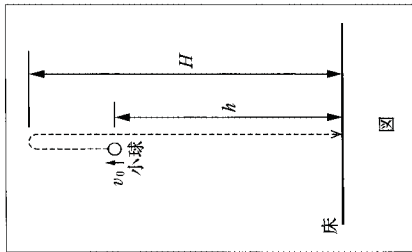


物理 (2月5日)

1 次の文を読み、問い(問1～5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号] 1 ~ 5]

図のように、質量 m [kg] の小球を水平な床から高さ h [m] の点で速さ v_0 [m/s] で鉛直上向きに投げ上げた。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]、重力による位置エネルギーの基準を床の高さとする。



問1 投げ上げた直後に小球がもつ運動エネルギー [J] はいくらからか。 []

- ① mgh ② $\sqrt{2gh}$ ③ mv_0
 ④ $\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑤ $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$ ⑥ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

問2 投げ上げた直後に小球がもつ力学的エネルギー [J] はいくらからか。 []

- ① mgh ② $\sqrt{2gh}$ ③ mv_0
 ④ $\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑤ $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$ ⑥ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

その後、小球は高さ H [m] の最高点に達した。

問3 投げ上げてから最高点に達するまでの時間 [s] はいくらからか。 []

- ① $\frac{v_0}{2g}$ ② $\frac{v_0}{g}$ ③ $\frac{2v_0}{g}$ ④ $\frac{2g}{v_0}$ ⑤ $\frac{g}{v_0}$ ⑥ $\frac{g}{2v_0}$

問4 最高点の高さ H [m] はどのように表されるか。 [] [m]

- ① $h + \frac{v_0^2}{8g}$ ② $h + \frac{v_0^2}{4g}$ ③ $h + \frac{v_0^2}{2g}$ ④ $h + \frac{v_0^2}{g}$ ⑤ $h + \frac{2v_0^2}{g}$ ⑥ $h + \frac{4v_0^2}{g}$

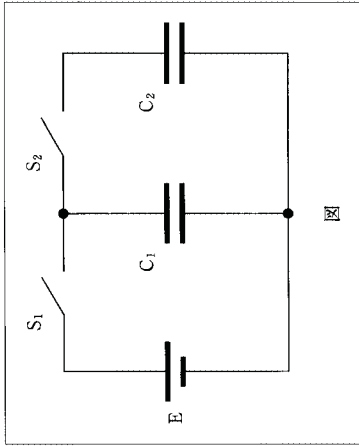
小球は高さ H [m] の最高点に達した後、落下しはじめ、やがて床に落下した。

問5 床に落下する直前の小球の速さ [m/s] はいくらからか。 [] [m/s]

- ① $\sqrt{2gh}$ ② $\sqrt{2gH}$ ③ $\sqrt{2g(H+h)}$
 ④ $\sqrt{2g(H-h)}$ ⑤ $\sqrt{2g(H+2h)}$ ⑥ $\sqrt{2g(2H-h)}$

2 次の文を読み、問い(問1~5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号] ~

図のように、電気容量がそれぞれ $1.0 \times 10^{-6} \text{ F}$ 、 $2.0 \times 10^{-6} \text{ F}$ のコンデンサー C_1 、 C_2 、起電力が 120 V で内部抵抗が無視できる電池 E 、スイッチ S_1 、 S_2 を接続する。最初、スイッチ S_1 、 S_2 は開いており、コンデンサー C_1 、 C_2 の電気量はゼロとする。



いま、スイッチ S_1 を閉じて、充分な時間をかけてコンデンサー C_1 を充電する。

問1 コンデンサー C_1 にたくわえられている電気量 $[C]$ はいくらか。 $[C]$

- ① 1.2×10^{-4}
- ② 2.4×10^{-4}
- ③ 3.6×10^{-4}
- ④ 4.8×10^{-4}
- ⑤ 6.0×10^{-4}
- ⑥ 7.2×10^{-4}

