

切 り 離 さ な い こ と

令和7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 I ・ 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7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 (1/4)			

1 長さが L の棒の一端を支点としもう一方の端に質量 m の重りを吊り下げた振り子を考える。以下の問いに答えよ。ここで、鉛直下向きの重力加速度を g 、鉛直方向に対する棒の角度を θ とする。また、ここで角度は小さく $\sin\theta \simeq \theta$ と近似でき、かつ棒の重さは無視できるものとする。

(1) 重りの大きさが L に比べて小さく質点とみなせるとき (図 1-1) 振り子の運動方程式を角度 θ を用いて書き表せ。また運動の周期 T を答えよ。(各 5 点 $\times 2$)

(2) 以下では質量の重りを m 半径 R の薄い円板として、図 1-2 のように取り付けた実体振り子を考える。

(i) 円板面に垂直な軸に対し円板の重心と支点まわりの慣性モーメントをそれぞれ求めよ。(各 5 点 $\times 2$)

(ii) この運動方程式を角度 θ を用いて書き表せ。また運動の周期を答えよ。(各 5 点 $\times 2$)

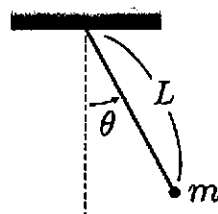


図 1-1

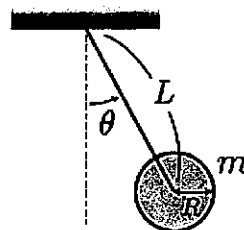


図 1-2

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (2/4)			

2 質量が M と m の二つの物体が距離 r だけ離れて存在する時、物体の間には次の万有引力がはたらく。

$$F = -G \frac{mM}{r^2} \quad (A)$$

ここで $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ は万有引力定数であり、以下の問いに答えよ。

(1) 質量 M の物体に対する質量 m の物体の位置エネルギーが $-G \frac{mM}{r}$ で与えられることを示せ。(5点)

(2) 以下では質量 M を地球とみなす。地球の密度は一律で、その半径を R とする。

(i) 地球の地表面上において 1kg の物体に働く重力の大きさを (A) 式から求めよ。地球の質量と半径はそれぞれ $M = 5.97 \times 10^{24} \text{kg}$, $R = 6.37 \times 10^6 \text{m}$ である (10点)。

(ii) 質量 m の物体として、地上からの高度が h である人工衛星を考える。人工衛星が一定の円軌道にあるとき、その速度 v を R, h, G, M を用いて表せ。ただし m は M に比べて十分小さいとする。(10点)

(iii) (ii) の人工衛星が静止衛星であるとき、その高度 h を求めよ。(5点) (ヒント：静止衛星とは、公転周期が地球の自転周期と一致している衛星である。)

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (3/4)			

3 温度 25°C 、質量 1.8 kg 、比熱 $4.2\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする水を熱容量 $1.2\text{ kJ}/\text{K}$ の容器にいれると、全体の温度は 23°C となった。そこへ 130°C に加熱された金属球を投入して平衡状態になったときに、容器内の水が温度 60°C 以上になるように加熱する。金属球は均質なアルミニウム製で、質量は1個 260 g 、比熱は $0.9\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ である。このとき、熱の移動は容器と容器内の水、金属球の間だけで生じ、加熱に伴う水の蒸発の影響はないものとして、以下の設問に答えよ。なお、解答においては途中の計算を各設問下の余白に記入し、解答となる値は有効数字2桁で解答欄に単位を付記して記入すること。【計20点】

(1) 容器にいれた水の熱容量を求めよ。【5点】

(1)

(2) 水を入れる前の容器の温度は何 $^{\circ}\text{C}$ であったか。その値を求めよ。【5点】

(2)

(3) 容器内の水を加熱する際に、必要とされる最小限の金属球の個数を求めよ。【10点】

(3)

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (4/4)			

4 シリンダー内部に空気がピストンで密封されている。はじめに空気の状態は絶対圧132kPa、体積 0.13 m^3 、温度 296 K であり、これを状態1とする。この空気を等圧変化のもとで加熱して体積が1.5倍に膨張した状態2となり、その後に等温変化のもとで加熱して体積がさらに膨張して状態3となった。等温変化の過程において外部になした絶対仕事 W_{23} は 5.0 kJ であった。この一連の過程に関する以下の設問に答えよ。ここで、空気は理想気体として扱い、ガス定数を $R=0.29 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 、等圧比熱を $c_p=1.01 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ とする。解答においては途中の計算を各設問下の余白に記入し、解答における値は、有効数字を温度[K]に関しては3桁、その他の値では2桁として解答欄に単位を付記して記入すること。【各5点 計20点】

