

令 4

理 科
問 題 用 紙

1 次の(1)～(8)の問いに答えなさい。

- (1) 家庭用のコンセントの電源には交流が使われており、スマートフォンなどの充電器は、交流を直流に変換している。交流の説明として正しいものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア 電流の流れる向きが周期的に入れかわる。
- イ 乾電池につないだ回路に流れる。
- ウ 電圧の大きさは常に 100 V である。
- エ DC と表現することがある。

- (2) 次の文は、ある気体の性質について説明したものである。これに当てはまる気体を、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

この気体は肥料の原料やガス冷蔵庫などの冷却剤として用いられている。また、無色で特有の刺激臭があり、水にひじょうに溶けやすい性質がある。

- ア 酸素 イ 二酸化炭素 ウ 水素 エ アンモニア

- (3) 図は、アサガオの写真である。アサガオの特徴を説明した次の文中の **あ**、**い** に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

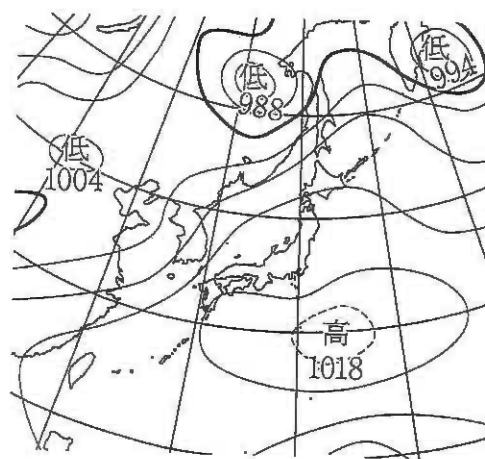


図

アサガオは双子葉類であり、維管束は **あ** おり、葉脈は **い** 脈になっている。

	あ	い
ア	輪状に並んで	網状
イ	輪状に並んで	平行
ウ	ばらばらに分布して	網状
エ	ばらばらに分布して	平行

- (4) 図は、ある季節の典型的な天気図である。図のような気圧配置を特徴とする季節の茨城県の天気の説明として最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。



図

(気象庁の資料により作成)

- ア 幅の広い帯状の雲が東西に停滞し、長雨となる。
 イ 高温で湿度が高く、蒸し暑い晴天の日が続く。
 ウ 移動性高気圧が次々にやってきて、4～6日くらいの周期で天気が変わる。
 エ かわいた晴天の日が続く。

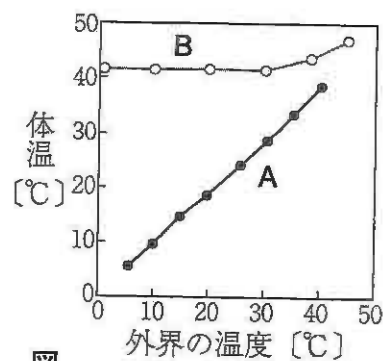
- (5) 動滑車を使った仕事の説明として最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。ただし、動滑車とひも(糸)の質量は考えないものとする。

- ア 物体を動かすのに必要な力を小さくすることができるが、力を加える距離は長くなる。
つまり物体に対する仕事の大きさは変わらない。
- イ 物体を動かすのに必要な力を小さくことができ、力を加える距離も短くなる。
つまり物体に対する仕事の大きさは小さくなる。
- ウ 物体を動かすのに必要な力を小さくすることはできないが、力を加える距離は短くなる。
つまり物体に対する仕事の大きさは小さくなる。
- エ 物体を動かすのに必要な力を小さくすることはできず、力を加える距離も短くならない。
つまり物体に対する仕事の大きさは変わらない。

- (6) 原子を構成する粒子である、陽子、中性子、電子についての説明として正しいものを、次のア～エの中からすべて選んで、その記号を書きなさい。なお、正しいものがない場合は、なしと書きなさい。

- ア 原子核は陽子と電子からできている。
- イ 1個の原子がもつ陽子の数と電子の数は等しい。
- ウ 同じ元素で中性子の数が異なる原子が存在する場合がある。
- エ 陽子は負の電気をもつ。

- (7) 図中のA、Bは、スズメとトカゲのいずれかの生物の体温と外界の温度の関係を示したものである。次の文中の **あ**、**い** に当てはまる記号と語句の組み合わせとして最も適当なものを、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。



