

## 平成 27 年度学力検査問題解説（理科）

理科の出題にあたっては、中学校の平素の学習や観察実験を重んじ、中学校で学ぶ理科の内容の中から、第 1 分野及び第 2 分野のバランスに配慮し、全領域にわたるよう出題しました。

### 出題の方針

- ① 第 1 分野、第 2 分野及び各学年の配分を配慮し、できるだけ広範囲にわたって出題するように努めた。
- ② 理科の基礎的な知識及び技能をみる問題とともに、思考力、判断力、表現力等をみる問題を出題するように努めた。
- ③ 自然を調べ、探究する態度を重視し、観察、実験などに関する問題を出題した。

今年度も、大問の 1 で基礎的・基本的な知識及び技能を習得しているかをみる問題を、大問の 2 から大問の 5 で、観察、実験から思考力、判断力、表現力等をみる問題をそれぞれ出題しました。

### 〔第 1 分野〕

- 大問の 1 の問 4 から問 7 は、1 年生で学習する「身近な物理現象」、「身の回りの物質」、3 年生で学習する「化学変化とイオン」、「科学技術と人間」に関する問題です。第 1 分野の基礎的・基本的な知識及び技能を習得しているかをみようとしました。
- 大問の 4 は、2 年生で学習する「化学変化と原子・分子」に関する問題です。酸化や還元の実験を通して、酸化や還元が酸素の関係する反応であること、反応する物質の質量の間には一定の関係があることを理解しているかをみようとしました。「実験」の結果をもとに考察し、自分の考えをまとめ、どのように考えたかを適切に表現する力を身に付けてほしいと思います。
- 大問の 5 は、2 年生で学習する「電流とその利用」に関する問題です。電熱線に電圧を加えて水温の変化を調べる実験を通して、同じ質量の水の温度変化は電力や電流を流す時間に関係があることを理解しているかをみようとしました。「実験」の結果をもとに考察し、自分の考えをまとめ、計算の過程を含めた考え方を適切に表現する力を身に付けてほしいと思います。

### 〔第 2 分野〕

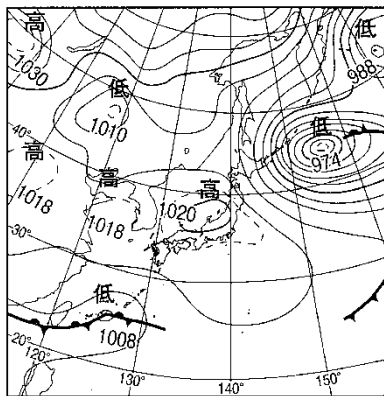
- 大問の 1 の問 1 から問 3 は、2 年生で学習する「気象とその変化」、「動物の生活と生物の変遷」、3 年生で学習する「自然と人間」に関する問題です。第 2 分野の基礎的・基本的な知識及び技能を習得しているかをみようとしました。
- 大問の 2 は、3 年生で学習する「地球と宇宙」に関する問題です。星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などを、地球の公転や地軸の傾きと関連付けて理解しているかをみようとしました。「観察」や「調べてまとめたこと」の内容をもとに考察する力を身に付けてほしいと思います。
- 大問の 3 は、1 年生で学習する「植物の生活と種類」、3 年生で学習する「生命の連続性」に関する問題です。植物の体のつくりの観察を通して、葉、茎、根のつくりと働き、植物の有性生殖の仕組みを理解しているかをみようとしました。「観察」や「調べてわかったこと」の内容をもとに考察する力を身に付けてほしいと思います。

1 次の各問に答えなさい。（20点）

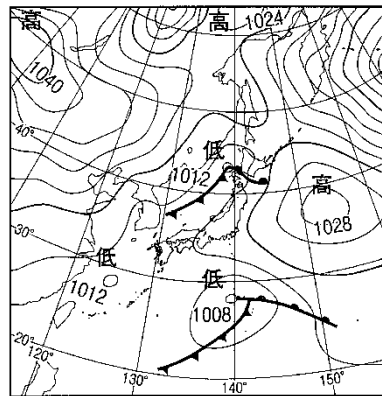
【ねらい】

大問の1は、理科の基礎的・基本的な知識及び技能を習得しているかをみようとしてしました。

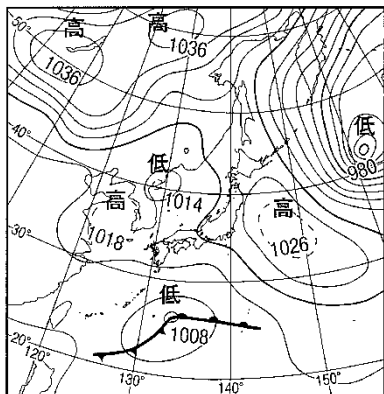
問1 次のア～エは、連続する4日間の同じ時刻における日本付近の天気図です。ア～エを日付の早い順に並べかえなさい。（3点）



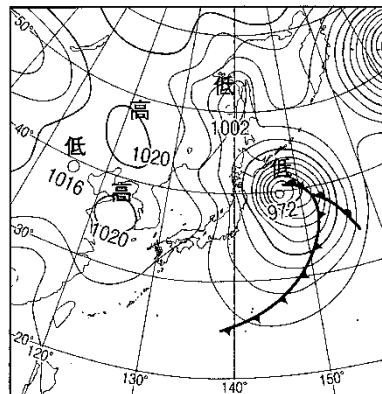
ア



イ



ウ



エ

【正答】 エ → ア → ウ → イ

【解説】

第2分野の「気象とその変化」に関する問題です。日本の天気の特徴を日本付近の大気の動きに関連付けて理解しているかをみようとしてしました。

日本付近の天気図や気象衛星による雲画像を毎日見ていると、低気圧や高気圧、雲が全体として西から東へ移動していくのがわかります。これは、日本付近の上空で、偏西風が1年中吹いているからです。

