

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

令和 5 年度
一般選抜 試験問題
理科 (120分)

出題科目	ページ	解答方法
物 理	4～23	左の3科目のうち2科目を解答 しなさい。 解答時間の配分は自由です。
化 学	24～45	
生 物	46～68	

I 注意事項

- 1 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 2 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 3 この問題冊子の余白は適宜利用してもかまいません。
- 4 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて知らせなさい。
- 5 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしなさい。
- 6 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「**解答上の注意**」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読むこと。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10

 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解 答 欄
10	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨

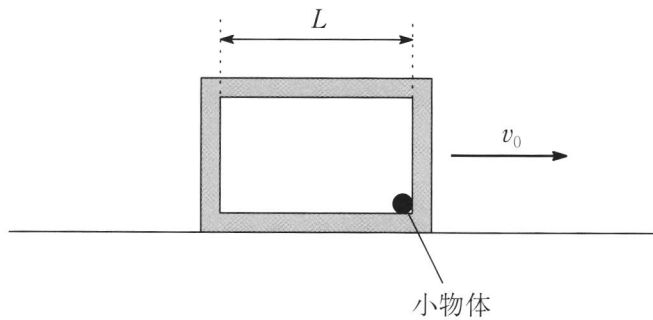
- 2 解答用紙に正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の受験番号欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。

物 理

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読んで、下の問い(問1～8)に答えよ。(解答番号 ～
)

図のように、なめらかな水平面上に中空の箱がある。箱の内部には水平でなめらかな床と、その両端に鉛直な壁がある。両側の壁の距離は L であり、箱の質量は $3m$ である。箱の内部の壁と小物体の間の反発係数(はね返り係数)は $\frac{1}{2}$ である。小物体の大きさは無視できる。



箱の床の右端に壁と接するように質量 m の小物体を置く。箱も小物体も静止した状態から、箱にのみ右向きに速さ v_0 の初速度を与える。小物体は箱の内部の両側の壁と衝突を繰り返し、小物体の速さは一定値 v_1 に近づいていった。

問1 はじめて小物体と箱の内部の左側の壁が衝突した直後の、小物体の速さを表す式として適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① $\frac{1}{8} v_0$

② $\frac{3}{8} v_0$

③ $\frac{5}{8} v_0$

④ $\frac{7}{8} v_0$

⑤ $\frac{9}{8} v_0$

問2 はじめて小物体が箱の内部の左側の壁に衝突してから、次に右側の壁に衝突するまでの時間を表す式として適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① $\frac{8L}{9v_0}$

② $\frac{L}{v_0}$

③ $\frac{8L}{5v_0}$

④ $\frac{2L}{v_0}$

⑤ $\frac{5L}{2v_0}$

問3 v_1 の値を表す式として適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① 0

② $\frac{1}{4}v_0$

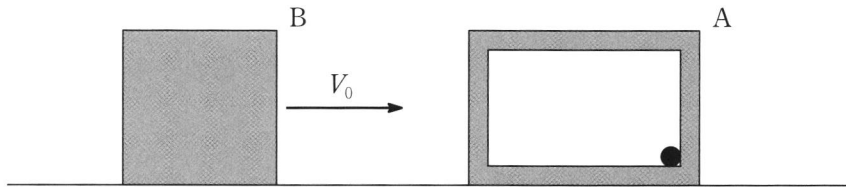
③ $\frac{1}{2}v_0$

④ $\frac{3}{4}v_0$

⑤ v_0

箱と小物体をあわせた物体を物体 A と呼ぶことにする。

図のように、物体 A がなめらかな水平面上に静止している。すなわち、箱も小物体も静止している。また、小物体は箱の右側の壁に接している。この左側から質量 $2m$ の物体 B を速さ V_0 で衝突させる。物体 B と箱の衝突は弾性衝突である。



問4 B と箱の衝突直後の B の速度の向きと大きさを表す式として適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 4

