店舗対策、大学や福祉事業者との連携などである。また、近年、戦後日本の住宅政策や生活文化を象徴する存在として、団地を守り、活かすべき遺産とみなす動きも生まれている。

人口構造・コミュニティ・事業採算など多様な課題を抱える団地であるが、これら多様な団地再生の取り組みを推進し、適切な形で後世に引き継ぐことが大切である。

○

○

問題

2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

（該当する方に○印をお願いします。）

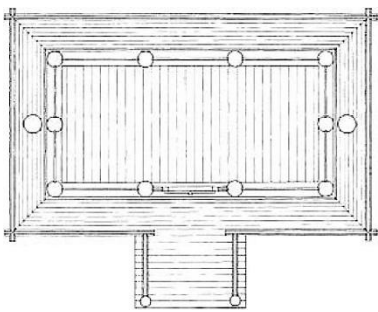
答案

（科目名 建築史・建築意匠 1 / 3 ）

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名	【解答】
--------------------	---	----	------

問1

- 1) 次の図に示される社殿建築について、その形式名と代表的な建築名を記した上で、建築様式上の特徴について意匠・使用部材・部材構成・材質・構造などの観点から3つ以上指摘して説明せよ。



我が国におけるもっとも古い社殿形式の一つ。切妻造・平入りで、柱はすべて円柱で古くは掘立柱として、両妻には棟持柱を立てる。棟の上には堅魚木を並べ、破風は屋根を突き抜けて屋上に千木として出る。

形式名 神明造建築名 伊勢神宮内宮正殿

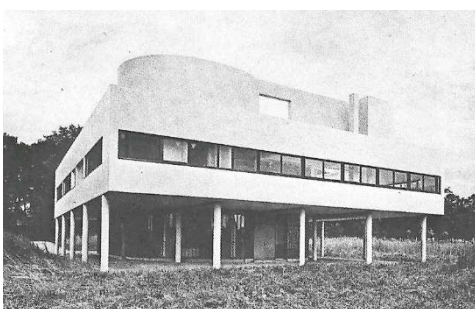
- 2) 次の写真に示される建築について、その様式名と建築名を記した上で、建築様式上の特徴について意匠・使用部材・空間構成・材質・構造・構法などの観点から3つ以上指摘して説明せよ。



2世紀の古代ローマ時代に完成した円形神殿。正面には古代ギリシア神殿風のファサードを持つ。内径と高さが約43mあり、同大きさの球体を内包する空間となっている。アーチやヴォールトを活用し、円筒形の壁部分に開口や空隙を設けて自重を軽減している。これらは古代ローマ建築における高い技術力を示している。

様式名 古代ローマ建築建築名 パンテオン

- 3) 次の写真に示される建築について、その建築名と設計者名を記した上で、建築様式上の特徴について意匠・空間構成・設計意図・材質・構造などの観点から3つ以上指摘して説明せよ。



コルビュジェが提唱した近代建築の五原則を完成度高く実現した住宅。ピロティにより建物全体を浮かせて、地上階の自由度を高めている。ドミノシステムにより、壁は構造的な制約がなくなり内部間仕切り壁の自由な配置が可能となり、これにより窓・開口部の位置などファサードも自由度を増している。

建築名 サヴォア邸設計者名 ル・コルビュジェ

○

○

問題

2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 建築史・建築意匠 2 / 3 ）

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名	【解答】
--------------------	---	----	------

問2

次の建築群の中から3つ選び、それぞれ建設された時代背景、建築史上の位置づけなど、その建築と社会や歴史・文化との関連について説明せよ。

【旧サン・ピエトロ（4世紀、ローマ）、中尊寺金色堂（1124年、岩手）、捨子保育園（15世紀、フィレンツェ）、東宮御所（赤坂離宮）（1909年、東京）、バウハウス校舎（1926年、ドイツ）、国立代々木屋内総合競技場（1964年、東京）】

選択した建築（1） _____

●旧サン・ピエトロ

ローマ帝国においてキリスト教は、長い苦難の時代を過ぎ313年のミラノ勅令により公認された。その後、教会建築が誕生した。旧サン・ピエトロは初期キリスト教建築の代表例で、前面には、前庭・アトリウムに続いてナルテクスと呼ばれる前室がある。扉を入った内部は、中央の身廊と両脇の側廊に空間が区切られ、最奥は半円形のアプス（アプシス）が張り出している。この様な教会堂を長堂式教会堂（バシリカ式教会堂）と呼ぶ。

●中尊寺金色堂

10世紀後半以降、藤原氏による摂関政治、密教の進展と浄土教の隆盛など、政治や宗教に変化がもたらされた。中尊寺金色堂は、奥州藤原氏が建てた阿弥陀堂で、小規模な一間四面堂。構造は円柱上の組物に平三斗、中備に本臺股を用いた簡単な形式とし、軒は反りの強い二軒の角繁垂木、宝形屋根には類例の少ない木瓦葺を用いる。堂は縁側から軒先に至る内外すべてに黒漆を塗り、金箔を押す。彩色・螺鈿細工・飾金具などによる堂内の荘厳は、当時の工芸技術を結集したものである。

