科学オリンピックへの道

岡山物理コンテスト2018

問題Ｂ

2018年10月20日（土）

11:25～12:35（70分）

問題にチャレンジする前に次の**＜注意事項＞**と**＜指数を用いた数の表記＞**をよく読んでください。
問題は大問３題からなります。問題は一見難しく見えても，よく読むとわかるようになっています。
どの問題から取り組んでも結構です。最後まであきらめずにチャレンジしてください。

＜注意事項＞

１．開始の合図があるまで，問題冊子（全14ページ）を開けてはいけません。
２．電卓を使用してもよろしい。
３．携帯電話やスマートフォンなどは電源を切り，カバンの中にしまっておきなさい。
４．解答はすべて解答用紙に記入しなさい。解答用紙は３枚です。必ずチャレンジ番号と氏名を記入しなさい。
５．気分が悪くなったりトイレに行きたくなったりしたとき，または質問があるときは手を挙げて監督者に知らせなさい。
６．終了の合図があったら，ただちに解答を止め，チャレンジ番号と氏名を確認の上，監督者の指示を待ちなさい。
７．問題冊子は持ち帰りなさい。

＜指数を用いた数の表記＞

大きい数や小さい数を扱うときには，指数表記を利用することが多い。

$$1.2\times10^{3}=1.2\times10\times10\times10=1200 \qquad 1.2\times10^{-3}=1.2\times\frac{1}{10^{3}}=\frac{1.2}{1000}=0.0012$$

指数表記では，一般に $a\times10^{n}$ （$1\leqq a<10$）の形で表す。
このように表すことで，大きな数や小さな数を簡潔に表現できる。

【例】　地球から太陽までの距離 ＝150000000 km ＝ 1.5×10^{8} km
　　　電子の質量 ＝0.00000000000000000000000000000091 kg ＝ 9.1×10^{-31} kg

＜参考＞（物理のための数学基礎知識）

【三角比】

直角三角形の直角でない角度の１つが決まれば，３辺の比を決めることができる。これを三角比という。図１のように辺の長さ a，b，c と角度 θ を決めると，正弦（sin：サイン），余弦（cos：コサイン），正接（tan：タンジェント）は以下のように定義される。

正弦　$\sin\theta=\dfrac{a}{c}$　　余弦　$\cos\theta=\dfrac{b}{c}$　　正接　$\tan\theta=\dfrac{a}{b}$

これらにより，直角三角形の１つの辺の長さと１つの角度の大きさが決まれば，残りの辺の長さを三角比を用いて表すことができる。

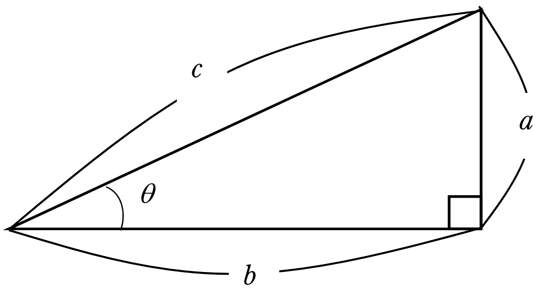

図１

【弧度法】

角度を表すのに，180°や 360°のように，〔°〕という単位を使って表す度数法は日常生活で広く使われている。一方数学や物理では，弧度法と呼ばれる表し方を用いる場合が多い。この表し方は次のように定義される。

半径と等しい長さの弧に対する中心角を１ラジアン（記号：rad）という。この rad を単位とした角の表し方を弧度法という。１つの円において，弧の長さは中心角に比例するので，図２のような半径 r の円において，中心角 θ〔rad〕に対する円弧の長さを x とすると，

$$\theta=\frac{x}{r}\qquad（\ \text{または}\quad x=r\theta\ ）$$

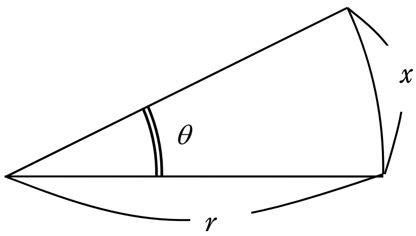

図２

と表せる。

したがって，半径 r の円周は $2\pi r$ であるから，

$$\theta=\frac{x}{r}=\frac{2\pi r}{r}=2\pi\ 〔\mathrm{rad}〕$$

となる。よって，度数法との間に次の関係が成り立つ。

$360^\circ=2\pi$〔rad〕

第１問

携帯電話の歴史は，1970 年代の自動車に搭載する無線電話に始まり，やがて，肩にかけるショルダーホン，手に収まる大きさの携帯電話へと小型化が進んだ。さらに，カメラや音楽プレーヤーなどの機能が搭載され，現在ではタッチパネルを備えたスマートフォンへと進化した。そこで携帯電話やスマートフォンに利用されている物理の原理や法則を探ってみよう。

