

物 理

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6

7

 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩

2. 分数形で解答する場合には、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。
3. 答えの値は、枠に合わせて四捨五入すること。

1 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

(1) 図1に示すように、水平な床の上に机を固定する。机の面は水平であり、その上に質量 M の台を置いた。この台から質量 m の小球を初速度 v_0 で水平に発射したところ、小球は発射位置から水平距離 l の床上に落下した。一方、台は小球とは逆向きに机の上を距離 L だけ後退して静止した。床から小球の発射位置までの高さを h とする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗および台と小球の大きさは無視できるものとする。

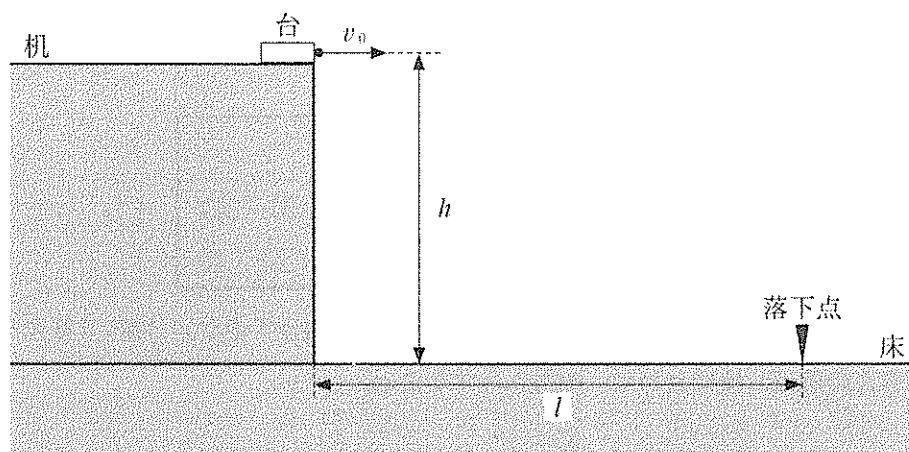


図1

問1 台の初速度を V とする。小球が発射されたときの反動による力積はすべて台に与えられたとすると、 $V =$ である。ただし、図1の右向きを正とする。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。

- | | | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| ① $\frac{m}{M} v_0$ | ② $-\frac{m}{M} v_0$ | ③ $\frac{M}{m} v_0$ | ④ $-\frac{M}{m} v_0$ |
| ⑤ $\frac{m}{M+m} v_0$ | ⑥ $-\frac{m}{M+m} v_0$ | ⑦ $\frac{M}{M+m} v_0$ | ⑧ $-\frac{M}{M+m} v_0$ |
| ⑨ $\frac{M+m}{M} v_0$ | ⑩ $-\frac{M+m}{M} v_0$ | | |

問 2 台が動摩擦係数 μ' で机の面上を滑って移動したとすると、 $L = \boxed{2} \frac{v_0^2}{\mu' g}$ である。

$\boxed{2}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{m}{M}$ ② $\frac{m}{2M}$ ③ $\left(\frac{m}{M}\right)^2$ ④ $\frac{1}{2}\left(\frac{m}{M}\right)^2$
 ⑤ $\left(\frac{M}{m}\right)^2$ ⑥ $\frac{1}{2}\left(\frac{M}{m}\right)^2$ ⑦ $\frac{m}{M+m}$ ⑧ $\frac{1}{2}\frac{m}{M+m}$
 ⑨ $\left(\frac{m}{M+m}\right)^2$ ⑩ $\frac{1}{2}\left(\frac{m}{M+m}\right)^2$

問 3 台が静止するのと、小球が落下点に到達するのが同時であった。

(1) このとき、 $h = \boxed{3}$ であり、 $l = \boxed{4}$ である。

$\boxed{3}$ 、 $\boxed{4}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① $\left(\frac{m}{M}\right)^2 \frac{v_0^2}{g}$ ② $\frac{m}{M} \frac{v_0^2}{\mu' g}$ ③ $\left(\frac{m}{M}\right)^2 \frac{v_0^2}{\mu' g}$
 ④ $\frac{1}{2} \frac{m}{M} \frac{v_0^2}{g}$ ⑤ $\frac{1}{2} \frac{m}{M} \frac{v_0^2}{\mu' g}$ ⑥ $\frac{1}{2} \left(\frac{m}{M}\right)^2 \frac{v_0^2}{\mu' g}$
 ⑦ $\frac{m}{M} \frac{v_0^2}{\mu'^2 g}$ ⑧ $\left(\frac{m}{M}\right)^2 \frac{v_0^2}{\mu'^2 g}$ ⑨ $\frac{1}{2} \frac{m}{M} \frac{v_0^2}{\mu'^2 g}$
 ⑩ $\frac{1}{2} \left(\frac{m}{M}\right)^2 \frac{v_0^2}{\mu'^2 g}$