選択した建築（2） _____

●捨子保育園

捨子保育園は、ブルネレスキ設計によるルネサンス建築の先駆けとなった建築。半円アーチを並べ、それを支えるコリント式オーダーの細い柱は背後から鉄製のタイ・ロッド（タイ・バー）で補強される。柱頭から離されたエンタブラチュアは帯状に単純化され、上下階を分けるストリング・コースとして水平性を強調している。尖頭ではなく半円のアーチ、垂直性ではなく水平性を強調する点にゴシック建築との違いが感じられる。

●東宮御所

東宮御所（赤坂離宮）は、当時の皇太子のための御住居として片山東熊設計により建てられた。西洋の建築意匠や建設技術を修得した日本人建築家による本格的なネオ・バロックの宮殿建築である。正面外観は、左右翼屋の内壁面を前方へ湾曲して張出し、中央部と翼屋部の正面は、それぞれコンポジット式とイオニア式の柱で支承したペディメントで強調する。花崗岩の壁面は、一階はアーチ窓を配し、二階はイオニア式片蓋柱で整然と区画し、アーチ窓・角窓・ペディメント付角窓を配する。中央部軒上両端には、甲冑・弓矢・砲弾を象った青銅製彫刻装飾を飾り、ペディメントのティンパヌムの浮彫、窓上額面の花綱飾、玄関二階左右の浮彫など、彫刻装飾を多用する。

選択した建築（3） _____

●バウハウス校舎

ドイツで設立された芸術・工芸、建築などを総合的に学ぶ美術学校であるバウハウスは、近代を代表する建築家グロピウスを校長に迎え、ドイツへの移転時にグロピウスが設計したのがバウハウス校舎である。最新の建築材料、建設技術を取り入れ、機能性や合理性を重視した平面計画、ガラスのカーテンウォールを採用し透明感のある建築は当時の近代建築の頂点として、他建築・建築家へ影響を与えた。

●国立代々木屋内総合競技場

1964年の東京五輪の競技施設として丹下健三により設計された代々木屋内競技場は、建築家と構造エンジニアが協同して実現した、より自由な建築意匠や新しい構造システムによる新しい近代建築の事例である。吊り構造という構造形式が建築の形態となり、機能的で美しい建築が実現されている。第一体育館はスパン126mの支柱間にケーブルが架けられ屋根を構成し、大空間を創出している。

○

○

問題

2026年度（第2次）

大学院（博士前期）入試

（該当する方に○印をお願いします。）

答案

（科目名 建築史・建築意匠 3/3）

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名	【解答】
--------------------	---	----	------

問3

下記の語句について建築史・建築意匠の観点から、その特徴や内容について簡潔に説明せよ。必要に応じて図を描いてもよい。

1) 臺股

梁の上にあって上の虹梁、桁、棟木などの上部の荷重を支える横広がり装飾的部材。蛙が股を広げたような形をしているので、臺股と呼ばれる。

当初は厚板作りの「板臺股」形式で実際に荷重を受けていたが、平安中期ごろ両脚の間に装飾的彫刻を施した「本臺股」が現れ、単なる装飾と化したものが多くなった。

2) 桔木

梃子の原理を利用して、長く突き出ている軒先を支えるために、軒裏から小屋組内に取り付けられる材。

軒桁（丸桁）上の土居桁あるいは出し梁上の桔木枕を支点とし、上端は桔木押えという水平材で小屋束に固定する。

3) 望楼型天守

天守の建築形式の一つ。低層の大きな入母屋造の建物の上に、望楼となる建物を載せた天守。構造的にも意匠的にも、下層部分と上層の望楼部分とで区切られる。

4) コリント式のオーダー

ドリス式、イオニア式と共に、古代ギリシア建築における3種のオーダーの一つ。

アカンサスの葉をモチーフとした柱頭が特徴的で、他のオーダーに比べて装飾的意図が強い。使用事例は後の時代まで多くある。

5) ペンデンティブドーム（ビザンチンドーム）

ペンデンティブとは、正方形の平面の上にドームを架ける場合、ドームの出発点を形づくるために四隅に設ける球面三角形の部分。すなわち正方形に外接するドームを仮定し、それを正方形の各辺を含む鉛直面で切り取り、更にその切り口の半円の頂点で、水平に切り取ることによってできる4個の球面三角形のこと。これを用いたドームがペンデンティブドーム。

6) フライイングバットレス

飛控え、飛梁。ゴシックの教会堂建築において、身廊部を覆うヴォールトの側圧を外側のバットレスに伝えるために、側廊の屋根の上に架け渡された石のアーチ状の屋外構造物。

7) 擬洋風建築

幕末から明治にかけて建設された、和風とも洋風ともつかない折衷建築。主に横浜などの開港地で、日本人大工、左官などが伝統技術を用いながら、洋風建築を見よう見まねで建設したのに始まり、全国各地の学校・官庁の建築へと普及した。

