

最難関中コース  
理科 標準

# 問題

1 3. 熱・燃焼、  
三態変化、 J

中受ゼミ G

以下の文章を読み、問1～問10に答えなさい。

すべての物体は、小さな粒（以下、<sup>りゅうし</sup>粒子とします）の集まりでできていることがわかっています。例えば、水も粒子の集合体です。液体の場合は、粒子が自由に動き回ることができるため、液体の水は容易に形を変えることができます。一方、固体の場合は粒子が規則正しく整列し、自由に動き回ることができないため、氷は容易に形を変えることができません。

また、氷は粒子がジャングルジムのように<sup>すきま</sup>隙間を作るように整列しているため、水よりも体積が大きくなり、体積比は水：氷＝10：11となります。なお、水は1cm<sup>3</sup>当たり1gであることがわかっています。

水から水への⑦状態の変化は0℃で起こります。また⑧水は100℃で沸とうし、気体である①に変化します。①は水の粒子が激しく飛び回っているため、⑨非常に体積が大きくなります。しかし、液体から気体の変化も100℃で起きるとは限らず、室温でも液体から気体に変化することがあります。この変化を②といいます。また、固体から液体、液体から気体以外の変化として、⑩固体から気体の変化を起こすこともあります。

ところで、日本近海にたくさん埋蔵されている新エネルギーとして注目を集めている、メタンハイドレートという物質があります。氷と同じように見えますが、火をつけると燃えることから「燃える氷」ともいわれています。メタンハイドレートは、氷中の水の粒子の隙間に、メタンという天然ガスの粒子を含んだ物質です。天然ガスは、化石燃料の一種で都市ガスの主成分として知られています。一定体積中のメタンハイドレートに含まれる水の粒子とメタンの粒子の数の比は、水：メタン＝23：4で、粒子の重さの比は、水：メタン＝9：8です。すべてのメタンの粒子が氷中の水の粒子の隙間に存在するとしたら、メタンハイドレートの1cm<sup>3</sup>の重さは③gと計算されます。しかし、実際のメタンハイドレート1cm<sup>3</sup>の重さは0.91gです。このことから、メタンハイドレート中の水の粒子どうしの隙間の大きさは、<sup>ふつう</sup>普通の氷中の水の粒子どうしの隙間の大きさより④といえます。なお、メタン1gは20℃の大気中では1.5Lの体積になります。メタンハイドレート1kgに含まれているメタンを20℃の大気中に取り出すと⑤Lになることが予想されます。

問1 文中の①、②にあてはまる語句をそれぞれ次のア～コから1つずつ選び、記号で答えなさい。

ア 湯気      イ 炭酸ガス      ウ <sup>すいじょうき</sup>水蒸気      エ 熱気      オ 空気      カ <sup>じょうはつ</sup>蒸発  
キ ぎょう固      ク ゆう解      ケ ぎょう縮      コ <sup>じょうか</sup>昇華

問2 下線部⑦において、氷を加熱して水に変化させるとき、氷から水に変化している間は、0℃のまま温度が<sup>じょうじょう</sup>上昇しません。この理由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。

ア 本当は温度が上昇しているが、0℃以下は温度測定ができないから。  
イ 水は熱を伝えにくく、温度上昇を測定できないから。  
ウ 加えられた熱が、すべて氷を<sup>と</sup>溶かすのに使われるから。  
エ 加えられた熱が、すべて氷水の外部へ<sup>ほうしゅつ</sup>放出されるから。

問3 下線部①において、水を加熱したとき沸<sup>かっ</sup>とうするよりも前から、水中に小さな気泡<sup>きほう</sup>が多数存在しています。この気泡として適当なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 湯気 イ 炭酸ガス ウ 水蒸気 エ 熱気 オ 空気

問4 氷の重さは1cm<sup>3</sup>当たり何gですか。最も適当なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 0.81g イ 0.91g ウ 1.00g エ 1.05g オ 1.10g

問5 下線部②において、1gの水が100℃ですべて沸とうしたときの体積は1700cm<sup>3</sup>です。このとき、氷の状態からみて、体積はおよそ何倍になりますか。最も近いものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 1100倍 イ 1300倍 ウ 1500倍 エ 1700倍 オ 1900倍