(2) l は L の 100 倍であった。このとき、小球の質量 m は台の質量 M の $\boxed{5}$ 倍である。

$\boxed{5}$ に入る値として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。

- ① 50 ② 25 ③ 10 ④ 5 ⑤ 2
 ⑥ $\frac{1}{2}$ ⑦ $\frac{1}{5}$ ⑧ $\frac{1}{10}$ ⑨ $\frac{1}{25}$ ⑩ $\frac{1}{50}$

〔2〕 次に、台が動かないように固定し、図2に示すように、小球を速さ v 、水平面から角度 θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) で斜め上方に発射したところ、同じく、距離 l の地点に落下した。

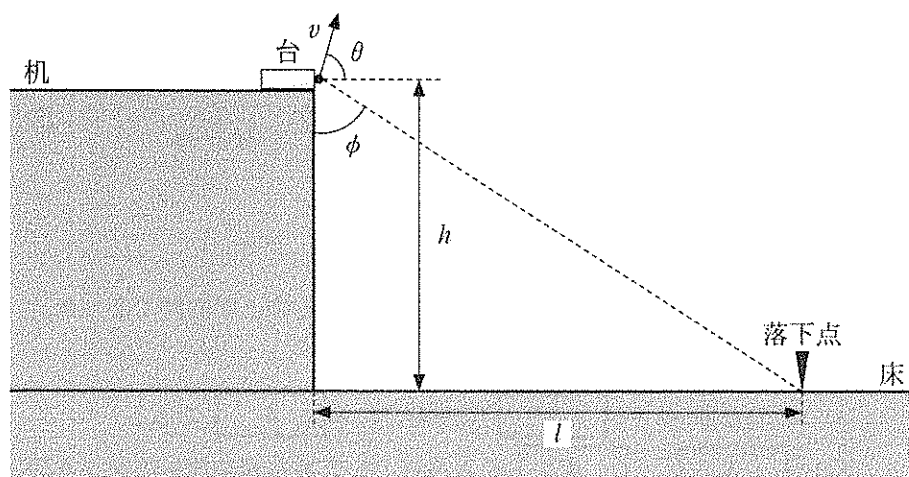


図2

問4 このとき、 $v = \boxed{6}$ である。

$\boxed{6}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。

① $v_0 \cos \theta \sqrt{\frac{h}{h + l \tan \theta}}$

② $v_0 \cos \theta \sqrt{\frac{h}{h + 2l \tan \theta}}$

③ $2v_0 \cos \theta \sqrt{\frac{h}{h + l \tan \theta}}$

④ $2v_0 \cos \theta \sqrt{\frac{h}{h + 2l \tan \theta}}$

⑤ $v_0 \cos^2 \theta \sqrt{\frac{h}{h + l \tan \theta}}$

⑥ $v_0 \cos^2 \theta \sqrt{\frac{h}{h + 2l \tan \theta}}$

⑦ $\frac{v_0}{\cos \theta} \sqrt{\frac{h}{h + l \tan \theta}}$

⑧ $\frac{v_0}{\cos \theta} \sqrt{\frac{h}{h + 2l \tan \theta}}$

⑨ $\frac{2v_0}{\cos \theta} \sqrt{\frac{h}{h + l \tan \theta}}$

⑩ $\frac{2v_0}{\cos \theta} \sqrt{\frac{h}{h + 2l \tan \theta}}$

問 5 図 2 のように，発射前の小球の位置と落下点とを結ぶ線分が，鉛直線となす角を ϕ とする。 $\phi = 60^\circ$ ， $\theta = 75^\circ$ のとき，

(1) $v = \sqrt{\boxed{7}} v_0$ である。

$\boxed{7}$ に当てはまる 1 桁の数字をマークせよ。

必要があれば恒等式 $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ ， $\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$ を用いること。

