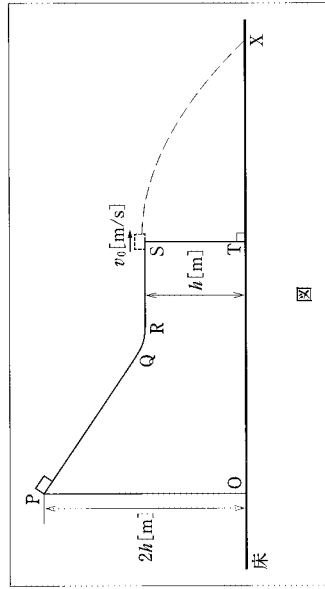


物理 (2月5日)

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、水平な床の上に台OQRSTが固定されている。斜面PQと平面RSは曲面QRによりなめらかに接続されている。点Pの床からの高さは $2h$ [m]であり、点Rおよび点Sの床からの高さは h [m]である。また、点Tは点Sの鉛直下方向にある。

いま、点Pに質量 m [kg]の小物体を静かに置いて放したところ、斜面PQをすべり、点Q、点Rを通過して、点Sから速さ v_0 [m/s]で水平方向に台を飛び出し、水平な床の上の点Xに落下した。ただし、斜面PQ、曲面QR、平面RSと小物体の間に摩擦はなく、重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。また、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 小物体が点Pにあるときの小物体の位置エネルギー[]はいくらか。 []

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

問2 小物体が点Sを飛び出す直前の小物体の力学的エネルギー[]はいくらか。 []

- 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3 小物体が点Sを飛び出すときの速さ v_0 [m/s]はいくらか。 [m/s]

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

問4 小物体が点Sを飛び出してから水平な床の上に落下するまでの時間[s]はいくらか。

- [s]
 ① $\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ② $\sqrt{\frac{g}{h}}$ ③ $\sqrt{\frac{2g}{h}}$ ④ $\sqrt{\frac{h}{2g}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{h}{g}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

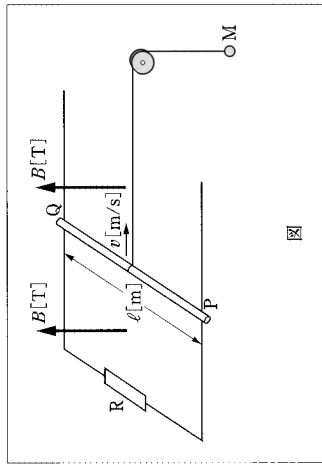
問5 点Tと点Xの間の距離[m]はいくらか。 [m]

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

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、磁束密度 B [T] の一様な鉛直上向きの磁場中に、間隔 ℓ [m] で水平におかれた平行なレールがある。レールの間には、抵抗値 R [Ω] の電気抵抗 R が接続されている。導体棒 PQ をレールの上に置き、滑車を通して質量 m [kg] のおもり M をつける。ただし、レールと導体棒の間に摩擦はなく、電気抵抗 R 以外の部分の抵抗値を 0 Ω とする。また、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

しばらくすると、導体棒 PQ は一定の速さ v [m/s] でレールの上を右へ移動した。



問1 導体棒 PQ を流れる電流の大きさ [A] はいくらか。 [A]

- ① $vB\ell R$ ② $vB^2\ell R$ ③ $vB\ell R^2$ ④ $\frac{vB\ell}{R}$ ⑤ $\frac{R}{vB\ell}$ ⑥ $\frac{vB^2\ell^2}{R}$

問2 導体棒 PQ に流れる電流の向きはどのようになるか。 [A]

- ① P から Q ② Q から P

問3 電気抵抗 R で消費される電力 [W] はいくらか。 [W]

- ① $vB^2\ell^2 R$ ② $v^2 B^2 \ell^2 R$ ③ $vB\ell R^2$ ④ $\frac{vB^2\ell^2}{R}$ ⑤ $\frac{R}{v^2 B^2 \ell^2}$ ⑥ $\frac{v^2 B^2 \ell^2}{R}$

問4 導体棒 PQ が磁場から受ける力の大きさ [N] はいくらか。 [N]

- ① $vB\ell R$ ② $vB^2\ell^2 R$ ③ $vB\ell R^2$ ④ $\frac{vB\ell}{R}$ ⑤ $\frac{R}{vB\ell}$ ⑥ $\frac{vB^2\ell^2}{R}$

問5 速さ v [m/s] はどのように表されるか。 [m/s]

