

切 り 離 さ な い こ と

令和6年度専攻科入学者選抜学力検査問題・解答用紙

# 専 門 科 目

生 産 シ ス テ ム 工 学 コ ー ス

( 選 択 科 目 物 理 II ・ 化 学 )

( 検 査 時 間 10:00 ~ 12:00 )

( 注 意 )

- 1 「はじめ」の合図があるまで開かないこと。
- 2 問題・解答用紙は、表紙(本紙)と問題・解答用紙からなっています。
- 3 問題・解答用紙には必ず受験番号、氏名を記入すること。
- 4 問題・解答用紙は切り離さないで提出すること。
- 5 下記の表に受験番号、氏名を記入すること。

受験番号		氏名		※
------	--	----	--	---

仙台高等専門学校 生産システムデザイン工学専攻

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
物 理 学 II (1/4)			

1 [計 25 点]

図 1-1 は  $x$  軸の正の向きに伝わる正弦波の波形であり、時刻  $t=0$  s (実線) と  $t=4.0$  s (点線) である。  
 $t=4.0$  s に波形は実線から点線の位置に初めて移ったものとする。

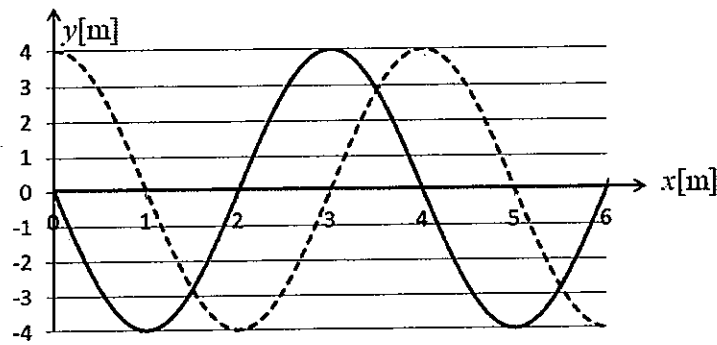


図 1-1

(1) 図 1-1 に示す波について、以下を求めよ。[4 点×5=20 点]

(i) 振幅  $A$  [m]

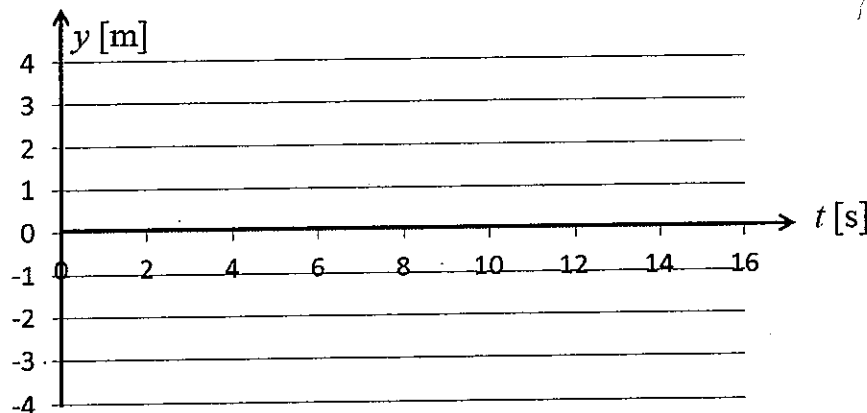
(ii) 波長  $\lambda$  [m]

(iii) 速さ  $v$  [m/s]

(iv) 周期  $T$  [s]

(v) 振動数  $f$  [Hz]

(2) 図 1-1 の波について、横軸を時刻  $t$  [s]、縦軸を変位  $y$  [m] として、位置  $x=2.0$  m における波形を以下のグラフに記入せよ。[5 点]



※

※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
物 理 学 II (2/4)			

2 ※解答の導出過程も記述すること。 [計 25 点]

以下の問いに答えよ。

(1) 両端が固定されている長さ 8.0 m の弦を振動数 80 Hz で振動させたところ、定常波ができた。以下を求めよ。 [3×3=9 点]