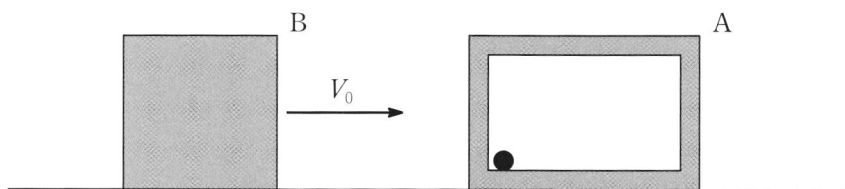
- ① 0 (停止する) ② 左向きに $\frac{1}{5} V_0$ ③ 右向きに $\frac{1}{5} V_0$
 ④ 左向きに $\frac{4}{5} V_0$ ⑤ 右向きに $\frac{4}{5} V_0$

問5 この衝突を A の重心と B の衝突と見たときの反発係数の値として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 5

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

(下書き用紙)

今度は物体 A がなめらかな水平面上に静止し、小物体が左側の壁とわずかな隙間を開けて静止している。この左側から質量 $2m$ の物体 B を速さ V_0 で衝突させる。



問6 小物体がはじめて右側の壁に衝突する直前の小物体の速さを表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 6

- | | | |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| ① 0 | ② $\frac{1}{10} V_0$ | ③ $\frac{3}{10} V_0$ |
| ④ $\frac{1}{2} V_0$ | ⑤ $\frac{7}{10} V_0$ | ⑥ $\frac{9}{10} V_0$ |

問7 この衝突を A の重心と B の衝突と見たときの反発係数の値として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 7

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

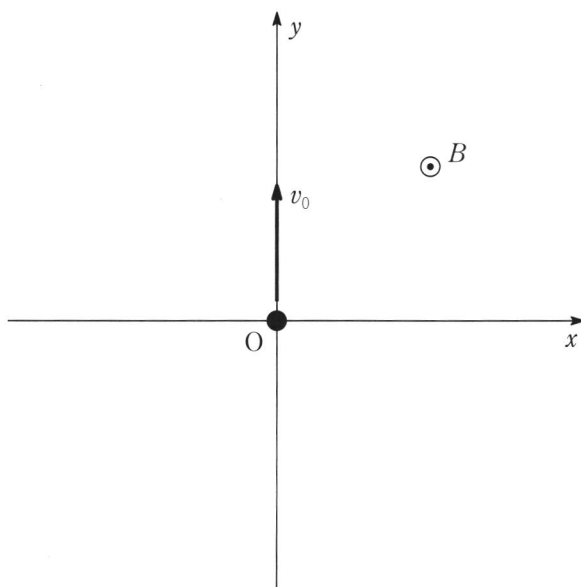
問8 A と B が衝突する前から十分に時間が経過するまでの間に失われた力学的エネルギーを表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- 8
- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{6}{25} mV_0^2$ | ② $\frac{8}{25} mV_0^2$ | ③ $\frac{2}{5} mV_0^2$ |
| ④ $\frac{12}{25} mV_0^2$ | ⑤ $\frac{14}{25} mV_0^2$ | ⑥ $\frac{16}{25} mV_0^2$ |

(下書き用紙)

第2問 次の文章を読んで、下の問い（問1～9）に答えよ。（解答番号 9 ～
17）

図のように xy 平面と z 軸をもつ空間を設定し、紙面の裏から表の向きを z 軸の正の向きとする。 z 軸の正の向きに一様な磁場があり、磁束密度の大きさが B である。原点から正電荷 q をもつ質量 m の粒子 P を、 y 軸の正の向きに速さ v_0 で入射すると、 xy 平面上で一定の円周に沿って運動した。



問1 P に初速を与えてからはじめて原点に戻るまでの時間 T を表す式として
 適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 9

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $T = \frac{\pi m}{2qB}$ | ② $T = \frac{\pi m}{qB}$ | ③ $T = \frac{3\pi m}{2qB}$ |
| ④ $T = \frac{2\pi m}{qB}$ | ⑤ $T = \frac{5\pi m}{2qB}$ | ⑥ $T = \frac{3\pi m}{qB}$ |