日本における古くからの言い伝えやことわざの中には、「夕焼けは晴れ」をはじめとして、日本付近の天気の移り変わりをよく言い表しているものがたくさんあります。昔から人々は日々の生活の中で天気が西から移り変わっていくことを読み取っていたのです。

問題では、4枚の天気図が示されており、日付の順に並びかえなければなりません。まず、偏西風の影響、低気圧や前線、高気圧の動きに着目することがポイントです。例えば、低気圧や高気圧の部分にそれ

ぞれ○や×などの印をつけ、1日ごとの移動の様子を把握します。次に、等圧線の分布のようすがどのように変化しているかを見て、総合的に判断します。最も自然な移り変わりとなるのが正答に示した順となります。少し難しいと感じた人もいたかもしれませんが、「西から東へ移動する」ということを押さえ、少し天気図を見る練習をすれば、自分でも大まかに天気を予想することができるようになります。

問2 川の水のよごれの程度は、右の表のように4段階にわけられています。右の表中の「きれいな水」の手がかり（指標）となる水生生物として最も適切なものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。（3点）

ア ヒメタニシ（タニシ類）

イ アメリカザリガニ

ウ カワニナ

エ サワガニ

【正答】 エ

【解説】

第2分野の「自然と人間」に関する問題です。水生生物による水質の調べ方を理解しているかをみようとしました。

水生生物を調べることによって、その場所の水のよごれの程度（水質）がわかります。例えば、正答のサワガニが多く生息していれば「きれいな水」だということがわかります。ちなみに、カワニナは「少しきたない水」、ヒメタニシなどのタニシ類は「きたない水」、アメリカザリガニは「大変きたない水」の指標となる水生生物の例です。ここに挙げられている水生生物の他にも指標となる生物がいれば、その場所の水質の特定がしやすいでしょう。環境省などのホームページには、水生生物を用いた水質調査の方法などが掲載されていますので、ぜひ、自分の身の回りの川の水質を調べてみましょう。

問3 ヒトの血液の赤血球にふくまれている物質で、酸素が多いところでは酸素と結びつき、酸素が少ないところでは酸素をはなす性質をもつ物質を何といいますか。その名称を書きなさい。（3点）

【正答】 ヘモグロビン

【解説】

第2分野の「動物の生活と生物の変遷」に関する問題です。赤血球のはたらきを理解しているかをみようとしました。

ヒトの血液の主な成分は、赤血球のほか、細菌など体外から入ってきた異物を分解する「白血球」、出血した際に血液を固める「血小板」、養分や不要な物質などを運ぶ「血しょう」です。

このように、血液には、いくつかのはたらきの異なる成分が含まれており、養分や酸素などを細胞に運んだり、二酸化炭素などの不要な物質を排出したりする大変重要な役割があることを理解してください。

問4 右の図の実験装置は、アンモニアの性質を調べる実験を行うためのものです。アンモニアを集めた丸底フラスコの中にスポイトで水を入れると、丸底フラスコの中にビーカーの水が噴き上がります。このように水が噴き上がるのは、アンモニアのどのような性質によるものですか。次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。(2点)

- ア 強い刺激臭がある。
- イ 空気より軽い。
- ウ 水に溶けやすい。
- エ ものを燃やすはたらきがある。

【正答】 ウ

【解説】

第1分野の「身の回りの物質」に関する問題です。アンモニアの特性とそれを見いだす実験の方法を理解しているかをみようとしました。

アンモニアのもつ性質のうち、アンモニアの噴水の実験からわかるアンモニアのもつ性質は何でしょうか。スポイトの中の水を押し出してアンモニアを集めたフラスコに入れると、それがきっかけとなってビーカーの水が上昇してきてフラスコの中にどんどん噴き上がってくる様子は大変印象的です。

アンモニアには、水に溶けやすい性質があります。スポイトの中の水がフラスコの中に入ると、まずその水にフラスコ内のアンモニアが溶けます。このことにより、フラスコ内のアンモニアの体積が少し減り、体積が減った分、フラスコ内の圧力が低下します。その結果、ビーカーの水が吸い上げられてフラスコ内の入り込んでくるのです。入り込んできた水にさらにアンモニアが溶けるので、どんどん水が吸い上げられる、というわけです。

「空気より軽い」と答えた人が多くいました。確かにアンモニアのもつ性質の一つではありますが、この実験からわかるものではありません。理科の実験を行う際は、「この実験の目的は何か」をしっかりとおさえておくことが重要です。

問5 硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応では、硫酸バリウムの白い沈殿と水ができます。このときにできる硫酸バリウムのように、酸の陰イオンとアルカリの陽イオンとが結びついてできる化合物を何といいますか。その名称を書きなさい。(3点)

【正答】 塩

【解説】

第1分野の「化学変化とイオン」に関する問題です。中和反応によって水と塩が生成することを理解しているかをみようとしました。

硫酸の電離のようすを化学式で表すと、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ となります。また、水酸化バリウムについても同様に表すと、 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ となります。

酸の陰イオンは、 $\text{SO}_4^{2-}$ で、アルカリの陽イオンは $\text{Ba}^{2+}$ です。この2つが結びつくと、 $\text{BaSO}_4$ 、つまり硫酸バリウムができ、白い沈殿となります。この例のように、酸の陰イオンとアルカリの陽イオンとが結びついてできる化合物を「塩」とよんでいます。ただし、硝酸に水酸化カリウム水溶液を加えると、硝酸カリウムという塩ができますが、硝酸カリウムは水に溶けるため、白い沈殿はみられません。このように、塩には水に溶けるものと水に溶けないものがあることも理解しておきましょう。

