

理科 類題にチャレンジ

《パターン1》線分図を用いた整理をして解こう！

【類題 1】 金属イオンへのなりやすさ

金属のイオンへのなりやすさを調べるために、次の実験を行った。

実験

- (1) マイクロプレートに銅、亜鉛、マグネシウムの金属片をそれぞれ入れた。
- (2) それぞれの金属片に、硫酸銅水溶液、硫酸亜鉛水溶液、硫酸マグネシウム水溶液をそれぞれ加えて、変化のようすを表にまとめた。

表

	硫酸銅水溶液	硫酸亜鉛水溶液	硫酸マグネシウム水溶液
銅	変化なし	変化なし	変化なし
亜鉛	赤色の固体が付着した。	変化なし	変化なし
マグネシウム	赤色の固体が付着した。	灰色の固体が付着した。	変化なし

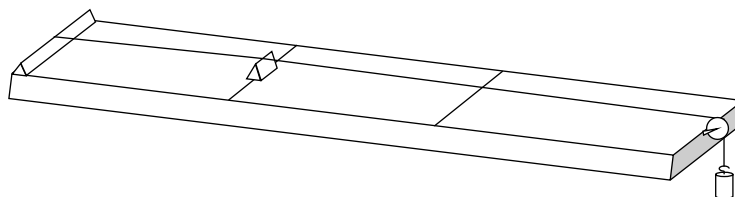
問題 実験結果から、銅、亜鉛、マグネシウムのイオンへのなりやすさを、なりやすい方から順に書きなさい。

【類題 2】モノコード音の高さ

実験

図のようなモノコードを用いて、弦の太さ、弦の長さ、おもりの数の3つの条件を下の表のように変化させた装置を用意し、弦をはじき、発生する音の高さを調べた。その結果、音が高い方から順に装置 D、装置 C、装置 B、装置 A となった。

図



表

	弦の太さ	弦の長さ	おもりの数
装置 A	太い	長い	1 個
装置 B	細い	長い	1 個
装置 C	太い	長い	2 個
装置 D	細い	長い	2 個

今回の結果から、この装置における3つの条件のうち、最も高い音を出すことができる条件を調べるために、装置 E を用意し、弦をはじくと、発生した音の高さは装置 D と同じ高さとなった。

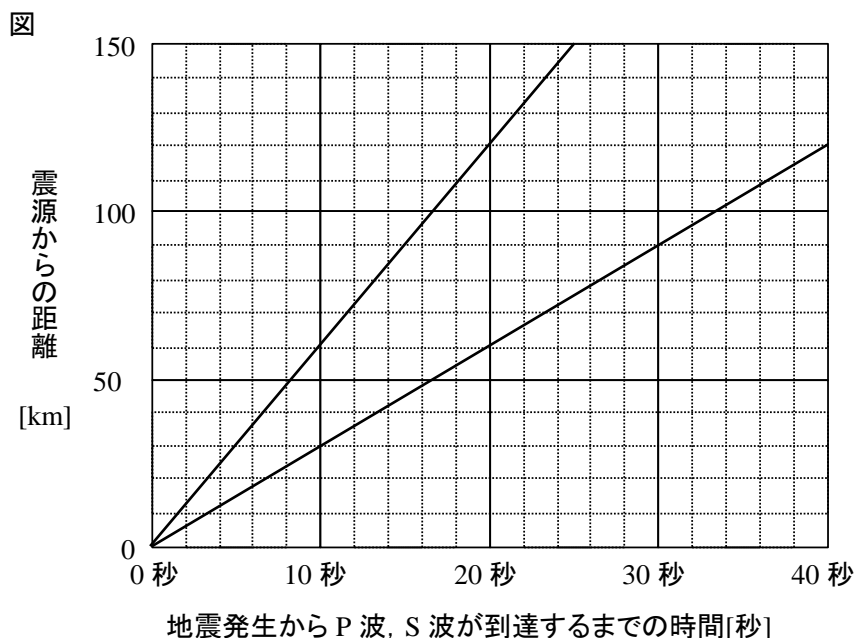
	弦の太さ	弦の長さ	おもりの数
装置 E	太い	短い	1 個

問題 今回の実験では、弦の太さ、弦の長さ、おもりの数の3つの条件のうち、高い音を出すことのできる条件は何ですか。答えなさい。

《パターン2》 図に追記して情報を整理して解こう！

【類題 3】地震

下の図は、ある地震における震源からの距離とこの地震が発生してから P 波と S 波が到達するまでの時間との関係をグラフで表したものである。次の問いに答えなさい。



問題 この地震におけるある地点 A の初期微動継続時間が 25 秒であった。この地点 A の震源からの距離は何 km ですか。書きなさい。

【類題 4】力の合成・分解

下の文は、図1, 図2のように角度の異なる2つの斜面上に同じ質量の物体を斜面上の長さが等しくなるように置いたとき、どちらが速さのふえ方がより大きいかをまとめたノートの一部である。

