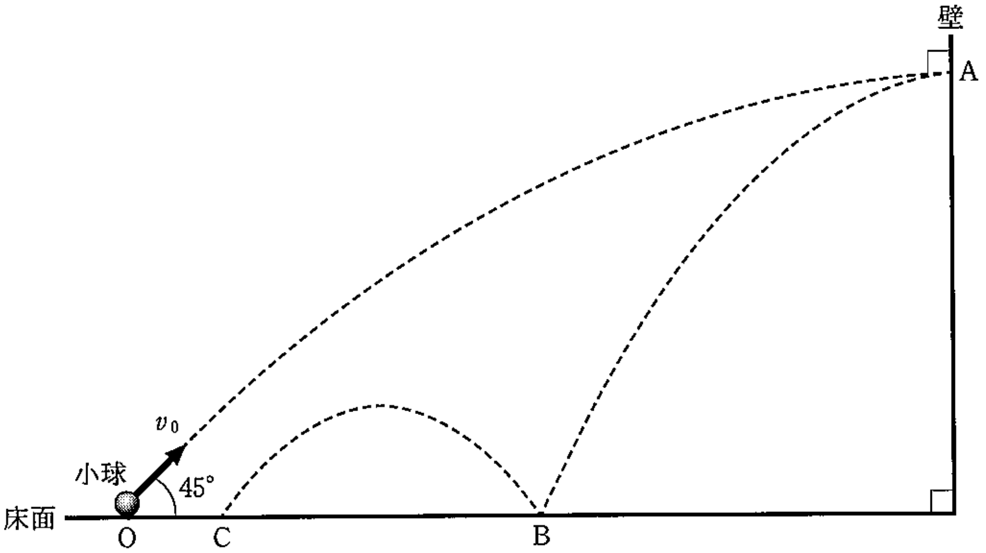
1 図のように，水平でなめらかな床面上にある点Oから，小球を速さ v_0 で床面から斜め上方45° の向きに投げ出した。小球は鉛直でなめらかな壁面上の点Aで壁に垂直に衝突し，はねかえって床面上の点Bに落ち，再びはねかえり，床面上の点Cに落下した。重力加速度の大きさを g，小球と壁および小球と床面との間の反発係数(はねかえり係数)をいずれも e として，次の問(1)～(4)に答えよ。ただし，空気抵抗は無視できるものとする。

(1) 小球が投げ出されてから壁に衝突するまでの時間を求めよ。

(2) 床面から点Aまでの高さを求めよ。

(3) 小球が点Bではねかえった後に達する最高点の高さを求めよ。

(4) 点Cが点Oと一致するときの e の値を求めよ。

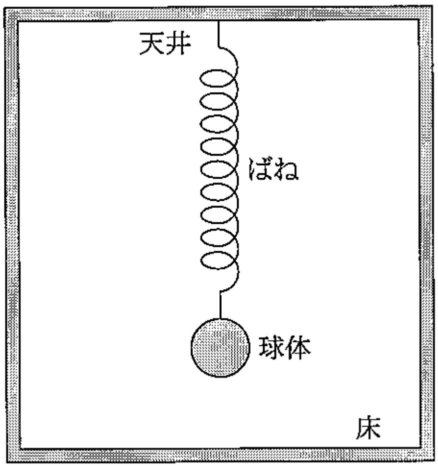


◇M1(457—2)

2 図のように，エレベーター内の天井に質量の無視できるばねの上端を固定し，ばねの下端に球体の上端を取り付ける。エレベーター内の床から天井までの高さは 200 cm，ばねの自然の長さは 100 cm，球体の質量は 500 g，球体の半径は 10 cm である。重力加速度の大きさを $9.8\ \mathrm{m/s^2}$ として，次の問(1)～(2)に答えよ。なお，球体は鉛直方向にのみ動くものとする。

(1) エレベーターが鉛直方向に一定の速さで上昇している。このとき，エレベーター内の床から球体の下端までの距離は 10 cm で一定であった。ばねのばね定数を求めよ。

(2) エレベーターが鉛直方向に一定の加速度で上昇している。このとき，エレベーター内の床から球体の下端までの距離は一定で，球体がエレベーター内の床に接触することはなかった。球体がエレベーター内の床に接触しないための，エレベーターの加速度の大きさの条件を求めよ。



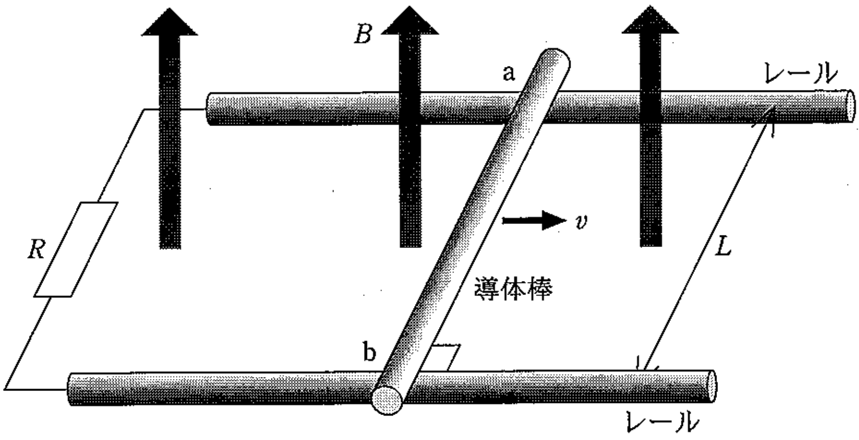
$\boxed{3}$ 次の文中の $\boxed{\ 1\ }$ ～ $\boxed{\ 8\ }$ には適切な式を，$\boxed{\ ア\ }$ ～ $\boxed{\ ケ\ }$ には解答群から適切な語句を選んで，それぞれ解答用紙の解答欄に記入せよ。なお，解答群中の語句は複数回選んでもよい。