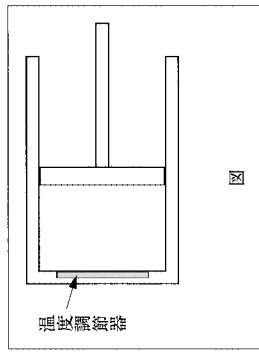
- ① $\frac{mgR}{B\ell}$ ② $\frac{B\ell}{mgR}$ ③ $\frac{mgR}{B^2\ell^2}$ ④ $\frac{B^2\ell^2}{mgR}$ ⑤ $\frac{mgR^2}{B^2\ell^2}$ ⑥ $\frac{B^2\ell^2}{mgR^2}$

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 11 ~ 13]

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、円筒容器内の気体に熱を与えたり、気体から熱を奪ったりすることができる。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封じたところ、気体の圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積は $4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ であった。このときの気体の状態を状態Aとする。

つぎに、温度調節器により気体に熱を与え、圧力を一定に保ったまま体積を $6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ へとゆっくと増加させた。このときの気体の状態を状態Bとする。



問1 状態Aから状態Bへ変化する間に気体がピストンにした仕事[J]はいくらか。 [11] []

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

問2 状態Aから状態B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] []

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

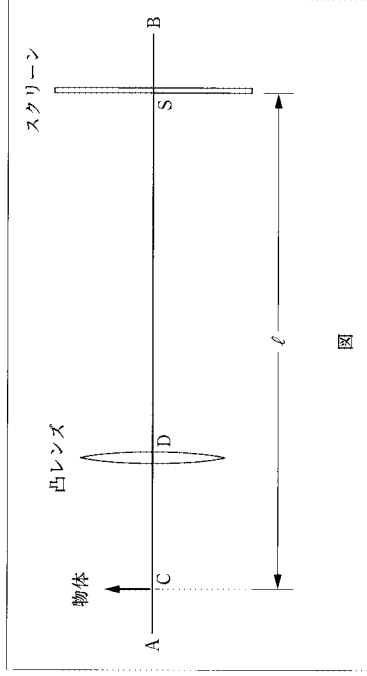
問3 状態Aから状態Bへ変化する間に温度調節器が気体に与えた熱量[J]はいくらか。 [13] []

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

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]

図のように、焦点距離が f [m]の凸レンズの前方に物体を直線AB上に、ABに垂直におき、レンズの後方にスクリーンをABに垂直においた。物体、レンズの中心およびスクリーンの位置をそれぞれC、DおよびSとする。位置CとSの間隔は ℓ [m]に固定してある。凸レンズは、光軸を直線ABと一致させながら、左右に移動させることができる。

いま、CD間の長さが a [m]のとき、スクリーン上に物体の倒立の実像ができた。



問1 a, ℓ, f の間にはどのような関係があるか。 [14] []

- ① $\frac{1}{a} + \frac{1}{\ell - a} = \frac{1}{f}$ ② $\frac{1}{a} - \frac{1}{\ell - a} = \frac{1}{f}$ ③ $\frac{1}{a} + \frac{1}{\ell} = \frac{1}{f}$
 ④ $\frac{1}{a} - \frac{1}{\ell} = \frac{1}{f}$ ⑤ $\frac{1}{a} + \frac{1}{\ell} = -\frac{1}{f}$ ⑥ $\frac{1}{a} - \frac{1}{\ell} = -\frac{1}{f}$

つぎに、凸レンズを右方向に動かしていくと、スクリーン上に再び物体の倒立の実像ができた。

問2 このとき、CD間の長さ[m]はいくらか。 [15] [m]

- ① $a - f$ ② $a + f$ ③ $\ell - f$
 ④ $\ell + f$ ⑤ $\ell - a$ ⑥ $\ell + a$

このように、物体とスクリーンの位置を固定して、その間で凸レンズを移動させると、スクリーン上に物体の倒立の実像をつくることができる凸レンズの位置が2つ存在する。しかし、ある特別な場合には、この2つの位置が一致してしまうことがある。

16

問3 この場合の焦点距離 f [m] と位置 C と S の間隔 l [m] の間の関係をもとめよ。

① $f = \frac{l}{6}$

② $f = \frac{l}{5}$

③ $f = \frac{l}{4}$

④ $f = \frac{l}{3}$

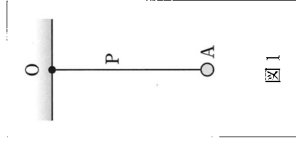
⑤ $f = \frac{l}{2}$

⑥ $f = l$

物理 (2月6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]

