

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 ・ 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.

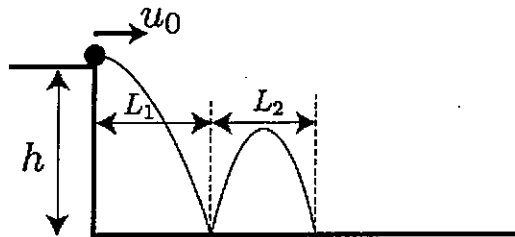


図 1-1

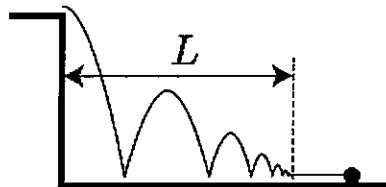


図 1-2

(1) 打ち出しの時刻を 0 とし、質点がはじめてに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  $\mu$  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。

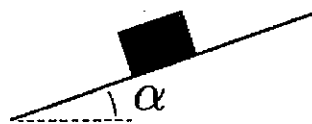


図2-1

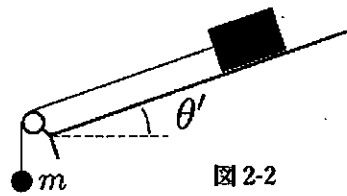


図2-2

(1) 質量  $M$  のブロックが水平面に対して角度が  $\alpha$  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  $\theta'$  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  $0.90\text{ kg}$  の金属製容器に、温度  $72.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の水  $4.60\text{ kg}$  と、温度  $-10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の氷  $1.40\text{ kg}$  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  $332\text{ kJ/kg}$  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 m<sup>3</sup>、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膨張して外部に対して仕事を行い、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  $L_a$  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  $\Delta U$  (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	
物 理 学 II (1/4)			

1 [計 25 点]

図 1-1 は  $x$  軸の正の向きに伝わる正弦波の波形であり、時刻  $t=0\text{s}$  (実線) と  $t=4.0\text{s}$  (点線) である。  
 $t=4.0\text{s}$  に波形は実線から点線の位置に初めて移ったものとする。

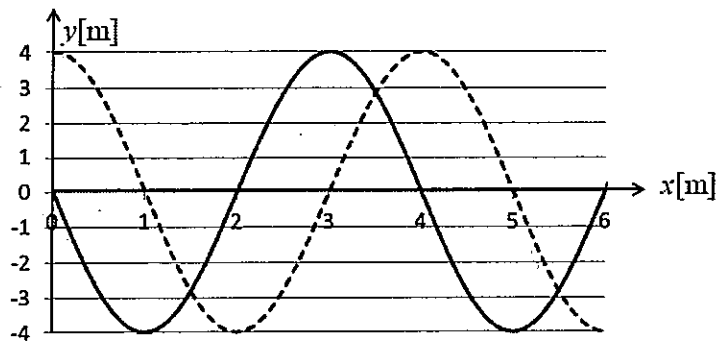


図 1-1

(1) 図 1-1 に示す波について、以下を求めよ。[4 点  $\times$  5 = 20 点]

(i) 振幅  $A$  [m]

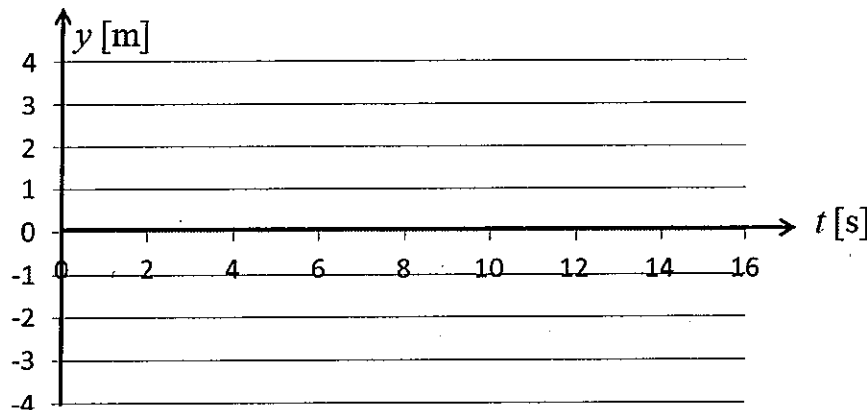
(ii) 波長  $\lambda$  [m]