図のように，鉛直上向きで磁束密度の大きさ B の一様な磁場中に，2本の直線の導体レールを水平かつ平行に間隔 L で置く。2本のレールの左端は抵抗値 R の抵抗でつながれている。このレールに対して導体棒を直角に置くと，レールと導体棒および抵抗は閉じた回路を形成し，コイルとみなせる。ここで，レールと導体棒の接する点を a, b とし，導体棒およびレールの太さと抵抗は無視できるものとする。

導体棒をレールに対して直角を保ちながら，一定の速さ v で右向きに運動させたとき，磁場を横切る導体棒に生じる誘導電流を以下の2つの方法で考える。

時間 Δt の間に，コイルに囲まれた面積は $\boxed{\ 1\ }$ だけ増加するため，この間にコイルを貫く磁束は $\boxed{\ 2\ }$ だけ増加する。コイルを貫く磁束の単位時間あたりの変化と誘導起電力との関係を表す $\boxed{\ ア\ }$ の電磁誘導の法則より，コイルに生じる誘導起電力の大きさは $\boxed{\ 3\ }$ となる。$\boxed{\ イ\ }$ の法則により，誘導起電力は，磁束の変化を妨げる向き，すなわち $\boxed{\ ウ\ }$ 向きの磁場をつくる向きに発生する。電流が作る磁場の向きを表す $\boxed{\ エ\ }$ の法則により，導体棒内には $\boxed{\ オ\ }$ の向きに大きさ $\boxed{\ 4\ }$ の誘導電流が流れる。

導体棒内の負の電気量 $-e$（e は電気素量）をもつ自由電子が，導体棒とともに右向きに運動する場合に磁場から受ける $\boxed{\ カ\ }$ 力は，$\boxed{\ キ\ }$ の向きで大きさは $\boxed{\ 5\ }$ である。この力によって，自由電子が $\boxed{\ キ\ }$ の向きに移動する結果，導体棒内には $\boxed{\ ク\ }$ の向きに電場が生じ，電場から受ける $\boxed{\ ケ\ }$ 力と磁場から受ける $\boxed{\ カ\ }$ 力とがつり合う状態になる。このときの電場の大きさは，つり合いの式より $\boxed{\ 6\ }$ である。よって，導体棒の両端間の電位差は $\boxed{\ 7\ }$ となり，導体棒内を流れる誘導電流の大きさは $\boxed{\ 8\ }$ である。



解答群

鉛直上	鉛直下	右	左
a から b	b から a	右ねじ	左ねじ
静電気	磁気	オーム	キルヒホッフ
ローレンツ	ガウス	レンツ	ファラデー

4 次の文中の $\boxed{\text{　A　}}$ ～ $\boxed{\text{　G　}}$ に入る適切な式を解答用紙の解答欄に記入せよ。

図のように，形状一定な熱気球が地表に置かれている。熱気球の球体下部は開いており，球体内部と外部の空気の圧力は常に等しい。また，球体内部の空気はバーナーによって一様に加熱することができる。ここで，空気は理想気体とみなしてよく，熱気球の球体内部以外の体積は無視できる。球体内部の体積を V〔m^3〕，球体内部の空気を除く熱気球全体の質量を M〔kg〕，球体外部の空気の圧力および温度をそれぞれ p_0〔Pa〕および T_0〔K〕，空気 1 mol の質量を m〔kg〕，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕，気体定数を R〔J/(mol·K)〕とする。

はじめ，球体内部の空気は外部の空気と同じ温度であった。このときの球体内部での空気の密度は外部の空気と等しく $\boxed{\text{　A　}}$ 〔kg/m^3〕である。また，熱気球には $\boxed{\text{　B　}}$ 〔N〕の浮力がはたらくので，熱気球が地表から受ける垂直抗力の大きさは $\boxed{\text{　C　}}$ 〔N〕である。

次に，球体内部の空気を，温度が T_1〔K〕になるまでバーナーで加熱した。理想気体の状態方程式を空気の密度を用いて書き直すと，

$$\frac{(\text{空気の圧力})}{(\text{空気の密度})\times(\text{空気の温度})} = \boxed{\text{　D　}}$$

となるので，温度 T_1 での球体内部の空気の密度は $\boxed{\text{　E　}}$ 〔kg/m^3〕となり，熱気球は地表から $\boxed{\text{　F　}}$ 〔N〕の大きさの垂直抗力を受ける。

バーナーで球体内部の空気をさらに加熱すると，熱気球は今にも地表から離れようとする状態になる。このとき，球体内部の空気の温度は $\boxed{\text{　G　}}$ 〔K〕となっている。