問題 空欄に当てはまる語句をそれぞれ書きなさい。ただし、図中の赤矢印は、物体にはたらく重力であり、青矢印は斜面上の等しい長さを表している。

斜面上の物体にはたらく重力を、斜面に平行な分力と垂直な分力に分解したとき、斜面に垂直な分力は、斜面からの とつねにつり合っている。よって、物体の運動に関する力は、斜面に平行な分力であることがわかる。斜面に平行な分力は のほうが大きいので、速さのふえ方も のほうが大きくなる。

図1

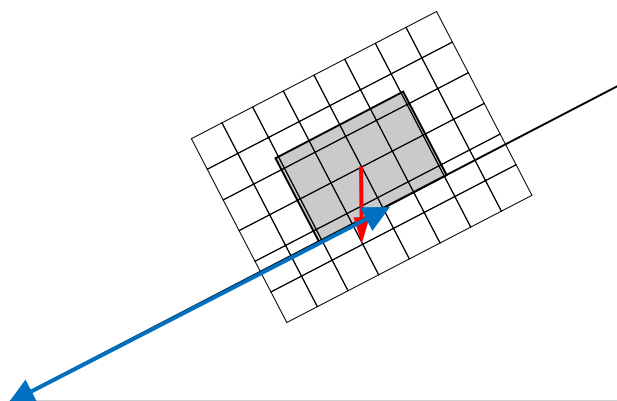
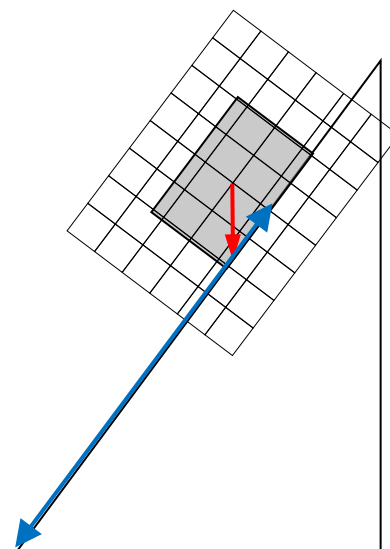


図2



《パターン3》表を使って規則を整理して解こう！

【類題 5】質量保存の法則

炭酸カルシウム、石灰石の粉末のそれぞれにうすい塩酸を反応させ、二酸化炭素を発生させたときの量的関係を調べるために、A、Bの2班で条件を変えて実験をおこなった。表は、2班の実験結果のまとめである。ただし、2班が用いたうすい塩酸は同じ濃度であり、石灰石に含まれる不純物はうすい塩酸と反応しないものとする。次の各問いに答えなさい。

実験

A班

うすい塩酸 20.0cm^3 を入れた5個のビーカーを用意し、それぞれに質量 1.00g , 2.00g , 3.00g , 4.00g , 5.00g の炭酸カルシウムを加える。

B班

うすい塩酸 20.0cm^3 を入れた5個のビーカーを用意し、それぞれに質量 1.00g , 2.00g , 3.00g , 4.00g , 5.00g の石灰石を加える。

結果 表

A	炭酸カルシウムの質量(g)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
班	発生した気体の質量(g)	0.40	0.80	1.20	1.40	1.40

B	石灰石の質量(g)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
班	発生した気体の質量(g)	0.30	0.60	0.90	1.20	x

