

検査IV                      理                      科                      【共通問題】

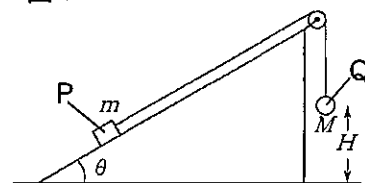
(解答上の注意)

- (1) 解答は、全て解答用紙に記入すること。
- (2) 【共通問題】の1～4は、全員が解答すること。
- (3) 【選択問題】は8問中、各自が4問を選び解答すること。その際、【選択問題】の解答用紙にある(解答上の注意)に従い、選んだ問題番号を必ず□に記入すること。

1 次の各問いに答えなさい。

(1) 図1のように、水平な床に固定された角度 $\theta$ 傾いた滑らかな 図1

斜面上に質量 $m$ の物体Pがあり、質量 $M$ の小物体Qと滑らかな滑車をかいして軽い糸で結ばれている。重力加速度の大きさを $g$ とする。また、糸と滑車との摩擦は無視できるものとする。

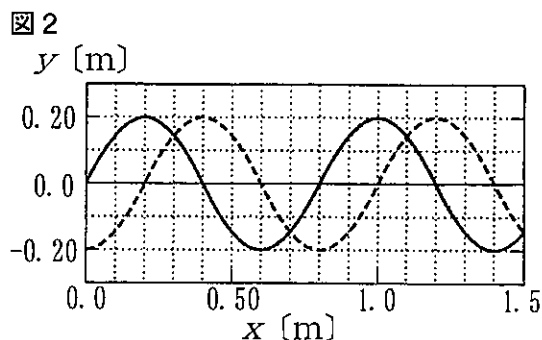


- ① Qが静止しているためには、 $M$ はいくらでなければならぬか、 $m$ を用いて求めなさい。

次に、床からのQの高さを $H$ とし、 $M=m$ として静かに放すと、Qが下り始めた。ただし、Pが滑車に衝突することはないものとする。

- ② Qが床に達するまでにかかった時間はいくらか、求めなさい。
- ③ Qが床に達した後、Pが斜面上で最高点に達するまでに移動した距離はいくらか、求めなさい。

(2) 図2は $x$ 軸の正方向に進む正弦波の変位 $y$  [m]を示している。実線は時刻 $t=0.0$  sでの波形を、破線は時刻 $t=1.0$  sでの波形を表す。ただし、波の速さは $0.30$  m/sより速く $1.5$  m/sより遅い。



- ① この波の速さは何 m/s か、また周期は何 s か、それぞれ求め、有効数字2桁で書きなさい。
- ②  $x=5.0$  mの位置で、 $t=2.0$  sのときの変位は何mか求め、有効数字2桁で書きなさい。

## 検査Ⅳ 理 科 【共通問題】

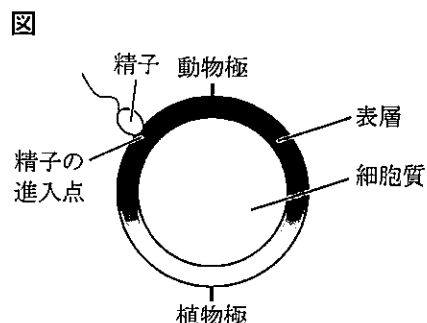
2 プロパン $C_3H_8$ に十分な酸素を加えた混合気体をピストン付きの容器内で点火し、完全燃焼させた。その後 a 容器内の気体をすべて取り出し、乾燥させると体積は 90 mL になった。 さらに、その中の b 二酸化炭素をすべて除いたところ、気体の体積は 60 mL になった。 次の各問いに答えなさい。ただし、気体の体積はいずれも標準状態における値とする。

- (1) プロパンの完全燃焼を、化学反応式で書きなさい。
- (2) 下線 a の気体の乾燥には酸化カルシウムを用いることができない。その理由を簡潔に説明しなさい。
- (3) 下線 b の二酸化炭素の検出として、石灰水を用いると白濁して白い沈殿物を生じた。この沈殿物を化学式で書きなさい。
- (4) はじめのプロパンの体積は何 mL か求め、有効数字 2 桁で書きなさい。
- (5) はじめに加えた酸素の体積は何 mL か求め、有効数字 2 桁で書きなさい。

検査IV 理科 【共通問題】

3 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

カエルの受精では、精子が卵に進入すると、精子によって持ち込まれた a 中心体の働きによって、卵細胞の表層が、その下の細胞質に対して回転する現象が起きる。これは [あ] と呼ばれ、図の精子の進入点側の表層が [い] に約 30 度回転する。また、[あ] による外見の変化では、表層に黒い色素が多く含まれる動物半球に、表層の下にあって外側からは見えなかった細胞質が [う] として見えるようになる。その後、b 発生が進むにつれ、この [う] 付近は胚や成体の背側になっていくことから、[う] が見られた時点では c 胚の体軸の 1 つである背腹軸が決まっている。



