

平成16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」6ページ、「生物」10ページ、「地学」10ページ、合計32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2志望を含む）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) 物質科学科を志望する者（第2志望を含む）は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
  - (4) 化学科を志望する者（第2志望を含む）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 (35点)

なめらかな半径  $r$  [m] の半球形のおわんが水平に固定されている。質量  $M$  [kg] の小球 P と質量  $m$  [kg] ( $M > m$ ) の小球 Q を  $2r$  より長い軽くて伸びない糸で結び、図のように P を内側に入れて、おわんのふち A に糸をかける。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、P の位置は球の中心 O を中心とした角  $\angle AOP = \theta$  [rad] で測るものとする。以下の問 1、問 2 のそれぞれの場合について答えよ。

問 1 小球 P が  $\theta = \frac{\pi}{3}$  で Q とつり合った。この場合、 $M$  と  $m$  の間に成り立つ関係を求めよ。また、おわんから P にはたらく抗力の大きさを  $M$  と  $g$  で表せ。

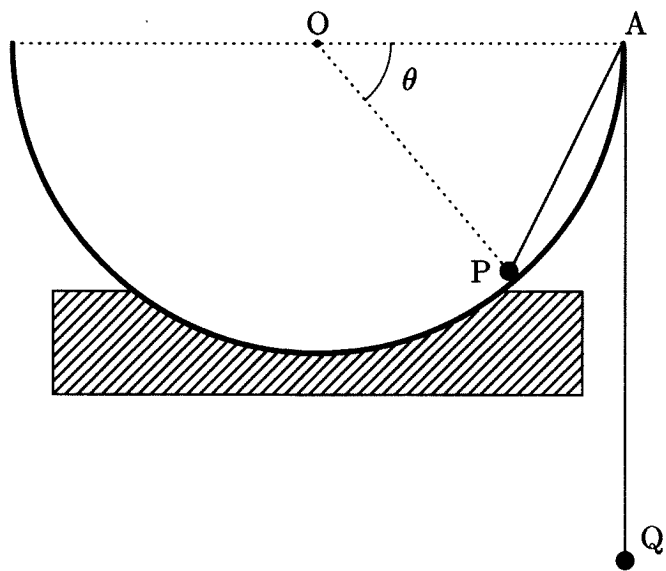
問 2 小球 P を A のすぐ内側 ( $\theta = 0$ ) で静かに放すと、下方へ滑り出した。この場合について、以下の問いに答えよ。

(1) 放した直後に糸が P を引く力の大きさを  $M$ ,  $m$ ,  $g$  で表せ。

(2) 小球 P が最下点  $\theta = \frac{\pi}{2}$  を通過するために必要な  $M$  と  $m$  の間の条件を不等式で表せ。

(3) 小球 P が図のように角  $\theta$  の点を通過するとき、P の速さ  $V$  [m/s] と Q の速さ  $v$  [m/s] の間に成り立つ関係を求めよ。また、 $V$  を  $r$ ,  $g$ ,  $M$ ,  $m$ ,  $\theta$  で表せ。

(4) 小球 P が  $\theta = \theta_0$  [rad] の点で静止した。このとき Q は、はじめの位置から  $h$  [m] だけ上昇していた。 $\cos \frac{\theta_0}{2}$  を  $M$  と  $m$  で表し、 $h$  を  $r$ ,  $M$ ,  $m$  で表せ。また、P と Q はそれぞれどのような運動を続けるか述べよ。ただし、 $\theta_0 > 0$  とする。



# 物 理

## 第 2 問 (35点)

電流計，抵抗，電池を内蔵していて，スイッチを切りかえることによって電流と抵抗の値を測定できる装置（テスター）を考える．図 1 にその表示部分を示す．電流の目盛りは針のふれに比例しているのに対し，抵抗の目盛りは，針のふれが大きくなるにつれ，抵抗値が小さくなるようにつけられている．

テスターの原理を理解するために，図 2 の回路を考える．この回路は電流計 A，起電力  $V$  [V] の電池，抵抗値が  $R_1$  [ $\Omega$ ] と  $R_2$  [ $\Omega$ ] の抵抗，抵抗値  $R_X$  [ $\Omega$ ] が未知の抵抗線から構成されている． $R_1$  は可変抵抗で，その抵抗値を連続的に変えることができる．また，電流計 A の最大目盛りは  $I_0$  [A]，内部抵抗は  $r_0$  [ $\Omega$ ] である．電池の内部抵抗は無視できるものとして，以下の問いに答えよ．

問 1 測定端子 a, b につながれている抵抗線をとりはずし，測定端子どうしを接触させて電流計の針が  $I_0$  となるように，可変抵抗を調整した．その結果，可変抵抗の抵抗値は  $R_1$  [ $\Omega$ ] であった．電流計に流れる電流  $I_0$  を  $r_0, R_1, R_2, V$  で表せ．

