

令和6年度

特別選抜コース

第2回 入学試験問題（S 特チャレンジ入試）

（2月3日 午後）

理 科

注 意

- 1 この問題用紙は試験開始の合図で開くこと。
- 2 解答用紙に氏名・受験番号を記入し受験番号をマークすること。
- 3 答えはすべて解答用紙の枠内に記入すること。
- 4 答えに単位が必要なものは、単位をつけて答えること。
- 5 印刷が不鮮明な場合は申し出ること。
- 6 試験終了の合図でやめること。

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

東京都市大学等々力中学校

1 タツヤ君と弟のヒロト君が送電線の下でたこあげをしていました。すると近くを通った担任の先生に「危険だからやめなさい」と叱られてしまいました。以下の問いに答えなさい。

先生：送電線はとても危険だから、近くでたこあげをすることはやめなさい。

タツヤ君：なぜ送電線は危険なのですか？

先生：それはね、、、高電圧で電気が流れているからだよ。具体的に言うと 50 万ボルトの電圧で電気が流れているよ。

ヒロト君：でもなんでそんなに高電圧で電気を流すんだろう？

先生：そうだよ。実は、家庭で電気を使用するときは 100 ボルトまで変圧されているのだよ。だから 100 ボルトの電圧で電気を送れば安全なのだけど、そこには大きな問題があるのだ。

タツヤ君：どんな問題があるのですか？

先生：それでは、学校に戻って実験して確かめてみよう！

～学校の実験室にて～

先生：それではこちらに 2 つの実験系があります。

ヒロト君：【図 1】の回路は、電源装置→スイッチ→電熱線→電流計→電源装置の回路ですね。

タツヤ君：【図 2】の回路は、電源装置→スイッチ→変圧器→電熱線→変圧器→電流計→電源装置の回路ですね。

先生：その通りです。【図 2】の回路は変圧器で電圧を変化させることができます。ただし、電源装置に電気が帰ってくるときには、もとの電圧に戻っています。そして、どちらの回路も同じ電熱線を使って水の温度を上昇させることができます。電熱線の抵抗値は 2 オームです。

タツヤ君：なるほど。でもこれによって、何がわかるのですか？

先生：じゃあどちらの電源装置からも 10 ボルトの電圧で 5 分間電流を流してみてください。電流計の値はいくつですか？

ヒロト君：どちらも 5 アンペアです。

先生：ではここで問題です。電源装置から発生した電気エネルギーは何ジュールでしょうか？

タツヤ君：ええと、、、(電圧値 [ボルト]) × (電流値 [アンペア]) × (電流を流した秒数) で電気エネルギーが計算できるから、ジュールだ！

先生：正解です！どちらの電源装置からもジュールの電気エネルギーが発生しています。

ヒロト君：なるほど。

先生：【図 2】の回路は変圧器によって、20 ボルトに電圧を上げています。(A)電圧を上げてても電気エネルギーは変化しません。

タツヤ君：ということは、【図 1】で電熱線に送られた電気エネルギーはジュールであり、【図 2】で電熱線に送られた電気エネルギーはジュールということですね！

先生：その通り！そして、各コップに入っている水の上昇温度を見てみましょう！

タツヤ君：の方が上昇している！なぜ？

先生：そもそも電熱線に電気エネルギーが送られると、電気エネルギーが(B)熱エネルギーに変換されます。ちなみに、各回路の電熱線で発生した熱エネルギーは何ジュールですか？