図

トカゲの体温と外界の温度の関係を示しているのは、図中の **あ** であり、トカゲは **い**。

	あ	い
ア	A	外界の温度が変わっても、体温を一定に保つことができるしくみをもつ
イ	B	外界の温度が変わっても、体温を一定に保つことができるしくみをもつ
ウ	A	体温を一定に保つしくみがないため、外界の温度が下がったときは、外部から得られる熱でできるだけ体温を保とうとする
エ	B	体温を一定に保つしくみがないため、外界の温度が下がったときは、外部から得られる熱でできるだけ体温を保とうとする

- (8) 次の会話文中の **あ**、**い** に当てはまる語の組み合わせとして正しいものを、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

太郎：※ パーサビアランスという火星探査車が火星に着陸したというニュースを見ました。今回の火星探査は何を調べるために行われているのでしょうか。
 先生：岩石を採取し、その中から生物の痕跡こんせきを探し出すことだそうです。
 太郎：火星は岩石でできているということなのですか。
 先生：そうですね。密度が大きいことから、火星は **あ** に分けられていますね。火星の大気たいきの主な成分を覚えていますか。
 太郎：火星の大気はほとんどが **い** だと授業で学習しました。
 先生：今回の火星探査では、大気たいきの **い** から酸素を作り出す実験も行われるそうです。将来の有人火星探査や火星への移住に役立てられるかもしれませんね。

※ 2020年7月に打ち上げられた、火星の地質や環境などを調べる装置を備えた車

	あ	い
ア	地球型惑星	メタン
イ	地球型惑星	二酸化炭素
ウ	木星型惑星	メタン
エ	木星型惑星	二酸化炭素

- 2 太郎さんと花子さんは科学イベントに参加し、音の速さを調べる実験を行った。次の花子さんのノートについて、あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。

花子さんのノート

【課題】

空気中を伝わる音の速さを調べる。

【方法】

- ① 図1のように、20m 間隔で 86 人が1列に並び、1.7km の距離で実験を行う。

- ② 列の最後尾の人が音を出す係になる。

以下の振動数の異なる三つの音を使用する。

音	シンバルの音	人の声	ビッグホーン(警音器)の音
			
振動数	4000Hz	1000Hz	185Hz



図1

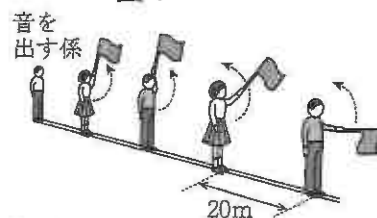


図2

- ③ 図2のように、並んでいる人は、音が聞こえたら旗をあげる。
 ④ 並んでいる人以外は、先頭や最後尾付近から旗のあがるようすを観察する。
 また、旗のあがるようすを離れた場所から撮影して確認する。
 ⑤ 音を出し、音が聞こえる最大の到達距離とその地点までの到達時間を測定する。
 ⑥ 到達距離と到達時間をもとに、音の伝わる速さを求める。

※太郎さんは旗をあげる係で、私は旗があがるようすを確認する係になった。

【結果】

表

	到達距離[m]	到達時間[s]	音の伝わる速さ[m/s]
シンバルの音	980	2.89	339
人の声	1180	3.46	341
ビッグホーン(警音器)の音	1700	5.03	338

(気温 15℃、風速 5 m/s)

- 音が鳴ると、後ろの人から順番に旗をあげていくようすが見られたので、a 音が伝わるようすが見てわかった。
- 私が観察していた場所では、太郎さんが旗をあげたようすが見えた後に、音が聞こえてきた。
- 音が聞こえたら旗をあげる係の太郎さんは、b 最初に音を聞いた後、遅れてもう一度音を聞いた。

【考察】

- 教科書には、気温が 15℃ の時、音が空気中を伝わる速さは、約 340m/s であることが書いてある。今回の実験では、例えばシンバルを使用したときの結果は 339m/s で、340m/s と比べると誤差が 0.3% となり、他の音も含めて教科書の値と近い値になった。
- 今回の実験は図3のように、人の列と平行で等しい距離に壁がある場所で行われた。太郎さんの位置で再び音が聞こえたのは、壁からの反射があったからだと考えられる。