問2 コンデンサー C_1 にたくわえられている静電エネルギー $[J]$ はいくらか。 $[J]$

- ① 1.2×10^{-3}
- ② 2.4×10^{-3}
- ③ 3.6×10^{-3}
- ④ 4.8×10^{-3}
- ⑤ 6.0×10^{-3}
- ⑥ 7.2×10^{-3}

次に、スイッチ S_1 を開いて、スイッチ S_2 を閉じてから、しばらく時間が経過した。

問3 コンデンサー C_1 の極板間の電位差 $[V]$ はいくらか。 $[V]$

- ① 10
- ② 20
- ③ 30
- ④ 40
- ⑤ 50
- ⑥ 60

問4 コンデンサー C_2 にたくわえられている電気量 $[C]$ はいくらか。 $[C]$

- ① 1.0×10^{-5}
- ② 2.0×10^{-5}
- ③ 4.0×10^{-5}
- ④ 5.0×10^{-5}
- ⑤ 6.0×10^{-5}
- ⑥ 8.0×10^{-5}

問5 コンデンサー C_1 と C_2 にたくわえられている静電エネルギーの和 $[C]$ はいくらか。 $[C]$

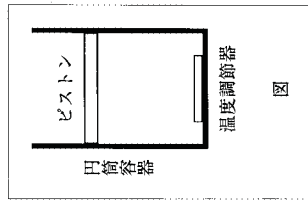
- ① 1.2×10^{-3}
- ② 2.4×10^{-3}
- ③ 3.6×10^{-3}
- ④ 4.8×10^{-3}
- ⑤ 6.0×10^{-3}
- ⑥ 7.2×10^{-3}

物理 (2月5日)

3 次の文を読み、問い(問1～3)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 11 ~ 13]

図のように、なめらかに動く軽いピストンのついた、断面積 0.030 m^2 の円筒容器がある。円筒容器の底には温度調節器がついており、円筒容器内に熱を与えることができる。ただし、円筒容器の内と外との間で熱のやりとりはないものとする。この容器内に、温度 0°C 、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の理想気体 0.50 mol を封じたところ、体積は $1.13 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ であった。

いま、この気体の圧力を一定に保ちながら、温度調節器によって、気体に 300 J の熱量を与えたところ、気体の温度は上昇し、ピストンが 0.040 m 移動した。



問1 気体が外部にした仕事[J]はいくらか。 [11] [J]

- ① 40 ② 80 ③ 120 ④ 180 ⑤ 200 ⑥ 300

問2 気体の内部エネルギーの増加[J]はいくらか。 [12] [J]

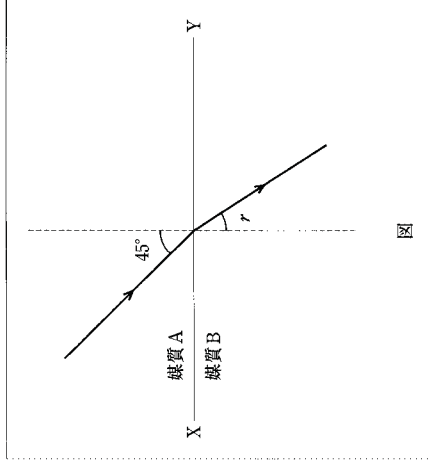
- ① 40 ② 80 ③ 120 ④ 180 ⑤ 200 ⑥ 300

問3 気体の温度の上昇[$^\circ\text{C}$]はいくらか。 [13] [$^\circ\text{C}$]

- ① 10 ② 15 ③ 21 ④ 25 ⑤ 29 ⑥ 33

4 次の文を読み、問い(問1～3)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 14 ~ 16]

図のように、振動数 100 Hz の波が媒質Aから媒質Bに入射角 45° で境界面XYで境界面XYに入射し、そこで屈折した波が屈折角 α で媒質B中を進行している。ただし、媒質Aおよび媒質Bにおける波の波長は、それぞれ 0.040 m および 0.030 m であり、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。



問1 媒質Aにおける波の速さ v_A [m/s]はいくらか。 [14] [m/s]