ヒロト君：【図 1】の電熱線からはジュール、【図 2】の電熱線からはジュールの熱エネルギーが発生していますね。

先生：その通り！だから、の水の方が、温度が上昇しているのですね。

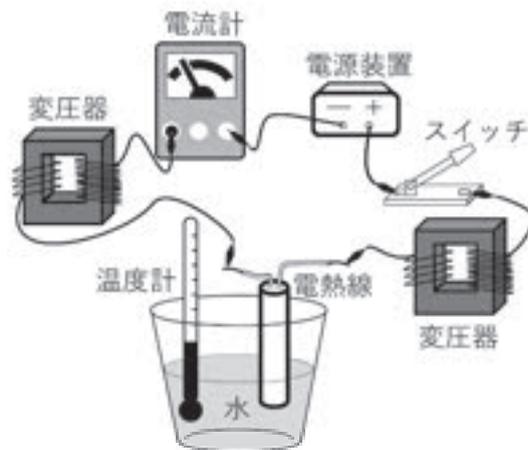
タツヤ君：でもこれで何が説明できるのですか？

先生：熱エネルギーが発生するということは、その分電気エネルギーを損失しているということになります。ということは、なるべく熱エネルギーを発生させないようにしないとイケません。

タツヤ君：そうか！今回の回路だと電熱線が送電線にあたるから、、、そういうことか！だから、発電所から家庭に電気を送るときは、危険をおかしてまでも 50 万ボルトという高電圧で送電するのだね。



【図 1】



【図 2】

※エネルギーの単位はジュールという。

問 1 空欄 に当てはまる数字を答えなさい。

問 2 下線部 A について、電圧を変化させても電気エネルギーは変化しません。 に当てはまる数字を答えなさい。

問 3 下線部 B について、熱エネルギーを求めるには、(抵抗値 [オーム]) × (電流値 [アンペア]) × (電流値 [アンペア]) × (電流を流した秒数) で求められます。空欄 ・ に当てはまる数字をそれぞれ求めなさい。

問 4 に当てはまる言葉は、【図 1】 と 【図 2】 のどちらであるか答えなさい。

問 5 なぜ高電圧で電気を流すのか「電気エネルギー」という言葉を使って簡単に説明しなさい。ただし、「高電圧にすることによって」から説明をはじめること。

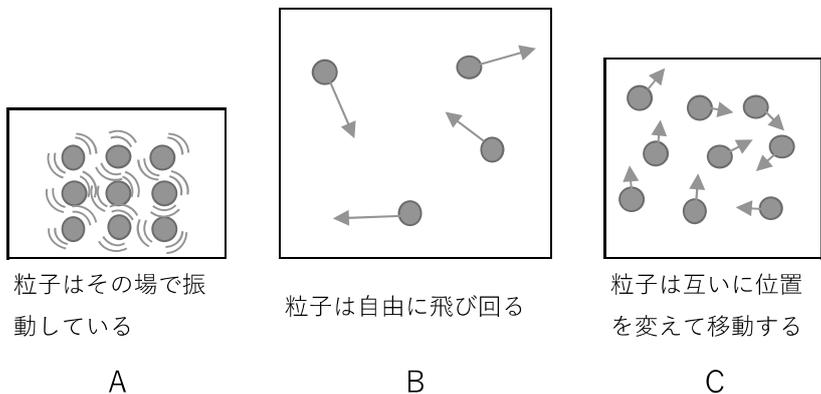
2 私たちの身のまわりにあるすべての物質は、原子や分子とよばれる極めて小さい粒子で構成されています。この粒子は常に不規則な運動をしています。例えば 27℃における酸素分子は、およそ秒速 44mで運動していると考えることができます。この運動は熱運動とよばれ、温度を上げると熱運動はより激しくなります。つまり、温度とは粒子の熱運動の激しさをはかる尺度ということができます。

温度の単位はいくつかありますが、私たちが日常使用している温度の単位は℃です。これはセルシウス温度とよばれるもので、1742年にスウェーデンの天文学者アンデルス・セルシウスが考案したものがもともになっています。セルシウス温度は、1気圧のもとで水の沸騰する温度（沸点）と凍る温度（凝固点）を基準にそれぞれを100度と0度とし、その間を100分割する形で目盛りをつけたものです。

熱運動は温度が下がれば穏やかになり、温度を下げ続けるとやがて停止すると考えられています。理論的に熱運動が完全に止まる温度は-273℃であり、それを基準（0度＝絶対零度）とした温度の表し方を絶対温度といいます。

