

理 科

注 意

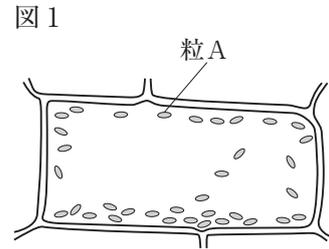
- 1 問題は **1** から **6** までで、12 ページにわたって印刷してあります。
- 2 検査時間は 50 分で、終わりは午後 3 時 10 分です。
- 3 声を出して読むではいけません。
- 4 計算が必要なときは、この問題用紙の余白を利用しなさい。
- 5 答えは全て解答用紙に HB 又は B の鉛筆（シャープペンシルも可）を使って明確に記入し、解答用紙だけを提出しなさい。
- 6 答えは特別の指示のあるもののほかは、各問のア・イ・ウ・エのうちから、最も適切なものをそれぞれ一つずつ選んで、その記号の ○ の中を正確に塗りつぶしなさい。
- 7 答えを記述する問題については、解答用紙の決められた欄からはみ出さないように書きなさい。
- 8 答えを直すときは、きれいに消してから、消しくずを残さないようにして、新しい答えを書きなさい。
- 9 受検番号を解答用紙の決められた欄に書き、その数字の ○ の中を正確に塗りつぶしなさい。
- 10 解答用紙は、汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

問題は次のページからです。

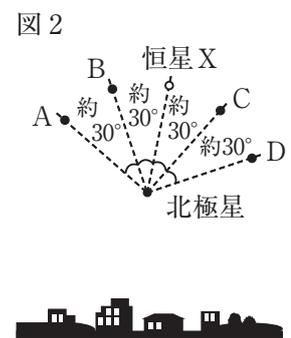
1 次の各問に答えよ。

〔問1〕 図1は、ヨウ素液に浸したオオカナダモの葉の細胞を模式的に表したものである。オオカナダモの葉の細胞には、ヨウ素液に浸して青紫色に変化した粒Aが数多く見られた。粒Aの特徴と、粒Aの名称を組み合わせたものとして適切なものは、次の表のア～エのうちではどれか。

	粒Aの特徴	粒Aの名称
ア	細胞でできた不要物が含まれる。	液胞
イ	光合成を行い、デンプンをつくる。	液胞
ウ	細胞でできた不要物が含まれる。	葉緑体
エ	光合成を行い、デンプンをつくる。	葉緑体

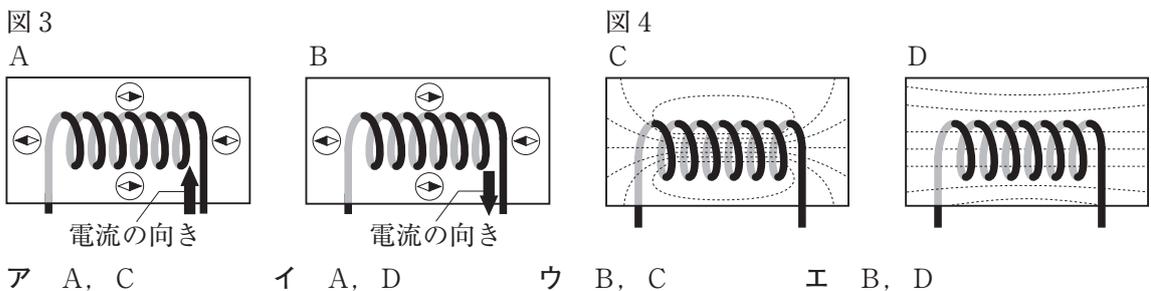


〔問2〕 東京のある地点において、ある日の午後9時に北の空を観測したところ、図2のように北極星と恒星Xが見えた。観測した日から30日後の午後9時に、同じ地点で北の空を観測した場合、恒星Xが見える位置として適切なものは、次のうちではどれか。

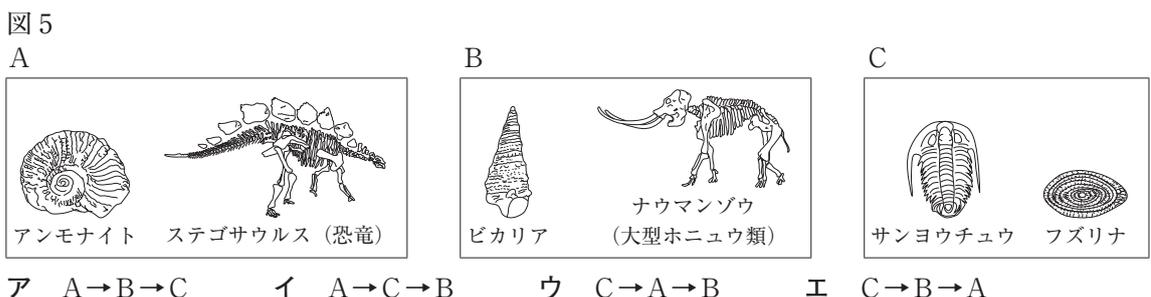


- ア A
- イ B
- ウ C
- エ D

〔問3〕 コイルを付けた透明な板を用意し、コイルの周りにN極が黒く塗られた方位磁針を置いた。コイルに電流を流したとき、コイルに流れている電流の向きと方位磁針のN極が指す向きを表したものを図3のA、Bから一つ、コイルの周りの磁力線を模式的に表したものを図4のC、Dから一つ、それぞれ選び、組み合わせたものとして適切なものは、下のア～エのうちではどれか。



