

問 1

1(a)

Q. 「オシロスコープ」とは何ですか。また「オシロスコープのタイムレンジ」に ms/cm という単位がありますが、どういうものですか。

A. 「オシロスコープ」がどんな用途に用いる測定器かについては、シラバスに掲載した参考書、基礎コース「物理学」に説明がある。また、web 上にもたくさんの解説がある：

<http://flex.phys.tohoku.ac.jp/riron/vhdl/up1/mouse/oscillo/oscillo.html>

http://www1.tek.com/ja/forms/response/306273X318491/ScopeBasics_low.pdf

などなど。

「オシロスコープ」は、時間的に変動する電気信号（電圧波形）を画面上に表示する装置であり、デジタル回路の製作などにも不可欠な装置である。画面の横軸が時間軸、縦軸が電圧軸になる。画面上の時間軸の尺度を引き延ばしたり縮めたりして（タイムレンジを変えて）、観測したい時間の部分だけを測定する。画面の横軸の 1 cm が 1 s になるときはタイムレンジの設定が 1 s/cm となる。もし 1 cm が 1 ms(ミリ秒) = 10^{-3} s ならば 1 ms/cm となる。

2(a)(b)

Q. 考え方がわかりません。

A. (b)を解説する。超音波を短いパルスにして発生し、船の直下の海底に向かって放出する。音波が海底に届くと船に向かって跳ね返り、船に到達する。海水中の音速を v とし、水深を h とすると、パルスが出てから戻るまでに進んだ距離は $2h$ だから、送信から受信までの時間が $t = 2h/v$ となる。したがって $h = \frac{1}{2}vt$ 。

図から読み取ると、送信パルス T から受信パルス R までの時間が、オシロスコープの時間軸の 1/2 目盛である。1 目盛の時間は、「1 秒に 2 個のパルスを発生」（パルス間隔が 1/2 s）から知ることができる。すなわち隣り合う T パルスの間隔が 4 目盛と読み取れるので、1 目盛は $\frac{1}{2} \div 4 = \frac{1}{8}$ s である。こうして T と R の時間間隔は $t = \frac{1}{8} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$ s。題意より $v = 1600$ m/s だから

$$h = \frac{1}{2} \times \frac{1}{16} \times 1600 = 50 \text{ m}$$

問 2

1(a)

Q. どのように推論したらよいか、わかりません。

A. この問の答えを「考え出す」のは難しいだろう。そもそも、中耳の構造は解剖図を見ないと分からない。鼓膜から前庭窓（蝸牛の入り口）の間を 3 つの骨が繋いでいる：鼓膜が振動⇒槌骨が回転運動⇒砧骨が連動⇒鐙骨が前庭窓をたたく⇒蝸牛内のリンパ液が振動。

構造がわかり、さらに力学の知識があると、中耳の骨の作用がある程度は想定できる。まず、骨がてこになっていて、鼓膜の振動の変位が拡大される（単に拡大するというよりは、液体が満たされている蝸牛に音のエネルギーが無駄なく注入されるように鼓膜の動きを変更して伝える。さもないと、蝸牛の入り口で音のエネルギーが反射されてしまうだろう）。一方、蝸牛はデリケートで、あまり大きな音のエネルギーを注入することができない。過度の音が来ると骨の動きが（付属する筋肉の収縮により）機械的に制限されるため、蝸牛が守られると言われる。また、ある程度の質量をもつ骨はあまり高い振動数の振動には追従できないため、蝸牛に行く前に高周波数領域の雑音が除去される。