

理科総合 A

(解答番号 ～)

第1問 スポーツに関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。(配点 24)

A アーチェリーは、図1のように、弓の弾性エネルギーを利用したスポーツである。弾性エネルギーとは、ばねやゴムなどの弾性をもつ物体が外力によって変形したときにもつエネルギーのことである。人が弓を引くときにはたらく弾性力は、弓を引いた距離に応じて変化する。ある弓について、弓を引いた距離と人が弓にした仕事との関係を調べたところ、図2のようになった。

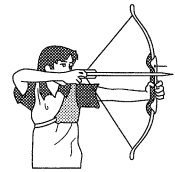


図 1

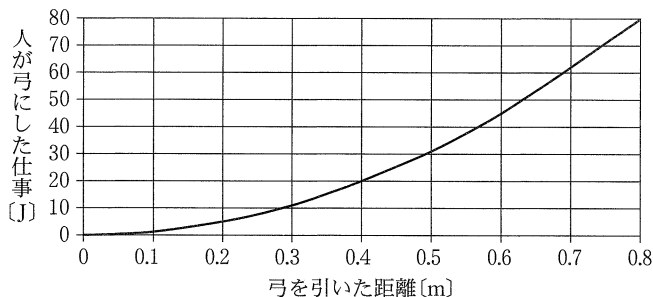


図 2

このときに人が弓にした仕事は、弓の弾性エネルギーの増加分として蓄えられ、矢を放つときに矢の運動エネルギーに変わる。次の問1～3では、人が弓にした仕事がすべて矢の運動エネルギーに変わるものとし、空気抵抗は無視する。

問1 この弓を使って、質量 20 g の矢を速さ 50 m/s で放ちたい。弓を引く距離として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 m

- ① 0.25 ② 0.30 ③ 0.40 ④ 0.45 ⑤ 0.50 ⑥ 0.63

問 2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **2**

この弓を斜め上に向けて遠方に矢を放った。矢が最高点に達したとき、矢の運動エネルギーは **ア** であり、矢には力が **イ** 。

	ア	イ
①	最 大	はたらいしていない
②	最 大	水平方向にはたらいしている
③	最 大	鉛直下向きにはたらいしている
④	最 大	斜め下向きにはたらいしている
⑤	最 小	はたらいしていない
⑥	最 小	水平方向にはたらいしている
⑦	最 小	鉛直下向きにはたらいしている
⑧	最 小	斜め下向きにはたらいしている

問 3 図 3 のように、この弓を 0.40 m 引いて質量 20 g の矢を放ち、的に当てたところ、矢の先が 0.20 m だけ中に突き刺さって止まった。矢が的に突き刺さり始めてから止まるまでの間にはたらいした抵抗力の大きさとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、はたらいした抵抗力の大きさは一定と仮定する。また、的は射る人のすぐ近くに固定されていて動かないものとし、重力の影響は無視する。 **3** N

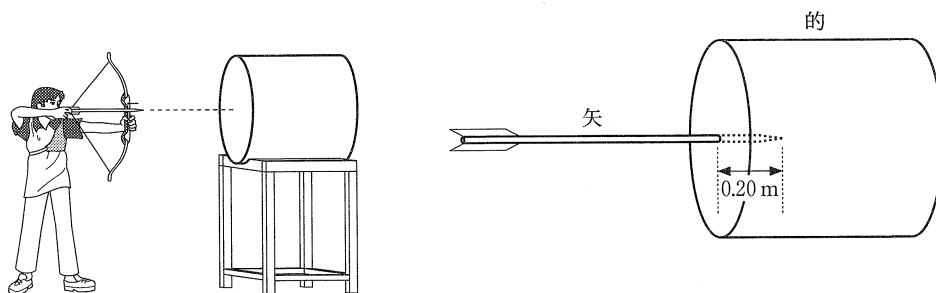


図 3

- ① 8 ② 16 ③ 20 ④ 40 ⑤ 80 ⑥ 100

理科総合 A

B 棒高跳びも、弾性エネルギーを利用したスポーツである。

問 4 図 4 は、棒高跳びの各段階(a)～(f)の様子を模式的に表したものである。選手は(a)から加速しながら助走し、(b)で棒の先をボックスに当てる。(c)で棒が最も大きく曲がり、その後、(d)と(e)で棒の曲がりかたが元に戻っていく。そして(f)で選手は最高点に達する。(a)～(f)の一連の運動において、(b)および(d)のときの力学的エネルギーに関する記述として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、棒の質量は無視できるものとする。(b)

