

平成21年度 大阪市立大学第2次試験

## 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、「物理」6ページ、「化学」7ページ、「空白」1ページ、「生物」12ページ、「地学」12ページ、合計38ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」5枚、「地学」3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無効とすることがある。
- 6 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。

# 物 理

## 第 1 問 (30点)

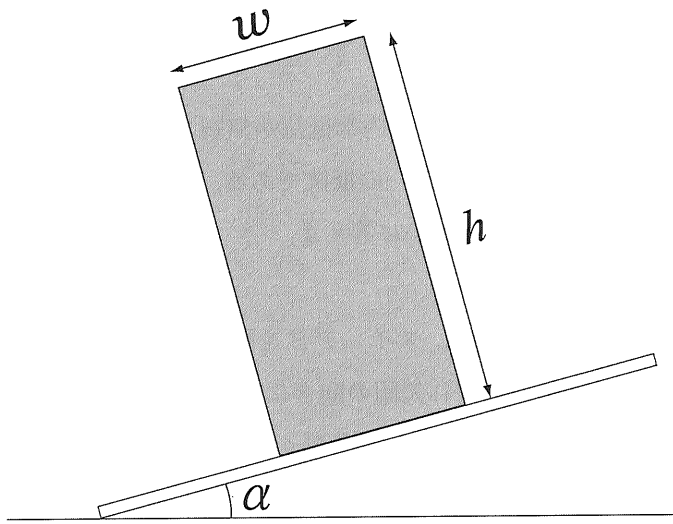
図1のように、平らな板の上に質量が  $m$  [kg] の一様な直方体を置く。この直方体の高さは  $h$  [m] で、その底面は、辺の長さが  $w$  [m] の正方形である。板を徐々に傾けていったところ、傾きの角  $\alpha$  [rad] が、ある角度  $\alpha_c$  [rad] を超えたとき、直方体はすべらずに倒れた。以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

問1  $\tan \alpha_c$  を求めよ。

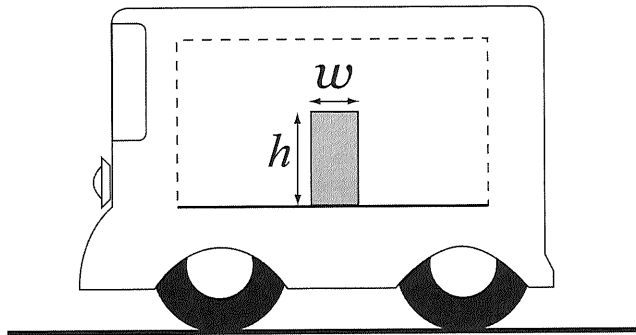
図2のように、水平な直線上を運動するバスの床に、問1と同じ直方体を置く。バスの加速度の大きさ  $a$  [m/s<sup>2</sup>] を大きくしていったところ、ある加速度の大きさ  $a_c$  [m/s<sup>2</sup>] を超えたときに、直方体はすべらずに倒れた。ただし、バスの床は常に水平に保たれているものとする。

問2 直方体に働く重力と慣性力の合力が、鉛直方向となす角度を  $\theta$  [rad] とする。合力の大きさ  $F$  [N] と  $\tan \theta$  を求めよ。

問3  $a_c$  を求めよ。ただし、直方体に働く慣性力の作用点は、重心と一致する。



☒ 1



☒ 2

# 物 理

## 第 2 問 (35点)

図 1 の回路で、 $E$  は起電力  $E$  [V] の内部抵抗が無視できる電池であり、 $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_4$  は抵抗値  $2R$  [ $\Omega$ ],  $R$  [ $\Omega$ ],  $2R$  [ $\Omega$ ] の抵抗である。 $R_3$  は可変抵抗である。電流計の内部抵抗を  $r$  [ $\Omega$ ] とする。以下の問いに答えよ。

問 1  $R_3$  の抵抗値を  $R_3$  [ $\Omega$ ] にし、スイッチ  $S$  を閉じたとき、図 1 のように  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  および電流計にそれぞれ矢印の向きに  $I_1$  [A],  $I_2$  [A],  $I_3$  [A],  $I_4$  [A],  $I_5$  [A] の電流が流れた。点  $M$  および点  $N$  のそれぞれで、流れこむ電流と流れ出す電流の間に成り立つ関係式を示せ。

問 2 閉じた経路  $PMN$  および経路  $MQN$  のそれぞれについて、抵抗による電圧降下の間に成り立つ関係式を示せ。

問 3  $I_5$  を、 $I_1$ ,  $R_3$ ,  $R$ ,  $r$  を用いて表せ。

問 4  $R_3$  を調整し、抵抗値を  $R_0$  [ $\Omega$ ] にすると、電流計には電流が流れなくなった。 $R_0$  を求めよ。

次に、スイッチ  $S$  を開き、 $R_3$  と電流計を取り去った後、図 2 のように、電気容量  $C$  [F] のコンデンサー  $C$  を  $MN$  間に接続した。接続前このコンデンサーには電荷は蓄えられていなかった。その後、スイッチ  $S$  を閉じて十分に時間がたった。