問6 右の図は、火力発電のしくみを模式的に表したものです。この図をもとに、火力発電におけるエネルギーの移り変わりについて、次の文章にまとめました。文章中①～③にあてはまる語として最も適切なものを、下のア～オの中から一つずつ選び、その記号を書きなさい。(3点)

火力発電では、石油などの燃料を燃やし、それらがもっていた①エネルギーを②エネルギーに変えて高温の水蒸気をつくり、その水蒸気で発電機のタービンを回す。そして、タービンの③エネルギーを電気エネルギーに変えることによって発電している。

ア 光            イ 熱            ウ 位置            エ 運動            オ 化学

【正答】 ① オ    ② イ    ③ エ

【解説】

第1分野の「科学技術と人間」に関する問題です。火力発電におけるエネルギーの変換について理解しているかをみようとしました。

火力発電では、石油を燃やして電気エネルギーを得ています。しかし、いきなり石油のもつエネルギーが電気エネルギーになることはありません。順を追って考えてみます。石油が元々もっているのは化学エネルギーであり、石油をボイラーで燃やすことで熱エネルギーに変換されます。その熱エネルギーで水を熱して水蒸気をつくり、その水蒸気で発電機のタービンという巨大な歯車を回します。タービンを回すことで熱エネルギーは運動エネルギーに変換され、その運動エネルギーが電気エネルギーに変換されます。

石油や天然ガスなどの天然資源には限りがあります。また、地球温暖化をはじめとした地球環境の問題もあります。そのため、太陽光発電や風力発電など、再生可能なエネルギー資源を利用した発電の研究や利用が進められていることは知っているでしょう。ただし、安定した電気エネルギーの供給にはまだ時間がかかりそうです。

電気を利用できるという恩恵を受けるだけでなく、このようないろいろな課題と向き合い、私たちの生活の見直しや、課題解決に向けて1人1人が社会に貢献できるよう努力していきたいものです。

問7 右の図は、真上から見たときの、光源装置から出た光が鏡の面にあって反射したようすを示したものです。図中の矢印は、このときの光の道すじを表しています。右の図における光の反射角の大きさを求めなさい。(3点)

【正答】 40 (度)

【解説】

第1分野の「身近な物理現象」に関する問題です。光が反射するときの規則性について理解しているかをみようとしました。

「入射角＝反射角」については分かっているも、問題の図で示した角度の部分を入射角と考えた人が多くいました。入射角とは、鏡の面に垂直な線と入射した光(入射光)の道すじとのなす角のことをいいます。反射角は鏡の面に垂直な線と反射した光(反射光)の道すじとのなす角のことをいいます。これらのことを理解していれば、迷わずに解答できます。

**2** Aさんは、埼玉県のある場所で、星座、太陽の南中高度、日の出と日の入りをそれぞれ観察しました。また、日の入り頃の西の空のようすを調べ、地球の公転と季節による星座の位置の移り変わりを説明する模式図を作成しました。問1～問4に答えなさい。(20点)

【ねらい】

第2分野の「地球と宇宙」に関する出題です。星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などを、地球の公転や地軸の傾きと関連付けて理解しているかをみようとしました。

問1 太陽や星座を形づくる星のように、自ら光を出してかがやく天体を何といいますか。その天体の名称を書きなさい。(3点)

【正答】 恒星

【解説】

恒星は自ら光を放つ天体であることを理解しているかをみようとしました。

太陽や星座を形づくる星のように自ら光を出して輝いている天体を「恒星(こうせい)」といいます。星座を形づくる恒星が太陽と比べて小さく見えるのは、地球からの距離が、太陽と比べてはるかに遠いためです。月や金星などは、地球から輝いている様子を観察することができますが、これらは太陽の光を反射して輝いて見えます。

問2 観察1から、同じ時刻で観察したとき、さそり座の位置は日を追うごとにどちらの方向に動くのがわかりますか。最も適切なものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。(3点)

【正答】 ウ

【解説】

星座の年周運動について理解しているかをみようとしました。

図1の南の空に見えるさそり座は、時間を経るにしたがって、図の右の方向へ移動していくように見えます。南の空を正面にしたとき、左の方角が東、右の方角が西となります。よって、さそり座は、東から西の方向に動いているように見えます。

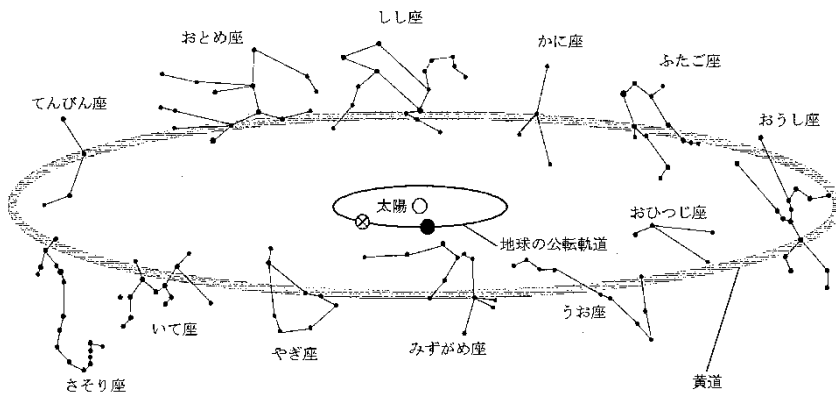
問3 調べてわかったことの1と2について、次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 図4から考えられる7月1日の地球の位置を ⊗ , 9月1日の地球の位置を ● で、解答欄の図の適切な位置にかき加えなさい。なお、かき加える ⊗ , ● の大きさは、解答欄の図の太陽 (○) の大きさ程度とします。また、地球の公転の向きは図5の ア, イ のどちらですか。その記号を書きなさい。(3点)

