

物 理

注 意

1. 問題は全部で 22 ページである。
2. 解答用紙に氏名を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 問題冊子の余白は計算に利用してよい。
5. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

マーク・シート記入上の注意

1. HB の黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の ○ を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が 1 のとき)

1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> 0
---	----------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

1

以下の文章を読み、空欄(1)~(2)にあてはまる最も適切な式、または数値をそれぞれの解答群より選び、解答用紙(その1)の該当する記号をマークせよ。

図1-1のように、摩擦のない水平面上の2つの小球の一次元運動を考える。小球の大きさは無視できる。静止している質量 M の小球Aに、左側から質量 m の小球Bが速度 v_0 で衝突した。衝突後のAとBの速度をそれぞれ V と v とする。また、衝突の前後で力学的エネルギーが保存するとする。

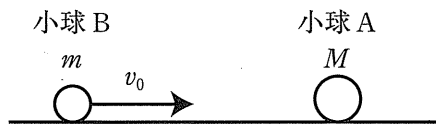


図1-1

運動量保存の法則より、(1)，また、力学的エネルギー保存の法則より、(2) の2式が得られる。

(1) と (2) から V , v_0 , v の間の関係を求めると (3) となる。一方で、はねかえり係数 e は、一般に v_0 , v , V を用いて、 $e =$ (4) と表される。このとき、(3) の関係を使うと $e =$ (5) となり、図1-1の衝突は、(6) であることが分かる。

さらに (1) と (2) から、 $V =$ (7) v_0 , $v =$ (8) v_0 と求まる。特に質量 m が質量 M に比べて十分小さい時は、 $V \doteq$ (9), $v \doteq$ (10) に近似できる。

(1)の解答群

- ① $Mv_0 = Mv + mV$ ② $Mv_0 = Mv - mV$ ③ $mv = mv_0 + MV$
 ④ $Mv_0 = mv$ ⑤ $mv_0 = mv + MV$ ⑥ $Mv_0 = MV$
 ⑦ $MV = mv_0 + mv$ ⑧ $mv_0 + Mv_0 = MV + mv$

(2)の解答群

$$\textcircled{1} \quad \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} M v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M V^2$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} M v_0^2 + \frac{1}{2} m V^2$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} M v_0^2 + \frac{1}{2} m V^2$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{1}{2} M v_0^2 = \frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} m V^2$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{1}{2} M V^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M V^2$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M V^2$$

(3)の解答群

- ① $2V = 2v + v_0$ ② $2V + 2v = v_0$ ③ $V = v_0 + v$
④ $V + v_0 = v$ ⑤ $V = v_0$ ⑥ $2V + v_0 = 2v$
⑦ $V = v$ ⑧ $V + v = v_0$

(4)の解答群

- ① $e = \frac{v_0 - V}{v}$ ② $e = \frac{v}{v_0 - V}$ ③ $e = \frac{v - V}{v_0}$ ④ $e = \frac{v_0}{v - V}$
⑤ $e = \frac{V - v}{v_0}$ ⑥ $e = \frac{v_0}{V - v}$ ⑦ $e = \frac{V - v}{v_0 - V}$

(5)の解答群

- ① -1 ② -0.75 ③ -0.5 ④ -0.25 ⑤ 0
⑥ 0.25 ⑦ 0.5 ⑧ 0.75 ⑨ 1

(6)の解答群

- ① 弾性衝突 ② 非弾性衝突 ③ 完全非弾性衝突

(7)と(8)の解答群

- ① $\frac{2M}{m}$ ② $\frac{M - m}{M + m}$ ③ $\frac{2m}{M + m}$ ④ $\frac{m - M}{m}$
⑤ $\frac{M}{M + m}$ ⑥ $\frac{M - m}{M}$ ⑦ $\frac{m}{M + m}$ ⑧ $\frac{m - M}{M + m}$

