

最難関中コース  
理科 標準

# 問題

1 3. 熱・燃焼、  
三態変化、 H

中受ゼミ G

家庭で使う都市ガスの成分は主にメタンガスとプロパンガスです。これらの気体について、次の実験1、実験2を行いました。これらの実験に関する以下の各問いに答えなさい。ただし、空気1L(リットル)の重さは1.29gとし、気体の体積はすべて同じ条件で測定するものとします。

[実験1]

ビニール袋に空気を入れて体積を測ると1L、重さを測ると3gでした。次に、この袋の中の空気を同じ1Lの①メタンガスと入れ替えて、重さを測ると2.42gでした。さらに、この袋から0.5Lのメタンガスを取り出して、代わりに0.5Lのプロパンガスを入れて重さを測ると3.045gでした。

[実験2]

メタンガスとプロパンガスをそれぞれ $10\text{cm}^3$ ずつ取り、これに空気(②ちっ素80%, ③酸素20%の混ざった気体) $500\text{cm}^3$ を加えて、 $520\text{cm}^3$ としました。これに点火してメタンガスとプロパンガスをすべて燃焼させると、④二酸化炭素と水滴ができていました。このときの気体の体積を測ると $470\text{cm}^3$ でした。次に、この $470\text{cm}^3$ の気体を石灰水に入れてよく振ると、気体の体積は $430\text{cm}^3$ になりました。なお、この実験で生じる水蒸気は、気体の体積を測るときはすべて液体の水になっており、その体積は考えなくてもよろしい。

問1. 実験1より、メタンガス1Lの重さは何gですか。

問2. 実験1より、プロパンガス1Lの重さは何gですか。

問3. 実験2で、発生した二酸化炭素の体積は何 $\text{cm}^3$ ですか。

問4. 実験2で使われた酸素の体積は何 $\text{cm}^3$ ですか。

問5. メタンガスを完全に燃焼させるためには、体積にしてメタンガスの2倍の酸素が必要です。では、プロパンガスを完全に燃焼させるには、体積にしてプロパンガスの何倍の空気が必要ですか。

問6. 本文中の下線部①～④の気体に関して、あてはまる説明文を次の(ア)～(キ)の中からすべて選び、それぞれ記号で答えなさい。ただし、同じ記号を何度用いてもよろしい。

(ア) 他の物質が燃えるのを助けるはたらきがある。

(イ) この気体の満ちたビンの中にろうそくの炎を入れると、すぐに消える。

(ウ) 貝がらをすりつぶした粉末にうすい塩酸を加えると発生する気体である。

(エ) オキシドールに二酸化マンガンを加えると発生する気体である。

(オ) 地球環境にやさしい「燃料電池」という新しい電池に用いられる気体である。

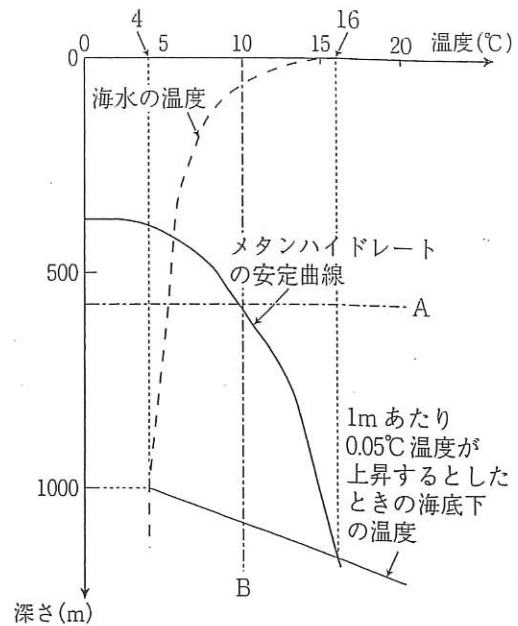
(カ) 極めて低温にすると、凍ってドライアイスとなる。

(キ) 地中から噴出する天然ガス的一种である。

次の文中の(①), (②), (④)には適する語句を, (③)には適する数字を答えなさい。

エネルギー資源に乏しいと言われる日本にも, 新しいエネルギー資源が存在することが最近わかってきました。それは, メタンハイドレートとよばれるものです。メタンハイドレートとは, 火を近づけると燃えるメタンガスと水からできた結晶で, 触ると冷たく, 見た目がシャーベットに似ていることから“燃える氷”とも言われています。

