

理科

令和6年度 渋谷教育学園渋谷中学校入学試験問題

注 答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

娘：昨年の夏はずっと暑かったね。

父：そうだねえ。30℃以上の真夏日の連続記録日数が東京都心で過去最高になったらしいね。

娘：熱中症^{しゅう}にならないように気を付けないといけなかったよね。とはいえ、何で夏は暑いのか？

父：夏は太陽の高度が高く、昼の長さが長くなる。だから、地表が太陽から受ける光の量が多くなるので気温が高くなるんだよ。

娘：へーそれって何か実験することはできるのか？

父：うーんそうだなあ…。こんなもの（図1）を用意してみたよ。

娘：これはどういうものなの？

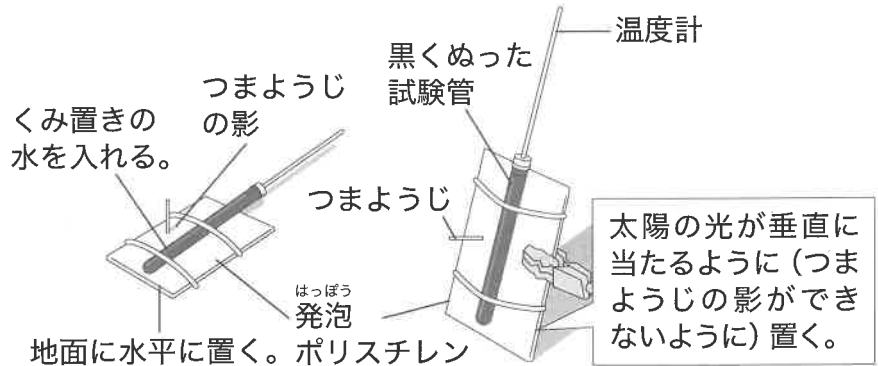


図1

父：試験管を黒く塗って中に水を満タンに入れる。そこに温度計をさす。これを二つ用意して、一つは地面に水平に置き、もう一つは太陽の光が垂直に当たるように立ち上げて置くん。1分おきに10分間それぞれの温度を測って、まとめた結果が右のグラフ（図2）だよ。

娘：地面に水平に置いた方のグラフは【 ① 】かなあ。

父：そうだね。やっぱり、太陽の光が垂直に当たると水温の上昇率が高くなるね。これが夏とどう関係してくると思う？

娘：夏は他の季節に比べて太陽の高度が高くなるから太陽から光をたくさん受けて温度が上がるのかなあ…。

父：太陽の高度が1年で一番高くなる日は？

娘：夏至の日だね。

父：じゃあ、この日の太陽の動きを記録してみよう。

娘：太陽の動きを記録するって、どうやるの？

父：次のような【観察】を行うよ。

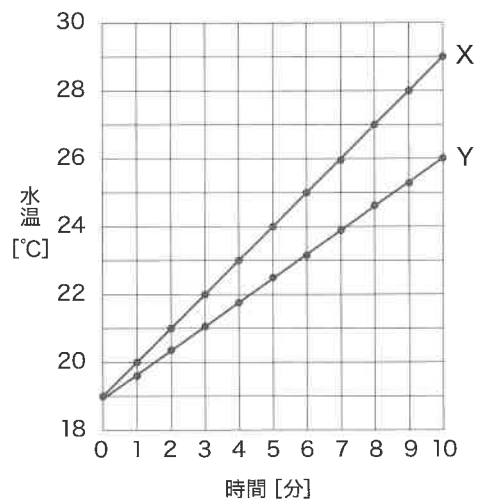


図2

【観察】

- (1) 下図のように、画用紙に透明半球のふちと同じ大きさの円をかき、その中心をOとした。その中心を通り、東西南北に合わせて線を引いた。そして、書いた円に合わせて、透明半球を固定し水平な場所に置いた。
- (2) 1時間ごとに、フェルトペンの先の影が、Oにくる位置を太陽の位置として透明半球に●印としてフェルトペンで記録した。
- (3) 記録した●印を滑らかな曲線で結び、それを透明半球のふちまでのばした。
- (4) (3)の線から太陽がいちばん高くなり、真南にきた位置を見つけ、Zとした。

