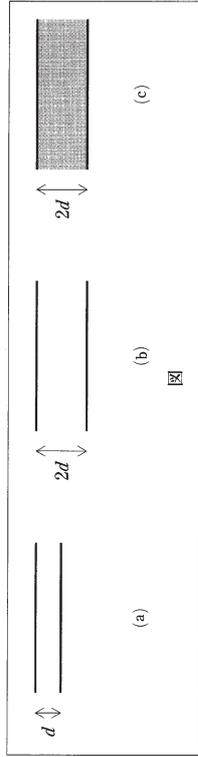


2 次の文を読み、問い(問1~5)の答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の該当するところにマークせよ。[解答番号 ~]

図(a)のように、極板の間隔が d [m]、電気容量が C [F] の平行板コンデンサーがある。このコンデンサーを起電力 V [V] の電池で充電させた。十分に時間が経過した後、電池を取り去った。コンデンサーは真空中に置かれているものとし、極板の間隔を $2d$ にし、電場が一様になるとする。



問1 コンデンサーにたくわえられている電気量 Q はいくらか。 [C]

- ① $\frac{C}{V}$ ② $\frac{V}{C}$ ③ CV ④ $\frac{1}{2}CV^2$ ⑤ CV^2 ⑥ $\frac{1}{2}C^2V$

次に、コンデンサーにたくわえられている電荷が逃げないようにして、極板の間隔を図(b)のように $2d$ [m]にした。

問2 コンデンサーの電気容量 F はいくらか。 [F]

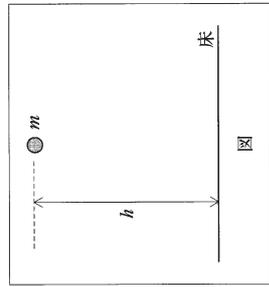
- ① $\frac{1}{4}C$ ② $\frac{1}{2}C$ ③ C ④ $2C$ ⑤ $3C$ ⑥ $4C$

問3 極板間の電位差 V はいくらか。 [V]

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

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、高さ h [m] の位置から質量 m [kg] の小球を自由落下させた。その後、小球は水平な床と衝突して、鉛直方向上向きにはねあがった。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、小球と床との間の反発係数を e とする。



問1 小球が床に衝突する直前の小球の速さ v はいくらか。 [m/s]

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

問2 小球を自由落下させてから床に衝突するまでの時間 t はいくらか。 [s]

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

問3 小球が床に衝突した直後の小球の速さ v はいくらか。 [m/s]

- ① $\sqrt{\frac{eh}{2g}}$ ② $\sqrt{\frac{eh}{g}}$ ③ $\sqrt{\frac{2eh}{g}}$ ④ $e\sqrt{\frac{gh}{2}}$ ⑤ $e\sqrt{gh}$ ⑥ $e\sqrt{2gh}$

問4 衝突後、小球が到達する最高点の高さ H はいくらか。 [m]

- ① $\frac{eh}{2}$ ② eh ③ $2eh$ ④ $\frac{e^2h}{2}$ ⑤ e^2h ⑥ $2e^2h$

問5 衝突してから、小球が最高点に達するまでの時間 t はいくらか。 [s]

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

物理 (2月5日)

さらに、図(b)のコンデンサーの極板間を、極板と同じ面積で、厚さが $2d$ [m]、比誘電率が ϵ_r の誘電体で、図(c)のように満たした。

問4 極板間の電位差[V]はいくらか。 [V]

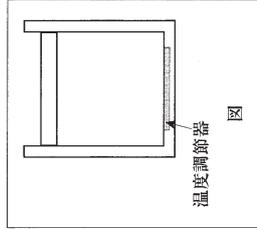
- ① $\frac{\epsilon_r V}{4}$ ② $\frac{\epsilon_r V}{2}$ ③ $\epsilon_r V$ ④ $\frac{1}{\epsilon_r} V$ ⑤ $\frac{2}{\epsilon_r} V$ ⑥ $\frac{4}{\epsilon_r} V$

問5 このコンデンサー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 $\frac{1}{2} CV^2$ ② CV^2 ③ $\frac{1}{2} CV^2$
 ④ $\frac{1}{\epsilon_r} CV^2$ ⑤ $\frac{1}{2} \epsilon_r CV^2$ ⑥ $\epsilon_r CV^2$