携帯電話は，**図１−１**のように基地局までは無線で，また，基地局どうしは有線でつながっている。無線は電磁波の一種である電波を利用している。電波の速さは，同じ電磁波の一種である光と同じでとても速い。

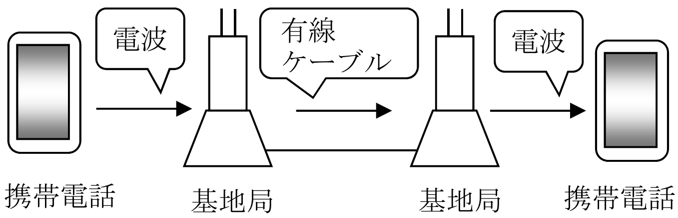

図１−１　携帯電話による通信の仕組み

一方，有線は，現在では光ケーブルを用いることが多いが，以前は金属の導線内を伝わる電流が伝えていた。電流は自由に動くことのできる電子（自由電子）の流れであることがわかっている。金属中の自由電子の速さを計算してみよう。

図１−２のように一定の電流が導体を流れているとき，電子は，導体内の電場（電界）から力を受けて加速され，導体中の陽イオンとの衝突を繰り返し，ほぼ一定の速さで移動する。その速さ v 〔m/s〕は，

$$v = \frac{I}{neS}$$

e〔C（クーロン）〕: 電子１個の電気量の大きさ
n〔1/m^3〕: 導体の体積 1 m^3 中の自由電子の個数
S〔m^2〕: 導体の断面積
I〔A〕: 電流の大きさ

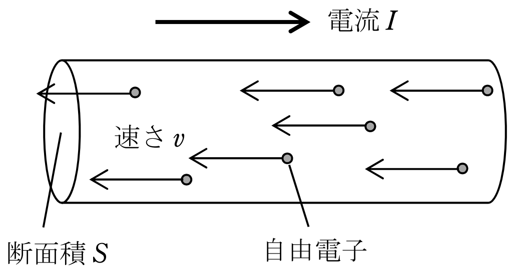

図１−２　電流と自由電子の概念図

と表すことができる。

問１　断面積 2.0×10^{-6} m^2 の銅でできた導線（銅線）に電流 1A が流れているときの銅線中の自由電子の平均の速さ v 〔m/s〕を有効数字２桁で答えよ。

電子１個の電気量の大きさは e＝1.6×10^{-19}C，銅線中の自由電子の体積１ m^3 当たりの個数は 8.5×10^{28} 個であることが知られている。

なお，断面積 2.0×10^{-6} m^2 の銅線は，普通の家庭の屋内配線で使用されている配線材料である（直径 1.6 mm）。1 A は，家庭の 100V の電源で 100 W の電球を１つ点灯させているときの電流である。

問１の結果のように，自由電子の移動する速さは，大変遅いことがわかる。それにもかかわらず，電気信号が一瞬で伝わるのは，生じた「電場」が光速で伝わり，電場から自由電子が力を受けて一斉に動くためである。

次に，携帯電話から送信される電波について考えよう。電波は，**図１−３**のように，アンテナで発生した電場が磁場（磁界）を作り，その磁場が次の電場を作り，・・・という現象を繰り返すことによって伝わっていく。

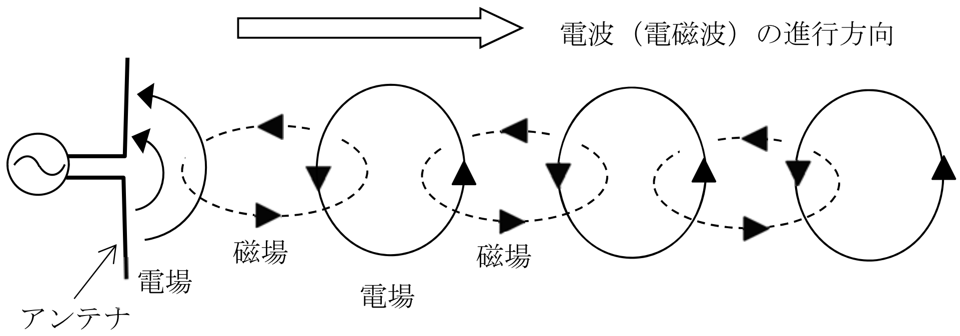

図１−３　電波（電磁波）の発生

一方，電波が携帯電話のアンテナに入射すると，電場の変化によってアンテナ内の自由電子が動かされることで電流が発生し，回路に電流が流れることで受信することができる。

問２　以前の携帯電話では，効率よく受信させるため，電波の波長の1/4に等しい長さの金属棒をアンテナとして用いていた。電波の周波数が 2.1 GHz であるとき，このアンテナの長さを求めよ。ただし，電波の速さを 3.0×10^{8} m/s とし，答えは，有効数字2桁で答えよ。なお，1 GHz とは 1×10^{9} Hz のことであり，波の速さを c〔m/s〕，周波数（振動数）を f〔Hz〕，波長を λ〔m〕としたとき，$c=f\lambda$ の関係が成り立つ。