問6 下線部③において、水の固体から気体への状態の変化について、関係している文を次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 氷を冷凍庫<sup>れいとうこ</sup>から出すと白く見えた。

イ 氷をジュースの中に入れると、氷にヒビが入った。

ウ 冷凍庫内の氷が、知らない間に小さくなっていた。

エ 冷凍庫内の氷を触<sup>さわ</sup>ると、指にくっついた。

問7 文中の〔③〕に適切な数字として最も適当なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 0.81 イ 0.91 ウ 1.00 エ 1.05 オ 1.10

問8 文中の〔④〕にあてはまる語句を次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 大きい イ 変わらない ウ 小さい

問9 文中の〔⑤〕に適切な数字として最も適当なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 134 イ 201 ウ 222 エ 232 オ 261

問10 メタンハイドレートに関する記述として、次のア～エから正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。なお、再生可能エネルギーとは、太陽光、風力、地熱など、利用する以上の速さで自然界によって補充<sup>ほじゅう</sup>されるエネルギーの総称<sup>そうしやう</sup>です。

ア 化石燃料なので、再生可能エネルギーでない。

イ 化石燃料なので、再生可能エネルギーである。

ウ 化石燃料ではないので、再生可能エネルギーでない。

エ 化石燃料ではないので、再生可能エネルギーである。

次の問1～問3に答えなさい。

問1 次の(1)～(3)の説明にあてはまる気体の名前を答えなさい。

- (1) 水に非常に溶けやすく、水溶液は塩酸と呼ばれる。
- (2) 鼻をさすような非常に強いにおいのある気体で、水に非常に溶けやすく、水溶液は赤色リトマス紙を青色に変える性質をもつ。
- (3) 天然ガスの不完全燃焼のときに発生する気体で、毒性が非常に強く、わずかに吸い込んでも死亡する場合がある。

問2 空気の成分について、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 空気中には、わずかに二酸化炭素がふくまれています。このことを確認する方法を、20字以内で答えなさい。

(2) 図1のように、容器にちっ素  $100\text{cm}^3$  と酸素  $100\text{cm}^3$  をそれぞれ集めました。このとき、ちっ素を○、酸素を●の粒で表すと、図2のようにそれぞれに同じ数の粒が入っていることがわかっています。図1と同じようにして集めた  $100\text{cm}^3$  の空気の中でろうそくを燃やすと、図3のように、気体の体積が  $80\text{cm}^3$  になりました。ろうそくが燃えたときに容器の中にあった酸素がすべて使われて二酸化炭素が発生し、さらにその二酸化炭素がすべて水に溶けてしまったと考えると、最初の  $100\text{cm}^3$  の空気のように、○印と●印を使ってどのように表すことができますか。ただし、今回使った空気にはちっ素と酸素だけが入っているとし、ろうそくの体積や、温度による体積の変化は無視します。解答に書く○印と●印の数は、合わせて10個とします。

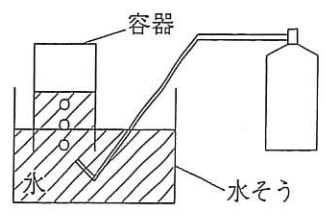
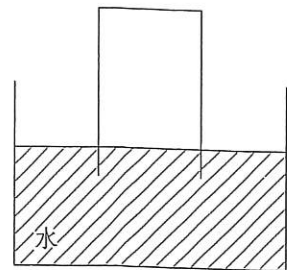
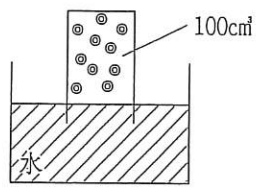
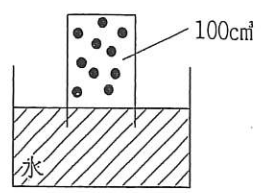


図1



ちっ素



酸素

図2

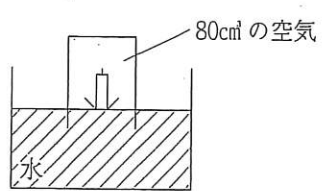
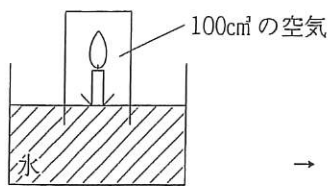