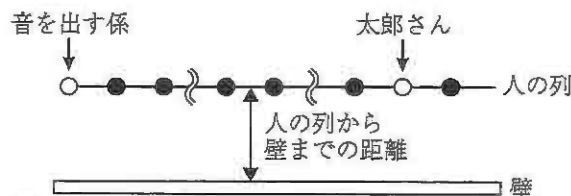


図3

- (1) 方法②での振動数について述べた次の文中の に当てはまる語として最も適切なものを、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

シンバルの音と人の声の振動数を比較すると、シンバルの音の振動数の方が大きいため、人の声よりシンバルの音の方が 音になる。

ア 高い イ 低い ウ 大きい エ 小さい

- (2) この実験について述べた文として正しいものを、次のア～エの中からすべて選んで、その記号を書きなさい。なお、正しいものがない場合は、なしと書きなさい。

ア 音の伝わる速さは、到達距離を到達時間で割ることで求めることができる。

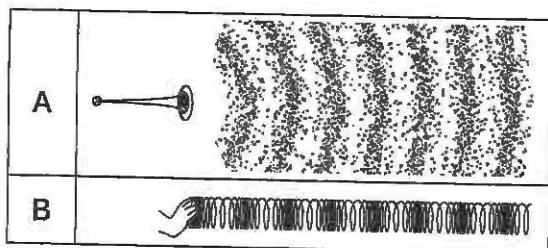
イ シンバルの音は到達時間が最も短いため、同じ位置にいる人に伝える場合、シンバルの音の方が人の声よりも速く伝わる。

ウ ビッグホーン(警音器)の音の到達距離は最も大きいため、同じ位置にいる人に伝える場合、ビッグホーンの音の方が人の声よりも速く伝わる。

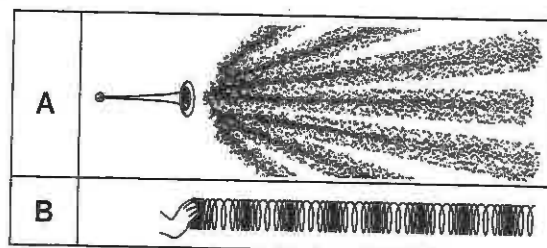
エ 音が空気中を伝わる速さは、光が空気中を伝わる速さと比べると遅い。

- (3) 下線部 a について、ビッグホーンから出て空気中を伝わる音の、ある時点における、波のようす(A)と伝わり方をばねで表したようす(B)はどのようなになるか。A、Bの組み合わせとして最も適切なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。ただし、Aの図中の点は空気の粒を表している。

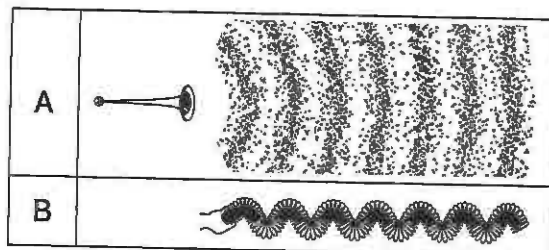
ア



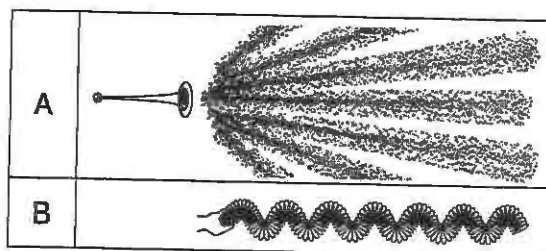
イ



ウ



エ



- (4) 下線部 b について、花子さんは、太郎さんが遅れてもう一度聞いた音は図3の壁で反射したものだと考えた。太郎さんは、音を出してから1秒後に直接伝わった音を聞き、音を出してから2秒後に反射した音を聞いた。このときの人の列から壁までの距離は何mと考えられるか。最も適切なものを、次のア～カの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。ただし、空気中を伝わる音の速さは340m/sとし、音が反射した場合の進み方は、光の反射と同様に入射角と反射角は等しくなるものとする。

ア 128m イ 255m ウ $170\sqrt{3}$ m エ 340m オ $340\sqrt{3}$ m カ 680m

- 3 太郎さんと花子さんは理科の授業で生態系について学んだ後、放課後に太郎さんがまとめたノートを見返しながら振り返りを行った。あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。

