

(平 19 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～24
地 学	25～29

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

物 理

I 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。解答欄には解答の導出の過程も示しなさい。文中に与えられた物理量の他に問題の解答に必要な物理量があれば、それを表す記号は全て各自が定義し、解答欄に明示しなさい。(配点 25 点)

液体中の物体に働く浮力の大きさは、その物体が入ったことで押しのけられた液体が受けていた重力の大きさに等しい。これをアルキメデスの原理と言う。

図のように高さ l 、底面積 S 、密度 ρ の円柱形の物体の上面を密度 ρ_0 ($\rho < \rho_0$) の液体の液面より h だけ下げて手で固定した。物体は均質で変形せず、液体の密度はいたる所で等しいと仮定する。また、重力加速度を g とする。

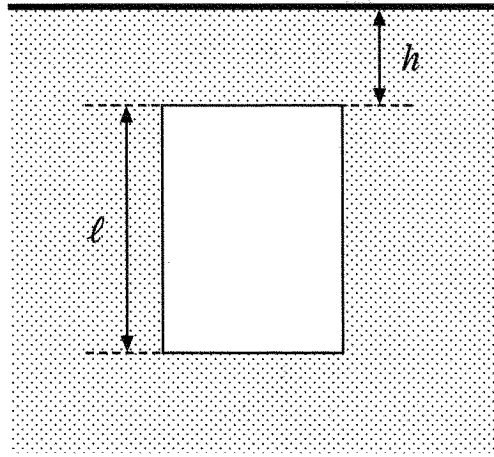
問 1 図に示した物体の上面および底面にかかる圧力をそれぞれ求めなさい。

問 2 物体の表面全体にかかる圧力を考慮して、アルキメデスの原理が成り立つことを示しなさい。

問 3 図の状態から静かに手を離れたところ、物体はまっすぐに上昇を始めた。手を離してから物体の上面が液面に達するまでの時間を求めなさい。ただし、物体が液体から受ける抵抗は無視できるとする。

問 4 力学的エネルギー保存の法則を用いて、物体の上面が液面に達したときの速さを求めなさい。

液面



Ⅱ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。解答欄には解答の導出の過程も示しなさい。文中に与えられた物理量の他に問題の解答に必要な物理量があれば、それを表す記号は全て各自が定義し、解答欄に明示しなさい。(配点 25 点)

図1のような、 y 軸方向の一様な磁場(磁界)中に浮かんでいる変形しない正方形のコイル(角の位置を a, b, c, d とする)を考える。辺 da と辺 bc は z 軸と平行で、辺 ab と辺 cd は xy 平面に平行である。また磁場(磁界)と辺 cd のなす角度は図1のように θ である。

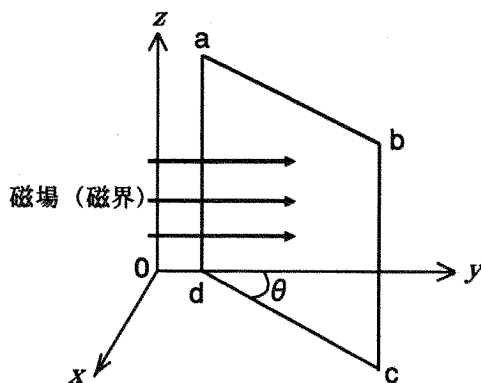


図 1

問 1 この状態で、コイルに一定の電流を $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ の向きに流したとき、正方形の各辺 (ab, bc, cd, da の 4 辺) が受ける力の大きさと向きを答えなさい。

問 2 電流を流した時にコイルはどのような運動を始めるか、理由とともに答えなさい。

次に、こうした性質を利用して回路中のある部分の電流や電圧を測る方法を考える。図2のように自由に回転できる軸に電気抵抗 1.00Ω のコイルが固定され、コイルの一方は端子 A に、そしてコイルのもう一方は端子 B につながっている。回転軸にはぜんまいばねがついており、軸が回転すると元に戻ろうとする力が働くように作られている。また、回転軸には図2のように指針が固定されており、回転の角度を測ることができる。コイルは、図2のように磁石の N 極と S 極ではさま