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 ~]

図のように、なめらかに動く軽いピストンのついた円筒容器がある。円筒容器の底には温度調節器がついており、円筒容器内の気体の温度を調節することができる。この円筒容器内に理想気体を封じたところ、円筒容器内の理想気体の圧力は 1.00×10^5 Pa、体積は 2.10×10^{-3} m³、温度は273 Kであった。このときの状態を状態Aとする。ただし、円筒容器の内と外との間では熱のやりとりはないものとする。



いま、温度調節器により気体に75 Jの熱を与えたところ、温度は312 Kとなった。このときの状態を状態Bとする。

問1 状態Bにおける円筒容器内の体積[m³]はいくらか。 [m³]

- ① 1.20×10^{-3} ② 1.80×10^{-3} ③ 2.10×10^{-3}
 ④ 2.40×10^{-3} ⑤ 2.80×10^{-3} ⑥ 3.50×10^{-3}

問2 状態Aから状態Bに変化する間に円筒容器内の理想気体が外部にした仕事[J]はいくらか。 [J]

- ① 0 ② 15 ③ 30 ④ 45 ⑤ 60 ⑥ 75

問3 状態Bにおける気体の内部エネルギー[J]は状態Aに比べていくらか増加したか。 [J]

- ① 0 ② 15 ③ 30 ④ 45 ⑤ 60 ⑥ 75

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]

長いガラス管の中の水を上下させて気柱の長さを変えて、あるおんさの振動数を測定した。おんさを振動させて管の口に近づけて水面をゆっくり下げていったところ、水面が管の口から0.165 mと0.525 mのときに音が共鳴して大きくなった。ただし、空気中の音速を340 m/sとする。

問1 共鳴音の波長[m]はいくらか。 14 [m]

- ① 0.570 ② 0.600 ③ 0.630 ④ 0.660 ⑤ 0.690 ⑥ 0.720

問2 次に共鳴するのは、水面が管の口から何 m になったときか。 15 [m]

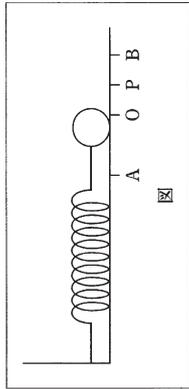
- ① 0.735 ② 0.765 ③ 0.795 ④ 0.825 ⑤ 0.855 ⑥ 0.885

問3 おんさの振動数[Hz]はいくらか。 16 [Hz]

- ① 468 ② 472 ③ 476 ④ 480 ⑤ 484 ⑥ 488

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]

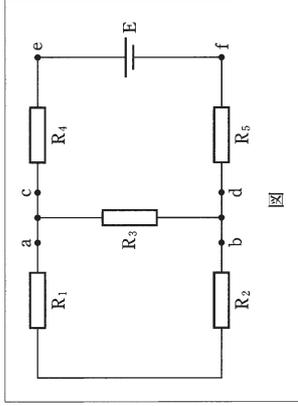
図のように、なめらかな床の上で、質量2.0 kgの小物体が、ばね定数 k [N/m]の軽いばねに取り付けられ、長さ0.60 mのAB間を、点Oを中心として単振動をしている。この小物体が点Oから0.15 m離れた点Pにあるとき、小物体にはばねから1.2 Nの大きさの力がはたらいていた。ただし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。



- 問1 ばね定数 k [N/m]はいくらか。 [1] [N/m]
- ① 3.2 ② 3.9 ③ 4.6 ④ 5.8 ⑤ 6.7 ⑥ 8.0
- 問2 単振動の周期[s]はいくらか。 [2] [s]
- ① 0.79 ② 2.4 ③ 3.1 ④ 4.7 ⑤ 6.3 ⑥ 7.9
- 問3 小物体が点Bにあるとき、ばねから受ける力の大きさ[N]はいくらか。 [3] [N]
- ① 1.2 ② 2.4 ③ 3.6 ④ 4.8 ⑤ 6.0 ⑥ 7.2
- 問4 小物体の加速度の最大値[m/s²]はいくらか。 [4] [m/s²]
- ① 0.60 ② 0.90 ③ 1.0 ④ 1.2 ⑤ 1.4 ⑥ 1.7
- 問5 点Pにおける小物体の速さ[m/s]はいくらか。 [5] [m/s]
- ① 0.48 ② 0.52 ③ 0.56 ④ 0.60 ⑤ 0.64 ⑥ 0.68

