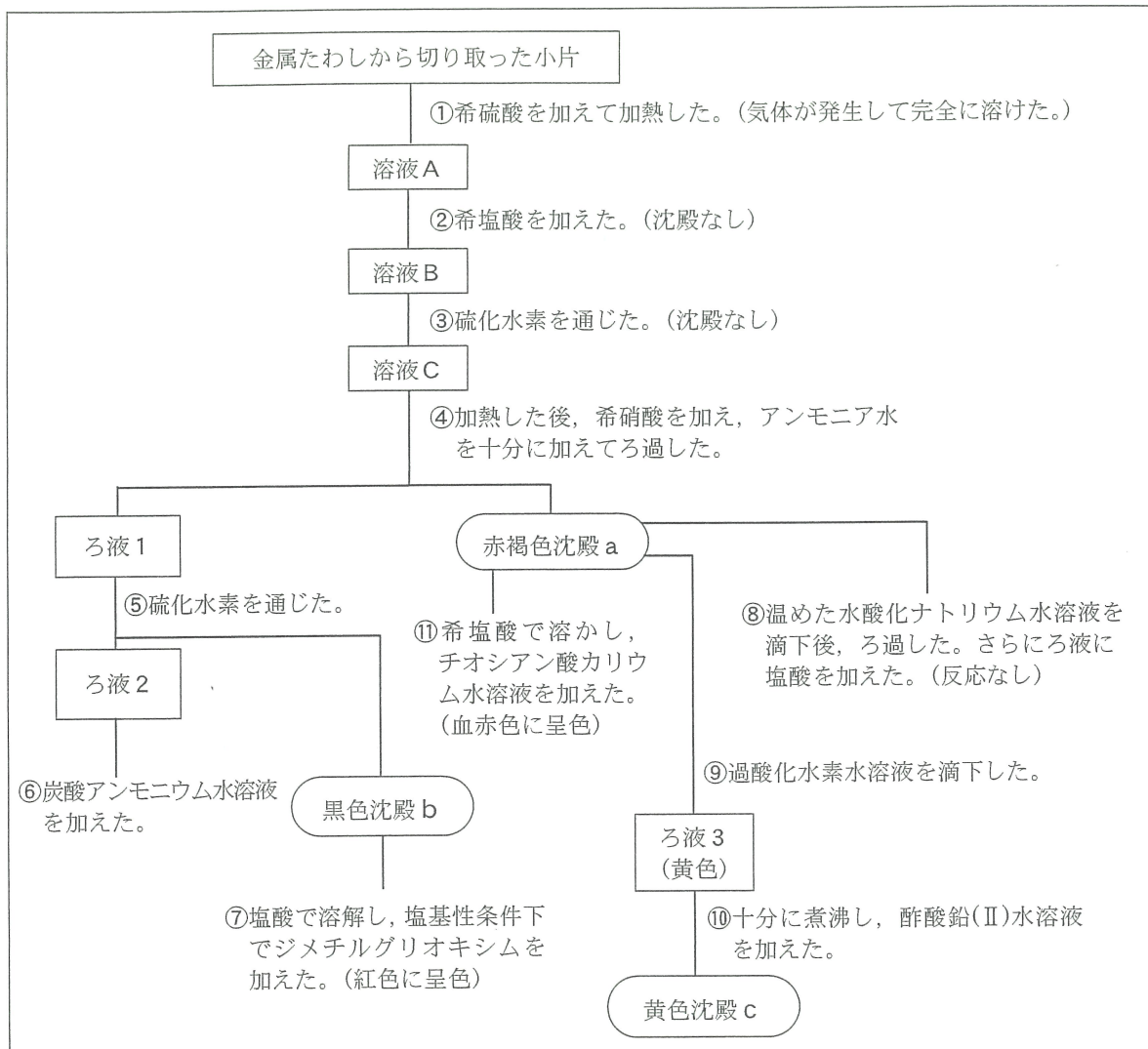


検査V 理 科 【選択問題】

7 自宅にあった金属たわしには、どのような金属が含まれているかを確認するため、以下のような操作①～⑪を行った。下の各問いに答えなさい。ただし、分離操作はいずれも完全に行われたものとする。



- (1) 溶液Aの色として最も適切なものを、次のア～オから1つ選び、記号を書きなさい。  
〔ア 赤橙色 イ 青緑色 ウ 黒色 エ 白色 オ 黄色〕
- (2) ④において、加熱する目的と希硝酸を加える目的をそれぞれ簡潔に説明しなさい。
- (3) ⑥の操作について、カルシウムイオンが含まれていた場合、どのような結果となるか、簡潔に説明しなさい。
- (4) ⑦、⑩、⑪で検出された金属を、それぞれ元素記号で書きなさい。
- (5) 実験で用いた金属たわしには、銀、銅、アルミニウムは含まれていなかったと考えられる。含まれていないと考えられる理由を、次の条件に従って説明しなさい。
  - ・ 操作の番号を示すこと。
  - ・ 操作の結果を元に、判断した根拠を説明すること。

