

# 物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

問1 図1のように、円筒形(底面積 =  $S$  [m<sup>2</sup>])の容器を鉛直にバネで吊るし、ゆっくり水を注いだところ、容器内の水の量が増えても水面の位置は変わらなかった。バネのバネ定数はいくらか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、水の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]とする。

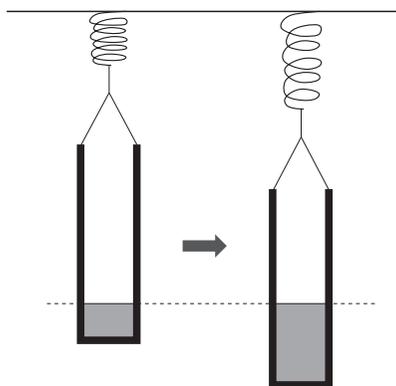


図 1

①  $gSp$

②  $2Sp$

③  $2gSp$

④  $4gSp$

問2 次の文章中の  に入る最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

図2のように、3個の抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  をつないだ回路がある。AB間の合成抵抗の大きさとAC間の合成抵抗の大きさが等しくなるのは  のときである。

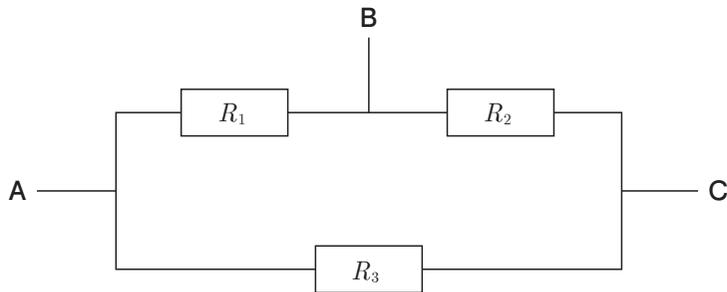


図 2

- ①  $R_1 = R_2$                       ②  $R_1 = R_3$                       ③  $R_2 = R_3$   
 ④  $R_1 R_2 = R_3$                     ⑤  $R_2 R_3 = R_1$

問3 重さ  $W$ 、長さ  $l$  の細い棒の中心 ( $l$  を二等分する位置) を支点 A に乗せたとき、そのままでは棒は水平を保てず、棒の右端 B を鉛直上向きに大きさ  $F$  の力で引くことで水平を保つことができた。棒の右端 B から棒の重心 G までの距離  $x$  と棒の長さ  $l$  の比  $\frac{x}{l}$  はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$\frac{x}{l} = \text{  }$$

- ①  $\frac{W-F}{W}$                       ②  $\frac{W-F}{2W}$                       ③  $\frac{2W-F}{W}$                       ④  $\frac{2W-F}{2W}$

物理基礎・物理

問4 図3のように、鉛直方向に滑らかに動く軽いピストンに質量  $m$  のおもりを載せ、図のような容器(底面積 =  $S$ ) に単原子分子理想気体を閉じ込めた。今、この状態でピストンは静止している。その後、気体を加熱したところ、ピストンがゆっくりと上昇した。気体に与えた熱量が  $Q$  のとき、ピストンが上昇した距離はいくらか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$ 、大気圧を  $P_0$  とする。 4

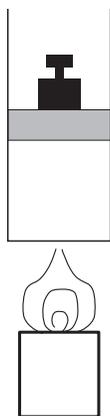


図 3

①  $\frac{2Q}{P_0S + mg}$

②  $\frac{Q}{P_0S + mg}$

③  $\frac{2Q}{3(P_0S + mg)}$

④  $\frac{2Q}{5(P_0S + mg)}$

⑤  $\frac{2Q}{7(P_0S + mg)}$

問5 次の文章中の 5 に入る最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

無風の下、体積  $V$  [m<sup>3</sup>] の熱気球にゴンドラを取り付けた。ゴンドラの質量とバーナーなどの器具類の質量、パイロットの体重の合計が  $M$  [kg] であったとする。バーナーで気球内の空気を加熱し温度が  $T_1$  [K] となった時に浮かび始めた。続いてゴンドラに4人乗り込んだ時、気球内の温度を、さらに、5 [°C] 上げれば、気球が浮かぶ。