(9), (10)の解答群

- ① $-3v_0$ ② $-2v_0$ ③ $-v_0$ ④ v_0
⑤ $2v_0$ ⑥ $3v_0$ ⑦ 0 ⑧ 1

次に、摩擦のない水平面上での大きさの無視できる2つの小球の衝突を考える。図1-2のように静止している質量 $2m$ の小球Aに質量 m の小球Bが速度 v_0 で衝突し、衝突後、小球AとBは速さ V' と v' で、それぞれ、入射方向に対して角 ϕ と角 θ をなす方向へ動いていった。衝突の前後で力学的エネルギーが保存するとする。

入射方向に対する運動量保存の法則は (11) となり、入射方向に垂直な方向に対する運動量保存の法則は (12) となる。また、力学的エネルギー保存の法則より (13) が得られる。

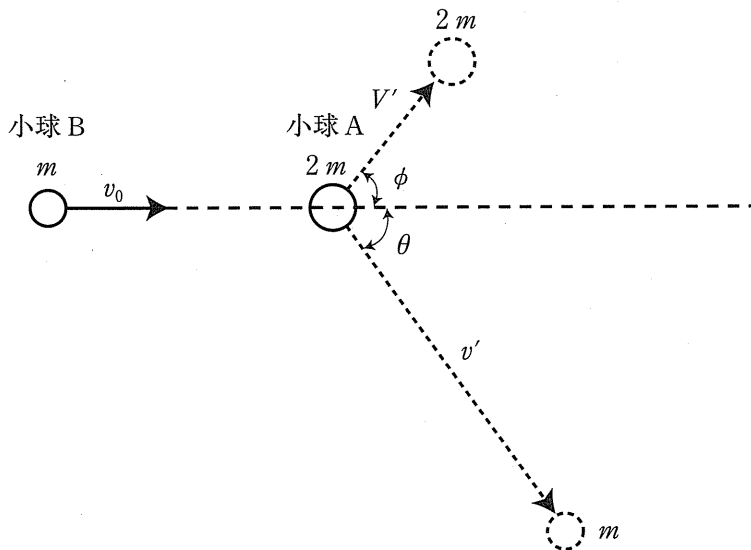


図1-2

(11)と(12)の解答群

- | | |
|---|--------------------------------------|
| ① $mv_0 = mv' \cos \theta + 2mV' \cos \phi$ | ② $2mV' \sin \theta = mv' \sin \phi$ |
| ③ $mv_0 = mv' \cos \phi + 2mV' \cos \theta$ | ④ $2mV' \cos \phi = mv' \sin \theta$ |
| ⑤ $mv_0 = mv' \sin \theta + 2mV' \cos \phi$ | ⑥ $2mV' \sin \phi = mv' \sin \theta$ |
| ⑦ $mv_0 = mv' \cos \theta + 2mV' \sin \phi$ | ⑧ $2mV' \sin \phi = mv' \cos \theta$ |

(13)の解答群

① $v_0^2 = v'^2 + V'^2$

③ $\frac{1}{2} V'^2 = 2v_0^2 + \frac{1}{2} v'^2$

⑤ $4v_0^2 = V'^2 + v'^2$

⑦ $v_0^2 = 2V'^2 + v'^2$

② $\frac{1}{2} v'^2 = v_0^2 + \frac{1}{2} V'^2$

④ $v_0^2 = \frac{1}{2} v'^2 + \frac{1}{2} V'^2$

⑥ $2v_0^2 = 2V'^2 + v'^2$

⑧ $v_0^2 = 2v'^2 + V'^2$

ところで、重心の速度は2つの小球の運動量の和をそれぞれの質量の和で割ったもので表されるため、衝突前の小球AとBの重心の速さは $\boxed{(14)}$ v_0 で与えられる。改めて、小球AとBの間の衝突を重心とともに動く座標系において考えてみよう。重心とともに動く座標系では、図1-3のように、衝突前には質量 $2m$ の小球Aが速さ $U = \boxed{(15)}$ v_0 、質量 m の小球Bが速さ $u = \boxed{(16)}$ v_0 で反対向きに運動してきて衝突するとみなせる。つまり、衝突前の全運動量は $\boxed{(17)}$ であることがわかる。衝突前と衝突後でそれぞれの全運動量は保存するため、衝突後の小球Aの速度を \vec{U}' 、小球Bの速度を \vec{u}' とすると(ただし、衝突前の小球Bの速度 u の方向を正とする)、 \vec{U}' と \vec{u}' との間には $\boxed{(18)}$ の関係があることがわかる。したがって、力学的エネルギー保存の法則に $\boxed{(18)}$ の関係式を用いると、衝突後の速さは $U' = \boxed{(19)}$ v_0 、 $u' = \boxed{(20)}$ v_0 と求まる。以上より、重心とともに動く座標系では、それぞれの小球の速さは $\boxed{(21)}$ という単純な問題に置き換えて考えることができる。

