

理科

問題構成

第1回、第2回、第3回ともに物理・化学・生物・地学の各分野から大問1題ずつ、計4題出題します。各大問の配点もほぼ同じ割合となります。また、本校では実験実習を通して科学的事項への関心と思考力を養うことを目的とした授業を展開しています。そこで、次の①～③を確認することに力点を置き入試問題を作成しています。

- ① 科学現象に関心があり、実験や観察を積極的に行っているか。
- ② 実験結果を表やグラフにまとめて整理し、それを読み取って分析できるか。
- ③ 現象を考える上で必要な知識や、現象を整理する上で必要な計算力が身につけているか。

これらの点を踏まえ、物理・化学・生物・地学の各分野から、できるだけ身近な科学現象を題材に出題しています。また、実験を題材にした思考力を問う形式の大問を、4問中2問程度出題しています。したがって入試対策としては、以下のことが大切になります。

- A 日頃から身の回りの現象に目を向け、ニュースなどで取り上げられる自然科学に関する出来事にもよく目を向けておく。
- B 学校の授業で行う実験・実習に自ら積極的に取り組む。
- C 表やグラフの書き方を身につけ、それらから情報を読み取って分析できるようにする。
- D 基本的な科学の知識を身につけ、確実な計算力を養う。

また、各大問では基本的な知識や計算力を確認する導入問題と与えられた条件から考える問題を出題するようにしています。基礎的な知識・計算力に加えて、科学的な思考力も必要です。日頃から様々な科学現象に興味を持ち、なぜそうなるかを考えるとよいでしょう。

地学分野の出題意図

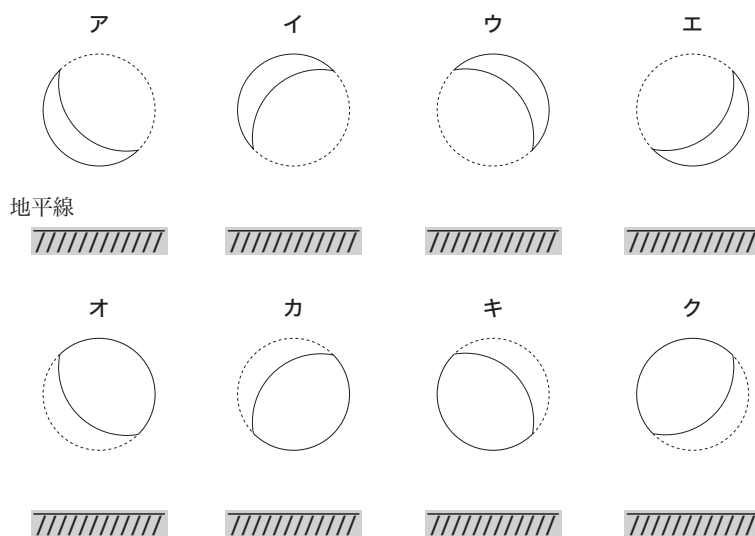
第1回の③「太陽の出入りの時刻と月の形」は地学分野からの出題で、次のことがポイントになります。

- ☆ 天体の動きに関する基本的な知識が身につけているか。
- ☆ 説明された内容をもとにして、そこからわかることを論理的に考察できるか。
- ☆ データや条件を正確に読み取り、計算する力が身につけているか。

地学分野の中でも「天体」は宇宙という空間について考える分野です。従って私たちが住んでいる天体である地球やその周囲にある月・太陽を考えると、知識だけでなく、それらの天体の空間的な位置関係を常に頭の中でイメージすることが大切であり、これができるかどうかを問う出題になっています。理科では現象の観察や観測データなどから様々なことを考えていくので、今回は太陽の出入り時刻と月の出入り時刻から月の形などを推定する出題としました。

月は太陽と月・地球の位置関係で地球から見える形が決まります。例えば「半月」は観測者がいる地球からみて、太陽と月の位置関係が 90° の角度になったときに見える月です。(6)では2月20日の観測データをみると日の入り時刻が17:27、月の入り時刻が21:39となっており、その差は約4時間ほどです。これを角度に換算すると地球は24時間で 360° 自転するので4時間の差というのは $360 \times 4 / 24 = 45^\circ$ となり、観測者から見て太陽と月の角度がおおよそ 45° 離れていることになるわけですが。半月のときよりも角度が小さいので三日月型の月が観測できることがわかります。(7)も同様に考えれば解けます。