(2) 9月1日の明け方の南の空に見える星座として最も適切なものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。(3点)

- ア みずがめ座      イ てんびん座      ウ かに座      エ おうし座

【正答】 (1)



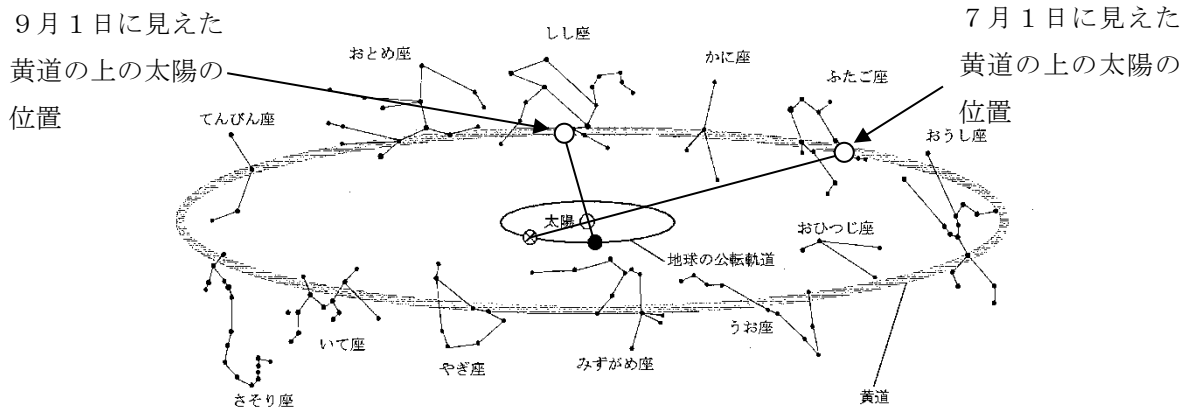
公転の向き イ

(2) エ

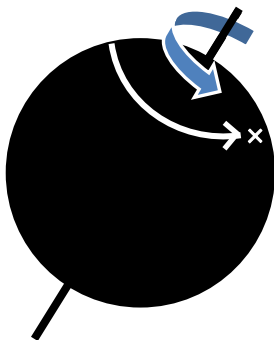
【解説】

太陽や星座の年周運動について、視点を公転する地球の外に移動させて考えることができるかをみようとしました。

(1) 図4の7月1日の図では、地球から見たときに太陽の方向にふたご座があります。図5の中で地球から見たとき、ふたご座と太陽が重なって見える場所は、ふたご座と太陽を直線で結んだ延長線上にある地球の公転軌道上の「⊗」の位置になります。また、9月1日の図では、地球から見たときに太陽の方向にしし座があります。7月1日の図と同じように考えると、図5の「●」の位置に地球があるときに、太陽の方向にしし座を見ることができます。図で考え方を示すと次のようになります。



- (2) 図5の中で、9月1日の地球の位置は「●」の位置となります。地球が自転する方向は、地球上の観測者から見て西から東の方向（地球を北極側から見たときに反時計回り）であるため、観測者がいる埼玉県が「×」の位置付近のときに明け方を迎えます。よって、「×」の位置にいる観測者にとって南の空におうし座が見えます。このとき、東の空にはしし座、西の空にはみずがめ座があります。自分自身が「×」の位置に立っているつもりで考えてみてください。



問4 観察2について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 7月から9月にかけて、太陽の南中高度と昼の長さはそれぞれどのように変化しているか書きなさい。(4点)
- (2) 太陽の南中高度と、日の出と日の入りの時刻が1年を通して変化する理由を書きなさい。(4点)

【正答】 (1) 南中高度 低くなっている。

昼の長さ 短くなっている。

(2) 地球は、地軸が傾いたまま太陽のまわりを公転しているから。

【解説】

地軸が傾いたまま太陽のまわりを地球が公転していることによって、太陽の南中高度や昼夜の長さの年周的な変化が起こることを理解しているかをみようとしました。

- (1) 図2の南中高度について7月から9月の期間に注目すると、右下がりに変化しています。このことから、7月から9月にかけて太陽の南中高度が低くなっていくことがわかります。また、図3の日の出の時刻と日の入りの時刻について7月から9月の期間に注目すると、日の出の時刻が遅くなり、日の入りの時刻が早くなっていくことから、7月から9月にかけて昼の時間（太陽の出ている時間）が短くなっていくといえます。季節によって昼間の長さが変わることは、日常生活でも体感することができます。南中高度の変化については、例えば、学校の昼休みなど同じ時刻に外に出て影の長さを見てみてください。南中高度の高い時期は影が短くなっていますが、低い時期は影が長くなっています。これは、高い位置から日光が差すと影が短くなりますが、低い位置から日光が差すと影が長くなるためです。
- (2) 地球は、公転面に対して垂直な方向から、地軸が $23.4^\circ$ 傾いたまま公転をしています。そのため、北半球では、夏至のころは南中高度が高く、冬至のころは太陽の南中高度が低くなります。また、1年を通して太陽の日周運動を観察すると、南中高度や日の出と日の入りの位置が変化し、季節によって太陽の通り道が異なります。このため、北半球では、昼の時間（太陽が出ている時間）が夏至のころは長く、冬至のころは短くなります。



**3** Sさんは、植物のからだのつくりとはたらきについて調べるため、校庭の花だんに植えられていたホウセンカを採取し、観察しました。また、ホウセンカのからだのつくりや生殖方法について調べました。  
問1～問5に答えなさい。(20点)

【ねらい】

第2分野の「植物の生活と種類」、「生命の連続性」に関する出題です。植物のからだのつくりの観察を通して、葉、茎、根のつくりとはたらき、植物の有性生殖の仕組みを理解しているかをみようとしました。