8) アール・ヌーヴォー

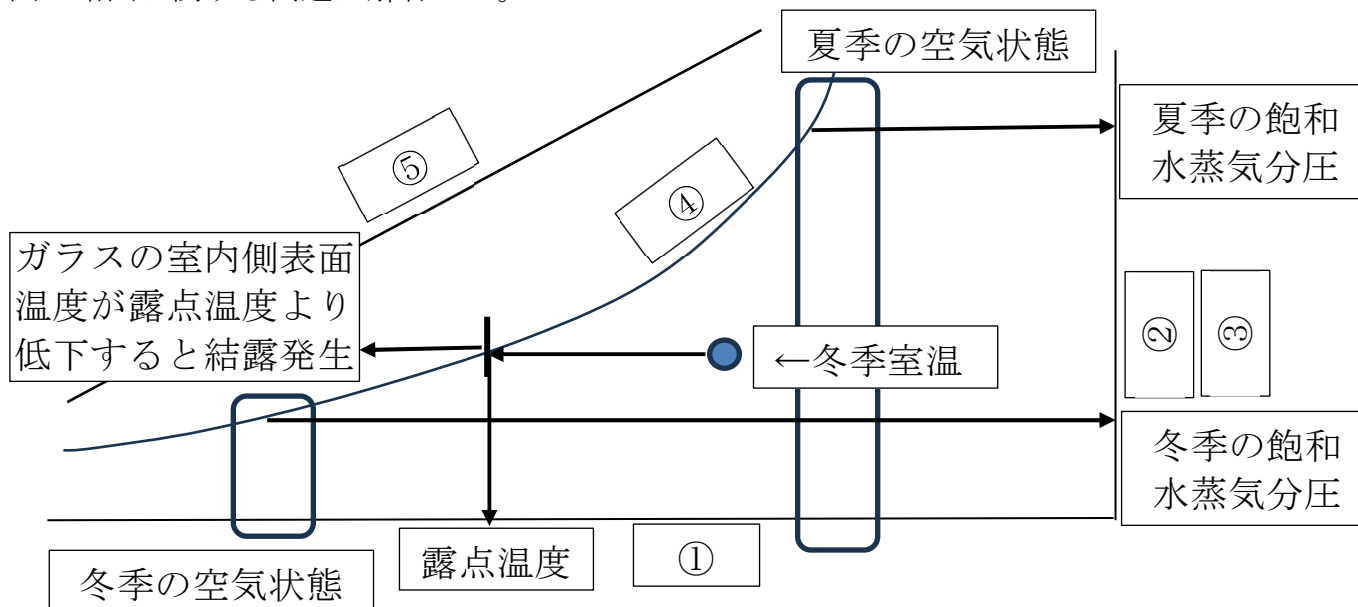
19世紀末から20世紀初頭にかけて、ヨーロッパの各地に流行した芸術様式。植物的な流れるような曲線を用いた装飾に特徴があり、過去の様式を用いることなく新しい装飾形式をつくりだす動きは、建築より先にグラフィックアートから建築に至る芸術の各領域に既に現れていた。

建築系 建設システム工学 専攻	番	氏名
--------------------	---	----

以下の問題1から問題3について全て解答せよ。

【問題1】

以下の空気線図の略図に関する問題に解答せよ。



(1) 空気線図内の略図内の縦軸、横軸などの①～⑤の項目と単位として正しいものを語群から選択し、記号で解答せよ。なお、②と③の順番は問わないが、同じ記号を記入した場合は2問とも不正解とする。

①	ア	②	キ or ク	③	ク or キ	④	エ	⑤	シ
---	---	---	--------	---	--------	---	---	---	---

[語群]

ア：乾球温度[°C]、イ：湿球温度[°C]、ウ：相対湿度[kg/kg(DA)]、エ：相対湿度[%]、オ：顕熱比[-]
 カ：絶対湿度[%]、キ：絶対湿度[kg/kg(DA)]、ク：水蒸気分圧[kPa]、ケ：水蒸気分圧[kg/kg(DA)]
 コ：顕熱比[%]、サ：比エンタルピー[kPa]、シ：比エンタルピー[kJ/kg(DA)]、ス：熱水分比[-]

(2) 冬季に空気が乾燥する理由について説明せよ。なお、用語「飽和水蒸気分圧」、「絶対湿度」は必ず使用し、上記の空気線図の略図内に空気の状態点や変化を示しながら説明すること。

解答：
 空気線図の略図に示したように、冬季の空気は低温のため、夏季と比べて空気中に含むことのできる水蒸気量である飽和水蒸気分圧が小さくなる。そのため、空気中に含むことのできる絶対湿度の量も少なくなるため乾燥することになる。

