

物理基礎・物理 (その1)

第1問 図1-1のように、外からの空気の流の影響を受けない車の中に、軽くて丈夫な糸で天井からおもりをつるした。おもりの質量を m 、重力加速度の大きさを g とし、おもりにはたらく浮力は無視できる。

問1 車が矢印の向き（水平方向）に大きさ a の加速度で加速し始めた。このときの糸の張力の大きさ T を m 、 g 、 a を用いて表せ。ただし、おもりと糸は車に対して静止しているものとする。

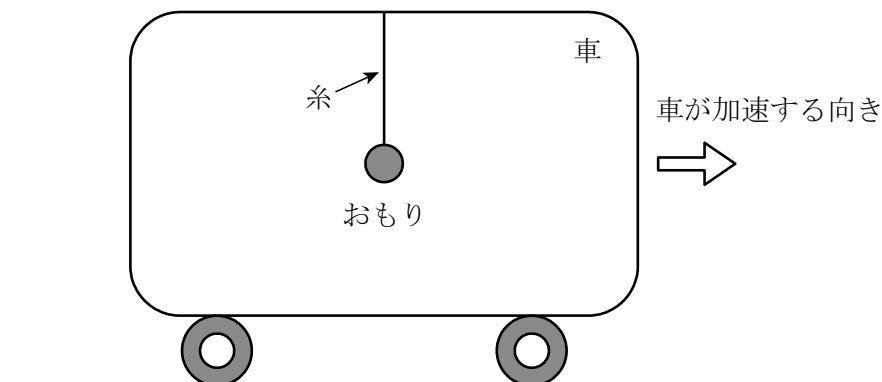


図1-1

次に、図1-2に示すように、静止した同じ車の中に風船を浮かべる。風船が車の天井に達しないように、一端が床に固定された軽くて丈夫な糸に風船をつなぐ。風船の中には密度 ρ_1 の気体が封入されている。内部の気体の質量を除いた風船の質量を m_1 、風船の容積を V とする。また、車内の大気の密度を ρ_2 ($\rho_2 > \rho_1$) とする。糸にたるみはなく、風船と糸は静止している。

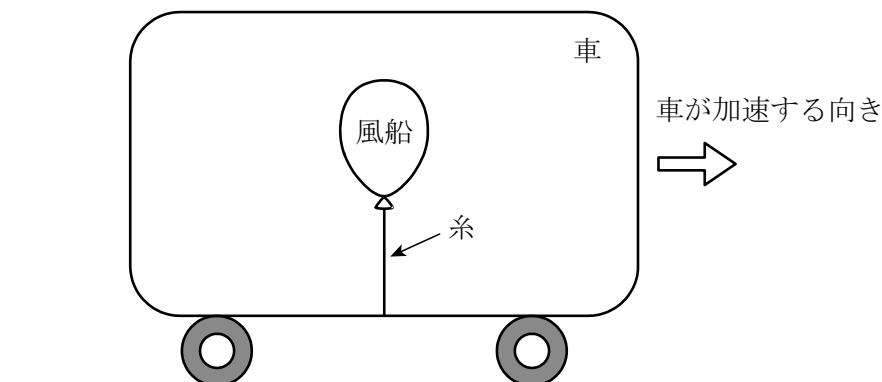


図1-2

問2 車が静止しているときの糸の張力の大きさ T_1 を m_1 、 V 、 ρ_1 、 ρ_2 、 g を用いて表せ。

問3 車が図1-2の矢印の向き（水平方向）に大きさ a の加速度で加速し始めた。このときの糸の張力の大きさ T_2 を m_1 、 V 、 ρ_1 、 ρ_2 、 g 、 a を用いて表せ。また、糸につながれた風船の状態を図示せよ（解答欄の点線は加速する前の状態を表す）。ただし、風船と糸は車に対して静止しているものとする。

物理基礎・物理 (その2)

第2問 図2-1のような熱気球が地表にある。熱気球の球体部の体積を V とする。球体部の下には、小さな孔が開いており、外気に通じている。球体内部の空気の質量を除いた熱気球の質量を M とする。ゴンドラにはたらく浮力は無視できる。重力加速度の大きさを g とする。球体内部の温度を変化させても球体の体積に変化はなく、空気は理想気体と考える。

