

1 鳥類に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

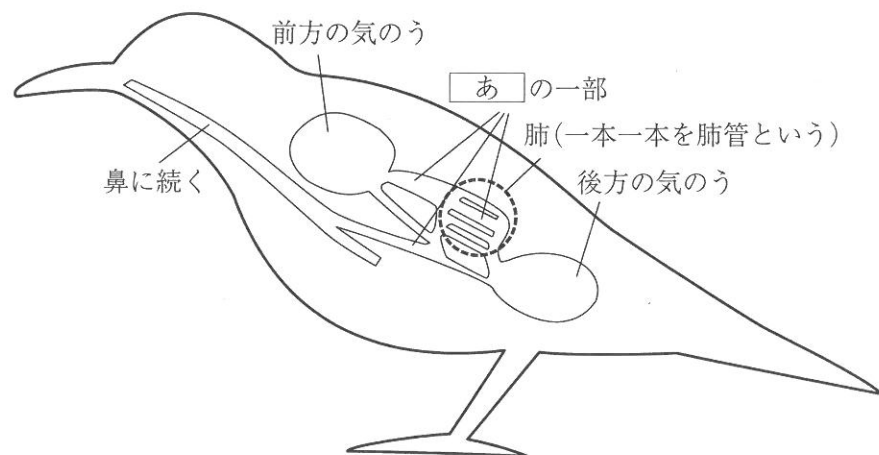
鳥類は、飛行などの激しい運動に適するためにヒトとは異なる呼吸器官を持っています。

ヒトでは、口や鼻から吸われた空気は途中で胃へ向かう管と分かれて「あ」へと入っていきます。「あ」は左右の肺へとつながり、さらに細かく枝分かれし、その先は「い」と呼ばれる小さな袋状のつくりになっています。この「い」のまわりを「う」と呼ばれる細い血管が取り巻いており、取り入れた空気中の「え」は血管に入り、不要な「お」と交換されます。吐き出すときは同じ通路を逆にたどり、口や鼻から出ていきます。

一方、鳥類が空気を吸うときには、同時に前後の気（気体をためる袋のこと）がふくらみます。鼻から入った「え」の多い新鮮な空気は後方の気（う）に送り込まれ、一度たくわえられます。

①鳥類が空気を吐くときには、同時に前後の気（う）が縮みます。肺管には並行するように「う」が張りめぐらされており、血液は「か」から「き」へと、空気の流れとは逆方向に流れています。血液は「お」を肺管の「か」の空気へと放出した後、「き」の空気から「え」を取り込んでいます。肺管を通過した空気は前方の気（う）へと集められ、最後は体外へ出ていきます。

このような仕組みによって、②鳥類が空気から一定量の血液内に取り込める酸素量は、哺乳類の 2.6 倍にも達し、現存する鳥類は、他のセキツイ動物では酸素不足になってしまうような高度にまで進出しています。アネハヅルはヒマラヤ上空、高度 8000 m 以上を飛行することが知られています。



(1) 文章の空欄に当てはまる言葉をそれぞれ答えなさい。ただし、「か」と「き」には「前方」か「後方」のどちらかの語が入ります。

(2) 鳥類の中には、食料や環境、繁殖などの目的に応じて、定期的に国をまたいで長い距離を移動するものがあり、これを渡り鳥と呼んでいます。渡り鳥には、春から夏にかけて南の土地から日本にやってくる夏鳥が存在します。次の中から夏鳥に当てはまるものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア. シギ イ. マガモ ウ. カッコウ エ. ウグイス

(3) ヒトの肺は筋肉がないため、肺だけでは膨らんだり縮んだりしません。では、ヒトの肺が膨らんだり縮んだりするのはなぜですか。以下の文章の空欄に当てはまる言葉を入れて、肺が膨れる理由を完成させなさい。ただし、「1」と「2」には臓器の名前を 1 つだけ入れなさい。「4」には骨の名前を入れなさい。それ以外の空欄には、下の語群から適切なものをそれぞれ選び、記号で答えなさい。

