

切 り 離 さ な い こ と

令和5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5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]

ある媒質中を x 軸の正の向きに伝わる正弦波があり、その速さは $v=3.0$ [m/s] である。時刻 t [s] における $x=3.0$ [m] での振動の変位 y [m] は図 1-1 で表される。

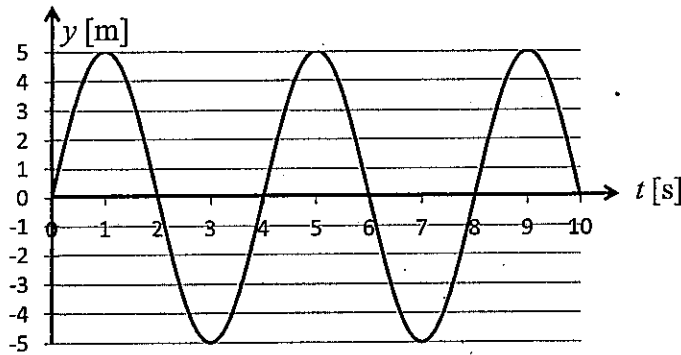


図 1-1

(1) 図 1-1 の関係が成立する、ある媒質中を x 軸の正の向きに伝わる正弦波について以下を求めよ。

[3 点×6 = 18 点]

(i) 周期 T [s]

(ii) 振幅 A [m]

(iii) 波長 λ [m]

(iv) 振動数 f [Hz]

(v) 時刻 $t=2.0$ [s] における、原点 $x=0$ [m] での振動の変位 y [m]

(vi) 時刻 $t=3.0$ [s] における、範囲 $0 \leq x < 12$ [m] での振幅 $A=5.0$ [m] となる位置 x [m]

(2) 図 1-2 は、 x 軸の正の向きに伝わる縦波のある時刻における波形を横波のように示したものである。

図の波形は、媒質の $+x$ 方向の変位を $+y$ 方向に置き換えて表示したものとする。

(i) a ~ d の中で、この時刻で媒質が最も密な点はどこか。[4 点]

(ii) a ~ d の中で、この時刻で x 軸の正の向きに速度が最大の点はどこか。
[3 点]

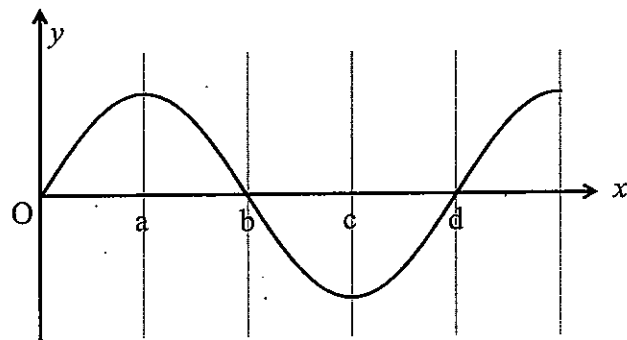


図 1-2

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和5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]

以下の問に答えよ。

(1) 長さ 6.0 m の弦をはじいたところ、図 2-1 に示すように腹が 2 つの定常波ができた。弦を伝わる横波の速さが $3.0 \times 10^2 \text{ m/s}$ である場合について、以下を求めよ。 [4×2=8 点]

(i) 波長 λ [m]



図 2-1

(ii) 定常波の振動数 f [Hz]

(2) スピーカー S から出た音は壁 W で反射する。S と W の間にマイク M を置き、M を W に向かってゆっくり移動させたところ、 $3.4 \times 10^{-1} \text{ m}$ ごとに音が強くなった。音速を $3.4 \times 10^2 \text{ m/s}$ とする。スピーカー S と壁 W の間が気柱であると考え、以下の問に答えよ。 [4×2=8 点]

