

理科総合 A

(解答番号 ~)

第1問 物質の性質と利用に関する次の問い(問1～7)に答えよ。(配点 28)

問1 黒鉛の反応について次の文章中の空欄 ~ 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。

図1のように、装置中の空気を追い出すため反応性のないガスを流しながら、よく乾燥した黒鉛と酸化銅(Ⅱ)の混合物を加熱すると反応が進行し、赤色を帯びた物質の生成が確認される。この反応では、酸化銅(Ⅱ)は黒鉛によって され、反応後の混合物の質量は加熱前と比べて する。また反応の結果生じる気体には が含まれる。

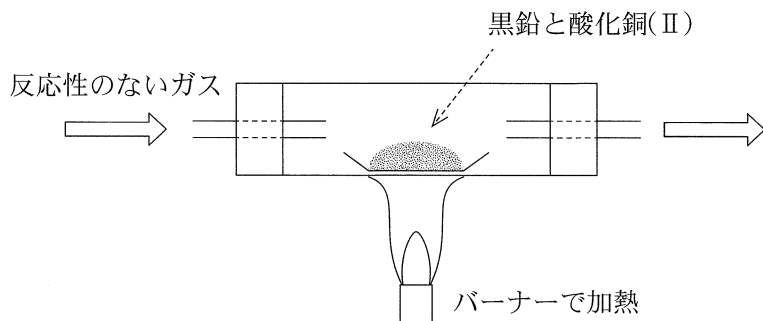


図 1

	ア	イ	ウ
①	酸 化	減 少	二酸化炭素
②	酸 化	減 少	水
③	酸 化	増 加	二酸化炭素
④	酸 化	増 加	水
⑤	還 元	減 少	二酸化炭素
⑥	還 元	減 少	水
⑦	還 元	増 加	二酸化炭素
⑧	還 元	増 加	水

理科総合 A

問 2 光合成でつくられるデンプンとセルロース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。 2

- ① デンプンは、リパーゼによって分解される。
- ② セルロースは、アミラーゼによって分解される。
- ③ 酵素は、主にセルロースから合成される。
- ④ デンプンは、生体内で触媒の働きをする。
- ⑤ セルロースは、グルコースが多数結合した高分子化合物である。

問 3 有機物の利用法としてバイオマスエネルギーへの変換がある。バイオマスエネルギーに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① バイオマスエネルギーは、利用するときに二酸化炭素が生成しない。
- ② トウモロコシなどの栽培植物から得られるバイオマスエネルギーは、再生可能な非蓄積型のエネルギー資源である。
- ③ 日本近海に広く存在しているメタンハイドレートから得られるエネルギーは、バイオマスエネルギーの一種である。
- ④ 地面で育つ植物から得られるバイオマスエネルギーは、地熱エネルギーが変換されたものである。

問 4 鉄の製錬では、1 kg の炭素を利用しておよそ 3 kg の鉄の製造が可能である。ある有機化合物では 2.5 kg から 1 kg の炭素が得られる。この有機化合物から得られる炭素を利用して鉄 1000 kg を製造する場合、必要な有機化合物はおよそ何 kg か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

kg

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 130 | ② 400 | ③ 830 |
| ④ 1200 | ⑤ 3000 | ⑥ 7500 |

問 5 金属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。

- ① 単体の金属は、20℃ では水銀を除き固体である。
- ② 金属は、酸素と結合するとき、酸素の自由電子を受け取る。
- ③ 金属は、電気伝導性が大きい、熱伝導性は小さい。
- ④ 航空機の構造材料などに用いられているジュラルミンは、銅とスズの合金である。
- ⑤ 金属の中で融点の低いものは、電球のフィラメントに用いられる。

理科総合 A

問 6 ガラス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。

6

- ① ソーダ石灰ガラスの製造では、ケイ砂に炭酸ナトリウムなどを加え高温で融解するので、多くのエネルギーを消費する。
- ② ソーダ石灰ガラスは、人工骨や人工関節の主な材料である。
- ③ ソーダ石灰ガラスなどに含まれるケイ素と酸素は、同じ族の元素である。
- ④ 石英ガラスは、二酸化ケイ素が規則正しく配列した結晶である。
- ⑤ 石英ガラスは透明度が低く、通信用の光ファイバーに利用できない。

問 7 リサイクルのための分離や分別に関する記述として適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

