

平成22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」9ページ、「空白」1ページ、「生物」10ページ、「地学」10ページ、合計37ページである。解答用紙は、「物理」5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 (35点)

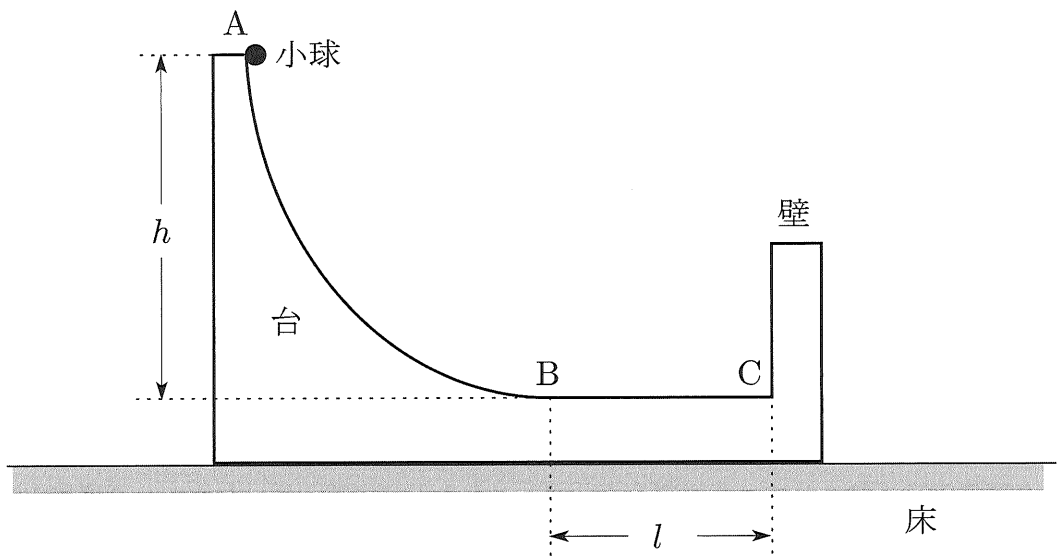
図のように、なめらかな斜面 AB となめらかな水平面 BC、および鉛直な壁をもった質量 M [kg] の台が水平な床の上に静止している。斜面 AB と水平面 BC はなめらかにつながっており、BC 間の距離は l [m] である。いま、水平面 BC からの高さが h [m] の点 A から質量 m [kg] の小球を斜面に沿って静かにすべらせる。すべり落ちた小球は、右端の壁に垂直に衝突してはねかえった。小球の運動は図の紙面内に限られるものとして、以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]、小球と壁との間の反発係数を e とする。また、速さは床に対する速さ、高さは水平面 BC からの高さとする。

問1 台が床に固定されている場合について、以下の問いに答えよ。

- (1) 点 A からすべり落ちた小球が最初に壁と衝突する直前の小球の速さ v_1 [m/s] を求めよ。
- (2) 小球が最初に壁と衝突した後、小球が到達する最高点の高さ h_1 [m] を求めよ。

問2 台がなめらかな床の上を自由に動くことができる場合について、以下の問いに答えよ。ただし、台の底面は床から離れないものとする。

- (1) 小球の速度の水平成分の大きさ v [m/s] と台の速さ V [m/s] の間には、 $V = \frac{m}{M} v$ の関係が常に成り立つことを理由を述べて示せ。
- (2) 点 A からすべり落ちた小球が最初に点 B を通過する瞬間の小球の速さ v_2 [m/s] と台の速さ V_2 [m/s] を求めよ。
- (3) 小球が最初に点 B を通過してから壁に衝突するまでの時間を求めよ。
- (4) 最初の衝突直後の小球の速さ v_2' [m/s] と台の速さ V_2' [m/s] を求めよ。
- (5) 小球が最初に壁と衝突した後、小球が到達する最高点の高さ h_2 [m] を求めよ。



物 理

第 2 問 (30点)