れ、磁場(磁界)が一様な空間に置かれている。この装置を可動コイル測定器と呼ぶことにする。

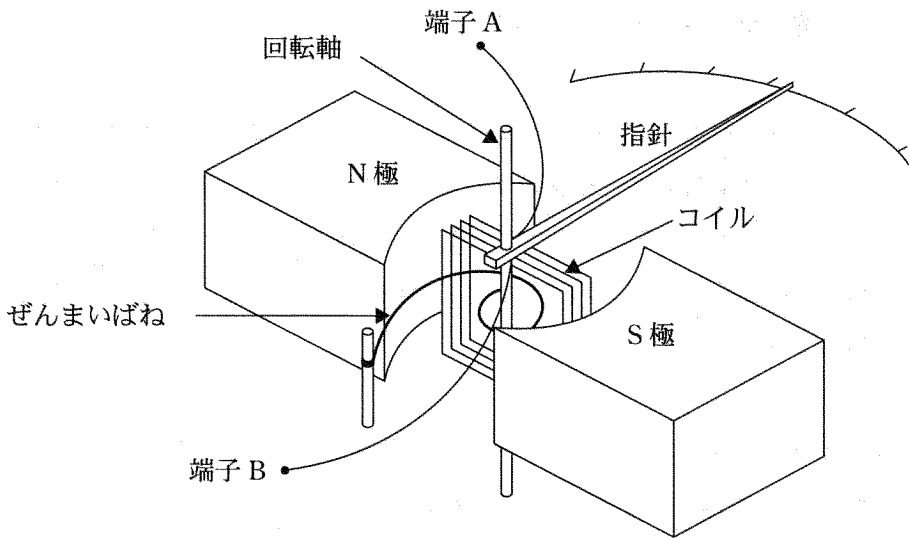


図 2

問 3 電流が流れる回路中のある部分に可動コイル測定器を直列につなぐと、その部分に流れる電流を測ることができる。この可動コイル測定器で電流を測ることができる理由を述べなさい。

問 4 この可動コイル測定器は、指針が最大にふれたとき $1.00 \times 10 \text{ mA}$ の電流を測ることができる。この測定器で電流を $1.00 \times 10^2 \text{ mA}$ まで測るには、抵抗 r を回路中の測定器に接続すればよい。その方法を配線図を描いて説明し、接続する抵抗 r の大きさを求めなさい。可動コイル測定器の記号は、図 3 に示す記号を使いなさい。

問 5 指針が最大にふれたとき $1.00 \times 10 \text{ mA}$ の電流を測ることができる可動コイル測定器で最大 $1.00 \times 10 \text{ V}$ まで電圧を測るには、抵抗 R を回路中の測定器に接続すればよい。その方法を配線図を描いて説明し、接続する抵抗 R の大きさを求めなさい。可動コイル測定器の記号は、図 3 に示す記号を使いなさい。

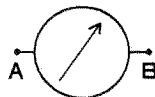


図 3

Ⅲ 振動数 $f = 5.0 \times 10^2 \text{ Hz}$ の音を出す音源 S が原点 O 付近にあり、 x 軸の正方向の遠方にある点 P でこの音を観測する。音速を $V_s = 3.4 \times 10^2 \text{ m/s}$ とし、問 1～4 に答えなさい。(配点 25 点)

問 1 音源 S が原点 O に静止している場合を考える。このとき点 P の近くで原点の方向とは反対側に音を反射するかたい壁を置くことによって、点 P で観測される音の大きさをできるだけ小さくしたい。壁と点 P の距離 $d (d > 0)$ を最も短い場合でいくらにすればよいか、理由とともに答えなさい。必要なら図を用いて説明しなさい。

問 2 音源 S が点 P の方向に速さ V で運動するとき点 P で観測される音の振動数 f' を求めなさい。このとき、問 1 で考えた壁は置かれていないものとする。

問 3 次に、図に示すように、音源 S が原点 O を中心として、半径 $R = 2.0 \text{ m}$ 、速さ $V = 4.0 \times 10 \text{ m/s}$ で等速円運動する場合を考える。音源 S が図の点 A および点 B にある時に発せられた音を点 P で観測するときの振動数 f' をそれぞれ求めなさい。ただし、点 P の原点 O からの距離は、円運動の半径 R に比べて十分大きいとする。

問 4 前問の場合に点 P で観測される音の振動数 f' の時間変化の概略を解答欄のグラフに描きなさい。グラフには重要と思う数値も記入しなさい。ただし、音源 S が図の点 B にある時に発せられた音が点 P に到達する時刻を $t = 0$ とする。

