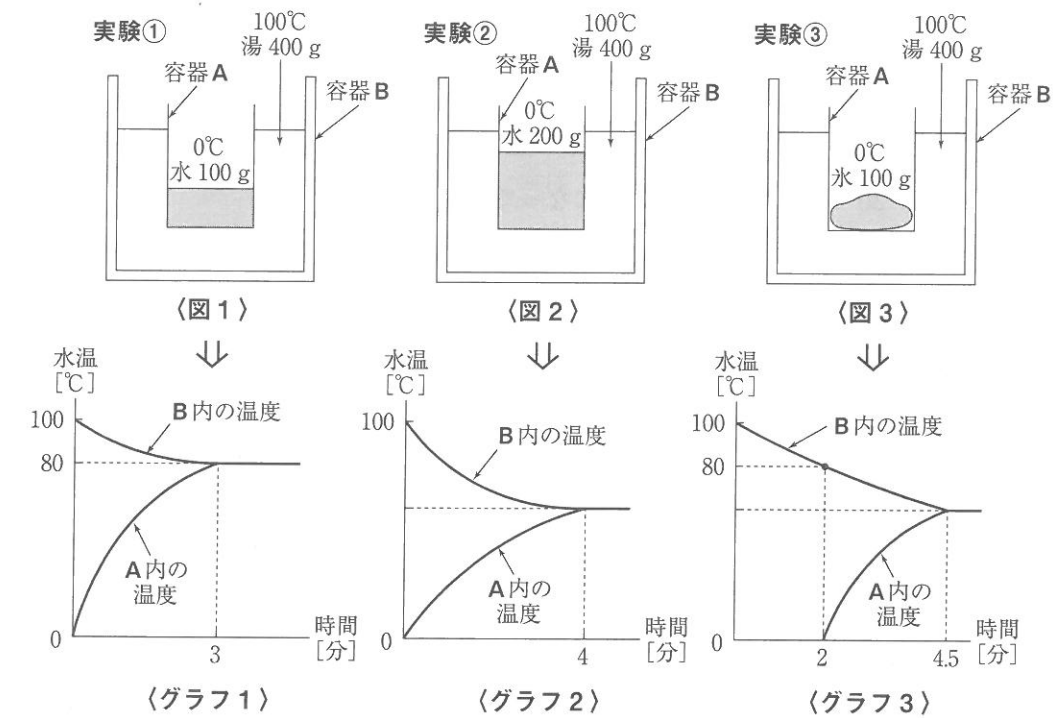


1 熱の実験について次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。

冷たいものと温かいものが接すると、それぞれの温度が同じになるまで変化します。ひろし君は小学校で水（または氷）とお湯を使って実験①～③をしました。このとき、図1～3のように0℃の水（または0℃の氷）を入れた金属容器Aを、発泡ウチロール容器Bに入れた100℃の湯400gの中にしずめ、容器内A、Bの水をゆっくりかき混ぜながら30秒ごとの水温を測定し、グラフ1～3にまとめました。ひろし君はこの実験についてくわしいことが知りたくて先生に聞いてみました。



ひろし 「実験結果をグラフにまとめてみました」

先生 「グラフにすると結果がよくわかるね」

ひろし 「実験①～③で、A内とB内で同じになったときの温度がちがいます」

先生 「お湯は冷めて、水はあたたまって同じ温度になる。この同じ温度を平衡温度^{へいこう}とよぶことにするね」

ひろし 「平衡温度？ A内とB内で温度がつりあって動かないってこと？」

先生 「熱いものと冷たいものが接すると、エネルギーのやり取りが始まる。このエネルギーを熱、その量を熱量といって、熱はお湯から水や氷に移動する」

ひろし 「熱が移動して温度が変わるんですね。そして、温度がつりあうと熱の移動も終わる」

先生 「そのとおり。水1gの温度が1℃変化するのに必要な熱量を1カロリーという」

ひろし 「実験①～③で移動した熱量がちがうと思います。実験①で移動した熱量が最も少ない」

先生 「実験①で移動した熱量を計算してみよう。400gのお湯が100℃から80℃になったので $400 \times (100 - 80) = 8000$ カロリー、100gの水が0℃から80℃になったので $100 \times (80 - 0) = 8000$ カロリーで同じ値だね」