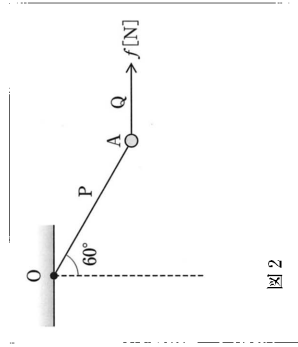
図1のように、質量 m [kg] の小球 A を長さ l [m] の軽い糸 P で支点 O からつるして静止させる。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



問1 糸 P の張力の大きさを N [N] といくらか。 [1] [N]

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

つぎに、小球 A に軽い糸 Q をつけて、図2のように、水平方向に大きさ f [N] の力で引いたところ、糸 P が鉛直線と角度 60° をなす位置で静止した。



問2 このときの糸 P の張力の大きさを N [N] といくらか。 [2] [N]

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

問3 f , m , g の間にはどのような関係があるか。 [3]

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

つぎに、図2において、糸 Q を静かに小球からははずしたら、小球 A は鉛直平面内で、点 O を中心として左右に円弧上に往復運動を行った。

問4 小球 A の運動エネルギーの最大値 [J] はいくらか。 [4] [J]

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

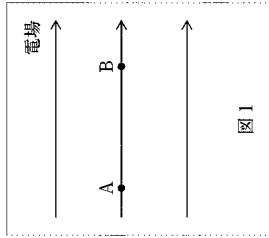
問5 小球 A が最下点を通る時の、小球 A の速さ [m/s] はいくらか。 [5] [m/s]

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

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 ~]

[A]

図1のように、一様な電場があり、電場の方向に0.50 m離れた2点A、Bがある。点Aの電位は点Bの電位よりも、 2.0×10^5 Vだけ高い。



問1 AB間の電場の強さ[V/m]はいくらか。 [V/m]

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

つぎに、点Aに、質量が 1.0×10^{-11} kgで電荷が 1.0×10^{-6} Cの粒子を静かに置く。その後、粒子は点Aから電場に沿って動き出し、点Bを速さ v [m/s]で通過した。

問2 点Aにおいて粒子が点Bに達するまでに電場からされた仕事[J]はいくらか。 [J]

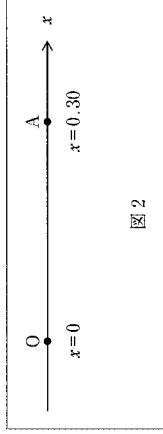
- ① 2.0×10^{-8}
- ② 4.0×10^{-8}
- ③ 8.0×10^{-8}
- ④ 2.0×10^{-7}
- ⑤ 4.0×10^{-7}
- ⑥ 8.0×10^{-7}

問3 速さ v [m/s]はいくらか。 [m/s]

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

[B]

図2のように、 x 軸上の原点Oに、電荷 1.0×10^{-9} Cの点電荷を固定する。また、原点Oから0.30 m離れた点をAとする。ただし、電位の基準の位置を無限大にとり、静電気力に関するクーロンの法則に含まれる比例定数を 9.0×10^9 N \cdot m²/C²とする。



問4 点Aの電位[V]はいくらか。 [V]

- ① 1.0×10
- ② 2.0×10
- ③ 3.0×10
- ④ 4.0×10
- ⑤ 5.0×10
- ⑥ 6.0×10

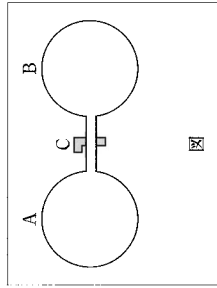
つぎに、点Aに -2.0×10^{-9} Cの点電荷を固定する。このとき、 x 軸上で電位が0 Vになる点がOA間に1点ある。この点の x 座標を a [m]とする。

問5 a [m]はいくらか。 [m]

- ① 0.10
- ② 0.15
- ③ 0.18
- ④ 0.20
- ⑤ 0.25
- ⑥ 0.28

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、2つの容器A(体積 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$)と容器B(体積 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$)を、コックCが付いた細い管でつなぐ。容器AとB、コックC、および細い管は断熱材でできているとする。最初、コックCを閉めた状態で、容器Aには 4.0 mol 、 600 K の単原子分子の理想気体が封入されており、一方、容器Bには 6.0 mol 、 400 K の単原子分子の理想気体が封入されている。ただし、気体定数を $8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ とする。



