＜H9-1-A：問題＞

紀元前のギリシア人は、地球が丸いことをすでに知っていたといわれている。彼らは、海の上を遠くから近づいてくる船の最上部が最初に見え、その後徐々に船体が姿を現すことに気づき、地球が丸いと考えていたとされる。図１－１のように海面から20mの高さのマストを持つ船が近づき、マストの先端が最初に見えたときの目の位置から船までの距離はいくらか。最も近いものを次の中から選べ。

ただし、地球は滑らかな球とし、その半径は6,400ｋｍ。目の高さは海面上0ｍとする。また、大気による屈折は考えないものとする。なお、関数の数値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

１．10ｋｍ　２．12ｋｍ　３．14ｋｍ　４．16ｋｍ　５．18ｋｍ

図１－１

<H9-1-A：解答>

これはピタゴラスの定理と開平計算を要する問題である。

底辺 6400ｋｍ、斜辺 6400.02ｋｍの直角三角形を考え、対辺の長さを求めればよい。
$x^2=6400.02^2-6400.00^2$ を求めることになるが、6 桁の二乗は 12 桁にもなり、計算が面倒なので $L \fallingdotseq L_0-h^2/2L_0$ という展開式を使う。

求めるのは上式のうちｈであるからこれを変形すると、$h^2=2L_0(L_0-L)$
となるので、代入する。ただし、$(L_0-L)=6400.02-6400.00=0.02$ｋｍである。

$h^2=2\times6400\,km\times0.02\,km=256\,km^2=16^2\,km^2$

$\therefore\quad h=16\,km$

$\boxed{\text{解答　4}}$

<H9-1-B：問題>

トランシットを用いて三日間にわたり同一の水平角を観測した。１日目には４回、２日目には５回、３日目には３回の観測を行った。それぞれの日の観測値の平均をとり、表１－１の結果を得た。これから求められる水平角の最確値はいくらか。次の中から選べ。

ただし、観測回数を重量とするものとする。なお、関数の数値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

表１－１

	観測値の平均	観測回数
１日目	118°18′55″	4
２日目	118°19′13″	5
３日目	118°18′49″	3

１．118°18′58″
２．118°18′59″
３．118°19′00″
４．118°19′01″
５．118°19′02″

<H9-1-B：解答>

重量平均によって最確値を求める問題である。

深く考えず、「**各観測値に各重量を掛けて総重量で割る**」とイメージする。

分単位で揃えて 118°18′以下について計算すると、

	計算式	
１日目	55″×4	220
２日目	73″×5	365
３日目	49″×3	147
計	12	732

∴　118°18′＋732″/12＝118°18′61″＝**118°19′01″**

$\boxed{\text{解答 ４}}$

<H9-1-C：問題>

次の文は、標準的な公共測量作業規程に基づいて実施するＧＰＳ測量機を用いた 1～2 級基準点測量について述べたものである。**間違っている**ものはどれか。次の中から選べ。

１．既知点及び新点を組み合わせた２点以上の観測点において、ＧＰＳ測量機を用いて同時に観測する。
２．ＧＰＳ測量機のアンテナ高を測定する。
３．ＧＰＳ衛星の軌道情報として放送暦を用いてよい。
４．ＧＰＳ測量機は搬送位相が測定できるものを使用する。
５．同時に３個以上のＧＰＳ衛星からの電波を受信すれば十分である。

<H9-1-C：解答>

問題各文について見ると次のようになる。

１．　新点位置の精度のためには４点以上の観測点で行う方が、基線数が増えて望ましい。問題文では「２点以上の観測点」としているため、問題文は正しいといえる。

２．　観測値はアンテナでの三次元位置となるので、測点の高さに引き直すためにアンテナ高を測定する。よって問題文は正しい。

３．　これは受信機の記録と計算機の内部処理の問題であるが、通年日（ユリウス日）を基準とした放送暦などを用いる。よって問題文は正しい。※実際には 1,023 週を周期とする通週日が用いられているという。

４．　測量で用いるＧＰＳ受信機は搬送位相を測定し計算によってこの位相差から基線解析を行うものである。よって問題文は正しい。

５．　ＧＰＳ衛星は秒速４ｋｍ程度（時速 10,000ｋｍ以上）の速度で運動しているので、解析には相対性理論を適用すると言われる。これは時刻情報を補正するため４個目の衛星の信号を必要とするとされている。よって問題文は**間違い**。

解答　５

<H9-1-D：問題>

図１－２のような多角測量を実施し、表１－２の観測値を得た。新点(3)における既知点Ｂの方向角はいくらか。次の中から最も近いものを選べ。

ただし、既知点Ａにおける既知点Ｃの方向角T_Aは 330°14′20″とする。なお、関数の数値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

１． 0° 2′ 5″
２． 0° 3′ 15″
３．359° 57′ 45″
４．359° 58′ 45″
５．359° 59′ 55″

表１－２

β_1＝ 80° 20′ 32″
β_2＝260° 55′ 18″
β_3＝141° 34′ 10″
β_4＝273° 2′ 15″

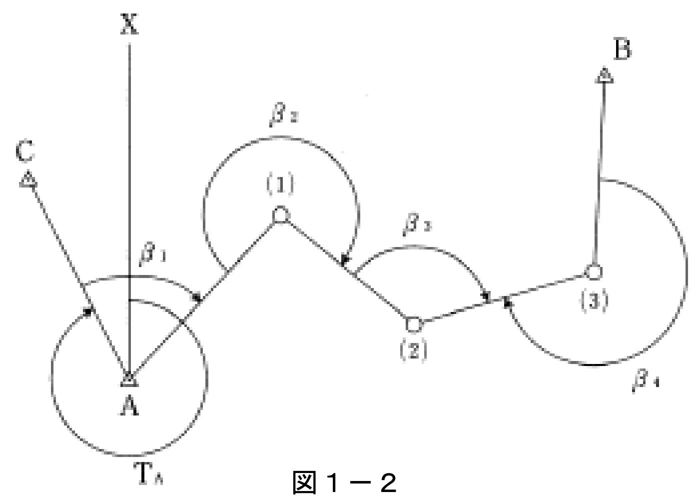

図１－２

＜H9-1-D：解答＞

方向角の計算は測量士補では重要な知識である。実務では電算やＴＳの計算機能搭載により、触れる機会は減っているが必要な理論といえる。ここでβ_4だけ観測方向が逆であることに注意する。

狭角の総和にT_Aを加算し、（内角数－1＊）×180°を減算するという方法で足りるが、これは手書きによる「多角測量計算簿」では一般的である。電算が主流となった現在でも、このような手書き用の各種帳票用紙は日本測量協会の各支部で販売されている。

①　狭角の総和を計算する。

$\beta_1+\beta_2+\beta_3-\beta_4=(80+260+141-273)°\ (20+55+34-2)'\ (32+18+10-15)''=208°\ 107'\ 45''=209°\ 47'\ 45''$

②　出発点の方向角を加算し、（内角数－１）×180°を引く。

$330°\ 14'\ 20''+209°\ 47'\ 45''-180°\times 3=540°\ 2'\ 5''-540°=0°\ 2'\ 5''$

＊常に（内角数－1）とは限らないが、今回は最終の挟角が逆向きなので360°から引いた角（補角という）を加算すべきところを差し引いている。

解答　1