

# 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 容器内部の気圧が $2.0 \times 10^4$  Paのとき、図1のように取り付けてあるU字管内の水銀柱の高さ $h$ 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、大気圧を $1.0 \times 10^5$  Pa、重力加速度を $9.8 \text{ m/s}^2$ 、水銀の密度を $1.4 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ とする。  $h =$   m

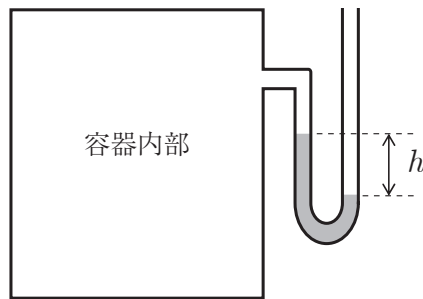


図 1

- ① 0.15      ② 0.58      ③ 0.73      ④ 1.4      ⑤ 5.7

問2 容器に入った $20^\circ\text{C}$ の水 $100 \text{ g}$ に $100 \text{ g}$ の鉄球を静かに水没させたところ、熱平衡になったときの水温は $25^\circ\text{C}$ であった。水没させる直前の鉄球の温度( $^\circ\text{C}$ )はいくらか。最も近い数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、熱の移動は水と鉄球の間だけで起こるものとし、鉄の比熱は $0.45 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ であるとする。   $^\circ\text{C}$

- ① 20      ② 26      ③ 72      ④ 91

問3 陰極と陽極の間に高電圧をかけることにより発生する電子線に磁石を近づけると、電子線の形はどうか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図2、3のように磁石を近づける前の電子線は  $x$  軸に平行であったとし、磁石の磁場は  $y$  軸に平行であるとする。 3

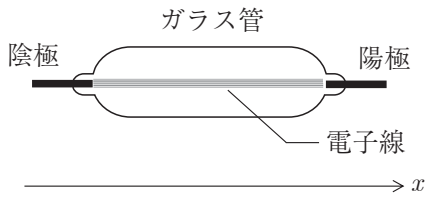


図 2

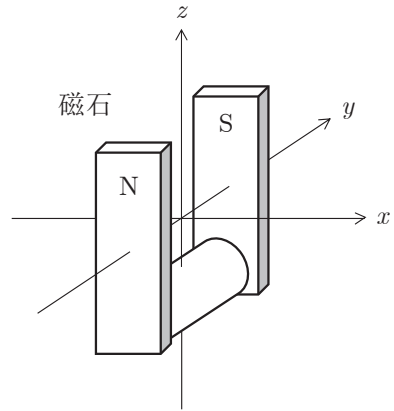
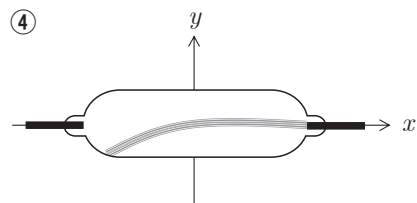
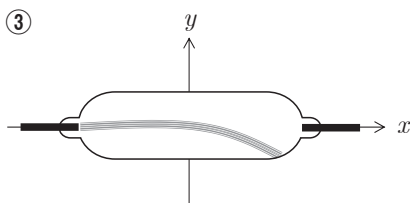
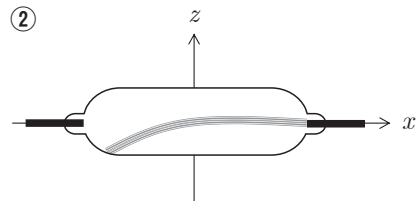
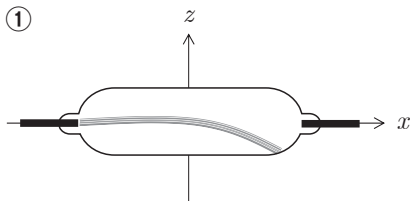


