

1. わたしたちの身の周りにはさまざまな物質があります。酸素や水、二酸化炭素などすべての物質は、細かく分けていくと、「原子」とよばれるこれ以上小さくできない粒になることが知られています。

原子の粒には「酸素」「炭素」「水素」のような種類があり、この種類のことを「元素」といいます。今日までに発見されている元素は、約110種類あります。

このことについて、以下の各問いに答えなさい。

問1 原子は顕微鏡でも見えないほど小さい粒です。例えば、水素原子の大きさは直径が約1000万分の1mmです。この水素原子をピンポン玉（直径4cm）の大きさに拡大したとき、同じ割合で拡大したとするとピンポン玉はどのくらいの大きさになりますか。次のア～エから最も近いものを1つ選んで、記号で答えなさい。

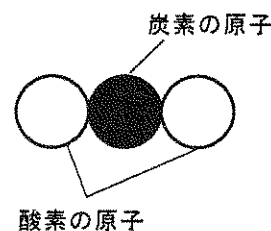
- ア 月（直径3,000km） イ 火星（直径6,000km）
ウ 地球（直径13,000km） エ 木星（直径140,000km）

18世紀ごろの科学者たちはいろいろな実験を通して、見ることのできない原子の性質や、原子の質量の比を解明していきました。例えば炭素や水素を燃やすと、それぞれが酸素とくっついて二酸化炭素や水ができ、その質量の関係を調べると次の表ようになります。

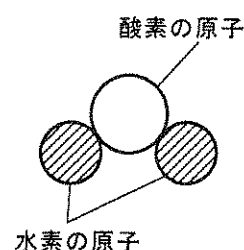
【表1】

燃える前の炭素	3 g	9 g	21 g
燃えるときに必要な酸素	8 g	24 g	(①) g
できた二酸化炭素	11 g	33 g	(②) g

二酸化炭素の粒



水の粒



問2 表1、表2の空欄に入る数値を答えなさい。

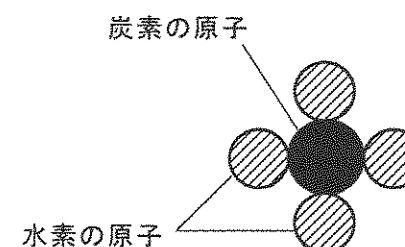
問3 炭素15gを燃やしてすべて二酸化炭素にするためには、空気は最低何g必要ですか。ただし、空気中に酸素は20%含まれているものとします。

問4 二酸化炭素は、酸素の原子が2個と、炭素の原子が1個くっついてできた物質です。炭素の原子1個の重さは、酸素の原子1個の重さの何倍ですか。

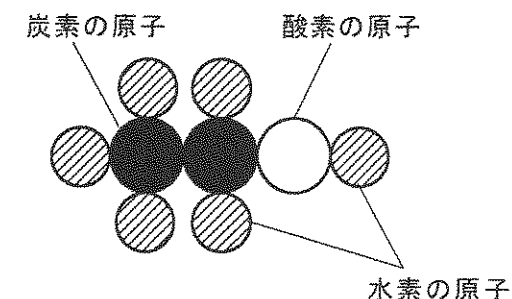
問5 水は、水素の原子が2個と、酸素の原子が1個くっついてできた物質です。酸素の原子1個の重さは、水素の原子1個の重さの何倍ですか。

水素の原子や酸素の原子、炭素の原子からできている物質は、二酸化炭素や水以外にも、身のまわりに多く存在しています。例えば都市ガスに含まれるメタンや、手指の消毒に用いられるエタノールがあります。メタンとエタノールは、以下の図のようにそれぞれの原子がくっついてできています。

メタンの粒



エタノールの粒



問6 メタンは、水素の原子が4個と、炭素の原子が1個くっついてできた物質です。メタンに含まれている炭素が1.2gであるとする、その炭素とくっついている水素は全部で何gですか。

