

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 ・ 物 理 II)

(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。重力は下向きに一様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。

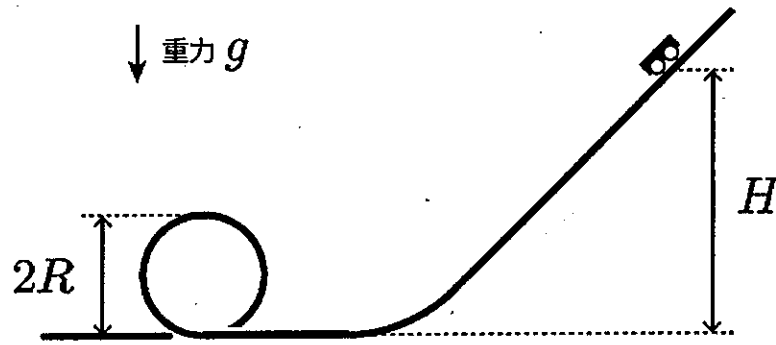


図1-1

(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 I (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。その後回転を開始し、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。

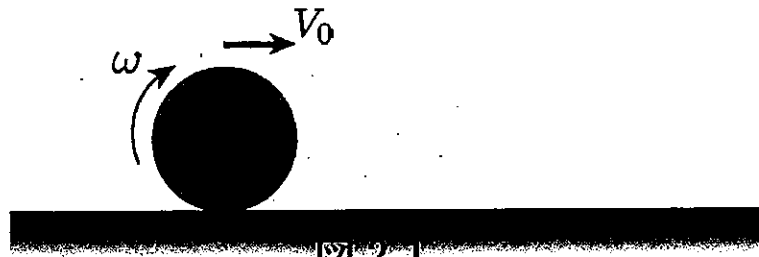


図 2-1

(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、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)			

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】

(1) 1 回目の加熱の後に得られる気体の圧力を求めよ。

(1)

(2) 2 回目の加熱の後に得られる気体の体積を求めよ。

(2)

(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。

(3)

(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。

(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	
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 $v=3.0[\text{m/s}]$ である。時刻 $t[\text{s}]$ における $x=3.0[\text{m}]$ での振動の変位 $y[\text{m}]$ は図 1-1 で表される。

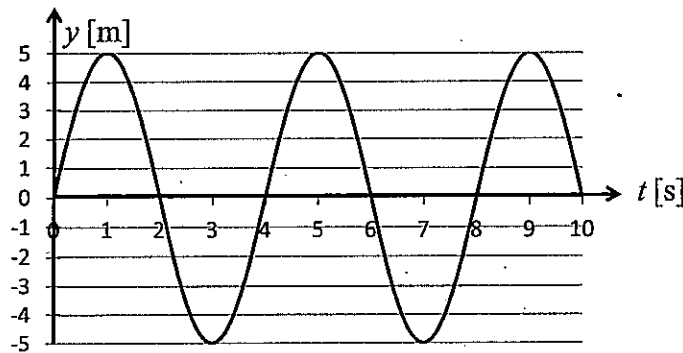


図 1-1

(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 \times 6 = 18 点]

(i) 周期 $T[\text{s}]$

(ii) 振幅 $A[\text{m}]$

(iii) 波長 $\lambda[\text{m}]$

(iv) 振動数 $f[\text{Hz}]$

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

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

(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]

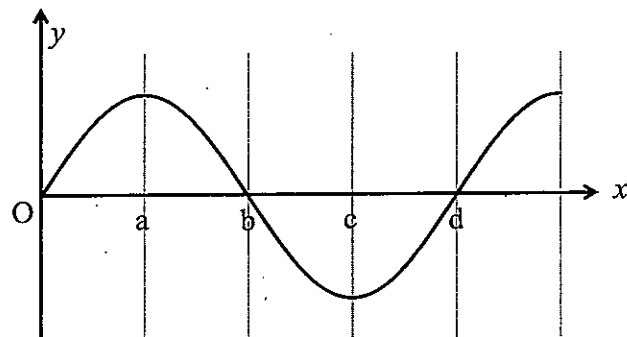


図 1-2

※

※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]

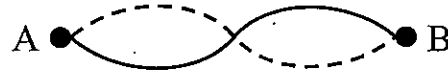


図 2-1

(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、以下の問いに答えよ。 [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。

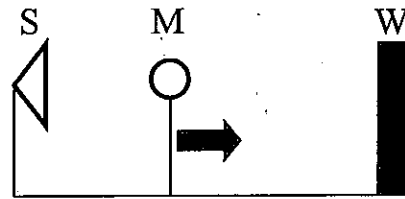


図 2-2

(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。

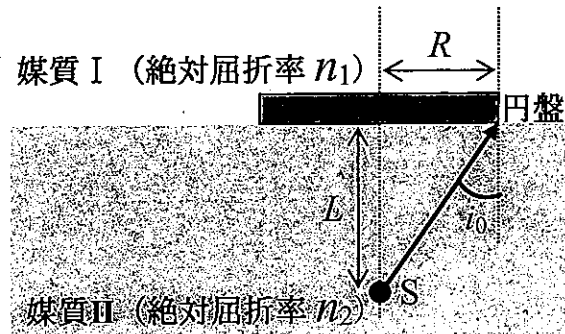


図 2-3

(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]

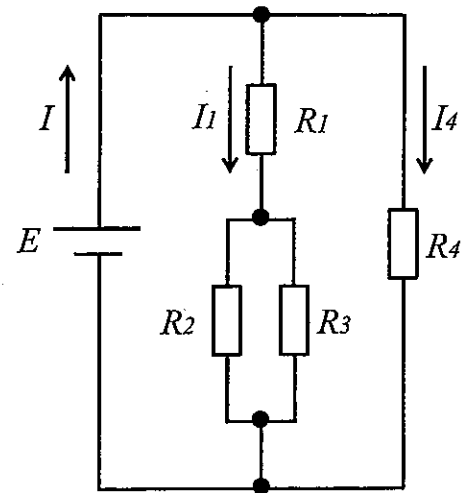


図 4-1

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

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

(5) 時間 $t[\text{s}]$ の間に回路全体で消費される電力量 $W[\text{J}]$ は、 R_1 で消費される電力量 $W_1[\text{J}]$ 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。