(1) 等圧変化の過程の終わりに得られる状態2の空気の温度 T_2 [K]を求めよ。

(1)

(2) 状態1から状態2の変化となる等圧変化の過程において外部になした絶対仕事 W_{12} [kJ]を求めよ。

(2)

(3) 状態1から状態3の変化を行った全過程において与えられた加熱量 Q_{123} [kJ]を求めよ。

(3)

(4) 状態1から状態3の変化を行った全過程における内部エネルギーの変化量 ΔU_{123} [kJ]を求めよ。

(4)

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (1/7)			

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) 次の操作 (ア) ~ (オ) を行うのに最も適切な方法を (A) ~ (G) から選び、記号で答えよ。

【各2点 計10点】

(ア) 塩化ナトリウムを含むヨウ素からヨウ素を取り出す。

(イ) 食塩水から水を取り出す。

(ウ) 少量の硫酸銅 (II) を含む硝酸カリウムから、純粋な硝酸カリウムを取り出す。

(エ) 原油からガソリンや灯油などを取り出す。

(オ) 茶葉から色素成分を取り出す。

<方法> (A) 再結晶 (B) 分留 (C) 昇華法 (D) 抽出 (E) 蒸留
(F) ろ過 (G) ペーパークロマトグラフィー

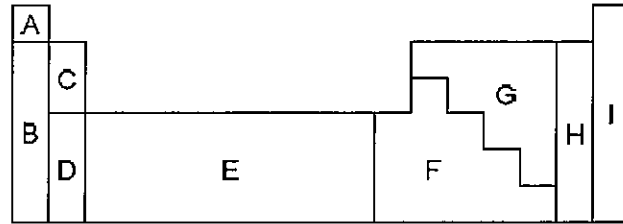
(1)		
(ア)	(イ)	(ウ)
(エ)	(オ)	

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (2/7)			

(2) 下図は第6周期までの周期表の概略図である。以下の問いに答えよ。【各2点 計10点】



- (i) BとIの領域の元素群の名称をそれぞれ答えよ。
- (ii) 同一周期の元素の中で、価電子数が最も多い原子を含む領域をA~Iから選び、記号で答えよ。
- (iii) 同一周期の元素の中で、最も安定な電子配置をもつ原子を含む領域をA~Iから選び、記号で答えよ。
- (iv) 同一周期の元素の中で、最も陽性が強いものを含む領域をA~Iから選び、記号で答えよ。

(2)		
(i)		
B	I	
(ii)	(iii)	(iv)

※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (3/7)			

2 化学結合について以下の問いに答えよ。

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

(i) 酸化アルミニウム (ii) 炭酸水素ナトリウム (iii) Li_2S

(1)		
(i)	(ii)	(iii)

(2) 次の分子の構造式を例にならって答えよ。【各2点 計4点】

(i) 窒素分子 N_2 (ii) 二酸化炭素 (例) 水 H_2O $H-O-H$

(2)	
(i)	(ii)

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (4/7)			

(3) 次の文章について、正しいものには○を、誤っているものには×を記せ。【各2点 計10点】

- (ア) 塩化アンモニウムの結晶は、アンモニウムイオンと塩化物イオンから構成されたイオン結晶である。
- (イ) アンモニウムイオンの4つのN-H結合のうち、1つは配位結合であり、他の3つの結合とは性質が異なる。
- (ウ) ダイヤモンドは、多数の炭素原子が正四面体を基本単位とする立体構造を形成しながら共有結合で結びついた分子結晶である。
- (エ) 金属結晶は電気伝導性が大きいですが、この性質は金属原子間を自由に移動できる自由電子に起因する。
- (オ) 水とメタンは分子量がほぼ等しいが、沸点は大きく異なる。これは、メタンの分子間には水素結合が生じているからである。

(3)				
(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (5/7)			

3 物質と化学反応式について以下の問いに答えよ。

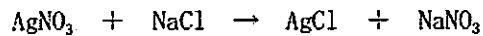
- (1) 0℃, 1.013×10^5 Pa で 5.6 L を占める酸素の質量は何 g か。ただし、酸素原子の原子量を 16 とする。【各 4 点 計 4 点】