 (d)

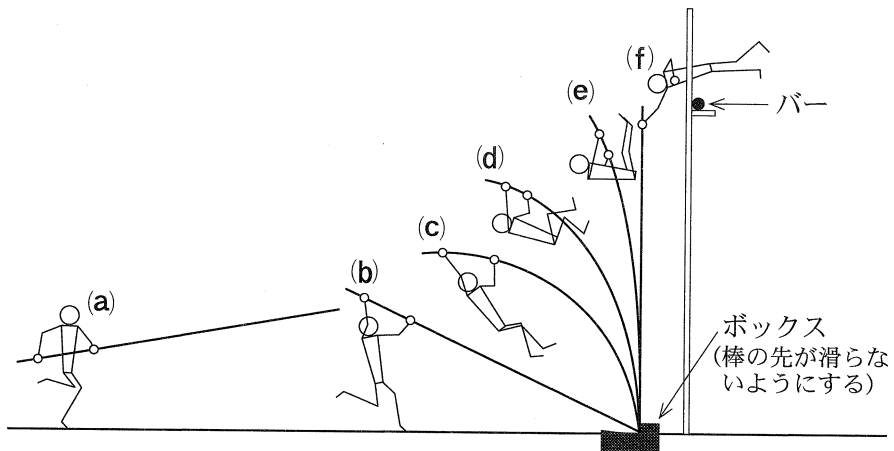


図 4 棒高跳びの各段階の様子

- ① 選手の「重力による位置エネルギー」が最大になっている。
- ② 選手の「運動エネルギー」が最大になっている。
- ③ 棒の「弾性エネルギー」が最大になっている。
- ④ 選手の「重力による位置エネルギー」が棒の「弾性エネルギー」に変わりつつある。
- ⑤ 選手の「運動エネルギー」が棒の「弾性エネルギー」に変わりつつある。
- ⑥ 棒の「弾性エネルギー」が選手の「重力による位置エネルギー」に変わりつつある。

問 5 図 4 の(b)において、体重 50 kg の選手の速さが 10 m/s であった。助走時の選手の運動エネルギーのすべてが選手の位置エネルギーに変化したと仮定して、この選手が到達できる高さを求めたい。地面から選手の重心までの最大の高さとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とし、(b)での選手の重心は地面から 1 m のところにあるものとする。 6 m

- ① 3

② 4

③ 5

④ 6

⑤ 7

⑥ 8

⑦ 9

⑧ 10

⑨ 11

問 6 実際の棒高跳びの記録では、問 5 の方法で求めた高さにはならない。次の要因ウ～オは、選手が到達できる最大の高さをより高くする(+で表す)か、低くする(-で表す)か。これらの答えの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 7

要 因

- ウ 図 4 の段階(b)～(e)の間で選手が筋力を使って体を持ち上げる。
- エ 空気の抵抗がある。
- オ 選手がバーを飛び越えるときに、速さが 0 ではない。

	ウ	エ	オ
①	+	+	+
②	+	+	-
③	+	-	+
④	+	-	-
⑤	-	+	+
⑥	-	+	-
⑦	-	-	+
⑧	-	-	-

理科総合 A

第 2 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～6)に答えよ。(配点 24)

A 科学部で先生と太郎が食品や調理器具について話し合っている。

太郎：御飯を食べるとき、何回もかむとだんだん甘くなるのはなぜですか。

先生：それは唾液の中の^{だえき}(a)酵素によって、御飯の中の栄養素が分解されたからだよ。

太郎：食酢の主成分は酢酸だと思いますが、酢酸はどれくらいの濃度で含まれていますか。

先生：それは、(b)塩基との中和反応を利用して確かめることができるよ。ところで、台所には金属製の調理器具がたくさんあるけど、ほかにどんな材質の器具を知っていますか。

