



理 科

2020 年度 東京純心女子高等学校入学試験
(一般入学試験 I 特進プログラム&特待生選抜を兼ねる)

解答はすべて解答用紙に記入しなさい。

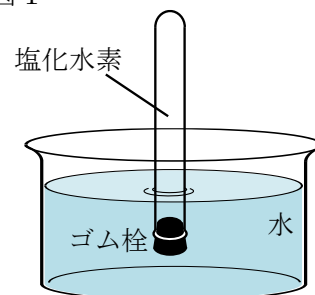
1 次の各問に答えよ。

[問 1] ある火成岩をハンマーで割って新しい面を出し、ルーペで観察したところ、石英や長石、黒雲母などの鉱物が等粒状組織をつくっていることがわかった。この火成岩の名称と、この火成岩のもととなったマグマの粘りけを組み合わせたものとして適切なのは、次の表の**ア～エ**のうちではどれか。

| | 火成岩の名称 | 火成岩のもととなったマグマの粘りけ |
|----------|--------|-------------------|
| ア | 花こう岩 | 弱い |
| イ | 花こう岩 | 強い |
| ウ | 流紋岩 | 弱い |
| エ | 流紋岩 | 強い |

[問 2] 図 1 のような装置で、塩化水素を満した試験管のゴム栓をはずすと、水槽の水が試験管の中に勢いよく吸い上げられ、試験管が水でほぼいっぱいになった。同じ実験を塩化水素から別の気体に変えて行ったとき、塩化水素と同様の結果が得られる気体と、その試験管に入った水に BTB 溶液を加えたときのようなすを組み合わせたものとして適切なのは、次の表の**ア～エ**のうちではどれか。

図 1



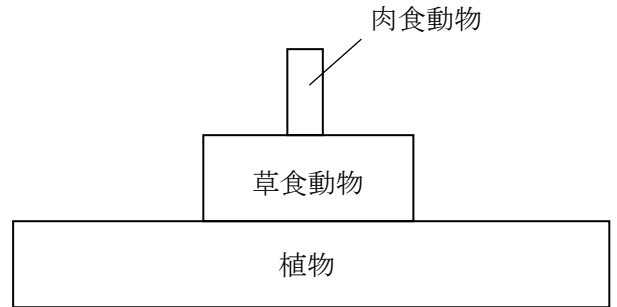
| | 塩化水素と同様の結果になる気体 | BTB 溶液を加えたときのようなす |
|----------|-----------------|-------------------|
| ア | 二酸化炭素 | 黄色になる |
| イ | 二酸化炭素 | 青色になる |
| ウ | アンモニア | 黄色になる |
| エ | アンモニア | 青色になる |

[問 3] 顕微鏡観察で、対物レンズを低倍率から高倍率に変えたときの視野の広さと、ピントが合うときのプレパラートとの距離の変化を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の**ア～エ**のうちではどれか。

| | 視野の広さ | プレパラートとの距離 |
|----------|-------|------------|
| ア | 広くなる | 遠くなる |
| イ | 広くなる | 近くなる |
| ウ | せまくなる | 遠くなる |
| エ | せまくなる | 近くなる |

[問4] 図2はつり合いのとれた状態の生態系における植物、草食動物、肉食動物の生物の数量を表している。この生態系で草食動物が一時的に増えたとき、次の過程 A~C を変化する順に並べたものとして適切なものは、下のア~エのうちではどれか。