(3) 冬季のガラス窓面室内側に結露が発生する理由を説明せよ。なお、用語「露点温度」、「相対湿度」は必ず使用し、上記の空気線図の略図内に空気の状態点や変化を示しながら説明すること。

解答：
 空気線図の略図に示したように、冬季の室温を想定した場合、空気の温度が低下して相対湿度100%となる温度が露点温度である。冬季で外気温が低下した場合は、ガラスの室内側表面温度も低下し、この露点温度よりも低くなると、窓面に触れた室内の空気から結露としてガラス表面に水滴として付着する。

2026年度（第2次）

大 学 院 （博士前期） 入 試

問 題
答 案

（該当する方に○印をお願いします。）

（科 目 名 建築環境・設備工学 2 / 2 ）

建 築 系 建設システム工学 専攻	番	氏名
----------------------	---	----

【問題2】

給水・給湯設備に関する以下の問題に解答せよ。

(1) 高置水槽方式の説明と停電時における給水の可能性について述べよ。

解答： 受水槽で一旦貯めた上水を屋上などの高所に設置した高置水槽に揚水し、建物内へは重力の圧力により給水する方式である。高置水槽の高さは、最上階の部屋の給水栓で必要な圧力が確保できる高さに設置することが必要である。停電時には、高置水槽に貯水されている分は給水可能である。
--

(2) 受水槽の6面点検について説明せよ。

解答： 受水槽は上水を貯めておくものであるため、不純物が混入しないように定期的な点検が必要となり、6面全てから点検が可能ないように上部1.0m、それ以外の5面は0.6m以上のスペースを確保する必要があることを言う。
--

(3) ホテルなど大型建物の中央給湯方式では、単管式ではなく複管式が採用される。その理由と複管式のデメリットについて述べよ。

解答： 熱源から給湯栓までの距離がある場合には、給湯栓を開栓してからお湯が出るまでの湯待ち時間が長くなる。そのため大型建物では、常にお湯を循環させる複管式が採用される。複管式のデメリットは常に循環させることによる熱損失によるエネルギー消費量の増大である。
--

【問題3】

空気調和に関する以下の問題に解答せよ。文章中の○数字として適切な語句を解答欄に記入すること。

(1) 圧縮式冷凍機の冷凍サイクルは、圧縮、凝縮、膨張、蒸発の4つの過程がある。この中で冷水を製造する過程は、(①) であり、エネルギーを消費するのは (②) である。

(2) 冷房負荷の構成要素は、外壁からの貫流熱、窓面からの入射熱、人体、すきま風、照明などがあるが、このなかで顕熱・潜熱いずれの負荷となるものは (③) と (④) である。(③と④の順番は問わないが、同じ解答の場合は2問とも不正解とする)

(3) 熱媒体の違いによる空調方式の分類には、空気方式、水方式、水-空気方式、冷媒方式があるが、ビルマルチエアコンの方式は (⑤) である。

(4) 空気調和の4要素は、温度、湿度、気流、(⑥) である。

(5) 建築物管理衛生法で定められている室内環境基準の中で、CO₂濃度は (⑦) ppm以下であり、温度は18℃以上、(⑧) 以下、相対湿度は (⑨) %以上70%以下である。

問題3の解答欄

①	蒸発	②	圧縮	③	人体 or すきま風
④	人体 or すきま風	⑤	冷媒方式	⑥	空気清浄度
⑦	1000	⑧	28	⑨	40

○ ○
(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム) ※辞書の持ち込み可とします。(電子辞書等は不可)

科目名	外国語	受験番号	番	氏名
-----	-----	------	---	----

問題1 次の英文を日本語に翻訳しなさい。(CNN EXPRESS 第36巻第7号第9号より) 8×5=40点満点

- (1) The climate crisis could result in one the world's Seven Wonders being added to endangered lists.
- (2) Australia has been under pressure from environmentalists to do more to reduce carbon emissions.
- (3) The simple fundraising idea quickly sold out, raising more than \$145,000.
- (4) The three paying customers completed about 15 weeks of training before the flight.
- (5) If you're eating these burgers solely for their health value, then you may want to reconsider.

問題2 次の日本語を英語に翻訳しなさい。(CNN EXPRESS 第36巻第7号第9号より) 8×5=40点満点

- (1) 従来、人々がロボット工学について考えているとき、思い浮かべるのは工場にあるような大きなロボットである。
- (2) 科学技術の次なる大きな出来事の構築には、時間がかかることがある。
- (3) いつか参照できるように、この文書を印刷し保存しておいてください。
- (4) 僕らはこの件に決定権はない。
- (5) もしあなたがうっかり機密情報を電話で漏らしてしまったら、必ず教えて下さい。

問題3 次の英語を日本語に翻訳しなさい この部分につきましては、著作権の都合により公開いたしません。。20点満点

この部分につきましては、
著作権の都合により公開いたしません。

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問題1 下記の10進数を2進数に直して下さい。4×5=20点