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]

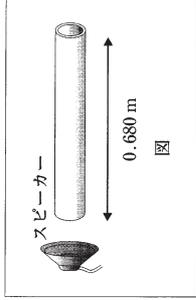
図のように、電気抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 、内部抵抗の無視できる電池Eからなる電気回路がある。電気抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 の抵抗値は、すべて 3.0Ω である。また、電池Eの起電力は24 Vである。



- 問1 電気抵抗 R_1 と R_2 のab間の合成抵抗 $[\Omega]$ はいくらか。 [6] $[\Omega]$
- ① 1.5 ② 3.0 ③ 4.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0 ⑥ 9.0
- 問2 電気抵抗 R_1, R_2, R_3 のcd間の合成抵抗 $[\Omega]$ はいくらか。 [7] $[\Omega]$
- ① 2.0 ② 3.0 ③ 4.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0 ⑥ 9.0
- 問3 電気抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 のef間の合成抵抗 $[\Omega]$ はいくらか。 [8] $[\Omega]$
- ① 2.0 ② 3.0 ③ 4.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0 ⑥ 9.0
- 問4 電気抵抗 R_1 を流れる電流の大きさ[A]はいくらか。 [9] [A]
- ① 2.0 ② 3.0 ③ 4.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0 ⑥ 9.0
- 問5 電気抵抗 R_3 を流れる電流の大きさ[A]はいくらか。 [10] [A]
- ① 2.0 ② 3.0 ③ 4.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0 ⑥ 9.0

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、長さ0.680 mの開管の管口付近にスピーカーを置く。このスピーカーから発生する音の振動数は最初50.0 Hzであるが、しだいに大きくしていくことができる。ただし、音速を340 m/sとし、開口端における腹の位置のずれは無視する。



問1 スピーカーから発生する音の振動数が50.0 Hzのとき、音の波長[m]はいくらか。 [14] [m]

① 0.147 ② 1.36 ③ 1.70 ④ 2.27 ⑤ 3.40 ⑥ 6.80

次に、スピーカーから発生する音の振動数を50.0 Hzからしだいに大きくしていく。

問2 最初に聞こえる共鳴音の波長[m]はいくらか。 [15] [m]

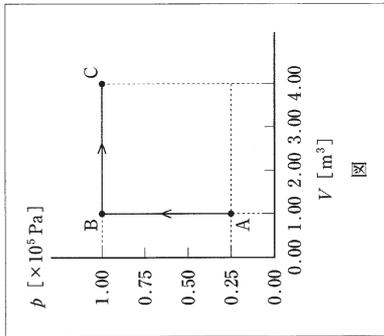
① 0.147 ② 1.36 ③ 1.70 ④ 2.27 ⑤ 3.40 ⑥ 6.80

問3 2回目に共鳴する音の振動数[Hz]はいくらか。 [16] [Hz]

① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400 ⑤ 500 ⑥ 600

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]

円筒容器にピストンで閉じ込められた単原子分子の理想気体がある。この気体の圧力が[Pa]と体積 $V[\text{m}^3]$ を、図のグラフのように、最初、状態Aから状態Bまで体積を一定にして変化させた。その後、状態Bから状態Cまで気体の圧力を一定にして変化させた。状態Aでの温度を100 Kとする。ただし、気体定数を $8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とし、円筒容器とピストンは断熱材できているものとする。



問1 状態Bの気体の温度 $T_B[\text{K}]$ と状態Cの気体の温度 $T_C[\text{K}]$ の正しい組み合わせを選べ。 [11]

- ① $T_B=100 \text{ K}, T_C=100 \text{ K}$ ② $T_B=100 \text{ K}, T_C=400 \text{ K}$ ③ $T_B=200 \text{ K}, T_C=400 \text{ K}$
 ④ $T_B=200 \text{ K}, T_C=1200 \text{ K}$ ⑤ $T_B=400 \text{ K}, T_C=1400 \text{ K}$ ⑥ $T_B=400 \text{ K}, T_C=1600 \text{ K}$