図2

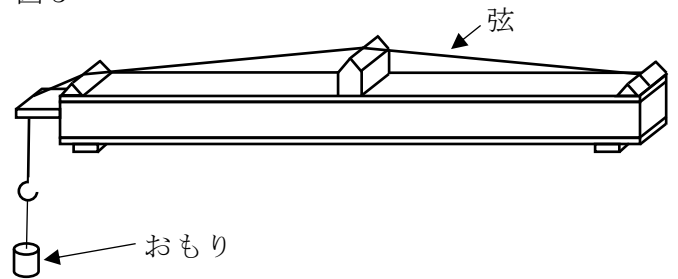


- A 肉食動物が増え、植物が減る。
- B 肉食動物が減り、植物が増える。
- C 草食動物が減る。

- ア A→B→C
- イ A→C→B
- ウ B→A→C
- エ B→C→A

[問5] 図3のようなモノコードをはじいて音を出した。さらに大きく高い音を出す方法として適切なものは、次のうちではどれか。

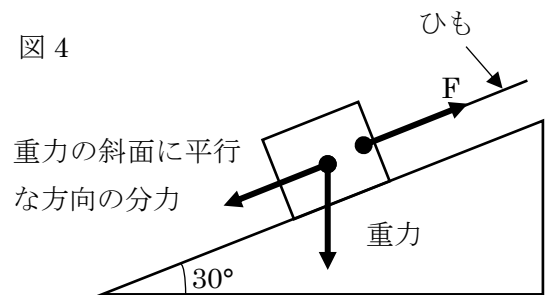
図3



- ア おもりを重いものに変え、同じ強さではじく。
- イ おもりを重いものに変え、強くはじく。
- ウ 弦を太いものに変え、同じ強さではじく。
- エ 弦を太いものに変え、強くはじく。

[問6] 図4のように、摩擦のない30°の斜面上にある物体を一定の速さで引っ張る。このとき、ひもを引いている力Fと同じ大きさの力と、斜面の角度を大きくしたときの物体にはたらく重力の大きさを組み合わせたものとして適切なものは、下の表のア~エのうちではどれか。ただし、図中の矢印の長さは、実際の力の大きさとは関係なく描かれている。

図4



| | 力Fと同じ大きさの力 | 物体にはたらく重力の大きさ |
|---|----------------|---------------|
| ア | 重力の斜面に平行な方向の分力 | 大きくなる |
| イ | 重力 | 大きくなる |
| ウ | 重力の斜面に平行な方向の分力 | 変化しない |
| エ | 重力 | 変化しない |

2 生徒が 2020 年東京オリンピックについて科学的に探究しようと考え、自由研究に取り組んだ。生徒が書いたレポートの一部を読み、次の各問に答えよ。

<レポート1> 棒高跳におけるエネルギーの変換について

オリンピックでは、様々な競技が開催される。そこで、陸上競技の棒高跳について調べることにした。棒高跳は、ポール（棒）をもって一定の距離を助走し、ポールを支えにしてバー（横木）を跳び越えて、その高さを競う競技である。この競技は助走で獲得した運動エネルギーをポールの弾性エネルギーに変化させ、さらに身体を持ち上げることで、位置エネルギーへと変化させていることがわかった。運動エネルギーと位置エネルギーはそれぞれ以下の式で表される。

<運動エネルギー> = $\frac{1}{2} \times$ 物体の質量 [kg] \times 速さ [m/s] \times 速さ [m/s]

<位置エネルギー> = 物体にはたらく重力 [N] \times 基準からの高さ [m]

ここで、体重 50kg の人が 8.5m/s の速さで走ってきて、棒高跳をしたときを考える。助走で獲得した運動エネルギーが全て位置エネルギーに変化すると、この人はおよそ m の高さまで跳び越えることができる。

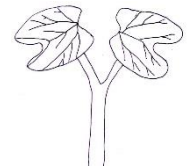
[問1] <レポート1>の文中の空欄 に入る数値として適切なのは、次のうちではどれか。ただし、100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

- ア 3.3 イ 3.6 ウ 3.9 エ 4.2

<レポート2> フラワーレーンプロジェクトについて

東京五輪組織委員会は、大会期間中に全競技会場入口を花で彩り、来場する観客をもてなす「フラワーレーンプロジェクト」を実施する。その第1弾として2019年5月、大会期間中の各会場に「アサガオ道」を設置するため、小学生による種まきが行われた。そこでアサガオの種をまき、観察することにした。

図1



種をまき、1週間ほど経って観察すると、図1のように子葉が2枚出ていた。そこで、アサガオのように2枚の子葉をつける植物について調べてみると茎と根のつくりで共通する特徴があることがわかった。

[問2] <レポート2>から、子葉が2枚の植物とその植物の茎・根のつくりで共通する特徴を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の **ア~エ** のうちではどれか。

| | 子葉が2枚の植物 | 茎と根のつくりで共通する特徴 |
|---|-----------|--|
| ア | アブラナ、タンポポ | 茎の横断面の維管束はばらばらに散らばっており、根はたくさんの細いひげ根からなる。 |
| イ | アブラナ、タンポポ | 茎の横断面の維管束は環の形に並んでおり、根は1本の太い主根とそこからのびる側根からなる。 |
| ウ | ユリ、ツユクサ | 茎の横断面の維管束はばらばらに散らばっており、根はたくさんの細いひげ根からなる。 |
| エ | ユリ、ツユクサ | 茎の横断面の維管束は環の形に並んでおり、根は1本の太い主根とそこからのびる側根からなる。 |