問1 絶対温度とセルシウス温度の1度の目盛り間隔は同じであるとき、水の沸点と凝固点を絶対温度で示しなさい。ただし、絶対温度の単位はKで表します。

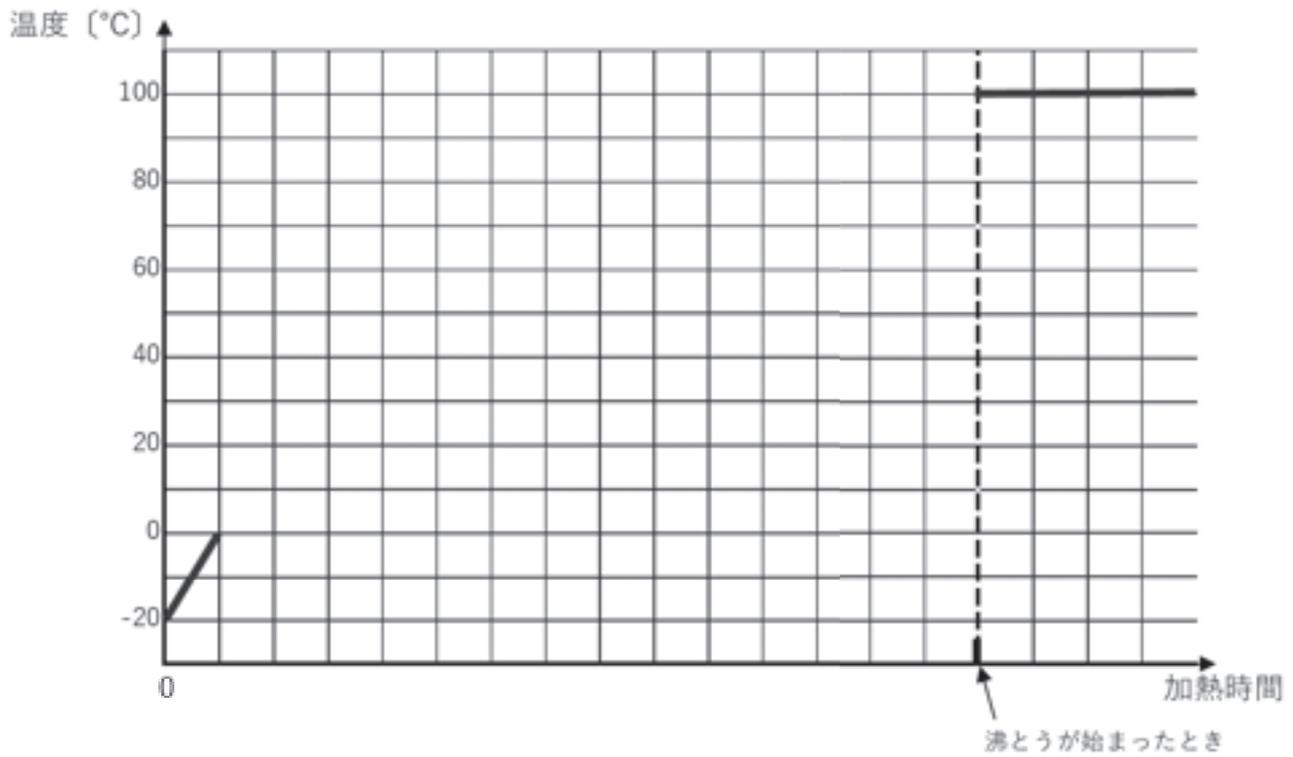
問2 下図A～Cは物質の状態を粒子のモデルで示したものです。A～Cの状態として正しいものを次のあ)～か)から1つ選び、記号で答えなさい。



	A	B	C
あ)	固体	液体	気体
い)	固体	気体	液体
う)	液体	固体	気体
え)	液体	気体	固体
お)	気体	固体	液体
か)	気体	液体	固体

問3 問2のBの状態に熱を加え、より高温になった状態を解答欄に図示するとともに、言葉でも説明しなさい。ただし、図中の●は粒子を、矢印は熱運動の程度を表しています。

