

物理Ⅱ 確認テスト No.3

平成28年7月20日(水) 21日(木)

- ・電卓使用可
- ・与えられた数値や文字を用いた計算式を書くこと。
- ・答えに単位がある場合は単位をつけること。
- ・数値解は指示がない場合は有効数字2桁で答えよ。
- ・必要ならば、 $\sqrt{3}=1.73$, $\sqrt{2}=1.41$, $\pi=3.14$ を用いよ。

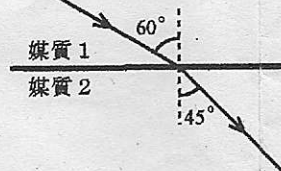
1. 波の屈折について次の各問に答えよ。(12点)

- ① 波長が5.0mで速さが30m/sの波が媒質1から媒質2へ入射し、媒質2の中での波の波長は4.2mだった。媒質2の中での波の速さ v_2 を求めよ。

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \frac{30}{v_2} = \frac{5.0}{4.2} \quad v_2 = \frac{30 \times 4.2}{5.0} = 25.2 = \underline{25 \text{ m/s}}$$

- ② 右図のように媒質1から波が入射して媒質2との境界面で屈折した。媒質1に対する媒質2の相対屈折率 n_{12} を求めよ。

$$n_{12} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{\sqrt{3} \times \sqrt{2}}{2} = 1.21 \dots = \underline{1.2}$$



2. 音波や物体の振動についての次の各問に答えよ。(24点)

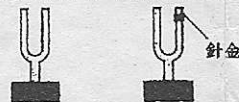
- ① 長さ0.90mの閉管における気柱の3倍振動の振動数 f を求めよ。ただし、音速を $3.4 \times 10^2 \text{ m/s}$ とし、開口端補正は無視できるとする。

$$\lambda = 0.90 \times \frac{2}{3} = 0.60 \text{ m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3.4 \times 10^2}{0.60} = 5.66 \dots \times 10^2 = \underline{5.7 \times 10^2 \text{ Hz}}$$

- ② 図のように、振動数が480.0 Hzの音を2つ用意し、一方には針金を巻き付けて少し重くした。2つの音を同時にたたくと、うなりが10秒あたり16回聞こえた。針金を巻いたほうの音の振動数 f を求めよ(小数第一位まで)。

$$\frac{16}{10} = 480.0 - f \quad f = \underline{478.4 \text{ Hz}}$$



- ③ 長さが0.60m、質量が $1.5 \times 10^{-2} \text{ kg}$ の弦を、40Nの力で引っ張って両端を固定した。この弦を伝わる波の速さ v を求めよ。

$$v = \sqrt{\frac{S}{\rho}} = \sqrt{\frac{40}{\frac{1.5 \times 10^{-2}}{0.60}}} = \underline{40 \text{ m/s}}$$

- ④ 止まっている自動車が振動数650 Hzのクラクションを鳴らした。この自動車の速さ20m/sで近づいている人には振動数がいくらの音に聞こえるか(有効数字3桁で答えよ)。ただし、音速を340m/sとする。

$$f = \frac{v - u}{v - v} f_0 = \frac{340 - (-20)}{340 - 0} \times 650 = 688.2 \dots = \underline{688 \text{ Hz}}$$

3. 光の進み方についての次の各問に答えよ。(18点)

- ① 屈折率が1.6のガラス中に波長 $6.3 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光が入射した。ガラス中での光の速さ v と波長 λ を求めよ。ただし、真空中での光速を $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。

$$\frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda} = n \quad v = \frac{c}{n} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.6} = 1.87 \dots \times 10^8 = \underline{1.9 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{6.3 \times 10^{-7}}{1.6} = 3.93 \dots \times 10^{-7} = \underline{3.9 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

- ② 光が水中から空気中に入射する場合、入射角が臨界角 θ_c より大きくなると全反射する。このときの $\sin \theta_c$ と θ_c を有効数字3桁で答えよ。ただし、水と空気の屈折率をそれぞれ1.33, 1.00とする。

$$\frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta_c} = \frac{1.33}{1.00} \quad \sin \theta_c = \frac{1.00}{1.33} = 0.7518 \dots = \underline{0.752}$$

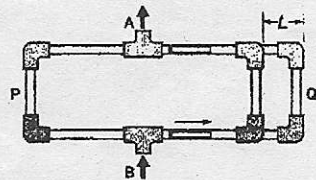
$$\theta_c = \sin^{-1} \frac{1.00}{1.33} = 48.75 \dots = \underline{48.8^\circ} \quad (48.7^\circ)$$

