

一般選抜問題 前期 (A 日程)

## 物 理

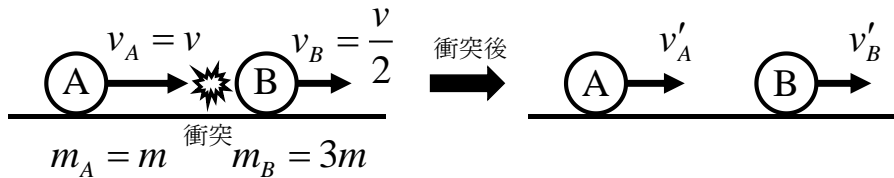
( 問題 : 全 6 ページ )

( 解答番号 :  ~  )

第 3 問は記述問題解答用紙に解答してください。

記述問題解答用紙には受験番号と氏名を必ず記入してください。

**第1問** 次の文章を読み、該当する解答群から適切なものを選んで  ～  を埋めよ。



質量がそれぞれ  $m_A = m$  と  $m_B = 3m$  の大きさが等しい球体 A と球体 B が、摩擦のない床の上をそれぞれ速度  $v_A = v$ 、 $v_B = v/2$  で同一直線上を同じ向きに運動し、衝突した。ここで、衝突が完全弾性衝突（反発係数が 1 である衝突）であるとして、球体 A と球体 B の衝突後の速度  $v'_A$  と  $v'_B$  を求めたい。

問1 球体 A と球体 B に関する反発係数の式は、速度  $v_A$ 、 $v_B$ 、 $v'_A$ 、 $v'_B$  を用いると  となり、速度  $v_A$  と  $v_B$  をそれぞれ  $v$ 、 $v/2$  に置き換えると、 となる。

問2 運動量保存の法則により、球体 A と球体 B の運動を速度  $v'_A$ 、 $v'_B$ 、 $v$  を用いて表すと、 となる。

問3  の式と  の式を用いて連立方程式を解くと、球体 A と球体 B の衝突後の速度  $v'_A$  と  $v'_B$  はそれぞれ  と  となる。

[1 の解答群]

(1)  $\frac{v'_A + v'_B}{v_A + v_B} = 1$    (2)  $\frac{v'_A + v'_B}{v_A + v_B} = -1$    (3)  $\frac{v'_A - v'_B}{v_A - v_B} = 1$    (4)  $\frac{v'_A - v'_B}{v_A - v_B} = -1$    (5)  $\frac{v'_A v'_B}{v_A v_B} = 1$

[2 の解答群]

(1)  $v'_A + v'_B = \frac{2}{3}v$    (2)  $v'_A + v'_B = -\frac{2}{3}v$    (3)  $v'_A - v'_B = \frac{v}{2}$    (4)  $v'_A - v'_B = -\frac{v}{2}$   
 (5)  $v'_A v'_B = \frac{v^2}{2}$

[3 の解答群]

(1)  $v'_A + v'_B = v$    (2)  $2v'_A + v'_B = v$    (3)  $2v'_A + 3v'_B = v$    (4)  $2v'_A + v'_B = 3v$   
 (5)  $2v'_A + 6v'_B = 5v$

[4 の解答群]

- (1)  $\frac{1}{4}v$       (2)  $\frac{1}{2}v$       (3)  $\frac{3}{4}v$       (4)  $v$       (5)  $\frac{5}{4}v$

[5 の解答群]

- (1)  $\frac{1}{4}v$       (2)  $\frac{1}{2}v$       (3)  $\frac{3}{4}v$       (4)  $v$       (5)  $\frac{5}{4}v$

第2問 次の文章を読み、該当する解答群から適切なものを選んで  ～  を埋めよ。

光ファイバーによって光が伝搬する物理を考えよう。下図は円柱状の光ファイバーの内部の模式図である。中心軸付近に媒質1が、それを取り囲むように媒質2が、光ファイバーの外側には空気が存在している。媒質1, 2, 空気の屈折率をそれぞれ $n_1$ ,  $n_2$ , 1として以下の問いに答えよ。ただし,  $n_1 > 1$ ,  $n_2 > 1$ とする。



- 問1 上図に示した、点Oでの入射角 $i$ と屈折角 $j$ の関係は  $\frac{\sin i}{\sin j} =$   となる。ただし、 $0 \leq i \leq \frac{\pi}{2}$ ,  $0 \leq j \leq \frac{\pi}{2}$ である。
- 問2 一般に入射波は、媒質が異なる境界で反射波と屈折波に分かれるが、ある条件を満たす場合、入射角が  以上になると反射波だけになる。この現象を  という。今、 $n_1 > 1$ なので、問1の結果より、点Oに入射した光にこの現象は 。
- 問3 点Aで  を起こすことができれば、光を遠くまで伝搬できる。そのための条件は  である。
- 問4 点Oでの入射角 $i$ がどんな値でも、点Aで  が起こるための条件は、 である。
- 問5 実際に用いられている材質では屈折率の差は小さいので条件  を満たすことは難しい。つまり、光ファイバー内部で  が起き続けるためには、入射角 $i$ はある角度 $\theta$ 以下でなければならない。この角度の正弦は  $\sin \theta =$   で与えられる。

[6の解答群]

- (1) 1                      (2)  $n_1^2$                       (3)  $\frac{1}{n_1^2}$                       (4)  $n_1$                       (5)  $\frac{1}{n_1}$

[7の解答群]

- (1) 絶対角                      (2) 臨界角                      (3) 非屈折                      (4) 全反射                      (5) 絶対反射