(2) 発射位置を高さの基準としたとき，小球が到達した最高点の高さを H とすると，

$$H = \frac{\boxed{8} + \sqrt{\boxed{9}}}{\boxed{10}} \frac{v_0^2}{g}$$

$\boxed{8}$ ， $\boxed{9}$ ， $\boxed{10}$ の各枠に当てはまる 1 桁の数字をマークせよ。

2 次の文章を読み、下の問い(問1～9)に答えよ。

十分に広い面積 S で厚みが無視できる薄い導体板が複数枚ある。導体板の1枚に正の電荷 Q ($Q > 0$) を与えると、その導体板から出る電気力線の本数 N は、 π を円周率、 k をクーロンの法則の比例定数としたとき、 $N = 4\pi kQ$ である。このとき、電気力線は導体板から垂直な方向に上下に対称に出ていく。つまり、上方向に出る電気力線の本数と下方向に出る電気力線の本数は、どちらも等しく $\frac{N}{2}$ である。よって、導体板の周囲に作られる電場は、図1に示すように導体板から垂直な方向に出ていくように導体板の上下に対称に生じ、その強さ E_0 は、導体板から遠方に離れない限り、導体板からの距離によらず、

$$E_0 = \frac{N}{2S} = \frac{2\pi kQ}{S}$$

である。負の電荷 $-Q$ が導体板に与えられたときには、電場の強さは上述の E_0 で与えられ、その向きは逆になる。

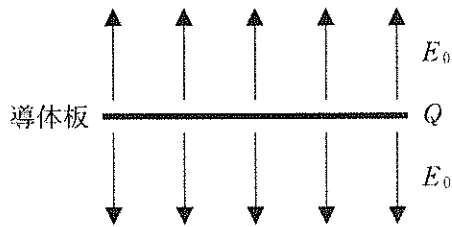


図1

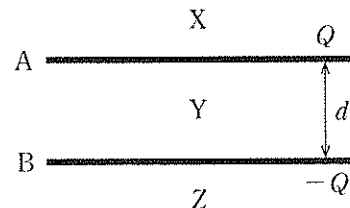


図2

〔1〕 図2に示すように、狭い間隔 d だけ離して平行に導体板を2枚並べた。導体板を上から順にA、Bと表す。Aに正の電荷 Q を、Bに負の電荷 $-Q$ を、それぞれ与えた。Aの上方の領域、AとBの間、およびBの下方の領域をそれぞれX、YおよびZと表す。

問1 領域X、YおよびZにおける電場の強さの組合せとして最も適切なものを、次の

①~⑩のうちから1つ選べ。 11

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
X	0	0	0	E_0	$2E_0$	$4E_0$	E_0	E_0	$2E_0$	0
Y	E_0	$2E_0$	$4E_0$	0	0	0	E_0	$2E_0$	$2E_0$	0
Z	0	0	0	E_0	$2E_0$	$4E_0$	E_0	E_0	$2E_0$	0

問2 Bの電位を0とすると、Aの電位は 12 $E_0 d$ である。

12 に入る値として最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つ選べ。

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

[2] 図3(a)に示すように、狭い間隔 d ずつ離れた導体板を平行に4枚並べた。導体板を上から順にA, B, C, Dと表す。はじめ、AとDにそれぞれ正の電荷 Q を与え、BとCには電荷を与えない。その後、図3(b)のように、AとB、および、CとDの間をそれぞれ導体ですき間なく満たす。Aの上方、BとCの間、およびDの下方の領域をそれぞれX, YおよびZと表す。

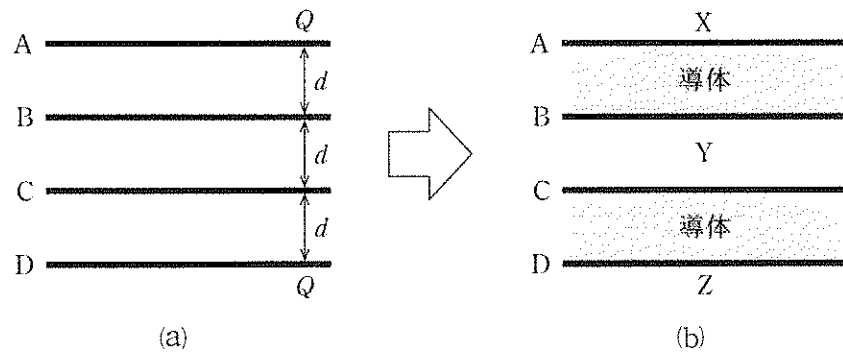


図3

問3 十分に時間がたった後の、導体の中では電場の強さは0になる。このとき、A, B, C およびDにたまっている電荷の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つ選べ。