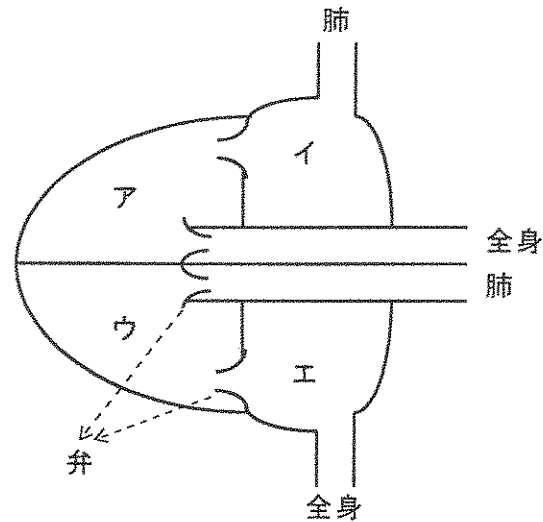
問7 エタノールは、水素の原子が6個と、酸素の原子が1個と、炭素の原子が2個くっついてできた物質です。エタノールに含まれる水素、酸素、炭素の質量の比を、最も簡単な整数比で答えなさい。

問8 2015年10月に日本の理化学研究所の研究チームが新しい元素を発見しました。そして2016年6月に、正式に元素として登録されました。この元素名として正しいものを次の中から1つ選んで、記号で答えなさい。

- ア チバニウム イ ジパニウム
ウ ジャポニウム エ ニホニウム

2. 心臓と血液について、以下の各問いに答えなさい。

問1 右の図はヒトの心臓の模式図ですが、縦・横、左・右や筋肉の厚さなどは通常とは異なる描き方で表しています。



- (1) 左心室はア～エのどれですか。
- (2) アを出発点とした場合、その後の血液の流れを解答欄の矢印に合わせて示しなさい。ただし、記入するのはイ～エの記号、『全身』、『肺』の言葉から選ぶものとします。
- (3) ア～エの中で、静脈血が流れている部分を2つ選びなさい。
- (4) 心臓には、図に示したような『弁』と呼ばれるものがいくつかあります。そのはたらきを簡単に説明しなさい。

問2 ヒトの血液のおもな成分には、次の4つがあります。

赤血球 白血球 血小板 血しょう

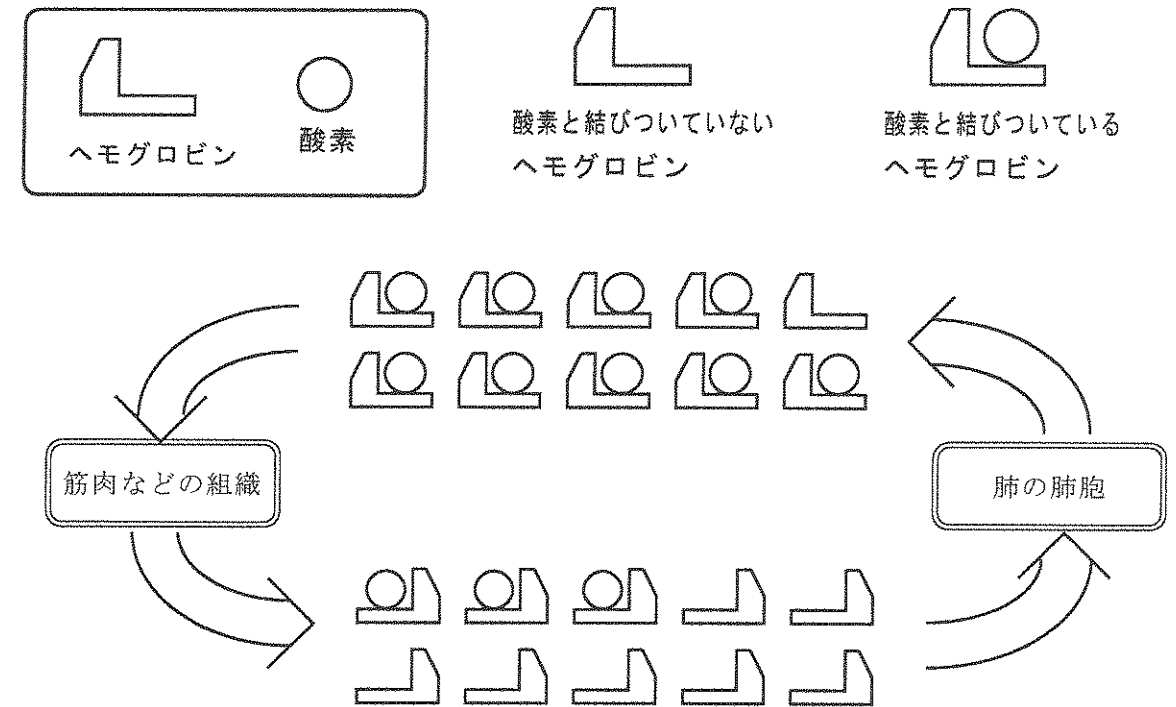
- (1) 上の4つの成分の中から、液体の成分を1つ選びなさい。
 - (2) 上の4つの成分の中から、けがなどをして出血したときに血液を固めるはたらきに最も関係の深いものを1つ選びなさい。
- 問3 赤血球には酸素を運ぶはたらきがあり、そのはたらきには赤血球に含まれるヘモグロビンという赤い色素が関係しています。