問題

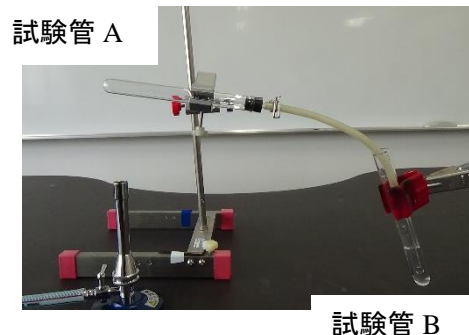
- (1) 石灰石の主成分は炭酸カルシウムである。この石灰石には何%の割合で炭酸カルシウムが含まれていますか。求めなさい。
- (2) 塩酸と炭酸カルシウムが過不足なく反応するのは、炭酸カルシウムを何 g 加えたときですか。求めなさい。
- (3) B班の表における x に当てはまる数値は何ですか。求めなさい。

【類題 6】酸化銅＋炭素の還元

酸化銅の反応について調べるため、実験を行った。次の各問いに答えなさい。

実験

- (1) 酸化銅 6.00g に乾燥した炭素粉末 0.15g を加え、よく混ぜてから試験管 A に全てを入れた。
- (2) (1)の試験管 A をスタンドに固定して、右の図のような装置をつくり、ガスバーナーで十分に加熱して気体を発生させた。
- (3) 気体が発生しなくなったら、石灰水が試験管 A に逆流するのを防ぐためにガラス管を試験管 B から取り出し、その後、ガスバーナーの火を消してから、空気が試験管 A に入らないようにピンチコックでゴム管をとめた。
- (4) その後、試験管 A を室温になるまで冷やしてから、試験管 A 中にある物質の質量を測定した。
- (5) 次に、酸化銅の質量は 6.00g のままにして、炭素粉末の質量を 0.30g, 0.45g, 0.60g, 0.75g に変えて、(1)から(4)までと同じことを行った。実験(2)では、二酸化炭素が発生して石灰水が白く濁った。



下の表は、実験の結果をまとめたものである。

表

酸化銅の質量[g]	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
加えた炭素粉末の質量[g]	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75
反応後の試験管 A 中にある物質の質量[g]	5.60	5.20	4.80	4.95	5.10
反応後の固体のようす	赤色と黒色の粉末	赤色と黒色の粉末	赤色粉末のみ	赤色と黒色の粉末	赤色と黒色の粉末

問題 酸化銅の質量を 10.00g, 加える炭素粉末の質量を 1.05g にして実験(1)～(4)までと同じことを行ったとき、発生した二酸化炭素の質量は何 g ですか。求めなさい。

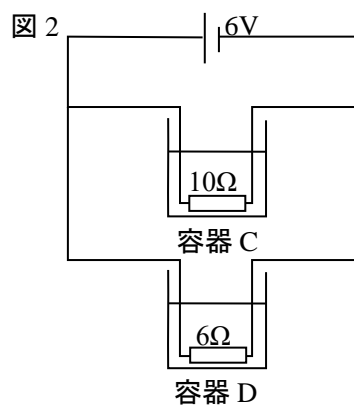
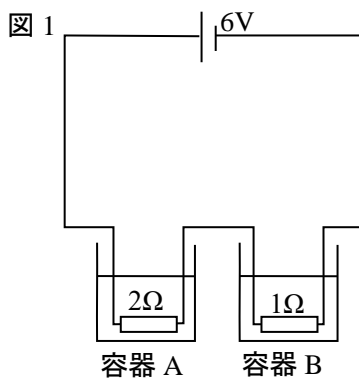
《パターン4》 比較に使える数値を記入して解こう！

【類題 7】 熱量

電熱線による水の上昇温度を調べる実験を行った。

実験

- (1) 20°Cの水 100 を入れた発泡ポリスチレンの容器 A~D を用意した。
- (2) 図 1 のように、2Ω と 1Ω の電熱線を直列につなぎ、それぞれ容器 A, B に入れ、6V の電源装置を用いて 5 分間電流を流した。
- (3) 図 2 のように、10Ω と 6Ω の電熱線を並列につなぎ、それぞれ容器 C, D に入れ、(2)同様に、6V の電源装置を用いて 5 分間電流を流した。



問題 水温の上昇が高い順に、容器 A~D を並べなさい。

【類題 8】仕事

図 1, 図 2, 図 3 のような実験装置をつくり, それぞれの物体をモーターで持ち上げた。次の問題に答えなさい。ただし, 図 1~3 の物体は質量, 体積とも等しいものとし, 糸や滑車の質量や摩擦は考えないものとする。