太郎：プラスチックの皿や(c)セラミックスの包丁があります。

問 1 下線部(a)の酵素のはたらきに関する記述として最も適切なものを、次の

①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 脂肪はペプチダーゼで分解される。
- ② アミノ酸はトリプシンで分解される。
- ③ グルコースはペプシンで分解される。
- ④ スクロースはマルターゼで分解される。
- ⑤ デンプンはアミラーゼで分解される。

- 問 2 下線部(b)の反応を利用して食酢中の酢酸の濃度を求めるため、次の操作 1～3 を行ったところ、酢酸の質量パーセント濃度は 4.2 % だった。操作 3 の文章中の空欄 ア に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、食酢は酢酸と水の混合物とする。 9

操作 1：市販の食酢 10 g に水を加えて体積を 100 mL にした。

操作 2：操作 1 の溶液から 20 mL をビーカーに取り、そこにフェノールフタレイン溶液を数滴加えた。溶液の色は変わらなかった。

操作 3：操作 2 の溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。

ア mL 加えたとき、溶液の色が薄い赤色に変わった。ここで用いた水酸化ナトリウム水溶液の 1.0 mL は、酢酸 0.0060 g と中和する。

- | | | | |
|--------|--------|-------|-------|
| ① 0.70 | ② 0.84 | ③ 1.4 | ④ 7.0 |
| ⑤ 8.4 | ⑥ 14 | ⑦ 70 | ⑧ 84 |

- 問 3 下線部(c)のセラミックスの特徴と用途に関する次の記述イ～オのうち、正しいものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

イ 光をよく通すもののいくつかは、白熱電球の電極に使われている。

ウ 生体組織によくなじむもののいくつかは、人工骨や人工関節に使われている。

エ 化学的に安定であるもののいくつかは、薬品の^{びん}に使われている。

オ 耐熱性のあるもののいくつかは、カップめん^のの容器に使われている。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① イ・ウ | ② イ・エ | ③ イ・オ |
| ④ ウ・エ | ⑤ ウ・オ | ⑥ エ・オ |

理科総合 A

B 冷蔵庫の中では、冷媒とよばれる物質が、(d) 庫内の熱を庫外に輸送する役割を果たしている。冷媒としては、以前は成層圏のオゾン層を破壊する物質が使われていた。現在市販されている家庭用冷蔵庫の冷媒にはオゾン層を破壊しない炭化水素(炭素と水素からなる化合物)が使われている。ただし、(e) 炭化水素は可燃性である。不用となった冷蔵庫を屋外に放置すると、(f) 配管部品が腐食して穴が開き、冷媒が漏れ出す恐れがあるので、冷蔵庫は正しい方法で廃棄しなければならない。