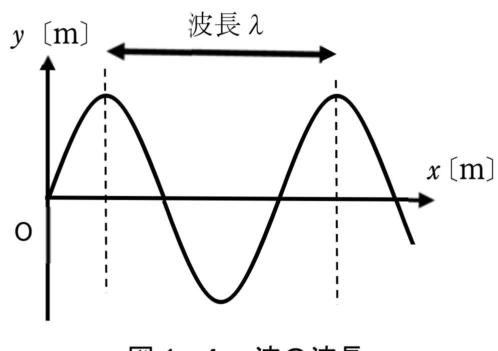

図１−４　波の波長

現在ではアンテナを金属板とすることでさらに小型化され，本体に内蔵されている。このため外からアンテナを見ることはできない。

ここからは，携帯電話のバイブレーション（振動）機能について考えてみよう。この振動は，重心をずらした回転体をモーターで回すことによって発生させている。ここではモーターの仕組みを見てみよう。

問３　モーターは，図１−５のように，磁石の間のコイル abcd に電流を流し，電流が磁場から力を受けることで回転する。電流が a→b→c→d の向きに流れているとき, 導線 ab と cd がそれぞれ磁場から受ける力の向きとして正しい組み合わせのものを①〜④から一つ選べ。

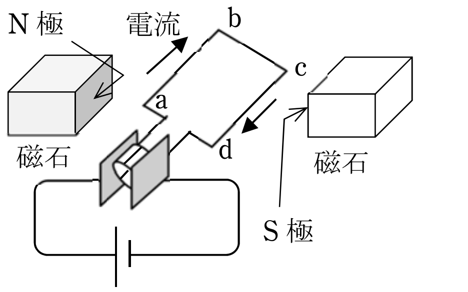

図１−５　モーターの模式図

	導線 ab	導線 cd
①	上	上
②	上	下
③	下	上
④	下	下

導電性プラスチックなどの技術の発達により，スマートフォンは，タッチパネルで操作できるようになっている。そこでスマートフォンに多く採用されている投影型静電容量方式のタッチパネルについて考えてみよう。

この方式は，コンデンサーとよばれる電気をたくわえる素子の原理を応用して，指で触れた位置を判別している。

コンデンサーの基本的な構造は，図１−６のように金属板 A，B（これを極板という）を向かい合わせたものである。コンデンサーを電池につなぐと，符号は反対で等量の電気が極板 A，B にたくわえられる。この電気をたくわえる能力の大小を静電容量（電気容量）とよび C で表す。

静電容量 C は，極板の面積 S，極板の間隔 d，極板間にある絶縁体の物質の種類によってきまる誘電率 ε との間に

$$C = \varepsilon\frac{S}{d}$$

の関係がある。

投影型静電容量方式によるタッチパネルは，微小なコンデンサーが無数に並んだ構造をしている。

タッチパネルに指が触れると，その場所のコンデンサーの静電容量が変化する。この変化を検知して指が触れた位置がわかる。

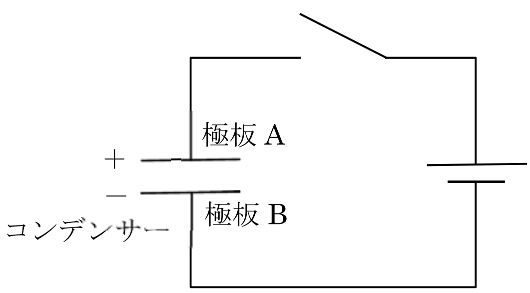

図１−６　コンデンサーの模式図

指が触れて静電容量が変化する様子を，模式的に考えてみよう。

図１－７のように，極板 A，B からなるコンデンサーC$_1$があり，極板 A に指を近づけたとする。指は導体なので，極板 A と指との間に新たなコンデンサーC$_2$ができたと考えられる。これは，**図１－８**のように，コンデンサーC$_1$ と C$_2$ を直列接続した場合と同じであると考えられる。

問４　コンデンサーC$_2$ の誘電率，極板の面積，極板間距離が，それぞれ C$_1$ の a 倍，b 倍，c 倍だったとすると，コンデンサーC$_2$ の静電容量 C_2 は，コンデンサーC$_1$ の静電容量 C_1 の何倍か。