問1 観察の1と調べてわかったことの1について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 調べてわかったことの1の下線部のつくりを何といいますか。その名称を書きなさい。(3点)
- (2) 調べてわかったことの1の下線部のつくりがあることによって、なぜ水や水に溶けた肥料分(無機養分)を効率よく吸収できるのですか。その理由を書きなさい。(4点)

【正答】 (1) 根毛  
(2) 根の表面積が大きくなるから。

【解説】

根のつくりとはたらきを理解しているかをみようとしました。

根のはたらきは植物のからだを支えることと、その表面から水や肥料分を吸収することです。根は根毛があることで表面積が広くなり、より効率的に吸収することができます。

問2 観察の2で見られた茎の断面の赤く染まった部分には、根から吸収した水や水に溶けた肥料分(無機養分)が通る管が集まっています。この管の名称を書きなさい。(3点)

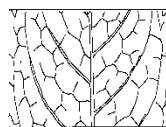
【正答】 道管

【解説】

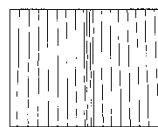
茎のつくりとはたらきを理解しているかをみようとしました。

茎の内部のつくりである道管は、根から吸収された水や水に溶けた肥料分(無機養分)の通り道です。また、師管は葉でつくられたデンプンなどの養分が水に溶ける物質に変えられた後、通るところになります。また、道管と師管の集まりを維管束といいます。

問3 根のつくりや茎の断面のようすから、ホウセンカの葉脈を示すのは次のア、イのどちらですか。その記号を書きなさい。また、ホウセンカのような根、茎、葉のつくりをもつ植物は、植物の分類上で何類だと考えられますか。その分類上の名称を書きなさい。(4点)



ア



イ

【正答】 記号 ア 名称 双子葉類

【解説】

植物がからだのつくりの特徴に基づいて分類できることを理解しているかをみようとしました。

ホウセンカは根のつくりと茎の断面のようすから双子葉類であることがわかります。葉脈の走り方には葉脈同士が平行になっている平行脈と葉脈が網目状になっている網状脈があります。双子葉類の葉脈は網状脈ですので、アが正答になります。植物は、根、茎、葉のつくりから分類することができます。

問4 観察の3の図4の「すきま」を何といいますか。その名称を書きなさい。(3点)

【正答】 気孔

【解説】

葉のつくりを理解しているかをみようとしました。

葉にある気孔は2つの孔辺細胞に囲まれています。気孔の主なはたらきは、光合成に必要な気体を取り入れることや、光合成によってつくられた酸素や水蒸気を排出することです。また、根から吸い上げられた水を水蒸気として放出していて、この現象を「蒸散」といいます。

問5 調べてわかったことの2について、胚の細胞の核1個にふくまれる染色体の数はいくつか書きなさい。(3点)

【正答】 14 (本)

【解説】

被子植物の受精の仕組みについて理解しているかをみようとしました。

生物の体内では減数分裂によって生殖細胞が作られます。生殖細胞は受精することで新しい個体が生れます。精細胞などの生殖細胞が作られるときに染色体の数は半分になりますが、受精したときに元に戻るので、染色体の数は親と子で変わらずに引き継がれます。

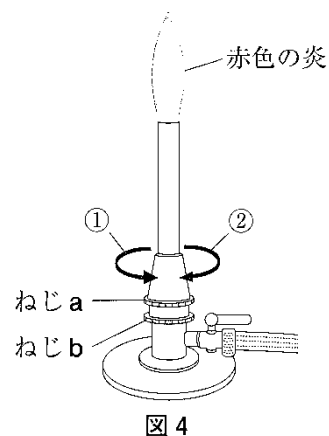
4 銅を加熱したときの質量の変化を調べる実験と、酸化銅と炭素の粉末を混ぜて加熱したときの反応を調べる実験を行いました。問1～問4に答えなさい。(20点)

【ねらい】

第1分野の「化学変化と原子・分子」に関する出題です。酸化や還元の実験を通して、酸化や還元が酸素の関係する反応であること、反応する物質の質量の間には一定の関係があることを理解しているかを見ようしました。

問1 図4は、ガスバーナーに点火したときの炎のようすを示したものです。このときの炎は空気の量が不足していたため、炎は赤色でした。この炎を、空気を入れて青色の安定した炎にするための操作として正しいものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。(3点)

- ア ねじbを①の方向にまわす。
- イ ねじbを②の方向にまわす。
- ウ ねじbを押さえて、ねじaを①の方向にまわす。
- エ ねじbを押さえて、ねじaを②の方向にまわす。



【正答】 ウ

【解説】

ガスバーナーの使い方を理解しているかを見ようしました。

ガスバーナーの各ねじの名称や火をつける手順、火を消す手順は繰り返し実験をする中で確認しておきましょう。ここでは、空気が不足していたため、空気の量を増やすための操作が問題となっていますので、空気調節ねじ(ねじa)を①の方向に回す必要があります。

問2 「みがくと金属光沢がみられる」という銅の性質は、金属に共通する性質です。金属に共通する性質でないものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。(3点)

- ア 電気をよく通す。
- イ 磁石に引きつけられる。
- ウ 熱をよく伝える。
- エ たたくとうすく広がる。

【正答】 イ

【解説】

金属に共通した性質を理解しているかを見ようしました。

金属に共通した性質には、「電気や熱をよく通す」、「みがくと光る(金属光沢がみられる)」、「引っ張ると細く伸びる」、「たたくと のびて薄く広がる」などがあります。一方で、「磁石につく」性質は、鉄など一部の金属にしかみられない性質です。この違いを利用して、リサイクル工場などでは、スチール缶とアルミ缶の分別が行われています。

