

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 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 (1/4)			

1 図1-1に示した斜面の高さ H に小さな台車を置き、そっと手を離した。前方には直径が $2R$ の円形のレールがあり、そこで台車が宙返りをする。重力は下向きに一樣に作用しているものとし、斜面の摩擦は無視できる。また、台車の大きさは高さ H と円形のレールの直径に比べて十分に小さい。以下の問いに答えよ。

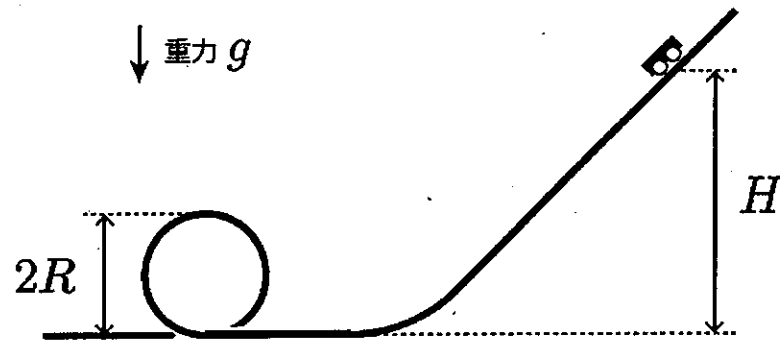


図1-1

(1) 台車が円形のレールの最高点に達したとして、その速度を答えよ。重力加速度を g とする【15】。

(2) 台車が円形のレールの面から外れないために必要な、台車が出発する最低の高さ H を求めよ【15】。

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 (2/4)			

2 図2-1に示した動摩擦係数が μ の水平な板の上に投げられた半径 R の円板の運動を考えよう。まずはじめ円板は転がらずに速度 V_0 で滑っていた。そのあと回転を開始し、やがて板との接触点が滑ることなく転がりはじめた。円板の紙面垂直方向の厚さを1とし密度は一様とする。

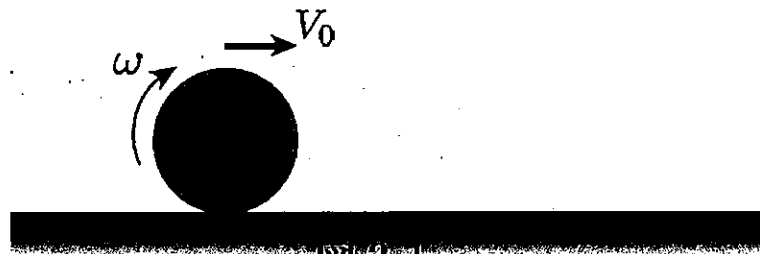


図2-1

(1) 円板の中心周りの慣性モーメント I を、 R と円板の質量 m を用いて表せ【10】。

(2) 円板の進行方向の速度を $V > 0$ 、その回転の角速度を $\omega > 0$ とする。重力加速度を g として、円板が板の上で滑っている時の並進と回転の運動方程式をそれぞれ求めよ【10】。

(3) 円板と板の接触点が滑らずに回転をはじめた時、並進速度が $V = \frac{2}{3}V_0$ であることを示せ【10】。

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 (3/4)			

3 室内に長く放置された質量 0.6 kg の金属製容器があり、その温度は室温と同じ値となっていた。この容器に温度 $26 \text{ }^\circ\text{C}$ の水 0.1 kg を入れて、しばらくしたら容器内の水温が $22 \text{ }^\circ\text{C}$ で一定の状態になった。このとき、容器表面や水面から周囲への熱や物質の移動はなかったものとして以下の問いに答えよ。計算上、容器の金属の比熱は $0.4 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、水の比熱は $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 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) 金属製容器の熱容量を求めよ。【5点】

(1)

(2) 容器に入れた水の熱容量を求めよ。【5点】

(2)