図3

(3) 実際の空気には、ちっ素や酸素、二酸化炭素以外にも、アルゴンという気体が混ざっています。アルゴンはまったく燃えない気体です。図3の実験の後に残っている気体の重さは、図1のようにして集めた80cm<sup>3</sup>のちっ素の重さよりも少しだけ重いことがわかりました。このことと図3の実験から、アルゴンという気体についてわかることを、次のア～エから最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

ア アルゴンは、水に溶けやすい。

イ アルゴンの粒1個の重さは、酸素の粒1個よりも重い。

ウ アルゴンの粒1個の重さは、ちっ素の粒1個よりも重い。

エ アルゴンの色は、青色である。

問3 空気の性質について、次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 図4のように、空気の入った筒<sup>22</sup>の上におもりをのせて、空気の体積の変化を調べた結果を、表1に示します。表1のアに当てはまる数字を答えなさい。

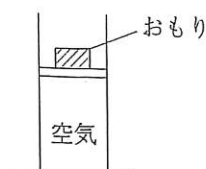


図4

表1

おもりの数(個)	1	2	3	4	5
空気の体積(cm <sup>3</sup> )	30	15	10	ア	6

(2) 空気の重さをはかる実験をしました。空気が入った容器の中に、その中にはじめからあった空気をにがさないようにして、容器の体積の75%まで水を入れました。このとき入れた水は773gでした。その後、その容器内の空気の体積の75%に当たる空気を出したとき、容器全体の重さが1g減りました。水1cm<sup>3</sup>の重さが1gとすると、水1cm<sup>3</sup>の重さは、水を入れる前の空気1cm<sup>3</sup>の重さの何倍になるか求めなさい。

以下のⅠ、Ⅱの文を読み、あとの問1～問5に答えなさい。

Ⅰ 水素と酸素とが2：1の体積比で混合された気体に点火するとちょうど反応し、反応後は液体の水になります。水素と酸素のどちらかが多いとその分だけ反応せずに余ります。

問1 図1の装置を用いて水素、または酸素を発生させたいと思います。図1中の固体物質と液体物質との組み合わせとして適当なものを次のア～カからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

	固体	液体
水素		
酸素		

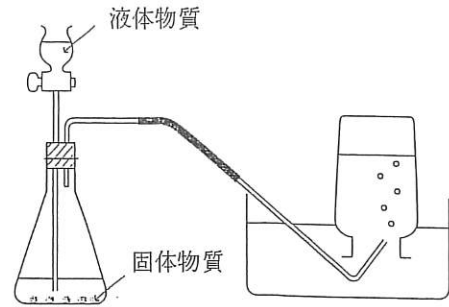


図1

ア 水酸化ナトリウム水溶液    イ 塩酸    ウ 過酸化水素水    エ 鉄  
オ 二酸化マンガン    カ 石灰石

問2 図2はある一定体積の酸素にさまざまな体積の水素を混ぜ、点火し、残った気体の体積を測定した結果を示したグラフです。用いた水素は50mLから70mLと変化させました。このとき用いた酸素の体積はいくらですか。さらに70mLから100mLまで水素の体積を変化させると、燃焼後の気体の体積はどのようにになりますか。図2のグラフに描き足し完成させなさい。