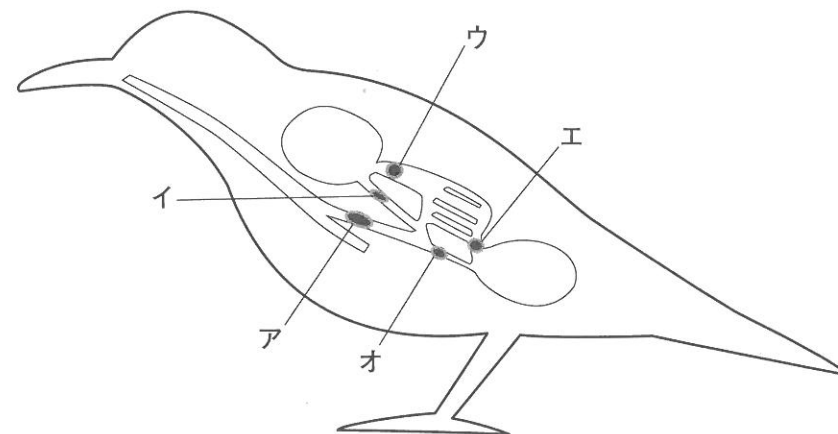
ヒトの内臓が入っている場所は、かん臓と肺の間が筋肉の一種である横かく膜によって上下に仕切られており、上を胸くう、下を腹くうと呼びます。胸くうには肺以外に例えば「1」が存在し、腹くうにはかん臓以外に例えば「2」が存在しています。

息を吸い込む時、横かく膜が「3」に引っ張られ、また「4」が上がることで、胸くう内の体積が「5」し、肺は膨れ、肺の中の気圧が外気より「6」なります。これにより空気が肺の中に流れ込めます。

【語群】

ア. 上 イ. 下 ウ. 高く エ. 低く オ. 増加 カ. 減少

(4) 下線部①のように息を吐くとき、実際は「あ」の 1 か所がふさがれています。ふさがれている部分としてもっとも適切な場所を 1 か所選び、記号で答えなさい。ただし、「あ」は肺の内外や太さにかかわらず空気が通るすべての管のことを指します。



(5) 下線部②のようなことがおこるのはなぜですか。次の中から適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

ア. ヒトの肺と同じはたらきを持つ気のとと呼ばれる空気が入る袋が2つもあるから。

イ. 鳥類は小さい体のわりに大きな肺を持っているから。

ウ. 新しい空気と古い空気が混ざりあわないから。

エ. 鳥類は筋肉が発達しており、そもそも空気があまりなくても活動できるから。

オ. 一回空気を吸えば、それを何度も使いまわせるから。

(6) 現在、鳥類と昆虫以外で飛行に完全に適応した（自由自在に空中を長時間にわたって移動できる）動物を答えなさい。ただし、トビウオやムササビのような短時間の空中移動は除きます。

問題は次のページに続きます。

- 2 ばねばかりに棒磁石を取り付け、図 1 のようにスタンドのアームからつるしました。ばねばかりの先と棒磁石は磁石の力でつながっていて、外れることはありません。棒磁石の真下には電磁石があり、電磁石は導線で電源装置とつながっています。電源装置は自由な電圧を電磁石に加えることができ、その電圧値は電源装置に表示されます。ばねばかり、棒磁石、電磁石は一直線上に並んでいて、図 1 のように棒磁石の S 極が下を向くようにとりつけられています。

電磁石に流れる電流を測定できるように①電流計をつなぎ、電磁石に電流を流しました。このとき、②スタンドのアームを上下に動かし電磁石の一番上と棒磁石の一番下の間が常に 1 cm になるようにして実験を行いました。表 1 は、電源装置の電圧値に対する、電流計とばねばかりの値を記録したものです。以下の問いに答えなさい。