(iii) 速さ  $v$  [m/s]

(iv) 周期  $T$  [s]

(v) 振動数  $f$  [Hz]

(2) 図 1-1 の波について、横軸を時刻  $t$  [s]、縦軸を変位  $y$  [m] として、位置  $x=2.0\text{m}$  における波形を以下のグラフに記入せよ。[5 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 II (2/4)			

2 ※解答の導出過程も記述すること。 [計 25 点]

以下の問いに答えよ。

(1) 両端が固定されている長さ 8.0 m の弦を振動数 80 Hz で振動させたところ、定常波ができた。以下を求めよ。 [3×3=9 点]

(i) 定常波の腹の数が 4 つである場合の波長  $\lambda_1$  [m]

(ii) 弦を伝わる波の速さ  $v_1$  [m/s]

(iii) 定常波の腹の数が 1 つである場合における、弦を伝わる波の速さを  $v_2$  [m/s] とした場合、 $v_2 - v_1$  [m/s] の値

(2) 図 2-1 に示す長さ  $l$  の閉管での  $m$  倍振動における振動数を  $f_m$ 、音速を  $V$  とする。以下を求めよ。ただし開口端補正は無視する。 [4 点×2=8 点]

(i)  $f_m$  を  $m, l, V$  を用いて表せ。

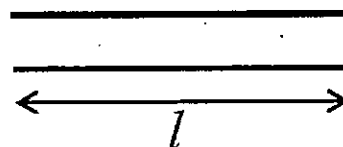


図 2-1

(ii)  $l=1.8$  m, 音速  $V=3.4 \times 10^2$  m/s とし、閉管の 3 倍振動数  $f_3$  [Hz] を求めよ。

(3) 真空中に種類の異なる媒質 I と媒質 II があり、それぞれの絶対屈折率が  $n_1$  および  $n_2$  であるとする。 $n_1 > n_2$  であり、真空の絶対屈折率を 1 とする。

図 2-2 に示すように、光が真空から入射角  $\theta_0$  [°] ( $\theta_0 > 0$ ) で媒質 I に入射した。媒質 I での屈折角を  $\theta_1$  [°] とする。以下の問いに答えよ。 [4×2=8 点]

(i) 屈折の法則について、

$\sin \theta_0$  を  $\theta_1, n_1$  を用いて式で表せ。

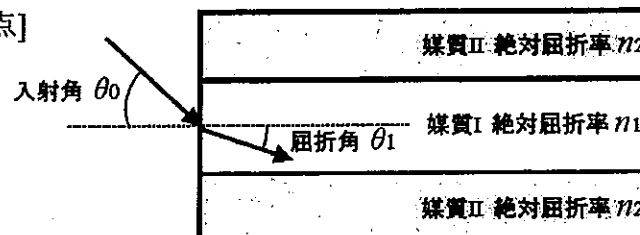


図 2-2

(ii) 媒質 I に入射した光線が媒質 II との境界面で全反射した。

このとき、 $\sin \theta_0$  の値の範囲を  $n_1$  と  $n_2$  を用いて表せ。

※

※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 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  $+6.0 \times 10^{-6} \text{C}$ , B には  $+2.0 \times 10^{-6} \text{C}$  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  $9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$  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 4.0 m 離して置いた場合, 2 球にはたらく力の大きさ  $F_1 [\text{N}]$  を求めよ。  
 [7 点]
- (3) 真空中で金属球 A と金属球 B を 8.0 m 離して置く。  
金属球 A から金属球 B に向かう直線上で金属球 A から 6.0 m の位置にある点 C における, 電場 (電界)  
の強さと向きを求めよ。 [7 点]
- (4) 真空中で金属球 A と金属球 B を 5.0 m 離して置いた。図 3-1 に示すように, 点 P を A, B, P が正三角形  
の頂点をなすように配置した場合, 点 P における電位  $V_p [\text{V}]$  を求めよ。 [6 点]