ただし、地表での気温を  $T_0$  [K]、空気の密度を  $\rho_0$  [kg/m<sup>3</sup>] とし、後から乗り込んだ4人の体重の合計を  $\frac{M}{2}$  [kg] とする。

$$\textcircled{1} \quad \frac{M\rho_0VT_0}{(\rho_0V - M)(2\rho_0V - 3M)}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{2M\rho_0VT_0}{(\rho_0V - M)(2\rho_0V - 3M)}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{M\rho_0VT_0}{\rho_0V - M}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{M\rho_0VT_0}{2\rho_0V - 3M}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{M\rho_0VT_0}{2(\rho_0V - M)(2\rho_0V - 3M)}$$

**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

図1のような角度 $\theta$ の十分長い斜面上に、質量 $M$ の物体Aが置かれ、質量の無視できる十分長い糸で、滑らかに動く滑車を介して、質量 $m$ の物体Bとつながっている。必要なら、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ を用いよ。

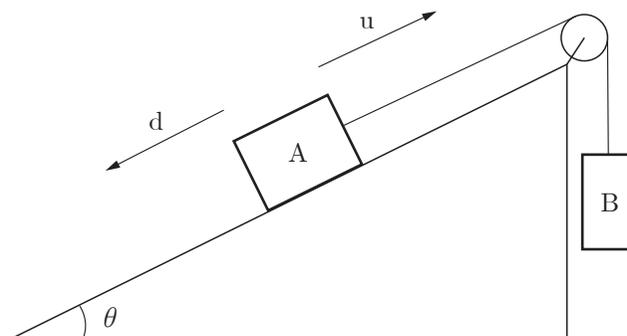


図 1

問1 次の文章中の  に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

$\theta = 45^\circ$  とする。物体Bとつなげずに物体Aを斜面上に置くと、斜面上を斜面に平行なd方向に滑り落ちていく。物体Aに物体Bをつなぎ、物体Bの質量を軽い側から増やしていくと、物体Bの質量が物体Aの質量の半分になった時に、物体Aは斜面上に静止した。この斜面の静止摩擦係数 $\mu_0$ の値は  である。

- ① 0.147      ② 0.295      ③ 0.442      ④ 0.605      ⑤ 0.752

問2 次の文章中の  に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

問1の状態から、さらに物体Bの質量を増やし、物体Bの質量が   $M$  を超えたとき、物体Aは斜面上を斜面に平行な  $u$  方向に動き出した。

- ① 0.232      ② 0.455      ③ 0.910      ④ 1.82      ⑤ 2.32

問3 次の文章中の  と  に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

$\theta = 30^\circ$ 、物体Bの質量が物体Aの質量の半分であるとすると、斜面に平行な  $d$  方向の合力は、斜面に平行な  $u$  方向の合力 , 物体Aは 。

	ア	イ
①	より大きくなり	$d$ 方向に動く
②	より大きくなるが	その場に静止する
③	と等しくなり	その場に静止する
④	より小さくなるが	その場に静止する
⑤	より小さくなり	$u$ 方向に動く

物理基礎・物理

問4 次の文章中の **ウ** と **エ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

$\theta = 60^\circ$ 、物体Bの質量が物体Aの質量の半分であるとする、斜面に平行なd方向の合力は、斜面に平行なu方向に物体Bから受ける力 **ウ**、物体Aは **エ**。

	ウ	エ
①	と摩擦力の合計より大きくなり	d方向に動く
②	と摩擦力の合計より小さくならず	その場に静止する
③	と摩擦力の合計と等しくなり	その場に静止する
④	と摩擦力の差より小さくならず	その場に静止する
⑤	と摩擦力の差より小さくなり	u方向に動く