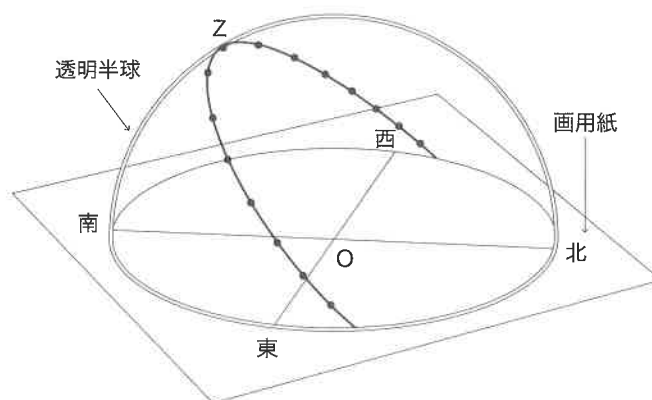


図 3

娘：Zの位置を南中と言うんだね。

父：その時に南の地平線からの太陽の高度を南中高度と言うんだよ。

娘：日にちによって南中高度の高さに決まりはあるの？

父：右に春分の日(jū)の図を書いてみたよ。この日は地軸に対して太陽の光が垂直に入ってくるから北緯36度の南中高度は図4のように54°になるんだ。

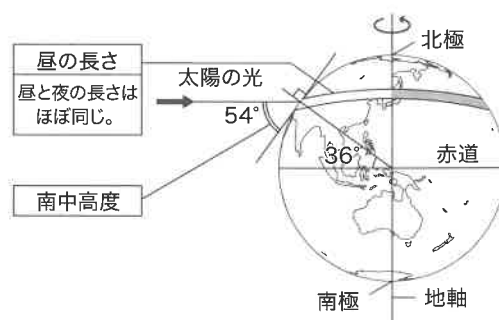


図 4 春分の日(jū)の南中高度

娘：なるほど。つまり、春分の日(jū)の南中高度は、『90-緯度』の式が成り立つんだね。

父：その通り。ただ、地球の地軸は23.4°傾いているので…。

娘：夏至と冬至の日(jū)はさっきの式に地軸の傾きを足したり引いたりすればいいんだね。

父：そうだね。じゃあ、夏至の日(jū)の南中高度は何度になるかな？

娘：日本の緯度が北緯35度として…。【 ② 】度になる。

父：じゃあ、逆に冬至の日(jū)は何度になる？

娘：【 ③ 】度になる。

父：日本は1年で【 ② 】度から【 ③ 】度へ太陽の南中高度が変わっていくんだね。次に、昼夜の時間はどう変化するかわかる？

娘：夏は昼が長くて、冬は昼が短いね。

父：そうだね。この昼夜の時間の変化は何で起こるか知っている？

娘：南中高度の時もそうだけど、地球が地軸を傾けた状態で太陽の周りを公転しているからだよね。

父：夏至は右図の様に北極から延びる地軸が太陽の方に傾いているね。

娘：冬至は逆だから昼が短いんだね。

父：日本は、春分の日と秋分の日だけ、昼と夜の時間が等しくなるんだよ。

娘：そうなんだあ。じゃあ、日本だけじゃなくて、他の地域はどうなっているのかなあ？

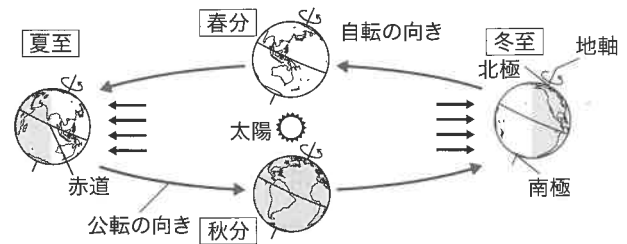


図5 地球の公転

父：北極や南極では白夜や極夜って言うのがあるのは知ってる？

娘：白夜は一日中太陽が沈まない日で、極夜は一日中太陽が昇らない日だよ。

父：よく知っているね。日本は中緯度にあるから昼が極端に長かったり、夜が極端に長かったりはしないけど、高緯度にある国は結構、極端になるみたいだよ。

娘：へーそうなんだ。どれくらい違うのかなあ？

父：図で比較してみようか。^④色んな緯度の地域の日の出、日の入りの時間を考えてみよう。

...

