

学校独自検査問題は著作権の対象となっており，著作権法で保護されています。「私的使用のための複製」や「引用」など著作権法上認められた場合を除き，無断で複製・転用等することはできません。

平成 31 年 度

公立高等学校入学者選抜

【前期選抜】

問 題

(仙台第二高等学校)

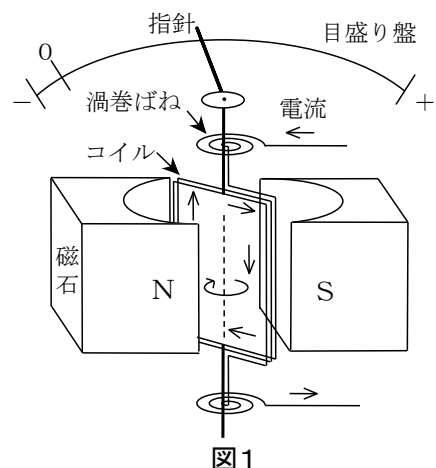
小 論 文 Ⅱ

(第 5 時 14:10～15:00)

第一問 電気抵抗を調べる次の実験について、あとの問1～問5に答えなさい。

図1は電流計の内部構造の模式図である。電流計には、磁石の間に指針と一体となったコイルが取り付けられている。電流が矢印の向きに流れるとき、コイルは磁界から電流の大きさに比例する力を受けて回転し、渦巻ばねの力とつり合う位置で指針が電流の値を示すしくみになっている。電圧計の基本的な構造も電流計と同じである。このように電流計と電圧計の内部には、コイルなどに金属が使われているので、電流計や電圧計自体が抵抗をもっている。これを内部抵抗と呼ぶことにする。

電流計と電圧計の内部抵抗が測定値に及ぼす影響を調べるために、次の実験Ⅰと実験Ⅱを行った。



【実験Ⅰ】 電源装置、スイッチ、電流計、電圧計、抵抗器Rがある。これらを図2のように接続し、抵抗器Rに流れる電流とかかる電圧を測定した。電流計と電圧計は、それぞれ8.0 mA、3.7 Vを示した。図3は図2の回路図であり、電流計と電圧計の内部抵抗をそれぞれX、Yで示した。

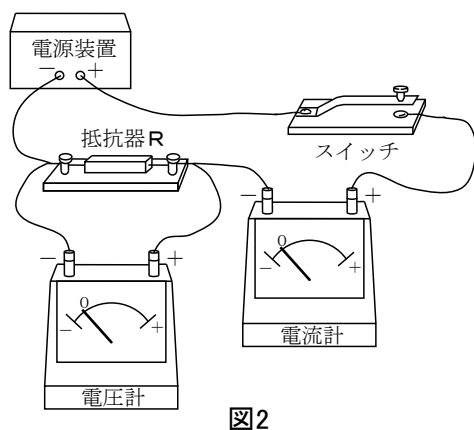


図2

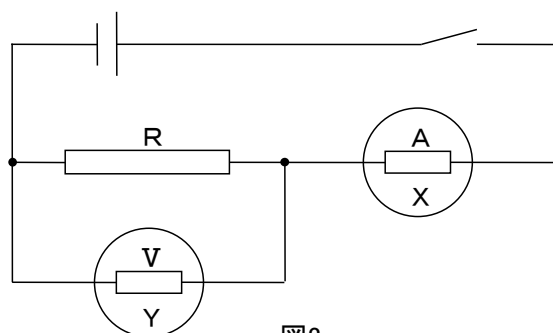


図3

【実験Ⅱ】 次に図4のように、電流計と電圧計の接続方法のみを変えて抵抗器Rに流れる電流とかかる電圧を測定した。電流計と電圧計は、それぞれ7.8 mA、3.9 Vを示した。図5は図4の回路図であり、電流計と電圧計の内部抵抗をそれぞれX、Yで示した。

