

物理基礎

(解答番号 ~)

第1問 次の問い(問1~4)に答えよ。(配点 16)

問1 図1のような石造りのアーチ橋の中央には、^{かなめいし}要石と呼ばれる石がある。この石は、重力および隣接する石から受ける力がつりあうことによって静止している。要石にはたらいっている力の矢印を表す図として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

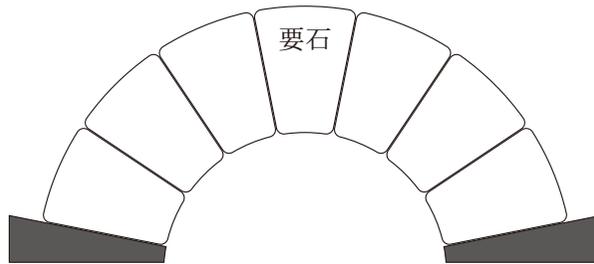


図 1

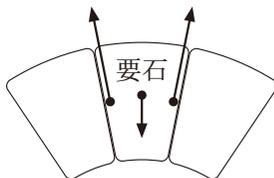
①



②



③



④



問 2 図 2 のように、密閉容器の中に長さ 50 cm の閉管とスピーカーを入れて、容器内を表 1 の中のいずれか一つの気体 (0°C , 1 気圧) で満たした。次に、スピーカーから音を出して、閉管内の気柱で共鳴が起こるかどうかを調べた。スピーカーから出す音の振動数を 500 Hz から徐々に下げたところ、480 Hz 付近で気柱に基本振動の共鳴が起こった。容器内の気体として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、各種気体の 0°C , 1 気圧での音速は、表 1 のとおりである。 2

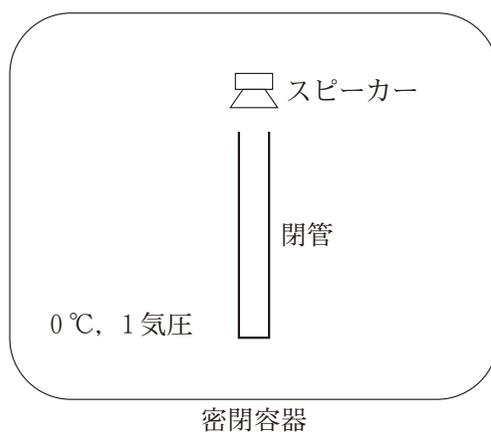


図 2

表 1

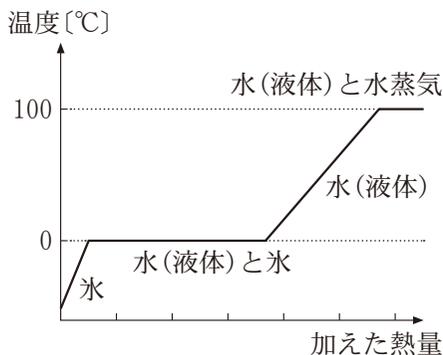
気 体	音速[m/s]
H_2 (水素)	1270
He(ヘリウム)	970
N_2 (窒素)	337
Ne(ネオン)	435
Ar(アルゴン)	319

- ① H_2 ② He ③ N_2 ④ Ne ⑤ Ar

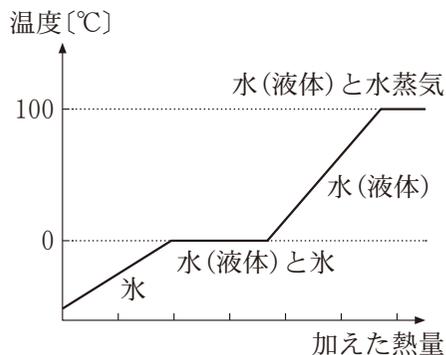
物理基礎

問 3 水の状態変化について考えよう。1気圧のもとで氷を加熱していくと、温度が上昇し、液体になった後に沸騰した。この状態変化について、温度と加えた熱量の関係を表す図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、氷の融解熱を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ 、氷の比熱(比熱容量)を $2.0 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、液体の水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。氷の融解熱と、水の温度を 0°C から 100°C まで上昇させるために必要な熱量の大小関係に注意せよ。 3