- ① 飲料ガラスびんは、色ごとに分別することで、同色の飲料ガラスびんへのリサイクルが可能となる。
- ② 可燃ごみから分別される生ごみは、たい肥の原料として利用することができる。
- ③ 分別した古紙は、再生紙などへのリサイクルに利用できる。
- ④ 分別した発泡ポリスチレン(発泡スチロール)は、ペットボトルにリサイクルすることができる。
- ⑤ 使用済みの携帯電話は、有機物などを除くことで、レアメタルなどの有用資源を回収することができる。

理科総合 A

(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 2 問 バンジージャンプとは、伸縮するロープを体にくくりつけた人が高い塔や橋の上から飛び降り、地面や水面近くまで落下することを楽しむスポーツである。

バンジージャンプに関する次の問い(問 1 ～ 4)に答えよ。(配点 24)

問 1 バンジージャンプ用のロープに引っ張る力を加えると、力が働かない場合の長さ(自然長)の何倍も伸び、力を加えるのをやめると元の長さに戻る。

このロープの性質に関する次の文章を読み、空欄 ・ に入るものの組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

ロープの弾性による張力 F がロープの自然長からの伸び x に比例するとき $F = kx$ となり、比例定数 k をばね定数と呼ぶ。

2 種類のロープ A ・ B に力を加えて、自然長からの伸びを調べて横軸を F 、縦軸を x として描いて図 1 を得た。ばね定数大きいロープは であり、そのロープは同じ力を加えたもう一方のロープより ことがわかる。

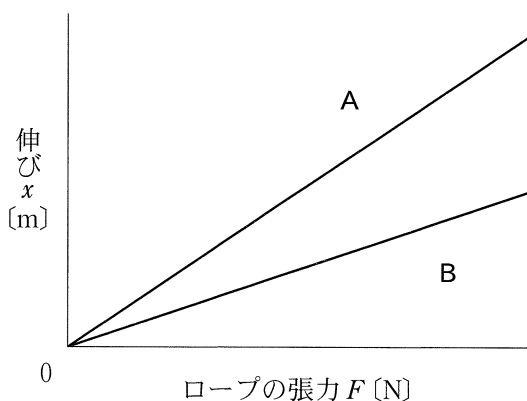


図 1

	ア	イ
①	A	伸びやすい
②	A	伸びにくい
③	B	伸びやすい
④	B	伸びにくい

理科総合 A

問 2 図 2 は、橋の上からバンジージャンプをする人の位置の時間経過を模式的に表したものである。ただし、状態間の時間間隔は等しくない。いま、人が状態(a)から真下に、はずみをつけずに落下するとする。状態(c)の前までは、人には下向きに重力だけが働くが、状態(c)の後では、人には重力のほかにロープの弾性による上向きの張力も働く。ここで、重力の大きさを W 、張力の大きさを T とすると、状態(d)から状態(f)までの W と T の大小関係は、(d) $W > T$ 、(e) $W = T$ 、(f) $W < T$ であった。ただし、ここではロープの質量と空気抵抗を無視する。

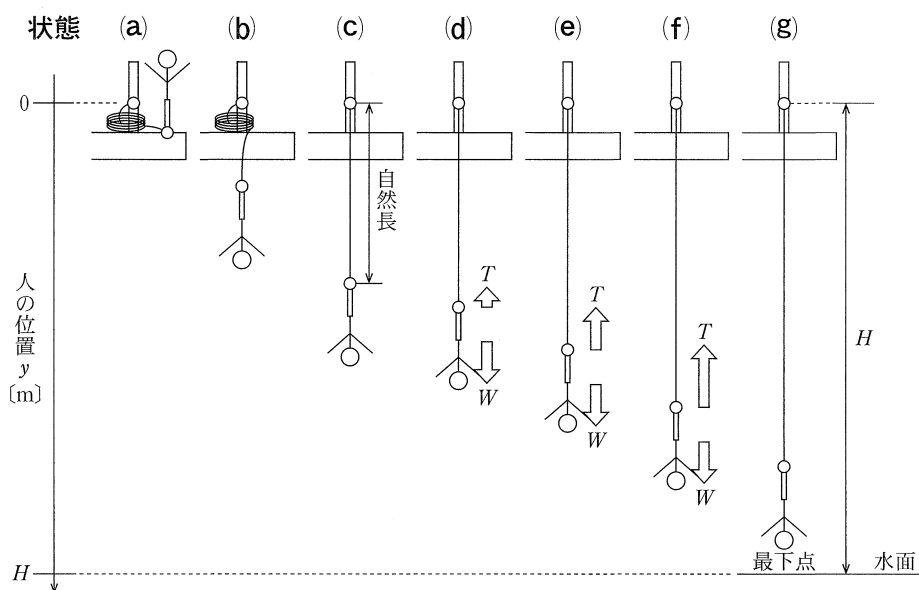


図 2

図 2 において、人の落下の速さが増加から減少に変わる時点は状態(b)～(f)のうちのどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

