

理科問題解説 第1回

理科は物理、化学、生物、地学の4分野からほぼ均等に出題されています。

第1回の問題構成は、大問①が物理、大問②が化学、大問③が生物、大問④が地学からの出題となっています。今回の記述問題は、大問①と大問③に出題されています。

採点についてです。漢字のまちがいについては大きく間違っていなければ正解とみなします。数値を求める問題で、答え方の指示がある場合、その指示にしたがっていないものは減点となります。

① 力のつりあいと、浮力に関する問題です。太さが均一でない物体の例として、ニンジンを用いて実験を行います。

(1) 実験1の図2cより、ニンジンの重さは、太いほうの端から $L\text{cm}$ にある P 点につり下げられた 200g のおもりと置き換えることができます。

図2aでは、ばねはかりの示す値が 50g ですので、次の式が成り立ちます。

$50\text{g} \times 16\text{cm} = 200\text{g} \times 4\text{cm}$ となるので、答えは 4cm となります。

(2) 物体を1点で支えられるような点を「重心」と呼びます。A、Bの重さは等しく、ニンジンの重さの2分の1となります。

C、Dの重さについて考えます。

(切り口からCの重心までの距離) \times (Cの重さ)

= (切り口からDの重心までの距離) \times (Dの重さ)

ですから、C、Dの重さを考えるにあたり、切り口からC、Dそれぞれの重心までの距離の違いを考えます。(切り口から重心までの距離)が短いほどその部分が重いこととなります。

まずDについて考えます。(1)より、この形のニンジンは、底面から全体の高さの4分の1のところに重心があると考えてよいことがわかります。したがって、切り口からDの重心までの距離は $12 \times 1/4 = 3\text{cm}$ となります。

次にCについて考えます。

Cの太い側と同じ面積の円を底面とし、高さがCと同じ円すい形のニンジンを見ると、重心の位置は底面から $4 \times 1/4 = 1\text{cm}$ つまり頂点からは $4 - 1 = 3\text{cm}$ となります。

しかし、実際にはCは円すい形ではなく、切り口側が円すい形よりも重たくなっています。ですからCの重心は円すいの重心よりも切り口に近く、 3cm より短くなります。

つまり、Cの方が(切り口から重心までの距離)が短いので、CのほうがDよりも重いということがわかります。

以上より、正解はウです。

- (3) ニンジンが液体中に入らない限り、容器に働く力の大きさは変化しませんので、正解はイです。
- (4) 容器の上の面を水面と同じ深さにするためには、あと 3cm 沈める必要があります。容器に働く浮力は、押しよける水の重さ分、つまりさらに沈めたい容器の体積分だけ大きくなります。この浮力とつりあうだけのおもりを乗せればよいので、正解は $900\text{cm}^3 \times 3/5 = 540\text{g}$ となります。
- (5) 実験3で容器の沈んでいる部分に働いている浮力は、ニンジンと容器の重さを合計したものと等しくなります。つまり、 $900\text{cm}^3 \times 2/5 = 360\text{g}$ が、200g のニンジンと容器の重さを足したものであるので、容器の重さは $360 - 200 = 160\text{g}$ となります。
- (6) 実験3と実験4を比べると、実験4ではニンジンが水の中にあるという違いがあります。つまり、正解は、「ニンジンに浮力が働くため」となります。
- (7) 実験4よりニンジンの体積は、この容器の深さ 1cm 分に相当します。したがって、 $900\text{cm}^3 \times 1/5 = 180\text{cm}^3$ となります。

2 金属と酸を反応させて水素を発生させる実験についての問題です。金属にはマグネシウムとアルミニウム、酸には塩酸を用いています。

(1) 実験 1, 2 に関する問題です。

① どちらの金属でも発生する気体は水素です。

② 実験で発生した気体をより純粋な状態で回収するには水上置換を用います。水上置換では、水素のように、水に溶けにくい気体を回収することができます。正解はエです。

(2) 反応する金属、塩酸、そして発生する水素、それぞれの量には比の関係が成り立ちます。図 7 で分かりやすい値を読み取ると、マグネシウム 0.6 g に対して塩酸は 25cm^3 反応することがわかります。その半分の 0.3 g のマグネシウムをすべて溶かすには塩酸の量も半分の 12.5cm^3 になります。答えは 12.5cm^3 です。

(3) まず、マグネシウムと塩酸のどちらが残るか考えます。(2) 同様に、0.6 g のマグネシウムを溶かすには 25cm^3 の塩酸が必要だったので、0.5 g のマグネシウムを溶かすには $0.6 : 25 = 0.5 : 20.8$ 約 20cm^3 の塩酸が必要となります。つまり、問いの 10cm^3 の塩酸ではマグネシウムが溶け残ることになります。そこで、 10cm^3 の塩酸がすべて反応して発生する水素について考えます。

塩酸 25cm^3 に対して発生する水素は 600cm^3 ですから、 $25 : 600 = 10 : 240$
 240cm^3 の水素が発生します。

(4) マグネシウム 0.6 g に対し、半分の濃さの塩酸を反応させます。図 7 よりマグネシウム 0.6 g を完全に反応させると水素は 600cm^3 発生します。また、塩酸の濃さが半分なので 2 倍の量の $25 \times 2 = 50\text{cm}^3$ の塩酸が必要になります。よって正解はエです。