太郎さんのノートの一部

《生態系》

【生物どうしの関係】

自然界では生態系の中でさまざまな生物(生産者、消費者、分解者)が互いにに関わり合いながら生きている。

【生物の数量的な関係】

ある生態系で、植物(I)、草食動物(II)、肉食動物(III)の数量的関係を模式的に表すと図1のようなピラミッド形になる。

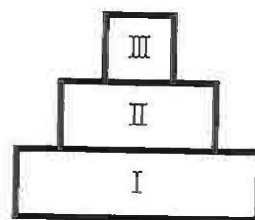


図1

【生物の数量変化の例】

ある生態系で、図2のAのように草食動物(II)が減少すると、 $B \Rightarrow C \Rightarrow D$ の順に数量が変化し、最終的には図1のつり合いのとれたもとの状態にもどる。ただし、図2中のそれぞれの点線は、図1で示した生物の数量的関係のつり合いがとれた状態を表している。

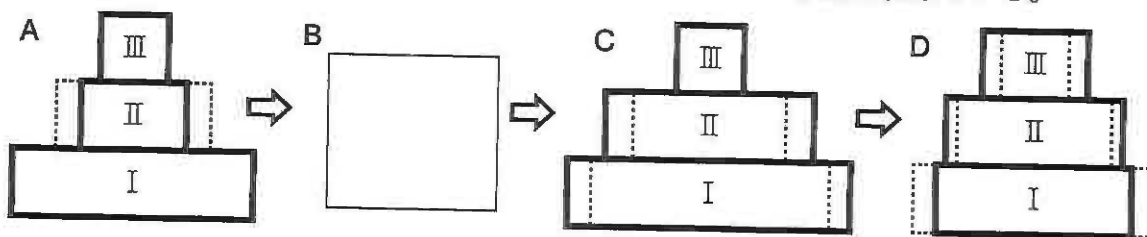


図2

《物質の循環》

【炭素の循環】

生態系における炭素の循環を模式的に表すと図3のようになる。

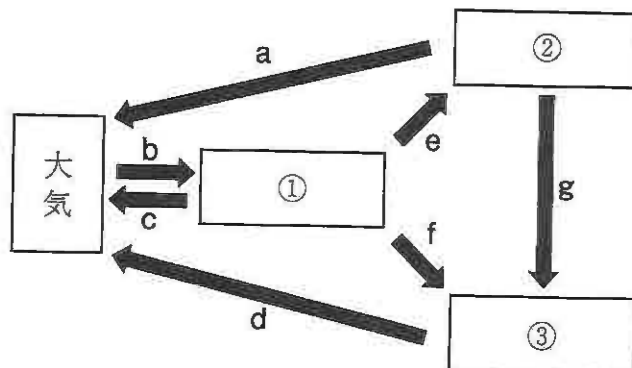


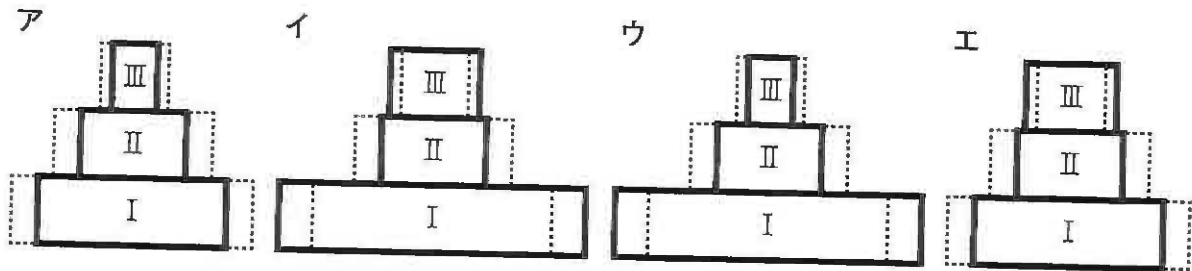
図3

※図3の①～③には、生産者、消費者、分解者のいずれかが入る。

(1) 生態系における生産者・消費者と生物の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア ダンゴムシ、ミミズ、トビムシ、シイタケのすべてが生産者である。
 イ ダンゴムシは消費者、ミミズ、トビムシ、シイタケは生産者である。
 ウ ダンゴムシ、ミミズ、トビムシは消費者、シイタケは生産者である。
 エ ダンゴムシ、ミミズ、トビムシ、シイタケのすべてが消費者である。