ひろし 「すごい。実験成功！ お湯と水の重さの比 $400 : 100 = 4 : 1$ と温度変化の比 $20 : 80 = 1 : 4$ がちょうど逆になっています」

先生 「A内からB内へきちんと熱が移動したってことがわかるね。これを熱量の保存って言うんだよ」

ひろし 「熱が外にもれていないってことだ」

先生 「金属容器Aはうまく熱を伝えていて、発泡スチロール容器Bが熱をさえぎっているんだね」

問1 熱量の保存を用いて実験②での平衡温度を求めなさい。ただし、割り切れない場合は小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

ひろし 「実験③では氷がとけるのに2分かかりました」

先生 「その2分間でB内のお湯の温度が100℃から80℃まで20℃下がっているから、氷がとけるのにも熱が必要だといえるね」

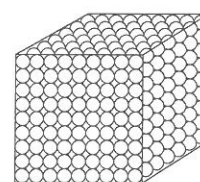
問2 熱量の保存を用いて0℃の水1gをとかすのに必要な熱量を求めなさい。

問3 熱量の保存を用いて実験③での平衡温度を求めなさい。

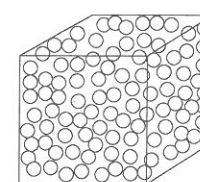
問4 実験③で、A内の氷の重さを200g増やして300gにすると、平衡温度は何℃になりますか。熱量の保存を用いて求めなさい。ただし、割り切れない場合は小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

ひろし 「ところで、熱ってどうやって移動するの？」

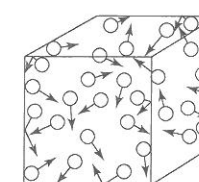
先生 「水は小さな分子というものが集まってできているんだけど、氷（固体）、水（液体）、水蒸気（気体）のときでその様子がまったくちがうんだ。図にかいてみよう」



固体



液体



気体

ひろし 「丸いつぶが水の分子ですね」

先生 「そう。アルコールや他の物質もみんな分子でできているんだよ。物質がちがうと分子の種類もちがう。たとえば、水は水の分子がたくさん集まってできている、アルコールはアルコールの分子がたくさん集まってできている」

ひろし 「分子ってとても小さくて目に見えないんですね」

先生 「氷の状態では分子どうしが規則正しく並んで自由に動くことができない。でも、分子はまったく動いていないというわけではなくて、決まった位置でゆれ動いている。しかも、温度が上がると分子の運動もどんどんはげしくなっていく。ある温度になると、分子は決まった位置をはなれて自由に動き始める。そこで固体から液体に変わる。液体になると、分子どうし^{たが}お互い引き合って一部分がつながったまま、互いにその位置が入れかわるように動いているんだ。液体の温度がさらに上昇^{じょうしょう}していくと、分子の動きはますます激しくなっていく。ついには分子どうしで引き合っている力をふりきって空間に飛び出していく。このとき、分子は1個ずつ自由に飛びまわるようになる。^{ふつ}沸とうだね」

ひろし 「熱をもらおうと分子ってどんどん自由になっていくんですね。だから、水が水蒸気になると体積が急激に大きくなるんですね」

問5 水は温度が高いほどよく蒸発します。その理由としてもっと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。

ア 温度が高いほど水の分子の動きがおだやかになり、分子が決まった位置をはなれて、動き始めるから。

イ 温度が高いほど水の分子の動きがはげしくなり、分子が決まった位置をはなれて、動き始めるから。

ウ 温度が高いほど水の分子の動きがおだやかになり、空間に飛び出す分子の数が増えるから。

エ 温度が高いほど水の分子の動きがはげしくなり、空間に飛び出す分子の数が増えるから。

問6 水が沸とうしているあいだは、いくら温めても100℃で温度は変わりません。これは水を温めた熱が何に使われるためですか。その理由としてもっと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。

