

平成23年度 大阪市立大学個別学力検査

## 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」7ページ、「空白」1ページ、「生物」12ページ、「地学」9ページ、合計36ページである。解答用紙は、「物理」4枚、「化学」3枚、「生物」5枚、「地学」2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 (30点)

図1のように、質量  $m$  [kg] の小物体 S が、赤道上空で地上からの高さ  $h$  [m] の円軌道を回っている。S は地球からの万有引力を受けるものとする。万有引力定数を  $G$  [ $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ], 地球を質量  $M$  [kg], 半径  $R$  [m] の一様な球として、以下の問いに答えよ。

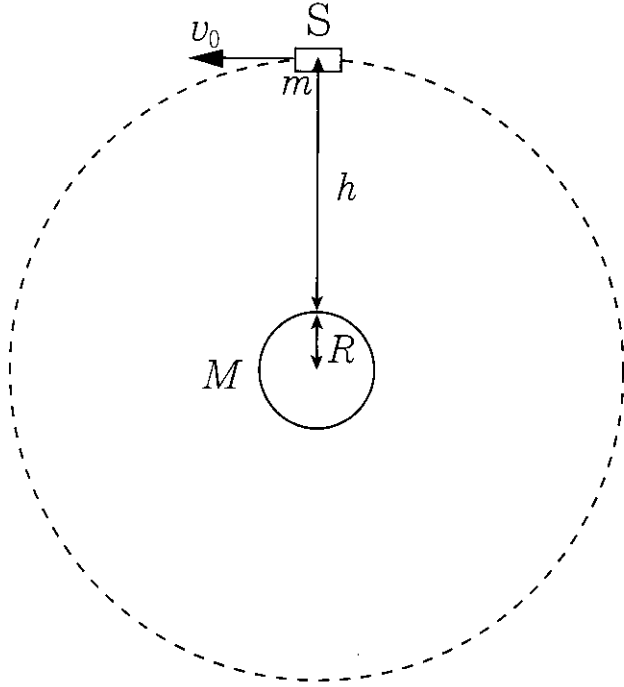
問1 S の速さ  $v_0$  [m/s] を求めよ。

問2 S が地上から常に静止しているように見えるためには、 $h$  はいくらでなければならないか、地球の自転周期を  $T$  [s] として求めよ。

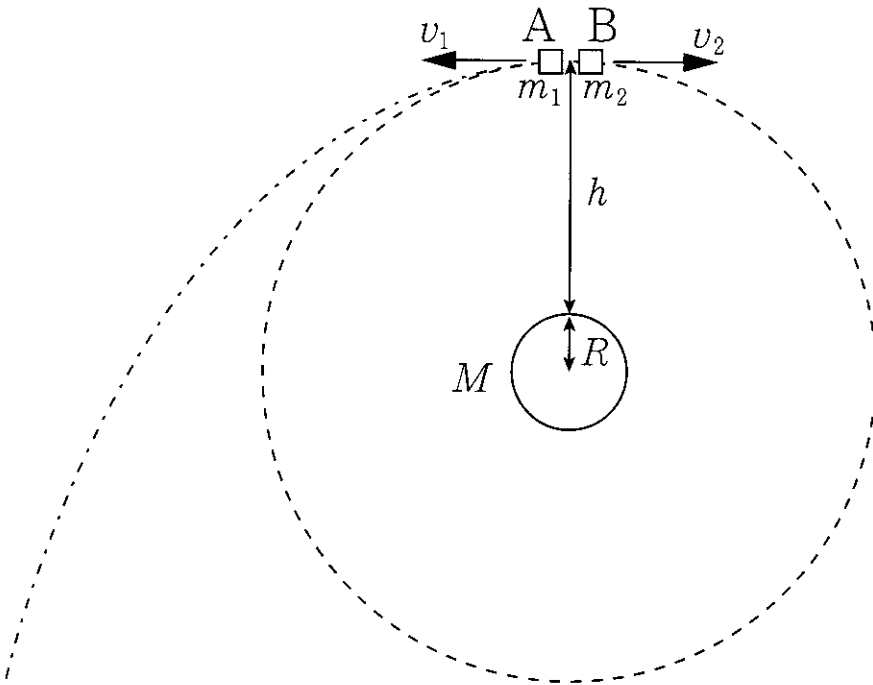
S は質量  $m_1$  [kg] の小物体 A と質量  $m_2$  [kg] の小物体 B からできており、速さ  $v_0$  で地球を周回しているときに、瞬間的に AB 間で内力が働き、A と B に分裂した。ただし、内力の方向は S の軌道円の接線方向と等しく、 $m_1$  と  $m_2$  の和は分裂前の S の質量  $m$  に等しいとする。分裂直後の A と B の速さをそれぞれ  $v_1$  [m/s],  $v_2$  [m/s] とし、それぞれの速度の向きは図2のとおりである。