〔問4〕 図5のA～Cは、それぞれ古生代、中生代、新生代のいずれかの地質年代の示準化石をスケッチしたものである。A～Cを地質年代の古いものから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。

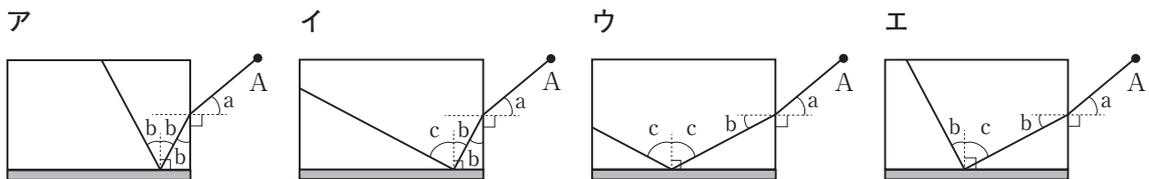
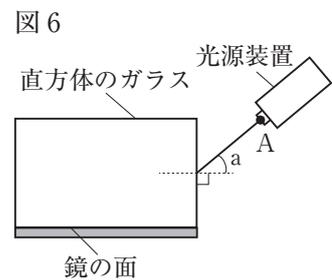


〔問5〕 水に水酸化ナトリウムを入れてよくかき混ぜ、うすい水酸化ナトリウム水溶液を作った。水酸化ナトリウムと水酸化ナトリウム水溶液について述べたものとして適切なものは、次のうちではどれか。

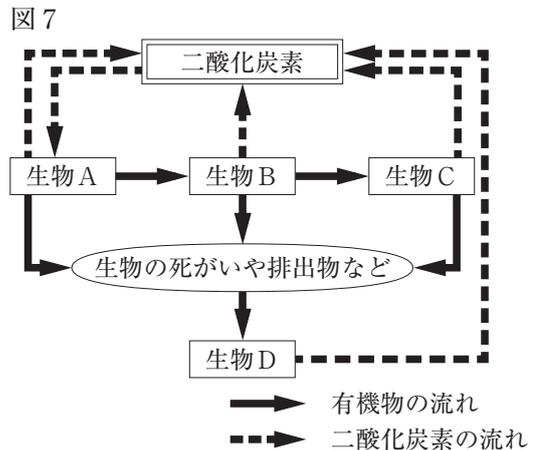
- ア 水酸化ナトリウムは水に溶けて H^+ を生じる酸で、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より小さい。
- イ 水酸化ナトリウムは水に溶けて H^+ を生じる酸で、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より大きい。
- ウ 水酸化ナトリウムは水に溶けて OH^- を生じるアルカリで、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より小さい。
- エ 水酸化ナトリウムは水に溶けて OH^- を生じるアルカリで、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より大きい。

〔問6〕 図6は、光源装置、直方体のガラス、鏡を固定し、光源装置の点Aから直方体のガラスに入射するまでの光の道筋を表している。鏡の面は、直方体のガラスの一面に密着させている。直方体のガラス内に入射した後の光の道筋を表したものとして適切なものは、下のア～エのうちではどれか。

ただし、図6及びア～エで示した記号a, b, cは、それぞれ異なる大きさの角を表すものとする。



〔問7〕 図7は、生態系における炭素の循環を表したものである。生態系において生物の数量（生物量）のつり合いのとれた状態のとき、生物A、生物B、生物Cの生物の数量（生物量）の大小関係と、生態系における生物Dの名称を組み合わせたものとして適切なものは、次の表のア～エのうちではどれか。



	生物A, 生物B, 生物Cの生物の数量（生物量）の大小関係	生態系における生物Dの名称
ア	生物A > 生物B > 生物C	生産者
イ	生物A > 生物B > 生物C	分解者
ウ	生物C > 生物B > 生物A	生産者
エ	生物C > 生物B > 生物A	分解者

- 2 生徒が、暮らしの中の防災について、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＞ 水を確保する方法について

災害により数日間断水する恐れがある。そこで、断水時に水を確保するため、海水から水を得る方法について調べることにした。

海水は塩分濃度が高く、そのまま飲むことはできない。海水の代わりに食塩水を用いて実験を行ったところ、ろ紙を用いたろ過では食塩水中の食塩を取り除くことができないが、蒸留によって食塩水から水を得られることが分かった。