問5 次の文章中の **5** に入る最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

$\theta = 60^\circ$  のとき、物体Aが斜面に静止するためには、物体Bの質量が **5** となる必要がある。

- ① 0.718M 未満                      ② 0.718M ～ 1.01M                      ③ 1.01M ～ 1.43M  
 ④ 1.43M ～ 2.03M                      ⑤ 2.03M 以上

(下書き用紙)

物理基礎・物理の試験問題は次に続く。

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

図1のように、二つの抵抗 $R_0$  ( $10\ \Omega$ )と $R_X$  (抵抗値は未知)、検流計G、ニクロム線ab(点a, bを両端の位置とする)、スイッチS、直流電源E ( $0.40\text{V}$ )をつないだ回路がある。検流計Gからニクロム線へつながる導線の接触点cの位置は点a, b間で変えることができる。ニクロム線は一樣な太さ(断面積) $0.5\text{mm}^2$ であり、長さ(点a, b間の長さ)は $100\text{cm}$ 、抵抗率は $1.1 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot \text{m}$ 、比熱は $0.42\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、密度は $8.4\text{g}/\text{cm}^3$ である。二つの抵抗( $R_0$ と $R_X$ )とニクロム線以外の抵抗は無視できるとする。

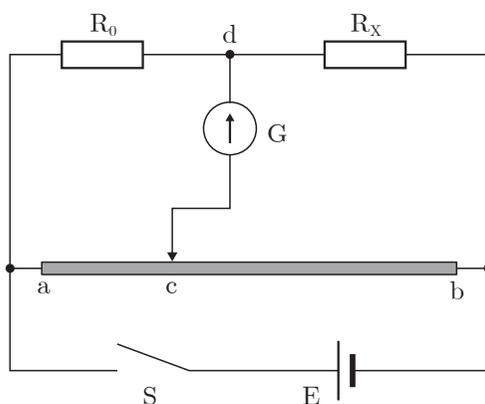


図 1

**問1** ニクロム線abの抵抗値はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。   $\Omega$

- ① 0.55                      ② 2.2                      ③ 5.5                      ④ 22

**問2** 点a, c間の長さを $20\text{cm}$ にしてスイッチSを入れたとき検流計Gの電流値はゼロであった。抵抗 $R_X$ の抵抗値はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。   $\Omega$

- ① 2.0                      ② 2.5                      ③ 40                      ④ 50

問3 問2のとき、抵抗 $R_x$ を流れる電流値はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 2 mA

- ① 8.0                      ② 10                      ③ 32                      ④ 40

問4 次の文章中の ア と イ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

問2のとき、接触点 $c$ の位置を右(点 $b$ の側)へ少しずらすと検流計 $G$ の電流は図中の ア の向きに流れ、抵抗 $R_x$ の電流は問3のときと比べ イ。

	ア	イ
①	点 $c$ から点 $d$	増える
②	点 $c$ から点 $d$	減る
③	点 $c$ から点 $d$	変わらない
④	点 $d$ から点 $c$	増える
⑤	点 $d$ から点 $c$	減る
⑥	点 $d$ から点 $c$	変わらない

問5 問2のとき、スイッチ $S$ を入れたまま100秒たつとニクロム線 $ab$ の温度は何℃上がるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、ニクロム線で生じる熱はすべてニクロム線の温度上昇に使われるものとする。

5 °C

- ①  $4.1 \times 10^{-2}$                       ②  $4.1 \times 10^{-1}$                       ③ 4.1                      ④  $4.1 \times 10$

**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

図1のように、片側の端が閉じた長さ  $l$  の管の中へ向けて音源Sから正弦波の音波を出す。ただし、音源Sの振動数は変えることができ、管の共鳴における開口端補正は無視する。