(i) 定常波の腹の数が 4 つである場合の波長  $\lambda_1$  [m]

(ii) 弦を伝わる波の速さ  $v_1$  [m/s]

(iii) 定常波の腹の数が 1 つである場合における、弦を伝わる波の速さを  $v_2$  [m/s] とした場合、 $v_2 - v_1$  [m/s] の値

(2) 図 2-1 に示す長さ  $l$  の閉管での  $m$  倍振動における振動数を  $f_m$ 、音速を  $V$  とする。以下を求めよ。ただし開口端補正は無視する。 [4 点×2=8 点]

(i)  $f_m$  を  $m, l, V$  を用いて表せ。

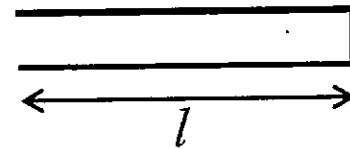


図 2-1

(ii)  $l=1.8$  m, 音速  $V=3.4 \times 10^2$  m/s として、閉管の 3 倍振動数  $f_3$  [Hz] を求めよ。

(3) 真空中に種類の異なる媒質 I と媒質 II があり、それぞれの絶対屈折率が  $n_1$  および  $n_2$  であるとする。 $n_1 > n_2$  であり、真空の絶対屈折率を 1 とする。

図 2-2 に示すように、光が真空から入射角  $\theta_0$  [°] ( $\theta_0 > 0$ ) で媒質 I に入射した。媒質 I での屈折角を  $\theta_1$  [°] とする。以下の問いに答えよ。 [4×2=8 点]

(i) 屈折の法則について、 $\sin \theta_0$  を  $\theta_1, n_1$  を用いて式で表せ。

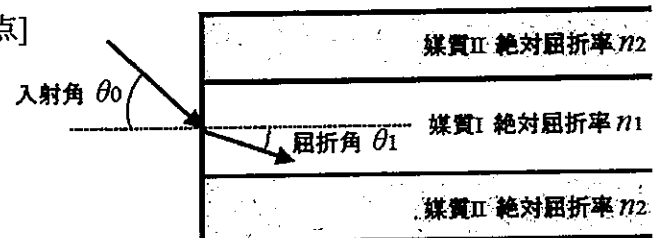


図 2-2

(ii) 媒質 I に入射した光線が媒質 II との境界面で全反射した。このとき、 $\sin \theta_0$  の値の範囲を  $n_1$  と  $n_2$  を用いて表せ。

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
物 理 学 II (3/4)			

3 ※解答の導出過程も記述すること。 [計 25 点]

同じ材質で同じ大きさの金属球 A, B に対し, A には  $+6.0 \times 10^{-6} \text{C}$ , B には  $+2.0 \times 10^{-6} \text{C}$  の電荷を与えた。真空中におけるクーロンの法則の比例定数を  $9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$  とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 両球の間には, 引力, 斥力 どちらが働くか答えよ。 [5 点]
- (2) 真空中で金属球 A と金属球 B を 4.0 m 離して置いた場合, 2 球にはたらく力の大きさ  $F_1$  [N] を求めよ。 [7 点]
- (3) 真空中で金属球 A と金属球 B を 8.0 m 離して置く。  
金属球 A から金属球 B に向かう直線上で金属球 A から 6.0 m の位置にある点 C における, 電場 (電界) の強さと向きを求めよ。 [7 点]

- (4) 真空中で金属球 A と金属球 B を 5.0 m 離して置いた。図 3-1 に示すように, 点 P を A, B, P が正三角形の頂点をなすように配置した場合, 点 P における電位  $V_p$  [V] を求めよ。 [6 点]