- (1) 13 ⇒
- (2) 8 ⇒
- (3) 25 ⇒
- (4) 38 ⇒
- (5) 63 ⇒

問題2 以下の式の導関数として適切なものを選択肢から選んで下さい。4×5=20点

- (1) x^3 :
- (2) $5x^2$:
- (3) $\sin(x)$:
- (4) $\sin(3x)$:
- (5) $\{\sin(x)\}^3$:

選択肢

- | |
|--|
| (a) $3x^2$ (b) $10x^2$ (c) $10x$ (d) $3x^3$
(e) $3\{\sin(x)\}^2$ (f) $3\cos(x)\{\sin(x)\}^2$
(g) $15\sin(3x)$
(h) $3\cos(3x)$ (i) $\cos(x)$
(j) $-\sin(x)$ (k) 1 (l) x |
|--|

問題3 以下の定義式に基づき、 $f(x + \Delta x)$ を求めたうえで $f(x) = 3x$ を微分して下さい。20点

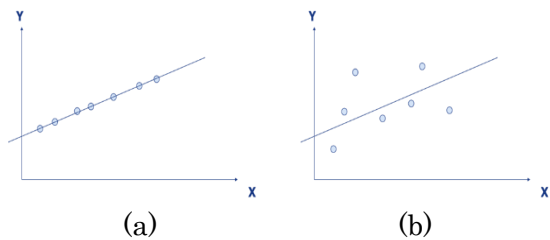
$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

$f(x + \Delta x) =$

$f'(x) =$

問題4 サンプルをプロットした以下の二つのグラフ（直線は回帰直線とする）のうちXとYの間での相関係数が高いものは(a)と(b)のどちらか答えなさい。10点

解答：



問題5 以下の空欄を埋めなさい。なお、空欄には複数回出現する語も存在する。4×5=20点

() は、観測データと予測値の間の () の二乗和を最小化する方法である。線形回帰分析における () を導出する際に利用する。一方でニューラルネットワークにおいては () を用いてパラメーターを最適化し () を最小化する。

問題6 事業戦略と全社戦略の違いはなにか。簡潔に答えなさい。10点

(問題・解答) 用紙 (経営システム・情報システム) ※辞書の持ち込み可とします。(電子辞書等は不可)

科目名	外国語	受験番号	番	氏名
-----	-----	------	---	----

問題1 次の英文を日本語に翻訳しなさい。8×5=40点満点

(1) The climate crisis could result in one the world's Seven Wonders being added to endangered lists.

世界の7つの自然界脅威の1つが絶滅危惧リストに載るという事態を、気候危機がもたらすかもしれない。

(2) Australia has been under pressure from environmentalists to do more to reduce carbon emissions.

オーストラリアは炭素排出量を減らす取り組みを強化せよという圧力を環境保護活動家たちから受けている。

(3) The simple fundraising idea quickly sold out, raising more than \$145,000.

そのシンプルな資金集めのアイディアは即座に完売し、14万5000ドル以上の資金を集めた。

(4) The three paying customers completed about 15 weeks of training before the flight.

3人の有償旅客は、この飛行の前に約15週間の訓練を終えている。

(5) If you're eating these burgers solely for their health value, then you may want to reconsider.

こうしたハンバーガーをその健康面の価値だけから食べているとすれば、考え直した方が良いでしょう。

問題2 次の日本語を英語に翻訳しなさい。8×5=40点満点

(1)従来、人々がロボット工学について考えているとき、思い浮かべるのは工場にあるような大きなロボットである。

Traditionally, when people think about robotics, they think about big robot arms in factories.

(2)科学技術の次なる大きな出来事の構築には、時間がかかることがある。

Building the next big thing in tech can take time.

(3)いつか参照できるように、この文書を印刷し保存しておいてください。

Please print out and retain document for future reference.

(4)僕らはこの件に決定権はない。

We don't have the authority to decide on this.

(5)もしあなたがうっかり機密情報を電話で漏らしてしまったら、必ず教えて下さい。

If you do happen to inadvertently give out sensitive information to a caller, be sure to let me know.

問題3 次の英語長文を日本に翻訳しなさい。 20点満点

この部分につきましては、
著作権の都合により公開いたしません。

(問題・解答) 用紙 (経営システム)・情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問題1 下記の10進数を2進数に直して下さい。4×5=20点

- (1) 13 1101
- (2) 8 1000
- (3) 25 11001
- (4) 38 11001
- (5) 63 100110

問題2 以下の式の導関数として適切なものを選択肢から選んで下さい。4×5=20点

(1) x^3 : (a)

選択肢

(2) $5x^2$: (c)

(a) $3x^2$ (b) $10x^2$ (c) $10x$ (d) $3x^3$

(3) $\sin(x)$: (i)

(e) $3\{\sin(x)\}^2$ (f) $3\cos(x)\{\sin(x)\}^2$

(4) $\sin(3x)$: (h)