そのメタンハイドレートは, 日本周辺の海底に存在することが知られています。図は, たて軸に深さ(下に行くほど深い), 横軸に温度をとったときのメタンハイドレートができるのに必要な条件を示したグラフです。実線の曲線をメタンハイドレートの安定曲線と言ひ, この曲線より左側ではメタンハイドレートが安定に存在でき, 右側では水とメタンガスにわかれてしまいます。なお, 点線は深さによる海水の温度です。図中の線Aでみれば, 深さが一定の場合は温度がより(①)い方が, 図中の線Bでみれば, 温度が一定の場合は深さがより(②)い方がメタンハイドレートが安定して存在することがわかります。また, 菌の活動や地面がもつ熱により有機物が分解されることでメタンはつくられます。陸から多くの有機物が供給される日本周辺の海底は, 以上のようなメタンハイドレートができる条件を満たす場所なのです。



メタンハイドレートは海底下にもひろがっています。海底の深さを1000mとし, 海底下の温度が1mあたり0.05°Cずつ上昇するとすれば, 海底下の温度は図中のななめの直線であらわされます(海底の温度は, 1000mにおける海水の温度と同じとした)。この直線とメタンハイドレートの安定曲線が交わる深さに注意すれば, メタンハイドレートは1000mから(③) mのあいだに存在していることがわかります。

メタンガスは燃焼時の二酸化炭素排出量が石炭や石油と比べて少ないためクリーンエネルギーとされますが, 二酸化炭素と同じ(④)のある気体であり, その効果は二酸化炭素の約20倍であるため, メタンハイドレートの利用には注意が必要と言えます。

以下の文を読み、あとの問1～問6に答えなさい。

ものを燃やすと二酸化炭素や水（水蒸気）ができます。このことを確かめる実験をしました。

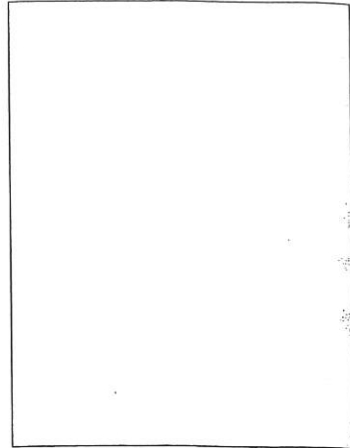
問1 二酸化炭素ができたことを確かめるのに、使うとよい水溶液は何ですか。次のア～オのうちから最もよいものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア <sup>しょうさん</sup>硝酸銀水溶液      イ 水酸化カルシウム水溶液      ウ うすい塩酸  
エ <sup>りゅうさん</sup>硫酸銅水溶液      オ アンモニア水

問2 二酸化炭素ができたことを確かめるのに、適切な実験装置を簡単な図にして示しなさい。ただし、使う器具類は次の通りです。

- 問1で選んだ水溶液      びん      ガラス板  
<sup>はんしょう</sup>燃焼皿(あるいは燃焼さじ)      ちり紙

問3 炭を燃やすと水はできません。また、水素自動車は二酸化炭素ができません。これらのことより、(A)素をふくむものを燃やすと二酸化炭素ができ、(B)素をふくむものを燃やすと水ができるといえます。A, Bをそれぞれ漢字1文字で答えなさい。



いろいろな燃料ガスを燃やして、20℃の水120gを沸とうさせるのにかかる時間をはかりました。

問4 1分あたり一定の重さのガスを燃やす器具を使って、燃料ガス(あ)を燃やすと、水は10分で沸とうしました。燃料ガス(い)を燃やすと15分で沸とうしました。燃料ガス(あ)と燃料ガス(い)を混ぜたガスをつくって、水を13分で沸とうさせようと思います。(あ)と(い)をそれぞれ重さの比で何対何ずつ混ぜるとよいですか。簡単な整数で求めなさい。ただし、混合ガスをつくる時、特別な変化は起こらないものとして考えなさい。

燃料ガス(う)1gを燃やすと二酸化炭素が2.5gでき、燃料ガス(え)1gでは二酸化炭素が3gできます。燃料ガス1gを燃やして沸とうさせることのできた20℃の水の重さが以下のI, IIのようになったとします。

I どちらの燃料ガスでも150gだけ沸とうさせることができたとします。

問5 どちらの燃料ガスを燃やした方が環境に与える影響が少ないでしょうか。(う)または(え)の記号で答えなさい。さらに、「発生した二酸化炭素1gあたり」という言葉を入れて理由を簡単に書きなさい。

II 燃料ガス(う)では160gだけ沸とうさせることができ、燃料ガス(え)では120gだけ沸とうさせることができたとします。

問6 このとき、どちらの燃料ガスを燃やした方が環境に与える影響が少ないでしょうか。(う)または(え)の記号で答えなさい。

以下の文を読み、あとの問1～問8に答えなさい。

図1のように、丸底フラスコにふっとう石と水を入れ、ガラス管をつけたゴムせんをしてからアルコールランプで熱し、そのときの様子を観察しました。

問1 次の文はフラスコ内の水の流れを説明しています。(①)～(④)に適する語句を下のア～ケから1つずつ選び、記号で答えなさい。

水は加熱されると体積が(①) するため、(②) くなり、(③) へ移動し、まだ温まっていない水が(④) へ流れこむ。こうして、水がつぎつぎと入れかわりながら、全体が温まっていく。