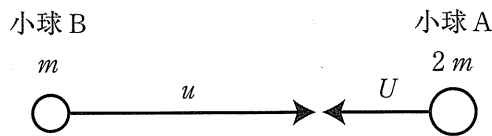


図1-3

(14), (15), (16), (19), (20)の解答群

- | | | | | |
|-----------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1 | ② 2 | ③ $\frac{1}{2}$ | ④ $\frac{\sqrt{3}}{4}$ | ⑤ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ |
| ⑥ $\frac{1}{3}$ | ⑦ 3 | ⑧ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | ⑨ 0 | ⑩ $\frac{2}{3}$ |

(17)の解答群

- | | | |
|-----------|---------------------|-----------|
| ① 0 | ② $\frac{2}{3}mv_0$ | ③ mv_0 |
| ④ $2mv_0$ | ⑤ $\frac{1}{2}mv_0$ | ⑥ $3mv_0$ |

(18)の解答群

- ① $\vec{U}' = 0$ ② $\vec{U}' = -\vec{u}'$ ③ $\vec{u}' = 0$
④ $\vec{U}' = -\frac{2}{3}\vec{u}'$ ⑤ $\vec{U}' = -\frac{1}{2}\vec{u}'$ ⑥ $\vec{U}' = -2\vec{u}'$

(21)の解答群

- ① 衝突の前後で変わらず，衝突後，これらの小球は互いに直交する方向に運動する
② 衝突の前後で変わらず，衝突後，これらの小球は同じ方向に運動する
③ 衝突の前後で変わらず，衝突後，これらの小球は互いに反対向きに運動する
④ 衝突の前後で大きく変わり，衝突後，これらの小球は互いに直交する方向に運動する
⑤ 衝突の前後で大きく変わり，衝突後，これらの小球は同じ方向に運動する
⑥ 衝突の前後で大きく変わり，衝突後，これらの小球は互いに反対向きに運動する

- 2 以下の文章を読み、空欄(22)～(36)にあてはまる最も適切な式または語句をそれぞれの解答群から選び、解答用紙(その1)に記された記号をマークせよ。ただし、導線とコイルは真空中に置かれているとし、真空の透磁率は μ_0 で与えられるとする。

図2-1のように、 y 軸に沿って十分に長い直線導線 L と、 xy 平面内に一辺の長さが b である正方形のコイル $ABCD$ が置かれている。コイルの辺 AB は導線 L と平行で距離 a だけ離れているとする。導線 L に y 軸の正方向に大きさ I の直流電流を流すと、その周りに磁場が発生する。直流電流がコイルの辺 AB の位置に作る磁場の向きは (22) であり、その大きさは (23) である。

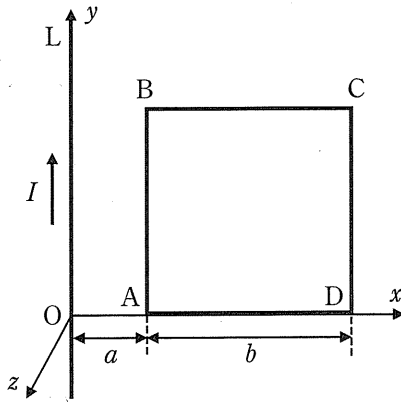


図2-1

次に、導線 L に大きさ I の電流が流れていて、同時にコイル $ABCD$ に時計回り(A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow Aの順)に大きさ I_0 の電流が流れていた場合を考える。このとき導線 L に流れる電流によって発生した磁場からコイルは力を受ける。まずコイルの辺 AB のみに着目すると、辺 AB が磁場から受ける力の向きは (24) で、その大きさは (23) \times (25) である。一方、コイルの辺 BC と辺 DA にかかる力は、互いに (26) 。同様に辺 CD にかかる力を求め、4つのすべての辺にかかる力を合わせると、合力の大きさは (23) \times (27) であり、その向きは (28) となる。これをアンペールの力と呼ぶ。