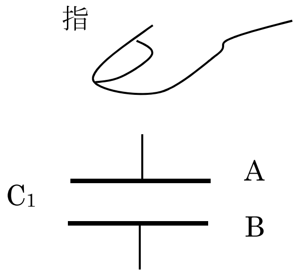

図１－７

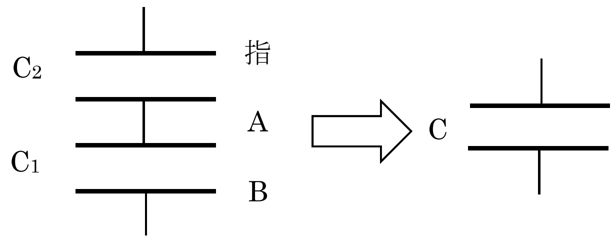

図１－８

図１－８において，コンデンサーC$_1$ と C$_2$ の電圧をそれぞれ V_1，V_2 とする。このとき，コンデンサーC$_1$ と C$_2$ が合成されて一つと考えたコンデンサーC の極板の間の電圧 V は，$V=V_1+V_2$ である。また，C$_1$ と C$_2$ および C に蓄えられる電気の量 Q はすべて同じと考えることができる。これらと $Q=CV$ の関係を用いると，コンデンサーC の静電容量 C を求めることができる。

問５　**問４**の結果が m 倍であったとする。コンデンサーC$_1$ と C$_2$ を一つのコンデンサーと考えた静電容量 C は，C_1 の何倍になるか。

この原理で，タッチパネルを触れることによって，スマートフォンを操作することができる。

このように身近なスマートフォンにも，多くの物理的な原理が隠れている。他にも探してみるとおもしろい。

第２問

管楽器にはいろいろな種類があるが，リコーダーは音楽の授業でも使う身近な楽器である。リコーダーには長さの違ういろいろな種類がある。写真（**図２−１**）では長い方から「テナーリコーダー」「アルトリコーダー」「ソプラノリコーダー」とよばれており，管の長さが短くなるに従って高い音を出すことができる。まず，このような筒状をした管から出る音について調べてみよう。

図２−１　リコーダー

管楽器に限らず，細長い管の開口付近を吹くと音が発生する。これは，管の中の気体（気柱）に「固有振動」と呼ばれる振動（「定常波」と呼ばれる波）が生じるためである。このとき，管の端が開いていると振動の最も激しくなっている位置（腹）となり，管の端が閉じているとほとんど振動しない位置（節）となる。腹や節の数が最も少ない固有振動を「基本振動」という。例えば，長さ L の閉管（片方を閉じた管）での基本振動の様子は**図２−２**のようになる。

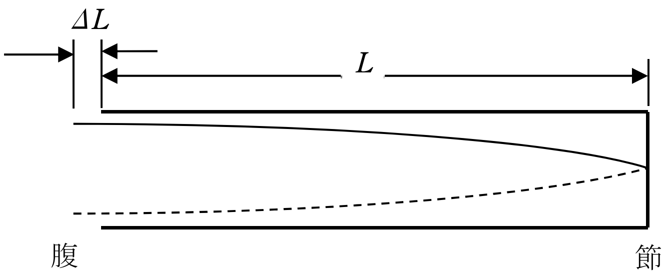

図２−２　閉管での気柱の基本振動

問１　腹から節までは波長（波における山の頂点から次の山の頂点までの長さ）の 1/4 であることを利用して，閉管内に生じている固有振動の波長を求めよ。ただし，固有振動の腹は，**図２−２**のように，管の開いた方の口（開口端）より ΔL だけはみ出している（開口端補正という）とする。

問２　この管から発生する音の振動数を求めよ。ただし，音の速さ c は，振動数 f，波長 λ と $c = f\lambda$ の関係が成り立つ。

問２から，細長い閉管から生じる音の振動数は管の長さが短いほど大きくなり，高い音が発生することがわかる。リコーダーは開管（両端が開いた管）の固有振動であるが，同様にして，図２－１の管の長さが短いリコーダーほど高い音が出ることがわかる。

一方，図２－３のように，管の口が狭くなっているボトルの開口付近を吹いても音を発生させることができる。このとき，ボトル内の空気の振動の様子は，太さが一様ではないので図２－１の場合と異なっている。どのような振動によって音が発生しているのか考えてみよう。

図２－３

いま，図２－４のように，体積 V_0 の容器 A と長さ L，断面積 S の筒状の容器 B がつながった容器を考え，開口付近を吹くと振動数 f_H の音が発生したとする。容器 A 内の空気を気体 a，容器 B 内の空気に開口端補正 ΔL を加えた長さ $L+2\Delta L$ （図２－４と図２－５には表していないが，容器 B は両端が開口端なので容器 A に入る側の開口端補正も考えなければならないために 2 倍となっている），断面積 S の空気を気体 b とする。