娘：そうそう、渋渋は中学3年生の3月にオーストラリアに2週間のホームステイに行くって聞いたよ。南半球の太陽の動きってどうなるのかな？

父：良い所に気が付いたね。オーストラリアのメルボルン（南緯37度）に行くんだけど、日本が夏至の日のメルボルンが正午の時に太陽の地平線からの高度は何度になるかわかる？

娘：日本の夏至は6月だから…。

父：南半球は冬になっていく時期だね。

娘：さっきの式で考えていくと…。【 ⑤ 】度になる。

父：その通り。じゃあ、^⑥その日の太陽の透明半球上の動きはどうなるか考えてみよう。

娘：頭がこんがらがってきた…。

父：太陽は球体だし明るいからわかりづらいけど、実は南半球へ行って星座を見ると面白い事が起こるんだよ。

娘：何が起こるの？

父：右の図のように、日本でオリオン座を見ると右の図のように見えたとする。同じ日にメルボルンでオリオン座を見たとして…。

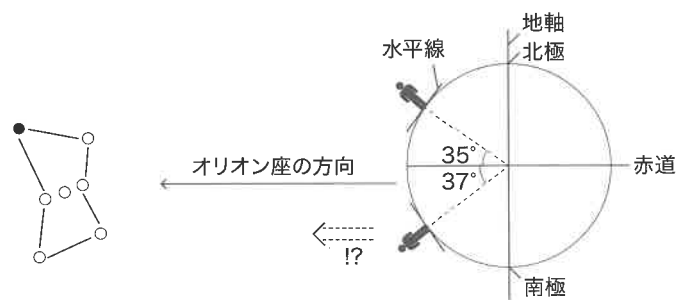


図6

娘：あっ！！【 ⑦ 】のようにみえる。

北極星も水平線からの高さがその場所の緯度を表したりするし、^⑧普段は地球が球体だって感じないけど、球体だからこそ気づけば面白い現象が色々あるね。

父：日本で家を建てるときは太陽の動きと昼間の太陽の日当たりを考えて【 ⑨ 】向きに窓がついて

いる家を選ぶけど、メルボルンではどうなるかな？

娘：【 ⑩ 】向きの窓がついている家を選ぶのかな…。

父：場所が変われば建物の建て方も変わるんだね。

娘：赤道に近いシンガポールは真上に窓をつけるのかな？

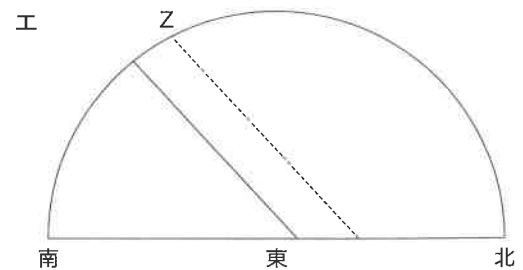
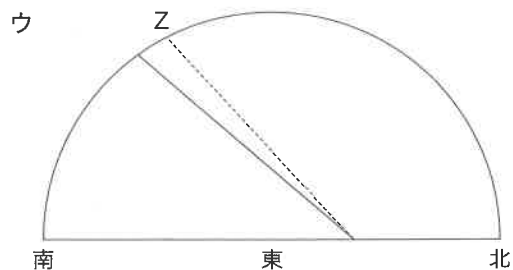
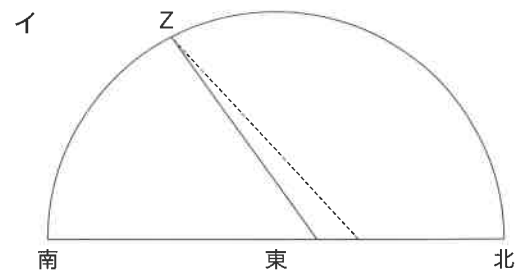
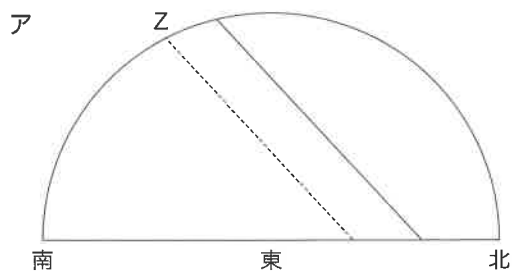
父：昼間は灼熱^{しやくねつ}になるね。