図 1

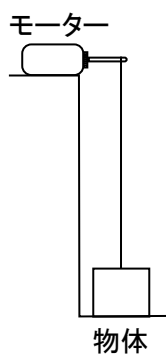


図 2

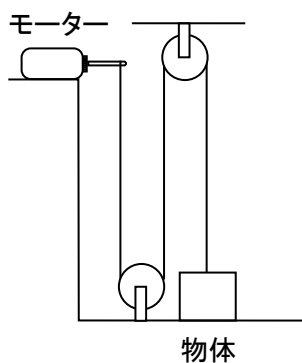
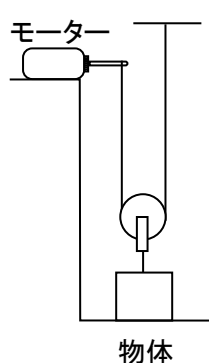


図 3



問題 図 1~3 のそれぞれの物体を 1m 引き上げたときの仕事率の大きさを P_1 , P_2 , P_3 とするとき, P_1 , P_2 , P_3 の関係を等号と不等号を用いて表しなさい。ただし, 図 1~3 のモーターが糸を巻き上げる速度は一定であるとする。

理科 類題にチャレンジ〔解答編〕

《パターン1》線分図を用いた整理をして解こう！

【類題1】金属イオンへのなりやすさ

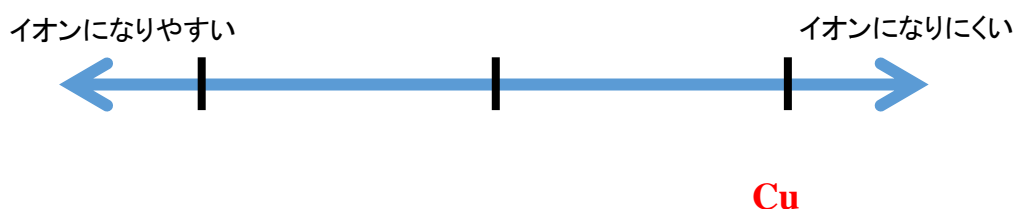
解答 マグネシウム、亜鉛、銅

解説 それぞれの水溶液には、銅、亜鉛、マグネシウムのイオンが含まれている。イオンになりやすい方は、そのままの状態であり続けようとするので、変化しない。イオンになりにくい方は、金属から電子を受け取って原子となるため、金属片に固体が付着することになる。

硫酸銅水溶液における結果では、イオンへのなりやすさは「亜鉛＞銅」「マグネシウム＞銅」ということがわかる。

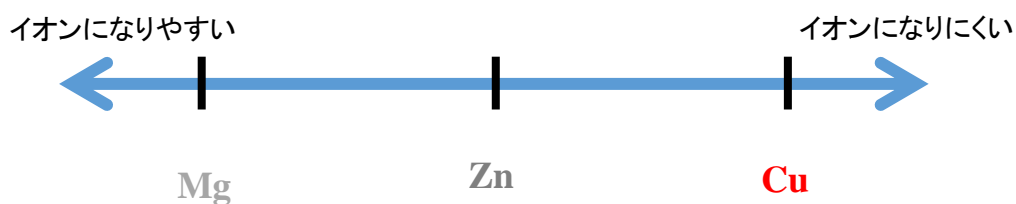
このことから、銅は3つの金属の中で一番イオンになりにくいということになる。

線分図を用いて表すと、



となる。

残りの亜鉛とマグネシウムのイオンへのなりやすさを調べればよい。表より、硫酸亜鉛水溶液における結果で、イオンへのなりやすさは「マグネシウム＞亜鉛」ということがわかる。ゆえに、線分図を用いて表すと、



となる。

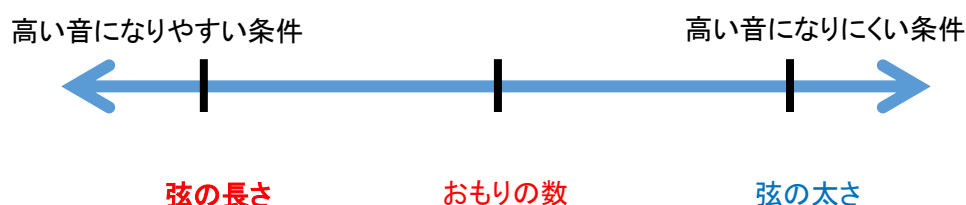
【類題 2】モノコード音の高さ

解答 弦の長さ

解説 対照実験を用いて考えていく。

装置 A と装置 B を比べると、弦の太さが細いほうが高い音が出る。また、装置 A と装置 C を比べると、おもりの数が多いほど高い音が出ることがわかる。さらに、装置 B と装置 C を比べると、装置 C のほうが高い音が出るので、今回の装置における高い音を出す条件は、「おもりの数 $>$ 弦の太さ」となる。