(2) 図2中のBに当てはまる図として最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。



(3) 図3の矢印のうち、有機物の流れを表す矢印の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～クの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア a, d イ b, c ウ a, d, g エ e, f, g
 オ a, b, c, d カ b, c, e, f キ a, d, e, f, g ク a, b, c, d, e, f, g

(4) 次の太郎さんと花子さんの会話文中の **あ** ～ **う** に当てはまるものの組み合わせとして最も適当なものを、下のア～クの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。ただし、**あ** には図3中の①～③が、**い** には生産者であることを示すはたらきが、**う** には図3中のa～dが入るものとする。

太郎：生態系の授業の内容を振り返ろうと思ってノートにまとめてみたよ。

花子：私は、図3の炭素の循環がよくわからないのだけれど、生産者は **あ** でいいのかな。

太郎：そうだね。 **あ** のところには、大気との間に **い** を表す矢印 **う** があるから生産者を表しているね。

花子：そうか、そのように考えればいいんだね。ありがとう。

	あ	い	う
ア	①	呼吸	b
イ	①	光合成	b
ウ	①	呼吸	c
エ	①	光合成	c
オ	②	呼吸	a
カ	②	光合成	a
キ	③	呼吸	d
ク	③	光合成	d

- 4 太郎さんは、ある地域の地層について調べ、ノートにまとめた。図1はボーリング調査が行われた地点A、B、C、Dとその標高を示す地図である。図2は、地点A、B、C、Dでのボーリング試料を用いて作成した柱状図である。

この地域では、断層やしゅう曲、地層の上下の逆転はなく、地層はある一定の方向に傾いている。また、各地点で見られる凝灰岩の層は同一のものである。下の(1)～(4)の問いに答えなさい。ただし、地図上で地点A、B、C、Dを結んだ図形は正方形で、地点Bから見た地点Aは真北の方向にある。

太郎さんのノートの一部

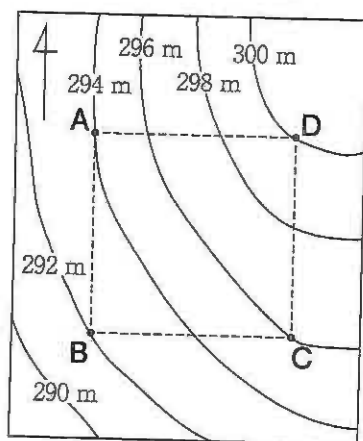


図1

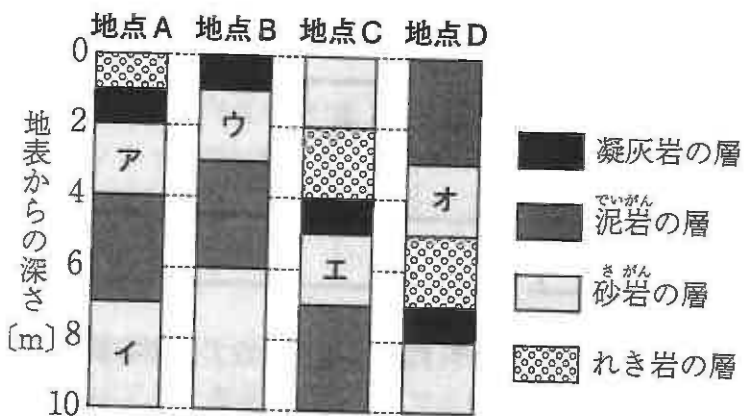


図2

- (1) 地点Dの泥岩の層から、ビカリアの化石が発見されたことから、この地層は新生代に堆積したことが推定される。次の文の **あ**、**い** に当てはまる語の組み合わせとして最も適当なものを、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