13

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	$2Q$	$2Q$	$\frac{3Q}{2}$	$\frac{Q}{2}$	0	$-Q$	0	$\frac{Q}{2}$	$-Q$	Q
B	$-Q$	$-Q$	$-\frac{Q}{2}$	$\frac{Q}{2}$	Q	$2Q$	Q	$\frac{Q}{2}$	$2Q$	0
C	$-Q$	Q	$\frac{Q}{2}$	$\frac{Q}{2}$	Q	$2Q$	$-Q$	$-\frac{Q}{2}$	$-2Q$	0
D	$2Q$	0	$\frac{Q}{2}$	$\frac{Q}{2}$	0	$-Q$	$2Q$	$\frac{3Q}{2}$	$3Q$	Q

問 4 十分に時間がたった後の、領域 X, Y および Z における電場の強さの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。 14

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
X	0	0	0	E_0	$2E_0$	$4E_0$	E_0	E_0	$2E_0$	0
Y	E_0	$2E_0$	$4E_0$	0	0	0	E_0	$2E_0$	$2E_0$	0
Z	0	0	0	E_0	$2E_0$	$4E_0$	E_0	E_0	$2E_0$	0

問 5 D の電位を 0 とする。十分に時間がたった後の、A, B および C の電位の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。 15

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	E_0d	$2E_0d$	$2E_0d$	$4E_0d$	$4E_0d$	E_0d	$2E_0d$	$2E_0d$	$4E_0d$	0
B	E_0d	E_0d	$2E_0d$	$2E_0d$	$4E_0d$	E_0d	E_0d	$2E_0d$	$4E_0d$	0
C	0	0	0	0	0	E_0d	E_0d	E_0d	$2E_0d$	0

〔3〕〔2〕と同様に導体板を平行に4枚並べ、はじめに与える電荷の量を変える。図4(a)に示すように、導体板A, B, C, Dおよび領域X, Y, Zの表し方は同様である。はじめ、Aに正の電荷 $4Q$ 、およびDに負の電荷 $-2Q$ をそれぞれ与え、BとCには電荷を与えない。その後、図4(b)のように、AとB、および、CとDの間をそれぞれ導体ですき間なく満たした。

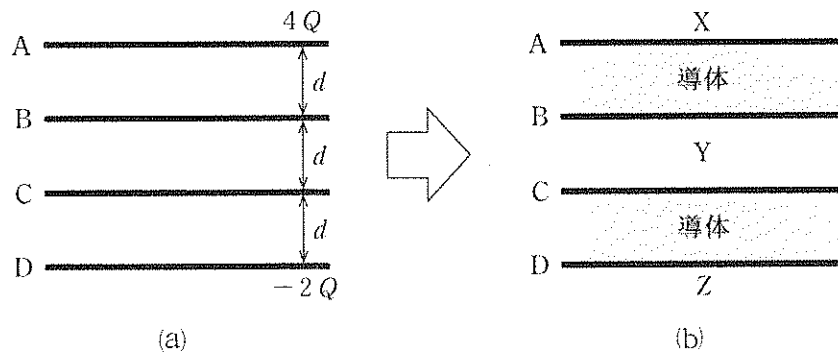


図4

問6 十分に時間がたった後の、A, B, CおよびDにたまっている電荷の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つ選べ。 16

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	$3Q$	$3Q$	$2Q$	$2Q$	Q	Q	$2Q$	$2Q$	0	$4Q$
B	Q	Q	$2Q$	$2Q$	$3Q$	$3Q$	$2Q$	$2Q$	$4Q$	0
C	Q	$-Q$	$2Q$	$-2Q$	$3Q$	$-3Q$	$-Q$	$-4Q$	$-2Q$	0
D	$-3Q$	$-Q$	$-4Q$	0	$-5Q$	Q	$-Q$	$2Q$	0	$-2Q$