問 2 可変抵抗の抵抗値を  $R_1$  に保って，図 2 のように測定端子間に抵抗  $R_X$  [ $\Omega$ ] をつないだ．このとき電流計に流れる電流  $I$  [A] を  $r_0, R_1, R_2, R_X, V$  で表せ．

問 3 抵抗値  $R_X$  は，

$$R_X = R_C \left( \frac{I_0}{I} - 1 \right)$$

と書ける． $R_C$  [ $\Omega$ ] を  $r_0, R_1, R_2$  で表せ．

問 4  $R_1$  および  $R_2$  を  $R_C, r_0, I_0, V$  で表せ．

電流計には  $I_0$  が  $300 \mu\text{A}$ ， $r_0$  が  $100 \Omega$  のものを，可変抵抗には抵抗値が  $0 \sim 200 \Omega$  の範囲で変えられるものを用いて具体的に抵抗を測る装置を作成する．電池の起電力  $V$  は  $10.0 \text{ V}$  である．

問5 電流計が  $150 \mu\text{A}$  を示したとき、 $R_x$  が  $20.0 \text{ k}\Omega$  となるように、図1の抵抗計の目盛りをつけた。このとき、 $R_1$ 、 $R_2$ のそれぞれの値を有効数字3桁で求めよ。

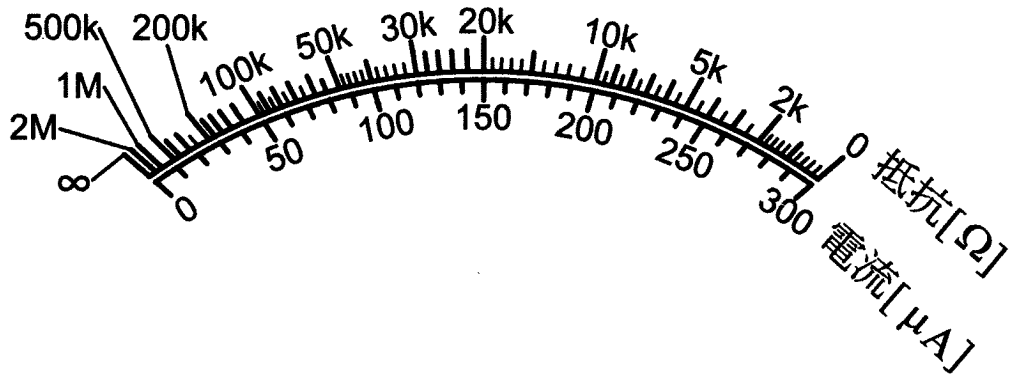


図1

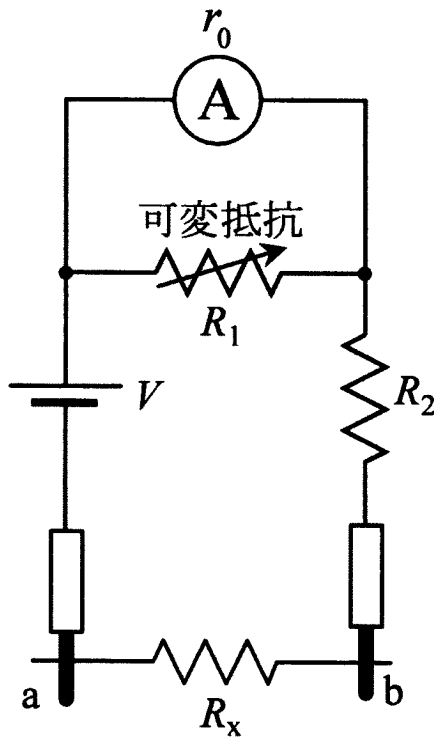


図2

# 物 理

## 第 3 問 (30点)

次の問1と問2に答えよ.

問1 図1のように絶対屈折率が1.5である2枚の厚い板ガラスを重ね、一方の端に厚さ  $h$  [m] のアルミニウム箔をはさんで、薄いくさび形のすきまをつくる. このすきまを絶対屈折率1.3の水で満たし、上から真空中での波長が  $\lambda$  [m] の単色光をあててのぞく. ただし、くさび形水層の端  $O$  とアルミニウム箔との距離  $l$  [m] は  $h$  に比べて十分大きいものとする. (1)~(4)に答えよ.