地層の堆積した年代を推定できる化石を **あ** といい、ビカリアのほかに、新生代に堆積したことが推定できる化石には **い** がある。

	あ	い
ア	示相化石	アンモナイト
イ	示相化石	ナウマンゾウ
ウ	示準化石	アンモナイト
エ	示準化石	ナウマンゾウ

- (2) 図2のア、イ、ウ、エ、オの砂岩の地層のうち、堆積した時代が最も新しいものはどれか。最も適当なものを、図2のア～オの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- (3) 太郎さんはこの地域の地層は南に傾いていると予想した。その理由を説明した次の文中の に当てはまる値として、最も適当なものを、下のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

【南北方向について】

地点Aと地点Bにおいて、「凝灰岩の層の地表からの深さ」を比較すると、地点Aでは地点Bよりも1m深い、「地表の標高」は地点Aが地点Bよりも2m高いので、「凝灰岩の層の標高」は地点Aが地点Bよりも1m高い。地点Dと地点Cにおいても同様に、「凝灰岩の層の標高」は地点Dが地点Cよりも1m高い。よって、地層は南が低くなるように傾いている。

【東西方向について】

地点Aと地点Dにおいて、「地表の標高」から「凝灰岩の層の地表からの深さ」を差し引くことで、それぞれの凝灰岩の層の標高を求めると、地点A、地点Dともに m となった。よって、東西方向の傾きはないことがわかった。地点Bと地点Cも同様に、東西方向の傾きはなかった。

【まとめ】

南北方向、東西方向の二つの結果から、この地域の地層は南に傾いていると予想した。

ア 290～291 イ 291～292 ウ 292～293 エ 293～294

- (4) 地点Aでは、凝灰岩の層の下に、砂岩、泥岩、砂岩の層が下から順に重なっている。これらは、地点Aが海底にあったとき、川の水によって運ばれた土砂が長い間に堆積してできたものであると考えられる。凝灰岩の層よりも下の層のようすをもとにして、地点Aに起きたと考えられる変化として、最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

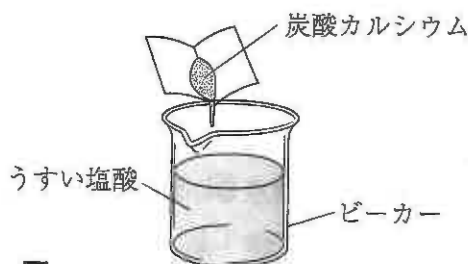
- ア 地点Aから海岸までの距離がしだいに短くなった。
イ 地点Aから海岸までの距離がしだいに長くなった。
ウ 地点Aから海岸までの距離がしだいに短くなり、その後しだいに長くなった。
エ 地点Aから海岸までの距離がしだいに長くなり、その後しだいに短くなった。

- 5 花子さんは石灰石の主成分である炭酸カルシウム(CaCO_3)と、うすい塩酸が反応するときの質量の関係を調べるため、次のような実験を行い、ノートにまとめた。下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

花子さんのノートの一部

【方法】

- ① 炭酸カルシウムを 2.00 g、4.00 g、6.00 g、8.00 g、10.00 g ずつはかりとる。
- ② ①ではかりとった炭酸カルシウムを、それぞれ図のようにうすい塩酸 20.00 g に加え、反応させる。
- ③ 反応が終了したら質量を測定し記録する。



【化学反応式】



【結果】

炭酸カルシウムの質量[g]	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
反応後の質量[g]	21.12	22.24	23.58	25.58	27.58

※反応後の質量は、ビーカーの質量を差し引いた値

- (1) $\boxed{\text{あ}}$ に当てはまる数値を書きなさい。また、 $\boxed{\text{い}}$ に当てはまる化学式として最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