問4 固体の水（氷）の温度は0℃以下であり、冷凍庫内の氷ではその温度はマイナス20度（-20℃）にもなります。次のグラフは、固体の水（氷）に一定の熱を加え続けたときの、加熱時間と温度との関係を表したものの一部です。次に示す〔条件〕をもとに、解答欄のグラフを完成させなさい。なお、グラフ作成において定規を用いる必要はありませんが、線は太く、はっきりとかいてください。

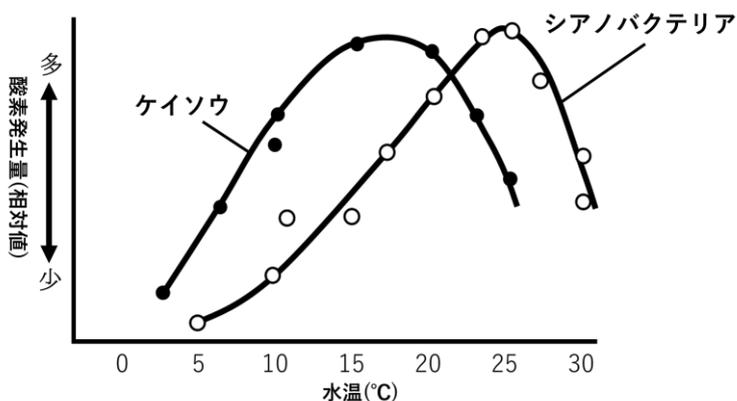


〔条件〕

- ① 加えた熱は外部に逃げないこととする。
- ② 固体の水（氷）や液体の水は加熱時間に比例して温度が上昇する。
- ③ 一定の加熱を行う場合、同じ質量の氷と水では温度を 1°C 上昇させるには、水の方が 2 倍時間がかかる。
- ④ 状態変化（固体が液体に変化するときなど）しているときは、熱が加わっても温度は変化しない。

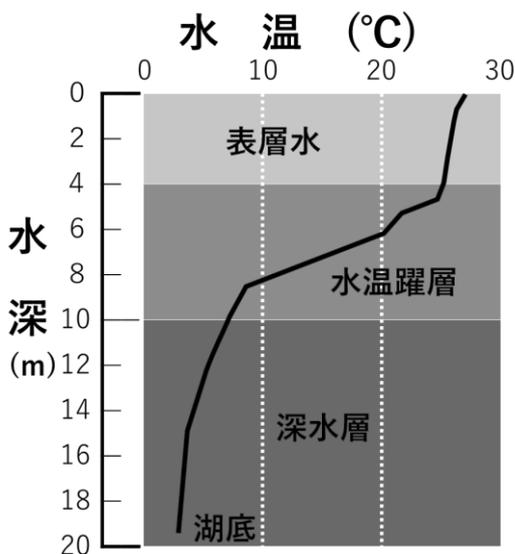
3 日本の気候は四季がはっきりとしています。季節とともに日照量や気温は大きく変化し、それにあわせて生き物たちは生活を変えています。四季を通じて、湖の中の生態系はどうなるでしょうか。日本の湖のひとつである S 湖の環境をもとに、湖にすむ植物性プランクトン(光合成を行うプランクトン)の生態系を考えましょう。

右に示す【グラフ 1】は水温と植物性プランクトンの光合成の関係を示しています。ケイソウとシアノバクテリアはこの湖で最も多くみられる植物性プランクトンであり、光合成が盛んにおこなわれているかどうかは、酸素の発生量によって判断しました。光合成が盛んにおこなわれると、植物性プランクトンは盛んに分裂し、数を増やします。



