

平成24年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子は、「空白」1ページ、「物理」6ページ、「化学」11ページ、「空白」1ページ、「生物」10ページ、「地学」12ページ、合計41ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」4枚、「地学」4枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
- 6 理理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・理科選択を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうち2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
- 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 8 医学部の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
- 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」を解答すること。
- 10 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
- 11 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。

(空 白)

物 理

第 1 問 (35 点)

図 1 に示すように 2 個の円柱形のおもり A, B が糸でつながれて、天井に固定した 2 個の定滑車をつるされている。A は円柱形の容器 C 中の液体に一部が入っており、A は C に触れていない。C の底面は、ばね定数と自然長が等しい 3 本のばねで、水平な床から支えられている。この状態で A, B, C は静止している。この時、A の液体に入っている部分の長さは d [m]、ばねの長さは l [m]、C の底面から液面までの高さは h [m]、B の床からの高さは s [m] であった。

A の底面積は S_1 [m²]、高さは L [m]、密度は ρ_1 [kg/m³] である。C の底面積は S_0 [m²] で、中に入っている液体の密度は ρ_0 [kg/m³] である。ここで、 $\rho_0 < \rho_1$ である。1 本のばねのばね定数は k [N/m] である。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、A と C の底面はつねに水平を保つものとして、以下の問いに答えよ。

問 1 B の質量を求めよ。

次に、図 2 に示すように質量 m [kg] のおもり D を B につり下げたところ、B が少し下がった位置で全体は静止した。A はこの状態でもまだ液体に一部が入っていた。この時、A が液体に入っている部分の長さは d' [m]、ばねの長さは l' [m]、C の底面から液面までの高さは h' [m]、B の床からの高さは s' [m] になった。

問 2 $d' - d$ を求めよ。

問 3 $l' - l$ を求めよ。

問 4 $h' - h$ を求めよ。

問 5 $s' - s$ を求めよ。

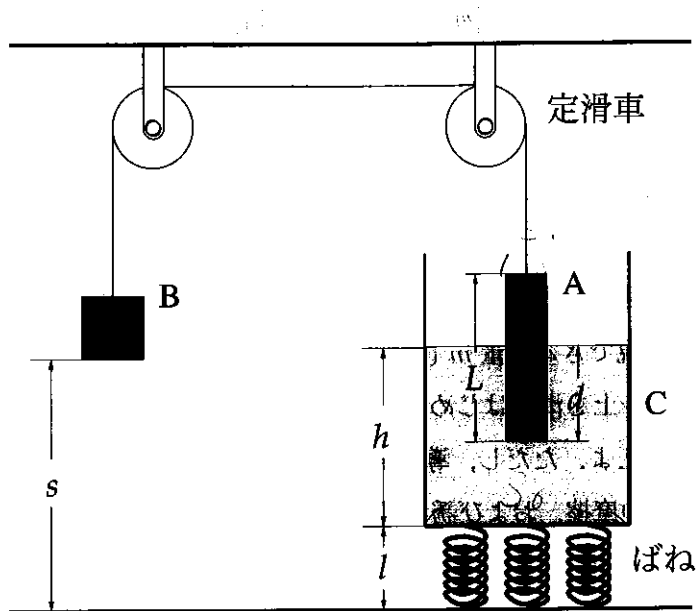


図 1: はじめの状態.

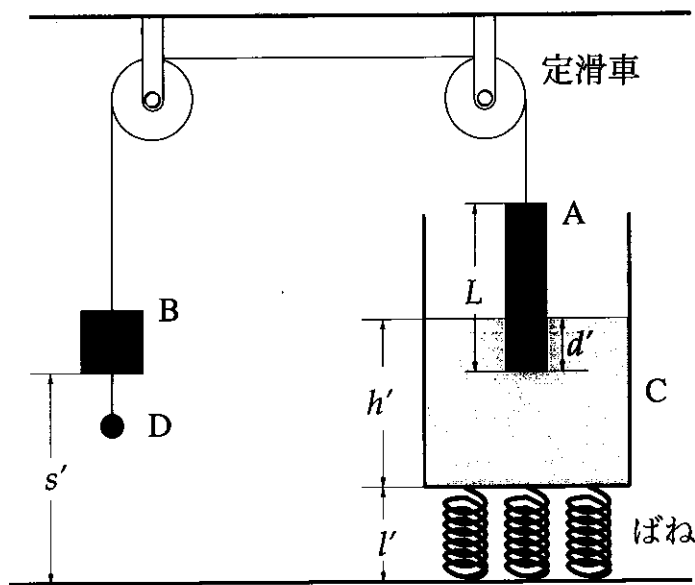


図 2: おもり D を B につりさげたあとの状態.