図 3



問4 静止している  $5.0\text{g}$  の金属片を  $1.0 \times 10^{-3}$  秒かけて音速のおよそ3倍 ( $1.0 \times 10^3\text{ m/s}$  とする) まで加速して射出する際に、その金属片が受ける平均の力の大きさは何  $\text{N}$  か。最も近いものを、次の①～④から一つ選べ。ただし、摩擦や空気抵抗の影響は無視する。 4  $\text{N}$

- ①  $5.0$                       ②  $5.0 \times 10^3$                       ③  $5.0 \times 10^6$                       ④  $5.0 \times 10^9$

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

図Aのように断熱壁で囲まれた十分長いシリンダーに、質量  $m$  [kg] のピストンをはめ込んだところ、底面から高さ  $h$  [m] のところで静止した。シリンダー内にはピストンにより、1 [mol] の理想気体が封入され、ピストンは気密性を保ちながら滑らかに動き、断熱性も保つとする。また、図Aでの気体の温度は  $T$  [K] とする。

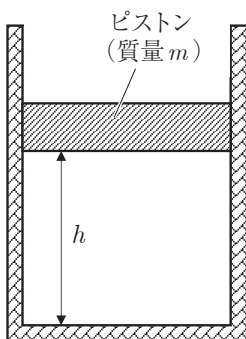


図 A

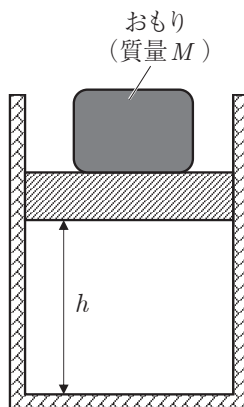


図 B

次に、図Bのように、ピストン上面に質量  $M$  [kg] のおもりをのせる。このとき、ピストンの高さを  $h$  [m] に保つためには、気体の温度を 5 [K] にしなければならない。ただし、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)]、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

- ①  $T + \frac{h}{R} Mg$                       ②  $T(1 + \frac{h}{R} Mg)$                       ③  $T + \frac{R}{h} Mg$
- ④  $T(1 + \frac{R}{h} Mg)$                       ⑤  $T(1 + \frac{M}{m})$

(下書き用紙)

物理基礎・物理の試験問題は次に続く。

**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

図1のように、長さ  $L$  [m]、質量  $M$  [kg] の一様な棒を床から垂直な壁に立てかける。棒と壁の接点を  $Q$ 、床との接点を  $P$  とし、床と棒の角度を  $\theta$  とする。壁はなめらかで、棒との間に摩擦はない。棒と床との間には摩擦があり、静止摩擦係数を  $\mu$  とする。