問7 十分に時間がたった後の、領域X, YおよびZにおける電場の強さの組合せとして最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つ選べ。 17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
X	0	0	0	$2E_0$	$4E_0$	$4E_0$	E_0	$2E_0$	$2E_0$	0
Y	$2E_0$	$4E_0$	$6E_0$	0	0	0	E_0	$4E_0$	$6E_0$	0
Z	0	0	0	$2E_0$	$2E_0$	$4E_0$	E_0	$2E_0$	$2E_0$	0

問 8 D の電位を 0 とする。十分に時間がたった後の、A、B および C の電位の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。 18

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	$2E_0d$	$4E_0d$	$4E_0d$	$6E_0d$	$6E_0d$	E_0d	$6E_0d$	$4E_0d$	$6E_0d$	0
B	$2E_0d$	$2E_0d$	$4E_0d$	$4E_0d$	$6E_0d$	E_0d	$2E_0d$	$4E_0d$	$4E_0d$	0
C	0	0	0	0	0	E_0d	E_0d	$2E_0d$	$2E_0d$	0

問 9 この後、図 5 に示すように A と D を、電気抵抗をもつ導線につなぐと、A、B、C および D にたまっていた電荷はそれぞれ移動した。この電荷の移動により失われたエネルギーは 19 QE_0d である。

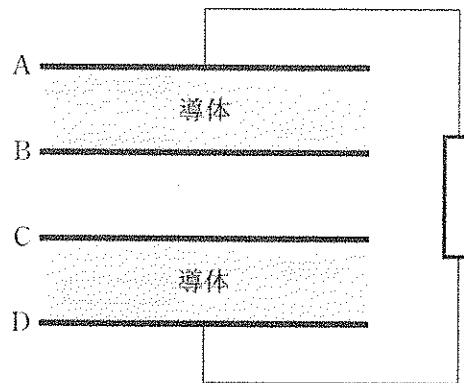


図 5

19 に当てはまる 1 桁の数字をマークせよ。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

コンパクトディスク(CD)の内部構造の模式図を図1, 2, 3に示す。厚さ1.2 mmの透明なポリカーボネート層(P層とする)の内側にはアルミニウム膜(記録層)があり、ここにデジタル信号が記録されている(図1)。この記録層には図2のように幅が約 $0.5\mu\text{m}$ のピットとよばれる突起が、円周方向に渦巻き状に並んでいる。このピットの列をトラックといい、半径方向に1 mm当たり625本のトラックが等間隔に存在している。ピット以外の平滑な部分はランドという。いまトラック間のランドの部分をも谷とよぶことにする。情報の読み出しは、P層側から垂直にレーザー光を当て、記録層からの反射光の強弱を検出し行っている。レーザー光はレンズにより絞られ、記録層に到達したときには直径が $1.7\mu\text{m}$ 程度になっている(図3)。