大気圧を P_0 とすると，気体 a の圧力も P_0 であるが，図２－５のように，容器 B 内の気体 b が x だけ押し込まれると，もともと容器 A 内にあった気体 a の体積は V に減少し，圧力は高くなり P になったとする。

一般に，気体の圧力 P と体積 V には，反比例の関係（PV＝一定，ボイルの法則）が成立する。厳密にいうと，変化が短い時間に起きるときは断熱変化と考えられ，ポアソンの法則（PV^{γ}＝一定）が成り立つ（γ は比熱比とよばれる定数）。今回考えているモデルでは断熱変化をしているものとする。

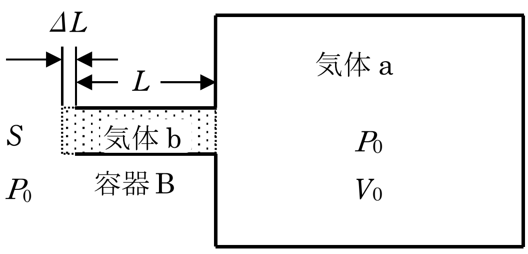

図２－４　容器（はじめの状態）

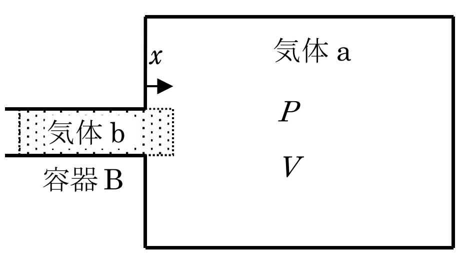

図２－５　容器（気体が押し込まれた状態）

問３　圧力 P を，P_0，V_0，V，γ を使って表せ。

ここで，体積の減少分 ΔV（$=V_0-V$）は Sx に等しいと考えられるから，$V_0-V=Sx$ である。

問４　圧力 P を，P_0，V_0，S，x，γ で表せ。

問５　Sx は V_0 に比べて十分小さいとするとき，P が，

$$P=P_0\left(1+\frac{\gamma Sx}{V_0}\right)$$

で表せることを示せ。ただし，一般に，$|z|$ が１に比べて十分小さいとき，

$(1+z)^n \fallingdotseq 1+nz$　が成り立つ。

一方，気体ｂに注目すると，気体ｂは，大気圧による力と気体Ａ内の気体ａの両方から力を受ける。

問６　**図２−５**のように，気体ｂが x だけ押し込まれているとき，気体ｂが受ける力の合力 F を，P_0，P，S を使って表せ。ただし，**図２−５**の右向きを正とする。

ところで，**図２−６**のように，ばね定数 k のばねにつながれた物体を少し引っ張ってからはなすと，単振動とよばれる運動を行う。このとき，物体がつりあいの位置からの変位 x の位置にあるとき，物体が受ける力 F は $F=-kx$ で表される。このことから， $F=-kx$ の形の力を物体が受けると，その物体は単振動するといってもよい。なお，このときの振動の振動数 f は，物体の質量が m のとき，

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

の関係が成立する。

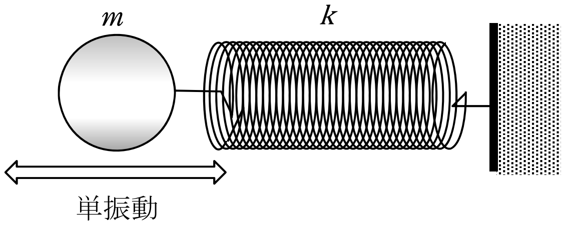

図２−６　ばねにつながれた物体の振動（単振動）

問７　**問５**と**問６**の結果から気体ｂが単振動することを示せ。

問８　このボトルの開口付近を吹いたときに発生する音の振動数 f_H を c, L, S, ΔL, V_0 用いて表せ。

ただし，空気の密度を d_0 としたとき，　$c=\sqrt{\gamma\frac{P_0}{d_0}}$　と表すことができる。

ボトルを吹いたときと同じ原理で音を発生させる装置をヘルムホルツ共鳴器という。この原理を応用した，**図２−７**のようなスピーカーが作られている。

図２−７　ヘルムホルツ共鳴を応用したスピーカーの例

問９　**図２−８**の左の写真のような空きびんを右図のようにモデル化して，容器 A に相当する部分の体積 V_0 を 100 cm^3，容器 B に相当する部分の高さ L を 3.0 cm，半径 r を 0.90 cm とする。また，開口端補正 ΔL は，$\Delta L = 0.5\,r$，音の速さ c は，$c = 3.4\times10^2$ m/s とする。息を吹きこんで音を出したとき，その音の振動数を，**問８**の結果の式を使って求めよ。