娘：……。それぞれの土地で人間はたくましく生きているね。

問1 文中の【 ① 】に当てはまるのはグラフX・Yのどちらか答えなさい。

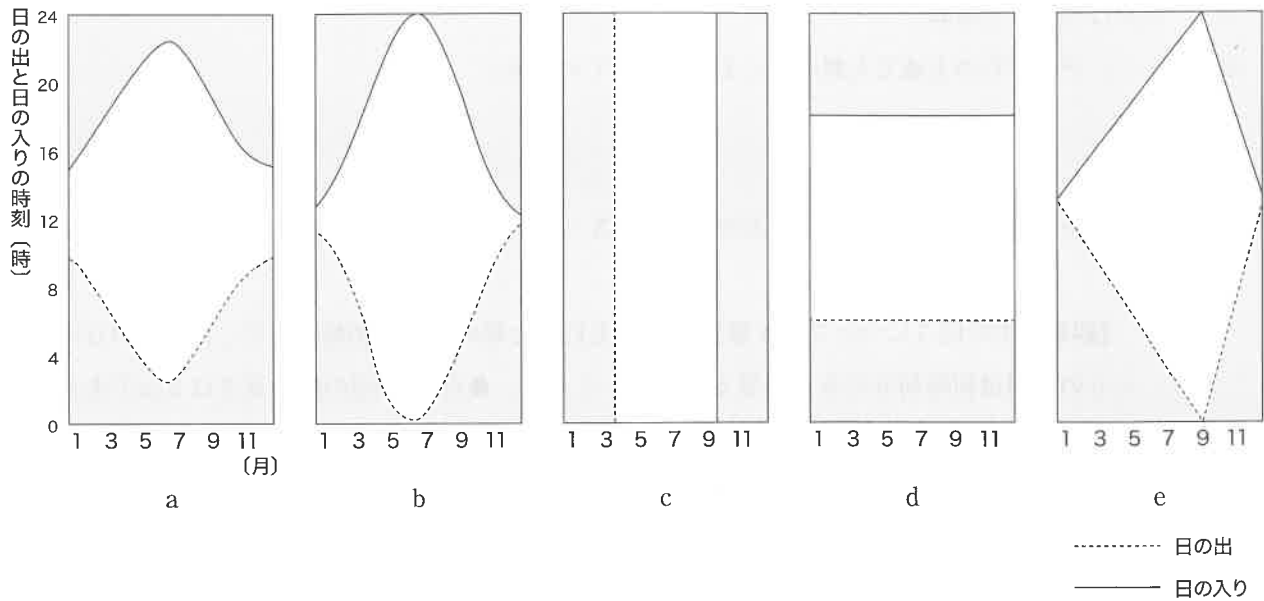
問2 【観察】中の図3について、6個目の●印を打った時の時刻が10時02分でした。この日の日の入りの時間は何時何分になるか答えなさい。ただし、●印と●印の間の長さは3 cmであり、最後の点から地平線までの長さは1.8 cmであるとしています。

問3 【観察】の日から1か月後の太陽の動きを同様に記録し、透明半球を東の方向から真横に見た図として、最も適当なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。ただし、図中の破線は、図3の太陽の動きを表しています。