ア 減少 イ 増加 ウ 変色 エ 重 オ 軽 カ 上 キ 下 ク 右  
ケ 左

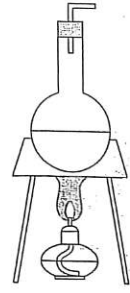
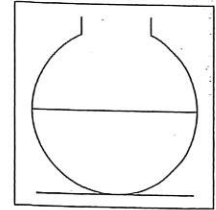


図1

問2 問1のような熱の伝わり方を何というか答えなさい。

問3 フラスコ内の水の流れの様子を矢印で解答欄の図に描きなさい。

問4 フラスコ内にふっとう石を入れるのはなぜか、理由を答えなさい。



問5 しばらく熱すると、フラスコの内側に小さな泡あわがつきはじめました。この小さな泡は何か答えなさい。

問6 さらに加熱を続けると、やがてフラスコの底から大きな泡が出るようになりました。この大きな泡は何か答えなさい。

問7 問6のとき、ガラス管の先からは、さかんに湯気がふき出しました。この湯気をよく見るとガラス管のすぐそばには何も見えず、ガラス管から少し離れた所から湯気が見えはじめました。もともと透明とうめいであった気体が見えるようになる理由を15字以上25字以内で述べなさい。

問8 問7で見られた湯気もガラス管から遠く離れるとやがて見えなくなりました。この理由を15字以上25字以内で述べなさい。

以下の文を読み、あとの問いに答えなさい。

木をアルミホイルでつつんで、ガスコンロの上で焼けば、炭はかんたんにできます。<sup>びんちょうたん</sup>備長炭などの本格的な炭は、専用の窯<sup>かま</sup>でつくります。しかし<sup>りくつ</sup>理屈は同じです。ろうそくも炭もどちらも燃えます。その燃え方のちがいについて考えてみましょう。

ろうそくに火をつけて、図1のようなびんの中に入れました。石灰水を入れ、ふたをして、中の様子を観察しました。

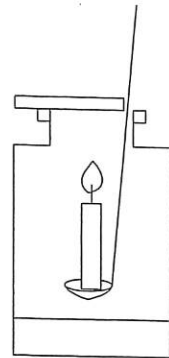


図1

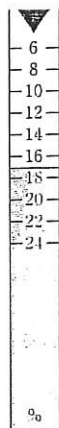
問1 石灰水はどのようになりますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 黄色くなった。
- イ すぐに真っ白にごった。
- ウ かるくふると白くにごった。
- エ 一度白くにごったあと、再びとうめいになった。

問2 びんの上のほうにある変化が見られました。その変化はどのようなものですか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

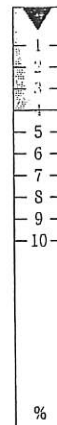
- ア くもってきた。    イ まっ赤になった。    ウ まっ白い粉がついた。
- エ とけたろうがついてきた。

問3 火が消えた後のびんの中の気体を気体検知管で調べてみました。酸素用検知管と二酸化炭素用検知管は、それぞれ図2、3のようになりました。酸素と二酸化炭素の割合はそれぞれ何%ですか。



酸素用検知管(6～24%用)

図2



二酸化炭素用検知管(1～10%用)

図3

問4 びんの中に残った空気の成分で、一番多いものは何ですか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア ちっ素 イ 酸素 ウ 二酸化炭素 エ 水素 オ 水蒸気

木を、試験管に入れ、図4のような装置を組み立てて、ガスバーナーで加熱しました。

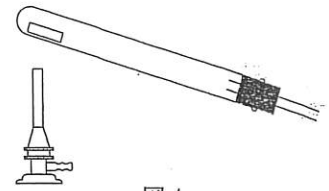


図4

問5 ガラス管から出てきたけむりに火をつけてみました。どのようになるでしょうか。次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 火はつかない。 イ 火がつく。 ウ ばくはつする。

問6 試験管の口の部分に、黒っぽい液体がたまりました。試験管内に残った木はどのようになっているのでしょうか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 白っぽくなった。 イ 黒っぽくなった。 ウ 赤っぽくなった。