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.5 ④ 2.0 ⑤ 3.0 ⑥ 4.0

問2 媒質Bにおける波の速さは媒質Aにおける波の速さ v_A の何倍か。 [15] 倍

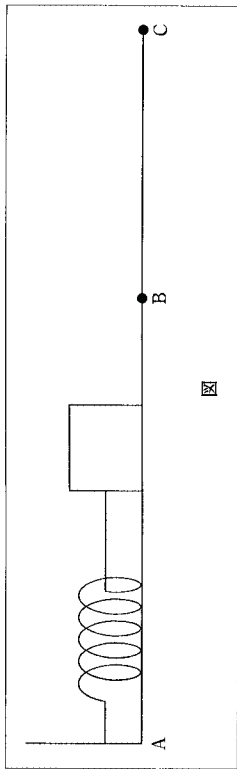
- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.75 ④ 1.3 ⑤ 2.5 ⑥ 3.0

問3 $\sin \alpha$ の値はいくらか。 [16]

- ① 0.28 ② 0.34 ③ 0.43 ④ 0.53 ⑤ 0.60 ⑥ 0.64

1 次の文を読み、問い(問1～5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号] ～]

図のように、水平面 AC がある。AB 間はなめらか面であるが、BC 間はあらい面である。いま、水平面 AB 上で、ばね定数 6.4 N/m のばねの一端を壁に固定し、他端に質量 0.10 kg の小物体を取りつけて、手で押しながら自然長より 0.10 m 縮めてフックで小物体を静止させる。ただし、小物体と水平面 BC との間の動摩擦係数を 0.10 とし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



問1 小物体にはたらくばねの力の大きさ[N]はいくらか。 [N]

- ① 0.32 ② 0.64 ③ 0.96 ④ 1.2 ⑤ 1.6 ⑥ 1.9

問2 ばねの弾性エネルギー[J]はいくらか。 [J]

- ① 0.032 ② 0.064 ③ 0.096 ④ 0.12 ⑤ 0.16 ⑥ 0.19

次に、フックを静かにははずす。その後、物体は右側に運動してからばねを離れて、右側のあらい水平面 BC 上を点 B から L [m] だけすべって止まった。

問3 点 B を通過する直前の物体の速さ[m/s]はいくらか。 [m/s]

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.80 ⑤ 1.0 ⑥ 1.2

問4 水平面 BC 上における物体の加速度の大きさ[m/s²]はいくらか。 [m/s²]

- ① 0.49 ② 0.98 ③ 1.5 ④ 2.0 ⑤ 4.9 ⑥ 9.8

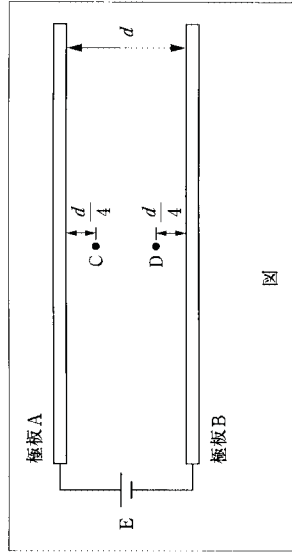
問5 距離 L [m]はいくらか。 [m]

- ① 0.11 ② 0.22 ③ 0.33 ④ 0.44 ⑤ 0.55 ⑥ 0.66

2 次の文を読み、問い(問1～5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号] ～]

図のように、電気容量が 3.0×10^{-6} [F] の平行板コンデンサーがある。最初、コンデンサーには電荷はなく、2つの極板 A、B の間隔は d [m] である。極板 A、B から $\frac{d}{4}$ [m] 離れた位置をそれぞれ点 C、D とする。

いま、このコンデンサーに起電力が 0.20 [V] で内筋抵抗の無視できる電池 E を接続して、十分に時間が経過した。



問1 コンデンサーにたくわえられた電荷[C]はいくらか。 [C]

- ① 1.0×10^{-7} ② 2.0×10^{-7} ③ 3.0×10^{-7}
④ 4.0×10^{-7} ⑤ 5.0×10^{-7} ⑥ 6.0×10^{-7}

問2 コンデンサーにたくわえられた静電エネルギー[J]はいくらか。 [J]