検査Ⅴ                      理                      科                      【選択問題】

8 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。ただし、原子量はH=1.00, C=12.0, O=16.0とする。

常温で液体の a 芳香族化合物 **A** がある。Aは炭素、水素、酸素を含み、分子量 200 以下で、元素組成は炭素が 78.68%、水素が 8.200%であった。

b **A** を加熱した酸化銅(Ⅱ)に通じると、化合物 **B** が得られた。Bは空气中で酸化され、アンモニア性硝酸銀水溶液を還元した。

**A** を水酸化ナトリウムと水酸化カリウムの混合物上で 140℃に加熱すると、化合物 **C** が生成した。**C** は臭素を含んだ四塩化炭素水溶液を脱色した。**C** を重合開始剤で重合すると、無色透明の熱可塑性樹脂を生成した。また、**C** に塩化水素を反応させると、化合物 **C'** が生成した。これを水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱すると、化合物 **D** と副生成物が生成した。**D** は **A** の構造異性体であり、不斉炭素原子をもつ。**D** を濃硫酸とともに加熱すると **C** が生成した。

**C** を合成するために、c 化合物 **E** に塩化アルミニウム触媒の存在下でエチレンを反応させて化合物 **F** を合成した。さらに、**F** を触媒と水蒸気の存在下で、600℃に加熱すると **C** が生成した。

- (1) 下線部 a について、芳香族化合物の特徴を簡潔に書きなさい。
- (2) **A** の分子量を求め、有効数字 3 桁で書きなさい。
- (3) 下線部 b において、酸化銅(Ⅱ)はどのようなはたらきをしているか書きなさい。
- (4) **A** の構造式を書きなさい。
- (5) **C** の構造式を書きなさい。
- (6) **D** の構造式を書きなさい。
- (7) 下線部 c の反応を、化学反応式で書きなさい。
- (8) **A**, **B**, **D**, **E**, **F** の化合物のうち、すべての炭素原子が常に同一平面状にないものをすべて選び、記号を書きなさい。

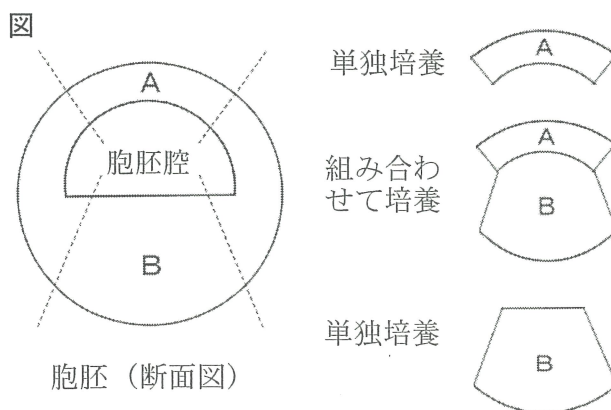
検査V                      理                      科                      【選択問題】

9 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

受精卵が発生を始めたものを胚という。動物の卵では、受精すると活発な細胞分裂を始め、発生を開始する。卵の極体を生じた領域を **あ**，その反対側を **い** という。動物の受精卵は、短い周期で細胞分裂を繰り返す。この発生初期に見られる細胞分裂を卵割といい、卵割によって生じた細胞は **う** と呼ばれる。a卵は卵黄を含んでおり、b卵黄の量や分布のしかたは動物の種類によって異なる。卵割は卵黄の多い部分では起こりにくいので、c卵割の様式も動物の種類によって異なる。

細胞の数がえるにしたがってウニやカエルの胚では胞胚期となる。胞胚期以降、胚全体で細胞の大規模な移動・配置換えが起こる。胚の外側にあった細胞が、d胚の決まった場所から内側に陥入し、胚の内側に原腸と呼ばれる空所を形成する。このころ、細胞が胚のどこに位置するかによって、胚葉という細胞のグループが区別されるようになる。e胚葉は将来、組織や器官形成で重要な役割を果たす。その後、動物の体制がほぼできあがり、胚では器官形成が始まる。このような発生の過程を通して、胚の細胞は形やはたらきが変わっていく。これを分化という。