<レポート3> マラソンの開催地の変更について

競技する選手たちへの配慮から、マラソンと競歩は東京ではなく札幌で実施することに変更された。そこで東京と札幌の1日の平均気温と最高気温を調べることにした。

気象庁のホームページを利用して、マラソンが実施される予定の8月9日の平均気温と最高気温を2009年から2019年の期間で調べた。下表の値は、2019年8月9日の平均気温と最高気温、および過去10年(2009年～2018年)の8月9日の平均気温と最高気温の平均を示している。2019年の東京は例年に比べて異常に暑かったことがわかるが、東京と札幌の平均気温と最高気温は2019年も、過去10年平均でも札幌の方が低いことがわかった。

| | 2019年8月9日 | | 8月9日の過去10年平均 | |
|----|-----------|-----------|--------------|-----------|
| | 平均気温 [°C] | 最高気温 [°C] | 平均気温 [°C] | 最高気温 [°C] |
| 東京 | 30.1 | 35.6 | 28.4 | 32.8 |
| 札幌 | 22.0 | 25.0 | 23.6 | 27.4 |

気温は、同じ面積の地表が受ける太陽の光の量が多くなると高くなる。東京は北緯36度、札幌は北緯43度に位置するとしたとき、太陽の南中高度は①なるため、太陽から受ける光の量が少なくなり気温が低くなると説明できる。8月9日は夏至と秋分のほぼ中間にあたるが、気温は夏至の頃よりも高くなる。8月9日、札幌の太陽の南中高度はおよそ②になる。

[問3] <レポート3>の文中の空欄①に入る文と、②に入る数値を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の**ア～エ**のうちではどれか。

| | ① | ② |
|----------|-----------|-------|
| ア | 札幌の方が7度高く | 70.4° |
| イ | 札幌の方が7度高く | 58.7° |
| ウ | 札幌の方が7度低く | 70.4° |
| エ | 札幌の方が7度低く | 58.7° |

<レポート4> 聖火リレーのトーチについて

聖火リレーで使われるトーチは、全長 71cm、重さ約 1.2kg で、素材は軽くて耐久性のあるアルミニウムを採用しており、東日本大震災後に活用された仮設住宅の廃材から再生したアルミニウムも約 30%使用されている。そこで、アルミニウムについて調べることにした。

アルミニウムは銀白色の金属で、鉄や銅などと比べて融点が低く、展性・延性に富むため加工しやすいという特長をもつ。鉄よりも酸化されやすい金属であるが、空気中では酸素との反応により表面に皮膜をつくって内部が保護されるため、鉄のようなさびが生じることはない。アルミニウムは、原料のボーキサイトから得るには大量の電力を消費するため、日本ではリサイクル化が最も進んでいる金属であることがわかった。

[問 4] <レポート4>から、高温にすると実際に起こる化学変化と、アルミニウムがリサイクルしやすい理由を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の**ア**～**エ**のうちではどれか。

| | 化学変化 | リサイクルしやすい理由 |
|----------|---|---|
| ア | $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ | 回収したアルミニウムを融かして地金にすることが、他の金属より比較的容易だから。 |
| イ | $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ | 展性・延性に富むため、回収したアルミニウムを新たな製品に加工しやすいから。 |
| ウ | $2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}$ | 回収したアルミニウムを融かして地金にすることが、他の金属より比較的容易だから。 |
| エ | $2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}$ | 展性・延性に富むため、回収したアルミニウムを新たな製品に加工しやすいから。 |

3 空気中の水蒸気を調べる実験を行った。次の各問に答えよ。

＜観察1＞を行ったところ ＜結果1＞のようになった。

＜観察1＞

理科室にある乾湿計の示度を読んだ。

＜結果1＞

乾湿計の示度は、図1のようであった。なお、乾湿計についている湿度表は表1のようになっている。

図1

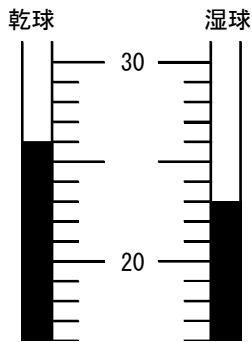


表1

| 乾球の示度 [°C] | 乾球と湿球の示度の差 [°C] | | | | |
|------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 27 | 100 | 92 | 84 | 77 | 70 |
| 26 | 100 | 92 | 84 | 76 | 69 |
| 25 | 100 | 92 | 84 | 76 | 68 |
| 24 | 100 | 91 | 83 | 75 | 67 |
| 23 | 100 | 91 | 83 | 75 | 67 |
| 22 | 100 | 91 | 82 | 74 | 66 |