- ① 1.0×10^{-8} ② 2.0×10^{-8} ③ 3.0×10^{-8}
④ 4.0×10^{-8} ⑤ 5.0×10^{-8} ⑥ 6.0×10^{-8}

問3 2点 C、D 間の電位差[V]はいくらか。 [V]

- ① 0.01 ② 0.04 ③ 0.08 ④ 0.10 ⑤ 0.15 ⑥ 0.20

つぎに、図の点 C で、質量 1.6×10^{-9} [kg]、正電荷 3.2×10^{-10} [C] の荷電粒子を静かに放したところ、粒子は静電気力により加速し、点 D を通過した。ただし、重力の影響は無視できるものとする。

物理 (2月6日)

問4 荷電粒子が2点CD間を移動する間に静電気がした仕事[J]はいくらか。 9 [J]

- ① 1.2×10^{-11}
- ② 1.6×10^{-11}
- ③ 2.0×10^{-11}
- ④ 2.4×10^{-11}
- ⑤ 3.2×10^{-11}
- ⑥ 6.4×10^{-11}

問5 荷電粒子が点Dを通過したときの速さ[m/s]はいくらか。 10 [m/s]

- ① 0.01
- ② 0.04
- ③ 0.08
- ④ 0.10
- ⑤ 0.15
- ⑥ 0.20

3 次の文を読み、問い(問1~3)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマーカーを付せよ。[解答番号 11 ~ 13]

図1のように、なめらかに動く軽いピストンのついた円筒容器がある。ピストンは容器に固定することもできる。円筒容器の底には温度調節器がついており、円筒容器内に熱を与えることができる。ただし、円筒容器およびピストンは断熱材でできている。

いま、円筒容器内に単原子分子の理想気体を一定量封入し、図2のように、状態A、状態B、状態Cの順で変化させた。状態Aの圧力、体積および温度は、それぞれ p [Pa]、 V [m³]および T [K]である。また、状態Bの圧力と体積は、それぞれ $2p$ [Pa]と V [m³]、状態Cの圧力と体積は、それぞれ $2p$ [Pa]と $2V$ [m³]である。

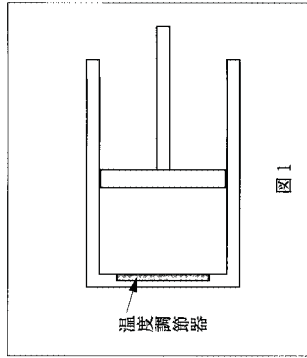


図1

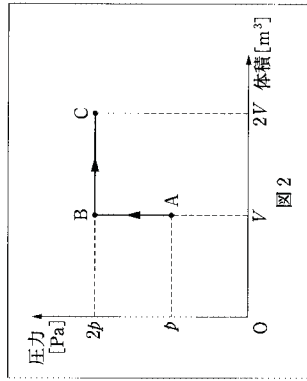
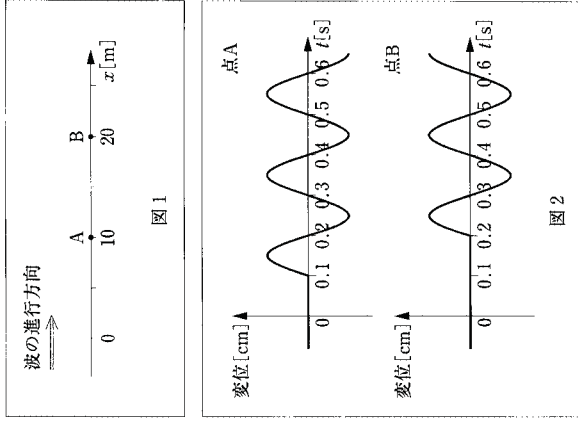


図2

4 次の文を読み、問い(問1～3)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 14 ~ 16]

図1のように、媒質上のx軸の正方向に波が進んでいる。この波の変位[cm]を点A、点Bで測定したところ、図2のような変位[cm]の時間変化が得られた。



問1 この波の周期[s]はいくらか。 [14] [s]