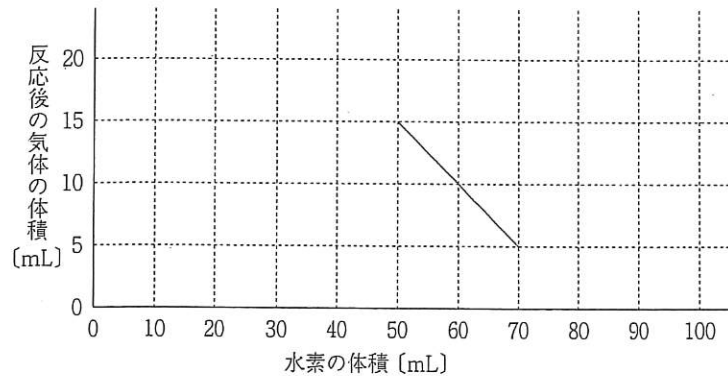


図2

II 放射線を出す物質を放射性物質と呼びます。放射性物質は、放射線を出しながら、やがて安定な別の物質へ変化し、放射線を出さなくなります。放射線の量は、ある一定の時間が経過すると半分に低下し、さらに同じ時間が経過すると、またその半分に低下します。放射線の量がもとの半分になるまでの時間を「半減期」と呼んでいます。半減期の長さは、放射性物質ごとに異なり、数秒の短いものからウランのように45億年と長いものまでさまざまです。

放射性ヨウ素の半減期は8日で放射性セシウムの半減期は30年です。放射性ヨウ素が1000個あったとすると、8日後には500個に16日後には250個になります。

問3 1280個の放射性ヨウ素が80個になるには何日かかりますか。

問4 放射性セシウム250個があります、90年前は何個でしたか。

問5 図3の点線のグラフは、500個の放射性ヨウ素が減少していく様子を表したものです。

(1) 実線のグラフ(a)~(c)の中で、放射性ヨウ素1000個の減少する様子を正しく表しているのはどれですか。1つ選んで記号で答えなさい。

(2) 横軸の日数は一目盛り何日か答えなさい。

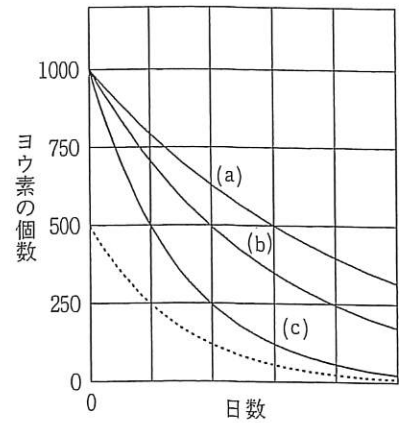
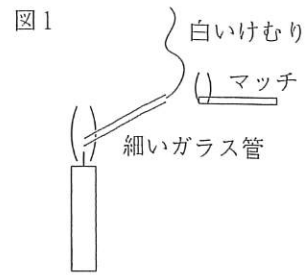


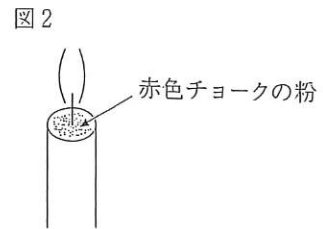
図3

ろうソクの燃え方や炎<sup>ほのお</sup>について、実験1~4の文を読んで、問1~問7に答えなさい。

実験1：図1のように燃えているろうソクの炎の下部に、細いガラス管  
を入ると、先から① 白いけむりが出てきます。このけむりにマッ  
チの火を近づけると、ガラス管の先に火がつきました。同様の実験  
をろうソクの炎の上部についても行いましたが、白いけむりは観察  
されず、ガラス管の先にマッチを近づけても火はつきませんでした。



実験2：ろうソクの炎の下では、液体のロウがたまっているのが観察さ  
れました。この液体のロウの動きを確かめるため、図2のように、液  
体のロウがたまっている部分に赤色チョークの粉を少量加えました。



実験3：図3のように、ろうソクの炎の①~③の各部分にガラス棒、木  
でできた割りばしを差し入れて、それぞれ変化を観察しました。結  
果を表1に示します。③の部分の結果では、ロウが付着している部  
分の両側が黒くなっているのが観察されました。また、②の部分での実験後、ガラス棒と割り  
ばしの黒くなっている部分を布でこすると、布にすすの粉がついていました。

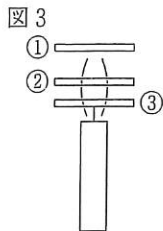
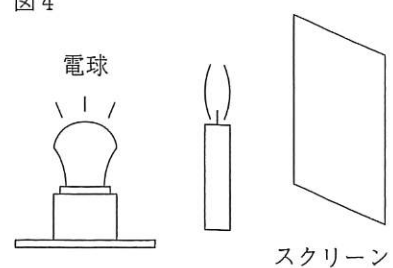