(g) $15\sin(3x)$

(5) $\{\sin(x)\}^3$: (f)

(h) $3\cos(3x)$ (i) $\cos(x)$

(j) $-\sin(x)$ (k) 1 (l) x

問題3 以下の定義式に基づき、 $f(x + \Delta x)$ を求めたうえで $f(x) = 3x$ を微分して下さい。20点

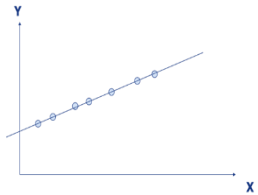
$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

$$f(x + \Delta x) = 3(x + \Delta x)$$

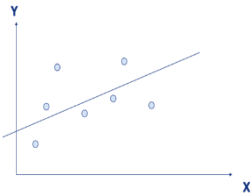
$$f'(x) = 3$$

問題4 サンプルをプロットした以下の二つのグラフ (直線は回帰直線とする) のうちXとYの間での相関係数が高いものは(a)と(b)のどちらか答えなさい。10点

解答 : (a)



(a)



(b)

問題5 以下の空欄を埋めなさい。なお、空欄には複数回出現する語も存在する。4×5=20点

(最小二乗法)は、観測データと予測値の間の(誤差)の二乗和を最小化する方法である。線形回帰分析における(回帰係数 ※係数で可とする)を導出する際に利用する。一方でニューラルネットワークにおいては(最急降下法)を用いてパラメーターを最適化し(誤差)を最小化する。

問題6 事業戦略と全社戦略の違いはなにか。簡潔に答えなさい。10点

事業戦略は各事業の競争戦略であり、全社戦略は企業全体の成長戦略である。

(問題 **解答** 用紙 (情報システム)

※辞書の持ち込み可とします。(電子辞書等は不可)

科目名	外国語	受験番号	番	氏名
-----	-----	------	---	----

- (1) 一方、陸上では、ペルーのナスカ砂漠の埃っぽい地面に刻まれた謎の線や記号の探索が人工知能 (AI) の力で急速に進められている。考古学者たちは、これらの発見と記録に1世紀近くを費やしてきました。
- (2) 上空からしか見ることのできない広大なピクトグラムには、幾何学模様や人型の人物、さらにはナイフを振り回すシャチの姿まで描かれている。
- (3) 2022年9月から2023年2月にかけて、研究チームはナスカ砂漠でモデルの精度を検証し、有望な場所を徒歩とドローンを用いて調査した。
- (4) 研究者たちは最終的に303点の比喩的地上絵を「地上検証」し、わずか数ヶ月で既知の地上絵の数がほぼ倍増した。
- (5) このモデルは完璧には程遠かった。
- (6) 629平方キロメートル (243平方マイル) に及ぶ砂漠地帯から、なんと4万7000箇所もの候補地が提示された。
- (7) 考古学者のチームがこれらの提案を精査・ランク付けし、「高い可能性」を持つ候補地を1309箇所特定した。
- (8) 研究によると、AIモデルによる提案36箇所ごとに、研究者たちは「有望な候補地を1箇所」特定したとのことである。
- (9) モデルはまだ完全に正確ではないものの、AIは考古学、特に砂漠のような遠隔地や過酷な地形において、大きな貢献を果たす可能性があるとして述べている。
- (10) 問題は、考古学者が機械学習モデルの構築方法を知らず、データサイエンティストは一般的に考古学にあまり興味がないことである。なぜなら、他の分野でより多くの収入を得られるからである。
- (11) While proteins are built from only around 20 amino acids,
- (12) and they help carry oxygen in the blood.
- (13) For decades, decoding these 3D structures has been a challenging and time-consuming endeavor involving the use of fussy lab experiments and a technique known as X-ray crystallography.
- (14) However, in 2018 a game-changing AI-based tool arrived on the scene.
- (15) the database acts as a “Google search.”
- (16) It provides access at the touch of a button to predicted models of proteins,
- (17) The tool has been used by at least 2 million researchers around the world.
- (18) The tool does have some limits.
- (19) the software is not equipped to predict the consequences of new mutations in proteins.
- (20) AlphaFold is only the most high-profile of a number of AI tools being deployed in biomedical fields.

(問題・解答) 用紙 (情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

次の問1～4から2問を選んで回答しなさい。

問1 次の問(1)、(2)、(3)に答えなさい。

(1) 図1に示す論理回路Aの真理値表を書いてください。

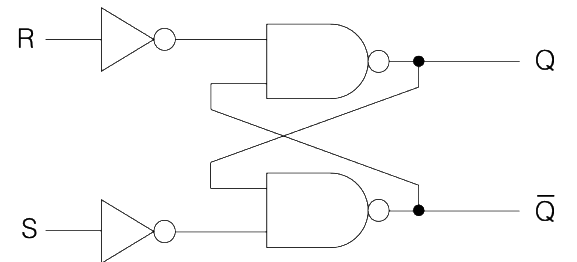


図1 論理回路A

入力		出力	
R	S	Q	\bar{Q}
0	0	変化しない	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	不安定	