(6) 11ページの表を見て、2月20日の月の入り直前に、西の空に見える月の様子を表したものと最も適当なものを次のア〜クから一つ選び、記号で答えなさい。



正解 [エ]

物理分野の出題意図

第1回の[4]「凸レンズと像」は物理分野からの出題で、次のことがポイントになります。

- ☆ 光の進み方を正しく理解しているか。
- ☆ 凸レンズを通過する光の経路と凸レンズを通じてできる像との関係を理解できるか。
- ☆ 作図を利用して、凸レンズを通じてできる像の特徴を説明することができるか。
- ☆ 凸レンズから物体までの距離、凸レンズから像がはっきりうつるスクリーンの位置までの距離、焦点距離の3つの数の間に成り立つ関係を正しく理解し、計算や思考に用いることができるか。

物理とは、色々な自然現象を観察して共通する規則性を見出し、その規則性を用いて他の現象を予測していく分野です。物理分野では、①規則性を見出し理解する力、②規則性を利用して様々な問題を解く力、という2つの力が必要になります。

(1)(2)で、まずは虫メガネを使ったときの物の見え方、光の進み方という基本的な知識を確認しています。(3)は凸レンズを通してできる像について説明した図を見て答える問題です。図4(物体と凸レンズの間の距離が焦点距離の2倍になっている)で着目した灰色の三角形は同じ形、大きさなので、凸レンズを通してできる像は上下逆向きで、もとの物体と同じ大きさになることがわかります。(3)は図を見るだけで答えられる問題ですが、この問いの意味を理解して解答できたかどうか、後の小問に解答できるかどうかのカギを握ります。光線①は物体がどの位置にあったとしても、凸レンズを通過した後の経路が必ず同じになります。一方、物体が図4の位置よりも右に移動していくと光線②の傾きは急になるため、凸レンズを通過した後に光線①と交わる点が右下に移動します。結果として、物体の像がはっきりとうつるスクリーンの位置は右にずれ、そのときの像の大きさはもとの物体よりも大きくなります。これが今回理解しなければならない規則性です。この規則性さえわかっれば、(4)は解答することができます。理科の問題を解くためには単に文章を鵜呑みにして読むだけでなく、同じ考え方を違う状況でも使っていくことが重要です。

後半は、物体と凸レンズの間の距離A、像と凸レンズの間の距離B、焦点距離の3つの数の間に

成り立つ規則性を考える問題です。問題文にあるように、表2の各数の組み合わせで、 $A \times B$ を $A + B$ で割る計算をしてみると必ず焦点距離に等しいことがわかります。足し算と掛け算は計算する順番を入れ替えても結果が同じになることに注意すれば、 $B \times A$ を $B + A$ で割っても必ず焦点距離に等しくなります。これに気付ければ、(6)は表1でAが10のときBが15なので、Bが15のときAは10となることがすぐにわかります。さらに、(7)では、(3)と(4)を解くときに見た規則性と、(5)と(6)を解くときに見た規則性を組み合わせて解答していきます。物体と凸レンズの間の距離が焦点距離の2倍の16cmのときには、像と凸レンズの間の距離も16cmでなければならないので、アは正しいことがわかります。一方、この距離を基準にして図4と同様に作図して考えれば、物体と凸レンズの間の距離を16cmよりも近づけ、12cmにすると、物体と像の間の距離は遠ざかり、もとの物体よりも大きな像ができるので、イとウは誤りになります。さらに物体を凸レンズに近づけていくと、8cmの位置で光線①と光線②は平行になり、凸レンズよりも右側で光線は交わらなくなります。したがって物体がより凸レンズに近づいている7cmの位置では凸レンズよりも右側に像はできないので、エは正しくなります。このように、実験結果から見出したいくつかの規則性を合わせて利用することで、別の実験の結果を考えたり、予測できるようになります。複数の規則性や条件を総合的にとらえ問題を解答する訓練をしっかりと重ねる必要があります。