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.4 ④ 2.5 ⑤ 5 ⑥ 10

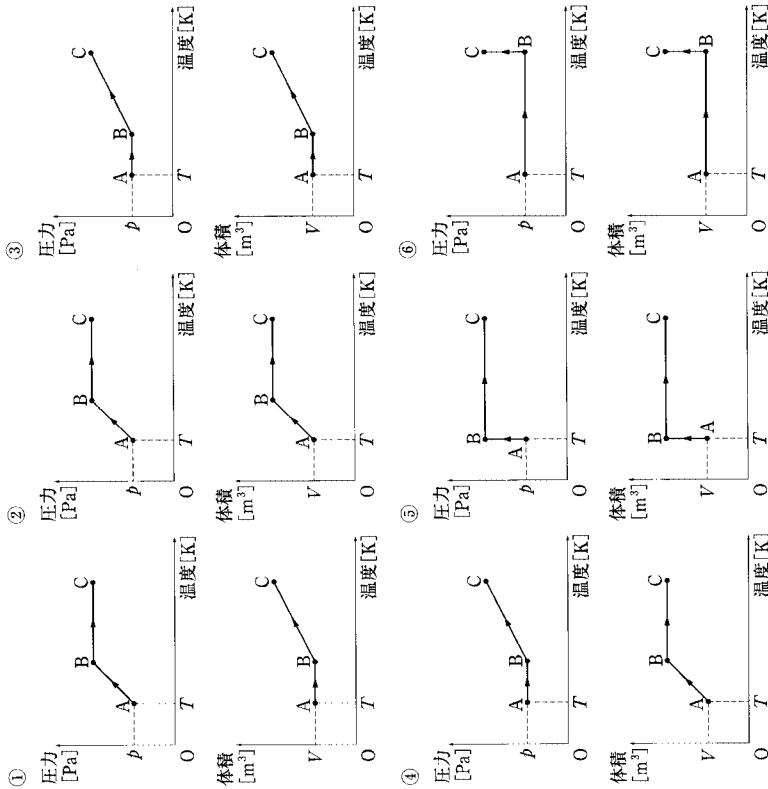
問2 この波の速さ[m/s]はいくらか。 [15] [m/s]

- ① 5 ② 10 ③ 20 ④ 50 ⑤ 100 ⑥ 200

問3 この波の波長[m]はいくらか。 [16] [m]

- ① 5 ② 10 ③ 20 ④ 50 ⑤ 100 ⑥ 200

問1 状態Aから状態Cへと変化する間の圧力[Pa]と温度[K]、体積[m³]と温度[K]の関係はそれぞれどのようなになるか。 [11]



問2 状態Aから状態Cへ変化する間の気体の内部エネルギーの増加[J]はいくらか。 [12] [J]

- ① $\frac{3}{2}pV$ ② $2pV$ ③ $3pV$ ④ $4pV$ ⑤ $\frac{9}{2}pV$ ⑥ $6pV$

問3 状態Aから状態Cへ変化する間に気体が得た熱量[J]はいくらか。 [13] [J]

- ① $\frac{3}{4}pV$ ② $\frac{3}{2}pV$ ③ $2pV$ ④ $\frac{9}{4}pV$ ⑤ $\frac{15}{4}pV$ ⑥ $\frac{13}{2}pV$

1 次の文を読み、問い(問1～5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 1 ~ 5]

図1のように、小物体が水平面上のx軸(原点を点Oとする)に沿って運動している。小物体の加速度の時間変化を時刻10.0sまで調べたところ、図2のようになった。ただし、時刻0.0sにおける小物体の位置は $x = 0.0$ m、速さは 0.0 m/sであるとする。