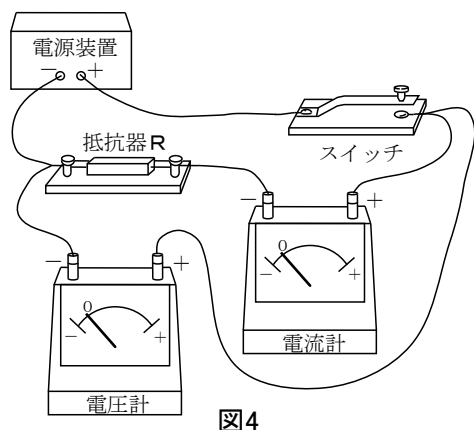


図4

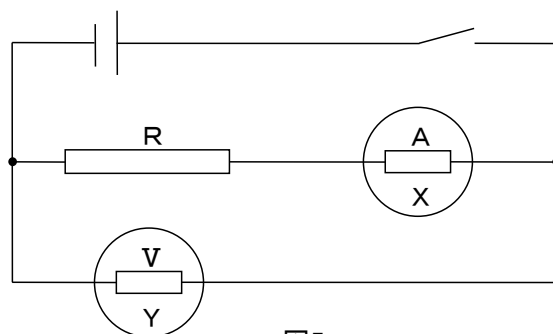


図5

問 1 実験Ⅰ，Ⅱにおいて，電流計と電圧計の測定結果から，図 2 と図 4 それぞれの抵抗器 R の電気抵抗は何 Ω になるか。答えは小数第 1 位を四捨五入し，整数で答えなさい。

問 2 使用した電流計の内部抵抗 X の抵抗値は小さく，電圧計の内部抵抗 Y の抵抗値は大きく作られている。このようにしている理由を，「回路全体の電気抵抗」，「抵抗器 R に流れる電流」という語句を使って 60 字以内で答えなさい。

問 3 実験Ⅰ，Ⅱにおいて，抵抗器 R に流れる電流とかかる電圧の測定方法の利点と欠点を，それぞれの実験ごとに 50 字以内で答えなさい。

問 4 電流計の内部抵抗 X の電気抵抗は何 Ω になるか。答えは小数第 1 位を四捨五入し，整数で答えなさい。

問 5 問 4 の結果を用いると，抵抗器 R の電気抵抗を問 1 で求めた値よりも高い精度で求めることができる。抵抗器 R の電気抵抗は何 Ω になるか。答えは小数第 1 位を四捨五入し，整数で答えなさい。

第二問 化学の基本法則に関する次の文Ⅰ，文Ⅱを読み，あとの問1～問5に答えなさい。

文Ⅰは，化学の基本法則に興味を持った生徒と先生の会話である。

文Ⅰ

- 先生 1808年にフランスのゲー＝リュサックは「気体どうしの化学反応では，反応に関係する気体の体積は，同じ温度・同じ圧力のもとで簡単な整数比になる」という気体反応の法則を発表したんだ。
- 生徒 それはどういう法則ですか。
- 先生 たとえば，水素と塩素が反応して塩化水素の気体が生じる化学変化では，その体積の間に「水素：塩素：塩化水素＝1：1：2」の簡単な整数比が成り立つということだよ。
- 生徒 気体どうしの化学反応では，その体積はいつも決まった割合で反応するんですね。
- 先生 そのとおり。でも，**A**1803年に原子説を提唱したイギリスのドルトンが，気体反応の法則を受け入れることができなかったんだ。図1はドルトンの原子説を使って，水素と塩素から塩化水素が生じる気体反応の法則を表そうとしたモデル図だよ。
- 生徒 この図を見れば，ドルトン自身が考えた原子の性質と大きく矛盾することがよくわかりますね。でも，その後はどうなったんですか。
- 先生 この矛盾を解決したのが，イタリアのアボガドロという人なんだ。彼はまず，「どんな気体においても，同じ温度，同じ圧力のもとで，同じ体積には同じ数の気体分子が含まれる」と考えたんだ。そして，**B**「水素や塩素の気体はそれぞれ，水素原子2つが結びついた水素分子，塩素原子2つが結びついた塩素分子を形成し，反応によって塩化水素分子2つが生じる」という分子説を提唱したんだ。
- 生徒 アボガドロの分子説を使えば，ドルトンの原子説にも矛盾することなくゲー＝リュサックの気体反応の法則を説明できますね。