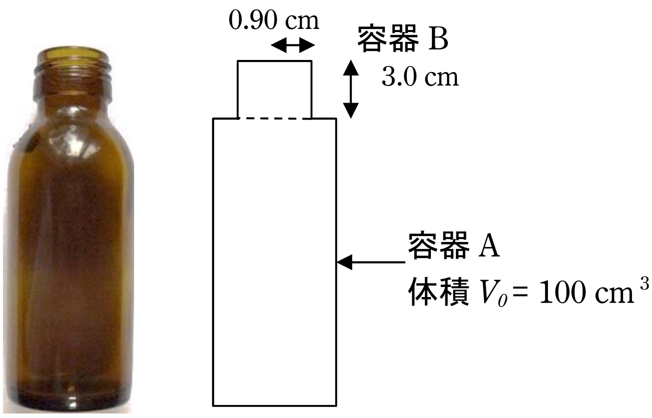

図２−８　空きびんとその大きさ

実際に**図２−８**のような空きびんに息を吹きこんで音を出したところ，吹込む息の強さによって多少変化するが，およそ 420 Hz になった。計算で用いたモデルの単純さを考えると**問９**の結果は十分満足のいく値である。

第３問

光はどれほど速いのだろうか。この疑問に答えるため，多くの科学者が光の速さの測定に挑戦し，その努力の積み重ねによって精度が高められてきた。現在では，光の速さを精度よく測定するのではなく，光の速さを 2.99792458×10^8 m/s と定義している。その経緯を，歴史の流れに沿って考えていこう。

世界で初めて光の速さの測定について考えたのは，イタリアのガリレオ・ガリレイと言われている。そのガリレオの考えに沿って，次のような実験を考えてみよう。

図３－１のように，L〔m〕離れた山にいる A，B の二人がランプを使って光のやり取りをする。光の速さを c〔m/s〕，光を観測してからランプの覆(おお)いをとる（あるいは時計を確認する）までの時間を，A，B ともに Δt〔s〕とする。

（手順１）A がランプの覆(おお)いをとって B に光を送る。この時刻 t を $t=0$〔s〕とする。

（手順２）B が，A からの光を観測する時刻を t_1〔s〕とする。B はすぐに自分のランプの覆(おお)いをとって A に光を送る。B が覆いをとった時刻を t_2〔s〕とする。

（手順３）A が，B からの光を観測する時刻を t_3〔s〕とし，A はすぐに時計を確認する。A が時計を確認した時刻を t_4〔s〕とする。

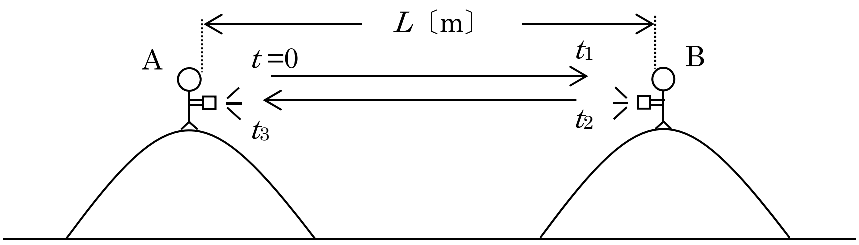

図３－１

問１　A が観測する光の往復時間は t_4（$=\dfrac{L}{c}\times2+\Delta t\times2$）〔s〕に等しいが，光は大変速いので $\dfrac{L}{c}\times2$〔s〕は無視でき，$t_4\fallingdotseq\Delta t\times2$〔s〕となる。したがって，もし，「人間の反応時間」という測定誤差に気づかなければ，光は $\Delta t\times2$〔s〕の時間で A と B の間を往復したと思い込んでしまう。こうして計算した場合，光の速さ c'〔m/s〕を求めよ。ただし，$L=3.0$ km，$\Delta t=0.20$ s とせよ。

このように測定する物理量に対し，測定誤差が大きい場合，実際とかけ離れた結果になってしまう。しかし，光の速さを有限なものとして調べようとしたことにガリレオの実験の意義がある。

ガリレオに次いで光の速さを求めたのは天文学者のレーマーとブラッドリーである。レーマーは木星の衛星の観測から光の速さを求めたが，ここでは，ブラッドリーの方法について詳しく考えてみよう。

1727 年，イギリスのジェームズ・ブラッドリーは，天頂儀と呼ばれる望遠鏡で天頂付近を通過するりゅう座 γ 星の 1 年間の動きの変化から光行差を発見し，光の速さを求めた。

観測者は地球とともに太陽のまわりを公転しているため，星の見える方向が本来の方向と異なって見える。光行差とはそのずれの角度のことである。この現象は，**図３−２**のように鉛直に降っている雨の中を歩くと，雨は斜め前から降るように見えるので傘を前方に傾けるのと同じである。