(22), (24), (28), (30), (34), (35)の解答群

- ① x 軸の正の方向 ② x 軸の負の方向 ③ y 軸の正の方向
④ y 軸の負の方向 ⑤ z 軸の正の方向 ⑥ z 軸の負の方向
⑦ 時計回り ⑧ 反時計回り

(23)の解答群

- ① $\frac{I}{\pi a}$ ② $\frac{I}{2\pi a}$ ③ $\frac{I}{2a}$ ④ $\frac{I}{\pi a^2}$ ⑤ $\frac{I}{4\pi a^2}$
⑥ $\pi a I$ ⑦ $2\pi a I$ ⑧ $2a I$ ⑨ $\pi a^2 I$ ⑩ $4\pi a^2 I$

(25)の解答群

- ① $\frac{Ib}{\pi a^2}$ ② $\frac{\mu_0 I_0}{\pi b^2}$ ③ $\frac{\mu_0 I_0}{2b}$ ④ $\frac{\mu_0 I_0}{2\pi ab}$ ⑤ $\frac{I_0}{2\pi ab}$
⑥ $\pi a^2 b I_0$ ⑦ $\pi ab I_0$ ⑧ $I_0 b$ ⑨ $\mu_0 I_0 b$ ⑩ $\mu_0 I_0 b$

(26)の解答群

- ① 向きが同じで, 大きさも同じである
② 向きが反対で, 大きさは同じである
③ 向きが同じで, 大きさは異なる
④ 向きが反対で, 大きさは異なる

(27)の解答群

- ① $\frac{I_0}{\pi ab}$ ② $\frac{\mu_0 I_0 b}{a(a-b)}$ ③ $\frac{a+b}{\pi a^2 I_0}$
④ $\frac{\mu_0 I_0 b}{2\pi a(a+b)}$ ⑤ $2\mu_0 \pi b I_0$ ⑥ $\frac{\mu_0 I_0 b^2}{a+b}$
⑦ $\frac{\mu_0 I_0 b}{a-b}$ ⑧ $\frac{\mu_0(a+b)I_0}{a^2 b}$ ⑨ $\frac{\mu_0 \pi b^2}{(a^2 - b^2)I_0}$
⑩ $\frac{\mu_0(a+b)I_0}{b}$

ここで辺 AB に流れる電流が磁場から受ける力は、辺 AB 中の自由電子が受けるローレンツ力の総和で与えられることを示そう。コイルをつくる導線の断面積を S 、自由電子の電荷を $-e$ ($e > 0$)、単位体積当たりの自由電子の数を n とし、自由電子は電流 I_0 と反対方向に平均の速さ v で運動しているとする。これらを用いて、コイルに流れる電流の大きさは $I_0 =$ と表される。一方、コイルの辺 AB 中の個々の自由電子は導線 L が作り出した磁場から、 の向きに大きさ \times のローレンツ力を受ける。辺 AB 内に存在するすべての自由電子が受けるローレンツ力の総和は \times \times となる。この式を を用いて I_0 で表すと \times となり、先ほど求めた辺 AB の受けるアンペールの力と一致する。

最後に図 2-2 のように、導線 L には大きさ I の電流が流れているが、コイル ABCD には電流が流れていない場合を考える。コイルの辺 AB と導線 L を平行に保ちながら、コイルを x 軸の正方向へ一定速度 v_0 で動かしたとする。コイルを貫く磁束の大きさは時間とともに ので、コイルには の向きに誘導起電力が発生する。次にコイル内の自由電子が受けるローレンツ力を考えてみよう。ある時刻における点 A の x 座標を x_a とすると、その時刻では辺 AB 中の個々の自由電子は磁場から の向きに大きさ の力を受ける。このローレンツ力とつり合うような電場が形成された結果、辺 AB に誘導起電力が発生する。一方、辺 CD 中の自由電子も磁場から の向きにローレンツ力を受けるが、辺 CD は辺 AB よりも導線 L から離れているため、その力の大きさは辺 AB の自由電子が受ける力よりも小さい。辺 BC と辺 DA には起電力が生じないので、これらを考え合わせると、コイルには の向きに誘導起電力が発生するとみなすこともできる。