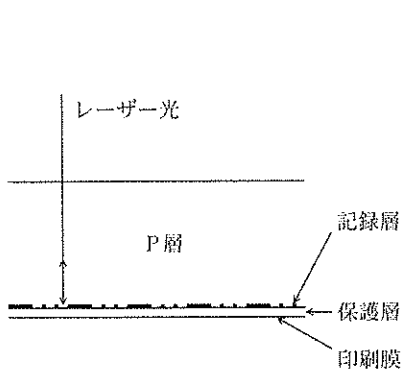


図1 円周方向の断面

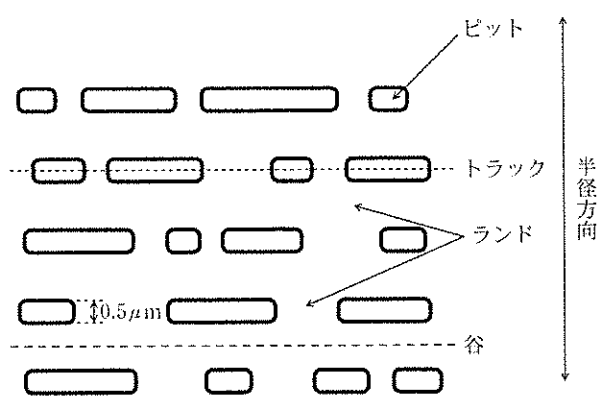


図2 上から見た図

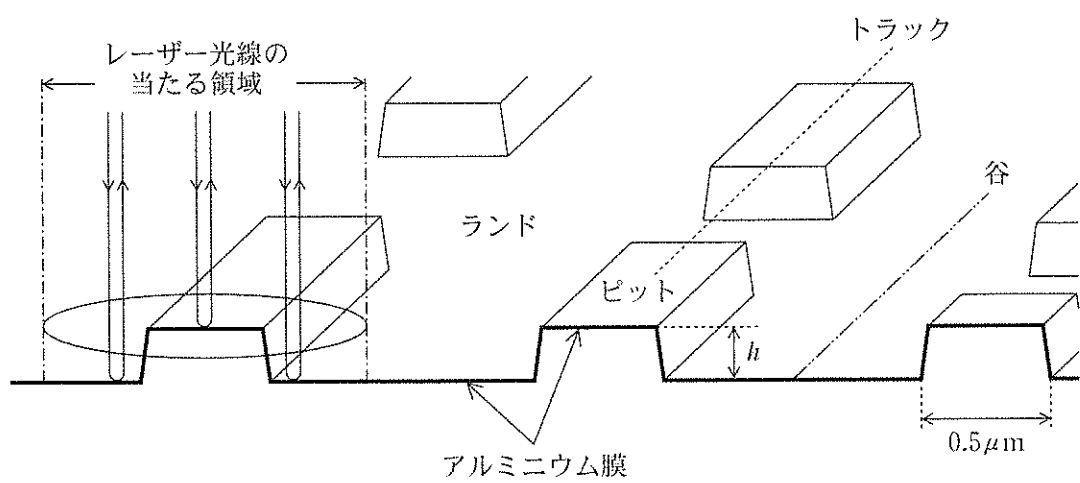


図3 半径方向の断面

問 1 真空中のレーザー光の波長を λ 、空気の屈折率を1、ポリカーボネートの屈折率を $n(>1)$ 、ピットの高さを h とする。図3のように、レーザー光がピットを含む領域に当たった場合には、ピットでの反射光と周辺のランドでの反射光との間に 20 だけ位相差が生じる。

20 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| ① $\frac{\pi nh}{\lambda}$ | ② $\frac{\pi h}{n\lambda}$ | ③ $\frac{\pi h}{\lambda}$ |
| ④ $\frac{2\pi nh}{\lambda}$ | ⑤ $\frac{2\pi h}{n\lambda}$ | ⑥ $\frac{2\pi h}{\lambda}$ |
| ⑦ $\frac{4\pi nh}{\lambda}$ | ⑧ $\frac{4\pi h}{n\lambda}$ | ⑨ $\frac{4\pi h}{\lambda}$ |

問 2 h が特定の値を取るとき、ピットを含む領域からの反射光は弱め合う。一方、トラック上のピットを含まないランドのみの領域に当たった光は、そのまま強く反射する。CDを回転させトラックからの反射光の強弱を測定することで、デジタル情報の読み出しが可能になる。 $\lambda = 7.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ 、 $n = 1.6$ とすると、弱め合いが起きる h の最小値は、21 m である。

21 に入る値として最も近いものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 6.2×10^{-8} | ② 9.8×10^{-8} | ③ 1.2×10^{-7} |
| ④ 2.0×10^{-7} | ⑤ 2.4×10^{-7} | ⑥ 3.1×10^{-7} |
| ⑦ 3.9×10^{-7} | ⑧ 4.9×10^{-7} | ⑨ 7.8×10^{-7} |

問 3 トラック上にあるピットの頂上部やピットとランドとの境の部分は、実際には形が不規則に歪んでおり、当たった光の一部を乱反射してしまう。一方、トラックと隣のトラックとの間にある谷の部分は、平滑であるため光を強く反射する。したがって、光を反射しにくいトラックとよく反射する谷とが平行に多数並んでいることになり、CD は構造上、反射型の回折格子の性質を持つことになる。格子定数 d の値は、 m となる。

に入る値として最も近いものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.23×10^{-7} | ② 4.94×10^{-7} | ③ 5.00×10^{-7} |
| ④ 7.80×10^{-7} | ⑤ 1.01×10^{-6} | ⑥ 1.60×10^{-6} |
| ⑦ 2.53×10^{-6} | ⑧ 2.53×10^{-3} | ⑨ 6.25×10^5 |