(5) マグネシウムと発生する水素の量の比は図 7 より $0.4 : 400$ であるのに対し、アルミニウムと、発生する水素の量の比は表 1 より $0.03 : 40$ 、10 倍すると、 $0.30 : 400$ になります。つまり水素 400cm^3 を発生させるために必要なマグネシウムとアルミニウムの重さの比は $0.4 : 0.30$ 、 $4 : 3$ となります。

(6) 表 1 ではどのデータもアルミニウムが完全に溶けているので、塩酸 20cm^3 は余っていることとなります。図 7 より 25cm^3 の塩酸でマグネシウム 0.6 g がすべて溶けるので、(5) の答えと連比して、(塩酸の体積) : (マグネシウムの重さ) : (アルミニウムの重さ) = $25 : 0.6 : 0.45$ となります。問題では、塩酸 20cm^3 に溶かすことのできるアルミニウムの量を聞いているので、 $25 : 0.45 = 20 : 0.36$ となり、0.36 g が答えになります。

③ メダカに関する問題です。

(1) 水草は光合成と呼吸を行っています。光合成では酸素、呼吸では二酸化炭素を排出します。(1)では、発生した気体が水中に溶けずに、葉の表面に泡となつてついているので、酸素であると考えられます。光合成により発生した泡の出方が最も少ない水槽とは、光合成が最も行われていない水槽ということになります。光合成には光が必要なので、光が遮られているCが答えとなります。

(2) BTB液は酸性で黄色を示します。この場合、水が酸性になっているのは、呼吸によって排出された二酸化炭素が水中に溶けこんだからです。答えは、呼吸です。

(3) 図9に示したメダカは背びれの下の方に切れ込みがあり、しりびれが平行四辺形をしていることからオスです。すると、Aの水槽にはメスが3匹、Bには5匹、Cには0匹入っていることとなります。3つの水槽の中で、メスが最も多い、Bが答えとなります。Bの25℃はメダカの産卵の最適温度にもなっています。

(4) メダカの卵は水草などにつけられます。親メダカたちは、卵や子メダカを食べてしまう危険性があるので、通常、卵を見つけたら他の容器へ移します。よって、移し変える目的は、イとなります。

(5) 魚類はえらで呼吸をしています。よって、答えはイ。酸素の取り込みです。

(6) 野生のメダカは流れに逆らって泳ぐことで、流されずにほぼ同じ場所で生活しています。よって、答えは、「川の流れに流されない」となります。

(7)

① メダカの尾を流れる血流を観察するので、メダカが活着している状態で観察する必要があります。染色液は必要ないので、答えはアになります。

② ヒトの赤血球に関する問題です。ヒトの赤血球は中央部がくぼんだ円盤のような形をしており、ヘモグロビンと呼ばれる色素を含んでいます。ヘモグロビンには鉄が含まれており、酸素の運搬に関係しています。以上のことより、答えはオになります。

4 夏の星座に関する問題です。題材として宮沢賢治の『銀河鉄道の夜』に登場する代表的な星座についてふれています。図 10 で星アのはくちょう座の「デネブ」、ウのわし座の「アルタイル」、エのここと座の「ベガ」は夏の大三角形を作る代表的な星座です。代表的な 1 等星としてはオのうしかい座の「アルクトゥルス」、カのさそり座の「アンタレス」、キのおとめ座の「スピカ」も含まれています。

- (1) デネブはアになります。
- (2) ① 赤い星はさそり座の「アンタレス」で、記号はカです。
② おりひめにあたるのはこと座の「ベガ」で、記号はエです。
- (3) 北の空の星座は北極星を中心に反時計回りに 1 年間で 1 周、つまり 1 ヶ月で 30 度の年周運動をしています。

また、同様に 1 日で 1 周、1 時間で 15 度の日周運動もしています。

図 10 の 7 月 20 日の 1 ヶ月前である 6 月 20 日午後 9 時は図 10 より時計回りに約 30 度もどったところに星が存在しています。同じ星空を観察するには反時計回りに 30 度進む必要があります。よって、2 時間後の午後 11 時に観察できます。正解はオです。

- (4) 冬の星座を選びます。正解はア、エです。
- (5) 北斗七星は図 10 の北の空で、北極星の左側にあるおおぐま座の一部です。3 ヶ月後の同時刻には、北極星を中心に反時計回りに $30 \times 3 = 90$ 度進みますので正解はウになります。
- (6) 星の明るさ「等級」についてです。デネブは 1 等星ですから、3 等星と比べると 2.5 を 2 回掛け合わせた 6.25 倍の明るさになります。小数第 2 位を四捨五入しますから、正解は 6.3 倍です。

以上で理科の問題解説を終わります。

2 日の第 2 回、5 日の第 3 回の試験問題も今回同様、4 分野からの均等な出題で、難易度もほぼ同様になっております。