問1 容器AとBの内部にある理想気体の内部エネルギーの和[J]はいくらか。 [11] [J]

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

次に、コックCを開く。充分な時間が経過して、容器AとBの内部の理想気体は熱平衡状態になった。

問2 容器内部の理想気体の温度[K]はいくらか。 [12] [K]

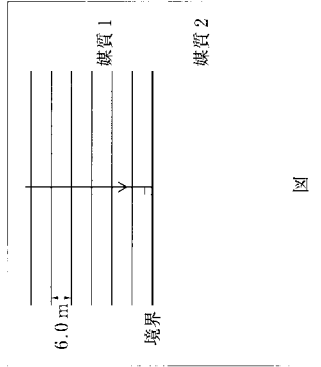
- ① 380
- ② 420
- ③ 440
- ④ 480
- ⑤ 520
- ⑥ 560

問3 容器内部の理想気体の圧力[Pa]はいくらか。 [13] [Pa]

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

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、平面波が媒質1と媒質2の境界に対して垂直に媒質1から入射している。平面波の進む速さは、媒質1では 2.0 m/s 、媒質2では 3.0 m/s である。ただし、媒質1と媒質2の境界は平面である。図には、媒質1の中での隣間の山の位置を示している。隣り合う山の間隔は 6.0 m であった。



問1 媒質1中を進む波の周期[s]はいくらか。 [14] [s]

- ① 0.17
- ② 0.33
- ③ 0.50
- ④ 2.0
- ⑤ 3.0
- ⑥ 6.0

問2 媒質2中の屈折波も含めた山の位置はどのように表されるか。 [15]

① _____ ② _____ ③ _____

_____ 媒質1

_____ 境界

_____ 媒質2

問3 媒質2中を進む波の波長[m]はいくらか。 [16] [m]

- ① 2.0
- ② 3.0
- ③ 4.0
- ④ 6.0
- ⑤ 7.5
- ⑥ 9.0

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1のように、質量0.200 kgの小球Aをつけた長さ0.500 mの軽い糸の端を点Oに固定して、なめらかな水平面上で、1秒あたりの回転数1.00 s⁻¹で等速に回転させた。ただし、円周率は3.14とする。

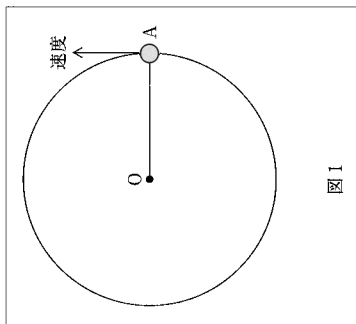


図1

- 問1 小球の速さ[m/s]はいくらか。 [m/s]
- ① 1.57 ② 3.14 ③ 4.71 ④ 6.28 ⑤ 7.85 ⑥ 9.42
- 問2 小球の加速度の大きさ[m/s²]はいくらか。 [m/s²]
- ① 12.5 ② 14.8 ③ 16.5 ④ 19.7 ⑤ 29.7 ⑥ 39.4
- 問3 糸の張力の大きさ[N]はいくらか。 [N]
- ① 2.50 ② 2.96 ③ 3.30 ④ 3.94 ⑤ 5.94 ⑥ 7.88

つぎに、小球Aを糸からはずして、図2のように、小球Aを軽いばねの一端につけ、ばねの他端を点Oに固定して、なめらかな水平面上で、1秒あたりの回転数1.00 s⁻¹で等速に回転させた。このとき、ばねは自然長 ℓ_0 [m]から伸びて、ばね全体の長さは0.500 mとなった。ただし、ばね定数を39.4 N/mとする。

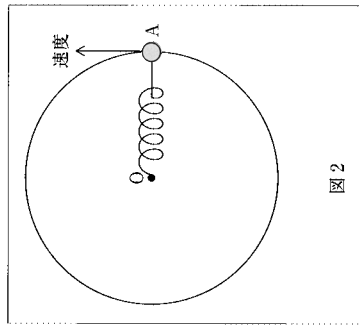
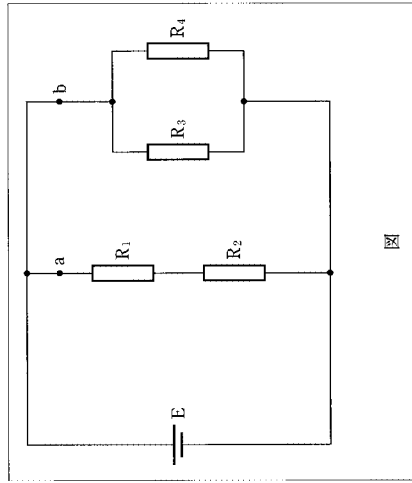