() 科 2 年 () 番 氏名 (解答例)

4. 図のようなクインケ管で、Bから音を入れてAで干渉させる。右側の経路は管Qを出し入れして管の長さを変えることができる。図のように管Qを完全に入れた状態で左右の経路の長さは等しくなっていて、音源の振動数は f である。管Qを引き出していくとAで聞こえる音がしだいに小さくなり、長さ L だけ引き出したときに初めて最小になった。このときの干渉の式 (「距離の差 = 半波長の…」の式) を書いて、それを基に音速 V を求めよ。(6点)

$$2L = \frac{\lambda}{2} \times (2m+1) \quad m=0, 1, 2, \dots$$

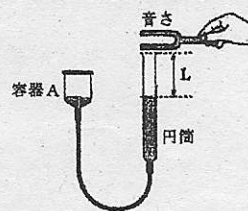
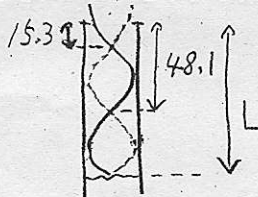
$$\lambda = 4L \quad V = f\lambda = 4fL$$



5. 下図の「気柱共鳴装置」の実験について、次の各問いに答えよ。(14点)

- ① 円筒の上端近くで音さを鳴らしながら円筒の水面の位置を変えて、円筒内で音が共鳴する水面の位置を探した。円筒内の水面を上端から下げていったところ、距離 L が 15.3 cm のとき初めて共鳴し、さらに水面を下げると次に共鳴したのは L が 48.1 cm のときだった。さらに水面を下げていくと、次に共鳴する距離 L は何 cm か (有効数字3桁で答えよ)。

$$L = 48.1 + (48.1 - 15.3) = 80.9 \text{ cm}$$



- ② このときの音速は 342 m/s だった。音さの振動数 f を求めよ。(有効数字3桁で答えよ)。

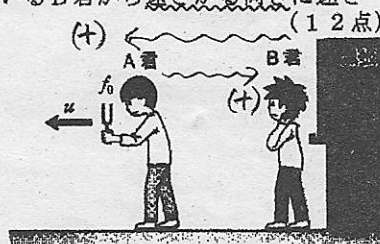
$$\lambda = (48.1 - 15.3) \times 2 = 65.6 \text{ cm} = 0.656 \text{ m}$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{342}{0.656} = 521.3 \dots = 521 \text{ Hz}$$

6. 図のように、振動数 $f_0 [\text{Hz}]$ の音さを持ったA君が、黒板の前に立っているB君から遠ざかる向きに速さ $u [\text{m/s}]$ で歩いている。音速を $V [\text{m/s}]$ として、次の各問いに答えよ。(12点)

- ① B君が聞く音の振動数 f はいくらか。

$$f_B = \frac{V - 0}{V - (-u)} f_0 = \frac{V}{V + u} f_0 [\text{Hz}]$$



- ② A君には、音さから直接聞く音と黒板からの反射音との干渉によりうなりが聞こえる。うなりは毎秒何回か求めよ。

$$\begin{aligned} f_{\text{直}} &= f_0 \\ f_{\text{反}} &\text{について、黒板 } f' = f_B = \frac{V}{V + u} f_0 \\ f_{\text{反}} &= \frac{V - u}{V - 0} f' = \frac{V - u}{V} \times \frac{V}{V + u} f_0 = \frac{V - u}{V + u} f_0 \\ \text{うなり} &= f_{\text{直}} - f_{\text{反}} = f_0 - \frac{V - u}{V + u} f_0 = \frac{2u}{V + u} f_0 [\text{回/s}] \end{aligned}$$

7. 図のように点Oを中心とした半径 40 m の円周上を 630 Hz の音を出しながら運動している物体がある。点Oから 80 m の位置にある点Pで音を聞いたところ、音がもっとも高くなってからもっとも低くなるまでの時間は 3.47 秒だった。音速を 340 m/s として、次の各問いに答えよ。(14点)

- ① 物体の速さ v を求めよ。

$$v = \frac{2\pi r \times \frac{1}{3}}{t} = \frac{2 \times 3.14 \times 40 \times \frac{1}{3}}{3.47} = 241 \dots = 24 \text{ m/s}$$

- ② 最も音が低くなったときの振動数 f を求めよ (有効数字3桁で答えよ)。

$$f = \frac{V - u}{V - v} f_0 = \frac{340 - 0}{340 - (-24.1)} \times 630 = 588.2 \dots = 588 \text{ Hz}$$