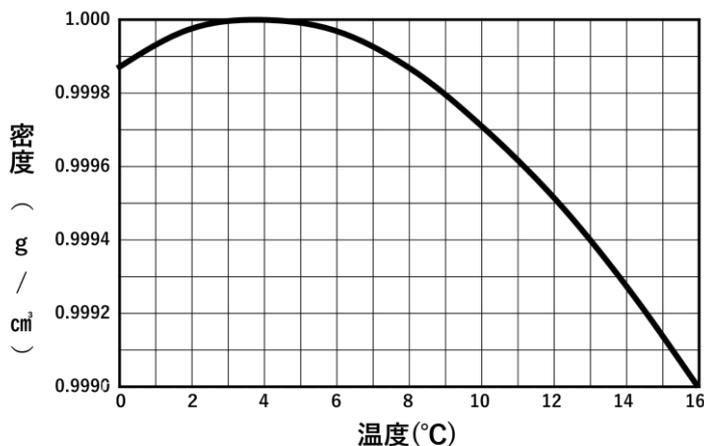
【グラフ 1】水温と光合成量の関係

また、左の【グラフ 2】は7月30日のこの湖における水温と水深の関係をあらわしています。湖全体で水温が等しい時には、湖に風が吹くと水面に波がたち、湖の水がかき混ぜられます。その結果、湖底に沈んだ栄養が巻き上がり、これを肥料として植物性プランクトンがよく育ちます。しかし、水深が10メートル以上の深い湖において【グラフ 2】のように表層の水温が高くなると、風が吹いても表層の水しかかき混ぜられないため、深水層と表層水のあいだに水温の壁である水温躍層すいおんやくそうがつくられます。この状態を「成層する」といいます。