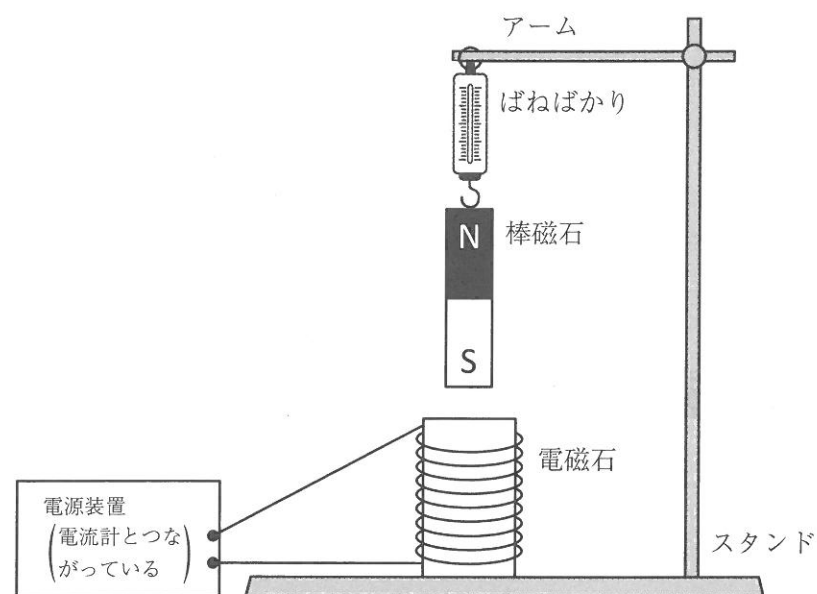


図 1

表 1

電源装置の電圧値 [V]	2.0	4.0	7.0	9.5	(あ)	16
電流計の値 [A]	0.04	0.08	(い)	(う)	0.26	0.32
ばねばかりの値 [g]	120.0	118.0	115.0	(え)	(お)	106.0

- (1) 電流を流している間のみ磁石の性質をもつ電磁石に対して、いつでも磁石の性質をもつ棒磁石のような磁石を永久磁石とよびます。以下の (a) ~ (d) の道具について、電磁石のみが使われている道具はア、永久磁石のみが使われている道具はイ、電磁石と永久磁石の両方が使われている道具はウ、電磁石と永久磁石のどちらも使われていない道具はエと答えなさい。ただし、同じ記号を何度も使ってよいとします。

(a) モーター (b) 方位磁針 (c) 手回し発電機 (d) 黒板

- (2) 下線部①について、電流計の使い方について述べた文として適当でないものをすべて選び、記号で答えなさい。

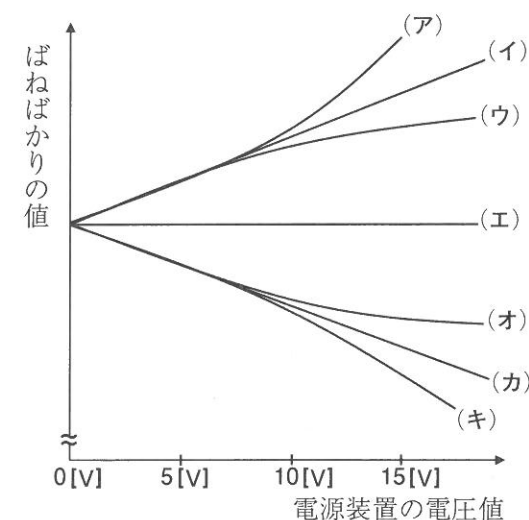
ア. 電流計を電源装置や電池の両端に直接つないではいけない。
イ. 電流計ははかろうとするものに直列につなぐ。
ウ. 電流計のプラス端子から電流が流れ出るようにつなぐ。
エ. はじめは電流計の一番大きな数が書かれたプラス端子につなぐ。
オ. 針が振り切れたときは、調節ねじを回して読み取れるように調整する。

- (3) 電磁石に電流を流している間、電磁石の上側は N 極と S 極のどちらになっていますか。

- (4) 表 1 の (あ) ~ (お) に当てはまる数値を答えなさい。

- (5) 棒磁石の重さは何 g ですか。

- (6) このとき、横軸に電源装置の電圧値を、縦軸にばねばかりの値をとったグラフは、どのようなグラフになりますか。下図の (ア) ~ (キ) の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、他の問題の都合により縦軸の値は省略しています。



- (7) 下線部②の操作のかわりに、スタンドのアームを動かさずに実験したところ、電流の大きさを变化させるにつれて棒磁石のほうが動くようになりました。このとき、横軸に電源装置の電圧値を、縦軸にばねばかりの値をとったグラフは、どのようなグラフになりますか。(6) の図の (ア) ~ (キ) の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (8) ふたたび下線部②のように電磁石の一番上と棒磁石の一番下の間が常に 1 cm になるようにして実験を行いました。そして電磁石に逆向きの電流を流しました。ばねばかりの示す値が 138.5 g のとき、電源装置の電圧値と電流計の値はそれぞれいくらですか。ただし、ふたつの磁石を用意したとき、一方の磁石の N 極と S 極を入れ替えても、ふたつの磁石の間の力の大きさは同じであることがわかっています。