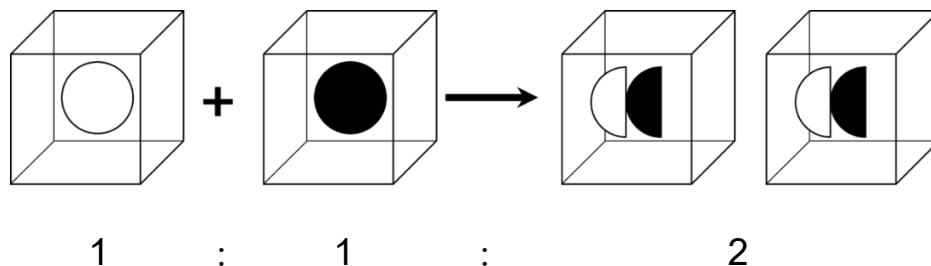


図1 ドルトンの原子説を使って気体反応の法則を表そうとしたモデル図

(○は水素原子，●は塩素原子，◐，◑はそれぞれ分割された水素原子，塩素原子を表す。また，数値は体積比を表す。)

【参考文献】廣田 襄「現代化学史」京都大学学術出版会

- 問1 下線部Aについて，図1を参考にして，ドルトンがゲー＝リュサックの気体反応の法則を受け入れることができなかった理由を，ドルトンの原子説にふれながら，70字以内で答えなさい。
- 問2 下線部Bについて，アボガドロの分子説にもとづいて，水素と塩素から塩化水素が生じる気体反応を表す化学反応式を答えなさい。

文Ⅱは、先生の話聞いて興味を深めた生徒が、身近な化学変化において気体反応の法則が成り立つ例を調べ、実験を行った記録である。

文Ⅱ

図2はメタンの完全燃焼について、化学変化を表したモデル図、化学反応式、および同じ温度、同じ圧力のもとで反応するときの各気体の体積比を表している。

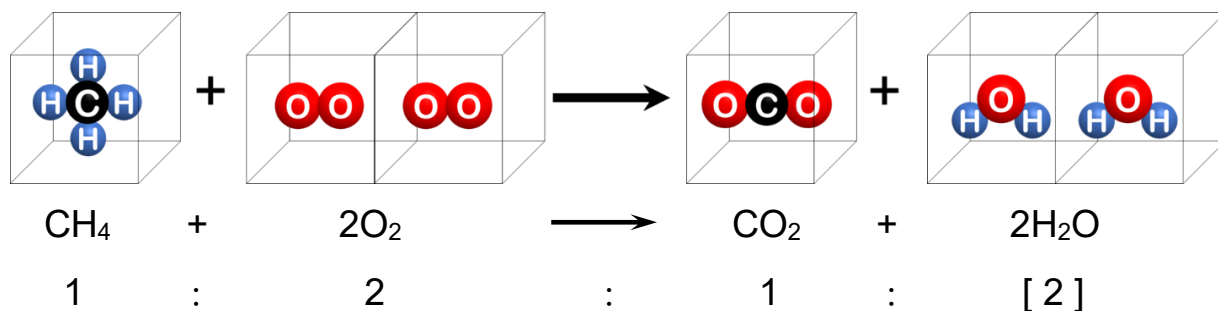


図2 メタンの完全燃焼を表すモデル図と反応する各気体の体積の関係

(, , ,  はそれぞれメタン分子、酸素分子、二酸化炭素分子、水分子を表す。また、数値は体積比を表し、反応で発生する水は液体となるため[2]と表している。)

また、メタンが完全燃焼するときの体積と質量について調べるため、次の【実験】を行った。

【実験】

1.6 g のメタンと 7.0 g の酸素を混合して点火したところ、完全に燃焼して 4.4 g の二酸化炭素と液体の水が生じ、酸素が 0.6 g 残った。このとき、反応したメタン、酸素、生じた二酸化炭素の体積比は