4
第1回

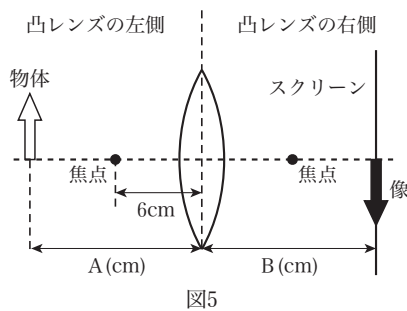


表1

A (cm)	B (cm)
8	24
10	15
12	12
14	10.5
16	9.6

実験2の結果について、次のようなことを考えました。

[考えたこと]

Aが大きくなると、Bは小さくなる。しかし、Aが8cmの2倍の16cmになったときに、Bは半分の12cmではないので、AとBは反比例の関係にはない。A×BとA+Bをそれぞれ計算し、表2を作ってみたところ、A×BをA+Bで割ると、必ず **X** と等しいことがわかった。

表2

A × B	A + B
192	32
150	25
144	24
147	24.5
153.6	25.6

(6) Aが15cmであるとき、Bは何cmですか。

正解 { 10cm }

生物分野の出題意図

第2回の②「酵母菌の性質とその証明」は生物分野からの出題で、次のことがポイントになります。

- ☆ 基本的な知識が身についているか。
- ☆ 説明された内容をもとにして、そこからわかることを論理的に考察できるか。
- ☆ 科学現象について仮説を立て、それを検証するという考え方を的確に行えるか。

私たち人間は、さまざまな生物の性質やはたらきを生活に利用しています。その良い例である「発酵」という現象に関連して、酵母の性質を主なテーマにしました。また、ある現象のしくみを調べるためにはどのような実験を行えばよいか、得られた結果からどのようなことが分かるかを考える問題を出題しました。

(1)と(2)は消化についての基本的な知識を問う問題です。(3)と(4)は実験①の結果から考える問題です。(4)では、気体Xが発生するのは酵母が栄養分を利用することと関係していることも合わせて考えます。デンプンを用いた試験管A、塩を用いた試験管Cでは気体Xが発生しなかったことから、実験に用いた酵母はデンプンと塩は利用できないことがわかります。一方、砂糖を用いた試験管Dでは気体Xが発生したことから、実験に用いた酵母は砂糖を利用できることがわかります。(6)は、実験③で気体Xの量が増えなくなった理由について仮説を立て(予想し)、それを検証する(正しいかどうか調べる)実験を考える問題です。下線部aの後に、実験③で気体Xの量が増えなくなったのは「酵母が試験管の中のブドウ糖をすべて利用してしまったからであることがわかった」とあります。この結論は、「③で実験を行った後の試験管Hには、ブドウ糖を利用できる酵母は存在しているが、ブドウ糖がなくなっている」と考えて、それを確かめる追加の実験を行い、この考えが正しいことを示す結果が得られたことから導かれたものです。したがって、この考えを確かめる追加の実験として、③で実験を行った後の試験管Hにブドウ糖(砂糖や果糖でもかまわない)を加えればよいと考えます。そして、追加の実験でも実験の③と同様に気体Xが発生したことによってブドウ糖を利用できる酵母が存在していることが示されます。これらをまとめて、「(③で実験を行った後の試験管Hに)ブドウ糖を加えたところ、気体Xが発生した」というようにまとめます。(8)は酵母を用いた研究によって大隅良典氏がノーベル医学・生理学賞を受賞したニュースに関連した問題です。

2

第2回

- ③ 別の試験管Hに、②と同じ量のドライイーストと水、②の半分の量のブドウ糖を入れて混ぜ、気体Xが発生し始めてからの時間と発生した気体Xの量を測定した結果、表2のようになった。

表2

時間(分)	3	6	9	12	15	18	21	24
気体Xの量 (cm ³)	1	2	3	3	3	3	3	3

- ④ ③で気体Xが発生し始めてから9分経ってからは気体Xの量が増えなくなった。この理由を調べるために、③で実験を行った後の試験管Hで、a追加の実験を行った。これにより、酵母が試験管の中のブドウ糖をすべて利用してしまったからであることがわかった。