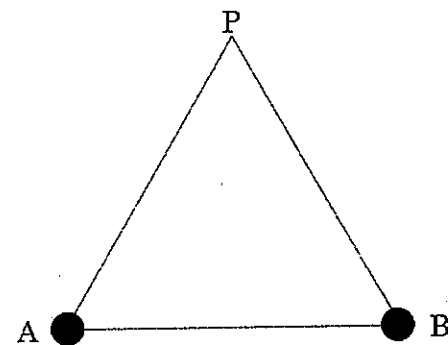


図 3-1

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
物 理 学 II (4/4)			

4 ※解答の導出過程も記述すること。 [計 25 点]

図 4-1, 図 4-2 に示す電気回路において,  $E$  は  $64\text{V}$ ,  $R_1$  は  $10\Omega$ ,  $R_2$  は  $40\Omega$ ,  $R_3$  は  $40\Omega$ ,  $R_4$  は  $60\Omega$  とする。  
以下の問いに答えよ。

(1) 図 4-1 (SW が OFF の状態) における,  $R_1$  を流れる電流  $I_1[\text{A}]$  を求めよ。  
[5 点]

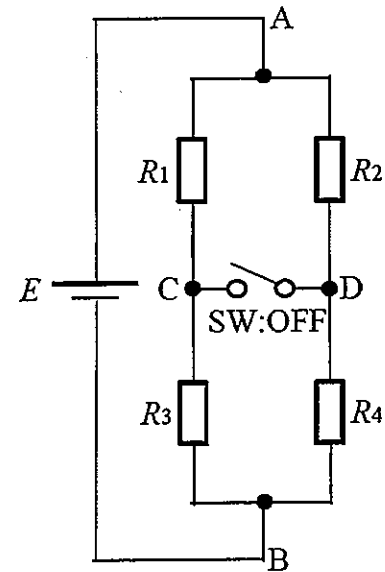


図 4-1

(2) 図 4-1 (SW が OFF の状態) における, A を流れる電流  $I_A[\text{A}]$  を求めよ。  
[5 点]

(3) 図 4-1 (SW が OFF の状態) における, C と D の電位差  $V_{CD}[\text{V}]$  を求めよ。  
[5 点]

(4) 図 4-2 (SW が ON の状態) における, B を流れる電流  $I_B[\text{A}]$  を求めよ。  
[5 点]

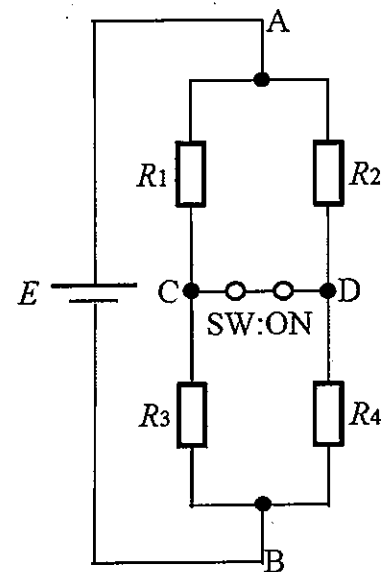


図 4-2

(5) 図 4-2 (SW が ON の状態) における, 時間  $t=3.0[\text{s}]$  の間に  $R_3$  で消費される電力量  $W_3[\text{J}]$  を求めよ。  
[5 点]

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
化 学 (1/6)			

1 物質の成分と構成元素および原子の構造と元素の周期表について以下の問いに答えよ。

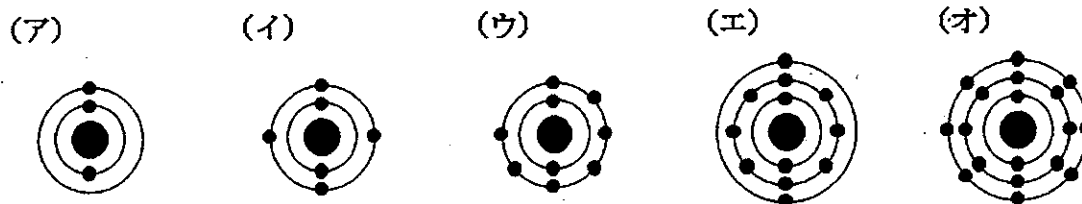
(1) 次の文中の空欄 (ア) ~ (カ) に適する語句を入れよ。【各2点 計12点】