〔問1〕 ＜結果1＞から、理科室の気温と湿度として適切なものは、次のうちではどれか。

- ア 気温は 26°C で、湿度は 75% である。 イ 気温は 26°C で、湿度は 76% である。
 ウ 気温は 23°C で、湿度は 75% である。 エ 気温は 23°C で、湿度は 76% である。

＜実験＞を行ったところ ＜結果2＞のようになった。

＜実験＞

室温が 24°C の理科室において、次の実験を行った。

金属製のコップに、くみ置きの水を入れた。次に、氷が入った試験管をコップに入れ、試験管をゆっくり動かしながら水温を下げ、コップの表面をよく観察していった。しばらくすると、金属コップの表面がくもり始めたので、このときの水温をはかった。気温と飽和水蒸気量との関係は次の表2であることを調べておいた。

表2

| 気温 [°C] | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 飽和水蒸気量 [g/m³] | 14.5 | 15.4 | 16.3 | 17.3 | 18.3 | 19.4 | 20.6 | 21.8 | 23.1 | 24.4 | 25.8 |

＜結果2＞

このときの水温は 18°C であった。

〔問2〕 ＜実験＞において、コップの表面がくもり始めたとき、コップ表面近くの空気が達した温度として適切なものは、次のうちではどれか。

- ア 沸点 イ 曇点 ウ 融点 エ 露点

〔問3〕 ＜結果2＞から、このときの理科室の湿度は何%か。小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。