- (1) ヘモグロビンにはある金属元素が含まれています。その金属は何ですか。金属の名前を答えなさい。

(2) 酸素と結びつく性質だけでは、肺から酸素を運んでも、酸素を必要とする組織に酸素をわたすことができません。ヘモグロビンには、酸素が多い場所では酸素と結びつきやすく、酸素の少ない場所では酸素と結びつきにくくなる性質があるので、肺で酸素と結びつき、筋肉などの組織で酸素と離れることができます。

ここで、酸素の多い肺胞の血管を通ったあとには、血液中のすべてのヘモグロビンのうち90%が酸素と結びついた状態になるものとし、筋肉などの組織を通ったあとには血液中のすべてのヘモグロビンの30%だけが酸素と結びついた状態になるものとします。

このようすを、ヘモグロビンを『酸素という荷物を運ぶトラック』と考えて図示すると次のように表せます。



このとき、酸素と結合しているヘモグロビンのうち何%が組織で酸素を離しますか。小数第一位を四捨五入して、整数で答えなさい。

(3) 高い山の上の方では空気が薄くなりますので、酸素も少なくなり、そのため肺胞の血管を通るときに酸素と結びつくヘモグロビンも平地と比べて少なくなります。ある高い山の上では、肺胞の血管を通るときに血液中のすべてのヘモグロビンのうち70%が酸素と結びつくことがわかっているものとします。

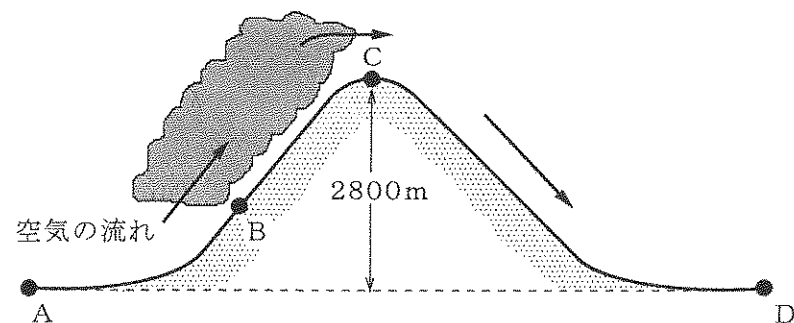
その他の条件は(2)と同じであると考え、組織が受けとる酸素は(2)の何倍となりますか。分数で答えなさい。

3. 地球のまわりの空気は、海面からの高度に伴って、温度も気圧も変化していくことが知られています。高度10kmくらいまでの範囲では、雲ができたり雨が降ったりして天気の変化が起こりますが、以下では『フェーン現象』のしくみを考えます。各問いに答えなさい。

雲は、水蒸気が凝結して小さい水滴や氷の粒になったものが多数浮かんでいるものです。空気のかたまりが含むことのできる水蒸気量は、空気の体積と温度によって決まります。そこで、1 m³の空気が最大限含むことのできる水蒸気量（飽和水蒸気量）と温度の関係を示したものが、下の表1です。例えば、10℃の空気1 m³には9.4 gまで水蒸気として含むことができますが、含みきれない分は水滴になります。

図1のように、山をはさんで両側に高度0 mのA地点とD地点があります。A地点において28℃で、1 m³あたり13.6 gの水蒸気を含んだ空気のかたまりが、山の斜面に沿って上昇していく場合を考えます。この空気のかたまりは、B地点から雲を生じて雨を降らせながら山頂C（高度2800m）に達し、ここでちょうど雲が消えました。その後、山の斜面に沿って下降してD地点に達しました。空気のかたまりの上昇、下降に伴う温度変化は、雲が発生していないときは100mにつき1℃、雲が発生してからは100mにつき0.5℃となっています。