物 理

第 2 問 (35 点)

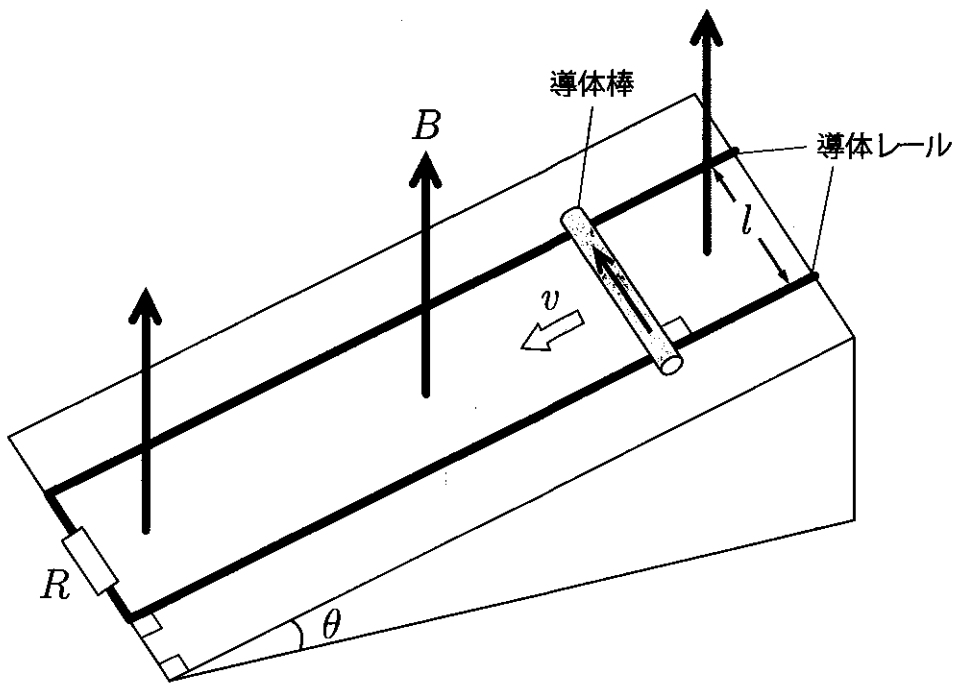
図のように、水平面に対して角度 θ [rad] をなす斜面に沿って、電気抵抗を無視できる十分長い 2 本の導体レールが間隔 l [m] で平行に置かれており、2 本のレールは R [Ω] の抵抗でつながれている。斜面には、鉛直上向きに磁束密度 B [T] の一様な磁場がかけられている。いま電気抵抗を無視できる質量 m [kg] の導体棒を 2 本のレールに接するように置いたところ、導体棒はレール上を滑りはじめ、しばらくすると一定の速さ v [m/s] となった。このとき以下の問いに答えよ。ただし、導体棒は常に水平でレールに対して直角を保つとし、導体棒とレールとの間の摩擦、および誘導電流が作る磁場の影響は無視してよい。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

問 1 電磁誘導の法則から、導体棒に流れる誘導電流を求めよ。ただし、図の導体棒上に示した矢印の向きを正とする。

問 2 問 1 で求めた誘導電流を I [A] として、導体棒にはたらく斜面に沿った方向の力のつり合いの式を書け。

問 3 v を求めよ。ただし I を用いずに答えよ。

問 4 抵抗に 1 秒間に発生するジュール熱 P [J] は、導体棒が 1 秒間に失う位置エネルギーの大きさ U [J] に等しいことを示せ。



物 理

第 3 問 (30 点)

図のように、長方形 ABCD の頂点 A と B に、それぞれ音源 A と音源 B が置かれている。音源の周波数は変えることができる。辺 CD の長さは d [m]，辺 BC の長さは L [m] であり、 L は d に比べて十分に長い。辺 CD の中点を P とする。風はなく、音速は一定とする。以下の問いに答えよ。

最初に、音源 A と B の周波数を同じ周波数 f_1 [Hz] にし、CD を通る直線上で音の大きさを調べた。音の大きさは、点 P でもっとも大きく、P から離れると徐々に小さくなり、点 C および点 D で最も小さくなった後、さらに P から離れると大きくなりはじめた。

問 1 このときの音の波長 λ [m] を、 $\lambda \doteq \frac{d^2}{L}$ と近似できることを示せ。必要であれば、ある量 $|\epsilon|$ が 1 に比べて十分小さいとき、 $\sqrt{1+\epsilon} \doteq 1 + \frac{1}{2}\epsilon$ を用いてよい。

問 2 音速を求めよ。

次に、音源 B の周波数をわずかに変えて f_2 [Hz] にしたところ、点 P においてうなりが生じた。ただし、 $f_2 > f_1$ である。

問 3 1 秒間に生じるうなりの回数を記せ。

さらに、音源 B を PB を通る直線上で音速に比べて十分ゆっくりとした一定の速さで動かしたところ、それまで点 P において生じていたうなりが消えた。

問 4 音源 B の速さとその向きを求めよ。