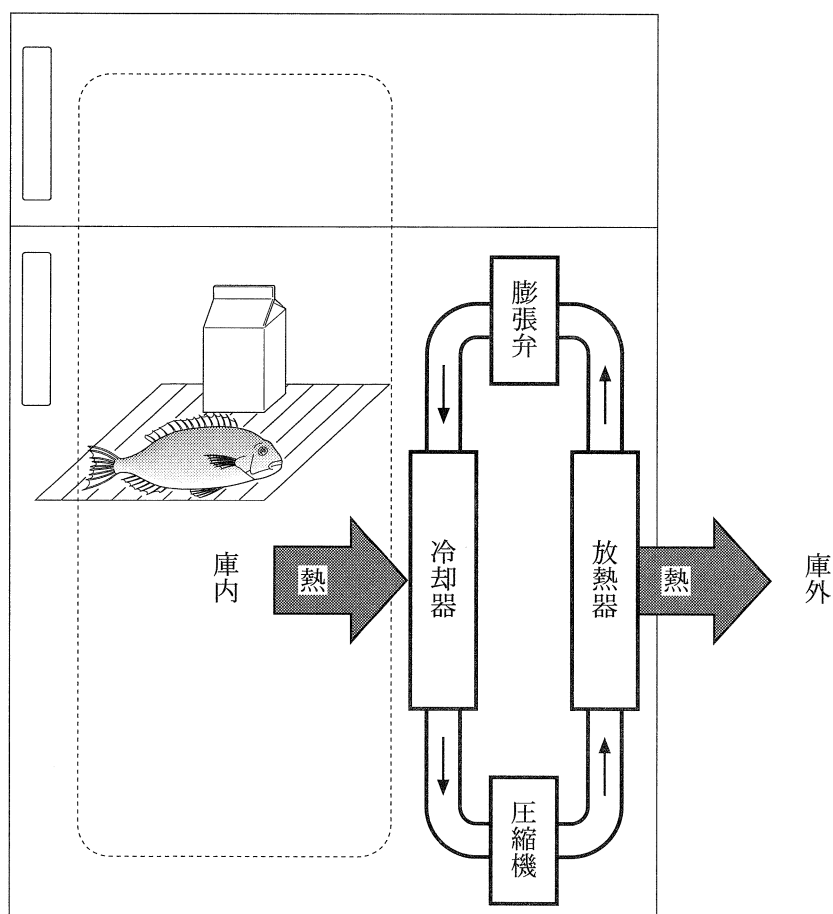


図1 冷蔵庫のしくみ
(→は冷媒の流れを表す)

問 4 図 1 に示すように冷媒は、膨張弁、冷却器、圧縮機、放熱器を順に循環する。下線部(d)に示す冷媒の役割は、次のⅠ～Ⅳの現象が起こることによって実現する。

Ⅰ 冷媒の温度が、膨張弁のところで下がる。

Ⅱ 庫内の熱が、冷却器のところで冷媒に移動する。

Ⅲ 冷媒の温度が、圧縮機のところで上がる。

Ⅳ 冷媒の熱が、放熱器のところで庫外に移動する。

冷却器と放熱器における冷媒の温度に関する次の記述カ～サのうち、正しいものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

11

冷却器における冷媒の温度

カ 冷却器に入る冷媒の温度は、庫内温度よりも低くなければならない。

キ 冷媒の温度は、冷却器の中を通る間にさらに下がる。

ク 冷却器を出る冷媒の温度は、庫内温度よりも高くなる。

放熱器における冷媒の温度

ケ 放熱器に入る冷媒の温度は、庫外温度よりも低くなければならない。

コ 冷媒の温度は、放熱器の中を通る間にさらに上がる。

サ 放熱器を出る冷媒の温度は、庫外温度よりも低くならない。

① カ・ケ

② カ・コ

③ カ・サ

④ キ・ケ

⑤ キ・コ

⑥ キ・サ

⑦ ク・ケ

⑧ ク・コ

⑨ ク・サ

理科総合 A

問 5 下線部(e)に関連して、炭化水素の完全燃焼について、反応に関与する分子数をもとに考える。ある個数の 1 種類の炭化水素分子から 12 個の二酸化炭素分子と 15 個の水分子が生成するとき、この炭化水素の分子式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 12

① CH_4

② C_2H_{10}

③ C_3H_8

④ C_4H_{10}

⑤ C_6H_{30}

⑥ $\text{C}_{12}\text{H}_{15}$

問 6 下線部(f)の配管部品には、銅を主成分とする材料が使われている。ここでは銅の腐食を、銅が水溶液中に銅イオンとして溶け込む変化と考える。この変化に関連する次の記述シ～セの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 13

シ 銅はアルミニウムよりも陽イオンになりやすい。

ス 銅はイオン化するとき、その電子数が増加する。

セ 銅はイオン化するとき、その原子番号が減少する。

	シ	ス	セ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(下 書 き 用 紙)

理科総合 A の試験問題は次に続く。

理科総合 A

第 3 問 電熱線とその利用に関する下の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。(配点 24)