エ とくに大きな変化は見られなかった。

炭に火をつけて、図5のようなびんの中に入れました。石灰水を入れ、ふたをして、中の様子を観察しました。しばらくすると火が消えてしまいました。

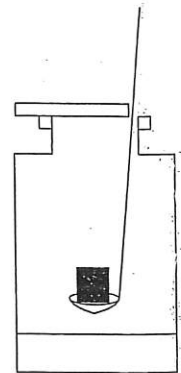


図5

問7 石灰水はどのようになりますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 黄色くなった。

イ すぐに真っ白にごった。

ウ かるくふると白にごった。

エ 一度白にごったあと、再びとうめいになった。

問8 ろうそくの場合と異なり、びんの上のほうは何も変化がありませんでした。このことから、ろうそくの燃え方と炭の燃え方のちがいについて、20～40字で答えなさい。

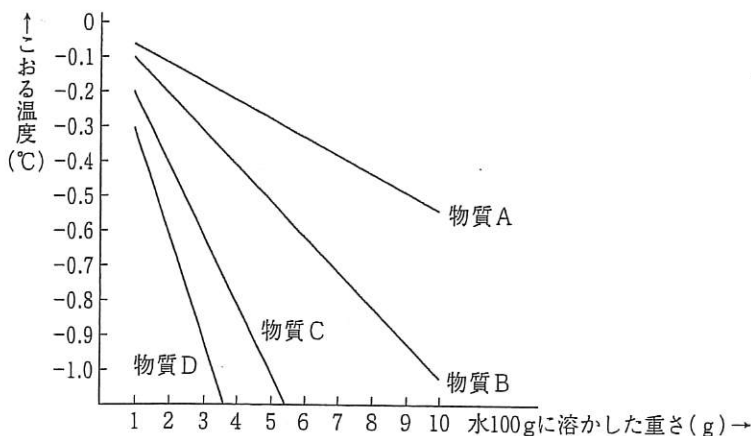
次の文章を読み、後の問いに答えなさい。ただし、計算問題については四捨五入により、小数第2位まで求めなさい。

A君は、夏休みに自宅でアイスクリームをつくることにしました。まず、ステンレスのボウル(料理用の深い鉢)を用意し、そこに氷を入れ、塩をかけました。ステンレスのボウルを観察してみると、はじめ金属の光沢をしていますが、すぐにボウルの外側が白く曇りました。ボウルの中の氷に温度計を差し込んでみると、温度がどんどん下がり、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下になりました。

A君は、氷がとける温度は $0^{\circ}\text{C}$ なのに、氷に塩を入れると温度が下がり、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下になるということに疑問を感じました。

そこで、こおる温度も変わるのではないかと思い、いろいろな物質で濃さの異なる水溶液をつくって、それらがこおる温度を調べてみました。その結果が次の表とグラフです。

水100gに溶かした重さ	こおる温度			
	物質A ( $^{\circ}\text{C}$ )	物質B ( $^{\circ}\text{C}$ )	物質C ( $^{\circ}\text{C}$ )	物質D ( $^{\circ}\text{C}$ )
1g	-0.054	-0.103	-0.202	-0.310
2g	-0.109	-0.207	-0.404	-0.620
3g	-0.163	-0.310	-0.607	-0.930
4g	-0.218	-0.413	-0.809	-1.240
5g	-0.272	-0.517	-1.011	-1.550
6g	-0.326	-0.620	-1.213	-1.860
7g	-0.381	-0.723	-1.415	-2.170
8g	-0.435	-0.827	-1.617	-2.480
9g	-0.489	-0.930	-1.820	-2.790
10g	-0.543	-1.033	-2.020	-3.100



問1 文章中の下線部で、なぜボウルが曇ったのですか。かんたんに答えなさい。

問2 物質A 1.3g を水100g に溶かしたとき、水溶液は何 $^{\circ}\text{C}$ でこおりはじめますか。

問3 物質A の8%水溶液のこおりはじめる温度は何 $^{\circ}\text{C}$ ですか。



また、一種類の物質の水溶液だけでなく、物質 A と B それぞれ 1 g ずつを水 100g に溶かしてみたら、その水溶液は  $-0.054\text{ }^{\circ}\text{C}$  と  $-0.103\text{ }^{\circ}\text{C}$  との和の  $-0.157\text{ }^{\circ}\text{C}$  でこおりはじめました。すなわち、二種類以上の物質が混ざった水溶液のこおる温度は、それぞれの物質のそれぞれの濃度でのこおる温度を求めて足せばよいことがわかりました。

問 4 物質 A の 2 % 水溶液 100g と物質 B の 2 % 水溶液 100g とを混ぜ合わせた水溶液のこおりはじめる温度は何  $^{\circ}\text{C}$  ですか。

問 5 物質 C と物質 D を水 100g に溶かした水溶液のこおりはじめる温度は  $-1.725\text{ }^{\circ}\text{C}$  でした。その水溶液 10g をとり、水を完全に蒸発させて、残った物質の重さを量ると 0.74g でした。その水溶液 10g 中に溶けていた物質 C の重さは何 g ですか。