(2) 図2に示す論理回路Bの真理値表を書いてください。なお、CLKはクロックパルス入力を示します。

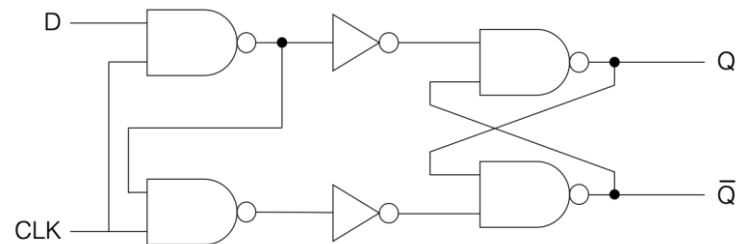
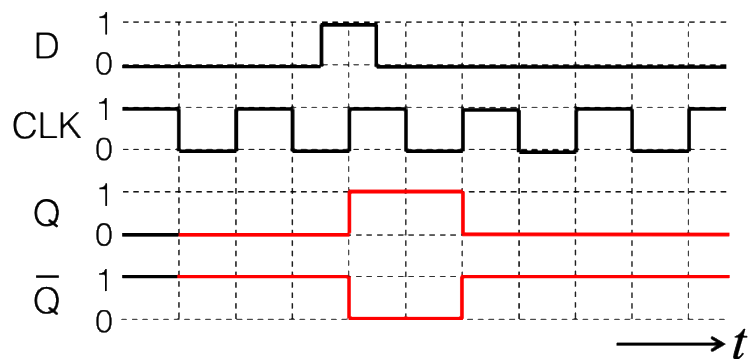


図2 論理回路B

入力		出力	
CLK	D	Q	\bar{Q}
0	X	変化しない	
↑	0	0	1
↑	1	1	0

(3) 図2の論理回路Bにおいて、以下のタイムチャートを完成させてください。



(問題・解答) 用紙 (情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問2 図3に示されるC言語のコードについて、次の問(1)、(2)、(3)、(4)に答えなさい。
 なお、int型のメモリ領域は4バイト・ポインタのメモリ領域は8バイトと仮定します。

(1) コードの処理内容について、特にデータ領域の確保とデータ構造の観点から説明してください。

ポインタとmalloc関数を使用して、ヒープメモリ上に3次元配列のデータ領域を動的に確保し、管理している。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
```

```
#define A_MAX 100
#define B_MAX 200
#define C_MAX 300
```

```
int main() {
    int ***X;
    int a, b, c;
    int counter = 0;
```

(2) データ領域のために確保されるヒープ領域のメモリ空間は、何バイトになるのかを計算してください。

24,000,000 バイト

```
X = (int ***)malloc(A_MAX * sizeof(int **));
if (X == NULL) {
    return -1;
}
```

```
for (a = 0; a < A_MAX; a++) {
    X[a] = (int **)malloc(B_MAX * sizeof(int *));
    if (X[a] == NULL) {
        return -1;
    }
```

(3) コード全体が確保するヒープ領域のメモリ空間は、何バイトになるのかを計算してください。

24,160,800 バイト

```
for (b = 0; b < B_MAX; b++) {
    X[a][b] = (int *)malloc(C_MAX * sizeof(int));
    if (X[a][b] == NULL) {
        return -1;
    }
```

```
for (c = 0; c < C_MAX; c++) {
    X[a][b][c] = (int)counter;
    counter++;
}
}
```

```
(4)のコードを追記する場所
}
```

図3 C言語のコード

(4) コードの最後の指定箇所に、以下のコードを追加した場合に表示される数字を計算してください。