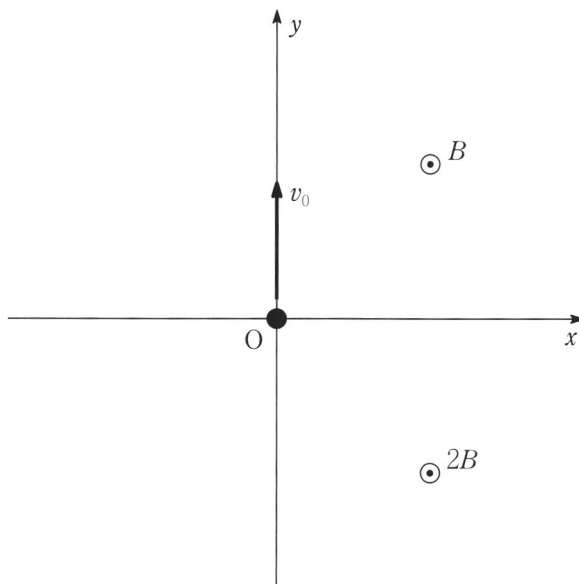
問2 P に初速を与えた後にはじめて x 軸を通過する点の x 座標 x_0 を表す式として
 適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 10

- | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|
| ① $x_0 = -\frac{2mv_0}{qB}$ | ② $x_0 = -\frac{mv_0}{qB}$ | ③ $x_0 = 0$ |
| ④ $x_0 = \frac{mv_0}{qB}$ | ⑤ $x_0 = \frac{2mv_0}{qB}$ | |

(下書き用紙)

今度は、 $y > 0$ の領域の磁場は前問と同様であるが、 $y < 0$ の領域の磁束密度が z 軸の正の向きに大きさ $2B$ の場合を考える。2つの領域の間を粒子は自由に移動できるものとする。

粒子 P を原点から y 軸の正の向きに速さ v_0 で入射する。



問3 Pに初速を与えた後に2回目に x 軸を通過するまでの時間を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、 T は問1で求めた値である。 11

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

問4 Pに初速を与えた後に2回目に x 軸を通過する点の x 座標を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、 x_0 は問2で求めた値である。 12

- | | | |
|---------------------|----------|---------------------|
| ① $-\frac{3}{2}x_0$ | ② $-x_0$ | ③ $-\frac{1}{2}x_0$ |
| ④ $\frac{1}{2}x_0$ | ⑤ x_0 | ⑥ $\frac{3}{2}x_0$ |

問5 Pの運動を長時間観測するときの、Pの平均速度の x 成分を表す式として
適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 13

① $-\frac{1}{\pi}v_0$

② $-\frac{2}{3\pi}v_0$

③ $-\frac{1}{3\pi}v_0$

④ $\frac{1}{3\pi}v_0$

⑤ $\frac{2}{3\pi}v_0$

⑥ $\frac{1}{\pi}v_0$

問6 電荷 $2q$ 、質量 $2m$ の粒子Qをある速さで y 軸の正の向きに入射して、その平均速度の x 成分がPと同じ値になるようにしたい。Qに与える初速度の大きさを表す式として適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

14

① $\frac{1}{4}v_0$

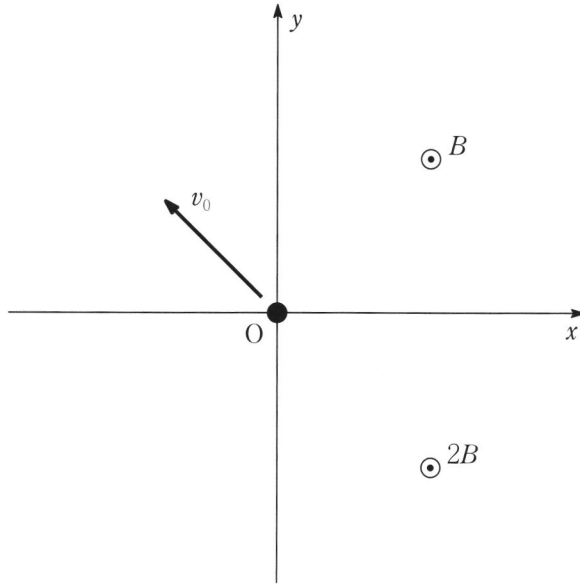
② $\frac{1}{2}v_0$

③ v_0

④ $2v_0$

⑤ $4v_0$

最後に、粒子Pを原点から、 y 軸の正の向きから反時計まわりに 45° の方向に速さ v_0 で入射する。



問7 Pに初速を与えた後に2回目に x 軸を通過するまでの時間を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 15

- | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{\pi m}{4qB}$ | ② $\frac{3\pi m}{4qB}$ | ③ $\frac{5\pi m}{4qB}$ |
| ④ $\frac{7\pi m}{4qB}$ | ⑤ $\frac{9\pi m}{4qB}$ | ⑥ $\frac{11\pi m}{4qB}$ |