(3) 推定される室温を求めよ。【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 (4/4)											
<p>4 シリンダ内に温度 298 K, 圧力 1.0×10^5 Pa で体積 6.7×10^{-3} m³ の理想気体がピストンで封入されている。まずは1回目として、この気体を体積一定のまま加熱して温度を 365 K にした。この間で気体は 374 J の熱量を吸収した。その後に2回目として、圧力一定のまま加熱して温度を 436 K にした。この間で気体は 556 J の熱量を吸収し、気体の体積膨張によってピストンが移動した。このとき、シリンダーとピストンの間の摩擦は無視できる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 2 桁で解答欄に単位を付記して記入すること。【各 5 点 計 20 点】</p> <p>(1) 1 回目の加熱の後に得られる気体の圧力を求めよ。</p> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> <table border="1" style="width: 100px; height: 40px; margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">(1)</td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table> </div> <p>(2) 2 回目の加熱の後に得られる気体の体積を求めよ。</p> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> <table border="1" style="width: 100px; height: 40px; margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">(2)</td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table> </div> <p>(3) 1 回目の加熱の前から 2 回目の加熱の後までの間で、気体が外部にした仕事を求めよ。</p> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> <table border="1" style="width: 100px; height: 40px; margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">(3)</td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table> </div> <p>(4) 1 回目の加熱の前から 2 回目の加熱の後までの間で、内部エネルギーの変化量を求めよ。</p> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> <table border="1" style="width: 100px; height: 40px;"> <tr><td style="text-align: center;">(4)</td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table> </div>				(1)		(2)		(3)		(4)	
(1)											
(2)											
(3)											
(4)											

※ ※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。

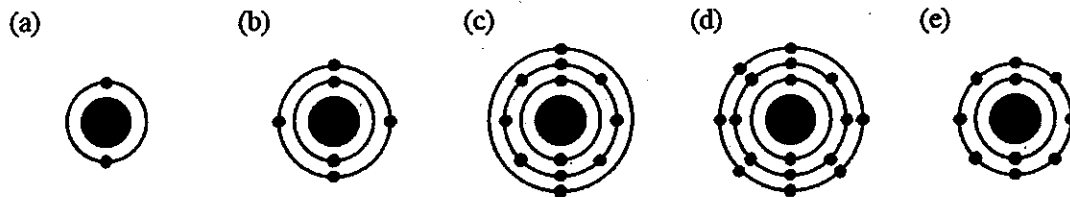
大気圧の下で、 -15°C の氷 18.0 g をすべて 115°C の水蒸気にするために必要な熱量(kJ)を、(ア) から (オ) の値をすべて加えることにより求めることにする。

- ・ -15°C の氷を 0°C の氷にするために必要な熱量は (ア) kJ である。
- ・ 氷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 $6.0\text{ kJ}/\text{mol}$ 、 100°C での水の蒸発熱を $40.7\text{ kJ}/\text{mol}$ 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 $H:\ddot{O}:H$ 構造式 $H-O-H$

(3)		
	電子式	構造式
(i)		
(ii)		

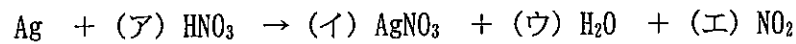
※ ※受験者は何も記入しないでください。

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

※

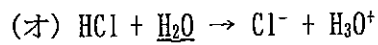
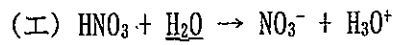
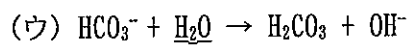
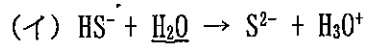
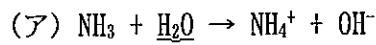
※受験者は何も記入しないでください。

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	

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。
- (i i) 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
(i i)	mol/L

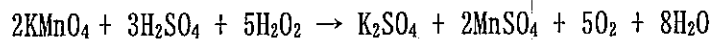
※ ※受験者は何も記入しないでください。

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。