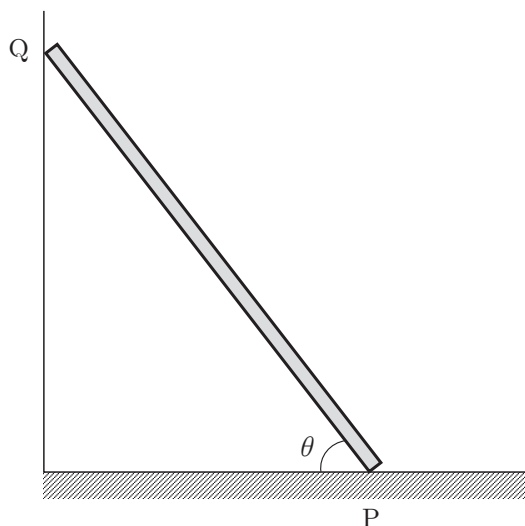


図 1

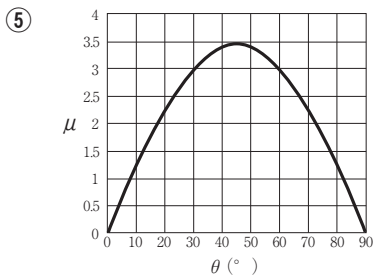
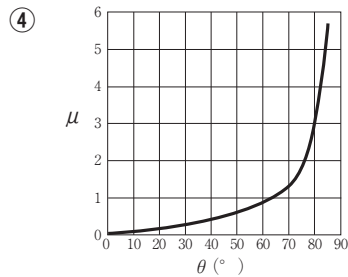
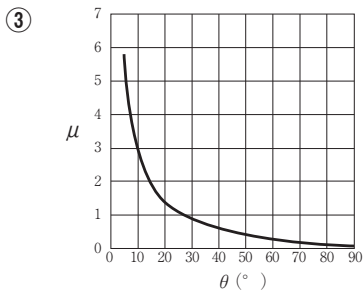
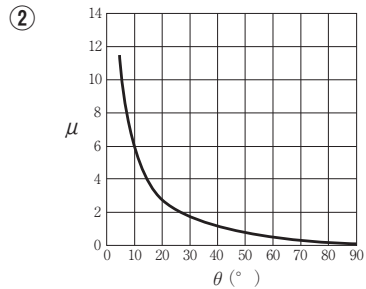
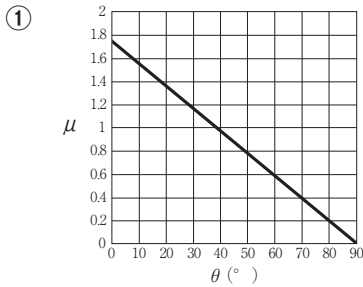
問1 次の文章中の **1** ～ **3** に入る最も適当なものを、下のそれぞれの選択肢①～⑤のうちから一つずつ選べ。

立てかけた棒が滑り落ちないための  $\mu$  の最小値は、 $\theta = 30^\circ$  のときは **1** であり、 $\theta = 60^\circ$  のときは **2** である。 $0^\circ < \theta < 90^\circ$  での  $\theta$  と  $\mu$  の最小値の関係をグラフにすると **3** となる。

**1** と **2** の選択肢

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

**3** の選択肢



問2 次の文章中の 4 に入る最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

立てかける角度  $\theta$  を  $60^\circ$  とする。点Pより棒に沿って点Qの方向に  $\frac{L}{2}$  [m] 進んだ点(重心)に質量  $\frac{M}{2}$  [kg] の物体を置いた。物体には粘着性があり、置いた場所から滑り落ちないとする。このとき、立てかけた棒が滑り落ちないための条件は  $\mu \geq$  4 である。

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

問3 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。

立てかける角度  $\theta$  を  $60^\circ$  とする。点Pより棒に沿って点Qの方向に  $xL$  [m] ( $0 < x < 1$ ) 進んだ点に質量  $\frac{M}{2}$  [kg] の物体を置いた。問2のときと同様に物体には粘着性があり、置いた場所から滑り落ちないとする。立てかけた棒が滑り落ちないための条件として  $\mu \geq \frac{5}{9\sqrt{3}}$  となった。このとき、 $x =$  5 である。

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

(下書き用紙)

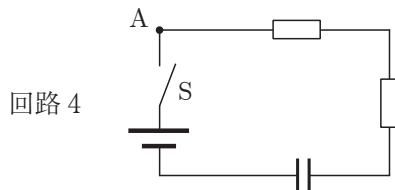
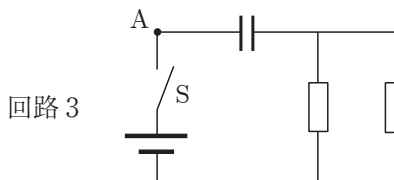
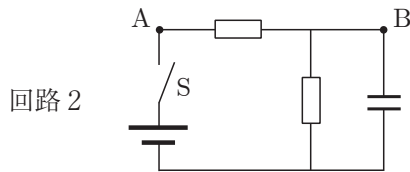
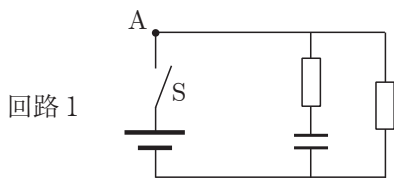
物理基礎・物理の試験問題は次に続く。



