

【1】 以下の問いに答えなさい。ただし、地球は完全な球体とします。

鉄道好きな太郎君は、夏休みの旅行の計画のために時刻表を買いました。何気なく JR 武蔵野線の路線図（図1）を見ていると、東川口駅と吉川駅の間では東西にほぼ真っ直ぐ列車が走っていることに気がつきました。そこで太郎君は、この2つの駅の間の距離と経度の違いから、地球の赤道半径を求めることにしました。まず、武蔵野線上での府中本町駅から各駅までの距離を時刻表で調べ、次にそれぞれの駅の緯度と経度をインターネットで調べて、表1にまとめました。

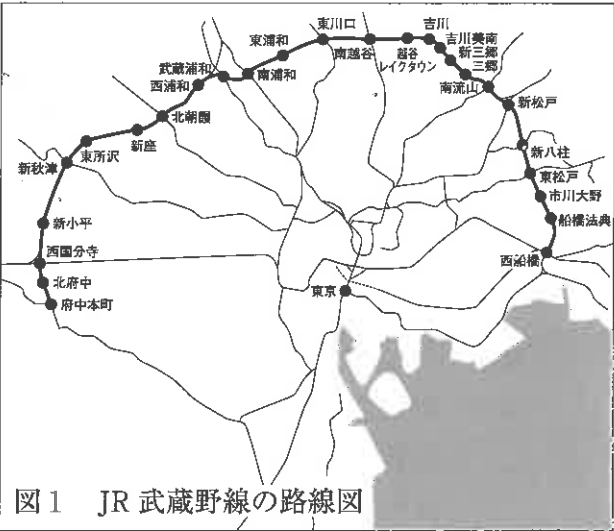


図1 JR 武蔵野線の路線図

表1 東川口駅と吉川駅に関する情報

場所	武蔵野線上での府中本町駅からの距離	緯度	経度
東川口駅	39.2 km	北緯 35.87 度	東経 139.74 度
吉川駅	48.2 km	北緯 35.87 度	東経 139.84 度

表1から東川口駅から吉川駅までの距離は（ ① ）kmであり、2つの駅の緯度は同じであり、経度の差が（ ② ）度であることがわかりました。

次に図2のように北緯 35.87 度の地点を結んだ線で地球を輪切りにしたときにできる断面の円Aについて考えました。円Aの円周の長さを計算すると、（ ③ ）km となりました。さらに円周率を 3.14 として円Aの半径を計算し、十の位を四捨五入して整数で表すと（ ④ ）km となりました。

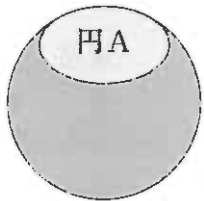


図2

今度は、円Aの半径と、赤道半径を比べました。図3のように分度器を置き、円Aの半径がわかるように両矢印（ $\longleftrightarrow$ ）を用いて作図すると、

円Aの半径 : 赤道半径 = 1 : （ ⑤ ）
であることがわかりました。

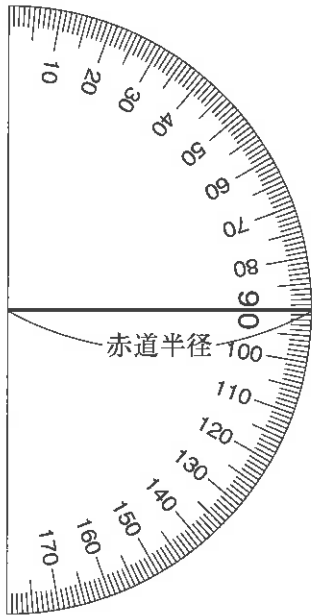


図3

- (1) 文章中の①～④に入る適切な数値を、それぞれ答えなさい。
- (2) 下線部が示す作図を、解答用紙の図に描きなさい。
- (3) 文章中の⑤に入るもっとも適切な数値を、次の(ア)～(オ)から選び、記号で答えなさい。
- (ア) 0.8 (イ) 1.0 (ウ) 1.2 (エ) 1.4 (オ) 1.6
- (4) 地球の赤道半径を求めなさい。ただし、計算に必要な数値は文章中の①～⑤から選び用いること。また、十の位を四捨五入して整数で表しなさい。