【図1】



また、ある温度における空気の湿り具合を湿度といい、それは次の式で求められます。

$$\text{湿度} [\%] = \frac{\text{ある温度において空気 } 1 \text{ m}^3 \text{ が実際に含んでいる水蒸気量} [\text{g}]}{\text{ある温度において空気 } 1 \text{ m}^3 \text{ が含むことのできる水蒸気量} [\text{g}]} \times 100$$

例えば、10℃の空気1 m³が9.4 gの水蒸気を含んでいれば、湿度は100%となります。以下の各問いで、計算が割り切れない場合は、小数第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

【表1】

空気の温度[℃]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
飽和水蒸気量[g/m ³]	4.8	5.6	6.4	7.3	8.3	9.4	10.7	12.1	13.6	15.4	17.3

空気の温度[℃]	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
飽和水蒸気量[g/m ³]	19.4	21.8	24.4	27.2	30.4	33.8	37.6	41.8	46.3	51.2	56.5

問1 本文の下線部で、山頂で雲が消えたのはなぜだと考えられますか。簡単に説明しなさい。

問2 空気のかたまりが上昇し、雲を発生させると、温度変化が小さくなる理由を次の中から1つ選んで、記号で答えなさい。

- ア 雲が太陽光を反射するから イ 雲が太陽光を吸収するから
ウ 雲ができるときに熱を放出するから エ 雲ができるときに熱を吸収するから

問3 A地点での湿度は何%ですか。

問4 空気のかたまりがB地点まで上昇したとき、

- (1) 空気の温度は何℃になっていますか。
(2) B地点の高度は何mですか。

問5 空気のかたまりがC地点に達したとき、温度は何℃になっていますか。

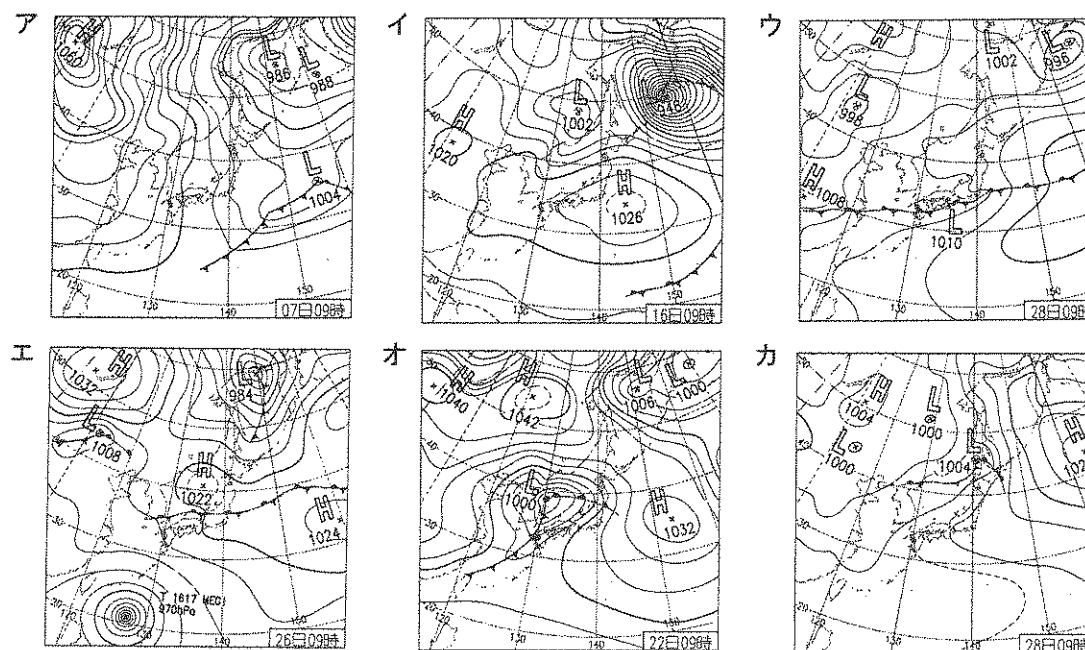
問6 空気のかたまりがD地点まで下降したとき、

- (1) 空気の温度は何℃になっていますか。