9

- ① (b) ② (c) ③ (d) ④ (e) ⑤ (f)

問 3 図 3 は、人の位置 y が変化するときのさまざまなエネルギーの変化を表したものである。ここで、人の位置 y は、図 2 に示したように橋の上のロープの支点を 0、水面を H とし、下向きを正としている。下の問 (a・b) に答えよ。

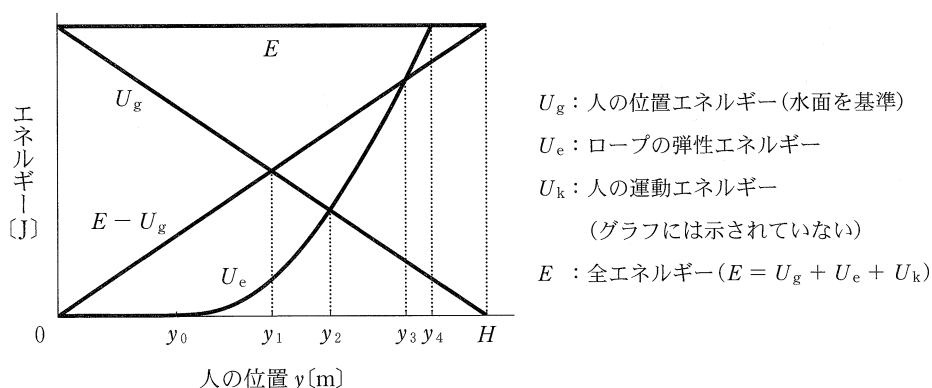


図 3

また、図 2 の状態(a)~(g)における各エネルギーの間には、次の関係がある。

状態(a) : 飛び降りる前は、 $U_e = U_k = 0$ であるため、 $U_g = E$ である。

状態(b)・(c) : ロープの長さが自然長になるまでは、 $U_e = 0$ であるため、 $U_k = E - U_g$ である。

状態(d)~(f) : ロープの長さが自然長より長く、最下点に達するまでは、 $U_g + U_e + U_k = E$ であるため、 $U_k = (E - U_g) - U_e$ である。

状態(g) : 最下点では、 $U_k = 0$ であるため、 $U_e = E - U_g$ である。

a 人が達する最下点の位置は、図 3 の $y_0 \sim y_4$ のどれか。最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 10

- ① y_0 ② y_1 ③ y_2 ④ y_3 ⑤ y_4

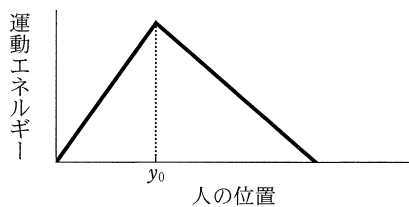
理科総合 A

b 人の運動エネルギーの変化を表すグラフとして最も適当なものを，次の

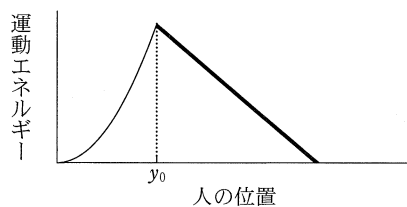
①～④のうちから一つ選べ。ただし，太線は直線であることを示している。

11

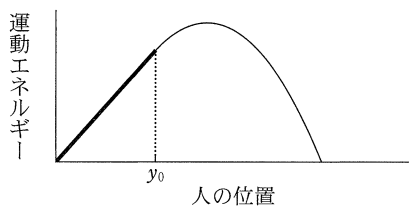
①



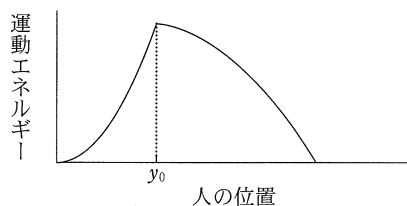
②



③



④



問 4 実際のバンジージャンプでは、最下点に達した後、再び上昇し、しばらく上下運動をくり返し、最終的には静止する。次の問(a・b)に答えよ。

a 人の最終的な静止位置は、図 2 の状態(a)～(g)のうちのどれか。最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 12

① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d) ⑤ (e) ⑥ (f) ⑦ (g)

b ロープの自然長を 10 m, ばね定数を 100 N/m, 人の体重を 50 kg, 重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。人が最終的に静止した場合のロープの長さとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、ロープの質量は無視する。 13 m

① 5 ② 10 ③ 15 ④ 26

理科総合 A

第 3 問 二酸化炭素に関する次の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。(配点 24)

問 1 二酸化炭素に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

14

- ① 二酸化炭素は炭素と酸素からなる混合物である。
- ② 二酸化炭素と一酸化炭素は互いに同素体である。
- ③ 二酸化炭素は現在の地球大気中において窒素，酸素について 3 番目に多い。
- ④ 二酸化炭素はオゾン層を破壊する主な原因物質である。
- ⑤ 二酸化炭素は典型元素のみから構成される。

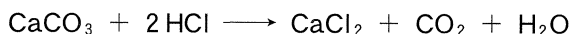
問 2 二酸化炭素分子は炭素原子と酸素原子から構成されている。二酸化炭素分子の中の炭素原子や酸素原子に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

15

- ① 炭素原子と酸素原子は単結合をしている。
- ② 炭素原子は希ガスのアルゴンと同じ電子配置をしている。
- ③ 酸素原子は希ガスのアルゴンと同じ電子配置をしている。
- ④ 炭素原子の最外殻電子は共有結合にすべて使われている。
- ⑤ 酸素原子の最外殻電子は共有結合にすべて使われている。

理科総合 A

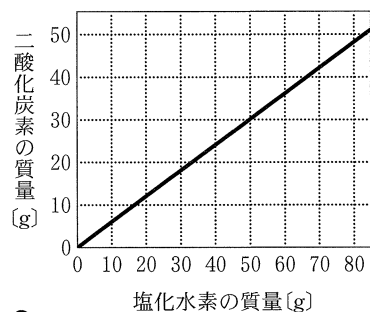
- 問 3 二酸化炭素は、炭酸カルシウムに希塩酸を加えることで得られる。この反応は次の化学反応式で表される。ただし、希塩酸は塩化水素の水溶液である。



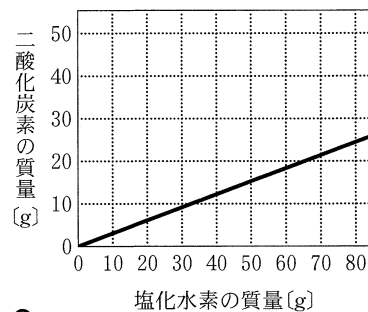
この反応では炭酸カルシウム 100 g と塩化水素 73 g が過不足なく反応し、二酸化炭素 44 g を生成する。いま、炭酸カルシウム 50 g に希塩酸を徐々に加えていく実験を行った。加えた希塩酸中の塩化水素の質量[g]と生成した二酸化炭素の質量[g]の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