```
printf("%d¥n", X[0][10][1]);
```

3001

(問題・解答) 用紙 (情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問3. 画像処理に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 下図に示すように、画素値1および0を持つデジタル画像A(サイズ:8×8)がある。この画像に対して3×3の4近傍ラプシアンフィルタを適用してデジタル画像Bを生成する。このとき、画像Bの各画素値を求めて枠内に記入しなさい。ただし、画像Bの縁1画素幅の領域(*部)は記述しなくてもよい。

0	0	0
0	-1	1
0	0	0

横方向微分フィルタ (例)

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

画像A

*	*	*	*	*	*	*	*
*	0	2	-3	2	1	0	*
*	1	-2	0	-1	-2	1	*
*	1	-1	0	0	-2	1	*
*	1	-1	0	-1	2	0	*
*	1	-1	0	-2	1	0	*
*	1	-2	-2	2	0	0	*
*	*	*	*	*	*	*	*

画像B

微分フィルタの例に倣いラプシアンフィルタを設計し適用する

(2) 下図の2つの線形フィルタは共通する画像処理効果を持つ。共通する画像処理効果について述べなさい。また、2つのフィルタの処理と効果の違いについても述べなさい。

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

フィルタA

1/16	2/16	1/16
2/16	4/16	2/16
1/16	2/16	1/16

フィルタB

いずれも平滑化の効果を持つ。

フィルタAは範囲内の画素を同じ重みで平滑化するが、フィルタBは中心に近いほど大きな重みを与えて平滑化する。そのため、フィルタBはフィルタAに比べてエッジが保持される(ボケが小さい)。

(3) 映像合成用グリーンバック(緑色の背景)の前で俳優が演技している様子を撮影したカラー動画(BGR形式)がある。この動画から俳優だけをなるべくきれいに切り出した動画を生成したい。レガシーな画像処理ではどのような処理手順を行えばいいか箇条書きで記述しなさい。なお、俳優は複数の色で構成される衣装を着ており(緑色の部分も小さく含まれる)、グリーンバックには俳優の影が映る場合がある。

1. 動画から1フレームの画像を取り出し(加えてガウシアンフィルタ等で平滑化)。
2. 1で取り出した画像をHSV形式に変換した画像を生成。
3. 3で生成した画像を全画素走査して、彩度(S)と明度(V)がある程度高く、色相(H)が緑色の範囲内にある画素を抽出して、領域を示す二値画像を生成。
4. 3で生成した領域二値画像に膨張収縮処理を施して小領域や穴を除去。
5. 1で生成した画像に対して、4の処理を施した領域二値画像をマスクとして適用することで、1の画像から緑色背景を除去。

(問題・解答) 用紙 (情報システム)

科目名	専門科目 ()	受験番号	番	氏名
-----	----------	------	---	----

問4. 以下のPHPプログラム(index.php)は図に示すような簡単な掲示板ページを実現する。名前とコメントを入力して投稿ボタンを押せば、名前とコメントが掲示板ファイル(blog.txt)に追加保存される。その後で掲示板ファイルの全内容を読み込んで、過去の投稿内容も含めて行ごとに表示する。プログラム中の内の①~④の部分について語句一覧から選んで適切に並べることでプログラムを完成させなさい。なお複数回使う語句や使わない語句もあり得る。

```

<html>
<head>
<meta http-equiv='content-type' content='text/html; charset=UTF-8'>
</head>
<body>
<h2>掲示板</h2>

<form method="POST" action="index.php">
名前:<input type="text" name="name" size="15"><br>
コメント:<input type="text" name="comment" size="40"><br>
<input type="submit" value="投稿">
</form>
<hr>

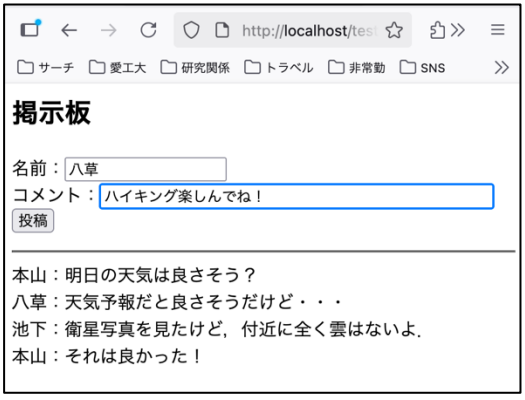
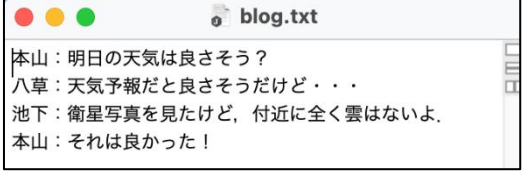
<?php
$file_name = "blog.txt"; //掲示板ファイル名
//フォームに名前とコメント付きで投稿があった場合にファイルに書き込み
if (!empty($_POST['name']) && !empty($_POST['comment'])) {
    $submit_name = $_POST['name']; $submit_comment = $_POST['comment'];
    $submit = (1) //書き込み用テキスト生成

    //ファイルへの名前とコメントの追加書き込み
    (2) //ファイルを追記モードでオープン
    flock($fp, LOCK_EX);
    fputs($fp, $submit);
    flock($fp, LOCK_UN);
    fclose($fp);
}

//掲示板ファイルの存在を確認後、ファイルの全内容の読み込んで行ごとに表示
(3) //ファイルの存在確認
    $blog = file($file_name);
    (4) //ファイル全内容から行ごとに取り出し
    echo $blog_text . "<br>";
}
?>

</body>
</html>

```

- | |
|--|
| (1) \$submit_name . ":" . \$submit_comment . "\n"; |
| (2) \$fp = fopen(\$file_name, "a"); |
| (3) if (file_exists(\$file_name)) { |
| (4) foreach(\$blog as \$blog_text) { |

if	as	do	foreach	while	for	\$submit_name
\$submit_comment	\$file_name	\$fp	\$blog	\$blog_text	\$_GET	\$_POST
echo	fopen	fclose	file_exists	w	a	n
=	+	;	:	,	.	"
'	{	}	()	\	