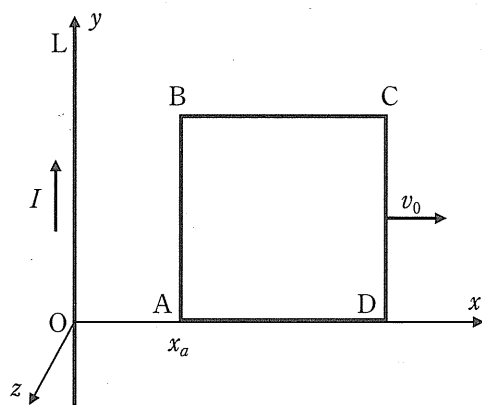


图 2—2

(29)の解答群

- ① $\frac{enbv}{S}$ ② $\frac{env}{S}$ ③ $\frac{env}{bS}$ ④ $\frac{ebSv}{n}$ ⑤ $\frac{ebS}{vn}$
⑥ en^2bSv ⑦ en^2Sv ⑧ $enSv$ ⑨ $enbS$ ⑩ $\frac{en^2v}{S}$

(31)の解答群

- ① $\mu_0 en^2b$ ② $\mu_0 eb$ ③ $\mu_0 ev$ ④ $\mu_0 env$ ⑤ $\mu_0 enbv$
⑥ $\frac{\mu_0 eb}{nS}$ ⑦ $\frac{\mu_0 enb}{S}$ ⑧ $\frac{\mu_0 env}{S}$ ⑨ $\frac{\mu_0 e}{vb}$ ⑩ $\frac{\mu_0 en^2v}{S}$

(32)の解答群

- ① $2\pi bS$ ② πb^2S ③ nb^2 ④ Sb^2
⑤ nSb ⑥ $\frac{S}{2\pi b}$ ⑦ $\frac{\pi b^2}{S}$ ⑧ $\frac{\pi bn}{S}$

(33)の解答群

- ① 増加する ② 減少する
③ 増加した後、減少する ④ 減少した後、増加する
⑤ 周期的に増減する ⑥ 変化しない

(36)の解答群

- ① $\frac{\mu_0 I}{\pi x_a^2 v_0}$ ② $\frac{\mu_0 e b v_0 I}{x_a}$ ③ $\frac{\mu_0 e b v_0}{2 x_a I}$ ④ $\mu_0 \pi v_0 x_a^2 I$
⑤ $\frac{\mu_0 e b v_0 I}{4 \pi x_a^2}$ ⑥ $\frac{\mu_0 \pi x_a I}{e v_0}$ ⑦ $\frac{\mu_0 e v_0 I}{\pi x_a^2}$ ⑧ $\mu_0 \pi x_a^2 v_0 I$
⑨ $\frac{\mu_0 e v_0 I}{2 \pi x_a}$ ⑩ $\mu_0 \pi x_a^2 v_0 e I$

3

以下の文章を読み、空欄(37)～(46)にあてはまる最も適切な式または語句をそれぞれ解答群から選び、解答用紙(その1)の該当する記号をマークせよ。

図3—1のように、半径 R で厚さの無視できる薄い円盤がじゅうぶん広いプールの底に置かれている。プールの底面は水平である。はじめ、プールは空で水は入っていないかった。円盤の中心 O を通る円盤の垂線上に点 P をとり、円盤の端の2点 A, B を、 A, O, B が同一直線上に並ぶようにとる。円盤の半径 R をあらかじめ知っているとき、点 P にいる観測者が円盤を見込む角 $\alpha = \angle APB$ を測定すれば、点 P から円盤までの距離 OP を $d =$ (37) と求めることができる。