問題は次のページに続きます。

3 〔Ⅰ〕二酸化炭素の性質について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 二酸化炭素の特ちょうとして正しいものを次の中からすべて選び、記号で答えなさい。
- ア. 無色無臭である。
 イ. 空気より軽く、水に溶けやすい。
 ウ. 火を近づけると、燃えて別のものに変わる。
 エ. ぬれた赤色リトマス紙に近づけると、青色に変わる。
 オ. お風呂に入れる発泡入浴剤から出てくる泡の成分気体である。
 カ. 「まぜるな危険」と書いている洗剤をまぜると発生する有害な気体である。
- (2) 二酸化炭素が発生する反応として正しいものを次の中からすべて選び、記号で答えなさい。
- ア. ろうそくを燃やす。
 イ. アルコールを燃やす。
 ウ. 鉄を塩酸の中に入れる。
 エ. たまごのからを塩酸の中に入れる。
 オ. 貝がらを水酸化ナトリウム水溶液に入れる。
 カ. アルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液に入れる。
- (3) 大気中の二酸化炭素濃度が増加することによる、地球環境への影響として正しいものを次の中からすべて選び、記号で答えなさい。
- ア. 酸性雨により、森林が枯れる。
 イ. 海水面の上昇により、低地が海に沈むおそれがある。
 ウ. 海水中の栄養分が増加し、プランクトンが異常発生する。
 エ. 南極大陸でオゾンホールが拡大し、紫外線がふりそそぐ。
 オ. PM 2.5 などの粒子状物質が大気中に増え、太陽光を吸収する。
 カ. 地球全体の平均気温が上がり、世界各地で異常気象がみられる。
- (4) 二酸化炭素は、自動車がガソリンを燃やして走ったり、石油を使って火力発電をしたりする際に大気中に放出されます。そういった放出を防ぐために、現在、実用化されていることを1つあげなさい。

〔Ⅱ〕二酸化炭素の反応について、以下の問いに答えなさい。

二酸化炭素を石灰水に通じると、白くにごります。これは、水に溶けにくい炭酸カルシウムという白いものができるからです。また、石灰水は水酸化カルシウムの水溶液であり、この変化は、二酸化炭素と水酸化カルシウムの中和であるともいえます。

あるこさの石灰水 10cm³ を試験管に入れ、いろいろな量の二酸化炭素を吹き込んだときにできる炭酸カルシウムの量を調べると、下の表 1 のようになりました。二酸化炭素を 448cm³ 吹き込んだときの試験管に BTB 液を加えると、緑色になりました。

表 1

実験番号	①	②	③	④	⑤
石灰水に通じた二酸化炭素 [cm ³]	0	112	224	336	448
できた炭酸カルシウム [g]	0	0.5	1.0	1.5	2.0

- (5) 実験番号③の試験管に BTB 液を加えると、何色に変化しますか。
- (6) 実験番号①について、この石灰水 10cm³ をあるこさの塩酸で中和するのに必要な量は 20 cm³ でした。
- 実験番号②以降の試験管にこの塩酸を入れると、順番に次の反応 A・B が起こります。
- 反応 A…反応せずに残った石灰水が塩酸と反応する。
 反応 B…炭酸カルシウムが塩酸と反応して溶ける。このとき、炭酸カルシウムを完全に溶かすのに必要な塩酸の量は、つくるのに要した石灰水の量の 2 倍である。
- (i) 実験番号⑤の試験管で、反応 B が終わるまでに必要な塩酸の量は何 cm³ ですか。
- (ii) 実験番号②以降の試験管で、反応 B が終わるまでに必要な塩酸の量についてどのようなことがいえますか。次の中から正しいものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 実験番号②から順に、必要な塩酸の量は増加する。
 イ. 実験番号②から順に、必要な塩酸の量は減少する。
 ウ. 実験番号にかかわらず、必要な塩酸の量は (i) で求めた量である。
 エ. 実験番号にかかわらず、必要な塩酸の量は (i) で求めた量の 2 倍である。
 オ. 実験番号が奇数のものは必要な塩酸の量が多く、偶数のものは量が少ない。
 カ. 実験番号が偶数のものは必要な塩酸の量が多く、奇数のものは量が少ない。