表1

位置	ガラス棒	割りばし
①	A	B
②	 ↓ 布でこする 	 ↓ 布でこする 
③		

の部分は、黒くなっているのが観察されました。  
 の部分は、ロウが付着しているのが観察されました。

実験4：図4のように、火のついたろうソクに電球の強い光を当  
て、電球と反対側に置いた白いスクリーンに映った炎の影<sup>かげ</sup>  
の様子を観察しました。



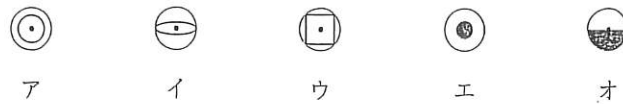
問1 ろうソクの炎は、上部と下部で明るさにちがいがあ  
りますが、暗い部分は炎の上部と下部のどちらですか。


問2 実験1の結果から、下線部①の「白いけむり」として考えら  
れるものはどれですか。最も適切なものを、次のア~オから1つ選び、記号で答えなさい。

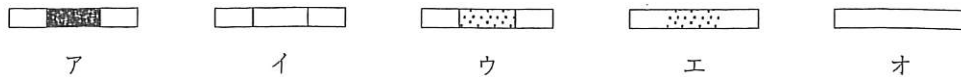
- ア 水蒸気    イ 天然ガス    ウ 液体や固体のロウ    エ ろうソクの芯<sup>しん</sup>    オ 空気



問3 実験2の結果で、赤色チョークの粉を加えて少し時間がたったときの、粉の様子（液体のろうの表面付近で観察される模様）を観察したとき、上から見た模様として正しい図を、ア～オから1つ選び、記号で答えなさい。なお、各図の中央の小さい黒い点は、ろうソクの芯を表しています。



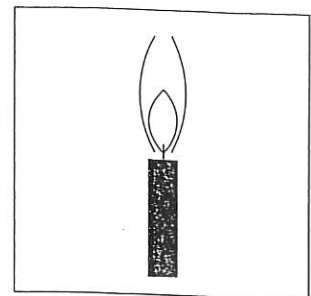
問4 表1のAとBに当てはまる図を、ア～オからそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。なお、の部分にはろうが付着しているものとします。



問5 実験4で観察した影には、黒い部分と、うすくもやもやとした部分<sup>かくにん</sup>が確認できました。実験3の結果も参考にして、解答欄の図に、影が黒くなる部分<sup>ぬ</sup>を黒く塗りつぶして、影の様子<sup>かげ</sup>の図を完成させなさい。

問6 ろうソクの炎が芯から上に向かってのびる理由を25字以内で説明しなさい。

問7 ろうソクの燃え方や炎についてまちがっているものを、下のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。



ア ろうソクの火では、炎のすぐ外側の部分で温度が最も高い。

イ ろうソクを息で吹き消したときに出る白いけむりにマッチの火を近づけると、ろうソクに再び火がつく。

ウ ろうソクの火が燃え続けるためには、芯が必要である。

エ ろうソクの炎の下の部分で、ろうソクの芯をピンセットでつまんでも、炎の大きさは変わらない。

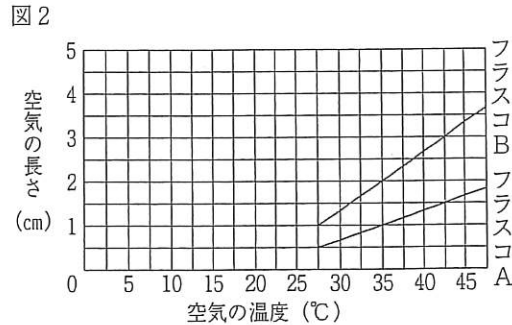
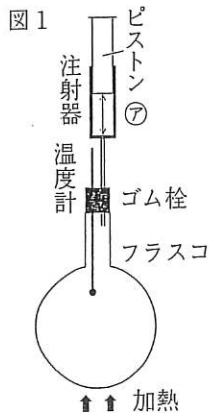
オ マッチでろうソクに火を付けるときに、火の付いたマッチをろうソクに近づけてから火が付くまでに少し時間がかかるのは、ろうが気体にならないと燃えることができないからである。