1969年、ニューコープは、図のように、メキシコサンショウウオの胞胚を3つの領域に切り分けて培養する実験を行った。単独の培養では、領域Aは外胚葉組織に分化し、領域Bは内胚葉組織に分化した。しかし、AとBを組み合わせて培養すると、f Bと接したAの部分は、中胚葉組織に誘導された。



- (1) **あ** ~ **う** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) 下線部aについて、卵黄の役割を簡潔に書きなさい。
- (3) 下線部bの卵黄の量と分布について、ウニとカエルの卵の特徴をそれぞれ説明しなさい。
- (4) 下線部cについて、メダカやニワトリの卵割の様式について簡潔に説明しなさい。
- (5) 下線部dについて、陥入を起こした部分を何というか、名称を書きなさい。また、この部分が将来の肛門となる動物は、系統による分類上で何というか、書きなさい。
- (6) 下線部eについて、次のア~カのうち、カエルの外胚葉および中胚葉から生じる組織はそれぞれどれか、すべて選び、記号を書きなさい。  
 [ ア 脊索    イ 神経管    ウ 消化管上皮    エ 側板    オ 皮膚の表皮    カ 体節 ]
- (7) 下線部fについて、以下の各問いに答えなさい。
  - ① Bのように、誘導作用をもつ胚域を何というか、書きなさい。
  - ② 中胚葉誘導のしくみについて、タンパク質の働きに触れながら説明しなさい。

検査Ⅴ                      理                      科                      【選択問題】

10 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を **あ** といい、**あ** における対立遺伝子が含まれる割合を **い** と呼ぶ。次の i ~ v のような5つの条件下では、**い** は世代を経ても変わることがなく、これは **う** の法則と呼ばれている。

- |                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| i <b>え</b> 。                      | ii <b>お</b> 。    |
| iii 自然選択がはたらかない。                  | iv a 突然変異が起こらない。 |
| v 集団の大きさが十分に大きく、b 遺伝的浮動の影響が無視できる。 |                  |

イギリスに生息するオオシモフリエダシャクというガの一種には、体色が白っぽい明色型と体色が黒っぽい暗色型の2つの型がある。イギリスでは昔から林の木の幹には色の白っぽい地衣類が生えており、工業化が進む以前の19世紀中頃までは明色型がほとんどで、暗色型の個体数はごくわずかであった。しかし、c 19世紀の後半から、工業地帯で暗色型が急激に増加した。この原因として、工業化が進むにつれて、都市近郊では大気汚染の影響で木の幹に白色の地衣類が生育しなくなり、さらに大気汚染によってガの生息場所である幹が黒ずんでいったためであることが考えられた。

オオシモフリエダシャクのはねの色の違いは、はねの色を暗色型にする対立遺伝子Dと明色型にする対立遺伝子dによって決まる。また、暗色型は明色型に対して優性であり、暗色型と明色型の個体は無差別に交配して子孫を残すことができる。子孫を残すことができた成虫の集団におけるDの頻度をp、dの頻度をqとする(ただし $p + q = 1$ )。このとき、この成虫集団の次世代で見られる暗色型と明色型の遺伝子型の頻度は、pとqを用いた数式で表すことができる。

- (1) **あ** ~ **う** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) **う** の法則が成り立つために必要な、残り2つの条件 **え** , **お** を書きなさい。
- (3) 下線部aの原因のうち、染色体の逆位と転座について簡潔に説明しなさい。
- (4) 下線部bについて、どのような現象か30字程度で説明しなさい。
- (5) 下線部cについて、以下の各問いに答えなさい。
  - ① この現象を何というか、書きなさい。
  - ② この現象が起きた理由として考えられることを、自然選択の観点から書きなさい。
- (6) 暗色型の遺伝子型を、Dおよびdを用いてすべて書きなさい。また、暗色型の頻度を、pおよびqを用いた数式で書きなさい。
- (7) **う** の法則が成立しているオオシモフリエダシャクのある集団において、全個体数のうち暗色型の個体数は84%であった。
  - ① この集団におけるpおよびqの値を書きなさい。
  - ② この集団からすべての明色型個体を取り除いた後に、無差別に交配が行われた場合、生じる次世代における暗色型と明色型の出現比はどのようになるか。最も簡単な整数比で書きなさい。