<観察2>を行ったところ <結果3>のようになった。

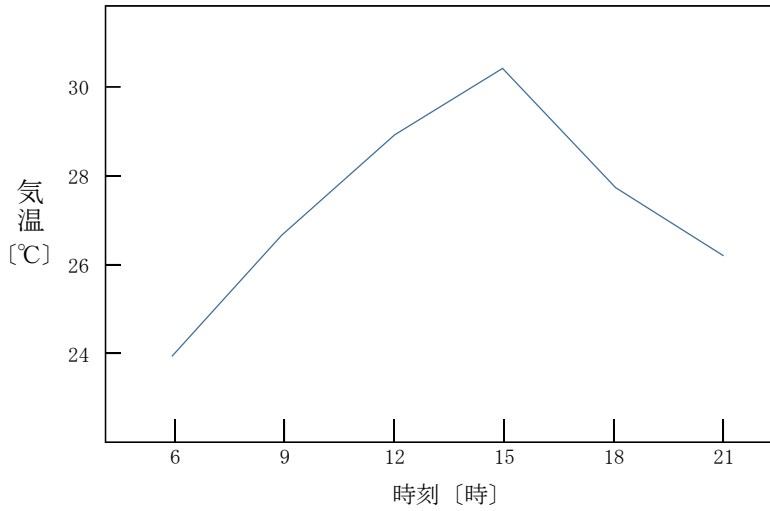
<観察2>

別の日、理科室を閉め切って空気の入りが無い状態で、一日の温度の変化を調べた。

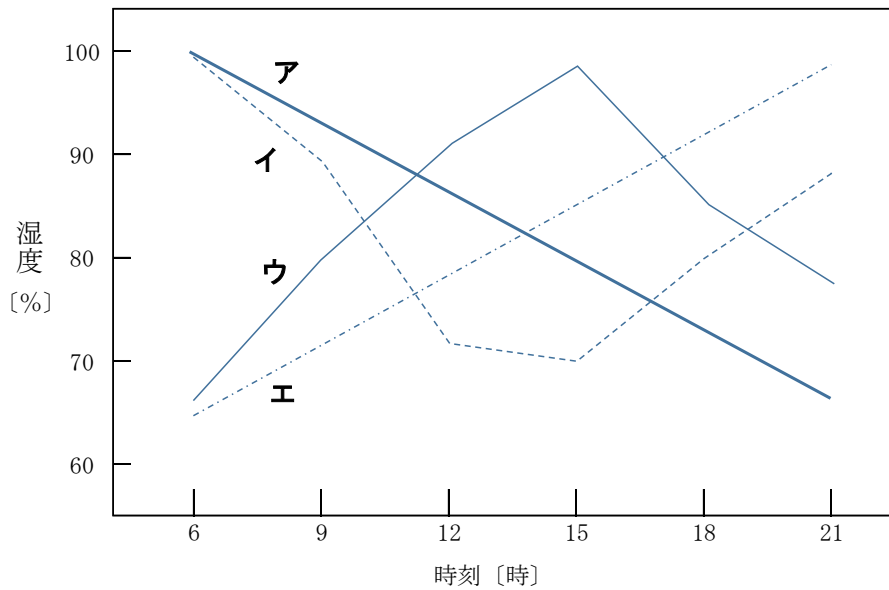
<結果3>

温度変化の結果をグラフにすると、図2のようになった。

図2



[問4] <結果3>から、この日の湿度の変化として適切なのは、次のうちではどれか。



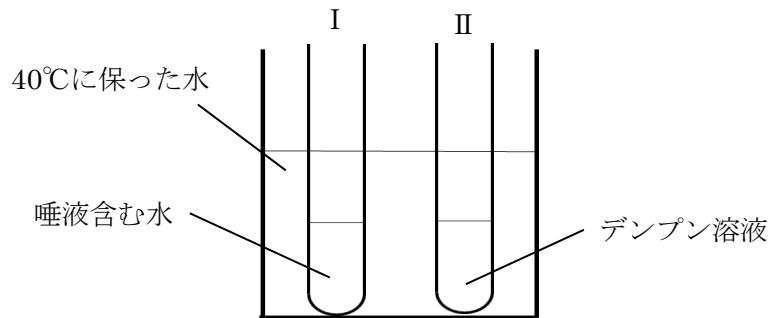
4 ヒトの唾液のはたらきを調べる実験を行った。次の各問に答えよ。

＜実験1＞を行ったところ ＜結果1＞のようになった。

＜実験1＞

- (1) 図1のように唾液を含む水を入れた試験管Iと、デンプン溶液（水 100cm³ に 1g の割合でデンプンを加え、加熱して溶かしたもの）を入れた試験管IIを、40℃に保った水に一定時間つけた。
- (2) 試験管IIに試験管Iの液をすべて入れ、40℃に保った水に一定時間つけた。
- (3) 別の2本の試験管に(2)で得られた液を半分ずつ入れ、片方にはヨウ素液を、もう一方にはベネジクト液を加えた後ある作業を行い、溶液の色を確かめた。

図1



＜結果1＞

(3)の作業を行った後、溶液の色を確かめたところ、次の表のようになった。

| 入れた試薬 | 溶液の色 |
|--------|------|
| ヨウ素液 | 茶褐色 |
| ベネジクト液 | 赤褐色 |

[問1] ＜実験1＞の下線部の作業を行うことで＜結果1＞のように変化する。下線部の作業と反応する物質を組み合わせるものとして適切なのは、次の表の**ア～エ**のうちではどれか。

| | 下線部の作業 | 反応する物質 |
|----------|--------------------|--------|
| ア | 水酸化ナトリウムを入れて電流を流す。 | アミノ酸 |
| イ | 水酸化ナトリウムを入れて電流を流す。 | 糖 |
| ウ | 沸騰石を入れて加熱する。 | アミノ酸 |
| エ | 沸騰石を入れて加熱する。 | 糖 |

[問2] ＜結果1＞が唾液のはたらきによるものであることを確かめる実験として適切なのは、次のうちではどれか。

- ア** 試験管Iの唾液を含む水を、唾液を含まない水に変える。
- イ** 試験管Iの唾液の量を2倍にする。
- ウ** 試験管IIのデンプン溶液を水に変える。
- エ** 試験管IIのデンプン溶液の濃度を2倍にする。

次に唾液のはたらきと温度の関係を調べるため、**<実験 2>**を行ったところ **<結果 2>**のようになった。また、**<実験 3>**を行ったところ **<結果 3>**のようになった。

<実験 2>

- (1) **<実験 1>**の(1)と(2)で試験管をつける水を 0℃にして、**<実験 1>**と同様の実験を行った。
- (2) **<実験 1>**の(1)と(2)で試験管をつける水を 80℃にして、**<実験 1>**と同様の実験を行った。