(7) 人間の呼気は 1 回あたり 500cm^3 といわれています。また、呼気の 4% が二酸化炭素です。表 1 の実験番号①の石灰水に、10 回 呼気を吹き込んだときにできる炭酸カルシウムは何 g ですか。小数第 3 位を四捨五入して、小数第 2 位まで答えなさい。

炭酸カルシウムは水に溶けにくいものですが、さらに二酸化炭素を通じ続けると炭酸カルシウムは溶けて、白いにごりが消えます。これは、水の中の炭酸カルシウムが二酸化炭素や水と反応して、炭酸水素カルシウムという水に溶けやすいものになるからです。

表 1 の続きとして、より多くの二酸化炭素を吹き込んだときの炭酸カルシウムの量を調べると、下の表 2 のようになりました。

表 2

実験番号	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
石灰水に通じた二酸化炭素 [cm^3]	448	560	672	784	896
できた炭酸カルシウム [g]	2.0	1.5	1.0	0.5	0

- (8) 表 1 の実験番号①の石灰水に、(7) と同じ条件で人間の呼気を吹き込んでいくとき、何回吹き込むと炭酸カルシウムの白いにごりが完全に消えますか。回数を整数で答えなさい。
- (9) ドライアイスは二酸化炭素の固体で、ドライアイスが気体になると、その体積は 800 倍になります。ドライアイス 1cm^3 のおもさを 1.57g として、次の問いに答えなさい。
- (i) 1.0g のドライアイスがすべて気体になると、その体積は何 cm^3 になりますか。小数第 1 位を四捨五入して、整数で答えなさい。
- (ii) 表 1、表 2 から、石灰水にドライアイスを入れて、残る炭酸カルシウムが 1.0g 以下になるようにするためには、入れるドライアイスのおもさをどのような範囲にすればよいですか。数値は小数第 3 位を四捨五入して、小数第 2 位まで用い、「○.○○ g 以下」や「△.△△ g 以上」という言葉を使って範囲を答えなさい。ただし、石灰水中ではドライアイスは気体になってからすべて石灰水(水酸化カルシウム)と反応するとします。

問題は次のページに続きます。

4 公転運動に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

2014 年 10 月、日本の気象衛星ひまわり①号が打ち上げられ、2015 年 7 月より運用が開始されました。この衛星は静止衛星という種類の人工衛星で、赤道上空の静止軌道という特別な衛星の通り道を公転しています。静止衛星の公転周期は、「地球の自転 1 回にかかる時間」と同じで、この「地球の自転 1 回にかかる時間」のことを「1 恒星日」とよんでいます。

これに対して、「太陽が南中してから次に南中するまでの時間」のことを「1 太陽日」といいます。私たちがいつも使っている「1 日」は、この「1 太陽日」です。しかし、地球は公転しながら自転しているため、ある日の②南中時刻からちょうど 1 恒星日たった時刻は、まだ次の日の南中時刻ではありません。

地球は③へ自転しているため、1 日の中で太陽が南中する場所は、④へとうつっていきます。また、ある日の南中時刻からちょうど 24 時間たった時刻は次の日の南中時刻ではなく、南中時刻は日ごとに多少の変化があります。これには、⑤「地球が太陽を中心にして円軌道で公転しているのではなく、楕円軌道で公転していること」、⑥「地球の地軸がかたむいていること」という 2 つの原因が、複雑に関係しあっています。

(1) ①に入る数字を答えなさい。

(2) 下線部②について、ある日の奈良県の日の出の時刻は午前 7 時 2 分、日の入りの時刻は午後 5 時 6 分でした。ある日の奈良県の南中時刻を求めなさい。「午前」か「午後」かも明記しなさい。

(3) ③、④に入る言葉として正しいものを次の中から 1 つずつ選び、記号で答えなさい。なお、同じ記号を 2 度選んでもよいとします。

ア. 東から西 イ. 西から東 ウ. 北から南 エ. 南から北

(4) 地球が 1 太陽日で自転する角度は何度ですか。ただし、計算を簡単にするために、地球は太陽を中心とした円軌道で公転しているとし、地球の公転周期を 360 日、1 太陽日を 24 時間とします。