【2】 次の会話文を読み、以下の問いに答えなさい。

父 健児、またポケモンカードを見ているのか。そのキャラクターはウツボット？

健児 ウツボット知っているの？

父 たぶん実在する食虫植物の a ウツボカズラを参考にして
んだ。形がよく似ているぞ。

健児 ウツボットはウツドンが進化したものなんだ。

父 進化かあ。ポケモンの進化は、生物学でいう
進化とちょっと違うんだぞ。

健児 えっ、どちらがうの？

父 例えば、ポケモンではゲーム中にいきなり別
な姿になることを進化というね。でも、進化
はそんな一瞬 ^{いっしゅん} では起こらないんだよ。例え
ばフシギダネがフシギソウ、フシギバナに変
わるのは、花が咲くだけだから開花というん
だよ。

健児 じゃあ、キャタピーがトランセル、バタフリーに変わるの？

父 それは (①) だろ。 b モンシロチョウなどの ^{こんちゅう} 昆虫で見ら
れる変化だよ。

健児 ツチニンがテッカニンに変わるの？

父 それは (②) だろ。 c セミの幼虫の背中が割れて、成虫
が出てきただけだ。

健児 それじゃ、お父さんのいう進化って？

父 何万年、何十万年という長い年月の間にからだの設計図が少しずつ変わっ
て新しい種類の生物が誕生することを進化というんだ。

健児 ポケモンではその瞬間で変わっちゃうもんね。

父 そうだよ。だから進化とはいわないんだ。

健児 新しい生物の誕生かあ。ところで、からだの設計図って何？

父 DNA という物質からできているんだよ。

健児 デオキシスのこと？デオキシスは宇宙ウイルスのDNAが変異して生まれたポケモンなんだよ。

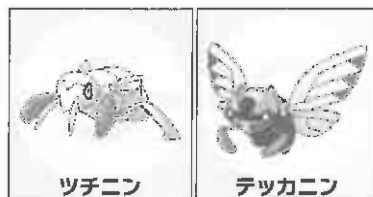
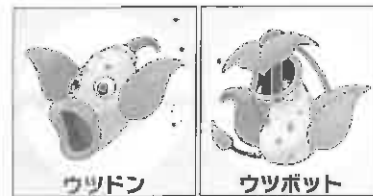
父 そうだね、デオキシスのうでの形はDNAによく似ているね。DNAは2本のひもがから
まった構造をしていて、それぞれのひもには4種類の塩基というものがたくさん並んでいる
んだよ。それぞれの塩基はA、T、G、Cと表
し、からまりをほどいて描くとこんな感じだ。
片方のひもの塩基の並びをみると左から
TCTAGCTCACACCとなっているね。この塩基の並び順が設計図になるんだ。

健児 たった4種類の塩基で設計図がかかっているなんてすごいね。

父 DNAには他にも特徴 ^{とくちょう} があるのだけど、2本のひもで向かい合った塩基の関係がわかるかい？

健児 あれ、もしかして、向かい合う塩基の種類が決まっている？

父 そうだ。AはTと、CはGと向かい合っているんだ。



(1) 下線部 a について、ウツボカズラの特徴として適切なものを、次の(ア)~(エ)から選び、記号で答
えなさい。

- (ア) つば状の構造に昆虫が落ちると、底から登れなくなり、外に出られなくなる
(イ) つば状の構造に昆虫が落ちると、すぐにふたがしまり、外に出られなくなる
(ウ) つば状の構造の入口に粘りけのある毛があり、それに昆虫がくっつくとな動けなくなる
(エ) つば状の構造の底にはとげがたくさんあり、昆虫はとげに刺さると意識を失ってしまう

