

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 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 (1/4)			

1 高さ h の台の上から、質量 m の質点を水平方向に初速 u_0 で打ち出した (図 1-1). 重力加速度を g とし、空気の抵抗は無視できるものとする. 以下の問いに答えよ.

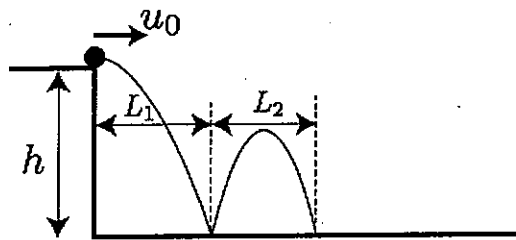


図 1-1

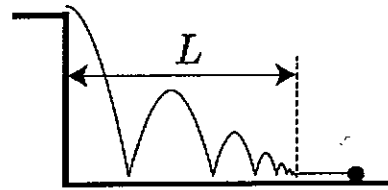


図 1-2

(1) 打ち出しの時刻を 0 とし、質点がはじめて地面に衝突する時刻 t_1 と、衝突までの質点の水平方向の移動距離 L_1 を求めよ【 $8 \times 2 = 16$ 点】.

(2) 地面に衝突した質点は、鉛直方向にはねかえり係数 e で反発した. 地面はなめらかで衝突前後の水平方向の速度は変わらないとし、2 回目の衝突までの質点の水平方向の移動距離 L_2 を求めよ【8 点】.

(3) 質点は図 1-2 のように地面と反発をくり返した. はねかえり係数 e を一定として、質点が完全に地面に接して移動するまでの距離 L を答えよ. 必要であれば初項 a 、公比 r の等比数列のはじめの n 項までの和の公式 $S_n = \frac{a(r^n - 1)}{r - 1}$ を用いて良い【6 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 (2/4)			

2 最大静止摩擦係数が μ である斜面とブロックの力のつり合いについて以下の問いに答えよ。重力加速度を g とする。

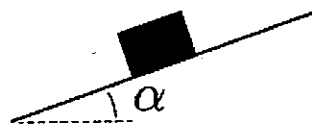


図2-1

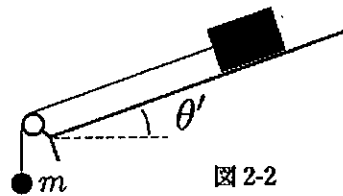


図2-2

(1) 質量 M のブロックが水平面に対して角度が α である斜面の上に静止している (図2-1)。このときブロックが斜面から受ける垂直抗力と、摩擦力の大きさを答えよ【 $8 \times 2 = 16$ 点】。

(2) 斜面の角度を少しずつ大きくしていったところ角度が $\alpha = \theta$ に達した時ブロックが動き始めた。このとき $\mu = \tan \theta$ の関係が成り立つことを示せ【8 点】。

(3) 図2-2に示すように、斜面に摩擦のない滑車を取り付け、糸の一端に質量 m の重りをつるし、他端にブロックをつないだ。この状態で斜面の角度を少しずつ大きくしていったところ、角度が θ' に達した時ブロックが動き始めた。このとき $\mu \cos \theta' - \sin \theta' = \frac{m}{M}$ であることを示せ。糸の質量は無視できるものとする【6 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 (3/4)			

3 温度 $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ で保持された質量 0.90 kg の金属製容器に、温度 $72.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 4.60 kg と、温度 $-10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 1.40 kg を入れた。しばらく放置すると氷は全て融解し、容器の温度と容器内の水の温度は同一の状態となって安定した。容器の表面や水面から周囲への熱や物質の移動や損失はなかったものとして、以下の問いに答えよ。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3桁で解答欄に単位を付記して記入すること。計算において容器の金属の比熱は $0.40\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 、水の比熱は $4.20\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 、氷の比熱は $2.10\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 、氷の融点は $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、融解潜熱は 332 kJ/kg とする。

(1) 最初に容器に入れられた水に関して、その熱容量 C_w を求めよ。【6点】

(1)

(2) 容器の温度と容器内の水の温度が同一の状態となって安定した際、そのときの温度 t_m を求めよ。【8点】

(2)

(3) 金属製容器が受け取った熱量 Q_c を求めよ。【6点】

(3)

※

※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 (4/4)			

4 任意の密閉容器内に理想気体 2.10 kg が封入されており、容器内は体積 1.80 m³、温度 303 K、圧力は絶対圧で 101.3 kPa であった。この容器を加熱したら、容器は内部の圧力が一定の状態に膨張して外部に対して仕事をし、容器内の理想気体の温度は 371 K となった。このとき加熱量は 145 kJ であり、熱は全て容器内の理想気体に供給されたものと仮定して、以下の問いに答えよ。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 3 桁で解答欄に単位を付記して記入すること。

(1) この理想気体の定圧比熱 c_p の値を求めよ。【6点】

(1)

(2) この理想気体が外部に対して行った仕事 L_o の値を求めよ。【7点】

(2)

(3) この理想気体の内部エネルギー変化量 ΔU (増減とその量) を求めよ。【7点】

(3)

※

※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。

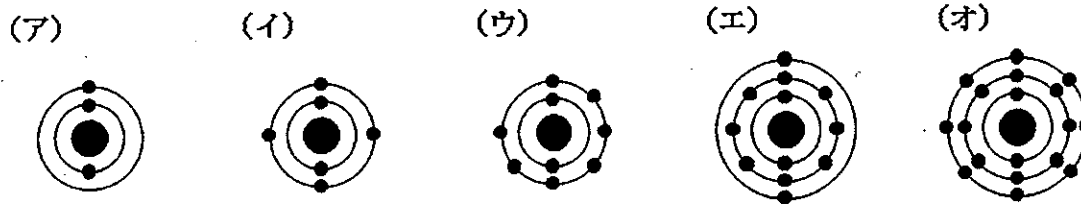
(1) 次の文中の空欄 (ア) ~ (カ) に適する語句を入れよ。【各2点 計12点】

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。
- (ii) 価電子数が最大の原子はどれか、(ア) ~ (オ) の記号で答えよ。
- (iii) 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。
- (iv) 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)	(ii)	(iii)	(iv)

※

※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り、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 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、分子どうしの間に (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)			

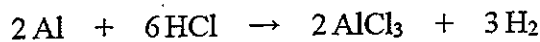
3 物質と化学反応式について以下の問いに答えよ。

(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 g/cm^3 である。この水溶液 1.0 L 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℃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℃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

※

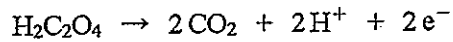
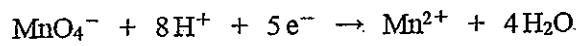
※受験者は何も記入しないでください。

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)			

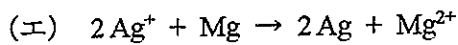
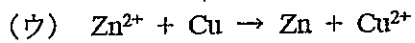
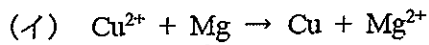
5 酸化還元反応について以下の問いに答えよ。

- (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°C にあたためながら 0.0400 mol/L の過マンガン酸カリウム 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。