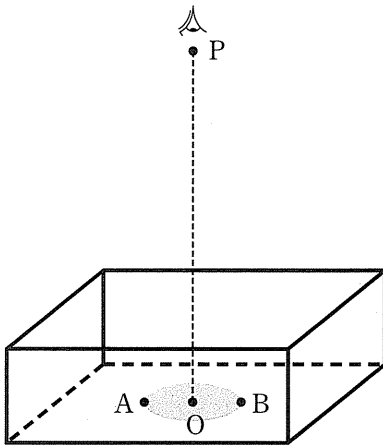


図3—1

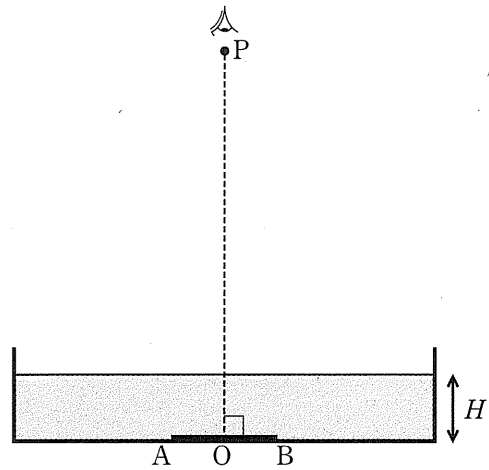


図3—2

(37)の解答群

- ① $R \sin \alpha$ ② $R \sin \frac{\alpha}{2}$ ③ $R \cos \alpha$ ④ $R \cos \frac{\alpha}{2}$ ⑤ $\frac{R}{\sin \alpha}$
 ⑥ $\frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}}$ ⑦ $\frac{R}{\cos \alpha}$ ⑧ $\frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}}$ ⑨ $\frac{R}{\tan \alpha}$ ⑩ $\frac{R}{\tan \frac{\alpha}{2}}$

次にプールに水を注いだところ、水深(プールの底から水面までの高さ)は H となった。点 P にいる観測者にとって円盤がどのように見えるか考えよう。図 3—2 は、 O, A, B, P を含む平面での円盤とプールの断面図である。円盤からの光は水面で (38) して点 P に届く。空気に対する水の屈折率 n は 1 よりも大きいので、点 P での円盤を見込む角は (39)。このことについて、以下のように具体的に計算してみよう。まず、 A, B から P に向かう光が水面を通過する水面上の点を、それぞれ A', B' とする。鉛直方向と線分 $A'P$, 線分 AA' のなす角を、それぞれ θ, θ' とする。屈折の法則より (40) が成り立つ。さらに、点 P から円盤までの距離 d と、 H, θ, θ' および R の間に成り立つ幾何学的関係は (41) となる。

(38), (45)の解答群

- | | | | |
|----------|------|------|--------|
| ① 静電しゃへい | ② 増幅 | ③ 屈折 | ④ 弾性衝突 |
| ⑤ 干渉 | ⑥ 回折 | ⑦ 合成 | ⑧ 全反射 |
| ⑨ 振動 | ⑩ 共鳴 | | |

(39)の解答群

- ① つねに α よりも大きい
- ② つねに α よりも小さい
- ③ つねに α に等しい
- ④ H の大きさによって α よりも大きくなったり小さくなったりする

(40)の解答群

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| ① $\sin \theta = n \sin \theta'$ | ② $\cos \theta = n \cos \theta'$ | ③ $\tan \theta = n \tan \theta'$ |
| ④ $\sin 2\theta = n \sin 2\theta'$ | ⑤ $n \sin \theta = \sin \theta'$ | ⑥ $n \cos \theta = \cos \theta'$ |
| ⑦ $n \tan \theta = \tan \theta'$ | ⑧ $n \sin 2\theta = \sin 2\theta'$ | ⑨ $\sin \theta = n \cos \theta'$ |
| ⑩ $\theta = \theta'$ | | |

