

和歌山県立医科大学 一般

平成 23 年 度

理 科

問 題 冊 子

和歌山県立医科大学 一般

物理 問題訂正および補足

- ・ $\Rightarrow$ の左側が変更前, 右側が変更後
- ・ 下線部が変更・追加箇所

[1]

1 ページ 図 1-1 の補足説明: ω に関する矢印は地球の自転の方向を表している。

2 ページ 上から 5 行目: …特長… $\Rightarrow$ …特徴…

[2]

3 ページ 上から 5 行目: … $s \ll 1$ 場合は… $\Rightarrow$ … $s \ll 1$ の場合は…

3 ページ 下から 2 行目: …電流の大きさと向きを求めよ。

$\Rightarrow$ …電流の大きさを求めよ。また電流が流れる向きにねじを回すときの
右ねじの進む向きを求めよ。

3 ページ 下から 1 行目: (5) コイルの中心に…

$\Rightarrow$ (5) (4) の電流を I としてこの電流によってコイルの中心に…

[3]

5 ページ 上から 1 行目: …光の伝搬… $\Rightarrow$ …光の伝搬 (伝わり方) …

5 ページ 上から 14 行目: … θ と ϕ を用いると距離 r は (3) と…

$\Rightarrow$ … θ と ϕ を用いると距離 r は S を用いて (3) と…

5 ページ 下から 4 行目: …距離を d とする。

$\Rightarrow$ …距離を d とする。ここでは図 3-1 の θ と ϕ を
使用しないこと。

6 ページ 上から 4 行目: …(10) となる。ここでは, …

$\Rightarrow$ …(10) となる。以下では, …

生物 誤字訂正

3.

19 ページ 下から 11 行目

…の構成タンパク質のうち…

↓

…の構成タンパク質のうち…

和歌山県立医科大学

物 理

- [1] 地球の赤道を含む平面内で地球の中心 O からの距離が r の円軌道上を一定の速さで回る乗り物(質量 m)とその中に乗っている物体 W (質量 m_0)について考える(図 1-1)。乗り物の中の床に垂直に取り付けられたばねの上に台が取り付けられており、その台に物体 W が固定されている(図 1-2)。このばねの自然の長さを l 、ばね定数を k とし、ばね自体と台の質量は小さく、ここでは無視することとする。ばねの運動は伸びちぢみのみとする。ばねの向きと地球の中心 O を通る直線は一致し、台が点 O に向かうとき、ばねはちぢむ。 m_0 は m と比べて十分小さく、乗り物の中での物体の運動による乗り物の運動への影響は無視する。また、乗り物に乗っている物体も点 O から距離が r であるとする。ここでは、地球の半径を R 、質量を M とする。また、地球は図 1-1 のように点 O のまわりを反時計回りに角速度 ω で自転をしている。ここでは地球の公転は無視できるとする。万有引力定数を G とする。

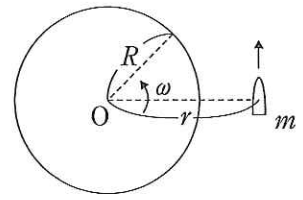


図 1-1

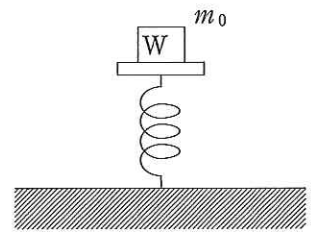


図 1-2

- (A) 乗り物として、点 O からの距離が r_A の円軌道を描いて大気圏内を飛ぶ飛行機を考え、無風状態の大気に対して一定の速さ v_A で飛んでいるとする。
- (1) 飛行機が地球の自転と同じ向きに飛行している場合に、飛行機に働く遠心力の大きさを求めよ。
 - (2) 飛行機が地球の自転と同じ向きに飛行している場合に、床に取り付けられた図 1-2 の装置のばねが x_0 だけちぢんで静止した。 x_0 を用いてこの物体 W の質量 m_0 を表せ。
 - (3) 飛行機が地球の自転と逆向きに飛行している場合に、飛行機を持つ力学的エネルギーを求めよ。なお、万有引力の位置エネルギーの基準は地球から無限に遠い点とする。
- (B) 乗り物として、大気圏外において、点 O からの距離 r_B の円軌道上を宇宙空間に対して一定の速さ v_B で等速円運動する宇宙ステーションを考える。この宇宙ステーションは軌道調節と姿勢制御のためにガスを噴射する装置を持っており、必要があればこの装置で制御できる。
- (4) 図 1-2 の装置が宇宙ステーションの床から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
 - (5) 図 1-2 の装置で、ばねを x_1 だけちぢめた状態から物体 W が初速度 0 で運動を始め、振動の周期が t_0 であった。 t_0 を用いてこの物体の質量 m_0 を求めよ。