(2) 会話文中の①、②に入る適切な語句を、それぞれ漢字2文字で答えなさい。

(3) 下線部 b について、モンシロチョウと同じような①が起こる昆虫を、次の(ア)~(オ)からすべて選
び、記号で答えなさい。

- (ア) ツクツクボウシ (イ) ミツバチ (ウ) トノサマバッタ
(エ) オニヤンマ (オ) カブトムシ

(4) 下線部 c について、セミの特徴として適切なものを、次の(ア)~(エ)から選び、記号で答えなさい。

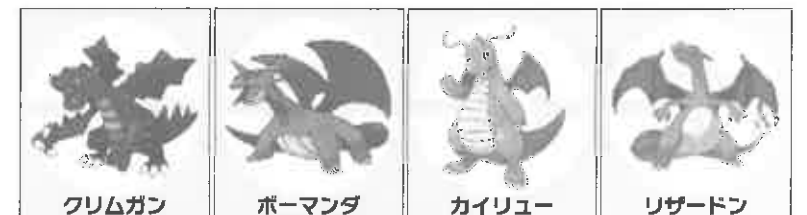
- (ア) オスメスの違いは成虫ではわからない (イ) 鳴き声は胸からだしている
(ウ) 幼虫のころは根から樹液を吸っている (エ) はねは2枚しかない

(5) ある生物のDNA中のA、T、G、Cの割合を調べたところ、Aの割合は20%でした。T、C、
Gの割合はそれぞれ何%ですか。

(6) DNA中の塩基が何か所違うかによって、生物の種類として近い仲間か遠い仲間かがわかりま
す。お父さんはポケモンカードを使って、健児君にクイズを出しました。次のお父さんのクイズ
に答えなさい。

クイズ

次の4つのすがたが似ている
ポケモンのDNAを調べると、
DNA中の4カ所(①~④)に
表のような違いがありました。
これらのポケモンをクリムガン



に近い仲間の順に並べたものとして適切なものを、

次の(ア)~(カ)から選び、記号で答えなさい。

- (ア) ボーマンダ・カイリユー・リザードン
(イ) ボーマンダ・リザードン・カイリユー
(ウ) カイリユー・リザードン・ボーマンダ
(エ) カイリユー・ボーマンダ・リザードン
(オ) リザードン・ボーマンダ・カイリユー
(カ) リザードン・カイリユー・ボーマンダ

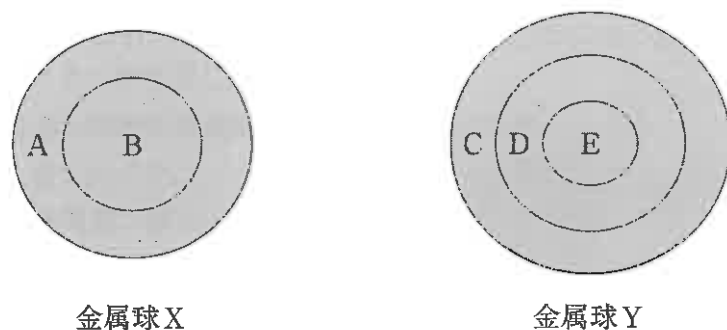
① ② ③ ④

ポケモンの名前	塩基の位置			
	①	②	③	④
クリムガン	A	C	G	A
ボーマンダ	T	A	C	A
カイリユー	A	C	C	A
リザードン	T	A	A	C

ポケットモンスターの図は「ポケモン大好きクラブ (<https://www.pokemon.jp/zukan/>)」より引用

【3】 以下の問いに答えなさい。

アルミニウム・鉄・銅のいずれか2層からなる金属球Xおよび3層からなる金属球Yを用意した。
次の図は、それぞれの金属球X・Yの中心を通るような断面図である。



金属球X・Yと水溶液Ⅰ～Ⅲを用いて次の実験1～4を行った。ただし、水溶液Ⅰ～Ⅲは塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、エタノール水溶液のいずれかである。また、それぞれの水溶液の濃度はすべて等しいものとし、水溶液の量は反応が終わるまで十分な量があるものとする。なお、金属球の各層は、外側の層から順に水溶液との反応が起こるものとする。

実験1 金属球Xを水溶液Ⅰに入れたところ、AとBのいずれも溶けて気体が発生した。

実験2 金属球Xを水溶液Ⅱに入れたところ、反応が起こらなかった。

実験3 金属球Xを水溶液Ⅲに入れたところ、Aのみが溶けて気体が発生した。

実験4 金属球Yを水溶液Ⅰ～Ⅲに入れたところ、2つの水溶液ではCのみが溶けて気体が発生したが、残り1つの水溶液では反応が起こらなかった。

(1) 実験1の結果から、金属球Xに含まれないと考えられる金属を、次の(ア)～(ウ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) アルミニウム (イ) 銅 (ウ) 鉄