以下の文を読み、問1～問8に答えなさい。

I 図1のような装置をつくり、フラスコを加熱します。このときの温度計の値と注射器内の空気の長さ（図の⑦の部分）の関係を調べました。

〔実験1〕 容積の異なるフラスコ A, B, C, D で、温度計の値と注射器内の空気の長さの関係を調べました。実験前の各フラスコ内の空気は同じ温度で、フラスコ内の空気と注射器内の空気の温度は等しいとします。

図2のグラフは、フラスコ A (容積  $200\text{cm}^3$ )・フラスコ B (容積  $400\text{cm}^3$ ) の実験結果の一部を示しています。



問1 実験を始めたとき、注射器内の空気の長さを0とします。このときの温度を求めなさい。

問2 図2のグラフを見て、(1), (2)の問いに答えなさい。

(1) フラスコ A の空気では、 $\frac{\text{体積変化}}{\text{温度変化}}$  の値は、温度が高くなるとどのようになりますか。下の

ア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 大きくなる    イ 小さくなる    ウ 変わらない

(2)  $\frac{\text{フラスコ B の空気の体積変化}}{\text{フラスコ A の空気の体積変化}}$  の値は、温度が高くなるとどのようになりますか。下のア

～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 大きくなる    イ 小さくなる    ウ 変わらない

問3 フラスコ A, B の空気の温度変化が等しいとき、フラスコ A, B の空気の体積変化の比を求めなさい。

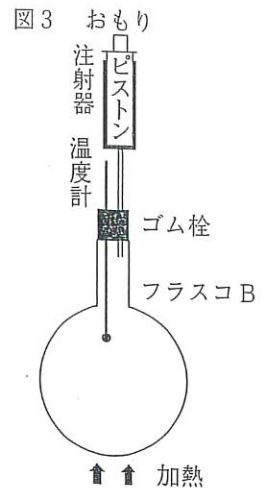
問4 フラスコ C (容積  $500\text{cm}^3$ ) で空気の温度が  $35^\circ\text{C}$  のとき、注射器内の空気の長さはいくらかですか。

問5 フラスコ D で、空気の温度が  $40^\circ\text{C}$  のとき、注射器内の空気の長さは  $4\text{cm}$  になりました。

D の容積を求めなさい。

〔実験2〕 実験1のフラスコBを用いて、空気の温度を30℃に保ち、注射器のピストンにももりをのせると、ピストンは下がり、注射器内の空気の長さは短くなりました。

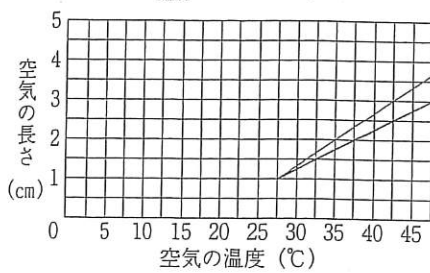
〔実験3〕 フラスコBの空気の温度を問1で求めた温度にもどし、図3のように実験2で使ったおもりをピストンにのせた状態で、フラスコを加熱します。フラスコ内の空気と注射器内の空気の温度は等しいとします。



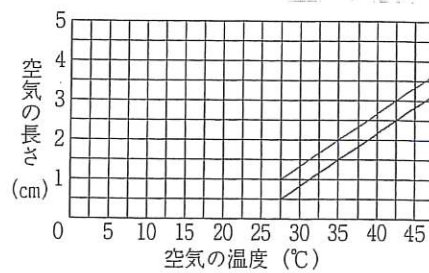
問6 ピストンが動き始める温度は、問1で求めた温度に比べてどのようになりますか。下のア、イから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 同じ イ 高くなる

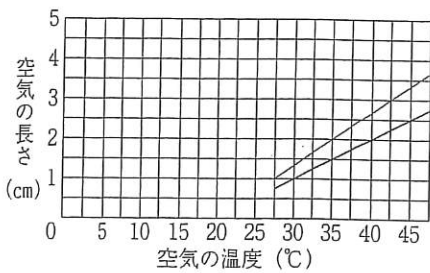
問7 温度計の値と注射器内の空気の長さの関係を示すグラフを次のア〜ウから1つ選び、記号で答えなさい。グラフの細い実線は、実験1の結果を示しています。