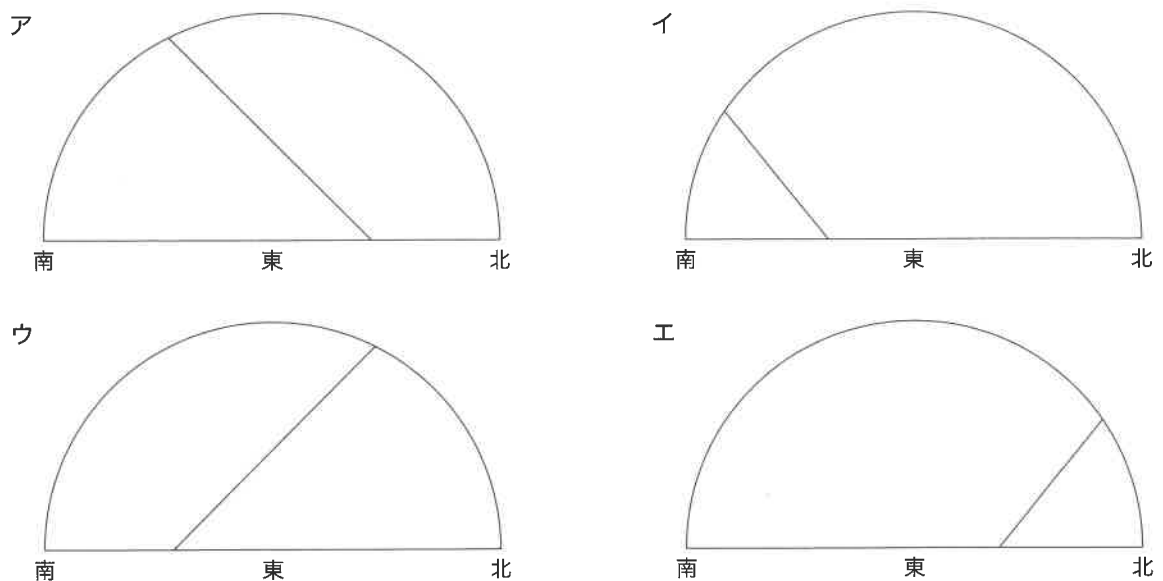
問4 文中の【 ② 】と【 ③ 】に当てはまる数値をそれぞれ答えなさい。

問5 下線部④に関して、次のa～eのグラフは、各緯度で1年間の日の出と日の入りの時刻を表したものです。次の3地点〔赤道・北緯66.6度・北極点〕の日の出と日の入りの時刻の年間変化の図として最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。



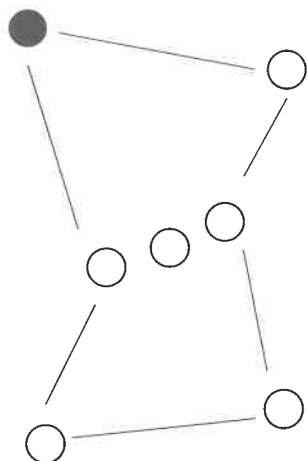
問6 文中の【 ⑤ 】に当てはまるメルボルンの太陽の高度の数値を答えなさい。

問7 下線部⑥について、問3と同じ様にこの日の南半球の太陽の動きを透明半球の東の方向から見た図として最も適当なものを次のア～エのうちから1つ選び、記号で答えなさい。

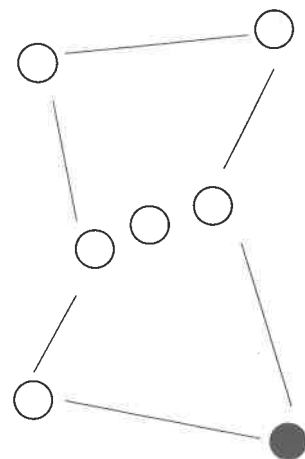


問8 文中の【 ⑦ 】に関して、メルボルンで見えるオリオン座の形として最も適当なものを次のア～エのうちから1つ選び、記号で答えなさい。ただし、図の下を地平線とし、●はベテルギウスです。

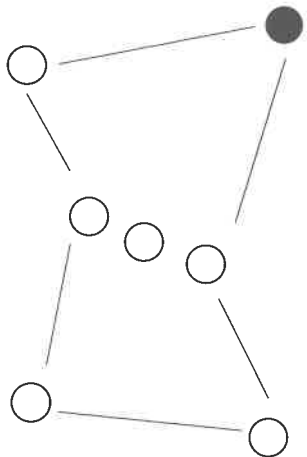
ア



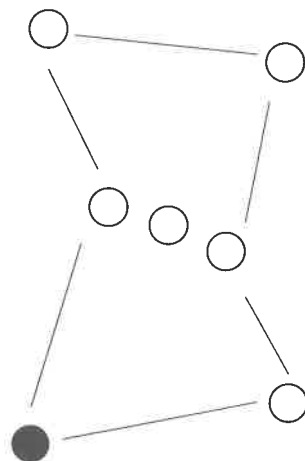
イ



ウ



エ



問9 下線部⑧に関して、東経135度の地方標準時を示す正確な時計を持った人が、都市Wへ旅行し、太陽が南中したとき、その時計は、13時40分を示していました。またこの日、この都市Wでの北極星の高度を計算したところ、43度でした。都市Wの緯度と経度を答えなさい。