ア 温めた熱が、水の分子を空間に飛び出させるために使われるから。

イ 温めた熱が、水の分子どうしが自由にやり取りするエネルギーに使われるから。

ウ 温めた熱が、水の分子どうしを強く引き合わせるために使われるから。

エ 温めた熱が、水の分子の動きをおだやかにするために使われるから。

先生 「お湯に冷たい水を混ぜると分子どうしが衝突して、勢いのある分子からおだやかな分子に熱をどんどん渡していくんだ。そうやって分子の運動が均一になっていく」

ひろし 「熱いものと冷たいもののあいだに金属容器Aがあっても熱は伝わる」

先生 「こんなふうに分で考えていくといいよ。自分でも、分子でいろんなことを説明してごらん」

問7 消毒のためにアルコールを皮ふにぬると冷たく感じます。その理由を「アルコール分子」・「熱」という言葉を使って説明しなさい。

問8 問7と同じしくみで温度が下がる（温度を下げる）現象の例を1つあげなさい。

ひろし 「アルコールを皮ふにぬると冷たく感じるのは、アルコールが冷たいわけじゃないんですね」

先生 「ところで、やかんとかなべは金属でできているけど、持つところにはプラスチックや木が使われている。どうしてかわかるかな」

ひろし 「プラスチックや木は熱を伝えにくいからですよ。だから、火にかけても手で持つことができる」

先生 「そのとおり。水の場合と同じように、熱は分子どうしの衝突によって熱い方から冷たい方へ移動していくけど、ものの種類によって熱が移動する速さがまったくちがう」

ひろし 「物質には熱を伝えやすいものと伝えにくいものがあるんですね。そういえば、近くのホームセンターでアルミニウムのスプーンとバターナイフを売っていましたよ。冷えて固くなったアイスクリームやバターが簡単にすくえるんですって」

先生 「アルミニウムは一般的なステンレスのスプーンよりも10倍以上、手の熱を速く伝えるからね。でも、食べすぎには注意しなくちゃいけないね」

問9 冷凍庫から金属の容器を取り出すとき直接手をふれると、手がくっついてしまうことがあります。一方、木の皿を冷凍庫から取り出すときにはこのようなことは起こりません。その理由として、もっと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。

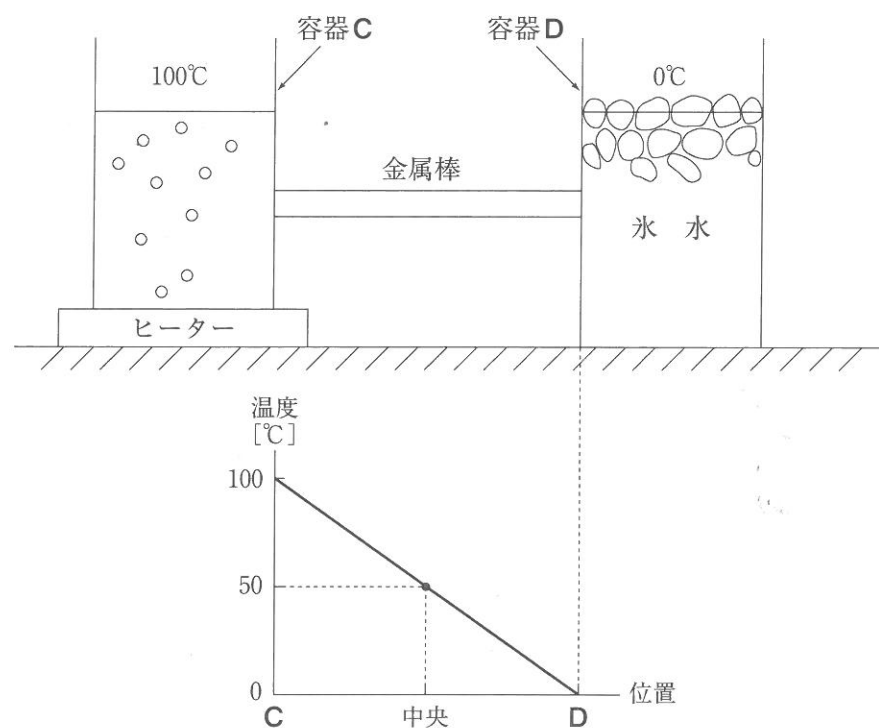
ア 金属のほうが木よりも温度が低くなっているため、皮ふの水分がこおるので、手がくっつく。