図のように、電気抵抗が無視できる 2 本の金属柱 PQ, RS を鉛直に立てる。金属柱の作る面 PQSR と垂直に磁場がかけられている。磁束密度の大きさは、水平方向には変化なく、鉛直方向には高くなるにしたがい一定の割合 β [T/m] (> 0) で減少している。この金属柱に、細い金属棒 XY を常に水平に保ちながら、両端が金属柱に接してなめらかに動けるように取りつける。金属棒 XY の長さは l [m]、質量は m [kg]、電気抵抗は R [Ω] である。QS 間には内部抵抗の無視できる起電力 E [V] の電池が接続されており、金属棒 XY はある高さで静止している。重力加速度の大きさを g [m/s²]、回路に流れる電流がつくる磁場の影響は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

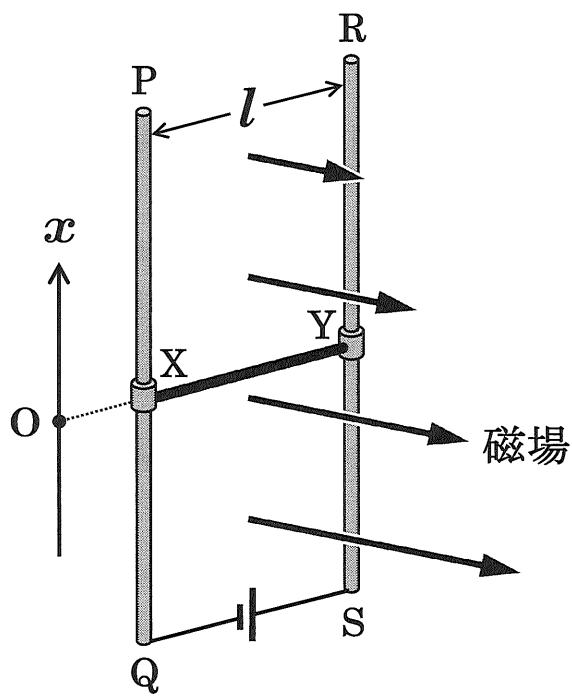
問 1 金属棒 XY に流れる電流 I [A] を求めよ。

問 2 金属棒 XY が静止している高さにおける磁束密度 B_0 [T] を求めよ。

問 3 x 軸を鉛直上向きにとり、金属棒 XY が静止している高さを座標の原点にとる。位置 x [m] における磁束密度 B [T] を求めよ。

金属棒 XY を静止している位置からわずかに引き上げて静かにはなすと、金属棒 XY は上下に振動した。

問 4 金属棒 XY の運動によって生じる誘導起電力を無視すると、その振動は単振動とみなせる。単振動の周期 T [s] を求めよ。



物 理

第 3 問 (35点)

図のように、外部と熱のやりとりができないシリンダーの中に、気密を保ったままなめらかに動くことができるピストンがある。シリンダー内はピストンで2つの部分 A, B に仕切られていて、それぞれに理想気体が入っている。ピストンは熱を伝えることができ、その熱容量は無視できるものとする。最初、A 内の気体の温度を T_A [K]、B 内の気体の温度を T_B [K] ($T_A < T_B$) としたところ、両気体の圧力はともに p_0 [Pa]、体積はともに V_0 [m³] であった。しばらくすると、B 内の気体から A 内の気体へゆっくりと熱が移動してピストンの位置が変化する。以下の問いに答えよ。

問1 A 内の気体の物質質量 [mol] に対する B 内の気体の物質質量 [mol] の比を求めよ。

問2 十分長い時間が経過したとき、A 内の気体と B 内の気体の温度は等しくなり、ピストンの移動は終了した。このときの気体の温度を求めよ。ただし、両気体のモル比熱は等しく、一定であるとする。

問3 ピストンの移動が終了したときの A 内の気体の体積と B 内の気体の体積を求めよ。

問4 ピストンの移動が終了したときの両気体の圧力が最初の圧力 p_0 と等しいことを示せ。

問5 ピストンの移動が始まってから終了するまでに、A 内の気体が B 内の気体にした仕事を求めよ。ただし、ピストンの移動中は A 内の気体の圧力は常に p_0 であるとする。