[8の解答群]

- (1) 絶対角                      (2) 臨界角                      (3) 非屈折                      (4) 全反射                      (5) 絶対反射

[9の解答群]

- (1) 起こる                      (2) 起こらない

[1 0 の解答群]

- (1)  $n_1 > n_2$       (2)  $n_1 < n_2$       (3)  $n_1 n_2 > 1$       (4)  $n_1 n_2 < 1$

[1 1 の解答群]

- (1)  $n_1 \geq n_2 + 1$     (2)  $n_1 \leq n_2 + 1$     (3)  $n_1^2 \geq n_2^2 + 1$     (4)  $n_1^2 \leq n_2^2 + 1$

[1 2 の解答群]

- (1)  $n_1 - n_2$       (2)  $n_2 - n_1$       (3)  $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$       (4)  $\sqrt{n_2^2 - n_1^2}$

**第3問** 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。解答は考え方の過程も分かるように記述  
問題解答用紙に記述せよ。

ピアノは打楽器の一種で、鍵盤の奥にある、両端を固定した弦をたたくことで定常波を発生させ、音を出している。

問1 長さ  $L$  [m] の弦に、速さ  $v$  [m/s] の波が定常波を作ったとき、この基本振動の振動数  $f$  [Hz] を求めよ。

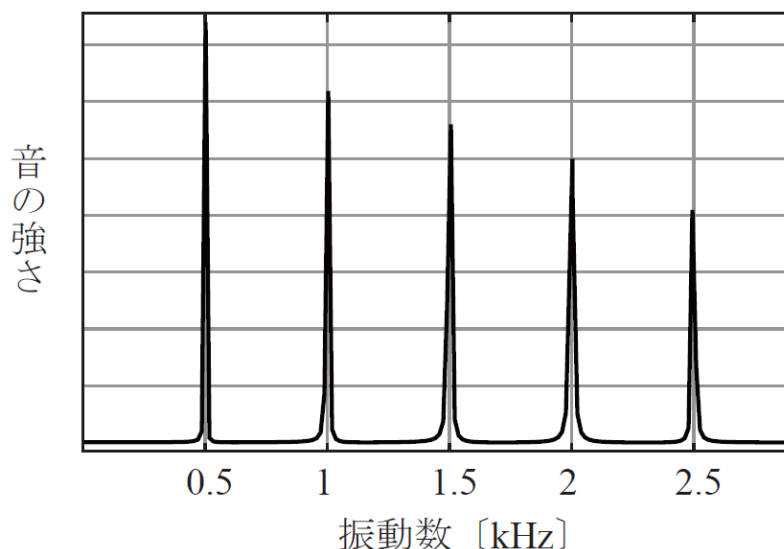
問2 ピアノは、右の鍵盤の音が高く、左の鍵盤の音が低い。このことを踏まえて、左右どちらの弦が長いのか、理由とともに答えよ。ただし、簡単のため、弦はすべて同じ材質のものを同じ張力で張ってあるとし、音の高低は基本振動で判断して構わない。

問3 線密度（単位長さ当たりの質量） $\rho$  [kg/m] の弦を張力  $S$  [N] で張ると、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$  [m/s] となる。このことを踏まえて、線密度  $1.5 \times 10^{-3}$  kg/m、長さ 1.0 m の弦に、 $4.4 \times 10^2$  Hz の基本振動を発生させるための、弦の張力を答えよ。

管楽器は管内に定常波を発生させ、音を出している。また、クラリネットは閉管、フルートは開管を用いている。

問4 音速を  $V$  [m/s] とし、長さ  $l$  [m] の閉管、開管に発生する定常波の振動数を、基本振動を含めて小さい順にそれぞれ3つ答えよ。ただし、開口端補正は無視してよい。

問5 下図は管楽器のある音を周波数分析したグラフを模式的に示したものである。1つの音でも複数の振動数の音が混じっていることがわかる。この管楽器はクラリネット、フルートどちらであると推測できるか、理由とともに答えよ。



**第4問** 次の文章を読み、該当する解答群から適切なものを選んで  ～  を埋めよ。

問1 SiやGeの価電子数は  であり、純粋な結晶では導体と  の中間の抵抗率を持つような物質を  という。

問2 純粋なSiやGeの結晶に、PやSbのような価電子数が  の不純物をわずかに添加した半導体を  半導体といい、多数キャリアは  である。

問3 純粋なSiやGeの結晶に、BやInのような価電子数が  の不純物をわずかに添加した半導体を  半導体といい、多数キャリアは  である。

[13の解答群]

- (1) 1            (2) 2            (3) 3            (4) 4            (5) 5

[14の解答群]

- (1) 磁性体      (2) 絶縁体      (3) 常磁性体    (4) 超伝導体    (5) 半導体

[15の解答群]

- (1) 磁性体      (2) 絶縁体      (3) 常磁性体    (4) 超伝導体    (5) 半導体

[16の解答群]

- (1) 1            (2) 2            (3) 3            (4) 4            (5) 5

[17の解答群]

- (1) m型          (2) n型          (3) o型          (4) p型          (5) q型

[18の解答群]

- (1) 電子          (2) 中性子      (3) イオン      (4) 陽子          (5) ホール

[19の解答群]

- (1) 1            (2) 2            (3) 3            (4) 4            (5) 5

[20の解答群]

- (1) m型          (2) n型          (3) o型          (4) p型          (5) q型

[21の解答群]

- (1) 電子          (2) 中性子      (3) イオン      (4) 陽子          (5) ホール