図2

- 問4 ばねの弾性力の大きさ F [N]と自然長 ℓ_0 [m]の間にはどのような関係があるか。
- ① $F=39.4 \times (0.500 - \ell_0)$ ② $F=39.4 \times (0.500 + \ell_0)$
 ③ $F=39.4 \times (\ell_0 - 0.500)$ ④ $F=39.4 \times (\ell_0 + 0.500)$
 ⑤ $F=39.4\ell_0 - 0.500$ ⑥ $F=39.4\ell_0 + 0.500$
- 問5 ばねの自然長 ℓ_0 [m]はいくらか。 [m]
- ① 0.200 ② 0.250 ③ 0.300 ④ 0.350 ⑤ 0.400 ⑥ 0.450

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 ～]

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 2Ω 、 4Ω 、 6Ω 、 12Ω である。また、電池 E の起電力は $12V$ である。



問1 点 a を流れる電流の大きさ $[A]$ はいくらか。 $[A]$

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8 ⑥ 12

問2 点 b を流れる電流の大きさ $[A]$ はいくらか。 $[A]$

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8 ⑥ 12

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。 倍

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ 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。 倍

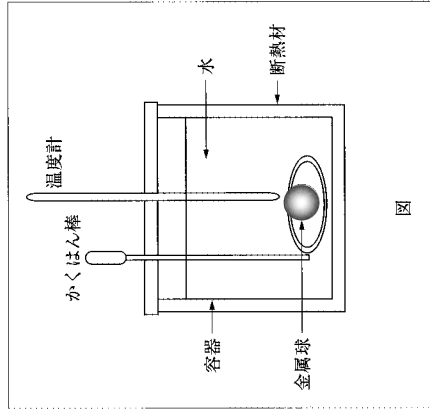
- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ 1 ⑤ 2 ⑥ 4

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。 倍

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

4 次の文を読み、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、熱容量 40 J/K の熱量計に水 200 g を入れ、十分に時間が経った後に水の温度を測定したところ、 20.0°C であった。この水の中に 95.0°C に熱した質量 70 g の金属球をすばやく入れ、水をゆっくりとかき混ぜたところ、水の温度は 25.0°C になった。ただし、熱量計と外部との間の熱の出入りはないものとし、水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。



問1 熱量計とその中の水の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量 $[\text{J/K}]$ はいくらか。 [11] $[\text{J/K}]$

- ① 200 ② 240 ③ 360 ④ 420 ⑤ 840 ⑥ 880

問2 熱量計とその中の水が金属球から得た熱量 $[\text{J}]$ はいくらか。 [12] $[\text{J}]$

- ① 1000 ② 1200 ③ 1800 ④ 2100 ⑤ 4200 ⑥ 4400

問3 金属球の比熱はいくらか。 [13] $[\text{J/(g}\cdot\text{K)}]$

- ① 0.20 ② 0.24 ③ 0.37 ④ 0.43 ⑤ 0.85 ⑥ 0.90

振動数が 470 Hz のおんき A と振動数が 476 Hz のおんき B、振動数のわからないおんき C がある。空気中の音速を 340 m/s とする。おんき A をたたいて発生する音の波長は 14 m である。次のような現象を利用して、おんき C の振動数を以下の手順に従って実験で求める。

いま、おんき A とおんき C を同時にたたいたら、毎秒 2 回のうなりが聞こえた。さらに、おんき B とおんき C を同時にたたいたら、毎秒 4 回のうなりが聞こえた。おんき C の振動数を $f[\text{Hz}]$ とすると、[15] の 2 つの式が成り立つ。この式から、おんき C の振動数は [16] Hz となる。

14の解答群

- ① 0.714 ② 0.723 ③ 0.965 ④ 1.21 ⑤ 1.38 ⑥ 1.40

15の解答群

- ① $|f+2| = 476$, $|f-4| = 470$ ② $|f+2| = 476$, $|470-f| = 4$
 ③ $|f+2| = 470$, $|476-f| = 4$ ④ $|470-f| = 2$, $|476-f| = 4$
 ⑤ $|f-2| = 476$, $|470-f| = 4$ ⑥ $|f-2| = 470$, $|476-f| = 4$

16の解答群

- ① 468 ② 470 ③ 472 ④ 476 ⑤ 478 ⑥ 480

3 次の文を読み、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]