(2) 湿度は何%になっていますか。

問7 フェーン現象によって、D地点はA地点に比べてどのような温度・湿度になっていますか。次のア～エから1つ選んで、記号で答えなさい。

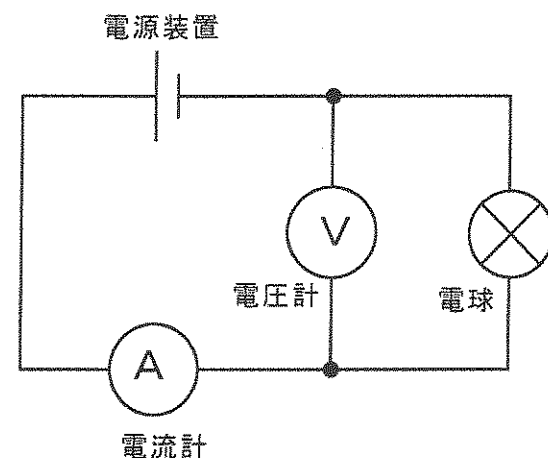
- ア 高温・湿潤 イ 高温・乾燥 ウ 低温・湿潤 エ 低温・乾燥

問8 日本海側や太平洋側でフェーン現象が起こるときは、それぞれ特徴的な気圧配置になっていることがあります。次の天気図の中から、①北陸地方、②関東地方でフェーン現象が最も起こりやすい気圧配置をそれぞれ1つずつ選んで、記号で答えなさい。ただし、図中の記号は、H：高気圧、L：低気圧、T：台風を示しています。



4. 電気回路について、以下の各問いに答えなさい。

問1 右の図は電源装置と電球、電流計および電圧計を正しくつないだ回路図です。栄太君と頌子さんはそれぞれ、この回路図にしたがって器具をつなごうとしましたが、電流計または電圧計のつなぎ方を間違えてしまいました。理科の先生からは、栄太君は「これではちゃんと測れないよ」と言われただけでしたが、頌子さんは「器具が壊れてしまうからこんなつなぎ方をしてはいけないよ」と注意されました。



(1) 電流計には『+端子』と『5A端子』『50mA端子』『500mA端子』の4つの端子があります。流れる電流の大きさがわからないとき、はじめに使う端子はどれとどれが適当ですか。次のア～エから2つ選んで、記号で答えなさい。

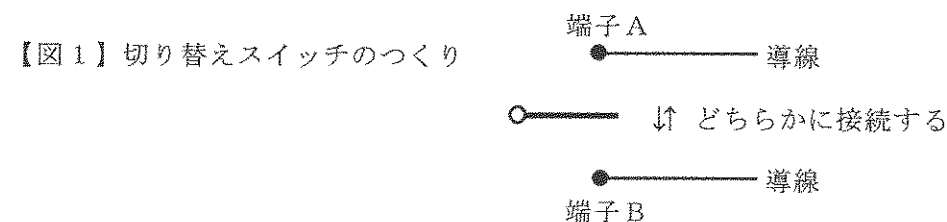
- ア +端子
- イ 5A端子
- ウ 50mA端子
- エ 500mA端子

(2) 電球などの電気器具と同様に、電流計や電圧計自体にも「抵抗」があり、その抵抗の大きさによっては測定結果に影響が出ます。測定結果に影響しないようにするために、電流計や電圧計がもつ抵抗はどのようになっていると考えられますか。次のア～エから正しいものを1つ選んで、記号で答えなさい。

- ア 電流計も電圧計も抵抗は小さくなっている
- イ 電流計の抵抗は小さく、電圧計の抵抗は大きくなっている
- ウ 電流計の抵抗は大きく、電圧計の抵抗は小さくなっている
- エ 電流計も電圧計も抵抗は大きくなっている