まず、宇宙ステーションが赤道上空で静止しているように見える場合を考える。

- (6) ω を用いて v_B を表せ。
 - (7) r_B を ω , G , M , m , R のうち必要なものを用いて表せ。
 - (8) 宇宙ステーションが地球を観測するために姿勢制御なしで同じ面を地球に向けているとする。このとき、宇宙ステーションの重心のまわりの宇宙ステーションの運動の特長を示せ。
- 次に、円軌道上のある点で、宇宙ステーションから質量 m_1 の小宇宙船を宇宙ステーションから見て速さ v_1 で後向きに発射することを考える。
- (9) この直後の宇宙ステーションの速さを求めよ。
 - (10) 小宇宙船の発射の後、宇宙ステーションが地球から飛び去るために必要な v_1 の最小値を求めよ。
 - (11) 宇宙ステーションが小宇宙船の発射前と同じ円軌道を維持するために、発射と同時に質量 m_2 のガスを噴射して補正をおこなうことを考える。宇宙ステーションから見たガスの噴射の速さを求めよ。また、ガス噴射はどちら向きか述べて。

- [2] 図2-1～3のように x 軸上に棒磁石Aが置かれている。N極の磁極の強さを $+m_A$ 、S極の磁極の強さを $-m_A$ とする($m_A > 0$)、N極とS極の間隔を $2d_A$ とする。この間隔は原点OとN極(位置 x_N)との間隔に比べて十分に広く、原点Oにおいては棒磁石AのS極の影響は無視できるとする。ここで磁気に関するクーロンの法則の比例定数を k 、真空の透磁率を μ_0 とする。必要ならば $s \ll 1$ 場合は、 $(1+s)^n \doteq 1+ns$ と近似してよい。

- (A) 図2-1のように棒磁石Aに加えて x 軸上に磁極の強さとその間隔が同じ棒磁石Bが平行に置かれている。棒磁石BのS極の位置は原点Oとする。原点Oにおいては棒磁石BのN極の影響も無視できるとする。

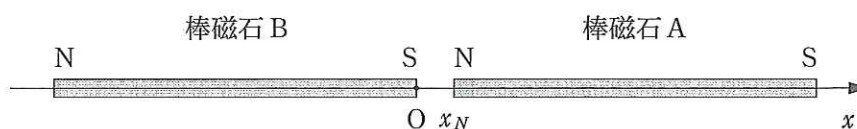


図2-1

- (1) 棒磁石Bに働く力の大きさと向きを求めよ。
- (B) 図2-2のように棒磁石Aに加えて原点Oに一巻きのコイルが置かれている。コイルは半径 a の円形で、コイル面は x 軸に垂直とし、原点Oに円の中心がある。コイルの抵抗を R とし、電流が流れた場合に、発熱による変化などは無視できるとする。またコイルは小さくて棒磁石Aのつくる磁場はコイル内で一様と考えてよいとする。

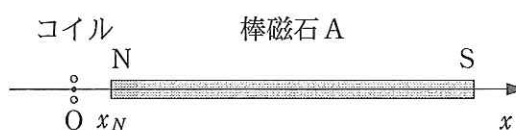


図2-2

まずコイルに電流は流れていないとする。

- (2) コイル内部を通過する磁束 Φ を求めよ。
- (3) コイルに働く力の大きさと向きを求めよ。

次に棒磁石Aが x 軸上を原点の方向に一定の速さ v で移動しているとする。N極の位置が x_N であるときを考える。

- (4) コイルに流れる電流の大きさと向きを求めよ。
- (5) コイルの中心に生じる磁場の強さを求めよ。

- (C) (B)でコイルに電流が流れたときに外部に生じる磁場を小さな棒磁石 C のつくる磁場で近似的に考えることにする。図 2-3 のように原点 O を中心に棒磁石 C が置かれている。N 極の磁極の強さを $+m_c$, S 極の磁極の強さを $-m_c$ ($m_c > 0$), N 極と S 極の間隔を $2d_c$ とする。なお $2d_c$ はたいへん小さいとする。



図 2-3

- (6) (5)のコイルにおいて半径 a に比べて原点 O から十分に離れたところにコイルのつくる磁力線の概略を(a)に示せ。間隔 $2d_c$ に比べて原点 O から十分に離れたところに棒磁石 C のつくる磁力線の概略を(b)に示せ。ここで棒磁石 C が離れたところにつくる磁場とコイルが離れたところにつくる磁場の向きが一致するように、棒磁石 C の磁極の向きを決めること。なお(a), (b)ともに棒磁石 A のつくる磁場は含めない。
- (7) (6)で決めた向きの棒磁石 C が棒磁石 A の作る磁場から受ける力の大きさと向きを求めよ。