(41)の解答群

① $H \sin \theta' + d \sin \theta = R$

② $H \cos \theta' + d \cos \theta = R$

③ $H \tan \theta' + d \tan \theta = R$

④ $H \sin \theta' + (d - H) \sin \theta = R$

⑤ $H \cos \theta' + (d - H) \cos \theta = R$

⑥ $H \tan \theta' + (d - H) \tan \theta = R$

⑦ $H \sin \theta + (d - H) \sin \theta' = R$

⑧ $H \cos \theta + (d - H) \cos \theta' = R$

⑨ $H \tan \theta + (d - H) \tan \theta' = R$

⑩ $H \sin \theta + d \sin \theta' = R$

点Pがプールからじゅうぶん離れているとき、 $R \ll d$ であり、 $\theta \ll 1$ 、 $\theta' \ll 1$ であると仮定できる。このとき、 $x \ll 1$ のときに成り立つ近似式 $\sin x \doteq \tan x \doteq x$ 、 $\cos x \doteq 1$ を用いて (40)、(41) を解くと、 $\theta =$ (42)、 $\theta' =$ (43) となる。点Pでの円盤の見込み角 $\angle A'PB' = 2\theta$ と円盤の半径 R がわかると、点Pと円盤までの見た目の距離 d' は $d' = \frac{R}{\theta}$ と求めることができる。従って、プールの見た目の水深 H' は、 d' と点Pから水面までの距離 $d - H$ の差 $H' = d' - (d - H)$ で与えられ、 H' を n と H を用いて表すと、 $H' =$ (44) となる。

(42), (43)の解答群

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{R}{nd + (1+n)H}$ | ② $\frac{nR}{nd + (1+n)H}$ | ③ $\frac{R}{d + (1+n)H}$ |
| ④ $\frac{R}{nd + (1-n)H}$ | ⑤ $\frac{nR}{nd + (1-n)H}$ | ⑥ $\frac{R}{d + (1-n)H}$ |
| ⑦ $\frac{R}{nd + 2(1-n)H}$ | ⑧ $\frac{nR}{nd + 2(1-n)H}$ | ⑨ $\frac{R}{d + 2(1-n)H}$ |
| ⑩ $\frac{nR}{d + (1+n)H}$ | | |

(44)の解答群

- | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① nH | ② $(n-1)H$ | ③ $(n+1)H$ | ④ $(2n-1)H$ |
| ⑤ n^2H | ⑥ $\frac{H}{n}$ | ⑦ $\frac{H}{n-1}$ | ⑧ $\frac{H}{n+1}$ |
| ⑨ $\frac{H}{2n-1}$ | ⑩ $\frac{H}{n^2}$ | | |

次に、水深は H のままで、図 3—3 のように、半径 R' の光を通さないじゅうぶん薄い円盤を水に浮かべた。するとプールの外(水面より上)のどこからもプールの底においた円盤が見えなくなった。これは円盤からの光が (45) をするために起こる現象である。2枚の円盤の中心を通る直線が鉛直方向にあるとき、このような現象が起こるための R' の最小値 R_m は、 (40) の関係式を用いると $R_m =$ (46) と求められる。

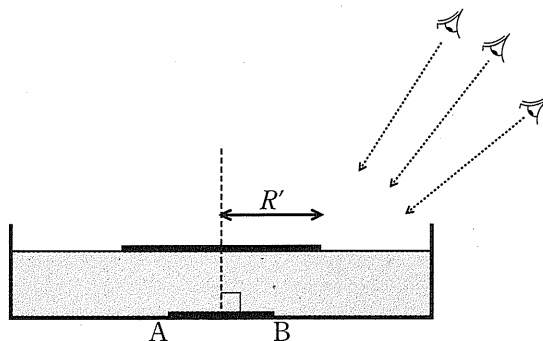


図 3—3

(45)の解答群は17ページ目にある。

(46)の解答群

- | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| ① $R + nH$ | ② $R + (n - 1)H$ | ③ $R + (n + 1)H$ |
| ④ $R + \frac{nH}{\sqrt{n^2 - 1}}$ | ⑤ $R + \frac{nH}{n - 1}$ | ⑥ $R + \frac{H}{n}$ |
| ⑦ $R + \frac{H}{n - 1}$ | ⑧ $R + \frac{H}{n + 1}$ | ⑨ $R + \frac{H}{\sqrt{n^2 + 1}}$ |
| ⑩ $R + \frac{H}{\sqrt{n^2 - 1}}$ | | |