(1)
g

- (2) アセチレン C_2H_2 が完全燃焼すると、二酸化炭素と水が生成する。この化学変化を化学反応式で表せ。【各 4 点 計 4 点】

(2)

- (3) 0.20 mol/L の硝酸銀 $AgNO_3$ 水溶液 250 mL に 0.30 mol/L の塩化ナトリウム $NaCl$ 水溶液 100 mL を加えると、塩化銀 $AgCl$ と硝酸ナトリウム $NaNO_3$ が生成した。この反応は、次の化学反応式で表される。



この化学反応について、以下の問いに答えよ。なお、塩化銀の式量は 143.5 とする。【各 4 点 計 12 点】

- (i) 0.20 mol/L の硝酸銀水溶液 250 mL に含まれる硝酸銀の物質量は何 mol か。
 (ii) この反応を行ったときに、反応後に残る物質は硝酸銀と塩化ナトリウムのどちらか。
 (iii) この反応を行ったときに、生成する塩化銀の質量は何 g か。

(3)	
(i)	mol
(ii)	
(iii)	g

※

※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (6/7)			

4 酸と塩基について以下の問いに答えよ。

(1) 次の酸と塩基に関する (A) ~ (D) の記述のうち、正しいものをひとつ選び記号で答えよ。

【各4点計4点】

- (A) 2価の酸の方が1価の酸よりも強い酸である。
- (B) アンモニアは分子中にOHを含まないが塩基である。
- (C) ブレンステッド・ローリーの定義では、他の物質から水素イオンを受け取るものを酸という。
- (D) 25°Cで0.1 mol/Lの酢酸の電離度は0.017であるので、酢酸は強酸である。

(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) pH = 12の水酸化ナトリウム水溶液を水で100倍希釈すると、pHはいくらか。整数値で答えよ。
- (ii) 25°Cにおける0.050 mol/Lのアンモニア水（電離度0.020）のpHを整数値で答えよ。水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ [mol/L]²である。

(2)	
(i)	(ii)

(3) 0.0400 mol/Lのシュウ酸水溶液を10.0 mLとり、フェノールフタレインを指示薬として加え、濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点までに16.0 mLを要した。以下の問いに答えよ。

【各4点 計8点】

- (i) 中和点の前後で、溶液は何色から何色に変化するか。
- (ii) 滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/Lか。

(3)	
(i)	(ii)
色 から 色	mol/L

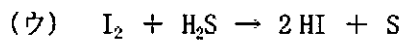
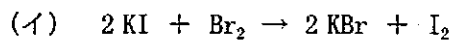
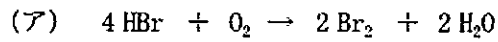
※ ※受験者は何も記入しないでください。

令和7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 (7/7)			

5 酸化還元反応について以下の問いに答えよ。

(1) 次の(ア)～(ウ)の反応式から、酸素 O_2 、硫黄 S 、臭素 Br_2 、ヨウ素 I_2 のうちで最も酸化力の弱いものを選び、化学式で答えよ。【各4点 計4点】



(1)

(2) 金属A～Eは銅、亜鉛、カルシウム、スズ、金のいずれかである。金属A～Eに対して行った次の(ア)～(オ)の実験の結果から、金属B, C, Dはどの金属であるか名称を答えよ。【各4点 計12点】

(ア) A, D, Eは塩酸や硫酸に水素を発生しながら溶解するが、BとCは溶解しなかった。

(イ) Bは塩酸や硫酸には溶解しないが、希硝酸には溶解する。

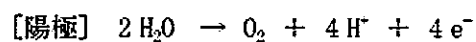
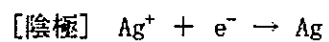
(ウ) Cは塩酸や希硫酸、希硝酸には溶解しないが、王水には溶解する。

(エ) Eだけ常温で水と激しく反応する。

(オ) Aの陽イオンを含む水溶液にDの単体を入れると、Dの表面にAが樹枝状に析出する。

(2)		
B	C	D

(3) 白金電極を用いて、硝酸銀 $AgNO_3$ 水溶液を4.00 Aの電流で160分50秒間電気分解した。陽極で発生した酸素の体積は、 $0^\circ C$ で $1.013 \times 10^5 Pa$ で何Lか。ただし、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 C/mol$ とし、各電極でのイオン反応式は以下のとおりである。【各4点 計4点】



(3)
L

※

※受験者は何も記入しないでください。