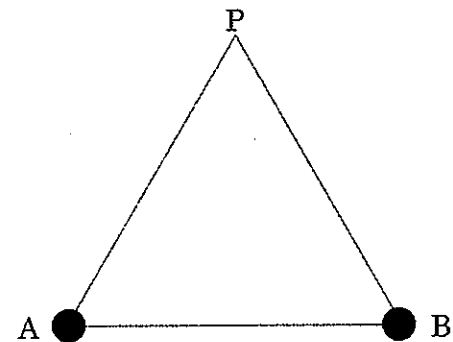


図 3-1

※  ※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 II (4/4)			

4 ※解答の導出過程も記述すること。 [計 25 点]

図 4-1, 図 4-2 に示す電気回路において,  $E$  は  $64\text{V}$ ,  $R_1$  は  $10\Omega$ ,  $R_2$  は  $40\Omega$ ,  $R_3$  は  $40\Omega$ ,  $R_4$  は  $60\Omega$  とする。  
以下の問いに答えよ。

(1) 図 4-1 (SW が OFF の状態) における,  $R_1$  を流れる電流  $I_1[\text{A}]$  を求めよ。  
[5 点]

(2) 図 4-1 (SW が OFF の状態) における, A を流れる電流  $I_A[\text{A}]$  を求めよ。  
[5 点]

(3) 図 4-1 (SW が OFF の状態) における, C と D の電位差  $V_{CD}[\text{V}]$  を求めよ。  
[5 点]

(4) 図 4-2 (SW が ON の状態) における, B を流れる電流  $I_B[\text{A}]$  を求めよ。  
[5 点]

(5) 図 4-2 (SW が ON の状態) における, 時間  $t=3.0[\text{s}]$  の間に  $R_3$  で消費される電力量  $W_3[\text{J}]$  を求めよ。  
[5 点]

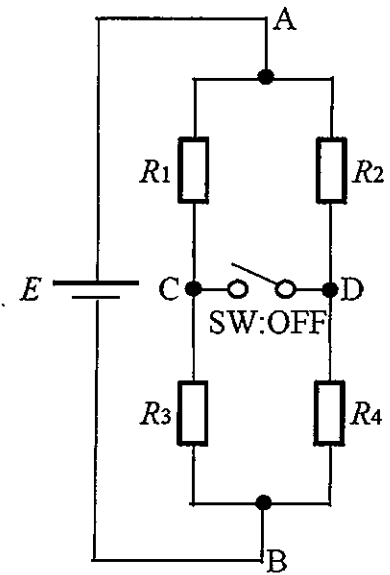


図 4-1

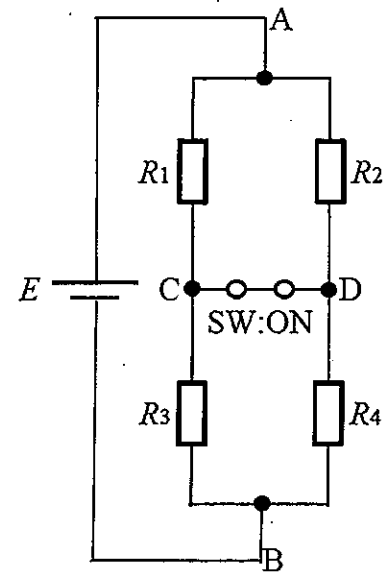


図 4-2

※

※受験者は何も記入しないでください。