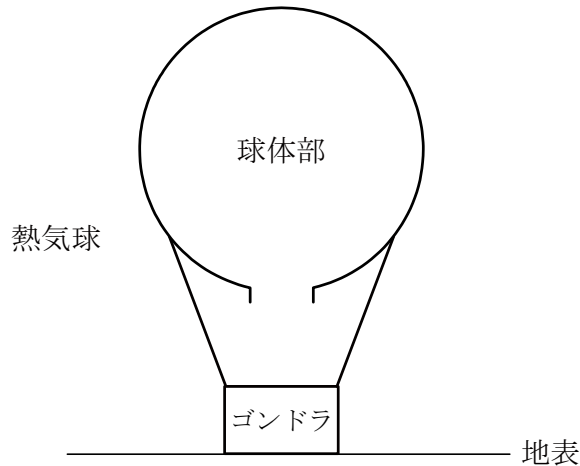


図2-1

- 問1** 空気の温度が T_0 のときの圧力を P_0 、密度を ρ_0 とする。地表の外気の温度を T_1 、圧力を P_1 とする。地表の外気の密度 ρ_1 を T_0 、 P_0 、 ρ_0 、 T_1 、 P_1 を用いて表せ。
- 問2** 熱気球の球体内部の温度を上げると、熱気球は浮き上がる。浮き上がる瞬間の球体内部の空気の質量を m とする。熱気球にはたらく力のつり合いの式を m 、 V 、 M 、 ρ_1 、 g を用いて表せ。なお、熱気球の球体内部の温度はすみやかに一様になると考える。
- 問3** 熱気球が浮き上がるためには、熱気球の球体内部の温度をいくらより高くすればよいか。 V 、 M 、 T_1 、 ρ_1 を用いて表せ。

物理基礎・物理 (その3)

第3問

A 十分に細く、無限に長いとみなせる直線の針金を真空中で帯電させたところ、一様に電荷が分布した（以下、これを線電荷とよぶ）。電荷の線密度（単位長さあたりの電気量）は λ である。この線電荷が作る電場の電気力線の様子は、電荷分布の対称性から、**図3-1** に示すようになる。クーロンの法則の比例定数を k_0 とする。

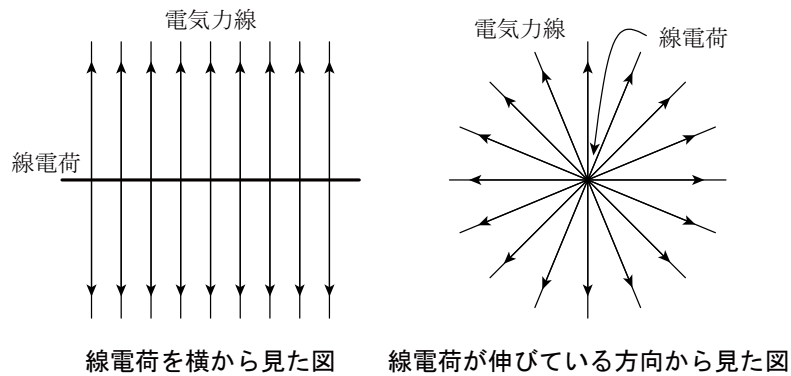


図3-1

問1 この線電荷の長さ L の部分の電気量を答えよ。

問2 **図3-2** のような、線電荷を中心軸とする円柱（半径 r 、長さ L ）の表面を考える。円柱の表面を貫く電気力線は何本か。

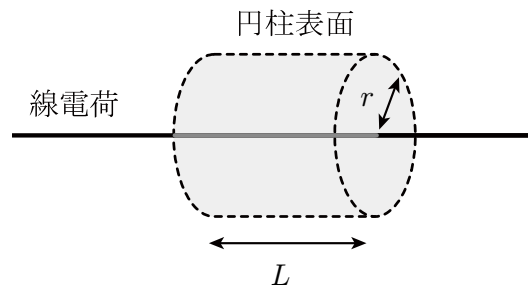


図3-2

問3 線電荷から距離 r の位置における電場の強さを求めよ。答えを導いた過程も書くこと。

物理基礎・物理 (その4)

- B 次に、前問 A の線電荷が、一定の速さ v で、線が伸びている方向に動いているとする (図 3-3)。この場合、線電荷に沿って電流が流れていることになる。

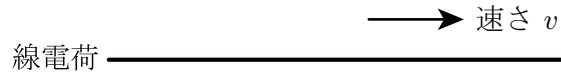


図 3-3

- 問 4** この電流の大きさはいくらか。
- 問 5** この電流は磁場をつくる。電流から距離 r の位置におけるこの磁場の強さはいくらか。

物理基礎・物理 (その5)

第4問 図4-1は、振動数が2.0 Hzの正弦波の、波源における媒質の変位の時間変化を表す。

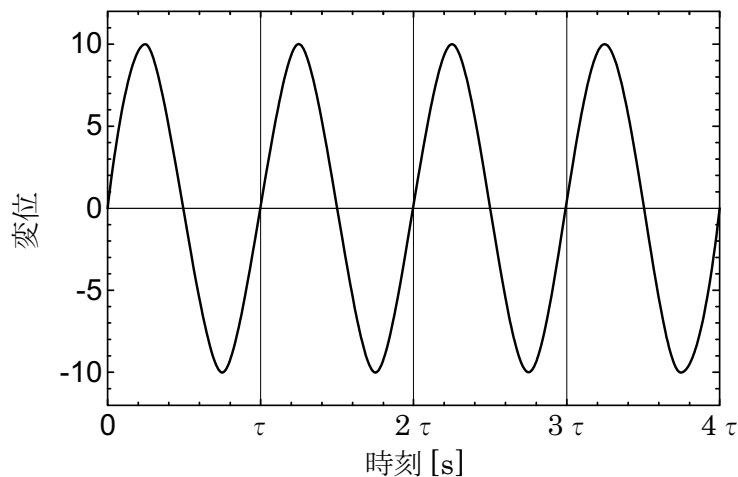


図4-1

問1 図4-1中の τ にあてはまる数値はいくつか。

問2 速さ 340 m/s, 振動数 2.0 Hz の正弦波の波長は何 m か。

正弦波をいくつか重ね合わせた合成波を考える。重ね合わせる各正弦波の振動数は互いに異なるが、振幅はすべて等しく、また、波源から同位相で発せられているものとする。図4-2の各グラフは、そのような合成波の、ある位置における媒質の変位の時間変化を表す。以下の問いに、図4-2の各グラフの上を書いてあるア～コの記号を使って答えよ。

