

平成18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」8ページ、「生物」10ページ、「空白」1ページ、「地学」8ページ、合計33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」5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) 物質科学科を志望する者（第3志望までを含む）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1のように、バスケットボールの上にバレーボールをのせて、そのまま床に落としたところ、バレーボールが思いのほか大きくはずんだ。この現象を理解するために、2つの小球を用いて理想化された状況を考える。ここで、すべての衝突は一直線上で完全弾性的に起こり、摩擦や空気抵抗は無視できるとする。

図2のように、質量 m_A [kg] の小球 A と質量 m_B [kg] の小球 B が少しだけ間をあけて水平な x 軸上を同じ速度 v_0 [m/s] で等速度運動している。A が壁ではねかえった後、B に衝突する。

問1 小球どうしの衝突後、A の速度は v_A [m/s]、B の速度は v_B [m/s] となった。小球どうしの衝突前後での運動量保存則を式で表せ。

問2 小球どうしの衝突によって、2つの小球のあいだでエネルギーが移動する。衝突の後、A の運動エネルギーが0になるときの m_A と m_B の関係を求めよ。

問3 m_A と m_B が問2で求めた関係を満たすとき、小球どうしの衝突後のBの運動エネルギーを m_B および v_0 で表せ。

次に、2つの小球の落下について、以下のように考える。

小球 A の上に小球 B をのせ、手でささえ、床から高さ h [m] の位置で静止させ、静かに手をはなした。A が床ではねかえった直後に B に衝突し、B がはね上がった。ここで、すべての運動は鉛直線上で起こるとする。また、この場合でも、小球どうしの衝突の直前と直後では運動量の和が保存するとしてよい。

問4 m_A と m_B が問2で求めた関係を満たすとき、B の最高点の高さは h の何倍になるか。

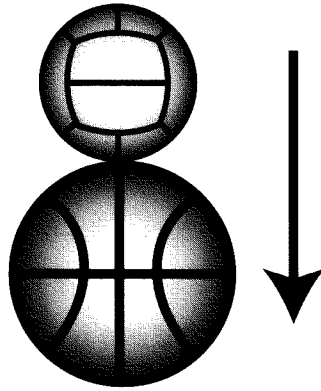
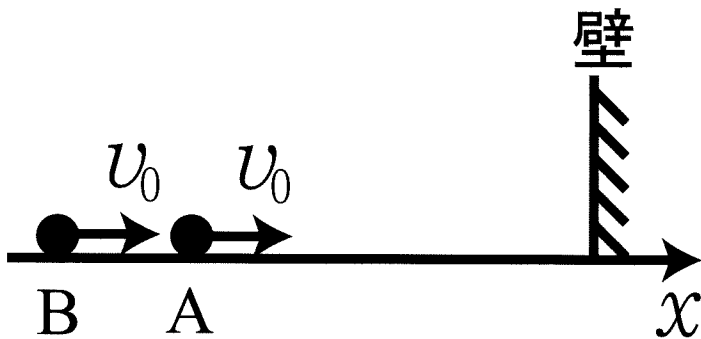


图 1



图 2



物 理

第 2 問 (35点)

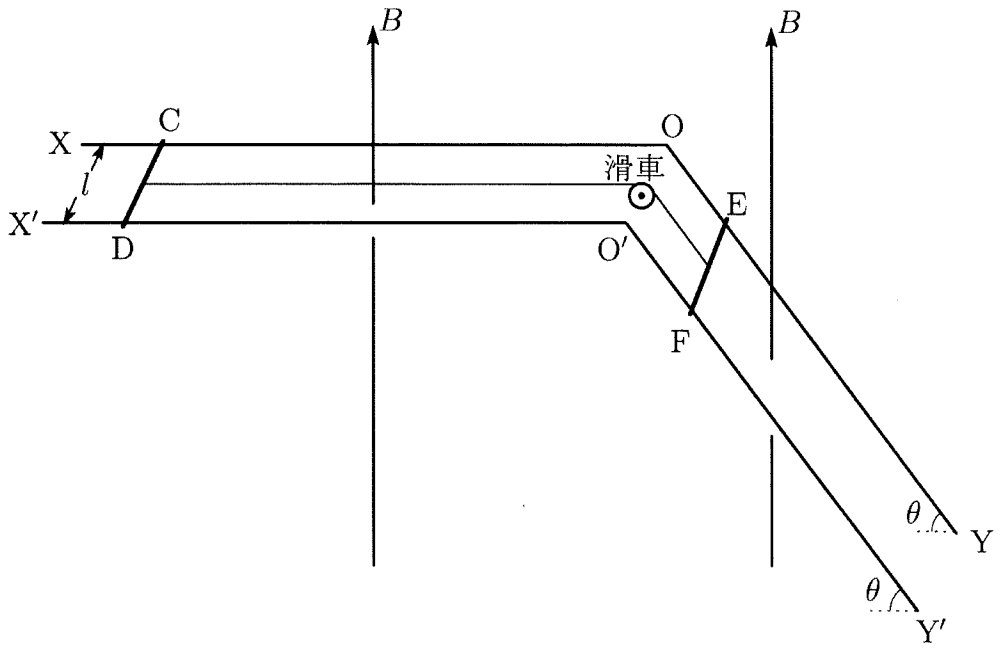
図のように、鉛直上向きで磁束密度が B [T] の一様な磁場 (磁界) 中に、抵抗の無視できる 2 本の導線 XOY , $X'O'Y'$ を l [m] の間隔で平行に固定する。導線の XO , $X'O'$ 部分は同一水平面上に置き、 OY , $O'Y'$ 部分は水平面から角 θ [rad] だけ傾けておく。質量 m [kg]、長さ l 、抵抗 R [Ω] の 2 本の金属棒を OO' 間の滑車をへて糸でつなぎ、金属棒 CD および EF をそれぞれ水平な導線部分および傾いた導線部分に導線と垂直にのせる。このとき、 $CDFE$ は閉じた回路を作っている。はじめ、棒 CD をおさえておいて、糸が張った状態から棒を静かにはなすと、2 本の金属棒はすべり出した。金属棒と導線の摩擦や接触部分の抵抗は無視でき、また金属棒はつねに導線に垂直に接したまま導線上を運動するものとして、以下の問いに答えよ。重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。また、この閉回路を流れる電流がつくる磁場の影響は無視できるものとする。