イ 金属のほうが木よりも温度が低くなっているため、まわりの空気中の水分がこおるので、手がくっつく。

ウ 金属のほうが木よりも熱が伝わりやすいため、急激に手から熱をうばい、皮ふの水分がこおるので、手がくっつく。

エ 金属のほうが木よりも熱が伝わりやすいため、急激にまわりの空気から熱をうばい、空気中の水分がこおるので、手がくっつく。

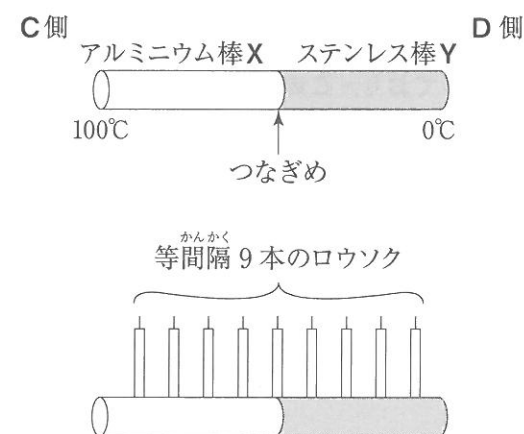
ヒーターで熱を加えて水を沸とうさせている容器Cと氷水を入れた容器Dに、太さが均一な金属棒を接触させて棒の両端を常に 100°C と 0°C に保つと、棒の各部分の温度はグラフのようになって、時間が経っても変わらなくなりました。このとき、熱は一定の割合でCからDへ移動し続けていて、ある時間内にCから棒に入る熱量と棒からDに出る熱量は同じです。また、この熱の移動は棒のどの断面を考えても同じになっています。なぜなら、棒のある部分に入ってくる熱量とそこから出ていく熱量がちがうと、その部分の温度が変化するからです。ここで、棒への熱の出入りは両端以外では考えないします。



問10 ある時間内に金属棒を伝わる熱の量は、①棒の太さ、②棒の長さ、③両端の温度差、に関係しています。①～③のそれぞれについて
 ア 比例している イ 反比例している
 のいずれになりますか。記号で答えなさい。

問11 棒がある1種類の金属でできているときには、棒のちょうど真ん中の温度は 50°C になります。なぜなら、棒の真ん中で左右にわけて考えたとき、左側の部分の両端の温度差と右側の部分の両端の温度差が等しくないと、CからDへ伝わる熱量が左右で等しくならないからです。さて、図のように太さと長さがともに同じアルミニウムの棒Xとステンレスの棒Yをつないで、棒Xの端をCに、棒Yの端をDに接触させてしばらくおきました。

- (1) このとき、XとYのつなぎめの温度は何 $^{\circ}\text{C}$ ですか。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし、問10の①②③を同じにしたとき、ある時間にXを伝わる熱量はYの10倍であるとしします。
- (2) 次に、CD間を10等分する棒上の位置に9本のろうソクを置きました。このとき、時間がたってもとけずに残るろうソクは何本ですか。このろうソクは 60°C 以上の温度でとけるものとします。



2 天体の自転と公転について、以下の問いに答えなさい。

問1 地球の公転周期から測定できる1年は、小数第4位までで365.2422日です。現在世界で広く用いられている太陽暦はグレゴリオ暦といい、平年を365日、うるう年は366日と定め、うるう年の頻度は、西暦年数が4で割り切れる年はうるう年としますが、100で割り切れるが400では割り切れない年は平年としています。

- (1) うるう年は400年間に何回ありますか。
- (2) グレゴリオ暦において、1年の日数は計算上何日になりますか。小数第4位まで求めなさい。
- (3) うるう年の他にうるう秒とよばれるものもあり、1秒を挿入または削除しています。うるう秒が必要な理由を、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。
- ア うるう年は1日多いので、1年の秒数が多すぎるため。
- イ 地球の公転周期と、グレゴリオ暦との差を小さくするため。
- ウ 地球の自転速度はしだいにおそくなっており、このおくれを調整するため。
- エ 秒を定めている基準と、地球の自転速度が一定ではないことから生じる1日の長さのずれを調整するため。