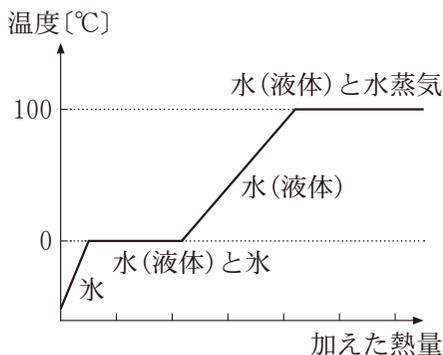
①



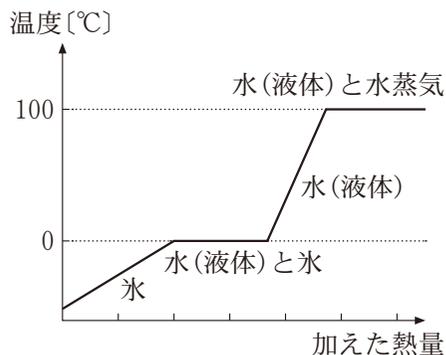
②



③



④



問 4 x 軸の正の向きに速さ 5.0 cm/s で伝わる振幅 3.0 cm の正弦波を考える。

図 3 のグラフは、時刻 $t = 0 \text{ s}$ における変位 y と位置 x の関係を表す。位置 $x = 2.5 \text{ cm}$ における変位の時間変化を表す図として最も適当なものを、後の

①～④のうちから一つ選べ。 4

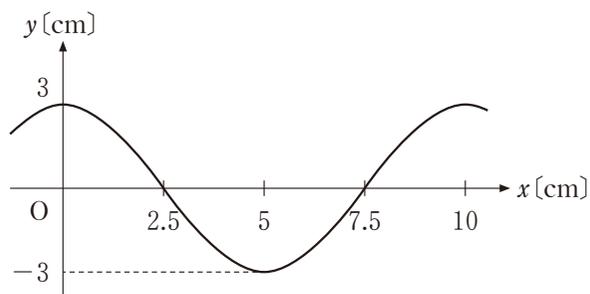
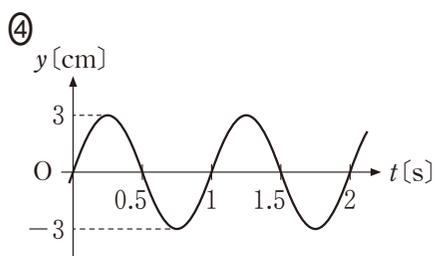
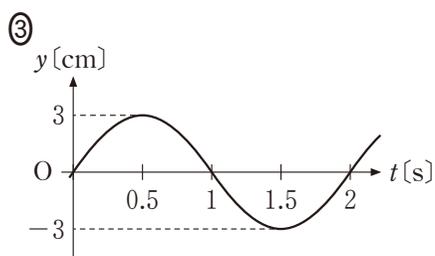
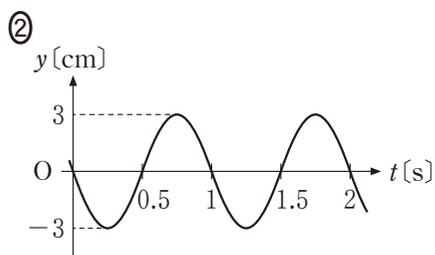
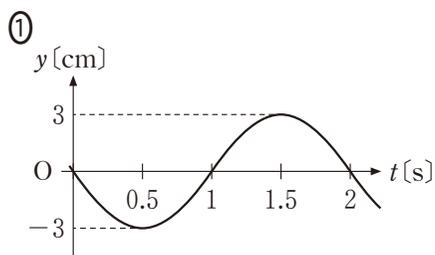