太郎は(a)電熱線に電流が流れると熱が発生することを利用して，図 1 のように水を電熱線で直接加熱する装置を作り，実験 1 ・ 2 を行った。

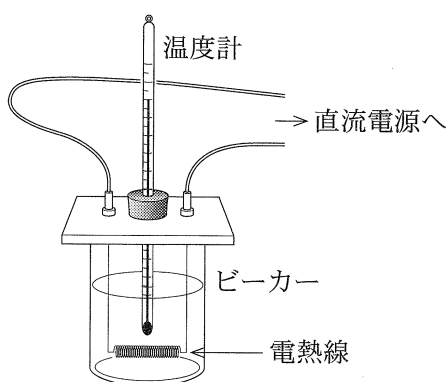


図 1

実験 1 3 種類の電熱線 A, B, C を用いて，(b)直流電源の電圧を変化させ，電熱線に加わった電圧と流れた電流をそれぞれ測定したところ，図 2 の結果を得た。

実験 2 1 本の電熱線 B に 100 V の電圧を加えて，^{かくはん}攪拌しながら，ビーカーの水を加熱し，水の温度の時間変化を調べたところ，図 3 の結果を得た。

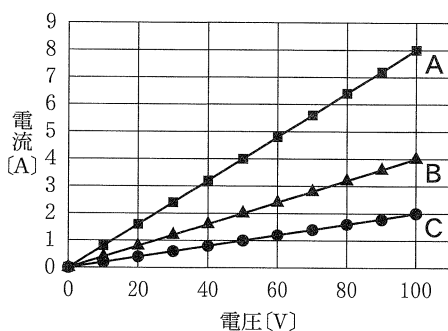


図 2

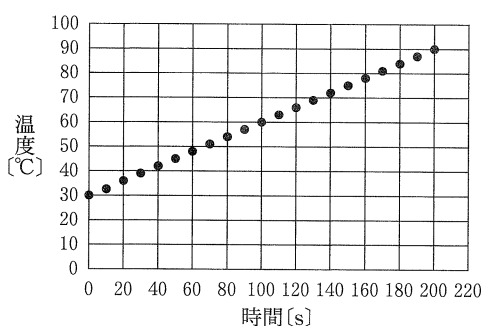


図 3

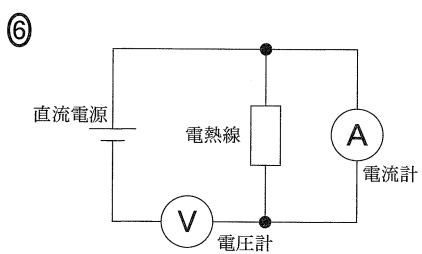
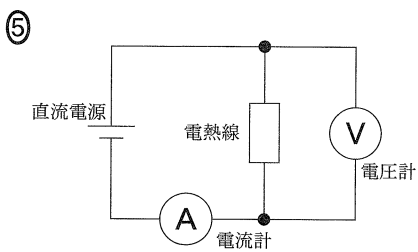
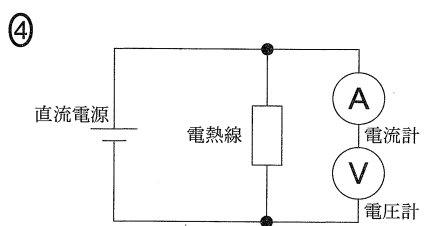
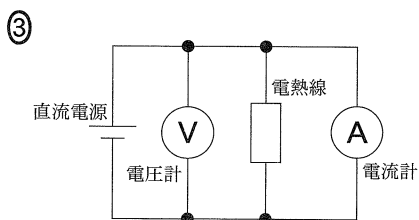
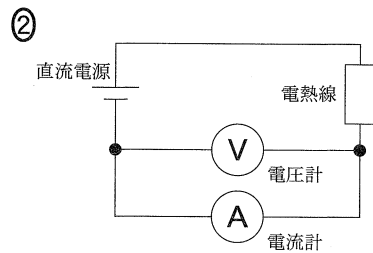
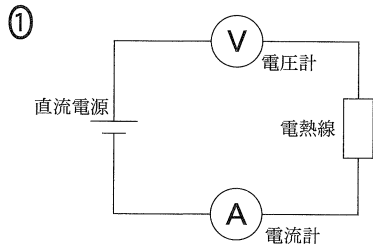
問 1 下線部(a)について述べた次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **14**