身近なところで使われている製品には、金属などの無機物のほかにもプラスチックなどの有機物が利用されています。それぞれどのような性質を持ち、どのような物に利用されているのかを、普段から観察して考えてみましょう。

問3 実験1について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 実験1で、銅の粉末を2.8gにして同様の実験を行うと、加熱後の物質の質量の変化がなくなるのは、加熱後の物質の質量が何gになったときか求めなさい。(3点)
- (2) 実験1の結果から、銅原子1個の質量は酸素分子1個の質量の何倍か求めなさい。また、考え方も書きなさい。(4点)

【正答】 (1) 3.5 (g)

(2) 2 (倍)

考え方

(例) 銅と酸素が化合する場合、銅と酸素の質量の比は、グラフから  $1.6 : (2.0 - 1.6) = 4 : 1$  であることがわかる。また、このとき、銅原子2個と酸素分子1個が結びつく。これらのことから、銅原子2個の質量と酸素分子1個の質量の比が  $4 : 1$  ということになる。よって、銅原子1個の質量は、酸素分子1個の質量の2倍であることが求められる。

【解説】

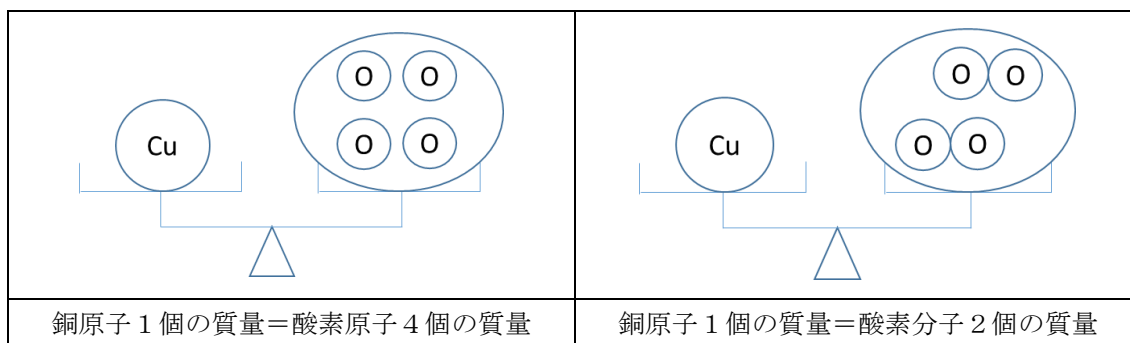
酸化の反応では互いに反応する物質の質量の比が一定であることを理解しているかをみようとしてきました。

(1) グラフから、銅と酸素が完全に化合する場合、化合する酸素の質量は銅の質量に比例することがわかります。また、加熱前の銅1.6gが完全に反応すると2.0gまで質量が増加することがわかります。

2.8gの銅が完全に反応した場合、質量の変化がなくなったときの質量をXgとすると、次の比例式を作ることができます。 $1.6 : 2.0 = 2.8 : X$  これを解くと、 $X = 3.5$  (g) となります。

(2) 銅原子の質量は、酸素“分子”の質量の何倍かが問題となっています。

化合する銅と酸素の質量の比は、グラフから  $1.6 : (2.0 - 1.6) = 4 : 1$  であることがわかります。また、酸化銅の化学式はCuOなので、銅の原子と酸素の原子が1 : 1の割合で結びついていることや、銅原子の質量と酸素原子の質量の比が4 : 1であることがわかります。酸素分子は、酸素原子2個分の質量となるので、銅原子1個の質量は酸素分子1個の質量の2倍となります。



問4 実験2について、次の(1)、(2)に答えなさい。ただし、試験管A内では酸化銅と炭素の粉末の反応以外は起こらないものとします。

(1) 実験2の(3)でおこった化学変化を、化学反応式で表しなさい。(3点)

(2) 実験2の(5)で、1班と3班のそれぞれの試験管Aから取り出した物質の質量は何gか求めなさい。(4点)

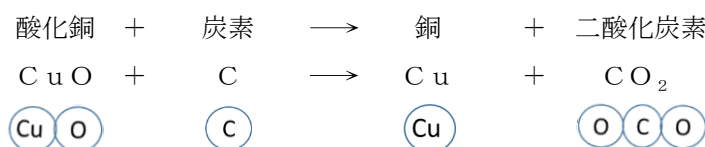
【正答】 (1)  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

(2) 1班 7.2 (g)                      3班 6.7 (g)

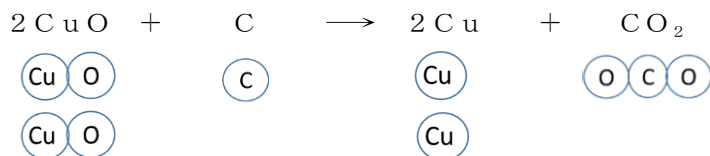
【解説】

還元反応を化学反応式で表すことができる。また、一定の質量の物質に反応する他方の物質の質量には限度があり、その限度の質量は一方の質量に比例することを理解しているかをみようとした。

(1) 還元反応を化学反応式で表すことができるかをみようとした。化学反応式は、化学変化を化学式の組み合わせで表したものです。実験2では、酸化銅と炭素の粉末を混ぜ合わせて熱することで、炭素が酸化銅から酸素を奪って二酸化炭素となり、銅ができる還元反応をおこなっています。このときの反応は、次のように表すことができます。



しかし、このままでは、化学反応式の前後(→の左右)で酸素原子の数が違う(反応前は1個、反応後は2個)ので、それぞれの化学式のまとまりごとに数を増やし、原子の種類と数をそろえます。