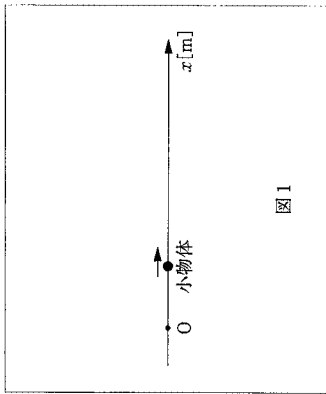


図1

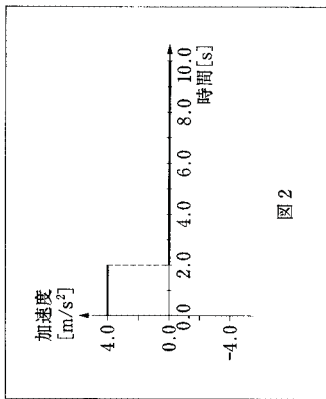


図2

問1 時刻1.0sにおける小物体の速さ[m/s]はいくらか。 [1] [m/s]

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 6.0 ⑥ 8.0

問2 時刻10.0sにおける小物体の速さ[m/s]はいくらか。 [2] [m/s]

- ① 4.0 ② 8.0 ③ 10 ④ 12 ⑤ 20 ⑥ 40

問3 時刻10.0sにおける小物体の位置[m]はいくらか。 [3] [m]

- ① 40 ② 48 ③ 56 ④ 64 ⑤ 72 ⑥ 80

その後、小物体は時刻10.0sから等加速度で減速し、時刻14.0sのときに静止した。

問4 時刻12.0sにおける小物体の加速度[m/s²]はいくらか。 [4] [m/s²]

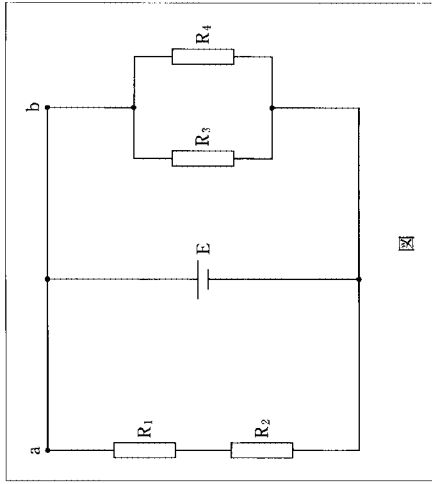
- ① -1.0 ② -2.0 ③ -3.0 ④ -4.0 ⑤ -6.0 ⑥ -8.0

問5 時刻14.0sにおいて小物体が静止した位置[m]はいくらか。 [5] [m]

- ① 48 ② 56 ③ 64 ④ 72 ⑤ 80 ⑥ 88

2 次の文を読み、問い(問1～5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 6 ~ 10]

図のように、電気抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、内部抵抗のない電池 E からなる電気回路がある。電気抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 の抵抗値は、それぞれ R [Ω]、 $2R$ [Ω]、 $2R$ [Ω]、 $4R$ [Ω]である。また、電池 E の起電力は V [V]である。



図

問1 点aを流れる電流の大きさ[A]はいくらか。 [6] [A]

- ① $\frac{V}{3R}$ ② $\frac{V}{2R}$ ③ $\frac{2V}{3R}$ ④ $\frac{V}{R}$ ⑤ $\frac{3V}{2R}$ ⑥ $\frac{3V}{R}$

問2 点bを流れる電流の大きさ[A]はいくらか。 [7] [A]

- ① $\frac{V}{6R}$ ② $\frac{V}{4R}$ ③ $\frac{V}{2R}$ ④ $\frac{3V}{4R}$ ⑤ $\frac{4V}{3R}$ ⑥ $\frac{6V}{R}$

問3 電気抵抗 R_2 で消費される電力[W]は、電気抵抗 R_1 で消費される電力[W]の何倍か。 [8] 倍

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ 1 ⑤ 2 ⑥ 4

問4 電気抵抗 R_4 で消費される電力[W]は、電気抵抗 R_3 で消費される電力[W]の何倍か。 [9] 倍

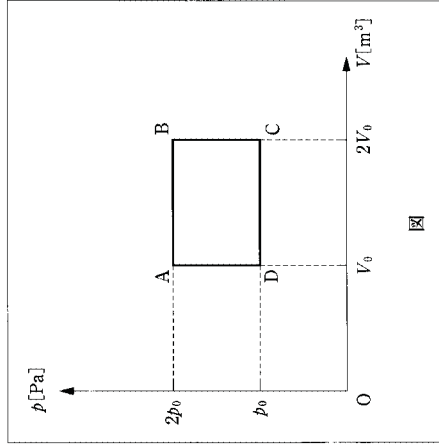
- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ 1 ⑤ 2 ⑥ 4