電熱線に電流が流れたときに発生する熱のことを **ア** という。この熱により、水分子の運動の激しさは **イ**。

	ア	イ
①	反応熱	大きくなる
②	反応熱	変わらない
③	反応熱	小さくなる
④	摩擦熱	大きくなる
⑤	摩擦熱	変わらない
⑥	摩擦熱	小さくなる
⑦	ジュール熱	大きくなる
⑧	ジュール熱	変わらない
⑨	ジュール熱	小さくなる

理科総合 A

問 2 実験 1 において、下線部(b)を行うために用いる回路として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 15



問 3 実験 2 において、水温が 30°C から 60°C に変化する間に、電熱線により消費される電力量として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

16 J

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 400 | ② 2500 | ③ 12000 | ④ 24000 |
| ⑤ 40000 | ⑥ 48000 | ⑦ 75000 | ⑧ 80000 |

問 4 1 秒あたりに発生する熱量を、実験 2 で用いた電熱線での値の 2 倍にした。そのための正しい方法を次のウ～カからすべて挙げるとすると、それは下の①～⑧のうちのどれか、一つ選べ。ただし、直流電源の電圧は 100 V に固定したままとし、各電熱線を折り曲げたり、切断したりしないものとする。

17

方 法

- ウ 電熱線 A を 1 本用いる。
- エ 電熱線 B を 2 本直列に接続する。
- オ 電熱線 B を 2 本並列に接続する。
- カ 電熱線 C を 1 本用いる。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① ウ | ② エ | ③ オ | ④ カ |
| ⑤ ウ・エ | ⑥ ウ・オ | ⑦ エ・カ | ⑧ オ・カ |

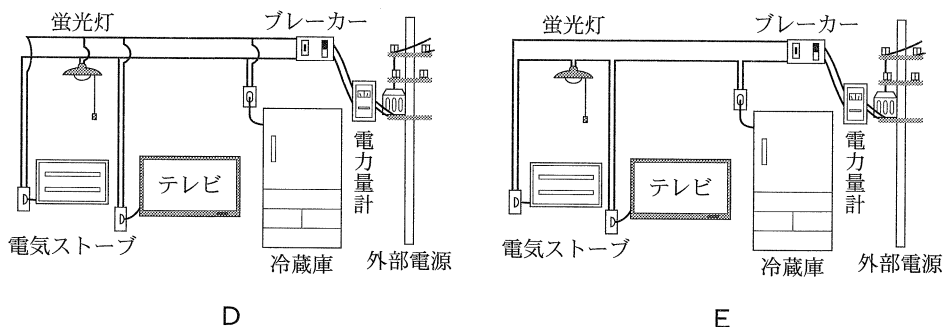
理科総合 A

問 5 電熱線の材料として使われるニクロム線はニッケルとクロムなどからなる合金で、高温でも酸化されにくく、電気抵抗が大きい。合金に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

- ① 黄銅は、銅とスズの合金であり、^{いもの} 鋳物にしやすい硬いので、銅像や美術品などに使われる。
- ② 青銅は、銅と亜鉛の合金であり、加工しやすく光沢があるので、楽器や装飾品などに使われる。
- ③ ジュラルミンは、アルミニウムとマグネシウムなどからなる合金であり、軽くて強度が大きいので、鉄道のレールの材料などに使われる。
- ④ はんだは、スズと鉛または亜鉛などからなる合金であり、融点が高いので、電球のフィラメントなどに使われる。
- ⑤ ステンレス鋼は、鉄とクロム、ニッケルなどからなる合金であり、さびにくいので、台所用品などに使われる。

問 6 太郎の家では電気ストーブ、蛍光灯、テレビと冷蔵庫をそれぞれ別のコンセントに差し込んで使っている。家の電源と電気器具の配線の様子を表した次の配線図 D・E およびその特徴キ～サの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、すべての電気器具を使っても、ブレーカーが回路に流れる電流を遮断することはなかった。 19

配 線 図



特 徴

- キ すべての電気器具に流れる電流は、同じ値である。
- ク すべての電気器具に加わる電圧は、同じ値である。
- ケ すべての電気器具の電流と電圧は、同じ値である。
- コ 一つの電気器具のオン・オフは、他の電気器具の使用状態に影響しない。
- サ 各電気器具に流れる電流が互いに関係するので、節電に役立つ。