問 5 点  $M$  と点  $N$  ではどちらの電位がどれだけ高いかを答えよ。

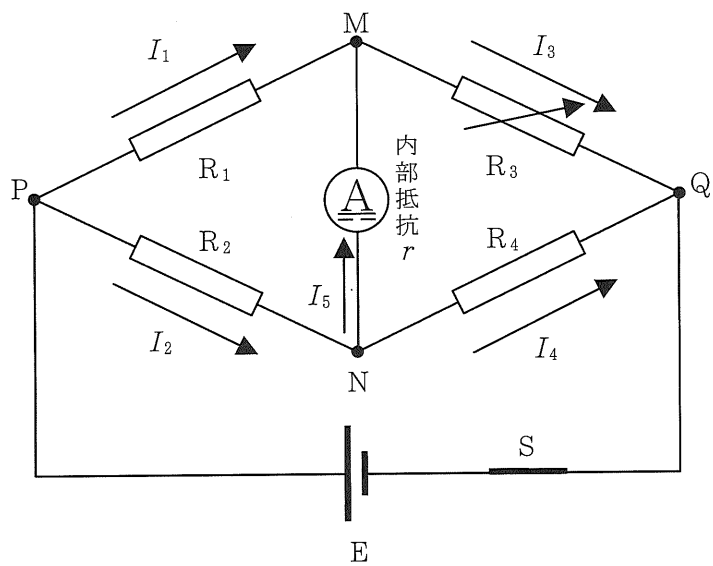


图 1

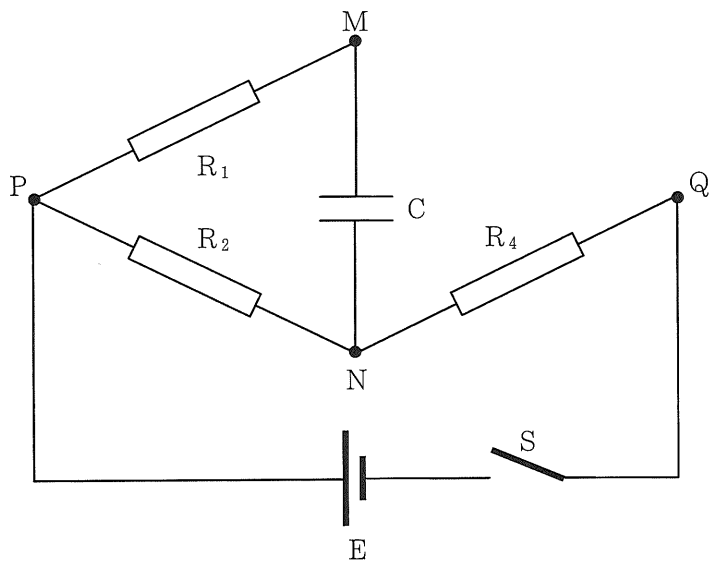


图 2

# 物 理

## 第 3 問 (35点)

図のように、音源  $S_L$ 、観測者  $O$ 、音源  $S_R$  が、一直線上に並んでいる。音源はその直線上を移動できるものとする。音源  $S_L$  は振動数  $f_L$  [Hz] の音を、音源  $S_R$  は振動数  $f_R$  [Hz] の音を出すことができる。  $f_R$  は  $f_L$  より少しだけ大きい。以下の問いに答えよ。ただし、音速を  $V$  [m/s] とし、観測者  $O$  は常に静止しているものとする。また、風はなく、音速は一定であるとする。

問1 音源  $S_R$  だけが音を出し、音速より十分小さい一定の速さ  $v$  [m/s] で、観測者  $O$  に近づいている場合を考える。時刻  $t$  [s] に音源  $S_R$  から出た音が、観測者  $O$  に到達したのは時刻  $T$  [s] だった。また時刻  $t$  から  $\frac{1}{f_R}$  [s] 後に音源  $S_R$  から出た音が、観測者  $O$  に到達したのは、時刻  $(T + \Delta T)$  [s] だった。

(1)  $\Delta T$  を求めよ。

(2) 観測者  $O$  の聞く音の振動数  $f_R'$  [Hz] と  $\Delta T$  の関係を示せ。

(3)  $f_R'$  を、 $f_R$ 、 $V$ 、 $v$  を用いて表せ。

問2 音源  $S_R$  と音源  $S_L$  が音を出しながら、同じ速さ  $v$  [m/s] で観測者  $O$  に近づいている場合を考える。このとき、観測者  $O$  はうなりを聞いた。1秒間に起きるうなりの回数  $N$  を求めよ。

問3 次に、音源  $S_L$  の観測者  $O$  に対する速さだけを、 $v$  から  $u$  [m/s] に変えたところ、観測者  $O$  はうなりのない単一の振動数の音を聞いた。 $u$  を求めよ。