(2) 実験1～3の結果から、水溶液Ⅰ～Ⅲの組み合わせとして適切なものを、次の(ア)～(カ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) Ⅰ：塩酸	Ⅱ：エタノール水溶液	Ⅲ：水酸化ナトリウム水溶液
(イ) Ⅰ：塩酸	Ⅱ：水酸化ナトリウム水溶液	Ⅲ：エタノール水溶液
(ウ) Ⅰ：エタノール水溶液	Ⅱ：塩酸	Ⅲ：水酸化ナトリウム水溶液
(エ) Ⅰ：エタノール水溶液	Ⅱ：水酸化ナトリウム水溶液	Ⅲ：塩酸
(オ) Ⅰ：水酸化ナトリウム水溶液	Ⅱ：塩酸	Ⅲ：エタノール水溶液
(カ) Ⅰ：水酸化ナトリウム水溶液	Ⅱ：エタノール水溶液	Ⅲ：塩酸

(3) 実験1および実験3では同じ気体が発生しました。この気体の名前を答えなさい。

(4) 金属球Xの直径が6 mm、Aの層の厚さが1 mmで均一であったとき、実験3において発生した気体の体積を求めなさい。ただし、Aの金属のみからなる半径1 mmの金属球と、水溶液Ⅲが反応したときに発生した気体の体積は15 cm³でした。また、球の体積は、

$$(\text{半径}) \times (\text{半径}) \times (\text{半径})$$

の値に比例するものとします。

(5) 次の文中の①・②に入る金属として適切なものを、以下の(ア)～(ウ)から選び、それぞれ記号で答えなさい。ただし、同じ記号を複数回使用してもかまいません。

実験1～3の結果から、金属球XのBは (①) であると考えられる。また、実験4の結果から、金属球YのDは (②) であると考えられる。

(ア) アルミニウム (イ) 銅 (ウ) 鉄

【4】 以下の問いに答えなさい。

図1のように糸におもりをつけてふりこを作った。このふりこをとりつけた点を「支点」、支点からおもりの中心までの長さを「ふりこの長さ」、ふりこをふらさずに静止させたときのおもりの位置を「最下点」と呼ぶことにする。次にこのふりこをふらしたときのことを考える。一番高い位置にあるときのおもりの中心から、おもりが最下点にあるときの糸への垂直な線の長さを「ふれの距離」と呼ぶことにする。

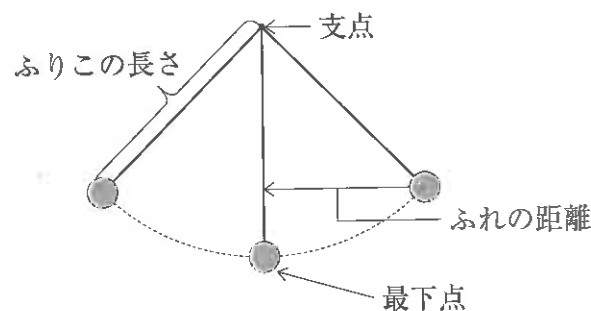


図1

ふりこの長さを変えて、ふりこの1往復する時間（これを「周期」という）を調べたところ下表のような結果が得られた。

ふりこの長さ [cm]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
周期 [秒]	0.45	0.64	0.78	0.90	1.01	1.10	1.19	1.27	1.35	1.42

(1) ふりこの長さと周期の関係を説明する文としてもっとも適切なものを、次の(ア)～(オ)から選び、記号で答えなさい。

- (ア) ふりこの長さが2倍、3倍になると、周期は4倍、9倍になる
- (イ) ふりこの長さが3倍、4倍になると、周期は6倍、8倍になる
- (ウ) ふりこの長さが4倍、9倍になると、周期は2倍、3倍になる
- (エ) ふりこの長さが5倍、10倍になると、周期も5倍、10倍になる
- (オ) ふりこの長さと周期の関係には規則性はない