図３−３のように，天頂儀とよばれる星を観測する装置の下端を原点 O とし，地球の公転速度 v の向きに x 軸をとる。天頂儀は地球とともに速度 v〔m/s〕で運動しているため，星 S から地球に届く光の速度 c〔m/s〕は，地球から見た光の相対速度 c'〔m/s〕として観測され，星は S′ の位置にあるように見える。このときの∠SOS′ が光行差で，この角度を ϕ とする。

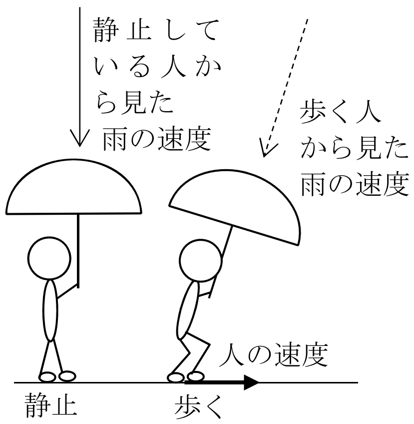

図３−２

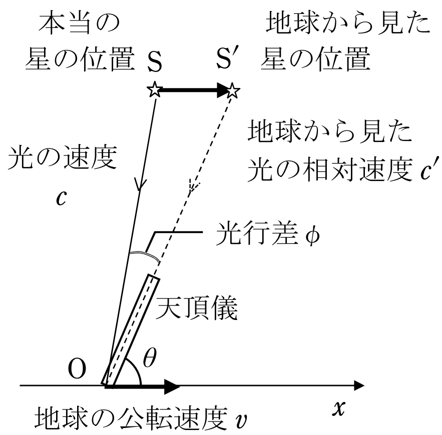

図３−３

問２　天頂儀と x 軸がなす角度を θ とするとき，$\phi = \dfrac{v}{c}\sin\theta$〔rad〕が成り立つことを，**図３−３**の△SOS′ に注目して示せ。ただし，SS′の矢印は地球の公転速度 v に対応しており，x 軸に平行である。なお，ϕ が十分小さい（0 に近い）とき，$\sin\phi \fallingdotseq \phi$〔rad〕が成り立つとする。また，一般に三角形 ABC について，次の式が成り立つ（**図３−４**）。

正弦定理　$\dfrac{a}{sinA} = \dfrac{b}{sinB} = \dfrac{c}{sinC}$

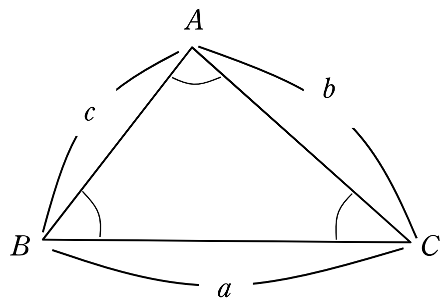

図３−４

ブラッドリーはロンドンで，りゅう座γ星（これを星Sとする）の位置を1年間観測した結果，光行差によって，**図３−５**に示すような楕円運動A´B´C´D´をすることを発見した。

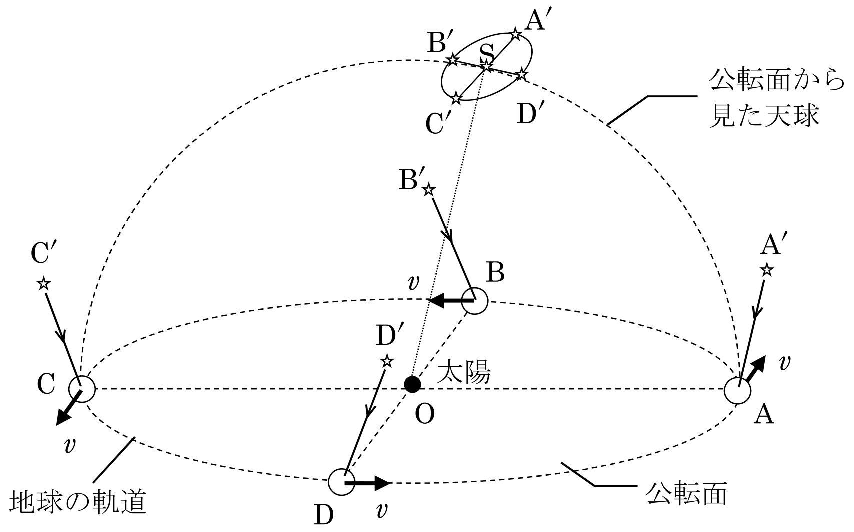

図３−５

A´，B´，C´，D´は，地球の位置A，B，C，Dから見た天球上の星Sの位置である。地球がAにあるときθ＝90°であるから，光行差ϕは，$\phi = \dfrac{v}{c}\sin 90° = \dfrac{v}{c}$となる。