	配線図	特 徴
①	D	キ・サ
②	D	ク・コ
③	D	ケ・コ
④	E	キ・サ
⑤	E	ク・コ
⑥	E	ケ・コ

理科総合 A

第 4 問 海に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～7)に答えよ。

(配点 28)

A 太郎は学校で、「海は地球表面の約 70 % を占めており、地球における水の循環をはじめとする、さまざまな物質の循環に大きな役割を果たしている」と教えてもらった。図書館で海水の成分について調べたところ、参考にした書籍には、表 1 のように海水中の代表的なイオンの濃度が紹介されていた。さらに部屋にあったスポーツドリンクの成分表(表 2)を見て、海水中のイオンの濃度と比較してみた。

表 1

海水中の代表的なイオンの濃度 (質量パーセント濃度)	
ナトリウムイオン	1.06
マグネシウムイオン	0.127
カルシウムイオン	0.040
カリウムイオン	0.038
塩化物イオン	1.89
硫酸イオン	0.265
臭化物イオン	0.0065

表 2

あるスポーツドリンクの成分表 (100 mL あたり)	
エネルギー	16 kcal
タンパク質	0 g
脂 質	0 g
炭水化物	4 g
ナトリウムイオン	46 mg
カルシウムイオン	8 mg
カリウムイオン	6 mg
マグネシウムイオン	1 mg

問 1 海水とスポーツドリンクの濃度や成分について、次の文章中の空欄

ア ～ ウ に入る語や数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、100 mL のスポーツドリンクの質量を 100 g とする。 20

海水とスポーツドリンク中のカリウムイオンの濃度は ア の方が高い。また、カルシウムイオンについて比較すると、海水 100 g に含まれているカルシウムイオンの質量はスポーツドリンク 100 mL に含まれる質量の約 イ 倍である。一方、このスポーツドリンクのエネルギーは成分中の ウ によるものである。

	ア	イ	ウ
①	スポーツドリンク	5	炭水化物
②	スポーツドリンク	5	ナトリウムイオン
③	スポーツドリンク	200	炭水化物
④	スポーツドリンク	200	ナトリウムイオン
⑤	海 水	5	炭水化物
⑥	海 水	5	ナトリウムイオン
⑦	海 水	200	炭水化物
⑧	海 水	200	ナトリウムイオン

理科総合 A

問 2 海水から取り出して利用されている物質の一例として、塩化マグネシウムがある。マグネシウムまたは塩化マグネシウムに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

21

- ① マグネシウムは、貴金属の仲間である。
- ② マグネシウムは、価電子が 2 個の元素である。
- ③ マグネシウムは、空気中で燃えると塩化マグネシウムになる。
- ④ 塩化マグネシウムは、石けんの主成分として利用される。
- ⑤ 塩化マグネシウムは、セメントや医療用固定具の主成分として利用される。
- ⑥ 塩化マグネシウムは、ふくらし粉(ベーキングパウダー)の主成分として利用される。

- 問 3 自然界における、水の状態変化に関する次の文章中の空欄 **エ** ～
カ に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから
 一つ選べ。 **22**

海水の一部は蒸発して、水蒸気となり大気に移動する。一方、水蒸気が液体の水に変化することを **エ** といい、この現象は雲の形成に関係する。大気中の水は、やがて雨などとして地表に降り、河川を通じて海に戻る。また、寒い地方では、河川の水が **オ** して表面に氷が見られることもある。極地方などの海に浮かぶ氷山は、海水温度が上昇すると **カ** して小さくなる。

	エ	オ	カ
①	沸 騰	昇 華	融 解
②	沸 騰	昇 華	溶 解
③	沸 騰	凝 固	融 解
④	沸 騰	凝 固	溶 解
⑤	凝 縮	昇 華	融 解
⑥	凝 縮	昇 華	溶 解
⑦	凝 縮	凝 固	融 解
⑧	凝 縮	凝 固	溶 解