(2) 一定の質量の物質に反応する他方の物質には限度があり、その限度の質量は一方の質量に比例することを理解しているかをみようとした。

実験2の「<結果>2」および、「調べて分かったことの2」から、2班の場合、酸化銅8.0gに対して炭素0.6gはすべて反応し、銅6.4gと気体(二酸化炭素)のみが試験管Aに残ったことが読み取れます。反応の前後で物質全体の質量は変化しない(質量保存の法則)ことから、このとき発生した気体(二酸化炭素)の質量は、2.2gであるとわかります。

2班	酸化銅	+	炭素	→	銅	+	二酸化炭素	試験管A内の物質の質量
反応前	8.0 g		0.6 g					8.6 g
反応後	0 g		0 g		6.4 g		2.2 g (8.6 g - 6.4 g)	6.4 g

1班は、炭素の量が0.3 gであるため、発生する二酸化炭素の量は、2班の半分(1.1 g)であることが予想できます。このことから、試験管Aに残る物質の質量は、反応前の物質全体の質量から、発生した二酸化炭素の量を引くことで求めることができます。したがって、 $(8.0+0.3) - 1.1 = 7.2$  (g) となります。

1班	酸化銅	+	炭素	→	銅	+	二酸化炭素	試験管A内の物質の質量
反応前	8.0 g		0.3 g					8.3 g
反応後			0 g				1.1 g (2.2 g ÷ 2)	7.2 g (8.3g-1.1g)

3班は、炭素の量が0.9 gとなっていますが、炭素が0.6 g反応したところで、酸化銅に含まれる酸素はすべて二酸化炭素(2.2 g)に変化してしまっているため、二酸化炭素がこれ以上発生することはありません。試験管Aに残る物質の質量は、1班と同様に反応前の物質全体の質量から、発生した二酸化炭素の量を引くことで求めることができます。 $(8.0+0.9) - 2.2 = 6.7$  (g) となります。

3班	酸化銅	+	炭素	→	銅	+	二酸化炭素	試験管A内の物質の質量
反応前	8.0 g		0.9 g					8.9 g
反応後							2.2 g	6.7 g (8.9g-2.2g)

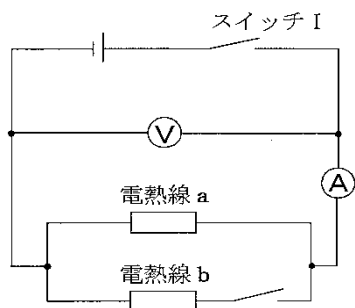
5 電熱線に電圧を加えたときの水温の変化を調べる実験を行いました。問1～問4に答えなさい。ただし、電熱線の抵抗の大きさは温度によって変化しないものとし、電熱線から発生した熱はすべて水の温度上昇に使われたものとします。(20点)

【ねらい】

第1分野の「電流とその利用」に関する出題です。電熱線に電圧を加えて水温の変化を調べる実験を通して、同じ質量の水の温度変化は電力や電流を流す時間に関係があることを理解しているかをみようとしました。

問1 実験の図1の回路について、線が重ならないように解答欄に回路図をかきなさい。解答欄には、図3のように、回路図の一部が示されているので、それに続けてかきなさい。なお、電気用図記号は図2に示したものを用い、電熱線a、電熱線bについては、図3のスイッチIのように、それぞれの名称を書きなさい。(5点)

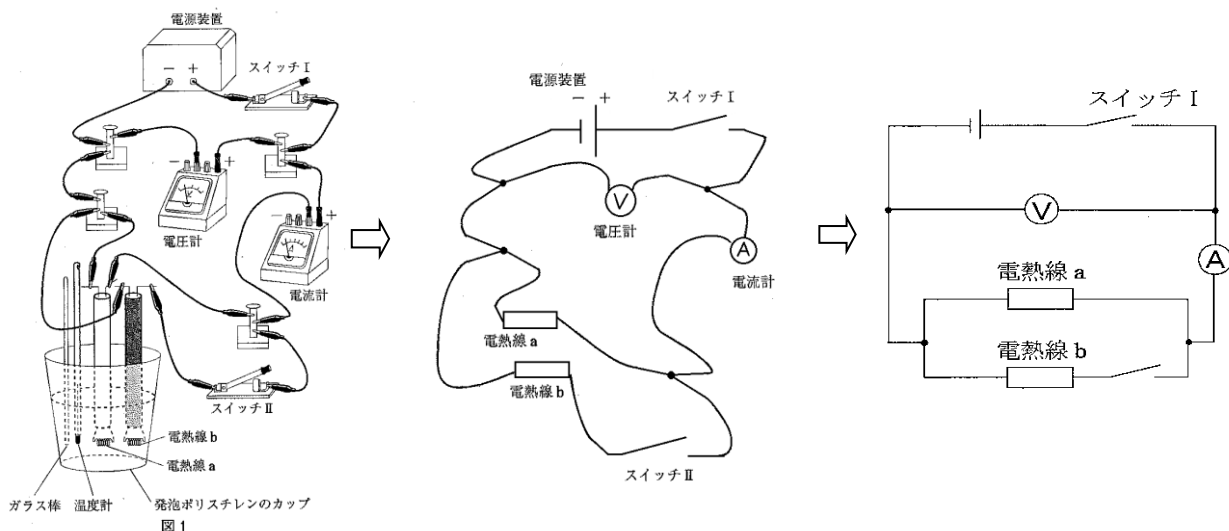
【正答】



【解説】

電気用図記号を使って並列回路の回路図をかくことができるかをみようとしました。

回路図は、回路の形をそのままにして、電気器具を電気用図記号に置き換えるイメージを持つとかきやすくなります。その後、導線の曲がっているところを直角にするなど、形を整えるとみやすくなります。下図を参考にしてください。