(i) スピーカー S から出る音の波長 λ [m] を求めよ。

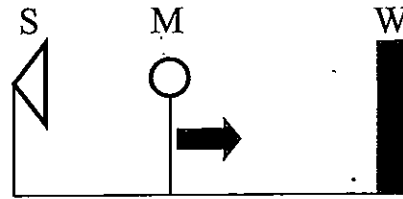


図 2-2

(ii) スピーカー S の振動数 f [Hz] を求めよ。

(3) 図 2-3 に示すように、絶対屈折率 n_2 の媒質 II 中に光源 S があり、絶対屈折率 n_1 の媒質 I の界面との距離が L [m] である。ここで、 $n_2 > n_1$ とする。

媒質 I にいる観測者から光源 S からの光が見えない (媒質 I と媒質 II の界面で光が全反射する) ようにできる、図 2-3 に示す円盤の最小半径 R [m] (その場合の入射角を臨界角 i_0 とする) を以下の手順で求めよ。 [3×3=9 点]

(i) 屈折の法則を表す式を n_1 , n_2 , i_0 で表せ。

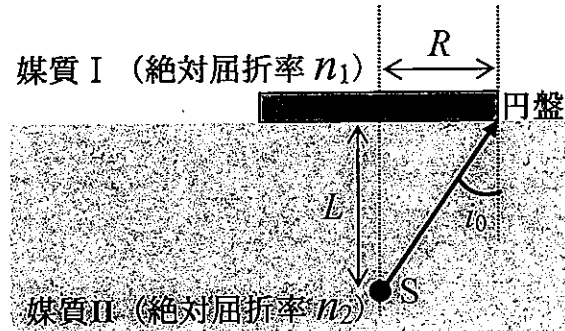


図 2-3

(ii) 図 2-3 より、 R , L , i_0 の関係式を導け。

(iii) 円盤の最小半径 R [m] を求めよ。

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和5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 $+2Q$ [C], B には $-Q$ [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 k [$N \cdot m^2/C^2$], $Q > 0$ 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 r [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。
[5 点]

(3) 真空中で金属球 A と金属球 B の間の点 P における電場 (電界) の強さ E [N/C] を求めよ。
ただし, $AB = d$ [m], $AP = x$ [m], $0 < x < d$, A から B の向きを正とする。 [5 点]

(4) 直線 AB 上で, 電場 (電界) の強さが 0 になる点 R と点 B との距離 $BR = y$ [m] を求めよ。
ただし, $AB = d$ [m], $y > 0$ とする。 [5 点]

(5) 直線 AB 上の点 S に $+Q$ [C] の電荷を置く。点 S の電荷に働く力の合力が 0 になる点 B との距離
 $BS = z$ [m] を求めよ。ただし, $AB = d$ [m], $z > 0$ とする。 [5 点]

※ ※受験者は何も記入しないで
ください。

令和5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 に示す電気回路において、以下の問いに答えよ。

(1) R_1, R_2, R_3 の合成抵抗 $R_{123}[\Omega]$ を R_1, R_2, R_3 で表せ。 [5 点]

(2) R_{123}, R_4 の合成抵抗 $R_{1234}[\Omega]$ を R_1, R_2, R_3, R_4 で表せ。 [5 点]

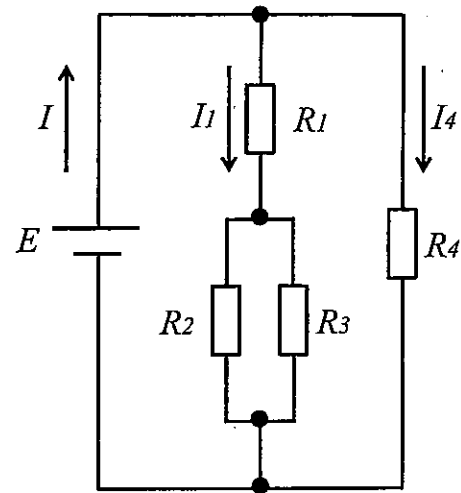


図 4-1

(3) R_4 を流れる電流 $I_4[A]$ を $R_{123}, R_4, R_{1234}, E$ で表せ。 [5 点]