問8 Pに初速を与えた後に2回目に x 軸を通過する点の x 座標を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 16

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

問9 Pの運動を長時間観測するときの、Pの平均速度の x 成分を表す式として
適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 17

① $-\frac{3\sqrt{2}}{7\pi}v_0$

② $-\frac{2\sqrt{2}}{7\pi}v_0$

③ $-\frac{\sqrt{2}}{7\pi}v_0$

④ $\frac{\sqrt{2}}{7\pi}v_0$

⑤ $\frac{2\sqrt{2}}{7\pi}v_0$

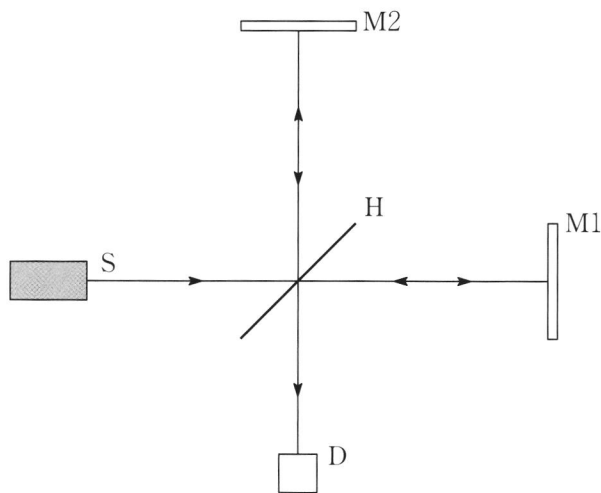
⑥ $\frac{3\sqrt{2}}{7\pi}v_0$

第3問 次の文章を読んで、下の問い（問1～8）に答えよ。（解答番号 18 ～

25)

図のように、単色平行光を発するレーザー光源Sからの光を厚さの無視できる半透鏡Hに入射すると、光は互いに垂直な2つの経路に分岐し、それぞれ光の経路と垂直に設置された平面鏡M1、M2に入射した。平面鏡で反射された光は入射したのと同じ経路を逆向きに進み、半透鏡Hに達した後合流して検出器Dに達した。M2は一定の位置に固定されているが、M1は光の経路の方向に移動することができる。Sは発する光の波長を変化させることができる。実験は空気中で行い、特に断らなければ以下において光の波長は空気中での値である。

Sから発する光の波長をある値に固定して、M1をある位置に設置する。この状態を状態Iとする。



(下書き用紙)

状態 I から M1 を H から遠ざかる方向にゆっくり移動させると、D において観測される光の強度が単調に強くなり、状態 I から a だけ移動したときに強度が極大となった。逆に、状態 I から H に近づける向きにゆっくり移動させると、D において観測される光の強度が単調に弱くなり、状態 I から $2a$ だけ移動したときに強度が極小となった。

問 1 M1 を距離 x だけ移動させたときに、M1 で反射して D に達する光の位相変化の大きさを表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。ただし、S から発せられた光の波長を λ とする。 18

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $\frac{\pi x}{\lambda}$ | ② $\frac{2\pi x}{\lambda}$ | ③ $\frac{3\pi x}{\lambda}$ |
| ④ $\frac{4\pi x}{\lambda}$ | ⑤ $\frac{5\pi x}{\lambda}$ | ⑥ $\frac{6\pi x}{\lambda}$ |

問 2 S が発する光の波長を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 19

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ① $2a$ | ② $4a$ | ③ $6a$ |
| ④ $8a$ | ⑤ $10a$ | ⑥ $12a$ |

問 3 M1 で反射して D に達する光と M2 で反射して D に達する光の位相差は、M1 を H から距離 a だけ遠ざけたときにどのくらい変化したか。その変化の大きさとして適当なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 20

- | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| ① $\frac{\pi}{6}$ | ② $\frac{\pi}{3}$ | ③ $\frac{\pi}{2}$ |
| ④ $\frac{2\pi}{3}$ | ⑤ $\frac{5\pi}{6}$ | ⑥ π |

(下書き用紙)

装置を状態 I に戻す。このとき、H と M1 の距離 L_1 、H と M2 の距離 L_2 に対して $\Delta L = L_1 - L_2$ とおく。また、S の発する光の波長を λ とする。