- 〔問1〕 <レポート1>に関して、ろ紙を用いたろ過では食塩水中の食塩を取り除くことができない理由と、蒸留によって食塩水から水を得る方法を組み合わせたものとして適切なものは、次の表のA～Eのうちではどれか。

	ろ紙を用いたろ過では食塩水中の食塩を取り除くことができない理由	蒸留によって食塩水から水を得る方法
A	食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも小さいから。	食塩水を沸騰させ、出てくる水蒸気を冷やして集めることで水を得る。
I	食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも小さいから。	食塩水を冷やし、食塩水中の塩分を結晶として取り出すことで水を得る。
U	食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも大きいから。	食塩水を沸騰させ、出てくる水蒸気を冷やして集めることで水を得る。
E	食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも大きいから。	食塩水を冷やし、食塩水中の塩分を結晶として取り出すことで水を得る。

＜レポート2＞ ブレーカーについて

災害時、家庭内の電気機器などに異常を来すと、漏電した電流で感電したり、流れ続けた電流で電気コードなどが発熱して火災を起こしたりする恐れがある。感電や火災を防ぐため、家庭内で安全に電気を使うことができる仕組みについて調べることにした。

安全に電気が使用されるために、家庭内には分電盤があり、分電盤にはブレーカーがついている。ブレーカーには、用途に応じて様々な種類があり、スイッチを切ると家庭内のコンセントに流れる電流を遮断したり、決められた以上の電流が流れると自動で電流を遮断したりするものがあることが分かった。また、家の電気機器の消費電力を調べたところ、液晶テレビが250W、電気ストーブが1000W、ドライヤーが1200Wであった。

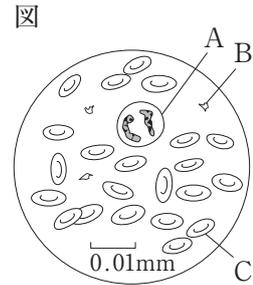
- 〔問2〕 <レポート2>に関して、15A以上の電流が流れると自動で電流を遮断するブレーカーとつながっている電圧100Vのコンセントに、消費電力1000Wの電気ストーブをつなげて使用しているとき、消費電力と発熱量の関係と、追加して安全に使用することができる電気機器を組み合わせたものとして適切なものは、次の表のA～Eのうちではどれか。

	消費電力と発熱量の関係	追加して安全に使用することができる電気機器
A	消費電力が大きいと発熱量は小さい。	250Wの液晶テレビ
I	消費電力が大きいと発熱量は小さい。	1200Wのドライヤー
U	消費電力が大きいと発熱量は大きい。	250Wの液晶テレビ
E	消費電力が大きいと発熱量は大きい。	1200Wのドライヤー

＜レポート3＞ 応急手当について

災害時には、ガラスの破片やがれきなどでけがをする恐れがある。出血がある場合には、傷口に清潔な布などを直接当て、強く圧迫すると出血が止まる。そこで、止血と血液の成分との関係について調べることにした。

血液中には、出血した血液を固める働きをもつ成分が含まれていることが分かった。また、顕微鏡を用いてヒトの血液の標本を観察したところ、図のようにA～Cの固形の成分が見られることが分かった。



〔問3〕 ＜レポート3＞に関して、図のAとBのうち、出血した血液を固める働きをもつ成分と、出血した血液を固める働きをもつ成分の名称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。

	出血した血液を固める働きをもつ成分	出血した血液を固める働きをもつ成分の名称
ア	A	白血球
イ	A	血小板
ウ	B	白血球
エ	B	血小板

＜レポート4＞ ひょうが降る現象について

気象災害の一つに、ひょうによる農作物や建物などへの被害がある。人がけがをする恐れもあるので、建物に避難する必要がある。そこで、ひょうが降る現象について調べることにした。

温められた地表の上空に冷たい空気が入り、温度差が大きくなると、上昇気流が発生することがある。急激な上昇気流により、積乱雲が発達する過程で、地上付近の水蒸気を含んだ空気は上昇するにつれて温度が低くなり、空気中の水蒸気は冷えて水滴になる。水蒸気を含んだ空気の上昇が続くと、水滴は水の粒となる。氷の粒は周りの水蒸気を取り込んで更に大きくなり、重くなると下降する。下降する途中で、再び上昇気流により上昇することがあり、上昇と下降を繰り返すと大きな氷の粒になる。地上に落ちてきた氷の粒のうち、直径5mm以上のものをひょうと呼び、直径が5cmを超えるものもあることが分かった。

また、積乱雲は寒冷前線付近で生じる上昇気流でもできることが分かった。

〔問4〕 ＜レポート4＞に関して、雲ができるとき空気が上昇するにつれて温度が低くなる理由と、寒冷前線付近で積乱雲が発達する様子について述べたもの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。