純物質のうち、1種類の元素で構成されているものを (ア) といい、2種類以上の元素で構成されているものを (イ) という。また、同じ元素の (ア) のうち、性質の異なるものが複数存在するものがあり、これらを互いに (ウ) という。

物質は温度と圧力に応じて、固体、液体、気体の3つの状態をとることができる。これら3つの状態を物質の三態という。状態変化のうち、固体から液体への変化を (エ) といい、液体から気体への変化を (オ) という。また、(エ) が起こる温度を (カ) という。

(1)		
(ア)	(イ)	(ウ)
(エ)	(オ)	(カ)

(2) 次の (ア) ~ (オ) の電子配置をもつ元素について、以下の問いに答えよ。なお、中心部の灰色の円は原子核、その周囲の黒丸は電子、同心円は内側から順に K 殻、L 殻、M 殻を表す。【各2点 計8点】



- (i) 最外殻電子数が4個の原子はどれか、(ア) ~ (オ) の記号で答えよ。
- (i i) 価電子数が最大の原子はどれか、(ア) ~ (オ) の記号で答えよ。
- (i i i) 最も安定な電子配置をもつ原子はどれか、元素記号で答えよ。
- (i v) アルカリ金属と呼ばれる原子はどれか、元素記号で答えよ。

(2)			
(i)	(i i)	(i i i)	(i v)

※  ※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
化 学 (2/6)			

2 化学結合について以下の問いに答えよ。

(1)  $O^{2-}$ 、 $F^-$ 、 $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$ のイオンについて以下の問いに答えよ。【各2点 計4点】

(i) 上記のイオンはいずれもある原子と同じ電子配置をもっている。その原子を元素記号で答えよ。

(ii) 上記のイオンのうちイオン半径が最小のものを選び、イオンの名称で答えよ。

(1)	
(i)	(ii)

(2) 次の化合物について組成式は化合物の名称を、化合物の名称は組成式を答えよ。【各2点 計6点】

(i)  $AgNO_3$                       (ii) 硫酸ナトリウム                      (iii) 酸化鉄(III)

(2)		
(i)	(ii)	(iii)

(3) 次の分子の電子式を例にならって答えよ。【各2点 計4点】

(i) アンモニア                      (ii) 二酸化炭素                      (例) 水  $H:\overset{\cdot\cdot}{O}:\overset{\cdot\cdot}{H}$

(3)	
(i)	(ii)

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
化 学 (3/6)			

(4) 次の文中の空欄 (ア) ~ (ウ) に適する語句を入れよ。【各2点 計6点】

一般に、異なる原子間の共有結合では、共有電子対はどちらか一方の原子に引きつけられている。共有結合をつくる際に原子が共有電子対を引きつける能力を (ア) という。通常、異なる原子からなる共有結合では電荷の偏りが生じる。このように、電荷に偏りがある場合は、「結合に (イ) がある」という。

水、メタン  $\text{CH}_4$ 、アンモニアは、分子量はほぼ等しいが、沸点を比べるとメタンだけが極端に低く、他の2つは異常に高い。これはメタン以外の2つの分子には、分子どうしの中に (ウ) 結合が生じているからである。

(4)		
(ア)	(イ)	(ウ)

※

※受験者は何も記入しないでください。



令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
化 学 (4/6)			

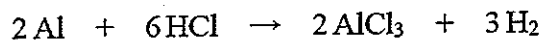
3 物質量と化学反応式について以下の問いに答えよ。

(1) 溶液の濃度について以下の問いに答えよ。【各4点 計8点】

- (i) 質量パーセント濃度 11%の水酸化ナトリウム水溶液の密度は  $1.1 \text{ g/cm}^3$  である。この水溶液 1.0L に含まれる水酸化ナトリウムの質量は何 g か。
- (i i) 質量パーセント濃度 11%の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。ただし、水酸化ナトリウムの式量は 40 とする。