問10 文中の【 ⑨ 】と【 ⑩ 】に当てはまる方角を次のア～クのうちからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ア 北東 | イ 南東 | ウ 北西 | エ 南西 |
| オ 北 | カ 東 | キ 南 | ク 西 |

洸太：大気中の二酸化炭素の増加が話題になっていますが、そもそもどんなときに二酸化炭素が発生するのでしょうか？

先生：我々の身の回りにあるものだと、例えば、家で料理をする際に使うガスコンロでは都市ガスが使われています。その都市ガスに含まれるメタンやプロパンなどのガスを燃やしたときに二酸化炭素が発生しますね。あとは、みなさんが使っている鉛筆の芯も炭素という物質からできていて、燃やすと二酸化炭素が発生します。

洸太：料理をただけでも二酸化炭素が発生しているのですね。具体的にどのくらいの量の二酸化炭素が発生するのですか？

先生：量に関して厳密に話すのは難しいのだけど、簡単に表現してみると例えばメタン16 gを完全に燃やすと二酸化炭素は44 g、プロパン44 gを完全に燃やすと二酸化炭素は132 g、炭素12 gを完全に燃やすと二酸化炭素は44 gほど発生するね。また、お湯を沸かししたり料理をしたりするのに使われていることから分かるように、これらの物質が燃えるとエネルギーが得られるね。燃やす物質によって得られるエネルギーも異なっていて、メタン16 gを燃やしたときに得られるエネルギーは890 kJ、プロパン44 gの場合は2220 kJ、炭素12 gの場合は390 kJとなっているね。つまり、われわれがエネルギーを得る際に二酸化炭素は発生しているね。

洸太：物質によって発生する二酸化炭素の量と得られるエネルギーが違っているのですね。

先生：その通りです。日本では火力発電の燃料として炭素が主成分の石炭を用いていて、二酸化炭素の排出量が多いので問題視されています。そこで最近は二酸化炭素の排出量を減らすために、石炭にアンモニアを混ぜて燃焼させる方法が研究されているようです。

洸太：アンモニアを燃やしたときに二酸化炭素は発生しないのですか？

先生：アンモニアを燃やしても二酸化炭素は発生しません。ただ、作り方にもよるのですが、アンモニアを17 g作る際に二酸化炭素が18 gほど発生してしまうようです。

洸太：メタンなどと比較して少ないですが、アンモニアは製造する際に二酸化炭素が発生するのですね。アンモニアからはどのくらいのエネルギーが得られるのでしょうか？

先生：アンモニア17 gを完全に燃やしたとすると380 kJのエネルギーが得られます。

洸太：炭素12 gを燃やしたときと同じくらいのエネルギーが得られるのですね。メタンなどよりも二酸化炭素の発生量も少ないのでアンモニアは理想的な燃料のように感じますが、アンモニアだけを燃やしてエネルギーを得ることはできないのでしょうか？

先生：実はアンモニアは燃えにくい物質なのです。そのため炭素などの物質と混ぜて燃やす必要があります。

洸太：なるほど。アンモニアだけを燃やすのは難しいのですね。それで石炭とアンモニアを混ぜて燃焼させる方法が研究されているのですね。

先生：その通りです。二酸化炭素の排出を抑えつつ、たくさんのエネルギーを得るのはなかなか難しいようです。電気やガスなどのエネルギーは大切に使う必要がありますね。ぜひ今日の話を自分でま