(3) 頌子さんはどのように間違えた回路をつくったのでしょうか。壊れてしまう器具を答え、また、頌子さんがつくったと考えられる回路の回路図を描きなさい。

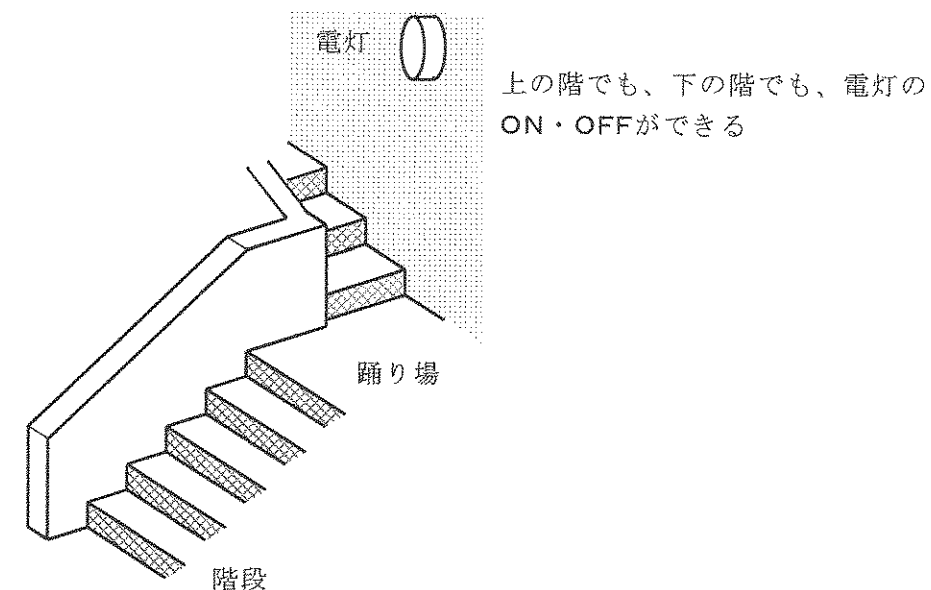
問2 図1のような切り替えスイッチを複数使うと、例えば、図3のような階段の途中の踊り場にある電灯を、階段の上でも下でも点灯・消灯することができます。このとき、切り替えスイッチは図2のように必ずどちらかの端子に接続しているものとします。



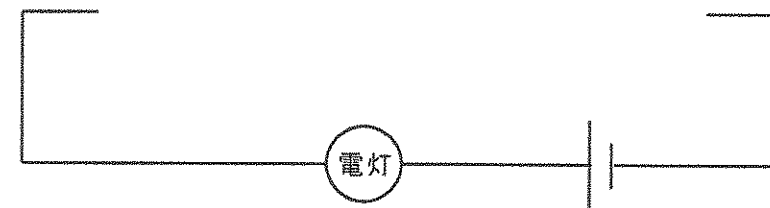
【図2】切り替えスイッチの接続のようす



【図3】



(1) 切り替えスイッチを2個使って、2カ所で点灯・消灯ができる電気回路を、次の図に続けて完成させなさい。

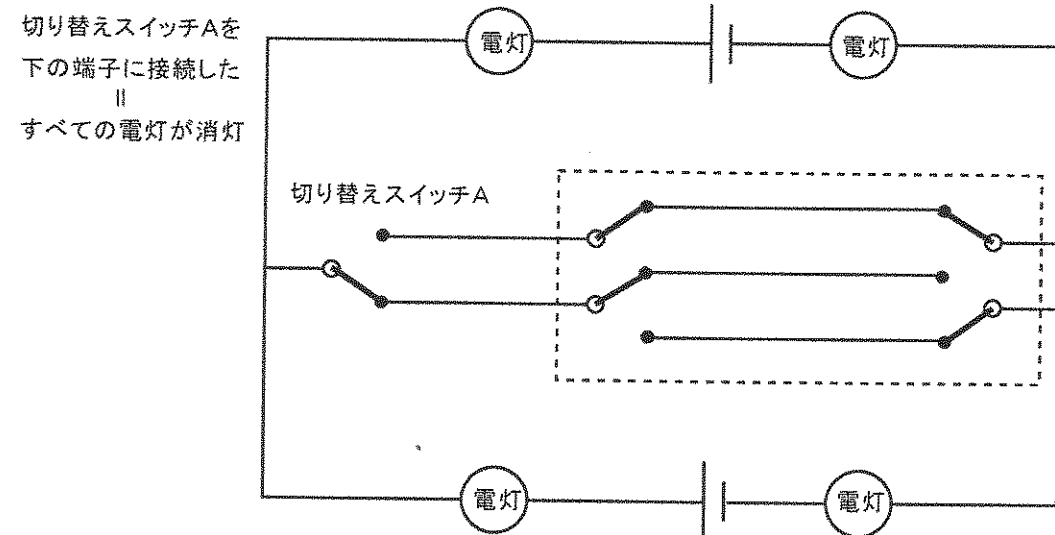
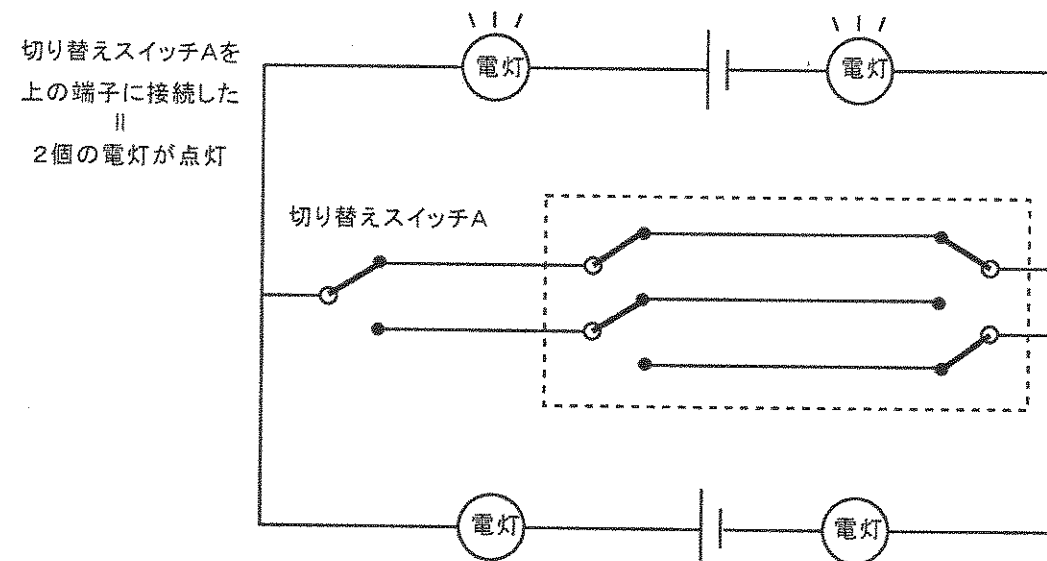