<結果 2>

実験後、溶液の色を確かめたところ、次の表のようになった。

| 試験管をつける水の温度 | 入れた試薬 | 溶液の色 |
|-------------|--------|------|
| 0℃ | ヨウ素液 | 青紫色 |
| | ベネジクト液 | 青色 |
| 80℃ | ヨウ素液 | 青紫色 |
| | ベネジクト液 | 青色 |

<実験 3>

- (1) **<実験 1>**の(1)で試験管をつける水を 0℃に、(2)で試験管をつける水を 40℃にして、**<実験 1>**と同様の実験を行った。
- (2) **<実験 1>**の(1)で試験管をつける水を 80℃に、(2)で試験管をつける水を 40℃にして、**<実験 1>**と同様の実験を行った。

<結果 3>

実験後、溶液の色を確かめたところ、次の表のようになった。

| 試験管をつける水の温度 | 入れた試薬 | 溶液の色 |
|-------------|--------|------|
| 0℃ → 40℃ | ヨウ素液 | 茶褐色 |
| | ベネジクト液 | 赤褐色 |
| 80℃ → 40℃ | ヨウ素液 | 青紫色 |
| | ベネジクト液 | 青色 |

[問 3] **<結果 2>**と**<結果 3>**から、唾液のはたらきと温度について適切に述べているのは、次のうちではどれか。

- ア 唾液は高温や低温にしても、適温に戻せば再びはたらくようになる。
- イ 唾液は高温や低温にすると、適温に戻しても再びはたらくようにはならない。
- ウ 唾液は高温にしても、適温に戻せば再びはたらくようになるが、低温にすると、適温に戻しても再びはたらくようにはならない。
- エ 唾液は高温にすると、適温に戻しても再びはたらくようにはならないが、低温にしても適温に戻せば再びはたらくようになる。

5 電流が流れるときの条件を調べる実験を行った。次の各問に答えよ。

＜実験1＞を行ったところ ＜結果1＞のようになった。

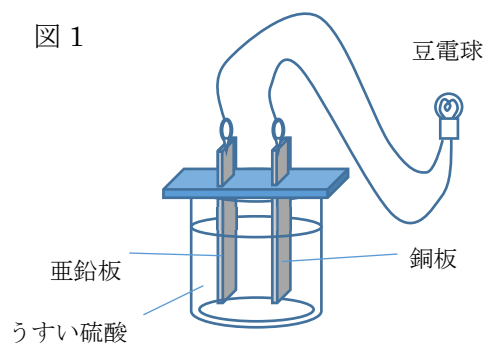
図1

＜実験1＞

うすい硫酸が入っているビーカーの中に、亜鉛板と銅板を入れ、
図1のようにつないだ。

＜結果1＞

豆電球の点灯を確認することができたが、すぐに消えてしまった。



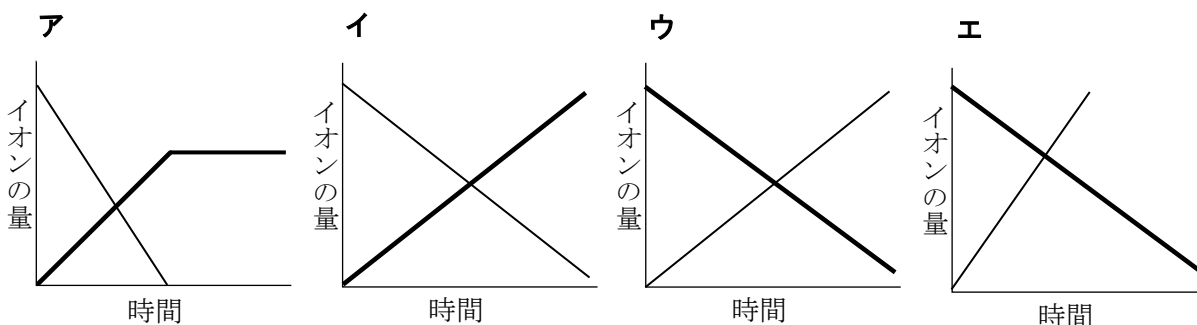
〔問1〕 ＜結果1＞から、この原因を考察した。下記の文中 **X** ～ **Z** に当てはまる語句または数値の組み合わせとして適切なのは、下の表の **ア**～**エ**のうちではどれか。