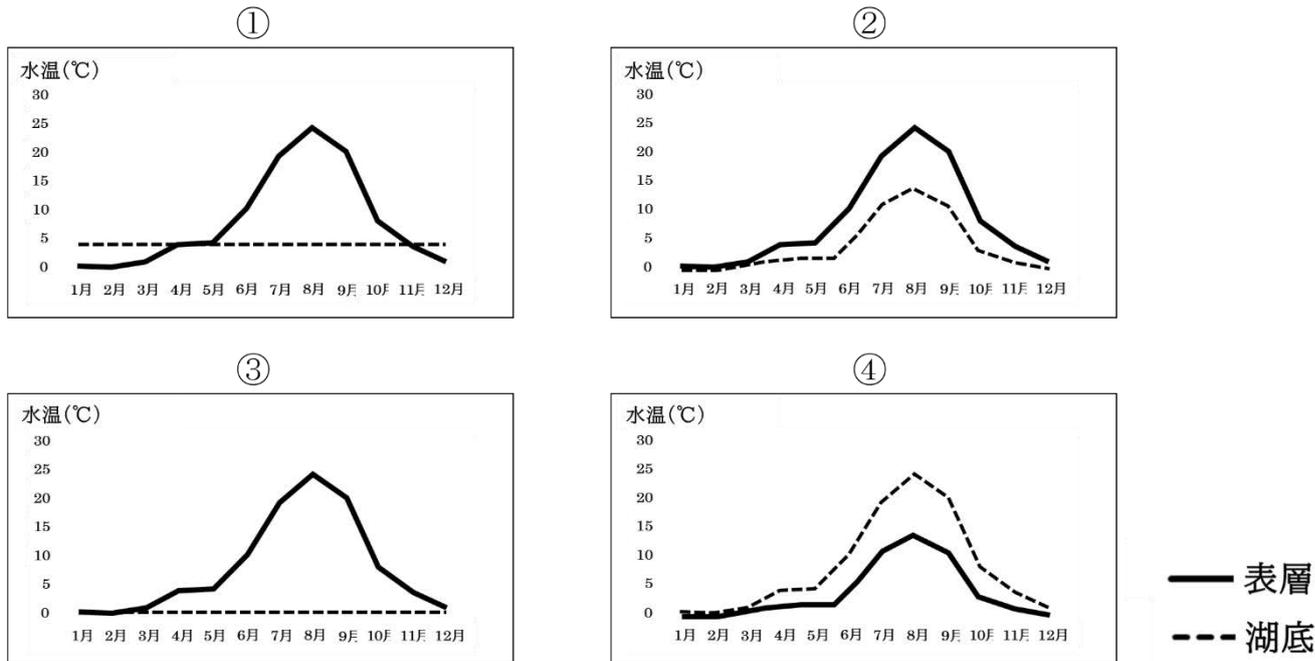
【グラフ 2】7月30日の湖の水温と水深

なぜ、湖の水は成層するのでしょうか。右に示す【グラフ 3】は、水の温度と密度の関係を示したグラフです。密度とは物質 1cm^3 あたりのおもさを示しており、液体の水は、温度によって密度が変化します。水が日光によってあたためられると、水の密度は小さくなります。一方で、 4°C の水はもっとも密度が大きいことがわかります。湖の水に密度の差ができることによって、成層するのです。



【グラフ 3】水温と密度の関係

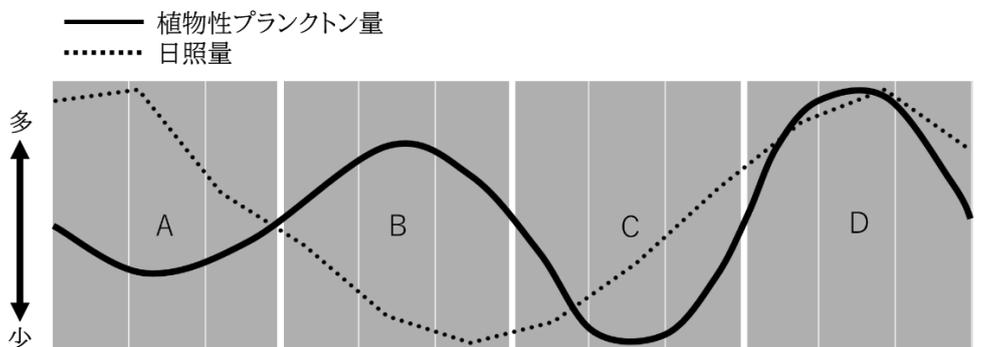
問1 S湖が水深10メートル以上の深い湖だったとした場合、表層と湖底の1年間の水温の変化を示したグラフとして適切なものを、次の①～④のうちから1つ選び、番号で答えなさい。



問2 四季におけるS湖の水の動きについて、湖の水の温度が全体でほぼ等しくなると、湖の水全体が循環します。この循環が起こりやすい季節はいつだと考えられるでしょうか。次の①～④のうちから2つ選び、番号で答えなさい。

- ① 春から初夏(4～6月)
- ② 夏から初秋(7～9月)
- ③ 秋から冬(10～12月)
- ④ 冬から春(1～3月)

問3 S湖の植物性プランクトンは1年間でどのように増減するでしょうか。次のグラフのA～Dの区分はそれぞれ問2の①～④のいずれかの季節を表します。また、あとの(ア)～(エ)はそれぞれの季節における説明を示しています。このうち、夏から初秋(7～9月)に関するグラフの区分と説明として最も適切なものを、A～Dおよび(ア)～(エ)のうちから選び、それぞれ記号で答えなさい。



- (ア) 日照量が多く、水温が適切であり、成長に必要な栄養分が豊富である。
- (イ) 水温と栄養分は適切だが、日照量が足りないため植物性プランクトンが増えにくい。
- (ウ) 日照量と水温は適切だが、栄養分が足りないため植物性プランクトンが増えにくい。
- (エ) 湖面に氷が張るため、風が吹いても栄養分が供給されず、植物性プランクトンは増えにくい。

4 次の会話文を読み、あとの各問いに答えなさい。

ワタル：父さん！このあいだ、打ち上げ花火を見たんだよ。とてもきれいだったよ。でも、僕はあの音がちょっと苦手なんだ。光ってからドーンと聞こえるのに時間差があるから、耳をふさぐタイミングが難しいよね。なんで光ってから音がきこえるの？

