

切 り 離 さ な い こ と

令和4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検番号、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 下記の表に受検番号、氏名を記入すること。

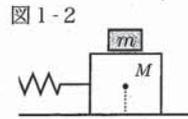
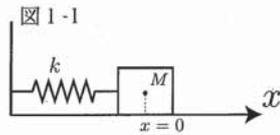
受検番号		氏名		※
------	--	----	--	---

仙台高等専門学校 生産システムデザイン工学専攻

令和4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	受検番号	
物 理 学 I (1/4)			

1 質量 M のブロックがバネ定数 k のバネで図 1-1 のように壁に連結されている。水平方向を x 軸にとり、バネの自然長におけるブロックの位置を $x = 0$ とする。床とブロックの間の摩擦は無視できるとする。



(1) 時刻 t におけるブロックの位置 $x(t)$ について、運動方程式を書け (5 点)。

(2) A を正の値として、初期条件 $x(0) = A, \dot{x}(0) = 0$ を与えた。運動方程式を解き、 $x(t)$ を求めよ (10 点)。

(3) (2) の運動について、ブロックの加速度の最大値を求めよ (5 点)。

次に、図 1-2 に示したように、質量 m の小さなブロックをバネに繋がれたブロックの上に置いたあと、(2) と同じ初期条件を与えて運動させた。二つのブロックの間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度を g とする。

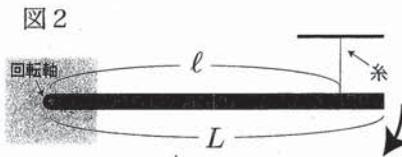
(4) 小さなブロックが滑らず運動するための、振幅の最大値を求めよ。(10 点)。

※ ※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
物 理 学 I (2/4)			

2 長さが L 、質量が m の一様な細い棒を考える。棒の一端は自由に回転できる回転軸によって固定され、軸から距離 ℓ の位置に糸を結んで、図2に示すように棒が水平になる位置で静止させた。重力加速度を g とする。



(1) 糸の張力 T を求めよ (10点)。

(2) 棒の回転軸周りの慣性モーメント I を計算せよ (10点)。

(3) 糸を切り離れたあと、棒の重心が最下点に達した瞬間での、回転の角速度 ω を求めよ (10点)。

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
物 理 学 I (3/4)			

3

容器内の温度 50°C の水 $6[\text{kg}]$ に温度 -12°C の氷を混合してよく攪拌し、熱平衡状態となった際に水の温度が 20°C であるようにしたい。混合に必要な氷の質量 $m[\text{kg}]$ を求めよ。解答では途中の計算式を本設問下の余白に表記し、計算結果の数値は有効数字2桁で解答欄に単位を付記して記入すること。ここで水の比熱は $4.18[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ 、氷の比熱は $2.09[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ 、氷の融解潜熱は $334[\text{kJ}/\text{kg}]$ とする。なお計算上、水の容器に関する熱の損失はなく容器の熱容量は無視できるものとする。(22点)

氷の 質量 m	
--------------	--

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
物 理 学 I (4/4)			

4

ピストンで密封されたシリンダ内に圧力470[kPa]、体積0.31[m³]、温度230[°C]の空気がある。この空気を熱量145[kJ]で加熱するとき、シリンダ内の空気に生じる状態変化として (a)定圧変化、(b)定容変化、(c)等温変化の各場合における加熱後の圧力 p_2 、体積 V_2 、外部への仕事 W_{12} を求めよ。解答では途中の計算式を各設問下の余白に表記し、計算結果の数値は有効数字2桁で各解答欄に単位を付記して記入すること。ここで空気は完全ガスとみなし、ガス定数 $R=0.29[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ 、定圧比熱 $c_p=1.01[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ 、定容比熱 $c_v=0.72[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ とする。なお計算上、シリンダとピストンのしゅう動面の摩擦は無視し、変化の過程は準静的とする。

(a) 定圧変化の場合(2点×3=6点)

圧力		体積		外部への	
p_2		V_2		仕事 W_{12}	

(b) 定容変化の場合(2点×3=6点)

圧力		体積		外部への	
p_2		V_2		仕事 W_{12}	

(c) 等温変化の場合 (2点×3=6点)

圧力		体積		外部への	
p_2		V_2		仕事 W_{12}	

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
化 学 (1/5)			