問5 電気抵抗 R_3 と R_4 で消費される電力の和[W]は、電気抵抗 R_1 と R_2 で消費される電力の和[W]の何倍か。 10 倍

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ 1 ④ $\frac{4}{3}$ ⑤ 2 ⑥ $\frac{9}{4}$

3 次の文を読み、問い(問1~3)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 11 ~ 13]

図のように、1 mol の理想気体を圧力 $2p_0$ [Pa]、体積 V_0 [m³] の状態 A から、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の順に状態を変化させた。ただし、状態 B における圧力と体積はそれぞれ $2p_0$ [Pa] と $2V_0$ [m³] であり、状態 C における圧力と体積はそれぞれ p_0 [Pa] と $2V_0$ [m³] であり、状態 D における圧力と体積はそれぞれ p_0 [Pa] と V_0 [m³] である。



問1 状態 A から状態 B に変化する間に、気体が外にした仕事[J]はいくらか。 11 [J]

- ① $-2p_0V_0$ ② $-p_0V_0$ ③ p_0V_0 ④ $2p_0V_0$ ⑤ $3p_0V_0$ ⑥ $4p_0V_0$

問2 1 サイクルの状態変化 ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$) で気体が外にした仕事[J]はいくらか。

12 [J]

- ① $-2p_0V_0$ ② $-p_0V_0$ ③ p_0V_0 ④ $2p_0V_0$ ⑤ $3p_0V_0$ ⑥ $4p_0V_0$

問3 状態 C における気体の内部エネルギーは状態 A における内部エネルギーの何倍か。

13 倍

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ 2 ⑥ $\frac{5}{2}$

4 次の文を読み、問い(問1～3)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 ～]

図1のように、振動数170 Hzの音を発生させるスピーカーAと振動数175 Hzの音を発生させるスピーカーBがある距離をへだてて、向き合って静止している。観測者は直線AB上におり、静止している。また、空気中の音速を340 m/sとする。

いま、スピーカーAとBから音を連続的に発生させる。この状態で、2つのスピーカーAとBの音を観測者が聞くと、うなりが聞こえた。

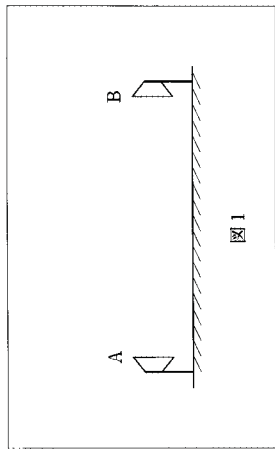


図1

問1 スピーカーAから発生する音の波長[m]はいくらか。 [m]

- ① 0.2 ② 0.5 ③ 1 ④ 2 ⑤ 3 ⑥ 5

問2 うなりの振動数[Hz]はいくらか。 [Hz]

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

次に、図1において、スピーカーAとBから音を連続的に発生させながら、スピーカーBのみを図2のように一定の速さ v [m/s]で遠ざける。スピーカーAとBの間に静止している観測者が音を聞くと、うなりは聞こえなかった。

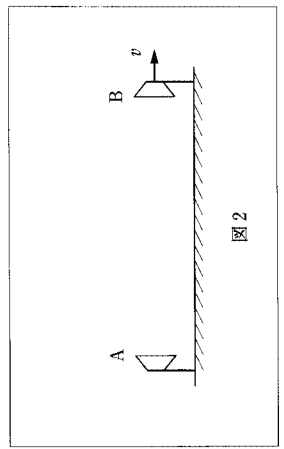


図2

問3 スピーカーBの速さ v [m/s]はいくらか。 [m/s]

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10 ⑥ 12