問3 A が地球の引力を振り切って飛んで行くための最小の  $v_1$  を、 $v_0$  を用いて表せ。

問4 B は地上から高さ  $h$  の円軌道で地球の周りを回り始めた。  $v_1 = 4v_0$  のとき、 $\frac{m_1}{m_2}$  を求めよ。



⊠ 1



⊠ 2

# 物 理

## 第 2 問 (35点)

図のように、2枚の広い極板 A, B からなる平行板コンデンサー、電気容量が  $C$  [F] のコンデンサー C, 起電力が  $V_0$  [V] の電池、接点 a, b をもつスイッチ S で構成された回路がある。A, B 間には比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体が挿入されている。はじめ、各コンデンサーには電荷がたくわえられていなかったものとして、以下の問いに答えよ。

最初に、スイッチ S を a 側に接続して、十分に時間が経過した。

問1 コンデンサー C にたくわえられている電荷と静電エネルギーを求めよ。

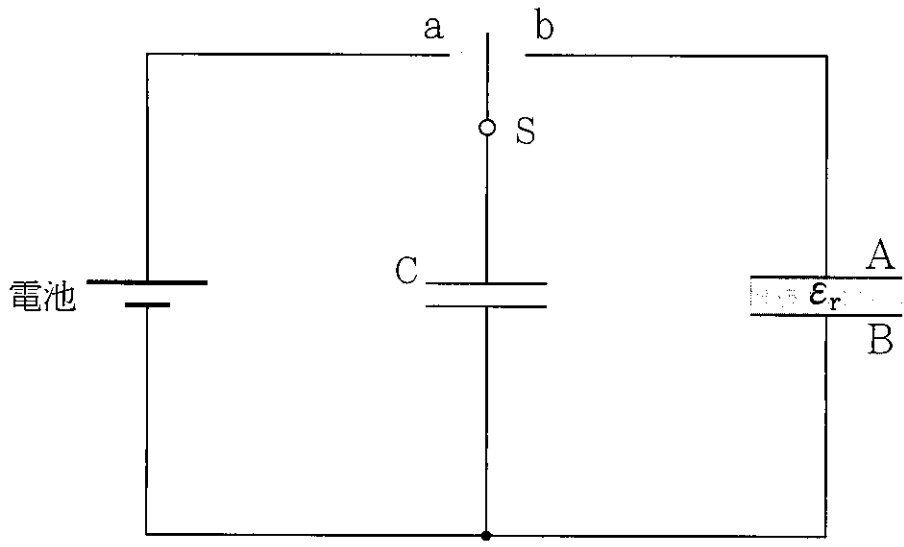
次に、スイッチ S を b 側に切り替えてから十分に時間が経過した。このとき、A, B 間の電位差は  $\frac{3}{4} V_0$  であった。

問2 極板 A にたくわえられている電荷、および極板 A, B からなる平行板コンデンサーの電気容量を求めよ。

問3 2つのコンデンサーにたくわえられている静電エネルギーの合計を求めよ。また、スイッチ S を b 側に切り替える前後で静電エネルギーの合計はどれだけ変化したかを求めよ。

その後、外力を加えて極板間の誘電体をゆっくりなめらかに取り除いた。

問4 この間に外力のした仕事を求めよ。



# 物 理

## 第 3 問 (35点)

図1のように、2つの円筒容器 A, B をコックの付いた容積の無視できる細管でつなぎ、これを水平な床の上に置いた。細管のコックは閉じられており、B は真空中に保たれていた。一方、A には断面積が  $S$  [m<sup>2</sup>] で質量の無視できるピストンによって単原子分子の理想気体を閉じ込めた。ピストンは容器の内壁に沿ってなめらかに動くことができ、気体の体積と B の容積はともに  $V_0$  [m<sup>3</sup>] であった。A の底面には気体を加熱および冷却できる装置が取り付けられており、容器やピストン、細管、コックは断熱材で作られている。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、外気の圧力を  $P_0$  [Pa] として、以下の問いに答えよ。