(4) 時間 $t[s]$ の間に R_1 で消費される電力量 $W_1[J]$ を $R_1, R_4, R_{123}, R_{1234}, E, t$ で表せ。 [5 点]

(5) 時間 $t[s]$ の間に回路全体で消費される電力量 $W[J]$ は、 R_1 で消費される電力量 $W_1[J]$ の何倍になるか R_1, R_4, R_{123} で表せ。 [5 点]

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和5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 物質の三態と原子の構造および元素の周期表について以下の問いに答えよ。

(1) (ア)～(オ)に最も適切な値を記入せよ。

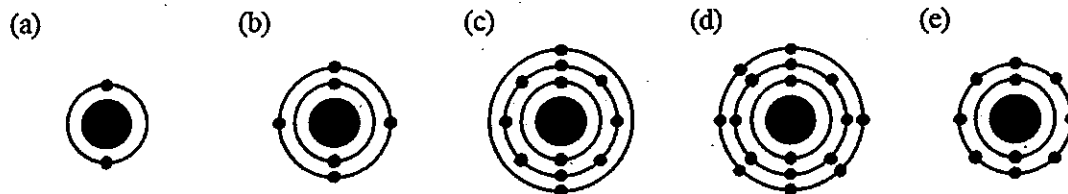
大気圧の下で、 -15°C の水 18.0 g をすべて 115°C の水蒸気にするために必要な熱量(kJ)を、(ア)から(オ)の値をすべて加えることにより求めることにする。

- ・ -15°C の水を 0°C の水にするために必要な熱量は (ア) kJ である。
- ・水の融解に必要な熱量は (イ) kJ である。
- ・ 0°C の水を 100°C の水にするために必要な熱量は (ウ) kJ である。
- ・水の沸騰に必要な熱量は (エ) kJ である。
- ・ 100°C の水蒸気を 115°C の水蒸気にするために必要な熱量は (オ) kJ である。

ただし、水の分子量を 18、氷の比熱は $1.9\text{ J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ 、水の比熱は $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ 、水蒸気の比熱は $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ 、 0°C での氷の融解熱を 6.0 kJ/mol 、 100°C での水の蒸発熱を 40.7 kJ/mol とする。【各2点 計10点】

(1)				
(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)

(2) 次の(a)～(e)の電子配置をもつ原子について、以下の問いに答えよ。なお、中心部の灰色の円は原子核を表す。
【各2点 計10点】



- (i) 希ガス(貴ガス)に属する原子はどれか。すべて選び(a)～(e)の記号で答えよ。
- (i i) 第一イオン化エネルギーが最も高い原子はどれか。元素記号で答えよ。
- (i i i) (b)の質量数が13であるとするとき中性子の数はいくらか。整数で答えよ。
- (i v) (c)と(d)の2つの元素からつくられる化合物の組成式を答えよ。
- (v) 二価の陽イオンになりやすい原子はどれか。元素記号で答えよ。

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

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和5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) 次のイオンはどの希ガスの原子と同じ電子配置をとっているか。元素記号で答えよ。【各2点 計4点】

(i) K^+ (ii) F^-

(1)	
(i)	(ii)

(2) 次の化合物の組成式を答えよ。【各2点 計8点】

(i) 塩化アルミニウム (ii) 酢酸ナトリウム

(iii) 酸化鉄(III) (iv) フッ化カルシウム

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

(3) 次の分子の電子式と構造式を例にならって答えよ。【各2点 計8点】

(i) アンモニア NH_3 (ii) 四塩化炭素 CCl_4

(例) 水 H_2O 電子式 $H:\overset{\cdot\cdot}{O}:H$ 構造式 $H-O-H$

(3)		
	電子式	構造式
(i)		
(ii)		