実験のレポートを作成するときなど、意識的に回路図をかくようにしましょう。

問2 実験の4で、電圧計の値が6.0Vになるように調整して電流を流したとき、2分間で電熱線 a から水が得た熱量は何 J か求めなさい。(4点)

【正答】 720 (J)

【解説】

電熱線から発生する熱量を求めることができるかをみようとしました。

電熱線 a から発生する熱量は、電力 (W) と時間 (S) をかけることで求めることができます。また、電力は電熱線に流れる電流と加わる電圧をかけることで求めることができます。つまり、「電流」・「電圧」・「時間」の3つが必要な情報です。一つずつ考えてみます。

電流は、問題文に示されている電圧の「6.0V」と、電熱線 a の抵抗「6 Ω」を、オームの法則にあてはめて「電圧÷抵抗」で求めます。つまり、電熱線 a に流れる電流は、 $6.0 \div 6 = 1$  となり、「1 A」となります。また、時間は2分間と示されていますが、発生する熱量を求める公式では、単位が「秒」となっていることに気をつけなければなりません。

これらの情報から、発生する熱量は、 $6.0 \text{ (V)} \times 1 \text{ (A)} \times 120 \text{ (S)} = 720 \text{ (J)}$  と求めることができます。

問3 実験の5の表から、実験の3を開始してから25分間電流を流したときの水温は何℃になると考えられるか求めなさい。(3点)

【正答】 18.5 (°C)

【解説】

水温上昇は電熱線に電流を流す時間に比例することを理解しているかをみようとしました。

		開始時の水温	5分後の水温	10分後の水温	15分後の水温	20分後の水温
電圧	3.0V	14.0°C	14.9°C	15.8°C	16.7°C	17.6°C
	6.0V	14.0°C	17.6°C	21.2°C	24.8°C	28.4°C

実験の3の結果の表(3.0V)をみると、水温は5分ごとに0.9°Cずつ規則的に上昇しています。これは、発熱量が時間に比例しているためです。このことから、25分後の水温は、20分後の水温「17.6°C」に「0.9°C」を加えて、 $17.6 \text{ (°C)} + 0.9 \text{ (°C)} = 18.5 \text{ (°C)}$  と求めることができます。



問4 実験の6について、次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) スイッチⅠとスイッチⅡの両方を入れたときの回路全体を流れる電流の大きさは何Aか求めなさい。(4点)
- (2) 実験開始から30分後の水温が50℃になるようにスイッチⅡを入れます。実験開始から何分後にスイッチⅡを入れればよいか求めなさい。また、計算の過程や考え方も書きなさい。(4点)

【正答】 (1) 3 (A)

(2) (20) 分後にスイッチⅡを入れればよい。

計算の過程や考え方

(例) 表より、スイッチⅠのみが入っているとき、1分間に0.72℃ずつ水温が上昇することがわかる。電熱線a, bに6.0Vの電圧が加わるときの電力は、電熱線aは6W, bは12Wであるから、スイッチⅠとⅡを同時に入れた状態では、Ⅰのみときと比べて3倍の電力となる。電力と発熱量は比例するから、水温が30分後に36℃上昇していたとすると、Ⅰのみを入れている時間をt(分)として、 $0.72t + 0.72 \times 3(30 - t) = 36$ が成り立つ。これを解くと $t = 20$ となる。よって、20分後にスイッチⅡを入れればよい。

【解説】

並列回路に流れる電流の大きさを求めることができる。また、水温上昇は電力に比例することを理解しているかをみようとした。

(1) スイッチⅠとスイッチⅡの両方を入れると2つの電熱線に電流が流れる並列回路となります。並列回路全体に流れる電流の大きさは、電熱線aと電熱線bに流れる電流の和として求めることができることから、2つの電熱線に流れる電流を求めることが必要になります。また、並列回路の特徴として、電熱線aと電熱線bに加わる電圧が等しくなることも学習しました。この問題では、6.0Vと示されています。

それぞれの電熱線に流れる電流を、オームの法則(電流(A) = 電圧(V) ÷ 抵抗(Ω))を使って求めると次のようになります。

$$\text{電熱線 a} \quad \dots \quad 6 \text{ (V)} \div 6 \text{ (}\Omega\text{)} = 1 \text{ (A)}$$

$$\text{電熱線 b} \quad \dots \quad 6 \text{ (V)} \div 3 \text{ (}\Omega\text{)} = 2 \text{ (A)}$$

このことから、回路全体に流れる電流は、1(A) + 2(A) = 3(A)と求めることができます。

(2) 実験の6で、スイッチⅠを入れると電熱線aのみに電流が流れ、電熱線aから熱が発生します。このときの熱は水温上昇にすべて使われ、実験の4の結果のようになります。そして、結果の表からは5分間に3.6℃ずつ、1分間では0.72℃(3.6(℃) ÷ 5(分))ずつ水温が上昇しています。

スイッチⅡを入れると電熱線bにも電流が流れ、電熱線bからも熱が発生します。このとき、電熱線bの電力は12W(2(A) × 6(V))と、電熱線aの電力6W(1(A) × 6(V))の2倍となっていることから、電熱線bでは、電熱線aの2倍の発熱量であることがわかります。つまり、スイッチⅠとスイッチⅡを入れたときは、電熱線aのみの時に比べ3倍の発熱量であることとなります。

問題で示されている条件は、「開始から30分後の水温が50℃になること」とありますので、30分で水温を36℃上昇させることが必要です。スイッチⅠのみをいれている時間を実験開始からt分間とすると、条件を満たすための式として、 $0.72t + 0.72 \times 3(30 - t) = 36$ が成り立ちます。

そして、この式を解くと、 $t = 20$ となり、開始から30分後の水温が50℃になるためには、スイッチⅡを実験開始から20分後に入れればよいことが求められます。