	雲ができるとき空気が上昇するにつれて温度が低くなる理由	寒冷前線付近で積乱雲が発達する様子
ア	上空では気圧が低く、空気が膨張するから。	暖気が寒気に向かって進み、寒気の上をはい上がり、上昇気流が起こる。
イ	上空では気圧が低く、空気が膨張するから。	寒気が暖気に向かって進み、暖気を押し上げて、上昇気流が起こる。
ウ	上空では気圧が高く、空気が収縮するから。	暖気が寒気に向かって進み、寒気の上をはい上がり、上昇気流が起こる。
エ	上空では気圧が高く、空気が収縮するから。	寒気が暖気に向かって進み、暖気を押し上げて、上昇気流が起こる。

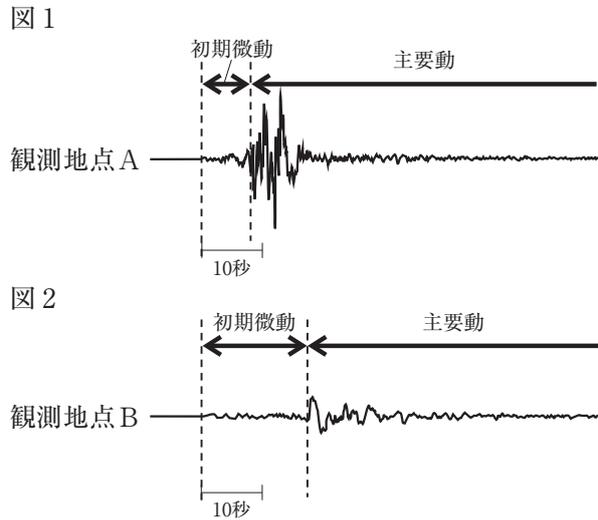
3 地震の観測と地震の起こる仕組みについて、次の各問に答えよ。

地震について調べるために、ある日の日本の内陸で起こった、震源がごく浅い地震について、震源からの距離が異なる観測地点A～Eの5地点の観測データをインターネットから収集した。観測地点Aと観測地点Bについては、それぞれの地点に設置された地震計の記録を、観測地点C～Eについては、震源からの距離、初期微動が始まった時刻、主要動が始まった時刻の記録を得た。

ただし、観測した地震が起きた観測地点A～Eを含む地域の地形は平坦で、地盤の構造は均一であり、地震の揺れを伝える2種類の波はそれぞれ一定の速さで伝わるものとする。

<観測記録>

(1) 図1は観測地点Aに、図2は観測地点Bに設置された地震計の記録を模式的に表したものである。



(2) 表1は、観測地点C～Eにおける地震の記録についての資料をまとめたものである。

表1

	震源からの距離	初期微動が始まった時刻	主要動が始まった時刻
観測地点C	35km	16時13分50秒	16時13分55秒
観測地点D	77km	16時13分56秒	16時14分07秒
観測地点E	105km	16時14分00秒	16時14分15秒

(3) (1), (2)で調べた地震では緊急地震速報が発表されていた。緊急地震速報は、地震が起こった直後に震源に近い地点の地震計の観測データから、震源の位置、マグニチュード、主要動の到達時刻や震度を予想し、最大震度が5弱以上と予想される地域に可能な限り素早く知らせる地震の予報、警報である。図3は、地震発生から緊急地震速報の発表、受信までの流れを模式的に示している。

図3



[問1] 図1, 図2のように、初期微動の後に主要動が観測される理由について述べたものとして適切なのは、次のうちではどれか。

- ア 震源ではP波が発生した後にS波が発生し、伝わる速さはどちらも同じだから。
- イ 震源ではS波が発生した後にP波が発生し、伝わる速さはどちらも同じだから。
- ウ 震源ではP波とS波は同時に発生し、P波が伝わる速さはS波よりも速いから。
- エ 震源ではP波とS波は同時に発生し、S波が伝わる速さはP波よりも速いから。

〔問2〕 図1の観測地点Aと図2の観測地点Bを比較したときに、震源からの距離が遠い観測地点と、震源からの距離と初期微動継続時間の関係について述べたものを組み合わせたものとして適切なものは、次の表のア～エのうちではどれか。

	震源からの距離が遠い観測地点	震源からの距離と初期微動継続時間の関係
ア	観測地点A	震源から遠くなるほど、初期微動継続時間は短くなる。
イ	観測地点A	震源から遠くなるほど、初期微動継続時間は長くなる。
ウ	観測地点B	震源から遠くなるほど、初期微動継続時間は短くなる。
エ	観測地点B	震源から遠くなるほど、初期微動継続時間は長くなる。

〔問3〕 <観測記録>の(1)と(2)で調べた地震では、観測地点Cの地震計で初期微動を感知してから6秒後に緊急地震速報が発表されていた。このとき、震源からの距離がX〔km〕の場所で、緊急地震速報を主要動の到達と同時に受信した。震源からの距離と主要動の到達について述べた次の文の、 (1) には当てはまる数値を、 (2) には数値を用いた適切な語句を、それぞれ書け。ただし、緊急地震速報の発表から受信までにかかる時間は考えないものとする。