ブラッドリーは，地球の公転速度v〔m/s〕と光の速さc〔m/s〕の比を求めることにより，太陽から地球に光が届く時間を求めた。これについては，各自で考えて欲しいところである。ここでは光の速さについて議論しているので，ブラッドリーの観測結果と現在知られている地球の公転半径を使って光の速さを求めてみることにする。

問３　地球の公転半径$R = 1.50 \times 10^{11}$ mから，地球の公転速度v〔m/s〕の大きさを求めよ。ただし，１年を365日とし，有効数字3桁で答えよ。

問４　ブラッドリーは長年の観測の結果から$\phi = 20''$であることを得た。この値を使って光の速さc〔m/s〕を，有効数字2桁で求めよ。ただし，$1''$（秒），$1'$（分），$1°$（度），1 rad（ラジアン）はすべて角度の単位で，$180° = \pi$〔rad〕，$1° = 60'$，$1' = 60''$の関係がある。

この結果は，当時としては非常によい値であったはずである。

1849年，フランスのフィゾーは，初めて地上での実験によって光の速さの精度を高めることに成功したが，1862年，フランスのレオン・フーコーは，回転鏡を用いた方法を考え出し，より正確に光の速さを求めることができた。このフーコーの実験について考えよう。**図３－６**，**図３－７**は，フーコーの実験の模式図である。

まず，回転鏡 M_0（鏡に沿った軸を中心に一定の速さで回転できるようにした鏡），スリット S_1，鏡 M_1 を**図３－６**のように設置する。このとき，鏡 M_1 は，回転鏡 M_0 が静止しているとき，スリット S_1 から出た光が回転鏡 M_0 と鏡 M_1 で反射して，スリット S_1 に再び戻るように調整しておく。

次に，**図３－７**のように回転鏡 M_0 を一定の回転数で回転させて，同様にスリット S_1 から光を回転鏡 M_0 に入射させる。光は，回転鏡 M_0 で反射してから鏡 M_1 で反射して再び回転鏡 M_0 に達するまでには時間がかかる。その間，回転鏡 M_0 は回転しているため，光はスリット S_1 には戻らず，S_2 にやってくる。したがって，S_2 と S_1 のずれ d〔m〕を測定することにより，光の速さ c〔m/s〕を求めることができる。

問５　回転鏡 M_0 の１秒あたりの回転数を n〔1/s〕とすると，M_0 は１秒間に $2\pi n$〔rad〕だけ回転する。光が回転鏡 M_0 から鏡 M_1 に達し，再び M_0 に戻るまでの時間を t〔s〕とする。

①時間 t〔s〕の間に回転鏡 M_0 が回転する角 θ〔rad〕を n，t を使って表せ。

②$\angle S_1M_0S_2 = \alpha$〔rad〕とするとき，$\alpha$ を，θ を使って表せ。

問６　α が十分小さいとき $d = r\alpha$ の関係が成り立つ。

① 光の速さ c を d，L，n，r を用いて表せ。ただし，L〔m〕は M_0 と M_1 との距離，r〔m〕は S_1 と M_0 との距離であり，$M_0S_2 = r$ としてよい。

②　フーコーは，測定の結果 $d = 7.0$ mm を得た。この結果と $L = 20$m，$n = 800$/s，$r = 5.19$m の値を用いて光の速さ c〔m/s〕を，有効数字２桁で求めよ。

1926年，アメリカのマイケルソンは，フーコーの方法を改良し，2.99796×10^8 m/s の値を得た。

現在では，光の速さは 2.99792458×10^8 m/s と定義され，１m の長さも，光が 1/299,792,458 秒の時間に真空中を進む距離と定義されるなど，物理定数の中でも最も重要な定数の一つである。

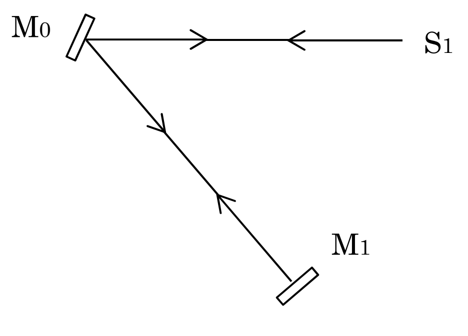

図３－６

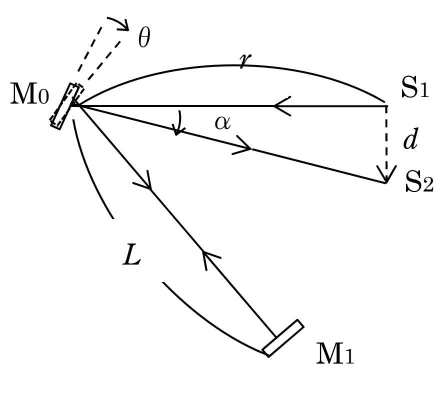

図３－７

岡山県マスコット　ももっち