装置 E と装置 A を比べると、弦の長さが短いほうが高い音となる。さらに、「弦の太さ」と「おもりの数」の 2 つの条件が高い音となる装置 D と「弦の長さ」の 1 つの条件のみ高い音となる装置 E の音の高さが同じことから、今回の装置における高い音を出す条件は、「弦の長さ $>$ おもりの数、弦の太さ」となる。これらの関係を、線分図を用いて表すと、



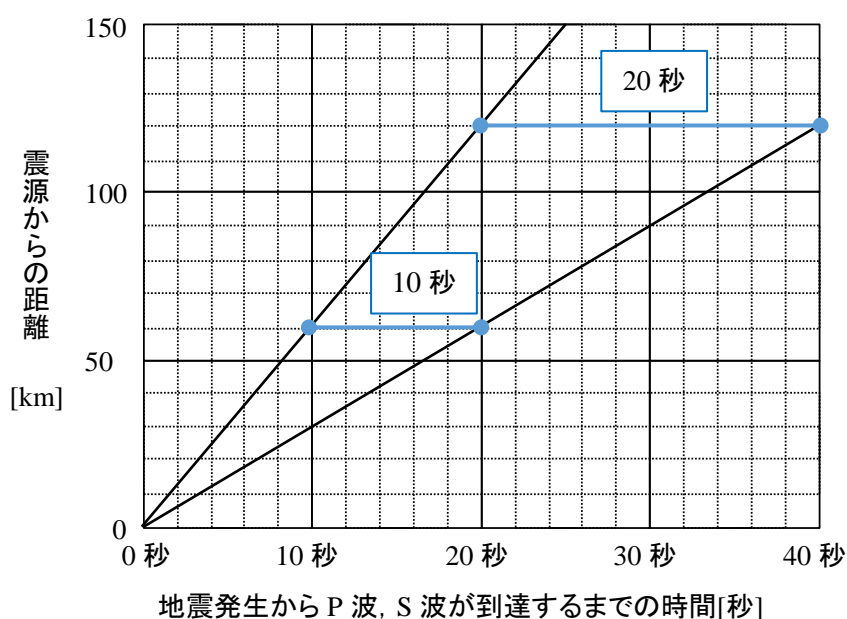
となる。

《パターン2》 図に追記して情報を整理して解こう！

【類題3】地震

解答 150km

解説 初期微動継続時間は、P波が到達してからS波が到達するまでの時間の差である。グラフより、60km地点と120km地点の初期微動継続時間が読み取ることができるので、グラフに追記しておく。この数量関係から、初期微動継続時間は震源からの距離に比例することがわかる。ゆえに、初期微動継続時間が25秒の地点Aの震源からの距離を x kmとすると、 $60[\text{km}] : 10[\text{秒}] = x[\text{km}] : 25[\text{秒}]$ より、 $x = 150\text{km}$ となる。



【類題 4】力の合成・分解

解答 ① 垂直抗力 ② 図2

解説 斜面と平行な分力は、作図(追記)をして比べてみるとよい。

図1

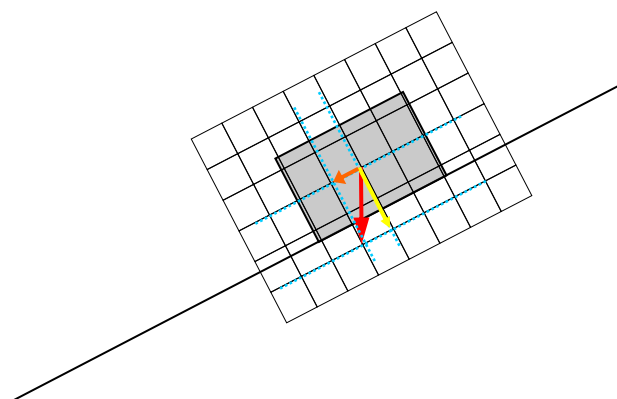
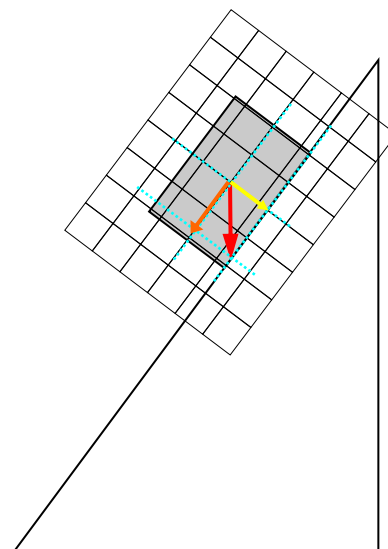