16

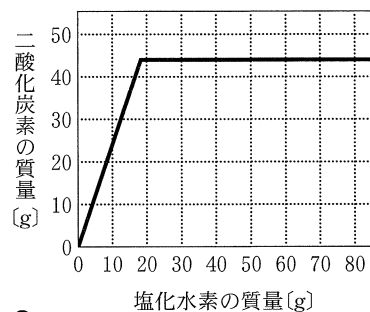
①



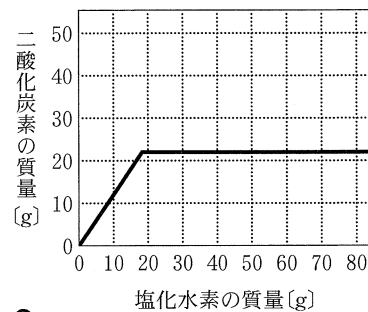
②



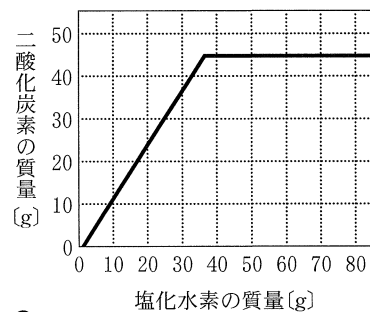
③



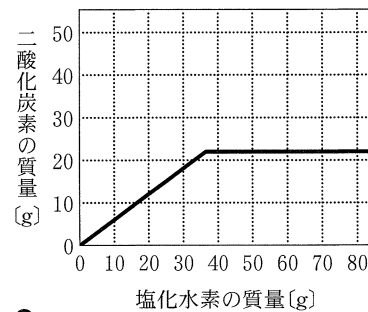
④



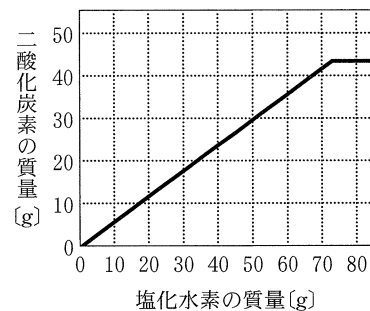
⑤



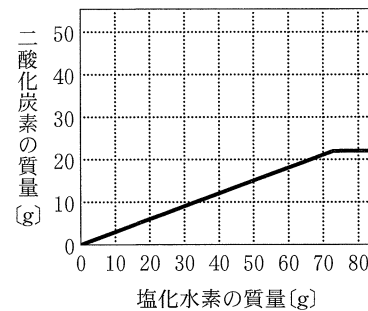
⑥



⑦



⑧



理科総合 A

問 4 BTB(プロモチモールブルー)溶液を数滴加えた石灰水がビーカーに入っている。これに、二酸化炭素の固体(ドライアイス)を入れ、水溶液の様子を観察した。それぞれの段階における変化とその原因は、次の段階 1～3 のようであった。文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** 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。ただし、BTB 溶液は、 $\text{pH} < 6.0$ で黄色に、 $\text{pH} > 7.6$ で青色に、その中間では緑色になる。 **17**

段階 1 ドライアイスを入れる前の水溶液は青色であった。これは、石灰水中に **ア** が電離して生成した水酸化物イオンが存在するためである。

段階 2 ドライアイスを入れると青色の水溶液が、徐々に青白色に濁り、しばらくすると濁りが消えた。水溶液が青白色に濁ったのは、水溶液中の陽イオンと **イ** が水に溶けにくい白色の物質を生成するためである。

段階 3 水溶液は青色から徐々に黄色に変化した。これは、二酸化炭素が水に溶けた結果、生成する **ウ** が存在するためである。

	ア	イ	ウ
①	水酸化ナトリウム	炭酸イオン	水素イオン
②	水酸化ナトリウム	炭酸イオン	酸化物イオン
③	水酸化ナトリウム	水酸化物イオン	水素イオン
④	水酸化ナトリウム	水酸化物イオン	酸化物イオン
⑤	水酸化カルシウム	炭酸イオン	水素イオン
⑥	水酸化カルシウム	炭酸イオン	酸化物イオン
⑦	水酸化カルシウム	水酸化物イオン	水素イオン
⑧	水酸化カルシウム	水酸化物イオン	酸化物イオン

問 5 火がついたろうそくを入れた集気びんに、二酸化炭素を静かに入れたら火が消えた。これと消火の原理が共通な状況の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 ろうそくの炎に向かって息を勢いよく吹きかけたら火が消えた。
- ② 江戸時代においては、火事が起こると隣の家を壊すことにより鎮火させた。
- ③ 机上にこぼしたエタノールに火がついたので、濡れ雑巾をかぶせたら火が消えた。
- ④ 地震が起きてガスが止まり、ガスコンロの火が消えた。
- ⑤ 薪に火をつけて燃やして、しばらく放置したらすべて灰になり火が消えた。

問 6 糖類をアルコール発酵させると二酸化炭素が発生する。これと同様の反応として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

- ① スクロースに少量の水を加え加熱して、炭酸水素ナトリウム(重曹)を混ぜると気体が発生して膨らむ。
- ② 水の中に入れた水草に、太陽光を当てると、葉から気泡が発生する。
- ③ ラムネ菓子には砂糖とクエン酸、炭酸水素ナトリウムなどを混ぜたものがあり、これを水に入れると気体が発生する。
- ④ ベーキングパウダー(ふくらし粉)を入れたホットケーキの生地を焼くと気体が発生して膨らむ。
- ⑤ イースト(酵母菌)と小麦粉、砂糖、水などを混ぜた生地を適温に保つと気体が発生して膨らむ。