震源からの距離X〔km〕は、 (1) 〔km〕である。震源からの距離がX〔km〕よりも遠い場所において、緊急地震速報を受信してから主要動が到達するまでの時間は、震源からの距離がX〔km〕よりも (2) につれて1秒ずつ増加する。

次に、日本付近のプレートと地震の分布について図書館で調べ、<資料>を得た。

<資料>

図4は、日本付近に集まっている4枚のプレートを示したものである。図4の2枚の陸のプレートの境界がはっきりしていないため、現在考えられている境界を-----線で示している。

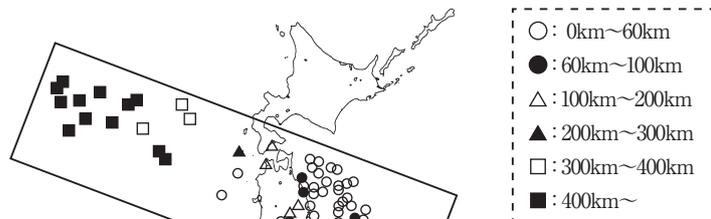
図5は、図4ので示した範囲と同じ範囲における、2000年から2009年までに起こったマグニチュード5以上の地震の震央の分布を、に示す震源の深さで分類して表したものである。

プレートの境界部周辺には常に様々な力が加わってひずみが生じており、プレートのひずみやずれが日本付近の大規模な地震の主な原因と考えられている。

図4



図5



〔問4〕 <資料>の図4と図5から、プレートの境界で起こる地震について、プレートの動きと図4ので示した範囲で起こった地震の震源の深さとの関係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 海のプレートが日本列島付近で陸のプレートの下に沈み込んでいて、震源は太平洋側で浅く、大陸側で深い。
- イ 海のプレートが日本列島付近で陸のプレートの下に沈み込んでいて、震源は太平洋側で深く、大陸側で浅い。
- ウ 陸のプレートが日本列島付近で海のプレートの下に沈み込んでいて、震源は太平洋側で浅く、大陸側で深い。
- エ 陸のプレートが日本列島付近で海のプレートの下に沈み込んでいて、震源は太平洋側で深く、大陸側で浅い。

4 植物のつくりの観察と、遺伝の規則性を調べる実験について、次の各問に答えよ。

ただし、遺伝子は親から子へ伝わる時に変化することはないものとする。

<観察1>を行ったところ、<結果1>のようになった。

<観察1>

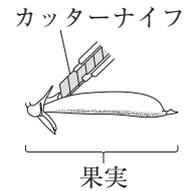
花壇にエンドウの種子をまいて育て、花が咲いてから種子ができるまでを観察した。

- (1) エンドウの花を図1のようにカッターナイフで切り、花の断面をルーペで観察した。
- (2) (1)とは別の花の子房が果実になった後、果実を図2のようにカッターナイフで切り、果実の断面をルーペで観察した。

図1



図2



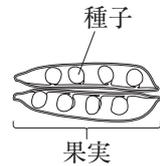
<結果1>

- (1) 図3は、<観察1>の(1)の花の断面をスケッチしたものである。子房の中には、小さな粒が見られた。
- (2) 図4は、<観察1>の(2)の果実の断面をスケッチしたものである。果実の中には、小さな粒が成長してできた種子が見られた。種子には、黄色の種子と緑色の種子があった。

図3



図4



[問1] <結果1>の図3の小さな粒の名称と、図3のように小さな粒が子房の中にある植物を組み合わせたものとして適切なのは、次の表のA~Eのうちではどれか。

	図3の小さな粒の名称	図3のように小さな粒が子房の中にある植物
ア	やく	マツ, イチョウ
イ	やく	サクラ, ツツジ
ウ	胚珠	マツ, イチョウ
エ	胚珠	サクラ, ツツジ

次に、<観察2>を行ったところ、<結果2>のようになった。

<観察2>

<結果1>の(2)で見られた黄色の種子と緑色の種子を一つずつ取り出し、それぞれ図5のように、カッターナイフで切り、種子の断面をルーペで観察した。

<結果2>

図6は、<観察2>の黄色の種子の断面をスケッチしたものである。黄色の種子の子葉は黄色であり、緑色の種子の子葉は緑色であった。

図5

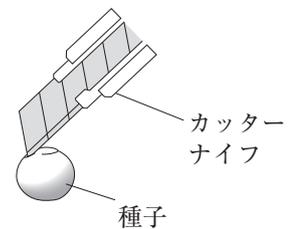
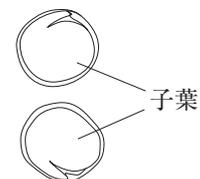


図6



次に、＜実験＞を行ったところ、＜結果3＞のようになった。

＜実験＞

- (1) エンドウの種子のうち、子葉が黄色の純系の種子を校庭の花壇Pに、子葉が緑色の純系の種子を花壇Qにまいて育てた。
- (2) 花壇Pで育てたエンドウのめしべに、花壇Qで育てたエンドウの花粉だけを付けてできた種子を観察した。