(5) (4) の結果から、1 恒星日はほぼ 24 時間ですが、多少のずれがあることがわかります。

1 恒星日を 24 時間としたとき、静止衛星が公転している静止軌道は、赤道上空の何 km の高さか求めなさい。ただし、計算を簡単にするために、静止軌道は地球を中心とした円軌道とし、静止衛星の公転速度を時速 11100 km、地球の半径を 6400 km、円周率を 3.14 とし、割り切れない場合は小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。

(6) (5) で求めた静止軌道の高さに対して、国際宇宙ステーションの周回軌道は、地上から 400 km の高さにあります。これらを 2 億分の 1 の縮尺に表すと、それぞれの軌道は図 1 のどのあたりとなりますか。(例) のように、静止軌道を (あ)、国際宇宙ステーションの軌道を (い) として、解答欄に矢印でかきなさい。ただし、図 1 の地球の縮尺は 2 億分の 1 ではありません。

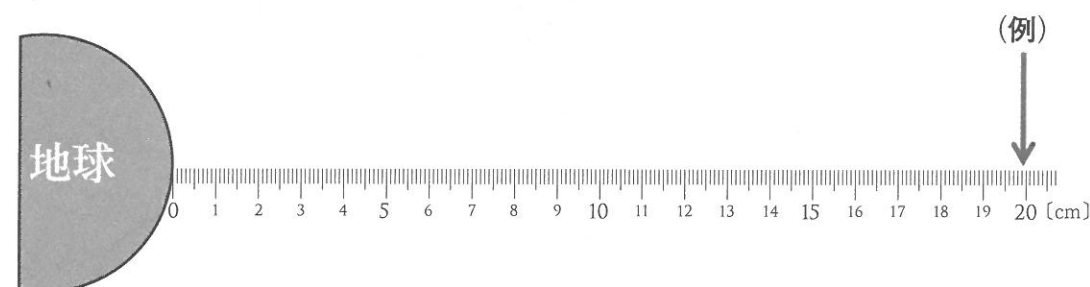


図 1 2 億分の 1 の縮尺の地球上空

実際には、静止衛星も含めて、宇宙空間で何かの周りを公転しているものは円軌道ではなく、楕円軌道で公転しています。太陽の周りを公転している地球も同じです。

図 2 のように、地球の公転の楕円軌道を厚紙にかき、1 年で太陽に一番近い日を①、太陽から一番遠い日を②、①と②のちょうど真ん中の位置にきた日を③として、それぞれの前後 1 週間の日をそれぞれ「あ」～「か」としました。また、それぞれの扇形の面積を A、B、C とし、それらの面積の厚紙を切り取って重さを比べると、すべての厚紙の重さはちょうど同じでした。

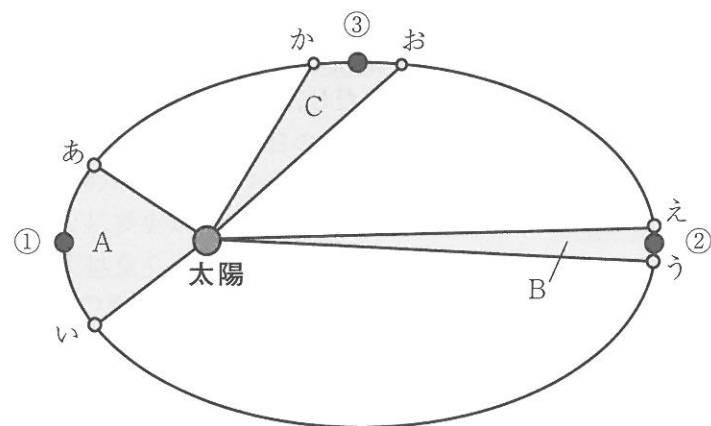


図 2 地球の公転軌道 (実際よりも楕円を強調している。)

(7) 図 2 から読み取れる地球の公転の速さについて正しいものを次の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. ①から②に向かう途中で、速さが急に速くなる。
- イ. ②から③に向かう途中で、速さが急に遅くなる。
- ウ. ③から①に向かう途中で、速さが急に遅くなる。
- エ. ①付近を移動するときが、速さがもっとも速い。
- オ. ②付近を移動するときが、速さがもっとも速い。
- カ. ③付近を移動するときが、速さがもっとも遅い。