とめてみてください。

洪太：家に帰ったらレポートにまとめてみます！

洪太くんは次のようなレポートを作成しました。ただ、数値に関する記憶があやふやで、いくつかの数値が抜けてしまっています。

二酸化炭素の発生量と得られるエネルギーのまとめ

＜物質を燃やしたときに発生する二酸化炭素の量と得られるエネルギー＞

物質	燃やす量 (g)	二酸化炭素の発生量 (g)	得られるエネルギー (kJ) ^{※1}
メタン		44	
プロパン	44	132	2220
石炭 (炭素) ^{※2}	12		
アンモニア	17	18 ^{※3}	380

※1：kJ (キロジュール) はエネルギーの単位。4.2 kJが1 kcal (キロカロリー) となる。

※2：石炭の主成分は炭素であるので、炭素の数値を用いた。

※3：アンモニアを作るときに発生する二酸化炭素の量である。

＜アンモニアの性質＞

- ・気体である。
- ・アンモニア水を加熱すると発生する。捕集方法は (①) 置換法となる。
- ・水に溶けやすい。水に溶けてアルカリ性を示すので、BTB溶液を (②) 色にする。
- ・燃やすと発生する窒素酸化物は (③) の原因となる。

＜考察＞

(1) 家にあるアイスのカロリーは240 kcal → これをkJに変換すると (④) kJとなる。

(2) メタン、プロパン、炭素を燃やして二酸化炭素が132 g発生する際に得られるエネルギー

物質	得られるエネルギー (kJ)
メタン	
プロパン	2220
石炭 (炭素)	

このことから、同じエネルギーを得る際の二酸化炭素の発生量は (⑤) となる。

(3) 890kJのエネルギーを得る場合の、物質を燃やす量と二酸化炭素の発生量

物質	燃やす量 (g)	二酸化炭素の発生量 (g)
メタン	16	44
石炭 (炭素)		(⑥)
石炭 (炭素) + アンモニア	12 (⑦)	計 (⑧) ^{*4}

アンモニアを
入れると
(⑨) 倍!!

※4：アンモニアを作るときに発生する二酸化炭素の量も考慮した。

<感想>

- ・理科の授業で勉強したアンモニアがエネルギー源になることが分かった。
- ・アンモニアは二酸化炭素の排出量^{はいしゅつりょう}が少ない燃料なので、優秀なエネルギー源^{ゆうしゅう}だと考えられる。

<今後に向けて>

- ・アンモニアを効率よく燃やすために「触媒^{しよくばい}」という物質が研究されているらしい。
今度は「触媒」について調べてみたい。
- ・アンモニアをつくる方法についても調べてみたい。

問1 (①) ~ (③) に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、表のア〜クから1つ選び、記号で答えなさい。

	①	②	③
ア	上方	黄	酸性雨
イ	上方	青	酸性雨
ウ	上方	黄	せんじょうこうすいたい 線状降水帯
エ	上方	青	線状降水帯
オ	下方	黄	酸性雨
カ	下方	青	酸性雨
キ	下方	黄	線状降水帯
ク	下方	青	線状降水帯

問2 (④) に入る数値を答えなさい。

問3 (⑤)に入る語句として正しいものを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

ア メタン>プロパン>石炭(炭素)

イ メタン>石炭(炭素)>プロパン

ウ プロパン>メタン>石炭(炭素)

エ プロパン>石炭(炭素)>メタン

オ 石炭(炭素)>プロパン>メタン

カ 石炭(炭素)>メタン>プロパン

問4 (⑥)～(⑧)に入る数値を求めなさい。ただし、小数第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

問5 (⑨)に入る数値を求めなさい。ただし、小数第三位を四捨五入して、小数第二位まで答えなさい。

問6 アンモニアをタンカーで輸送することを考えます。どうすれば少ないタンカーでアンモニアをよりたくさん運ぶことができますか。あなたの考えを簡潔に書きなさい。



240540

↓ここにシールを貼ってください↓

令和6年度 理科解答用紙 渋谷教育学園渋谷中学校

受験番号							氏名	
------	--	--	--	--	--	--	----	--

1

問1			問2	時 分			
問3							
問4	②		③				
問5	赤道						
	北緯 66.6度						
	北極点						
問6			問7			問8	
問9	緯度	度		経度	度		
問10	⑨		⑩				

2

問1			問2		
問3					
問4	⑥		⑦		
	⑧				
問5					
問6					