理科総合 A

第 4 問 電球を使った回路に関する次の問い(問 1 ～ 5)に答えよ。ただし、電球は 1 種類であるとする。(配点 24)

問 1 3 個の電球と電圧 V [V] の電源を使って図 1 のような 3 通りの回路 X ～ Z を作った。電球の電気抵抗値は全て同じとし、下の問い(a・b)に答えよ。

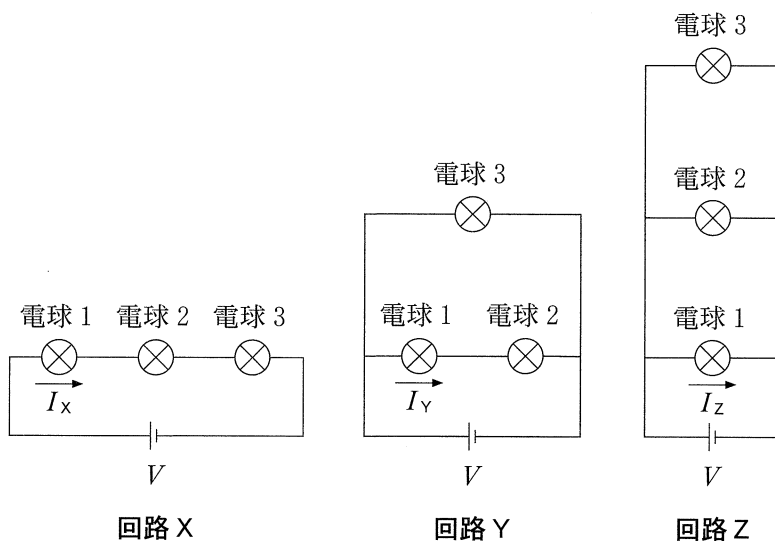


図 1

a 図 1 の回路 X ～ Z において、電球 1 に流れている電流をそれぞれ I_X , I_Y , I_Z とする。この三つの電流の間に成り立つ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。 20

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $I_X < I_Y < I_Z$ | ② $I_X < I_Z < I_Y$ | ③ $I_Y < I_X < I_Z$ |
| ④ $I_Y < I_Z < I_X$ | ⑤ $I_Z < I_Y < I_X$ | ⑥ $I_Z < I_X < I_Y$ |

- b 電球 1 が切れた 場合に残りの電球はどうなるかについて考えよう。図 1 の 回路 X (直列接続) では回路が切断されてしまうので残りの電球が消える。

図 1 の 回路 Y および 回路 Z の場合に 電球 3 に流れる電流 の変化を表す語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

21

	回路 Y	回路 Z
①	小さくなる	小さくなる
②	小さくなる	変わらない
③	変わらない	変わらない
④	大きくなる	変わらない
⑤	大きくなる	大きくなる

理科総合 A

- 問 2 図 1 の回路 X で、電球 1 が切れてもほかの電球が消えないようにするために、図 2 のように電球 1 と並列に抵抗体を接続した。この状態を状態 A とする。下の文章中の空欄 ア ・ イ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 22

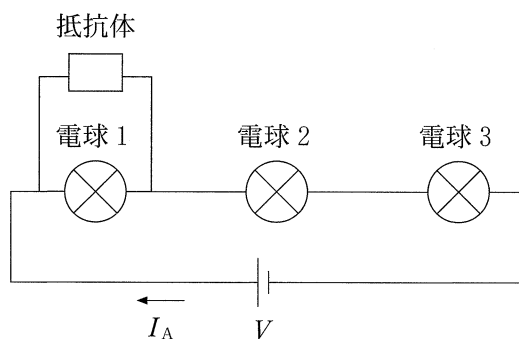


図 2 : 状態 A (すべての電球が正常に動作している)

図 2 で表された状態 A では電球が正常に動作して、抵抗体の温度も一定になっている。電球 1 の明るさは他の電球とほとんど同じであった。このとき、電球 1 と抵抗体を比べれば、流れる電流は抵抗体の方が ア，抵抗値は抵抗体の方が イ。