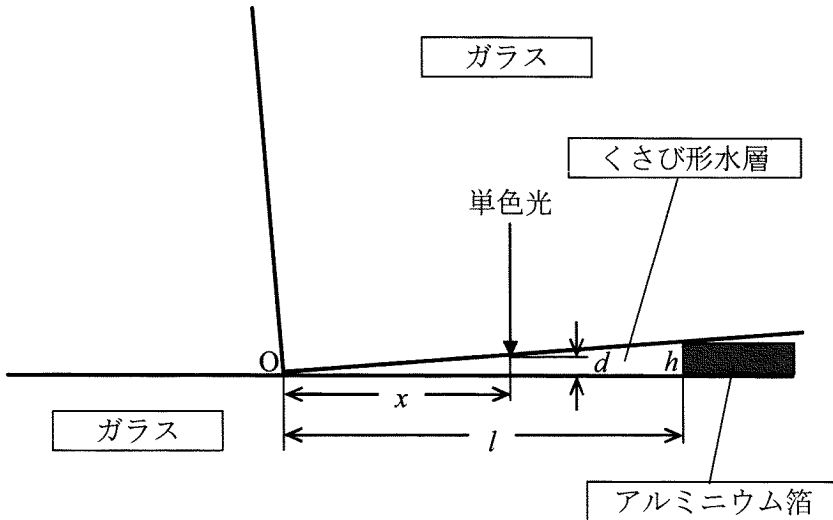


図1

(1)  $O$  から距離  $x$  [m] の位置での水層の厚さ  $d$  [m] を求めよ.

$O$  から距離  $x$  の位置で、上側のガラスと水層との境界面で反射する光と水層と下側のガラスとの境界面で反射する光との間には距離  $2d$  の光路差が生じる. 2つの反射光が干渉を起こす結果、明帯と暗帯が観測される.

(2)  $O$  から明帯の中心までの距離  $x_1$  [m] を求めよ. また、 $O$  から暗帯の中心までの距離  $x_2$  [m] を求めよ.

- (3) くさび形のすきまを水のかわりに絶対屈折率  $n$  ( $n > 1.0$ ) の透明な物質で満たした場合、明帯、暗帯の現れる間隔は  $n$  の値に応じてどのように変化するか答えよ。
- (4) 単色光を照射するかわりに白色光を照射すると、O 付近で見え方にどのような変化が現れるか、理由も含めて 100 字程度で説明せよ。

問2 図2に示したとおり  $\angle AOB$  が  $\frac{\pi}{6}$  rad であるプリズム（物質2）とスクリーンが透明な液体（物質1）の中に置かれている。物質1の絶対屈折率  $n_1$  と物質2の絶対屈折率  $n_2$  との間には  $\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{3}$  の関係がある。点Oから  $L$  [m] の点Cの位置でOA面に垂直に光線を照射したところ、スクリーン上の点Dに光があたった。点DからOBに引いた垂線とOBとの交点をEとすると、 $\overline{OE} = a$  [m] であった。 $a$  と  $L$  の関係を求めよ。

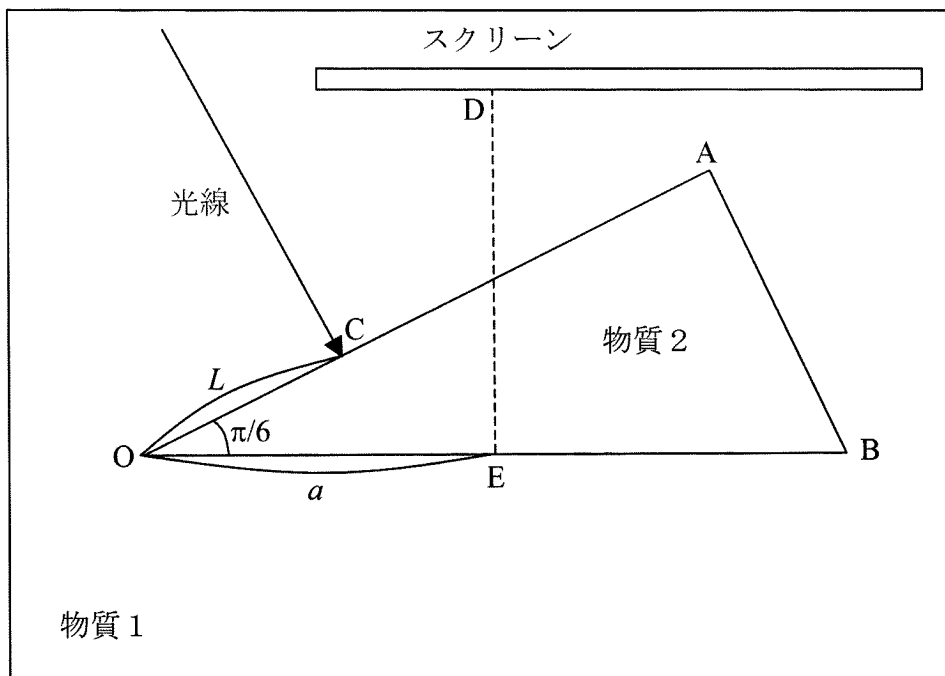


図2