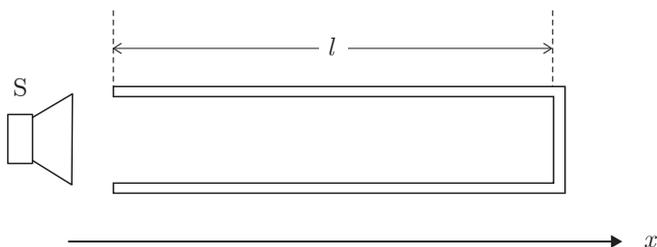


図 1

**問1** 図1に示すように管の長さ方向に  $x$  軸をとり、その方向に音源Sからの音が平面波として空気中を伝わるとする。音源Sから音波が進行していくとき位置  $x$  の空気 ( $x$  軸に垂直な薄い空気層) が  $x$  軸の方向に振動する。この振動を空気層の始めの位置からの変位  $d$  として表すと、時刻  $t$  と位置  $x$  に依存し次の式の形で表される(ただし、 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  は定数)。

$$d = A \sin \left\{ \frac{2\pi}{B} (Ct - x + D) \right\}$$

この式の中の  $B$  は何を意味するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- |        |        |      |
|--------|--------|------|
| ① 波の速さ | ② 波長   | ③ 周期 |
| ④ 振動数  | ⑤ 角振動数 | ⑥ 位相 |

問2 音源Sの振動数を $f_1$ としたとき管が共鳴した。そこから徐々に振動数を上げると一旦共鳴が止まり再び管が共鳴する状態になった。そのときの振動数は $f_2$ であった。音波の速さ $v$ はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $v = \boxed{2}$

- ①  $l(f_2 - f_1)$       ②  $2l(f_2 - f_1)$       ③  $\frac{l(f_2 + f_1)}{2}$       ④  $\frac{lf_2f_1}{f_2 - f_1}$

問3 次の文章中の **ア** と **イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{3}$

管が共鳴しているとき、空気の圧力の変動が最大の位置と最小の位置が $x$ 軸に沿って交互に現れる。管の左端(開口端)は圧力変動が **ア** の場所であり、管の右端(閉じた側)は圧力変動が **イ** の場所である。

	ア	イ
①	最大	最大
②	最大	最小
③	最小	最大
④	最小	最小

問4 問3のとき(管が共鳴しているとき)、音源Sの振動数が $f_0$ であったとする。そのとき圧力変動が最小の位置はいくつあるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、音波の速さは $v$ とする。  $\boxed{4}$

- ①  $\frac{4v}{lf_0}$       ②  $\frac{2v}{lf_0} + \frac{1}{2}$       ③  $\frac{4lf_0}{v}$       ④  $\frac{2lf_0}{v} + \frac{1}{2}$

物理基礎・物理

問5 図2のように、左端だけでなく右端も開いた長さ $l$ の管に置き換えて、右側にも音源 $S'$ を置く。音源 $S$ と $S'$ を協調させて、同じ振動数 $f$ で同じ振幅の音波を出すように設定し、さらに、管の両端における空気層の振動が同じになるように(同じタイミングで同じ方向に変位するように)設定する。このとき、管が共鳴する条件を自然数 $m$  ( $m = 1, 2, 3, \dots$ )を使って表すとどうなるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、音波の速さは $v$ とする。

5 =  $m$  ( $m = 1, 2, 3, \dots$ )

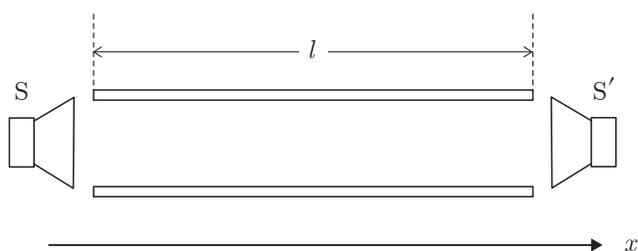


図 2

①  $\frac{v}{lf}$

②  $\frac{2v}{lf}$

③  $\frac{lf}{v}$

④  $\frac{2lf}{v}$