S から発せられる光の波長を少しずつ長くしていくと、D において観測される光の強度が単調に強くなり、状態 I から $\Delta\lambda$ だけ長くしたときに強度が極大となった。

問4 S から発せられる光の波長を $\Delta\lambda$ だけ変化させるときに、M1 で反射して D に達する光と M2 で反射して D に達する光の位相差の変化を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、位相差は、M1 から届く光の方が M2 から届く光よりも位相が遅れている場合に正の値とする。

21

- | | | |
|--|---|---|
| ① $-\frac{\pi\Delta L\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$ | ② $-\frac{2\pi\Delta L\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$ | ③ $-\frac{4\pi\Delta L\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$ |
| ④ $\frac{\pi\Delta L\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$ | ⑤ $\frac{2\pi\Delta L\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$ | ⑥ $\frac{4\pi\Delta L\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$ |

問5 $\Delta\lambda$ と ΔL の関係を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

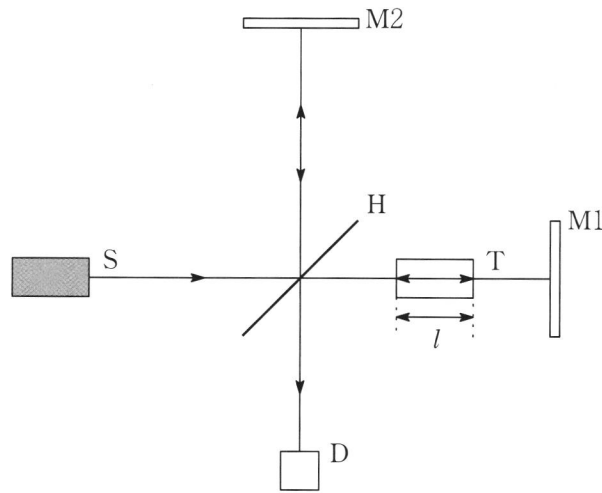
22

- | | |
|--|---|
| ① $\Delta L = -\frac{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}{12\Delta\lambda}$ | ② $\Delta L = -\frac{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}{6\Delta\lambda}$ |
| ③ $\Delta L = -\frac{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}{3\Delta\lambda}$ | ④ $\Delta L = \frac{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}{12\Delta\lambda}$ |
| ⑤ $\Delta L = \frac{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}{6\Delta\lambda}$ | ⑥ $\Delta L = \frac{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}{3\Delta\lambda}$ |

(下書き用紙)

次に、HとM1の間に長さ l の透明な管Tを固定する。はじめ、Tの中にはまわりと同じ空気（屈折率を n とする）が入っているが、空気を排出することができる。Dで観測される光の強度が極大となる位置にM1を固定する。

Tから少しずつ空気を抜いていくと、Dで観測される光の強度は強弱の変化を繰り返し、Tの内部が真空となったときに、ちょうど N 回目の極大となった。ただし、Sの発する光の波長は λ であり、はじめの極大は0回目と数える。



問6 Sが発する光が真空中を通過するときの波長 λ_0 を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 23

- ① $\lambda_0 = \sqrt{n}\lambda$ ② $\lambda_0 = n\lambda$ ③ $\lambda_0 = n^2\lambda$
 ④ $\lambda_0 = \frac{\lambda}{\sqrt{n}}$ ⑤ $\lambda_0 = \frac{\lambda}{n}$ ⑥ $\lambda_0 = \frac{\lambda}{n^2}$

問7 空気の屈折率 n を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 24

- ① $n = \frac{N\lambda_0}{2l}$ ② $n = \frac{N\lambda_0}{l}$ ③ $n = \frac{2N\lambda_0}{l}$
 ④ $n = 1 + \frac{N\lambda_0}{2l}$ ⑤ $n = 1 + \frac{N\lambda_0}{l}$ ⑥ $n = 1 + \frac{2N\lambda_0}{l}$

問8 $\lambda_0 = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$ 、 $l = 2 \text{ cm}$ 、 $N = 20$ であった。 $n = 1 + \nu$ とおくときに、 ν の値として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 25

① 2×10^{-6}

② 3×10^{-6}

③ 6×10^{-6}

④ 2×10^{-4}

⑤ 3×10^{-4}

⑥ 6×10^{-4}