問3 振動数 4.0 Hz と 4.5 Hz の2つの正弦波の合成波に対応するグラフはどれか。

問4 振動数 2.0 Hz と 30.0 Hz の2つの正弦波の合成波に対応するグラフはどれか。

問5 振動数 4.0 Hz と 6.0 Hz と 8.0 Hz の3つの正弦波の合成波に対応するグラフはどれか。

物理基礎・物理 (その6)

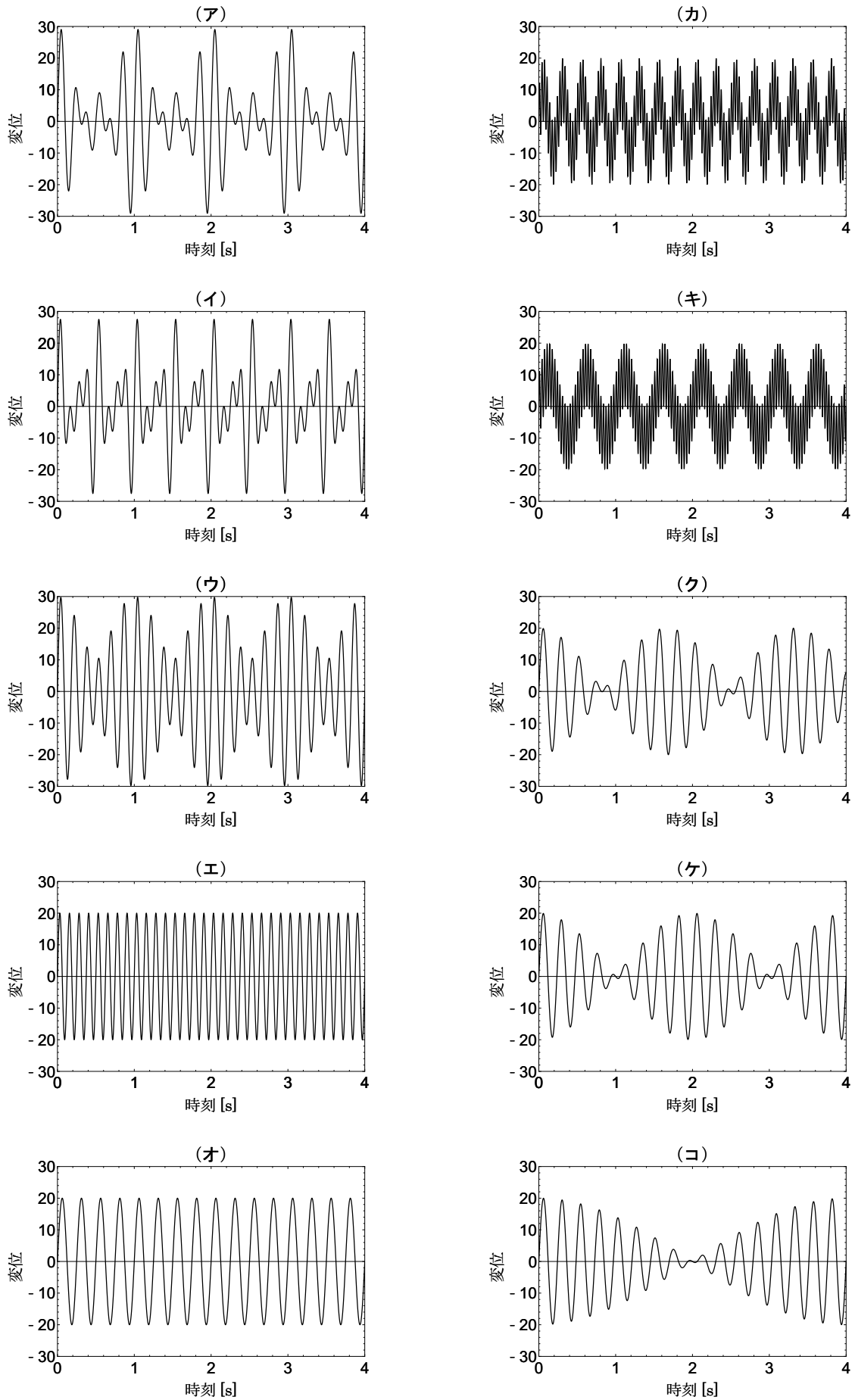


図 4-2