(2) ふりこの長さが50 cmのふりこがあります。このふりこの支点の真下20 cmのところに棒を打ち、図2のような途中で長さが変わるふりこを作りました。このふりこの周期を答えなさい。

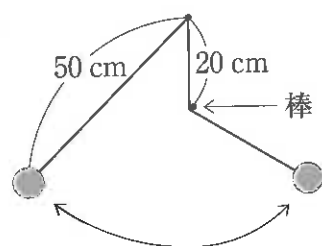


図2

次に図2の棒を取り除き、ふりこの長さを変えてから再度ふりこをふらした。しばらくすると、おもりは最下点付近でわずかにふれ続けていた。このふれの様子を拡大して観察するために暗い部屋に光源を設置し、スクリーン上におもりの影を映し出す図3のような装置を作成した。この装置では、ふりこの振動面とスクリーンは平行になっており、光源の中心と最下点にあるおもりの中心を通る直線はスクリーンに垂直である。

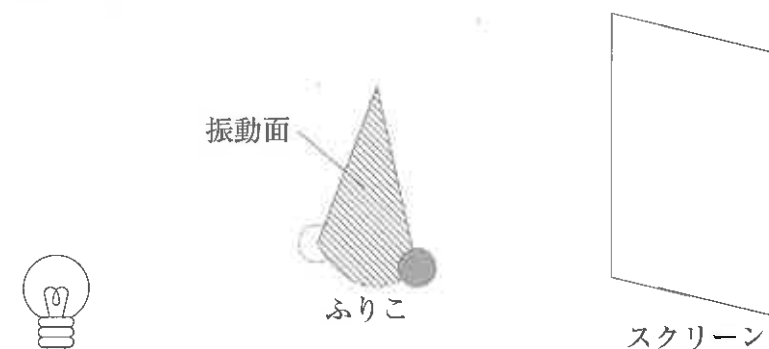


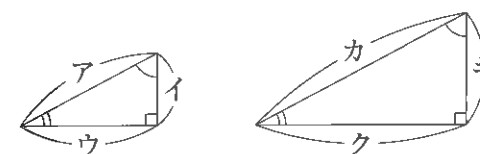
図3

図3の装置のスクリーン上のおもりの影のふれを観察したところ、ほとんど一直線上で動いていた。スクリーン上のおもりの影のふれの距離を定規で測ったところ6 cmであった。また、光源の中心から最下点にあるおもりの中心までの距離は20 cm、最下点にあるおもりの中心からスクリーン上に映ったその影の中心までの距離は1.3 mであった。

(3) このときのおもりのふれの距離を求めなさい。ただし、割り切れない場合は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで答えなさい。また、おもりとスクリーン上のおもりの影は一直線上で動くものとする。なお、必要であれば次の直角三角形の関係式を用いること。