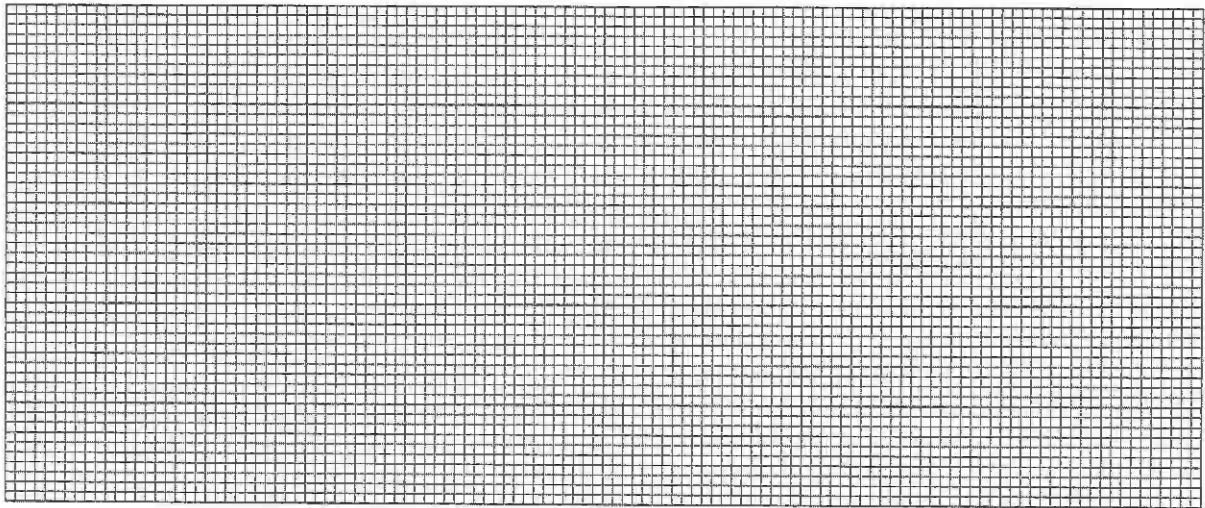
ア CaCl イ CaCl_2 ウ CaHCl エ Ca_2Cl

- (2) この実験では、反応前後の質量を比較することで、二酸化炭素の発生量を求めることができる。これは化学変化におけるある法則を利用しているからである。この法則の説明として最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア 化学変化の前後で、化学変化に関係する物質全体の質量は変化しない。
 イ 物質が化合するとき、それに関係する物質の質量の比は変化する。
 ウ 化学変化の後、化学変化に関係する物質全体の質量は増加する。
 エ 化学変化の後、化学変化に関係する物質全体の質量は減少する。

- (3) この実験で用いたうすい塩酸 20.00 g に、炭酸カルシウムは何 g まで反応すると考えられるか。あの方眼紙にグラフを書いて数値を求め、最も適当なものを、次のア～オの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

ア 4.00 g イ 4.50 g ウ 5.00 g エ 5.50 g オ 6.00 g



- (4) 実験の結果から、どのように考察することができるか。次の文中の と に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適当なものを、下のア～カの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

実験の結果、ある質量以上の炭酸カルシウムをうすい塩酸に加えると、反応せず残った炭酸カルシウムが見られた。これは、うすい塩酸の量に対して炭酸カルシウムの量が と考えられる。反応せず残った炭酸カルシウムが見られる場合は、加える炭酸カルシウムの質量が と考えられる。

	う	え
ア	過剰になったため	増加すると、発生する二酸化炭素の質量も増加する
イ	過剰になったため	増加しても、発生する二酸化炭素の質量は変わらない
ウ	過剰になったため	増加すると、発生する二酸化炭素の質量は減少する
エ	不足したため	増加すると、発生する二酸化炭素の質量も増加する
オ	不足したため	増加しても、発生する二酸化炭素の質量は変わらない
カ	不足したため	増加すると、発生する二酸化炭素の質量は減少する

- (5) 花子さんは今回の実験で炭酸カルシウムとうすい塩酸を用いて二酸化炭素を発生させた。同様に二酸化炭素が発生するものを、次のア～キの中からすべて選んで、その記号を書きなさい。

- ア メタンを空気中で燃焼させる。
- イ 塩化銅水溶液を電気分解する。
- ウ 酸化銅に炭素を混ぜて加熱する。
- エ 炭酸水素ナトリウムを加熱する。
- オ 炭酸水素ナトリウムにうすい塩酸を加える。
- カ 炭酸ナトリウム水溶液に塩化カルシウム水溶液を加える。
- キ マグネシウムを空気中で燃焼させる。