ア

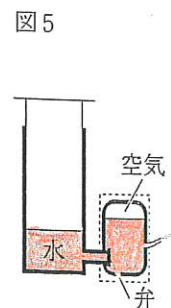
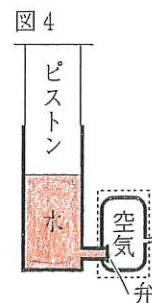


イ



ウ

II 図4のようなポンプを作りました。点線内の容器には空気が入っています。ピストンを<sup>お</sup> pushすると、弁は右に開き水が点線内の容器に入り、ピストンを止めると弁が<sup>しま</sup> closes and water does not enter the container in the dotted line. From the state in Fig. 4, push the piston down with force and stop it <sup>とちゅう</sup> in the middle. Show the appearance of the pump at this time in Fig. 5.



問8 このあと、ポンプから出る水はどのようになるか答えなさい。また理由も述べなさい。

以下の文を読み、あとの問1～問7に答えなさい。

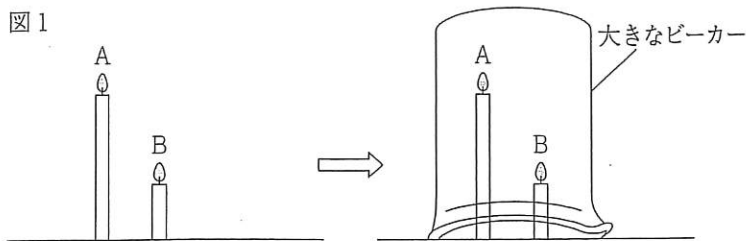
すべての気体は温度が上がると膨張し、温度が下がると収縮します。この体積の変化について、昔、気体の研究をしていた学者が、次のことを発見しました。

温度を1℃ずつ変化させると、気体の体積が0℃のときの体積の $\frac{1}{273}$ ずつ変化します。そして、この現象は気体の種類に関係なく同じです。

温度を下げていくと、計算上、気体の体積が0になるときの温度を①絶対零度と呼びます。これは、考えられる最低の温度と言えます。一方、気体が膨張したり、収縮したりしても、気体全体の重さは変化しません。したがって、気体があたためられて膨張すると、同じ体積で比べた重さは小さくなり、上へ移動します。反対に気体が冷やされて収縮したときは、同じ体積で比べた重さが大きくなり、下へ移動します。

この気体の性質を、ろうそくを使った実験で確かめたいと思います。燃えているろうそくの周りでは、気体が動いています。燃えているろうそくからは水蒸気と、②「ある気体」が発生しています。また、この「ある気体」は同じ温度、同じ体積で比べたとき、空気の1.5倍重いことがわかっています。

ここで、図1のように、火のついた長さの違うろうそくA、Bを用い、大きなビーカーをかぶせました。すると、しばらくすると③2つのろうそくの火は消えました。



問1 下線部①の絶対零度とは、何℃か求めなさい。

問2 下線部②の「ある気体」の名前を答えなさい。

問3 「ある気体」の性質として当てはまるものを、下のア～オからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 火をつけると燃える。                      イ 火をつけても燃えない。                      ウ 助燃性がある。  
 エ 水に溶かすと酸性をしめす。                      オ 水に溶かすとアルカリ性をしめす。

問4 「ある気体」の発生直後の体積は0℃のときの何倍ですか、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。ただし、ろうソクの火の温度は1400℃であり、発生したすぐ後の気体も、この温度であるとして。

問5 ビーカー内の「空気」と発生したすぐ後の「ある気体」を同じ体積で重さを比べると、その重さの比は以下ようになります。空欄に当てはまる数を求めなさい。答えは小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。なお、「空気」の温度は27℃であるとして。

「空気」：「ある気体」=  : 1

問6 下線部③の火の消え方として正しいものを、下のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

ア A → B の順に消える。      イ B → A の順に消える。      ウ 2つ同時に消える。

問7 問6のような消え方になる理由を、「発生した気体は」に続く文章で答えなさい。