図 3



物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 図1のような実験装置を用いて、小物体を、なめらかな斜面となめらかな水平面の上を滑らせ、一端が壁に固定されたばねに衝突させる。

最初に、水平面からの高さが h の位置に小物体を置き、初速度0で滑らせたところ、ばねが自然の長さから a だけ縮んだところで小物体の速度は0になった。

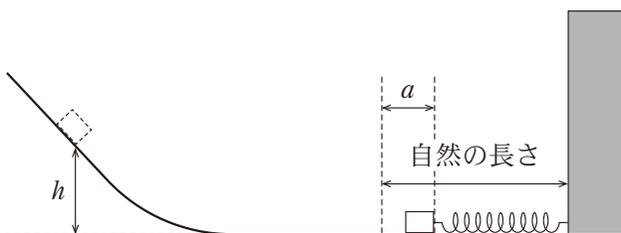


図 1

問1 図1の装置を用いて、水平面からの高さが $2h$ の位置に小物体を置き、初速度0で滑らせた。このとき、ばねが自然の長さから d だけ縮んだところで小物体の速度は0になった。 d を表す式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $d =$

① a

② $\sqrt{2} a$

③ $2a$

④ $4a$

物理基礎

次に、図2のような、小物体がなめらかな斜面を滑り降りたあとに、あらい水平面上を滑るような実験装置を作った。ただし、水平面上を物体が滑る間の動摩擦係数は一定である。

水平面からの高さが h の位置に小物体を置き、初速度0で滑らせたところ、小物体は水平面上を L だけ滑ったところで停止した。

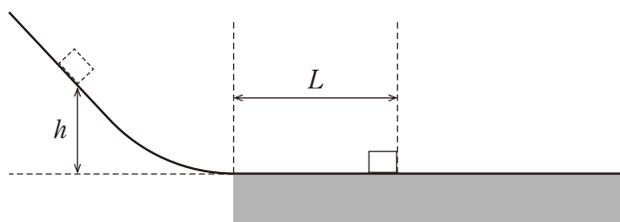
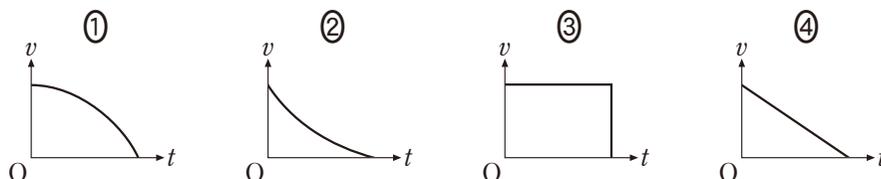


図 2

問 2 あらい水平面上を滑り始めた時刻を 0 として、小物体の速さ v と時刻 t の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6



問 3 図2の装置を用いて、水平面からの高さが $2h$ の位置に小物体を置き、初速度0で滑らせた。小物体が停止するまでにあらい水平面上を滑った距離を表す式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① L ② $\sqrt{2}L$ ③ $2L$ ④ $4L$

物理基礎

B 図3のように、管によって連結された断面積 S_P のシリンダー C_P と、断面積 S_Q のシリンダー C_Q に、水が入っている。シリンダーの水面は水平に静止している。水の密度を ρ_0 、大気圧を p_0 、重力加速度の大きさを g とする。ただし、高さによる大気圧の違いは無視できるものとする。