検査V                      理                      科                      【選択問題】

11 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

地殻やマントルを作っている岩石は、何種類もの鉱物が、様々な量比で集まってできている。岩石を構成している鉱物を **あ** といい、いずれも酸素とケイ素を主成分元素とした、**い** とよばれる。**い** では、1個のケイ素のまわりを4個の酸素がとり囲む  $\text{SiO}_4$ 四面体が結晶構造の構成単位となっており、 $\text{SiO}_4$ 四面体の結合様式によって分類することができる。例えば、 $\text{SiO}_4$ 四面体が1つずつ独立しているもの、**a** 一方向につながって単一あるいは二重の鎖状に並んでいる構造などがある。 $\text{SiO}_2$ だけでできている石英を除くと、それら骨格構造の隙間を  $\text{Mg}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ などのイオンが配置されている。鉱物の中には、**b** 2種類以上の鉱物成分が混ざりあってできているものが多い。例えば、かんらん石では、**c**  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ と $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ の鉱物が任意の割合で混ざりあうことができ、化学式は $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ のように表される。また、斜長石では、アルバイト( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )とアノーサイト( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ )の2つの鉱物が様々な割合に混ざり合っていたため、一部の花こう岩では**d** 斜長石結晶の内部に組成累帯構造が観察できる。

- (1) **あ**、**い** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) 下線部 a の特徴をもつ鉱物を、次のア～カからすべて選び、記号を書きなさい。  
〔ア 石英    イ 輝石    ウ かんらん石    エ 雲母    オ 角閃石    カ 斜長石 〕
- (3) 下線部 b のような性質をもつ鉱物を何というか、書きなさい。
- (4) 下線部 c について、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Fe}$  はイオンの特徴が似ているため、かんらん石中で入れ替わることができる。その特徴とはどのようなものか、2つ書きなさい。
- (5)  $\text{MgO}$  を 8.0 重量% 含んだマグマから、 $\text{MgO}$  を 30.0 重量% 含んだかんらん石が晶出して分離した。その量はマグマ全体の 10.0 重量% であった。残されたマグマの  $\text{MgO}$  含有量はどのくらいか、計算過程を示して小数第1位まで求めなさい。
- (6) 下線部 d に関連して、図の(A)に示した斜長石結晶は、結晶外形と調和的な組成累帯構造を示すが、結晶外縁の少し内側にちり状の包有物を含む帯が発達している。この斜長石の中心(図の(A)のC)から外縁(図の(A)のR)までの比の変化を図の(B)に示した。この斜長石が中心から外縁まで結晶化した過程について、 $\text{Ca}$ 含有率からマグマの温度変化にふれて説明しなさい。ただし、この斜長石が結晶化したときの圧力はほぼ一定であったものとする。

検査V                      理                      科                      【選択問題】

12 次の各問いに答えなさい。

- (1) 夜空に輝いているある恒星を観察したところ、肉眼で観察すると1つに見えたが、望遠鏡で観察すると青色と橙色の2つの恒星であることがわかった。観察した恒星のスペクトル型を調べたところ、それぞれK型とB型であった。質量が大きいのはK型の恒星、B型の恒星のいずれか、書きなさい。また、そのように判断した理由を、簡潔に書きなさい。ただし、観察した恒星の進化の過程は主系列星とする。

- (2) (1)において、観察した恒星のうち1つは、連星であった。連星の運動を説明した次の文の  に当てはまる適切な語句を書きなさい。

恒星が伴星を持つ場合、両者は  の周りを公転するため、軌道面内のある固定点から観察すると恒星も視線方向に周期運動する。

- (3) 2つの星が連星の場合、大きい方の星を主星、小さい方の星を伴星と呼び、それぞれの質量を  $M$ 、 $m$ と置くと、 $M + m = \frac{A^3 S}{p^3 P^2}$  という関係式が成り立つ。ここで、右辺の物理量について、 $A$ は2つの星の見かけの角度、 $S$ は主星の質量、 $P$ は伴星の公転周期、 $p$ は年周視差であり、すべて観測によって求めることができる。上式から  $M$ 、 $m$ の値をそれぞれ求めるには、追加でどのようなデータがわかればよいか、説明しなさい。

- (4) 太陽にきわめて近いスペクトル型をもつある恒星系を観測した。この恒星は、3.5日周期で減光を繰り返しており、1周期につき減光が1度しか見られず、また、伴星の公転周期と恒星の運動の周期は一致することから、この恒星の伴星は自ら輝いていないと考えられる。

- ① 伴星の軌道半径は何 AU になるか、計算過程を示し、有効数字1桁で求めなさい。ただし、

伴星の質量は恒星に比べ十分小さいものとし、 $\frac{3.5}{365} = 0.01$ 、 $10^{\frac{1}{3}} = 2$ とする。

- ② 恒星の減光の大きさが1.7%であったとき、恒星の半径は伴星の半径の何倍か。計算過程を示し、有効数字2桁で求めなさい。ただし、 $1.3^2 = 1.7$ とする。

- ③ 伴星の半径は地球半径の何倍か、計算過程を示し、有効数字2桁で求めなさい。ただし、太陽半径は地球半径の109倍とする。