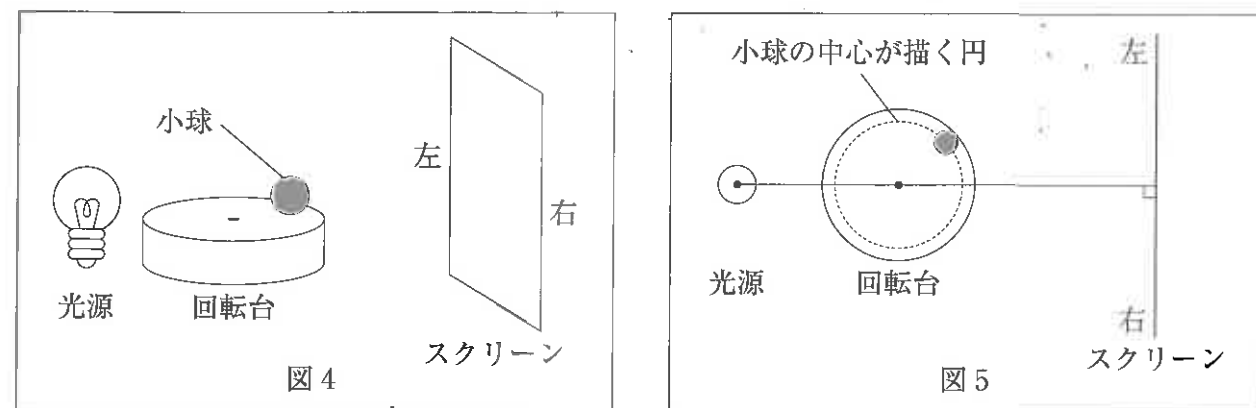
《直角三角形の関係式》

大きさの異なる直角三角形でも、2組の角度が等しければ、辺の長さの比が等しくなる。



$$\text{ア} : \text{カ} = \text{イ} : \text{キ} = \text{ウ} : \text{ク}$$

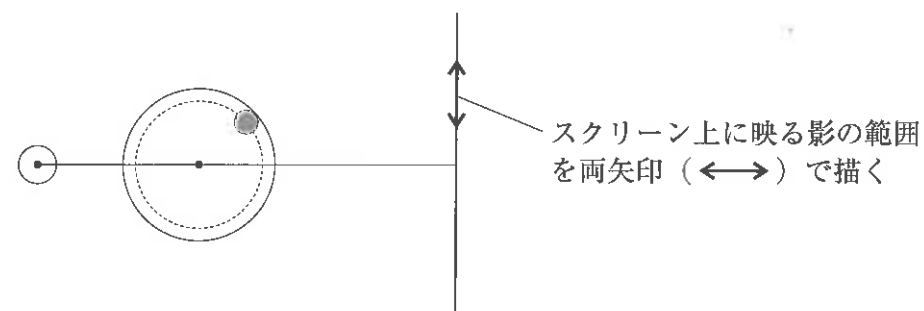
今度は一定の速さで回転する回転台に小球を取り付けたものを光源とスクリーンの間に設置し、図4のような装置を作成した。図5は装置を真上から見たもので、スクリーンは地面と垂直に立っており、光源の中心と小球の中心が描く円の中心を通る直線とも垂直になるように置かれている。



スクリーン上に映った小球の影の様子を観察すると、図3の装置で観察したおもりの影のふれの様子とよく似た動きをした。図3、図4それぞれの装置のおもりと小球の影が1.2秒毎に同時にスクリーン右側で折り返すようにふりこの長さや回転台の速さ、回転の開始位置を調整した。

- (4) 図4の装置において回転台を回転させたときにスクリーン上に映る小球の影の範囲を解答用紙に描きなさい。ただし、影ができる範囲は解答例のように両矢印で表すこと。また、解答するために用いた線は残しておくこと。

【解答例】



- (5) 回転台上の小球が動く速さを求めなさい。ただし、小球の中心が描く円の半径は3cmであり、円周率は3.14として計算すること。また、割り切れない場合は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで答えなさい。

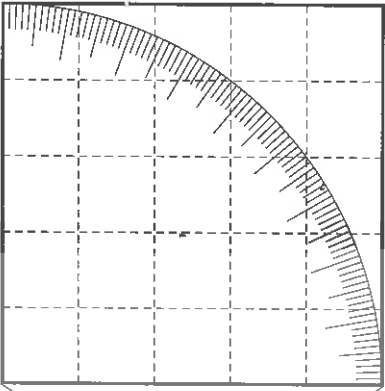
- (6) おもりと小球の影がスクリーン左側で折り返すタイミングも同時に近づけるための手段としてもっとも適切なものを、次の(ア)～(オ)から選び、記号で答えなさい。

- (ア) 回転台上の小球が動く速さを2倍にする
- (イ) 回転台上の小球が動く速さを半分にする
- (ウ) 光源の位置を回転台に近づける
- (エ) 光源の位置を回転台から遠ざける
- (オ) 回転台の形をだ円にする

受験番号		氏	
		名	

得点	

【 1 】

(1)		(2)	
①	②		
③	④		
(3)	(4)		
		km	

小計

【 2 】

(1)	(2)	(3)	(4)
	① ②		
(5)		(6)	
T	C	G	
%	%	%	

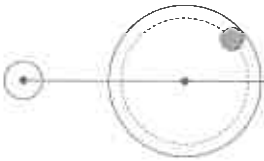
小計

【 3 】

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
				①	②
				cm ³	

小計

【 4 】

(1)	(2)	(3)	(4)		
					
	秒	cm			
(5)		(6)			
秒速		cm			

小計