図2



作図より、斜面の傾きが大きいほど、斜面に平行な分力は大きくなり、速さのふえ方が大きくなるという性質がわかる。

《パターン3》表を使って規則を整理して解こう！

【類題 5】質量保存の法則

解答 (1) 75% (2) 3.50g (3) 1.40

解説 (1) 同じ質量の炭酸カルシウムと石灰石における気体の発生を比べることで、石灰石中における炭酸カルシウムの量が求められる。1.00gのときの質量における気体の発生が、炭酸カルシウムは0.40g、石灰石は0.30gなので、石灰石中に含まれる炭酸カルシウムの質量を x g とすると、
 $0.40:0.30=1.00:x$ より、 $x=0.75$ g となる。よって、石灰石 1.0g における炭酸カルシウムの割合は $0.75 \div 1.00 \times 100 = 75\%$ である。

(2) 下の表より、塩酸 20.0cm³ と炭酸カルシウムが過不足なく反応したときに発生する気体の質量は 1.40g とわかる。また、炭酸カルシウムを 1.00g 加えたときに発生する気体の質量は 0.40g で、炭酸カルシウムの質量と発生する気体の質量は比例する。気体が 0.20g 発生するときに反応する炭酸カルシウムの質量を x g とすると、 $1.00:0.40=x:0.20$ より $x=0.50$ である。よって、塩酸 20.0cm³ と過不足なく反応する炭酸カルシウムは $3.00+0.50=3.50$ g となる。

			+1.00	+1.00		
			↓	↓		
A	炭酸カルシウムの質量(g)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
班	発生した気体の質量(g)	0.40	0.80	1.20	1.40	1.40
			↑	↑	↑	↑
			+0.40	+0.40	+0.20	

(3) 下の表より、塩酸 20.0cm³ に石灰石 1.00g 加えたときに発生する気体の質量は 0.30g で、加える石灰石の質量と発生する気体の質量は比例する。石灰石を 5.00g 加えたときには $0.30 \times 5 = 1.50$ g となるが、塩酸 20.0cm³ から発生する気体の最大値は 1.40g なので、 x には 1.40 が入ると考えられる。

			5 倍			
B	石灰石の質量(g)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
班	発生した気体の質量(g)	0.30	0.60	0.90	1.20	x

【類題 6】酸化銅＋炭素の還元

解答 2.75g

解説 この単元では、表に追記して規則性をつかむとよい。追記する数量は、①反応前と反応後の物質の質量、②それぞれの数量における増加量 ③加える量が0のときの他の数量を追記しておく。

追記したものが、下の表となる。

酸化銅の質量[g]	6.00		6.00		6.00		6.00		6.00		6.00					
加えた炭素粉末の質量[g]	0	+	0.15	+	0.15	0.30	+	0.15	0.45	+	0.15	0.60	+	0.15	0.75	
反応後の試験管 A 中にある物質の質量[g]	6.00	-	0.40	5.60	-	0.40	5.20	-	0.40	4.80	+	0.15	4.95	+	0.15	5.10
反応後の固体のようす	黒色の粉末		赤色と黒色の粉末		赤色と黒色の粉末		赤色粉末のみ		赤色と黒色の粉末		赤色と黒色の粉末					
①反応前の質量－反応後の質量[g]	0	+	0.55	0.55	+	0.55	1.1	+	0.55	1.65	0	1.65	0	1.65		

増加量の変化や反応後の固体のようすより、過不足なく反応する量は、「酸化銅 6.00g, 炭素 0.45g」となる。また、反応前の質量－反応後の質量＝発生した二酸化炭素の質量となるので、過不足なく反応する量は、「酸化銅 6.00g, 炭素 0.45g で二酸化炭素 1.65g 発生」となる。