メタン : 酸素 : 二酸化炭素 = 1 : 2 : 1

であった。なお、反応は全て同じ温度、同じ圧力のもとで行われたものとする。

問3 メタンの完全燃焼によって生じた気体が二酸化炭素であることを確認する方法を 30 字以内で答えなさい。また、生じた液体が水であることを確認する方法を 40 字以内で答えなさい。

問4 一般に有機物を完全燃焼させると二酸化炭素と水が生じる。メタンの完全燃焼を参考にして、有機物の完全燃焼で二酸化炭素と水が生じる理由を 45 字以内で答えなさい。

問5 文Ⅱの【実験】について、図2を参考にして、水素原子、炭素原子、酸素原子の質量を最も簡単な整数比で答えなさい。

第三問 ダンゴムシの歩行パターンに関する次の文Ⅰ，文Ⅱを読み，あとの問1～問3に答えなさい。

文Ⅰ

図1はダンゴムシの歩行パターンを調べるために作成した複雑迷路の写真である。この迷路は図1のスタート（矢印の位置）から4つのT字路を組み合わせて作成している。図2はその経路の模式図である。図2の黒い矢印▲は図1の写真のスタートの位置を表している。

この迷路の矢印で示したスタートからダンゴムシを歩かせた。同じダンゴムシで，時間をおいて3回計測した。表1はその結果を記録したものである。ダンゴムシが右折をしたときは○，左折をしたときは×で表記した。