一極である亜鉛板では、亜鉛原子 1 個が電子を **X** 個放出し、それが導線を伝わって+極である銅板に流れ込む。銅板では、うすい硫酸から電離して生じた **Y** イオンが電子を **Z** 個受け取って **Y** 原子になり、**Y** 原子が 2 個結合をして **Y** 分子が生じる。この生じた **Y** が銅板を覆うことによって電流の流れを妨げるため、豆電球の明かりが消える。

| | X | Y | Z |
|---|---|----|---|
| ア | 1 | 硫酸 | 2 |
| イ | 2 | 硫酸 | 1 |
| ウ | 1 | 水素 | 2 |
| エ | 2 | 水素 | 1 |

〔問2〕 〔問1〕の文より、+極でおこる化学変化を、化学反応式で書け。ただし、電子は e^- として表すものとする。

〔問3〕 ＜実験1＞において、豆電球が同じ明るさで点灯し続けたとすると、水溶液中の亜鉛イオン、水素イオンの量の変化を表したグラフとして適切なのは、下の **ア**～**エ**のうちではどれか。ただし、グラフは縦軸にイオンの量、横軸に時間を取り、太線(—)が亜鉛イオン、細線(—)が水素イオンを表している。



＜実験 2＞を行ったところ ＜結果 2＞のようになった。

＜実験 2＞

＜実験 1＞のうすい硫酸のかわりに、砂糖水、レモン果汁、食塩水、食酢を用いて、豆電球の点灯の有無を確認した。

＜結果 2＞

レモン果汁、食塩水、食酢は、豆電球が点灯したが、砂糖水は点灯しなかった。

[問 4] ＜結果 2＞から、＜実験 1＞のうすい硫酸のかわりに用いたとき、豆電球が点灯しないものとして適切なものは、次のうちではどれか。

ア オレンジ果汁 イ アンモニア水 ウ エタノール水溶液 エ うすい塩酸

6 電気器具の性質を調べる実験について、次の各問に答えよ。

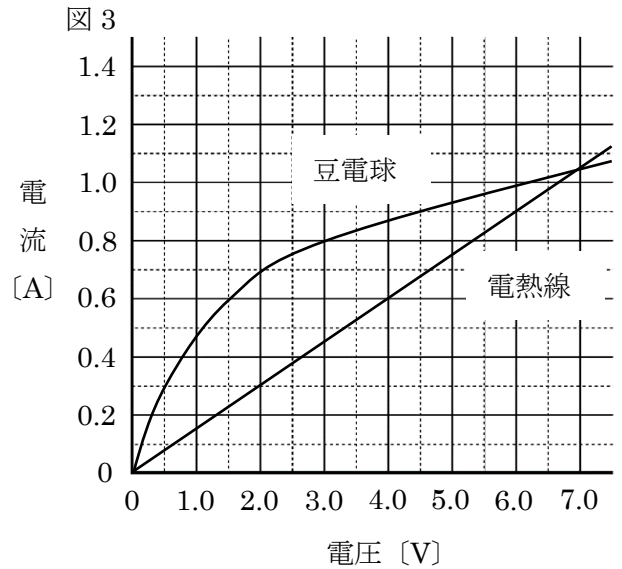
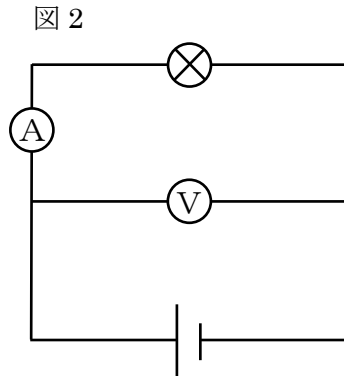
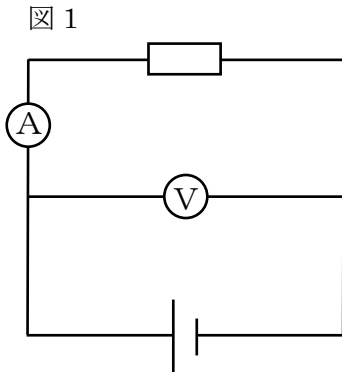
<実験1>を行ったところ<結果1>のようになった。

<実験1>

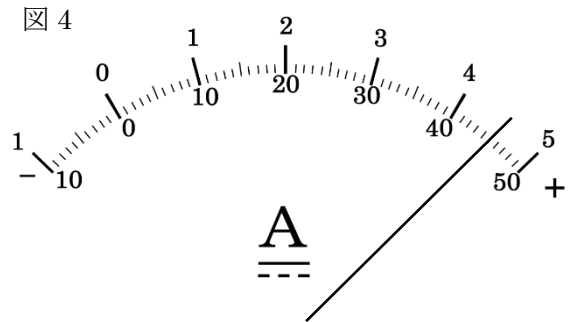
- (1) 図1、図2のように、電源装置、電熱線、電流計、電圧計、豆電球、導線を用いて回路を作った。
 (2) 図1、図2の回路において、それぞれ電熱線に加える電圧、豆電球に加える電圧を変化させ、そのときに流れる電流の値を測定した。