問2 状態Aから状態Bへの過程において、容器内の気体の内部エネルギー[J]はいくら増加したか。 [12] [J]

- ① 1.1×10^5 ② 2.2×10^5 ③ 4.3×10^5 ④ 5.4×10^5 ⑤ 7.5×10^5 ⑥ 8.6×10^5

問3 状態Aから状態Bを経由し状態Cにいたる過程において、気体に加えられた熱量[J]はいくらか。 [13] [J]

- ① 1.1×10^5 ② 2.2×10^5 ③ 4.3×10^5 ④ 5.4×10^5 ⑤ 7.5×10^5 ⑥ 8.6×10^5

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選び、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、長さ l [m]、質量 m [kg]の一様で変形しない棒ABが水平な床から摩擦のない鉛直な壁に立てかけられている。水平な床と棒との間には摩擦があり、静止摩擦係数は $\frac{1}{2}$ である。図1中の N_A 、 N_B 、 f は、それぞれ、点Aにおける壁からの垂直抗力の大きさ、点Bにおける床からの垂直抗力の大きさ、点Bにおける床との摩擦力の大きさを表す。ただし、図1中の矢印は力の方向を示すのみであり、正確に力の大きさを表しているわけではない。棒と壁のなす角度 θ は、 $\cos \theta = \frac{4}{5}$ 、 $\sin \theta = \frac{3}{5}$ を満たす角度であり、重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。

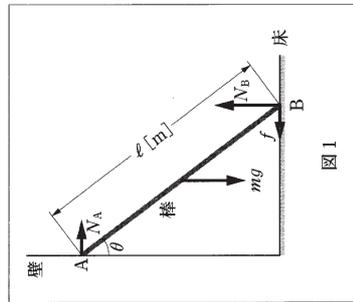


図1

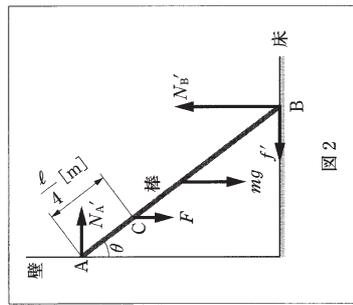


図2

問1 点Bにおける床からの垂直抗力の大きさ N_B [N]はいくらか。 [1] [N]

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

問2 点Bのまわりの力のモーメントのつりあいの式として、正しいものを選び。 [2]

- ① $mg\left(\frac{l}{2}\right)\sin \theta - N_A l \cos \theta = 0$ ② $mg\left(\frac{l}{2}\right)\cos \theta - N_A l \sin \theta = 0$
 ③ $mg\left(\frac{l}{2}\right)\sin \theta + N_A l \cos \theta = 0$ ④ $mg\left(\frac{l}{2}\right)\cos \theta + N_A l \sin \theta = 0$
 ⑤ $mg l \sin \theta - N_A l \cos \theta = 0$ ⑥ $mg l \cos \theta - N_A l \sin \theta = 0$

問3 点Bにおける摩擦力の大きさ f [N]はいくらか。 [3] [N]

- ① $\frac{3}{8}mg$ ② $\frac{1}{2}mg$ ③ $\frac{3}{4}mg$ ④ $\frac{3}{5}mg$ ⑤ $\frac{5}{8}mg$ ⑥ $\frac{4}{5}mg$

つぎに、図2のように点Aから棒の長さの4分の1の位置にある点Cに鉛直下向きに大きさ F [N]の力を加えた。このとき、棒は静止していた。図2中の N_A' 、 N_B' 、 f' は、それぞれ点Aにおける壁からの垂直抗力の大きさ、点Bにおける床からの垂直抗力の大きさ、点Bにおける床との摩擦力の大きさを表す。ただし、図2中の矢印は力の方向を示すのみであり、正確に力の大きさを表していない。

問4 点Bにおける摩擦力の大きさ f [N]は、点Cに力を加えない時の点Bにおける摩擦力の大きさ f [N]よりいくら大きいか。 [4] [N]