(1)	
(i)	(i i)
g	mol/L

(2) 塩酸にアルミニウムを加えると、塩化アルミニウムと水素が生成する。この反応は、次の化学反応式で表される。



以下の問いに答えよ。なお、アルミニウムの原子量は 27、塩化アルミニウムの式量は 133 とする。

【各4点 計12点】

- (i) 0.54 gのアルミニウムを全て反応させるのに必要な 2.0 mol/L の塩酸の体積は何 mL か。
- (i i) 0.54 gのアルミニウムを全て反応させたときに生成する塩化アルミニウムの質量は何 g か。
- (i i i) 0.54 gのアルミニウムを全て反応させたときに発生する水素の体積は標準状態で何 L か。

(2)	
(i)	mL
(i i)	g
(i i i)	L

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
化 学 (5/6)			

4 酸と塩基について以下の問いに答えよ。

(1) 酢酸ナトリウム水溶液が酸性、中性、塩基性のいずれを示すか答えよ。【各4点 計4点】

(1)

(2) 水溶液のpHについて以下の問いに答えよ。【各4点 計8点】

(i) 25°Cにおける0.050 mol/Lの酢酸(電離度0.020)のpHを整数値で答えよ。

(ii) 25°Cにおける0.010 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液(電離度1.0)のpHを整数値で答えよ。水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} [\text{mol/L}]^2$ である。

(2)	
(i)	
(ii)	

(3) 中和反応について以下の問いに答えよ。【各4点 計8点】

(i) 0.20 mol/Lの塩酸15 mLを水酸化ナトリウム水溶液12 mLで中和したときの水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。

(ii) 0.88 gの水酸化ナトリウムと過不足なく反応する1.1 mol/Lの硫酸の体積は何 mL か。ただし、水酸化ナトリウムの式量は40とする。

(3)	
(i)	mol/L
(ii)	mL

※

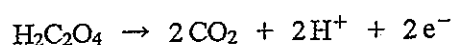
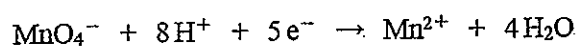
※受験者は何も記入しないでください。

令和6年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
コース	生産システム工学コース	受験番号	
化 学 (6/6)			

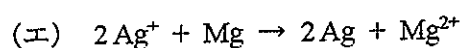
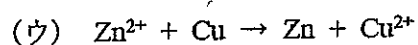
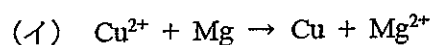
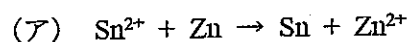
5 酸化還元反応について以下の問いに答えよ。

- (1) ある濃度のシュウ酸  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液 10.0 mL をコニカルビーカーに取り、少量の希硫酸を加えて酸性にした。これを約  $70^\circ\text{C}$  にあたためながら 0.0400 mol/L の過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  水溶液を少しずつ加えたところ、15.0 mL でちょうど終点に達した。このときのシュウ酸水溶液のモル濃度は何 mol/L か求めよ。なお、この反応の酸化剤と還元剤の水溶液中での半反応式は以下のとおりである。【各4点 計4点】



(1)
mol/L

- (2) 次の (ア) ~ (エ) の反応式のうち、金属樹が生成しないものはどれか、(ア) ~ (エ) の記号で答えよ。【各4点 計4点】



(2)

- (3) 電池の原理と構成について、次の文中の空欄 (ア) ~ (イ) に適切な語句を入れ、{ウ}は適切なものを選べ。【各4点 計12点】

電池は、酸化還元反応を利用して電流を取り出す装置である。一般に、電池ではイオン化傾向の大きい金属が (ア) 極となり、イオン化傾向の小さい金属が (イ) 極になる。(ア) 極では {ウ:酸化、還元} 反応が起こる。

(3)		
(ア)	(イ)	{ウ}

※

※受験者は何も記入しないでください。