問 1 金属棒の速さが v [m/s] である瞬間に、棒 CD , EF それぞれに生じる誘導起電力の大きさ V_{CD} [V], V_{EF} [V] およびそれらの向きを求めよ。

問 2 このとき、回路を流れる電流 I [A] を求めよ。ただし、 $C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C$ の向きの電流を正とする。

問 3 金属棒の加速度の大きさを a [m/s^2]、糸の張力を T [N]、電流を I として、棒 CD , EF それぞれの運動方程式を立て、 a と T を求めよ。

問 4 棒 CD が OO' に到達する前に、棒の速度はほぼ一定になった。このとき、回路を流れる電流 I_f [A] を求めよ。



物 理

第 3 問 (30点)

シリンダーとピストンで気体を閉じ込め、その圧縮過程における仕事について考える。ピストンは、シリンダー内をなめらかに動くことができ、その断面積は S [m²] である。シリンダー内の気体（内部気体）は、 n モルの単原子分子からなる理想気体で、 ΔT [K] の温度変化にともなう内部エネルギーの変化 ΔU [J] は、気体定数 R [J/(mol・K)] を用いて、 $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ と表せる。シリンダー外部の気体（外部気体）の圧力は p_0 [Pa] である。圧縮過程の間、外部気体の圧力は一定で、外部気体と内部気体は断熱されているとする。

はじめ、図1に示したようにピストンは静止していて、内部気体の圧力、体積は、それぞれ p_0 [Pa]、 V_0 [m³] であった。次に、棒を使って手でピストンを押しながら、圧力と体積がそれぞれ p_1 [Pa]、 V_1 [m³] になるまでゆっくりと圧縮したところ、図2のようになった。この圧縮過程の間に内部気体がされた仕事の大きさは、外部気体がした仕事と、手がした仕事の大きさの和で表せる。以下の問いに答えよ。

問1 図2において、手でピストンを押すのに必要な力の大きさ F_1 [N] を p_0 、 p_1 、 S で表せ。

問2 この圧縮過程の間に外部気体がした仕事の大きさ W_1 [J] を p_0 、 V_0 、 V_1 で表せ。

問3 この圧縮過程の間に手がした仕事の大きさ W_2 [J] を p_0 、 p_1 、 V_0 、 V_1 で表せ。

問4 この圧縮過程における内部気体の状態変化の道筋について、概略を解答用紙のグラフに図示せよ。また、手がした仕事に対応する領域をグラフ上に斜線で図示せよ。ただし、グラフ上の2本の点線は、それぞれボイルの法則を示したものである。

図1

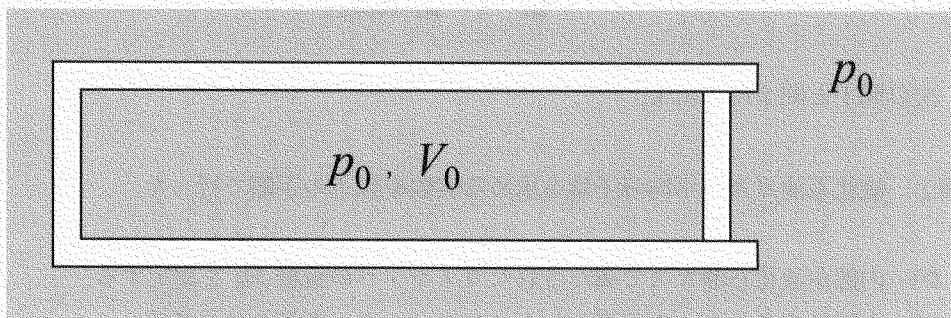


図2