理科総合 A

B 花子は、二酸化炭素と海の関係について調べているうちに、次のようなことがわかってきた。

太古、地球大気中にあった二酸化炭素の大部分は海水に溶け、長い年月をかけて石灰岩などになり、地中に保存されている。現在、大気中にある(a)二酸化炭素は(b)海水に溶解する一方で、海面から大気中に放出もされている。また、大気中の二酸化炭素は植物が光合成をするときに吸収され、食物連鎖を通して炭素が動物の体をつくるのにも使われる。動植物の死骸などによってつくられたと考えられる石油や石炭は、化石燃料とよばれ、エネルギー資源や(c)プラスチックなどの原料として利用されている。その化石燃料を燃焼すると二酸化炭素が発生し大気中に拡散する。このように、炭素は地球上を大きく循環している。この炭素には、 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C の(d)同位体がある。

問 4 下線部(a)の二酸化炭素に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

23

- ① 大気中の二酸化炭素は、肺呼吸をする動物によって炭水化物に変換される。
- ② 二酸化炭素は、酸化されると炭素になる。
- ③ 二酸化炭素は、石灰水に通すと炭酸カルシウムをつくる。
- ④ 二酸化炭素は、鉄鉱石から鉄を得る製鉄のプロセスでは発生しない。
- ⑤ 二酸化炭素を集めたビンの中に、火のついた線香を入れると激しく燃える。
- ⑥ 二酸化炭素の排出量は、同じ電力を発電する場合、水力発電に比べて火力発電の方が少ない。

問 5 下線部**(b)**に関連して、二酸化炭素の水に対する溶解度は、図 1 が示すように温度によって変化する。一定質量の溶媒に溶けることができる溶質の質量を溶解度という。次の文中の空欄 **キ** ・ **ク** に入る語と数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **24**

1 kg の水に二酸化炭素が溶ける最大の質量を比べると、夏(水温 30℃ とする)と冬(水温 10℃ とする)とでは、 **キ** の方が **ク** g 多く溶ける。

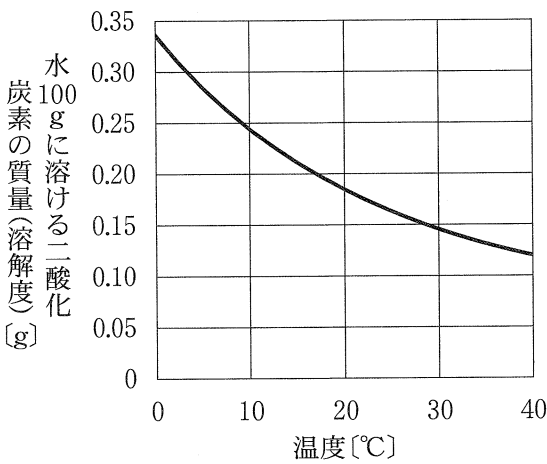


図 1 二酸化炭素の水に対する溶解度

	キ	ク
①	夏	0.010
②	夏	0.10
③	夏	1.0
④	冬	0.010
⑤	冬	0.10
⑥	冬	1.0

理科総合 A

問 6 下線部(c)のプラスチックに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25

- ① ほとんどのプラスチックは、金属や陶磁器に比べて密度が小さい。
- ② 熱可塑性のプラスチックは、加熱すると硬化する性質を示す。
- ③ ほとんどのプラスチックは、金属や陶磁器に比べて加工や成型がしにくい特徴をもつ。
- ④ ポリエチレンやポリプロピレンは、電気をよく通すプラスチックである。
- ⑤ ほとんどのプラスチックは、地中の微生物の作用によって分解される。

問 7 下線部(d)の同位体に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26

- ① 同じ元素の同位体どうしは、質量数が同じである。
- ② 同位体の存在比は、元素の種類によって異なる。
- ③ 窒素の同位体 ^{14}N と炭素の同位体 ^{14}C の中性子数は、同じである。
- ④ 同位体は、同じ元素であるが化学的性質が異なる。
- ⑤ 炭素の同位体 ^{13}C は、他の元素との化学反応によって ^{12}C に変化する。
- ⑥ 水素の同位体 ^2H と酸素の同位体 ^{16}O からなる水分子の質量は、 ^1H と ^{16}O からなる水分子の 2 倍である。

(下書き用紙)