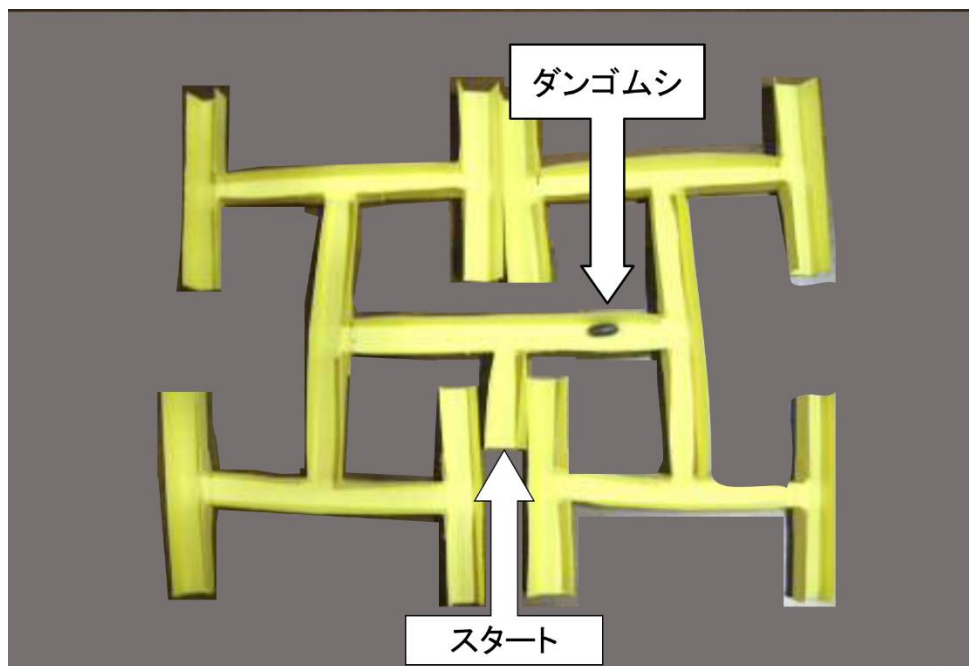


図1 複雑迷路の写真

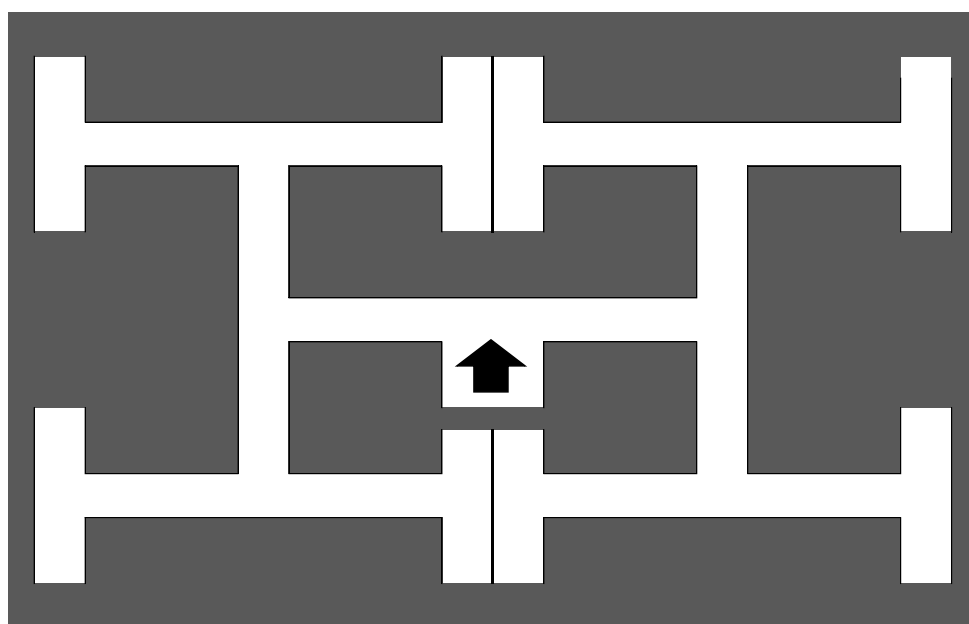


図2 複雑迷路の模式図

表 1 個体 1 の複雑迷路実験の記録

	個体 1
1 回目	○×○×
2 回目	○○××
3 回目	○×○×

問 1 表 1 の結果だけを見て、すべてのダンゴムシが同じ歩行パターンになると判断することはできない。その理由を「1匹の記録」という語句を使って 30 字以内で答えなさい。

文Ⅱ

さらにダンゴムシ 19 匹について、複雑迷路を歩かせた。次の表 2 は、表 1 の記録も含めた、ダンゴムシ 20 匹についての実験記録である。

表 2 複雑迷路実験の記録

	個体 1	個体 2	個体 3	個体 4	個体 5
1 回目	○×○×	×○×○	×○○×	○××○	×○×○
2 回目	○○××	○×○×	×○×○	○×○×	×○×○
3 回目	○×○×	○×○×	○×○×	○××○	×○×○

	個体 6	個体 7	個体 8	個体 9	個体 10
1 回目	×○×○	○×○×	○×○×	○×○×	×○××
2 回目	×○○○	○×○×	×○×○	×○×○	○×○×
3 回目	×○×○	○×○×	○×○×	×○×○	×○××

	個体 11	個体 12	個体 13	個体 14	個体 15
1 回目	×○×○	○×○×	×○○×	×○×○	○×○×
2 回目	○×○×	○○○×	○×○×	××○○	×○×○
3 回目	○×○×	×○×○	×○×○	××○×	○×○×

	個体 16	個体 17	個体 18	個体 19	個体 20
1 回目	×○×○	×○×○	×○×○	○○×○	○○×○
2 回目	×○×○	×○×○	×○○×	○×○×	×○×○
3 回目	○×○×	○×○×	×○×○	○×○×	××○×

中田航 H24「ダンゴムシの研究Ⅳ～ダンゴムシが教えてくれたこと～」

静岡県総合教育センター「あすなろ学習室」より作成

問 2 ダンゴムシがスタートしてから，最初の T 字路において右折したダンゴムシは全計測の何%になるか。答えは小数第 1 位を四捨五入し，整数で答えなさい。

問 3 表 2 の結果から，ダンゴムシが複雑迷路の 4 つの T 字路を曲がるときに，ある傾向がみられる。この傾向について，根拠となる数値を示しながら，150 字以内で答えなさい。なお，数字や○，×，%などの記号を用いる場合は 1 文字扱いとする。