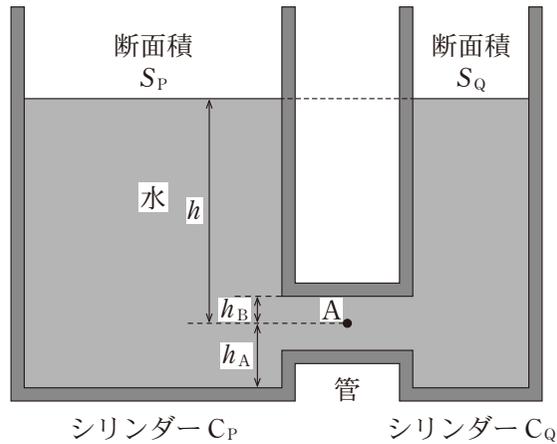


図 3

問 4 図3のように、シリンダー C_P とシリンダー C_Q を連結する管の中にある点 A について考える。

点 A は、水面から深さ h 、シリンダー C_P の底面から高さ h_A の位置にあり、点 A から鉛直上方に測った管内壁までの距離は h_B である。点 A における圧力 p_A を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

$$p_A = \boxed{8}$$

① p_0

② $p_0 + \rho_0 hg$

③ $p_0 + \rho_0 h_A g$

④ $p_0 + \rho_0 h_B g$

⑤ $p_0 + \rho_0 (h + h_B) g$

⑥ $p_0 + \rho_0 (h + h_A + h_B) g$

問 5 次に、図 3 の状態から、シリンダー C_P 側に、密度 ρ_1 ($\rho_1 < \rho_0$) の油を高さ h_1 となるように注いだところ、図 4 のようになった。シリンダー C_Q 側の水面の高さとシリンダー C_P 側の水と油の境界面の高さの差 h_2 を表す式として正しいものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 $h_2 =$ 9

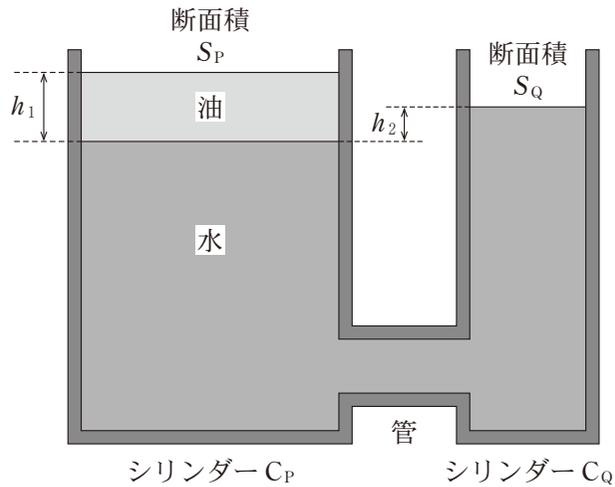


図 4

- ① $\frac{\rho_1}{\rho_0} h_1$ ② $\frac{\rho_0}{\rho_1} h_1$ ③ $\frac{\rho_1 S_P}{\rho_0 S_Q} h_1$ ④ $\frac{\rho_1 S_Q}{\rho_0 S_P} h_1$ ⑤ $\frac{\rho_0 S_Q}{\rho_1 S_P} h_1$

物理基礎

第3問 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 18)

AさんとBさんが、抵抗器と豆電球を用いた回路についての探究活動に取り組んでいる。

Aさん：抵抗器と豆電球のそれぞれについて、電圧 V と電流 I の関係を調べてみたところ、抵抗器では図1のように比例するのに、豆電球では図2のように、比例していないように見えます。豆電球でも、抵抗器と同じような比例関係があると思っていましたが、そうは見えないですね。

Bさん：確かにそうですね。導体の抵抗率が温度によって変化することを学びました。比例しないように見える原因は、電流を流すときに発生するジュール熱によって、豆電球のフィラメントの温度が変わってしまうことかもしれませんね。