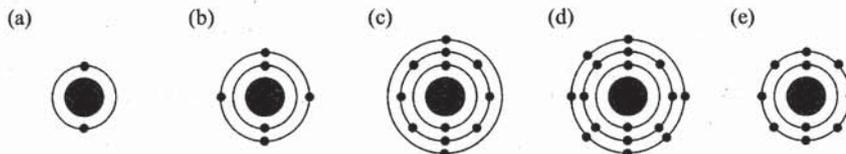
1 原子の構造と元素の周期表について以下の問いに答えよ。

(1) 次の文中の空欄ア～オに適する語句や記号、式を入れよ。【各2点 計10点】

原子内の電子は、原子核のまわりに存在しており、電子が存在できる空間はいくつかの層に分かれている。これらを(ア)という。(ア)は原子核に近い内側から順に(イ)殻、(ウ)殻、…と呼ばれる。(ウ)殻に収容することのできる電子の最大数は(エ)であり、内側から n 番目の(ア)に収容することのできる電子の最大数は(オ)で表される。

(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) 周期表の第3周期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) 周期表の同じ族に属する原子はどれとどれか。(a)～(e)の記号で答えよ。
- (i i i) 最も陽性が強い原子はどれか。(a)～(e)の記号で答えよ。
- (i v) (e)の原子の価電子数を答えよ。
- (v) ハロゲン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)	(v)
	と			

※ ※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
化 学 (2/5)			

2 化学結合について以下の問いに答えよ。

(1) 次のイオンからなる物質の組成式と名称を答えよ。【各2点 計12点】

(i) Na^+ と Cl^- (ii) Mg^{2+} と OH^- (iii) K^+ と CO_3^{2-}

(1)		
	組成式	名称
(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) アンモニア NH_3 (ii) エチレン C_2H_4 (例) 水 H_2O $\text{H}-\text{O}-\text{H}$

(2)	
(i)	(ii)

(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) 酸素分子 O_2 (ii) 塩化水素 HCl (例) 水 H_2O $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$

(3)	
(i)	(ii)

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
化 学 (3/5)			

3 物質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も省略しないこと。【各2点 計8点】



(1)			
ア	イ	ウ	エ

(2) エタノール C_2H_6O を完全に燃焼させると、二酸化炭素と水を生じた。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、エタノール C_2H_6O の分子量は46とする。【各4点 計12点】

- (i) 6.9 g のエタノールを完全燃焼させたとき、このエタノールの物質量は何 mol か。
- (i i) 6.9 g のエタノールを完全燃焼させたときに生成する水の質量は何 g か。ただし、水の分子量は18とする。
- (i i i) 6.9 g のエタノールを完全燃焼させたときに生成する二酸化炭素の体積は標準状態 ($0^\circ C$ 、 1.013×10^5 Pa) で何 L か。

(2)	
(i)	mol
(i i)	g
(i i i)	L

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
化 学 (4/5)			

4 酸と塩基について以下の問いに答えよ。

- (1) 次の反応において、 H_2O はブレンステッド・ローリーの定義による酸、塩基のいずれのはたらきをしているか答えよ。【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 0.10 mol/L の塩酸 (電離度 1.0) の pH を整数値で答えよ。
 (ii) 上記 (i) の塩酸を 100 倍に薄めたときの pH を整数値で答えよ。ただし、電離度は薄めた後も 1.0 とする。

(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) 0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を塩酸 25 mL で中和したときの塩酸のモル濃度は何 mol/L か。
 (ii) ある酸の 0.25 mol/L 水溶液 10 mL を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL で中和したときの酸の価数はいくらか。整数値で答えよ。

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

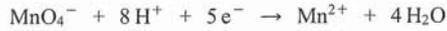
※ ※受検者は何も記入しないでください。

令和4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	受検番号	
化 学 (5/5)			

5 酸化還元反応について以下の問いに答えよ。

- (1) 濃度が分からない過酸化水素 H_2O_2 水溶液 10 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 0.025 mol/L の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液で滴定したところ、過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を 16 mL 加えたところでちょうど終点に達した。このときの過酸化水素 H_2O_2 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5点 計5点】



(1)
mol/L

- (2) 炭素棒を電極に用いて、塩化銅(Ⅱ) CuCl_2 水溶液に 4.00 A の電流を 80 分 25 秒間通じて電気分解を行った。原子量は $\text{Cu} = 63.5$ 、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として以下の問いに答えよ。なお、各電極でのイオン反応式は以下のとおりである。【各5点 計15点】



- (i) 流れた電気量は何 C か。
 (i i) 流れた電子 e^- の物質量は何 mol か。
 (i i i) 陰極に析出した銅の質量は何 g か。

(2)	
(i)	C
(i i)	mol
(i i i)	g

※

※受検者は何も記入しないでください。