問 4 図4のように高さが L 、横幅が $2L$ の直方体の部屋がある。天井の中央の点 O に光源として真空中の波長が λ_0 の青色レーザーポインターを設置した。床上に CD を P 層を上にして水平に置き、CD の点 O' に垂直にレーザー光を当てたところ、一番強い明点が点 O に現れた。また点 O から x だけ離れた点 X に次の明点が現れた。図の O, X, Y, Z, O', Y', Z' の各点は同一平面上にあり、 O と Y を結ぶ直線は壁に垂直である。レーザーポインターの光線は細く絞られており、また CD の外周断面からは光が漏れないものとする。ピットの高さは無視できるものとする。

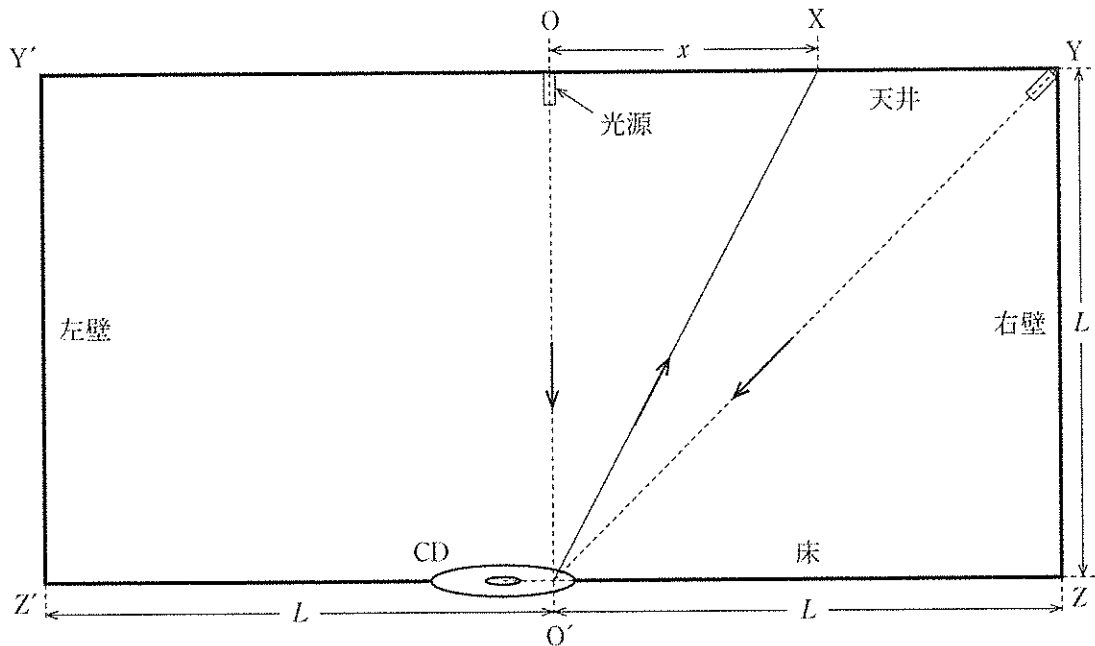


図 4

(1) はじめに P 層内部での光の進み方を考える。図 5 のように A、B から垂直に入射した光が、谷の中央にある点 A'、B' で回折し、CD 表面の法線と角度 θ_m をなす方向に強め合ったとする。光の反射、回折は谷の中央点でのみ生じるものとし、P 層表面での光の反射も考えないものとする。m を整数とすると、d は、 $d = \boxed{23}$ と表すことができる。ただし、 θ_m は 0 でないものとする。

$\boxed{23}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{m\lambda_B}{\sin \theta_m}$ | ② $\frac{m\lambda_B}{\cos \theta_m}$ | ③ $\frac{m\lambda_B}{\tan \theta_m}$ |
| ④ $\frac{mn\lambda_B}{\sin \theta_m}$ | ⑤ $\frac{mn\lambda_B}{\cos \theta_m}$ | ⑥ $\frac{mn\lambda_B}{\tan \theta_m}$ |
| ⑦ $\frac{m\lambda_B}{n \sin \theta_m}$ | ⑧ $\frac{m\lambda_B}{n \cos \theta_m}$ | ⑨ $\frac{m\lambda_B}{2 \sin \theta_m}$ |