**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)

静電容量  $C$  のコンデンサ、起電力  $V$  が一定の直流電源、スイッチ  $S$  をそれぞれ一つずつ、さらに互いに等しい電気抵抗  $R$  の抵抗を二つ用いて、次の4種類の回路(回路1～4)を作成した。最初、コンデンサに電荷はないものとし、スイッチ  $S$  は開いているものとする。また、抵抗  $R$  以外の箇所の電気抵抗は全て無視することができる。



**問1** スイッチ  $S$  を閉じた直後に回路3の点  $A$  に流れる電流はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

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

**問2** スイッチ  $S$  を閉じた直後に図中の点  $A$  に流れる電流が最も小さいのはどの回路か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 回路1                      ② 回路2                      ③ 回路3                      ④ 回路4

問3 スイッチSを閉じてから十分に時間がたった後で図中の点Aに最も大きな電流が流れるのはどの回路か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① 回路1            ② 回路2            ③ 回路3            ④ 回路4

問4 問3のときにコンデンサに蓄えられる電荷が最も小さいのはどの回路か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 回路1            ② 回路2            ③ 回路3            ④ 回路4

問5 スイッチSを閉じてから十分に時間がたった後で、再びスイッチSを開いた直後に回路2の点Bに流れる電流はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

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

**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、一直線上に音源S、測定器M、板Rが並んで配置されており、それらを動かす場合はこの直線方向にのみ可動であるが、断りがなければ固定されているとする。Sは振動数 $f$ の音波を出し、Rは音波を反射する。MはSとRからの音波を測定する。風はなく音速は $V$ とする。



図 1

**問1** 板Rの位置を右へ少しずらして止めて測定器Mで測定し、また、ずらして測定を繰り返した場合、Mでの音の大きさが最小になったとき、その次に最大になったときのRの位置の差はいくらになるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、音の波長を $\lambda$ とする。

①  $\frac{\lambda}{4}$

②  $\frac{\lambda}{2}$

③  $\lambda$

④  $2\lambda$

ここからは、板Rが一定の速さ $v$ で右に動き続ける状態を考える。

問2 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。 **2**

右へ動き続ける板Rと共にいっしょに動く観測者Oがいた場合、Oに対する音の相対速度の大きさは音速 $V$ より **ア** ため、Oの聞く音の振動数 $f'$ は音源Sの出す音の振動数 $f$ より **イ** なる。Rにはこの $f'$ で音が当たり、反射してRから $f'$ で音が出ることになる。

	ア	イ
①	大きい	大きく
②	大きい	小さく
③	小さい	大きく
④	小さい	小さく

問3 次の文章中の **ウ** と **エ** 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。 **3**

板Rが振動数 $f'$ で音を出しつつ測定器Mから遠ざかる方向へ動く場合、Rが止まっていたときと比べ、Rからの音の波長は **ウ** なり、Mに届く音の振動数は $f'$ より **エ** なる。

	ウ	エ
①	長 く	大きく
②	長 く	小さく
③	短 く	大きく
④	短 く	小さく

物理基礎・物理

問4 板Rが一定の速さ $v$ で右へ動いている状況で、測定器Mで測定される音のうなりは毎秒何回か。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

毎秒  回

①  $\frac{2vf}{V+v}$

②  $\frac{vf}{V+v}$

③  $\frac{vf}{V}$

④  $\frac{vf}{V-v}$

問5 問4における音のうなりについて、うなりを消すことができる方法として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 測定器Mを板Rと同様に右へ速さ $v$ で動かす。
- ② 測定器Mを板Rと逆方向の左へ速さ $v$ で動かす。
- ③ 音源Sを板Rと同様に右へ速さ $v$ で動かす。
- ④ 音源Sを板Rと逆方向の左へ速さ $v$ で動かす。

(下書き用紙)