気体の温度を一定に保ちながら、質量  $M$  [kg] のおもりをピストンにゆっくりのせると、図2のように、気体の体積が  $\frac{1}{3} V_0$  になったときにおもりが静止した。

問1 おもりの質量  $M$  を、 $P_0$ ,  $S$ ,  $g$  を用いて表せ。

次に、おもりをピストンにのせた状態で気体に徐々に熱を加えていくと、気体はピストンを押し上げながらゆっくり膨張した。図3のように、気体の体積が  $2 V_0$  になったときに加熱を止めた。

問2 加熱後、気体の絶対温度は加熱前の何倍になったかを求めよ。

問3 この過程における気体の内部エネルギーの変化  $\Delta U$  [J] を、 $P_0$ ,  $V_0$  を用いて表せ。

問4 この過程で気体に加えた熱量  $Q$  [J] を、 $P_0$ ,  $V_0$  を用いて表せ。

この状態でピストンを固定し、次に A と B をつなぐ細管のコックを開いた。十分に時間が経過した後に、容器内の気体が一様になった。

問5 気体の温度はコックを開く直前と比べて変化しなかった。その理由を述べよ。

問6 このときの気体の圧力  $P$  [Pa] を求めよ。

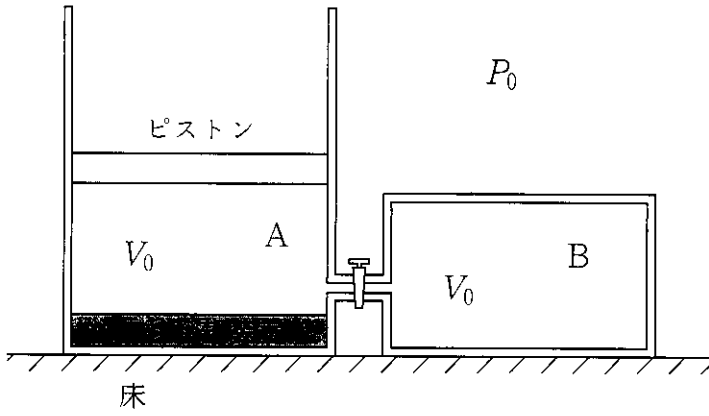


図 1

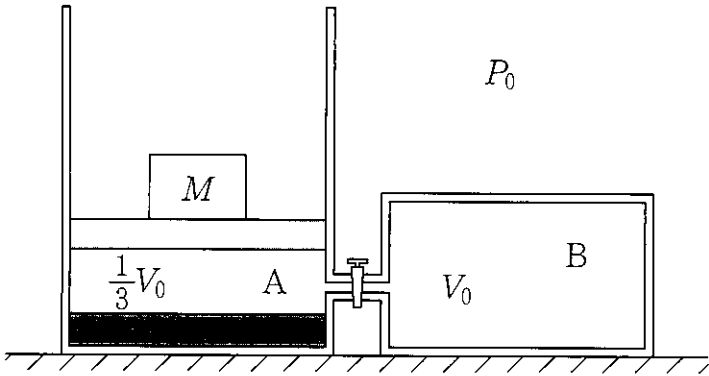


図 2

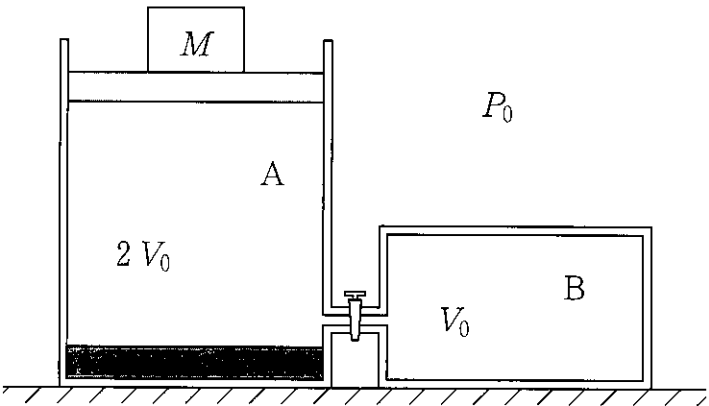


図 3