- (6) 実験の④の下線部aで行った追加の実験では、どのような実験を行い、どのような結果が得られましたか。「③で実験を行った後の試験管Hに」に続けて説明しなさい。

解答例

「ブドウ糖を加えたところ、
二酸化炭素が発生した。」

化学分野の出題意図

第2回の[3]「物質の溶け方」は化学分野からの出題で、次のことがポイントになります。

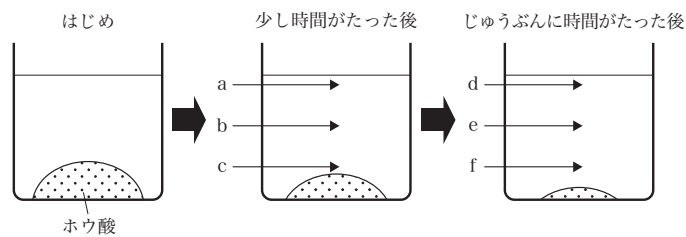
- ☆ 様々な物質の性質などの基本的な知識が身についているか。
- ☆ データや条件を正確に読み取り、計算する力が身についているか。
- ☆ 実験操作の基本的な知識や、その操作を行う理由について理解できているか。

物質が水に溶ける量には限度があり、それは水の温度や量によって異なります。また、同じ量の水を用意したとき、温度が高いほど水に溶ける量が増える物質もあれば、温度が低いほど水に溶ける量が増える物質もあります。このような物質の性質や、物質が水に溶けるときのビーカー内の様子、それに関する計算問題を出题しました。

(1)～(3)は基本的な知識や計算を問う問題、(4)(5)は条件を読み取って考える計算問題です。(6)(7)は、物質が水に溶けるときのビーカー内の様子についての問題です。水にホウ酸を入れ、かき混ぜないで放置し、じゅうぶんに時間がたった後にホウ酸水の濃さを調べると、どの部分を調べても同じになります。一方、少し時間がたったあとのホウ酸水の濃さは、部分ごとに異なっています。ビーカーの底にたまっているホウ酸に近い部分が最も濃く、底のホウ酸から遠い部分ほど、ホウ酸水の濃さは薄くなります。なぜこのようになるのかというと、ホウ酸や水はとても小さな粒子からできていて、これらの粒子が水の中で絶えず動き回っているためです。粒子が動くことによって、ホウ酸の粒子が次第にホウ酸水の全体に広がっていき、やがて、どの部分をとっても同じ濃さになります。(6)(7)の問題を通して伝えたいことは、化学の様々な現象や物質の性質について勉強するときは、ただそれを暗記するのではなく、理解することを大切にしてほしいということです。また、日頃から目の前で起きている現象について「なぜだろう？」と考える習慣をつけてほしいと思います。また、(8)のように、実験操作の意味について関心があるかどうかをテーマにした問題も出题しました。このような問題への対策としては、実験の操作について、その操作を行う意味や理由を考えるようにすると良いでしょう。

3
第2回

水にホウ酸を入れ、かき混ぜないで放置しました。次の図は、そのときのビーカー内の様子です。時間がたつとビーカーの底のホウ酸の量はだんだん減っていききました。その後じゅうぶんに時間がたつと、底のホウ酸の量はそれ以上減らなくなりました。



図

(6) 少し時間がたった後に、図のホウ酸水の a～c の部分の濃さについて調べると、どのようになっていると考えられますか。もっとも適当なものを次のア～オから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア a がもっとも濃く、c がもっとも薄い。
- イ a がもっとも濃く、b と c は同じ濃さである。
- ウ c がもっとも濃く、a がもっとも薄い。
- エ c がもっとも濃く、a と b は同じ濃さである。
- オ a と b と c は同じ濃さである。

正解 [ウ]

(7) じゅうぶんに時間がたった後に、図のホウ酸水の d～f の部分の濃さについて調べると、どのようになっていると考えられますか。もっとも適当なものを次のア～オから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア d がもっとも濃く、f がもっとも薄い。
- イ d がもっとも濃く、e と f は同じ濃さである。
- ウ f がもっとも濃く、d がもっとも薄い。
- エ f がもっとも濃く、d と e は同じ濃さである。
- オ d と e と f は同じ濃さである。

正解 [オ]