- 6 花子さんは、科学部の活動中に、先生から空気の質量について、次の問題を出されて、実験を行った。下の(1)～(4)の問いに答えなさい。

問題

図1のように空気を入れたゴム製の風船を糸で棒につるした。この状態で、棒は傾くことなく、二つの風船の質量は等しくつりあっている。

二つの風船のうち、右側の風船の空気を抜いてしまわせると、どのようなになるか。

ただし、支点からそれぞれの風船までの距離は等しく、糸と棒の質量は考えないものとする。

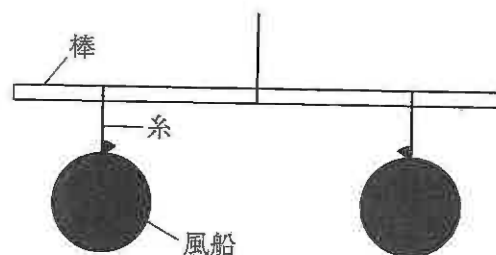


図1

先生：では、問題の答えを実験で確かめてみましょう。

花子：左側の風船が下がりました。このことから、空気には質量があるということがいえるのではないのでしょうか。実際に空気の質量を測る方法はないのですか。

先生：それでは、スプレー缶を使った実験(実験1)をしてみましょう。

実験1

【方法】

- ① 空のスプレー缶の質量を測定する。
- ② このスプレー缶に空気入れて空気を入れる。ある程度入ったところで空気が抜けないようにして空気入れを外して、缶の質量を測定する。
- ③ 図2のように水槽に水を入れ、メスシリンダーに500 mLの空気を移す。
- ④ 再び缶の質量を測定する。



図2

【結果】

表

空の缶の質量 [g]	空気を入れた後の缶の質量 [g]	空気を移した後の缶の質量 [g]
166.31	169.24	168.63

- (1) 方法③での気体の集め方の名称とその集め方で集められる気体の一般的な性質の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

	気体の集め方	集められる気体の一般的な性質
ア	上方置換法	水に溶けやすく、空気よりも密度が小さい。
イ	上方置換法	水に溶けにくい。
ウ	水上置換法	水に溶けやすく、空気よりも密度が小さい。
エ	水上置換法	水に溶けにくい。

(2) 実験1の結果から、このときの空気の密度が何 kg/m^3 か求めなさい。ただし、 $1\text{ mL} = 1\text{ cm}^3$ であり、答えは小数第2位まで求めること。

(3) 実験1を行った時よりも、気温だけが高い条件で実験を行った場合、求められる空気の密度はどのように考えられるか。次の文の **あ** と **い** に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、下のア～オの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。ただし、器具や水の温度も気温と同じ温度とする。

空気の温度が上がると、空気の体積が **あ** ため、求められる空気の密度は **い**。

	あ	い
ア	大きくなる	大きくなる
イ	小さくなる	大きくなる
ウ	変わらない	変わらない
エ	大きくなる	小さくなる
オ	小さくなる	小さくなる

花子：空気に重さがあるということは、地球をとりまく大気にも重さがあるということですね。

先生：そうですね。その大気による圧力を大気圧、または気圧と言います。

花子：先週、登山をしたのですが、頂上でペットボトルの水を飲み干した後、ふたを閉め、下山したところ、ペットボトルがへこんでいました。これは気圧と関係があるのですか。

先生：そうですね。それも気圧と関係があります。実際にその現象を、しょう油容器を使った実験(実験2)で再現してみましょう。

実験2

【目的】

ペットボトルがへこむようすを実験で再現する。

【準備するもの】(図3)

A：※ガラス瓶 ※圧力に耐えられるもの

B：ふたをしたしょう油容器

C：空気を入れる装置

D：空気を抜く装置

E：温度計

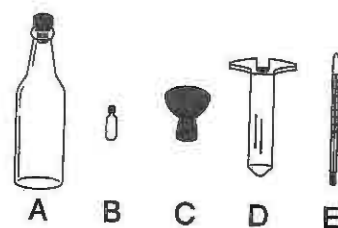


図3

【方法】

ガラス瓶の中に、ふたをしたしょう油容器と温度計を入れる。次に、**あ**。

【結果】

ガラス瓶の中のしょう油容器は、へこんだ。ガラス瓶の中の温度は **い**。

(4) 実験2の文中の **あ** と **い** に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

	あ	い
ア	空気を入れる装置を使って、ガラス瓶の中の空気を増やす	上昇した
イ	空気を入れる装置を使って、ガラス瓶の中の空気を増やす	低下した
ウ	空気を抜く装置を使って、ガラス瓶の中の空気を減らす	上昇した
エ	空気を抜く装置を使って、ガラス瓶の中の空気を減らす	低下した