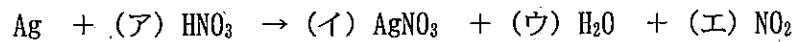
※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和5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)			

3 物質量と化学反応式について以下の問いに答えよ。

(1) 次の化学反応式の係数を答えよ。ただし、1となる場合でも省略しないこと。【各2点 計8点】



(1)			
ア	イ	ウ	エ

(2) 40 g の酸化銅 (II) CuO に炭素粉 C 8.0 g を混合し、空気を遮断して加熱したところ、酸化銅 (II) が還元され、銅 Cu と二酸化炭素 CO_2 を生成した。このとき起こった化学反応について、以下の問いに答えよ。なお、気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とし、炭素、酸素、銅の原子量はそれぞれ 12、16、64 とする。

【各4点 計12点】

(i) この反応の化学反応式を示せ。

(i i) この反応によって生成した二酸化炭素は 25°C (298 K)、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か。

(i i i) この反応によって反応せずに残った炭素粉は何 g か。

(2)	
(i)	→
(i i)	L
(i i i)	g

※

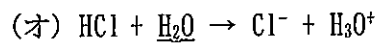
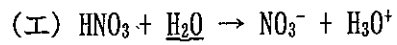
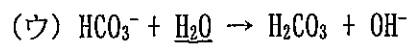
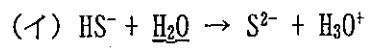
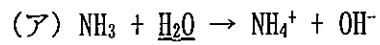
※受験者は何も記入しないでください。

令和5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)			

4 酸と塩基について以下の問いに答えよ。

(1) 下線を付した分子が、ブレンステッド・ローリーの定義する酸であるものすべてを選び、(ア)～(オ)の記号で答えよ。【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) 0.010 mol/L の酢酸水溶液の電離度および pH をそれぞれ求めよ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.8×10^{-5} mol/L、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} (mol/L)²、酢酸の電離度は 1 に比べて十分に小さいものとする。

(2)	
電離度	
pH	

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和5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

(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) 1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 200 mL を過不足なく中和するのに必要な二酸化炭素の標準状態 (0°C、 1.013×10^5 Pa) での体積は何 L か。
- (ii) 濃度未知の塩酸水溶液をホールピペットで 10.00 mL 量り取り、メスフラスコに入れて純水で正確に 10 倍に薄めた。この水溶液 10.00 mL を別のホールピペットで量り取り、コニカルビーカーに移した。ここに指示薬としてフェノールフタレインを 2 滴加え、ビュレットから 0.125 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、完全に中和するのに 8.00 mL を要した。純水で薄める前の塩酸のモル濃度は何 mol/L か答えよ。ただし、塩酸および水酸化ナトリウムの電離度を 1 とする。

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

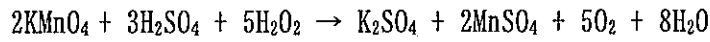
※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和5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) 過酸化水素の水溶液に、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて反応させた。濃度のわからない過酸化水素水 20.0 mL に少量の希硫酸を加えた溶液に、0.0400 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。水溶液が微赤色となり、消えなくなったときの滴下量は 20.0 mL であった。このときの過酸化水素水の濃度は何 mol/L か。なお、この反応の化学反応式は以下のとおりである。【5点】



(1)
mol/L

- (2) 白金電極を用いた硝酸銀水溶液の電気分解で、陰極に銀が 1.08 g 析出したとき、以下の問いに答えよ。原子量は $\text{Ag} = 108$ 、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。【各5点 計15点】

- (i) 陰極で起きている反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。
- (i i) 流れた電気量は何 C か。
- (i i i) 陽極に発生した気体は標準状態 (0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で何 mL か。

(2)	
(i)	
(i i)	C
(i i i)	mL

※

※受験者は何も記入しないでください。