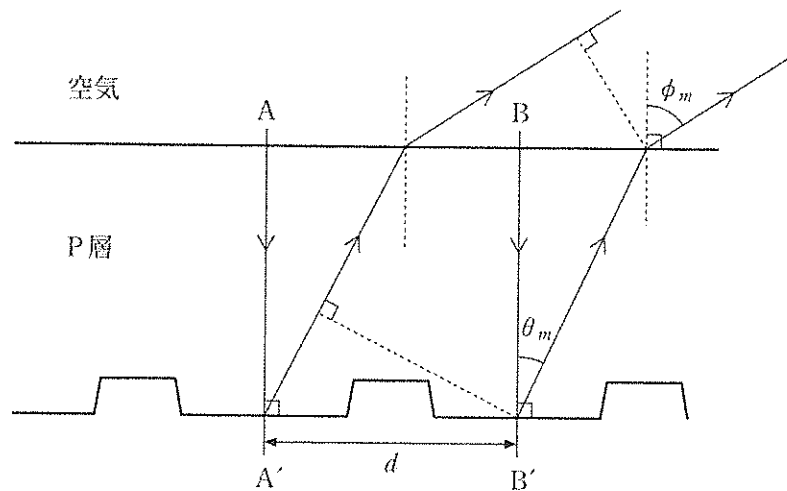


図 5

(2) $\lambda_B = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ とすると、P 層内部における m の最大値は、 $\boxed{24}$ である。

$\boxed{24}$ に入る値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 以上 | |

(3) この回折光がP層から空气中に屈折角 ϕ_m で出たとする。 ϕ_m を用いて d を表すと、

$d = \boxed{25}$ となる。

$\boxed{25}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ① $\frac{m\lambda_B}{\sin \phi_m}$ | ② $\frac{m\lambda_B}{\cos \phi_m}$ | ③ $\frac{m\lambda_B}{\tan \phi_m}$ |
| ④ $\frac{mn\lambda_B}{\sin \phi_m}$ | ⑤ $\frac{mn\lambda_B}{\cos \phi_m}$ | ⑥ $\frac{mn\lambda_B}{\tan \phi_m}$ |
| ⑦ $\frac{m\lambda_B}{n \sin \phi_m}$ | ⑧ $\frac{m\lambda_B}{n \cos \phi_m}$ | ⑨ $\frac{m\lambda_B}{2 \sin \phi_m}$ |

(4) 図4で天井の点Oから点Yまでの区間および右壁の点Yから点Zまでの区間に現れる明点の数は、合計 $\boxed{26}$ である。ただし $m = 0$ に相当する明点、および光源は除くものとする。

$\boxed{26}$ に入る値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9以上 | |

(5) $L = 3.0 \text{ m}$ とすると、 $x = \boxed{27}$ mである。ただし、P層の厚みは無視してよいものとする。必要があれば、 $|z|$ が1より十分に小さい場合に成り立つ近似式

$(1+z)^{-\frac{1}{2}} \cong 1 - \frac{1}{2}z$ を用いること。

$\boxed{27}$ に入る値として最も近いものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.51 | ② 0.55 | ③ 0.61 | ④ 0.72 | ⑤ 0.81 |
| ⑥ 0.88 | ⑦ 0.98 | ⑧ 1.3 | ⑨ 1.4 | |

問 5 青色レーザーポインターを取り外し、代わりに波長が、 $6.4 \times 10^{-7} \text{ m}$ の赤色レーザーポインターを部屋の天井と壁が交わる点 Y に設置し、レーザー光を CD 上の点 O' に当てた。

(1) 左壁の点 Y' から点 Z' までの区間に現れる明点の数は、 である。

に入る値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。ただし、この区間に $m = 0$ に相当する明点がある場合には、それも含めて答えよ。

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4
 ⑥ 5 ⑦ 6 ⑧ 7 ⑨ 8以上

(2) 天井の点 O から点 Y までの区間に現れる明点の数は、 である。

に入る値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。ただし、この区間に $m = 0$ に相当する明点がある場合には、それも含めて答えよ。また、光源は明点に含めない。

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4
 ⑥ 5 ⑦ 6 ⑧ 7 ⑨ 8以上