(8) 2015 年の春分、夏至、秋分、冬至はそれぞれ次の日でした。図 2 の①にもっとも近いのはどれですか。春分、夏至、秋分、冬至のうちから答えなさい。

2015 年の春分：	3 月 21 日	(冬至から 89 日)
夏至：	6 月 22 日	(春分から 93 日)
秋分：	9 月 23 日	(夏至から 93 日)
冬至：	12 月 22 日	(秋分から 90 日)

(9) 下線部⑤について、地球が楕円軌道で公転しているとき、春分、夏至、秋分、冬至のうち、その前の日に比べて南中時刻がもっとも遅れるのはどの日だと考えられますか。次の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、地球の自転軸はかたむいていないとし、下線部⑤のみが与える影響について答えなさい。

- ア. 春分 イ. 夏至 ウ. 秋分 エ. 冬至
- オ. 春分と秋分 カ. 春分と夏至 キ. 夏至と冬至 ク. 秋分と冬至

(10) 下線部⑥について、地球が図 3 のように地軸をかたむけながら太陽を中心にして円軌道で公転しているとき、春分、夏至、秋分、冬至のうち、その前の日に比べて南中時刻がもっとも遅れるのはどの日だと考えられますか。(9) の選択肢から 1 つ選び、記号で答えなさい。

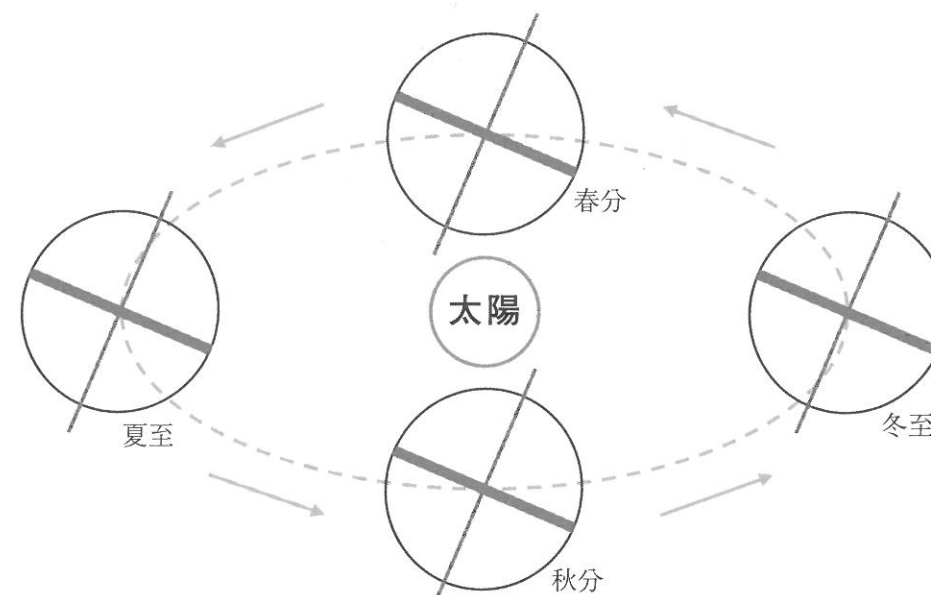
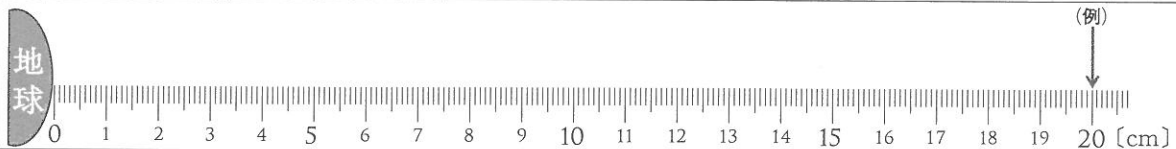


図 3 地球の公転 (自転軸がかたむいた状態で公転している。)

受験番号						氏名	

※のらんには何も書かないこと。

1	(1)										※
	あ		い		う		え				
	(1)		(2)		(3)						
	お		か		き		1		2		
2	(1)										※
	(a)		(b)		(c)		(d)		(2)		
	(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		
	あ		い		う		え		お		
3	(1)										※
	(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		
	(7)		(8)		(9)		(10)		(11)		
	g		回		cm ³		(i)		(ii)		
4	(1)										※
	(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		
	(7)		(8)		(9)		(10)		(11)		
	km		時		分		度		(12)		



※