父さん：なんと！いい質問だね。それは光の速さと音の伝わる速さが違うからなんだよ。^{かみなり}雷の音は空気がしん動することで伝わり、温度で変わるけど 15℃のとき 1 秒間で 340 メートル進むんだ。一方、光はなんと 1 秒間に 30 万キロメートルも進むんだよ。

ワタル：音のおよそ（ア）万倍もの速さだね。

父さん：音が 340 メートル進んでいるときに、光は地球を 7 周半ほど進むことになる。

ワタル：すごいね！A 地球って一周何 km あるか分からないけど、ものすごく速いっていうのは分かったよ。

父さん：光はこの世界で一番速いからね。つまりは、光と音はほぼ同時に発生しているけど、光のほうが音よりもずっと速く伝わるから音は遅れて聞こえてくるんだ。

花火が光ってから音が聞こえるまでの時間は、花火からどれくらい離れているかによって変わるんだ。例えば、気温 15℃のとき光ってから 2.5 秒後にドーンと聞こえたら（イ）メートル離れているってことだね。

この光ってから遅れて音が聞こえてくる原理は、ワタルの嫌いな雷と同じだよ。

ワタル：そうなの？確かに光ってからゴロゴロって聞こえるまでに時間差があるね。僕は雷大嫌いだね。

父さん：そういえば、雷はなぜ起こるかは夏休みの自由研究で調べたね。^{らいうん}雷雲の主な正体は B 積乱雲 という雲だね。

雷雲は、強い上昇気流のために雲のつぶが大きく成長していて、そのつぶ同士の（ウ）で、（エ）が発生する。この（エ）がたくさんたまって、やがて雷を起こす。冬にアクリルや毛糸のセーターを着ているときにパチパチとくる現象と同じなんだよ。

ワタル：雷ってとてつもなく大きい（エ）と同じってことだね。

父さん：そうとも言えるね。

ワタル：同じ光るものでも打ち上げ花火は好きだけど、雷は嫌いだな。音は両方とも嫌いだけど。

また、父さんにいいこと教えてもらった。知識じゃまだまだ勝てないや。

父さん：人生は敗者復活戦だからね。

問1 文章中の（ア）（イ）に当てはまる数値を答えなさい。ただし（ア）については次の①～⑥から選び、番号で答えなさい。

《（ア）の選択肢》

①80	②90	③800	④900	⑤8000	⑥9000
-----	-----	------	------	-------	-------

問2 下線部 A について、地球 1 周は何 km か答えなさい。また、地球の半径も何 km か答えなさい。ただし、地球は球であり円周率は 3.14 として計算し、一番大きいケタから 3 番目を四捨五入して答えなさい。

例) 50333km のとき、50000km、 5555km のとき 5600km のように答えること。

問3 下線部 B の積乱雲を、次の①～⑤から 1 つ選び、番号で答えなさい。



①



②



③



④



⑤

問4 （ウ）（エ）に当てはまる語句を答えなさい。

問5 音の速さは、温度が 1℃上がるごとに 1 秒間に進む距離が 60 cm 増えます。夏（30℃）と冬（10℃）だと打ち上げ花火の音が聞こえる場所にどのような違いがありますか。次の文章に合うように（オ）と（カ）には数値を入れなさい。

夏に花火の位置から 4 秒後に音が聞こえた場合、（オ）メートル離れた場所にいることになる。 一方、冬の場合は（カ）メートル離れた場所にいることになる。
--



《注意事項》
 ・解答は解答欄の枠内に濃くはっきりと記入して下さい。
 ・解答欄以外の部分には何も書かないで下さい。

用紙タテ上 こちらを上にしてください

1

問1		問2	
問3	工	オ	
問4			
問5	高電圧にすることによって		

2

問1	沸点	凝固点	問2
	K	K	
問3	図の説明	言葉の説明	
問4			

3

問1		問2	
問3	季節の区分	説明	

4

問1	(ア)	(イ)	
問2	地球一周の距離		地球の半径
問4	(ウ)	(エ)	問5
		(オ)	(カ)