問2 地球の1日について次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

地球上にいるわれわれにとって、1日は24時間である。ところが、地球の自転周期は23時間56分4秒であり、大きく差がある。これはどういうことだろうか。

1日とは真夜中から真夜中、あるいは太陽が南中してから次に太陽が南中するまでと考える。太陽を基準にして考えるので、1太陽日ともよばれる。

太陽が南中してから23時間56分4秒後には、地球は 自転しており、このとき太陽は南中して {いる・いない}。

さらに4分弱進んで24時間たつと、その4分弱の間に地球は 自転しているから、最初の南中から + 360° 自転していることになる。このとき、太陽は南中して {いる・いない}。また、このとき地球は最初の南中から 公転している。

問い 文章中の空欄 ～ に当てはまる適当な角度を、次の値からそれぞれ選んで答えなさい。同じ値を何度選んでもかまいません。ただし、ここでは地球の1年は365日と考えることにします。また、**A・B**については 中の正しい方を選んで書きなさい。

0° 90° 180° 360° $\frac{1}{360}^{\circ}$ $\frac{365}{360}^{\circ}$ $\frac{1}{365}^{\circ}$ $\frac{360}{365}^{\circ}$ $\frac{366}{365}^{\circ}$

問3 月は地球のまわりを27.32日の公転周期でまわっており、地球から月を見ると月は満ち欠けをくり返します。

- (1) 月自身も地球と同様、自転しています。自転周期は何日ですか。
- (2) 月の満ち欠けが1回起こるとき、地球は30°公転するものとします。このとき、月の満ち欠けの周期を求めなさい。答えは小数第3位を四捨五入して、小数第2位まで求めなさい。

問4 水星は太陽系最小の惑星で、自転周期が58日、公転周期87日ですが、この問題では計算しやすくするために、自転周期を60日、公転周期を90日とし、地球の1年を360日とします。

図1は、地球の北極側上空から見たもので、水星上のA点で太陽が南中している様子を表しています。点線は水星の公転軌道を表しています。なお、水星の自転方向・公転方向はともに地球と同じです。

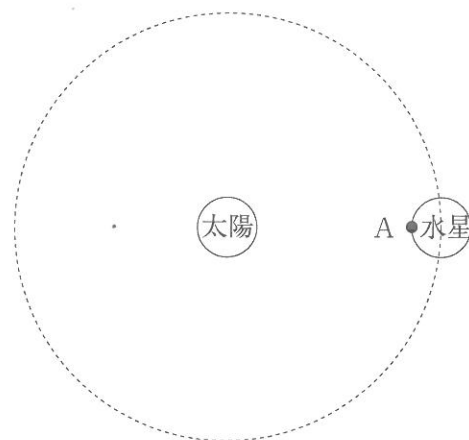


図1 太陽と水星の位置関係

(1) ①60日後の水星の位置およびA点の位置、②90日後の水星の位置およびA点の位置をそれぞれ解答用紙の図に、①・②の記号とともにかきなさい。

(2) 水星の1日は地球の何日になりますか。

(3) 太陽-水星-地球の順に一直線上に並ぶとき、水星が内合の位置にあるといいます。惑星と惑星が同じ位置関係をくり返す周期（ここでは内合から次の内合）を会合周期といいます。水星と地球がそれぞれ1日に何度公転するか考え、水星の会合周期を求めなさい。

(4) 水星が内合の位置にあるとき、地球から水星を観察することはできません。約2週間後には、いつ、どの方向に見えますか。次のア～カのうち、最も適当なものを選び、記号で答えなさい。

- | | |
|----------------|----------------|
| ア 夕方、東の空に見える。 | イ 夕方、西の空に見える。 |
| ウ 真夜中、南の空に見える。 | エ 真夜中、北の空に見える。 |
| オ 明け方、東の空に見える。 | カ 明け方、西の空に見える。 |

(5) 水星が内合の位置にあるとき、水星は太陽の前を横切る日面通過するはずですが。実際2019年11月12日は日面通過しました。しかし、毎回日面通過するわけではなく、前後の回の内合では日面通過しません。それはなぜですか。説明しなさい。

(問題は以上です。)

2020年度 特別給費生入試 理科解答用紙

受験番号					氏名