酸化銅 10.00g を過不足なく反応するために必要な炭素の量を x g とすると、 $10.00:x=6.00:0.45$ より $x=0.75$ よって、今回用意した酸化銅と炭素は、酸化銅がすべて反応し、未反応の炭素があることとなる。このときに発生する二酸化炭素の量を y g とすると、 $10.00:y=6.00:1.65$ より $y=2.75$

《パターン4》 比較に使える数値を記入して解こう！

【類題 7】 熱量

解答 A ⇒ D ⇒ B ⇒ C

解説 電流を流す時間が等しいとき、水温の上昇は各容器の電力に比例するので、各容器の抵抗から、電流と電圧を求め、電力を求める。

図1は直列回路より、回路全体の抵抗は各抵抗の和となるので、回路全体では 3Ω となる。よって、回路全体の電流は $6V \div 3\Omega = 2A$ となり、それぞれの電圧は 2Ω の電熱線では、 $2A \times 2\Omega = 4V$ 、直列回路の電圧は各抵抗にかかる電圧の和が電源の電圧に等しいので、 1Ω の電熱線にかかる電圧は $6V - 4V = 2V$ となり、容器Aの電熱線の電力は $4V \times 2A = 8W$ 、容器Bの電熱線の電力は $2V \times 2A = 4W$ となる。

図2は並列回路より、電源の電圧は各抵抗の電圧に等しいので、 10Ω の電熱線に流れる電流は $6V \div 10\Omega = 0.6A$ 、 6Ω の電熱線に流れる電流は $6V \div 6\Omega = 1A$ となり、容器Cの電熱線の電力は $6V \times 0.6A = 3.6W$ 、容器Dの電熱線の電力は $6V \times 1A = 6W$ となる。

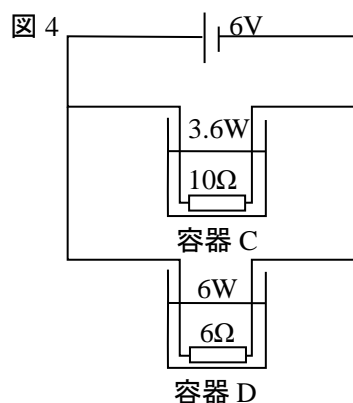
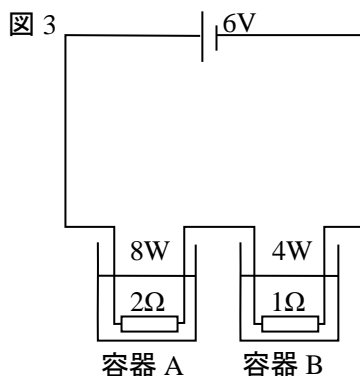


図3, 4より、電力の高い順に容器A, D, B, Cとなる。

【類題 8】仕事

解答 $P_1 = P_2 > P_3$

解説

図 4

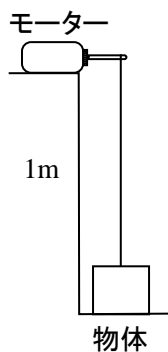


図 5

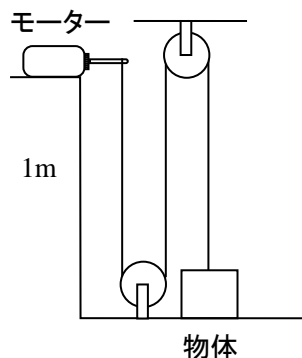


図 6

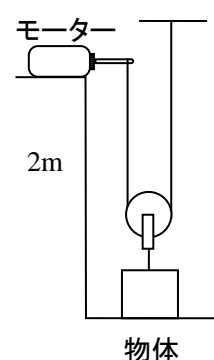


図 4, 5, 6 より, 物体を 1m 引き上げたとき, モーターが糸を引っ張る距離はそれぞれ 1m, 1m, 2m となる。また, 仕事の原理から, 道具を使用しているも, していなくても物体にはたらく仕事の大きさは変化しない。よって, モーターが糸を巻き上げる速度が一定の場合, 動滑車を使用した図 6 は図 4 や図 5 より, 時間がかかることになる。よって, 仕事率は図 4 と図 5 は等しく, 図 6 は他のものより小さくなると考えられる。