	ア	イ
①	小さく	小さい
②	小さく	大きい
③	大きく	小さい
④	大きく	大きい

理科総合 A

問 3 図 3 は、図 2 の電球 1 が切れた直後の状態を表している。この状態を状態 B とする。

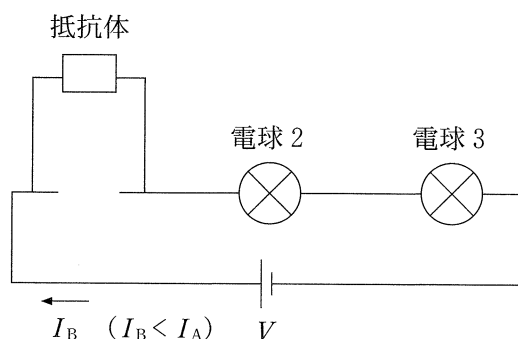


図 3：状態 B (電球 1 が切れた直後)

状態 B で回路を流れる電流 I_B は状態 A のときの電流 I_A より小さくなり、電球 2 と電球 3 が暗くなってしまった。

I_B は I_A より小さいが、抵抗体を通る電流は状態 B の方が状態 A より大きくなる。状態 A から状態 B になったときの抵抗体の消費電力と温度の変化を表す記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

23

- ① 消費電力は大きくなり、温度は上昇しはじめる。
- ② 消費電力は大きくなり、温度は下降しはじめる。
- ③ 消費電力は小さくなり、温度は上昇しはじめる。
- ④ 消費電力は小さくなり、温度は下降しはじめる。

問 4 状態 B (図 3) になった後、抵抗体の温度変化によりその抵抗値が変化して、電球 2 と電球 3 の明るさは状態 A (図 2) のときと同じになり、安定した。この安定した状態を状態 C (図 4) とする。下の文章中の空欄 **ウ** ・ **エ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

24

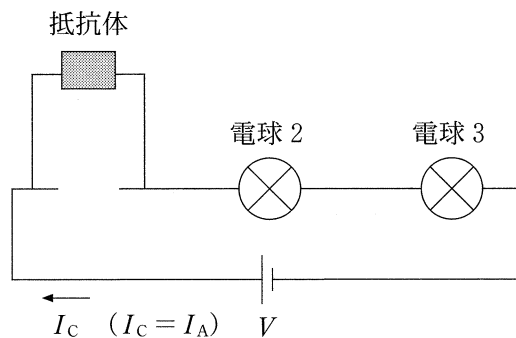


図 4：状態 C (抵抗体の抵抗値が変化した後)

このとき、回路を流れる電流 I_C は状態 A のときの電流 I_A と等しい。抵抗体に流れる電流は、状態 C の方が状態 B より **ウ** ので、状態 C では、抵抗体の抵抗値は状態 B から **エ** と考えられる。

	ウ	エ
①	小さい	増加した
②	小さい	減少した
③	大きい	増加した
④	大きい	減少した

理科総合 A

問 5 図 5 は、ある三つの抵抗体の温度と抵抗値の関係を示すグラフである。三つの抵抗体に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

25

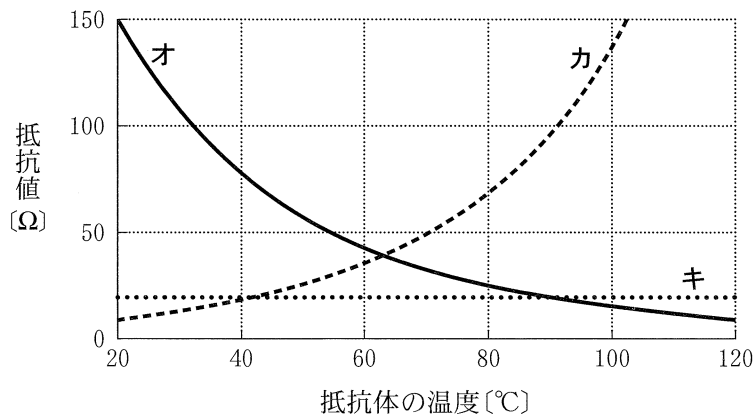


図 5

- ① 曲線オで表される抵抗体に一定の電圧をかけ続けながら外気温を高くすると、流れる電流が小さくなる。
- ② 曲線オで表される抵抗体は、抵抗体で消費される電力が大きくなると、抵抗値が下がる。
- ③ 曲線カで表される抵抗体は、抵抗値が温度変化に対して一定の割合で増加する。
- ④ 直線キで表される抵抗体にかかる電圧を変えても、発生するジュール熱は変化しない。

(下書き用紙)