＜結果3＞

＜実験＞の(2)で観察したエンドウの種子は、全て子葉が黄色であった。

〔問2〕 ＜結果3＞で観察した種子をまいて育てたエンドウの精細胞と卵細胞のそれぞれがもつ遺伝子について述べたものとして適切なのは、下のア～エのうちではどれか。

ただし、エンドウの種子の子葉の色が優性形質になる遺伝子をA、劣性形質になる遺伝子をaとする。

- ア 精細胞は、遺伝子A又は遺伝子aをもつ。卵細胞は、全て遺伝子Aをもつ。
- イ 精細胞は、全て遺伝子Aをもつ。卵細胞は、遺伝子A又は遺伝子aをもつ。
- ウ 精細胞と卵細胞は、それぞれ遺伝子A又は遺伝子aをもつ。
- エ 精細胞と卵細胞は、全て遺伝子A aをもつ。

〔問3〕 エンドウの種子の子葉の色が優性形質になる遺伝子をA、劣性形質になる遺伝子をaとすると、子葉が黄色の種子の遺伝子の組み合わせは、AAとAaがあり、種子を観察しただけではどちらの遺伝子の組み合わせをもつのか分からない。そこで、子葉が黄色の種子の遺伝子の組み合わせを確かめようと考え、＜仮説＞を立てた。

＜仮説＞

子葉が黄色で遺伝子の組み合わせが分からないエンドウの種子を種子Xとし、種子Xをまいて育てたエンドウのめしべに、を付けてできる種子を種子Yとする。

種子Xの遺伝子の組み合わせは、種子Yの形質を調べることにより確かめることができる。種子Yについてであれば、AAと決まり、であれば、Aaと決まる。

＜仮説＞のに当てはまるものとして適切なのは、下のアとイのうちではどれか。また、とにそれぞれ当てはまるものとして適切なのは、下のア～ウのうちではどれか。

- ア 子葉が黄色の純系の種子をまいて育てたエンドウの花粉
イ 子葉が緑色の純系の種子をまいて育てたエンドウの花粉
- ア 全て子葉が黄色の種子
イ 子葉が黄色の種子の数と子葉が緑色の種子の数の比がおおよそ1 : 1
ウ 子葉が黄色の種子の数と子葉が緑色の種子の数の比がおおよそ3 : 1
- ア 全て子葉が黄色の種子
イ 子葉が黄色の種子の数と子葉が緑色の種子の数の比がおおよそ1 : 1
ウ 子葉が黄色の種子の数と子葉が緑色の種子の数の比がおおよそ3 : 1

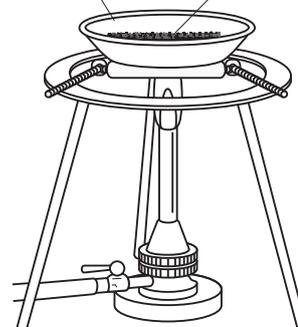
5 銅と酸化銅を用いた実験について、次の各問に答えよ。

<実験1>を行ったところ、<結果1>のようになった。

<実験1>

- (1) ステンレス皿の質量を電子てんびんで測定すると 32.86 g であった。このステンレス皿に銅の粉末を 0.40g 載せ、加熱する前の粉末とステンレス皿を合わせた質量（全体の質量）を測定した。
- (2) 図1のように、銅の粉末を葉さじで薄く広げた後、粉末全ての色に変化するまで十分に加熱した。
- (3) ステンレス皿が十分に冷めてから、加熱した後の全体の質量を測定した。
- (4) 質量が変化しなくなるまで(2)と(3)の操作を繰り返し、加熱した後の全体の質量を測定して、化合した酸素の質量を求めた。
- (5) 銅の粉末の質量を、0.60g、0.80g、1.00g、1.20g に変え、それぞれについて<実験1>の(1)~(4)と同様の実験を行った。

図1
ステンレス皿 銅の粉末



<結果1>

銅の粉末の質量 [g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
加熱する前の全体の質量 [g]	33.26	33.46	33.66	33.86	34.06
質量が変化しなくなるまで加熱した後の全体の質量 [g]	33.36	33.61	33.86	34.11	34.36
化合した酸素の質量 [g]	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30

[問1] <実験1>の(4)、(5)で、全体の質量が変化しなくなる理由と、銅の粉末を加熱したときの反応を表したモデルを組み合わせたものとして適切なのは、下の表のA~Eのうちではどれか。ただし、●は銅原子1個を、○は酸素原子1個を表すものとする。

	<実験1>の(4)、(5)で、全体の質量が変化しなくなる理由	銅の粉末を加熱したときの反応を表したモデル
A	一定量の銅と化合するのに必要な酸素が不足しているから。	●● + ○○ → ●○ ●○
I	一定量の銅と化合するのに必要な酸素が不足しているから。	● + ○ → ●○
ウ	一定量の銅と化合する酸素の質量には限界があるから。	●● + ○○ → ●○ ●○
E	一定量の銅と化合する酸素の質量には限界があるから。	● + ○ → ●○