(2) 1階・2階・3階に切り替えスイッチがある回路をつくりたいと考え、そのためのモデルとして、4個の電灯と5個の切り替えスイッチを使って次の図のような回路図を考えました。この場合、切り替えスイッチAを上端子に接続すれば2個の電灯が点灯し、下の端子に接続すればすべての電灯を消灯させることができます。

しかし、他の4個の切り替えスイッチの状態によっては、切り替えスイッチAでは点灯できない場合や消灯できない場合が起こりえます。切り替えスイッチは必ずどちらかの端子に接続しなければいけないものとして、①・②の問いに答えなさい。

ただし、電源および電灯はいずれも同じ能力のものです。また、解答欄の図は、下の問題図の破線（-----）内のみを示しています。

- ① 切り替えスイッチAをどちらの端子に接続しても電灯が1個も点灯しない場合の、他の切り替えスイッチのようすを解答欄の図に示しなさい。
- ② 切り替えスイッチAをどちらの端子に接続しても4個の電灯のうちどれかが点灯してしまう場合の、他の切り替えスイッチのようすを解答欄の図に示しなさい。



氏名

2018年度第一回理科解答用紙

受験番号
得点

1.

問1			
問2 ①	②	③	④
問3 g	問4 倍	問5 倍	
問6 g			
問7 水素 : 酸素 : 炭素 =	:	:	問8

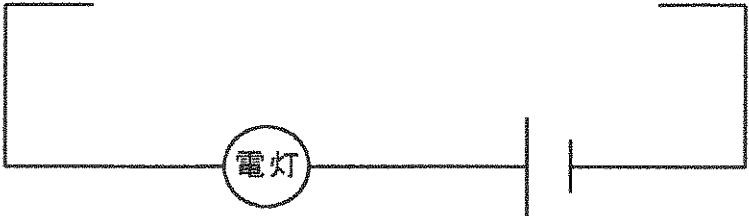
2.

問1 (1)			
(2) ア →	→	→	→ ア
(3)			
(4)			
問2 (1)	(2)		
問3 (1)	(2) %	(3)	倍

3.

問1			
問2	問3 %		
問4 (1) °C	(2) m	問5 °C	
問6 (1) °C	(2) %	問7	
問8 ①	②		

4.

問1 (1)	(2)	(3) 回路図
(3) 壊れてしまう器具		
問2 (1)		
		
(2)①		②
		