- ① $\frac{9}{20}F$ ② $\frac{3}{8}F$ ③ $\frac{1}{2}F$ ④ $\frac{9}{16}F$ ⑤ $\frac{3}{5}F$ ⑥ F

さらに、図2の点Cに加える力の大きさを増やしていったところ、棒は床をすべって倒れた。

問5 棒が床をすべるのは、点Cに加える力の大きさ F [N]が棒にはたらく重力の大きさ mg [N]の何倍を超えたときか。 [5] 倍

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{3}{8}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ 1 ⑤ 2 ⑥ 4

物理 (2月7日)

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]

100 V の電圧をかけると 500 W の電力を消費する導線 A がある。この導線の抵抗率および断面積は一定であるとし、電気抵抗の温度による変化は無視できるものとする。

問1 導線 A に 100 V の電圧をかけたときの電流の大きさ[A]はいくらか。 [6] [A]

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.75 ④ 1.0 ⑤ 2.5 ⑥ 5.0

問2 導線 A の電気抵抗[Ω]はいくらか。 [7] [Ω]

- ① 20 ② 40 ③ 100 ④ 150 ⑤ 200 ⑥ 400

問3 導線 A を電圧 200 V の電源につなぐと、消費電力[W]はいくらか。 [8] [W]

- ① 500 ② 1000 ③ 1500 ④ 2000 ⑤ 2500 ⑥ 3000

つぎに、導線 A と同じ抵抗率で断面積も同じであるが、長さが 2 倍の導線を導線 B とする。

問4 導線 B を電圧 200 V の電源につなぐと、消費電力[W]はいくらか。 [9] [W]

- ① 500 ② 1000 ③ 1500 ④ 2000 ⑤ 2500 ⑥ 3000

さらに、導線 B の長さを変えて、電圧 50 V の電源に接続したら、250 W の消費電力が得られる導線を導線 C とする。

問5 導線 C の長さは導線 B の長さの何倍になるか。 [10] 倍

- ① 0.15 ② 0.25 ③ 0.50 ④ 0.75 ⑤ 0.80 ⑥ 0.90

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]

単原子分子の理想気体が、断熱材でできた気球に入っている。その体積を測定したところ、0℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 0.36 m^3 であった。気体を暖めたところ、体積が 0.48 m^3 になった。ただし、気球内の気体の物質数および圧力は常に一定に保たれており、気体定数を $8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

問1 気体の体積が 0.48 m^3 になったときの温度[℃]はいくらか。 [11] [℃]

- ① 71 ② 75 ③ 79 ④ 83 ⑤ 87 ⑥ 91

問2 気球内の気体の物質数[mol]はいくらか。 [12] [mol]

- ① 11 ② 16 ③ 21 ④ 26 ⑤ 31 ⑥ 36

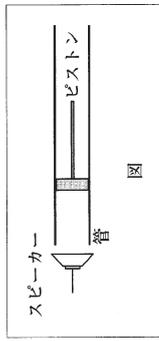
問3 気体の体積が 0.48 m^3 になるまでに与えられた熱量[J]はいくらか。 [13] [J]

- ① 1.4×10^4 ② 1.8×10^4 ③ 2.2×10^4 ④ 2.6×10^4 ⑤ 3.0×10^4 ⑥ 3.4×10^4

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] ~]

図のように、内径が一樣な管の口付近にスピーカーをおいた。管内にはピストンがついており管の長さを変えることができる。

いま、スピーカーから振動数420 Hzの音を出した。ピストンを動かし管の長さを0 mから徐々に長くしていくと、管の長さが0.200 mと0.600 mのときに共鳴した。



- 問1 音の波長[m]はいくらか。 [m]
- ① 0.100 ② 0.200 ③ 0.400 ④ 0.500 ⑤ 0.600 ⑥ 0.800
- 問2 音の速さ[m/s]はいくらか。 [m/s]
- ① 126 ② 210 ③ 252 ④ 336 ⑤ 420 ⑥ 840

つぎに、管の長さを0.600 mに保ったままスピーカーからの音の振動数[Hz]を徐々に高くしていったところ、再び共鳴が起こった。

- 問3 再び共鳴が起こったときの音の振動数[Hz]はいくらか。 [Hz]
- ① 448 ② 525 ③ 560 ④ 630 ⑤ 700 ⑥ 840