[問2] <結果1>から、銅の粉末の質量と化合した酸素の質量の関係を、解答用紙の方眼を入れた図に●を用いて記入し、グラフをかけ。

次に、＜実験 2＞を行ったところ、＜結果 2＞のようになった。

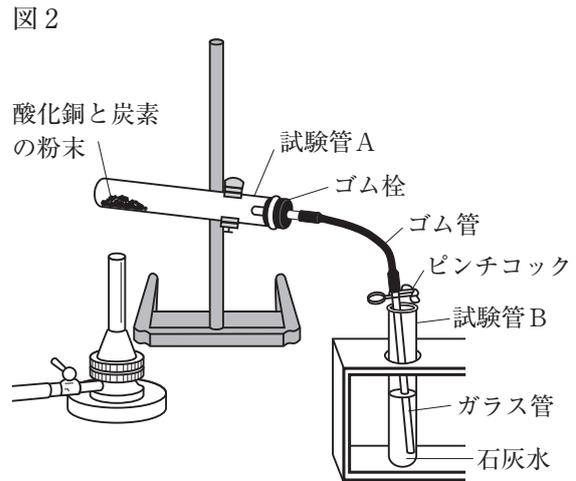
＜実験 2＞

(1) 酸化銅1.00gと十分に乾燥させた炭素の粉末0.06gをよく混ぜ合わせ、乾いた試験管Aに入れ、ガラス管がつながっているゴム栓をして、図2のように試験管Aの口を少し下げ、スタンドに固定し、ガラス管の先を石灰水の入った試験管Bに入れた。

(2) 試験管Aをガスバーナーで加熱したところ、ガラス管の先から気体が出ていることと、石灰水の色が白く濁ったことが確認できた。

(3) ガラス管の先から気体が出なくなったことを確認した後、ガラス管を石灰水の中から取り出してから試験管Aの加熱をやめ、ゴム管をピンチ

コックで閉じた。試験管Aが十分に冷めてから、試験管Aに残った物質を取り出し質量を測定した後、観察した。



＜結果 2＞

試験管Aに残った物質の質量は0.84gであった。赤色の物質と黒色の物質が見られた。赤色の物質を葉さじで強くこすると、金属光沢が見られた。

〔問 3〕 ＜結果 2＞から分かる、酸素と銅や炭素との結び付きやすさの違いと、試験管Aで還元される物質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。

	酸素と銅や炭素との結び付きやすさの違い	試験管Aで還元される物質
ア	酸素は、銅よりも炭素と結び付きやすい。	酸化銅
イ	酸素は、銅よりも炭素と結び付きやすい。	銅
ウ	酸素は、炭素よりも銅と結び付きやすい。	酸化銅
エ	酸素は、炭素よりも銅と結び付きやすい。	銅

〔問 4〕 ＜結果 2＞から、試験管Aに残った物質のうち、黒色の物質の質量として適切なのは、下のア～エのうちではどれか。

ただし、試験管Aの中の炭素は全て反応したものとする。

ア 0.16g イ 0.20g ウ 0.64g エ 0.80g

6 小球の運動とエネルギーを調べる実験について、次の各問に答えよ。

ただし、床は水平とし、空気抵抗、衝突によるエネルギーの減少、レールとの摩擦などは考えないものとする。

<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、小球Aに糸を付け、それぞれの糸の一端を床に置いたスタンドに結び、振り子を作った。小球Aが静止しているときの小球Aの中心を通る水平面を高さの基準面とした。
- (2) 糸がたるまないように、小球Aの中心を基準面から高さ15cmの位置に合わせ、静かに手を放した。
- (3) 小球Aの運動を発光時間間隔0.1秒のストロボ写真で記録した。
- (4) 図2のように、静かに手を放した時から0.6秒間の0.1秒ごとの小球Aの位置を模式的に表し、①から0.1秒ごとに⑦まで、順に番号を付け、各位置の基準面から小球Aの中心までの高さをそれぞれ測定した。

図1

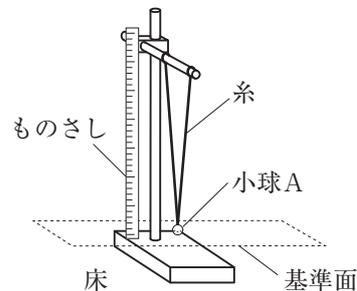
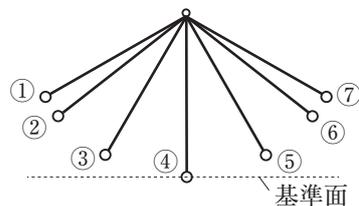


図2

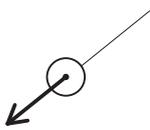


<結果1>

番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
静かに手を放した時からの時間 [s]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
基準面から小球Aの中心までの高さ [cm]	15	11	4	0	4	11	15