Aさん：単位時間あたりに発生するジュール熱は、消費電力を用いて計算できますね。豆電球で消費される電力は、どれくらいでしょうか。

Bさん：それでは、図2を用いて求めてみましょう。

二人は、図2を用いて豆電球が消費する電力について考えてみた。

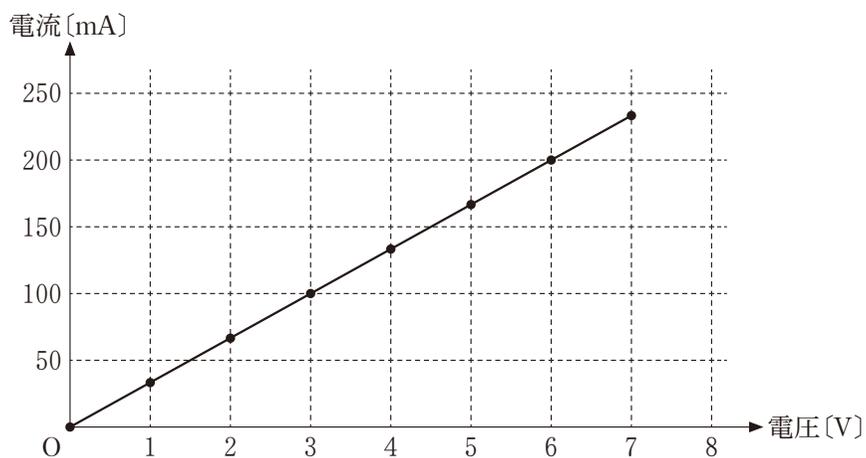


図1 抵抗器の電圧と電流の関係

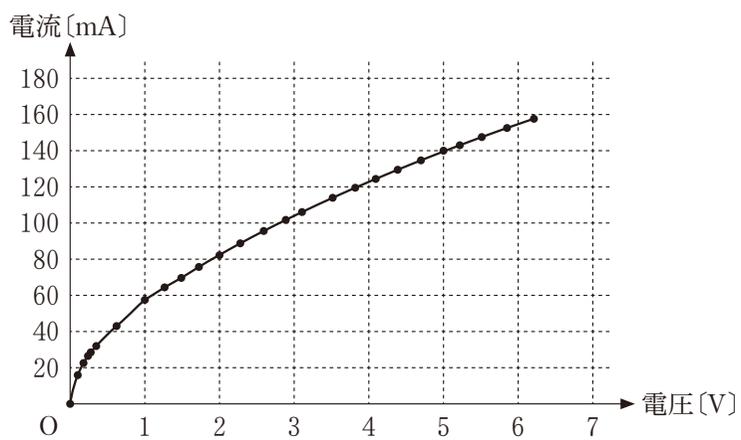


図2 豆電球の電圧と電流の関係

物理基礎

問 4 次のBさんの発言の内容が正しくなるように、文章中の空欄 **ウ**・**エ** に入れる式の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 **15**

Bさん：図4のように、2個の豆電球を直列接続して、5Vの電圧を加えたとき、それぞれの豆電球には、2.5Vずつ加わります。電源から流れ出る電流を I_2 、2個の豆電球で消費される電力の和を P とすると、**ウ**であり、**エ**になります。

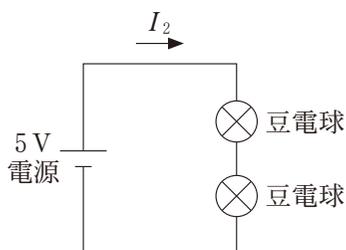


図4 直列回路

	ウ	エ
①	$I_2 = 140 \text{ mA}$	$P = 175 \text{ mW}$
②	$I_2 = 140 \text{ mA}$	$P = 350 \text{ mW}$
③	$0 \text{ mA} < I_2 < 70 \text{ mA}$	$0 \text{ mW} < P < 175 \text{ mW}$
④	$0 \text{ mA} < I_2 < 70 \text{ mA}$	$175 \text{ mW} < P < 350 \text{ mW}$
⑤	$70 \text{ mA} < I_2 < 140 \text{ mA}$	$175 \text{ mW} < P < 350 \text{ mW}$
⑥	$70 \text{ mA} < I_2 < 140 \text{ mA}$	$350 \text{ mW} < P < 700 \text{ mW}$