<結果1>

<実験1>の(2)の測定結果をグラフにすると、図3のようになった。



[問1] 図1の回路において、電熱線に3.0Vの電圧を加えたところ、電流計の針は図4のようになった。このとき、導線がつながっている一端子の種類と、電流計の読みを組み合わせたものとして適切なのは、次の表の**ア**~**エ**のうちではどれか。



| | 一端子の種類 | 目盛の読み |
|----------|----------|--------|
| ア | 50mA 端子 | 45.0mA |
| イ | 500mA 端子 | 45.0mA |
| ウ | 50mA 端子 | 450mA |
| エ | 500mA 端子 | 450mA |

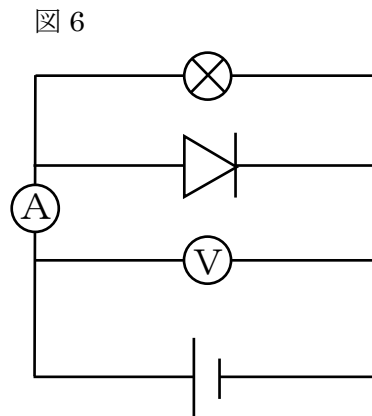
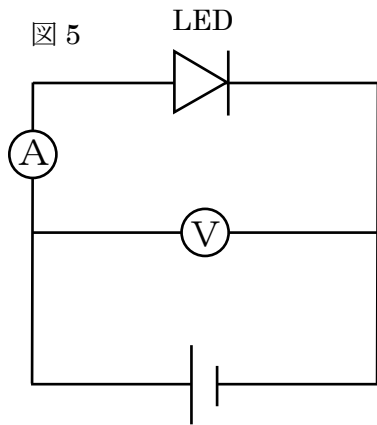
[問 2] 図 3 のグラフより、電熱線と豆電球の抵抗の特性として適切なものは、次のうちではどれか。

- ア 電熱線と豆電球に加える電圧を大きくしていくと、どちらも抵抗は大きくなる。
- イ 電熱線と豆電球に加える電圧を大きくしていくと、電熱線の抵抗は大きくなるが、豆電球の抵抗は小さくなる。
- ウ 電熱線と豆電球に加える電圧を大きくしていくと、電熱線の抵抗は変化しないが、豆電球の抵抗は小さくなる。
- エ 電熱線と豆電球に加える電圧を大きくしていくと、電熱線の抵抗は変化しないが、豆電球の抵抗は大きくなる。

次に、<実験 2>を行ったところ<結果 2>のようになった。

<実験 2>

- (1) 図 5 のように電源装置、LED(発光ダイオード)、電流計、電圧計、導線をつないだ。
- (2) 図 2 の回路と図 5 の回路にそれぞれ 3.0V の電圧を加え、豆電球と LED の明るさを比較した。
- (3) 図 6 のように電源装置、LED、豆電球、電流計、電圧計、導線をつなぎ、3.0V の電圧を加え、電流の値を測定した。



<結果 2>

- (1) <実験 2>の(2)で、豆電球と LED は同じ明るさであった。
- (2) <実験 2>の(3)で、電流計の値は 0.88A であった。

[問 3] <実験 2>の(3)で、LED に流れる電流を求めよ。

[問 4] <結果 2>より、<実験 2>の(3)の LED と豆電球について述べたものとして適切なものは、次のうちではどれか。

- ア 豆電球の方が強い電流が流れるが、LED の方がエネルギーの変換効率が高いため、LED の方が豆電球より明るく光る。
- イ 豆電球の方が強い電流が流れるが、LED の方がエネルギーの変換効率が高いため、LED も豆電球も同じ明るさで光る。
- ウ 豆電球の方が大きい電圧が加わるが、LED の方がエネルギーの変換効率が高いため、LED の方が豆電球より明るく光る。
- エ 豆電球の方が大きい電圧が加わるが、LED の方がエネルギーの変換効率が高いため、LED も豆電球も同じ明るさで光る。