[問1] <実験1>と<結果1>から、小球Aの位置が図2の②のとき、小球Aに働く重力を矢印で表したものを次のP、Qから一つ、小球Aが①から⑦まで運動している間の小球Aの速さと運動の向きの変化について説明したものを次のR、Sから一つ、それぞれ選び、組み合わせたものとして適切なのは、下のア~エのうちではどれか。

P



ア P, R

Q



イ P, S

R 小球Aの速さと運動の向きは変化しない。

S 小球Aの速さと運動の向きは変化する。

ウ Q, R

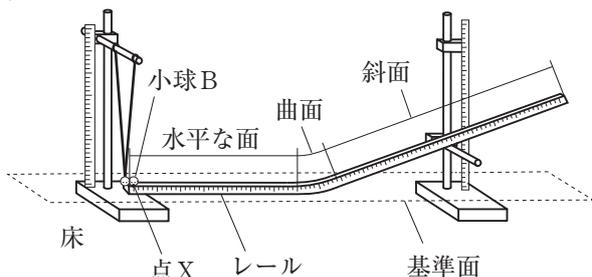
エ Q, S

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) <実験1>で用いた振り子、斜面の角度が変えられる目盛りを付けた一本のレール、小球Aと体積も質量も等しい小球Bを用意した。
- (2) 図3のように、レールに、床と水平な面、水平な面と斜面をつなぐ曲面、水平な面との傾きが20°の斜面を作り、レールとスタンドを固定した。

図3



- (3) 小球Bをレール上に置き、置いた点を点Xとした。点Xに置いた小球Bは、静止しているときの小球Aと触れている。二つの小球の中心は、床から同じ高さで、二つの小球の中心を通る面を高さの基準面とした。また、小球Aを運動させた時、最下点における小球Aの運動の向きと、衝突した後のレール上の水平な面における小球Bの運動の向きは同じになるように調整した。
- (4) 糸がたるまないように、小球Aの中心を基準面から高さ15cmの位置に合わせ、静かに手を放し、小球Aを点Xで静止している小球Bに衝突させた。
- (5) 小球Aと小球Bの運動を発光時間間隔0.1秒のストロボ写真で記録した。
- (6) 図4のように、ストロボ写真に記録された小球Bがレールの水平な面で運動を始めてから0.2秒間の0.1秒ごとの位置と、斜面上で一瞬静止した位置とを模式的に表し、小球Bのレールの水平な面での運動について、aから0.1秒ごとにcまで、順に記号を付けた。
- (7) aからcまでの各区間における移動距離と、小球Bが斜面上で一瞬静止した位置の基準面からの高さをそれぞれ測定した。
- (8) 斜面の傾きを30°に変え、(4)、(5)と同様の実験を行った。
- (9) 斜面の傾きが30°のとき、(6)と同様に図5のように模式的に表し、dから0.1秒ごとにfまで、順に記号を付け、(7)と同様の測定を行った。

図4

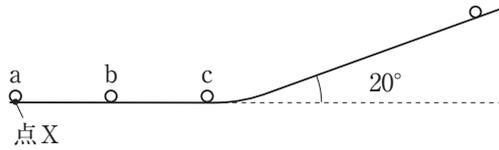
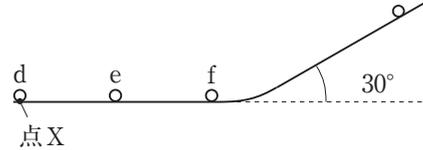


図5



<結果2>

- (1) 小球Aの運動を記録したストロボ写真を模式的に表したものは、<実験1>の図2の①から④までと同じであった。
- (2) 小球Bの運動を記録したストロボ写真を模式的に表したものから測定した結果は、次の表のようになった。

斜面の傾き	20°		30°		斜面の傾き	20°	30°
区間	a~b	b~c	d~e	e~f	小球Bが斜面上で一瞬静止した位置の基準面からの高さ [cm]	15	15
移動距離 [cm]	17	17	17	17			

[問2] <結果2>から、図4のaからcまでの間における小球Bの平均の速さ [m/s] を求めよ。

[問3] <結果1>と<結果2>から、図2の①から③までの小球Aと、図5のfから斜面上で一瞬静止するまでの小球Bについて、それぞれの区間における小球A又は小球Bの力学的エネルギーの変化を位置エネルギー、運動エネルギーで表したとき、次の表の(1)と(2)にそれぞれ当てはまるものとして適切なのは、下のア~エのうちではどれか。

図2の①から③までの小球Aの力学的エネルギーの変化	図5のfから斜面上で一瞬静止するまでの小球Bの力学的エネルギーの変化
(1)	(2)

- ア 位置エネルギーと運動エネルギーは変化していない。
- イ 位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは増加している。
- ウ 位置エネルギーは増加し、運動エネルギーは減少している。
- エ 位置エネルギーは変化せず、運動エネルギーは増加している。