- [3] 薄い平凸レンズでの光の伝搬を考える。このレンズの材質の屈折率は $n(>1)$ とし、空気の屈折率は 1 とする。図 3-1、図 3-2 のように、このレンズは左側の面は平面で右側の面は点 O を中心とする半径 R の球面になっている。また、点 O を通る中心軸と球面の交点を C とする。以下の (1) ~ (II) にあてはまる式を答えよ。

- (A) 図 3-1 のように、レンズの平面側から平面に垂直に、空気中での波長が λ の光を入射したとき、光は中心軸上の焦点 F に集まる。点 C と点 F の間の距離を S とする。入射光とレンズの球面との交点を A とし、点 A の中心軸からの距離を r とする。中心軸と OA を通る直線のなす角を θ 、中心軸と AF を通る直線のなす角を ϕ とすると、 θ と ϕ と

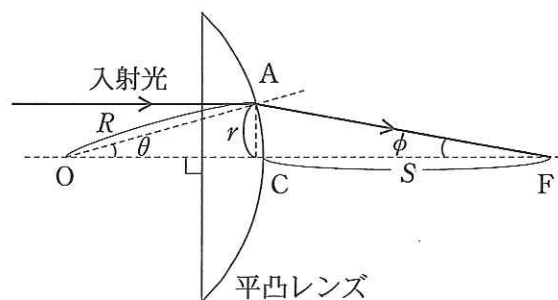


図 3-1

屈折率 n の関係は (1) となる。角度については θ のみを用いると距離 r は (2) と書け、角度については θ と ϕ を用いると距離 r は (3) と書ける。次に、 r は R に比べて十分小さいので、 θ 、 ϕ も十分小さいとして(3)を近似し、 θ と ϕ を用いずに S を表すと (4) と書ける。ここで、角度 a が十分小さいときに $\sin a \doteq a$ 、 $\cos a \doteq 1$ という近似を用いよ。

- (B) 図 3-2 のように、レンズの平面側から平面に垂直に、空気中での波長が λ の位相のそろった光を入射する。レンズの球面上で中心軸からの距離が r である点を A 、点 A を通って中心軸と平行な直線とレンズの平面との交点を B とする。また、レンズの平面と中心軸との交点を D とする。光は波面上の各点を波源とする素元波が干渉

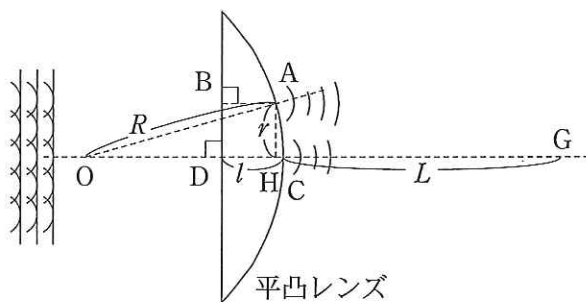


図 3-2

により強め合う方向に伝搬する。点 B を通過した光は点 A の方向へ伝搬し、点 D を通過した光は点 C の方向へ伝搬する。点 A 、点 C から右側の空間に素元波が半球状の波として伝搬し、その一部分が中心軸上の点 G に到達する。点 C と点 G の間の距離を L とする。また、点 D と点 C の間の距離(レンズの中心軸上での厚さ)を l とする。点 A から中心軸に垂線をおろしてその交点を H とする。点 C と点 H の間の距離を d とする。

点 C と点 H の間の距離 d は r 、 R 、 l のうち必要なものを用いて書くと (5) となる。また、点 A と点 G の間の距離は d 、 r 、 R 、 l 、 L のうち必要なものを用いて書くと (6) となる。このレンズの中を進む光の波長は (7) となっているので、これを

いると点 B から点 A を経由して点 G までの経路での光の波の数は (8) となる。ここで
 中心軸上の点 D から点 C を経由して点 G までの経路での波の数は (9) となる。(8)と(9)
 を比較し、2つの波は点 G までの経路の波の数が同じで点 G で強め合うとする。この条件で
 d を含めて書くと $L =$ (10) となる。ここでは、 r 、 l は R や L に比べて十分小さいので
 近似的に考え、 $|x|$ が 1 より十分小さいとき k を定数として $1 + kx^2 \doteq 1$ と近似してよいが、
 d については 0 と近似してはいけない。この近似により、 $L =$ (11) となる。なお、 $|x|$ が
 1 より十分小さいとき $\sqrt{1+x} \doteq 1 + \frac{x}{2}$ という近似を用いてよい。この(11)では r を含まない
 ので、すべての r での光が点 G で強め合うことになる。