- (1) [あ] , [う] に当てはまる適切な語句を書きなさい。
- (2) [い] に当てはまる最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号を書きなさい。
- ア 植物極に向かう方向  
イ 動物極に向かう方向  
ウ 動物極から見て時計回り  
エ 動物極から見て反時計回り
- (3) 下線部 a について、中心体についての記述として最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号を書きなさい。
- ア 細胞を一定の形に保つ。                      イ 細胞内で生じた不要物を分解する。  
ウ ヤヌスグリーンで緑色に染まる。        エ 紡錘糸形成に関与する。
- (4) 下線部 b について、次の①, ②に答えなさい。
- ① 卵割の特徴を、通常の体細胞分裂と比較したとき、異なる点を 2 つ書きなさい。
- ② カエルとウニの発生に共通する記述を、次のア～カからすべて選び、記号を書きなさい。
- ア 第 2 卵割までは経割である。  
イ 第 3 卵割までは等割である。  
ウ 原腸胚期にふ化する。  
エ 脊索が生じる。  
オ 原口はやがて肛門になる。  
カ 卵割腔が動物半球にかたよって形成される。
- (5) 下線部 c について、胚の体軸は 3 つ存在するが、背腹軸以外の体軸を 2 つ書きなさい。

検査IV                      理                      科                      【共通問題】

4 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

太陽から放出されている電磁波を太陽放射という。太陽放射には様々な波長の電磁波が含まれるが、最も放射エネルギーの量が多いのは **あ** の部分である。地球と太陽が平均距離にあるとき、地球の大気圏の最上部で太陽放射に垂直な面が、単位面積・単位時間当たりに受け取る太陽放射エネルギーを太陽定数という。太陽放射の紫外線は、熱圏の酸素や成層圏の **い** によって多くが吸収される。また、太陽放射の赤外線は、地表近くの **う** や二酸化炭素によって部分的に吸収される。

地球の表面や大気からは、大気圏外に電磁波が放射されている。これを地球放射とよび、そのエネルギーの量は地球が吸収する太陽放射エネルギーとつりあっている。また、地表と大気の間でもエネルギーが移動しており、地球全体のエネルギー収支がつりあっているだけでなく、大気圏と地表それぞれのエネルギー収支も平均的にはつりあっている。

- (1) **あ** に当てはまる最も適切な語句を、次のア～オから1つ選び、記号を書きなさい。  
 [ ア X線      イ 紫外線      ウ 可視光線      エ 赤外線      オ 電波 ]
- (2) **い** に当てはまる最も適切な気体の名称を書きなさい。
- (3) **う** に当てはまる最も多く赤外線を吸収している気体の名称を書きなさい。
- (4) 地球全体が受ける単位時間当たりの太陽放射エネルギーを、地表面全体で平均すると何  $\text{kW/m}^2$  か求め、有効数字2桁で書きなさい。ただし、太陽定数を  $1.37 \text{ kW/m}^2$  とする。
- (5) 下の枠内の数値は、大気圏上端に達する太陽放射エネルギーの量を 100 としたときの太陽放射の行方と、地表と大気圏の間のエネルギーの移動を相対値で示したものである。  
 次の①、②のエネルギー量を下の数値を用いて求め、大気圏上端に達する太陽放射エネルギーの量を 100 とした相対値で書きなさい。
- ① 地表からの放射  
 ② 地球放射

＜太陽放射の行方＞	
大気・雲による反射	22
地表による反射	9
大気・雲による吸収	20
地表による吸収	49
＜地表から大気圏へのエネルギーの移動＞	
地表からの放射のうち大気や雲が吸収	102
顕熱（伝導）と潜熱（水の蒸発・凝結）	30
＜大気圏から地表へのエネルギーの移動＞	
大気からの放射のうち地表が吸収	95

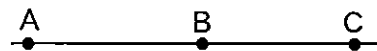
- (6) 地球においては、地表からの放射を大気中の成分が吸収し、暖まった大気が地表に向かって赤外線を放射して地表を暖めることで、地表や大気圏下層の温度が高く保たれている。このことを何というか、書きなさい。

検査IV                      理                      科                      【選択問題】

5 次の各問いに答えなさい。

- (1) 図1のように、3つの点電荷A, B, Cが一直線上に置かれている。BはAとCの間にある。それぞれの電気量の大きさは0ではなく、互いの距離は無限ではない。

図1



- ① 次の関係が正しいか否か書き、そのように判断した理由を説明しなさい。

「BとCからAにはたらく静電気力がつりあい、かつAとCからBにはたらく静電気力がつりあっているならば、AとBからCにはたらく静電気力も必ずつりあっている。」

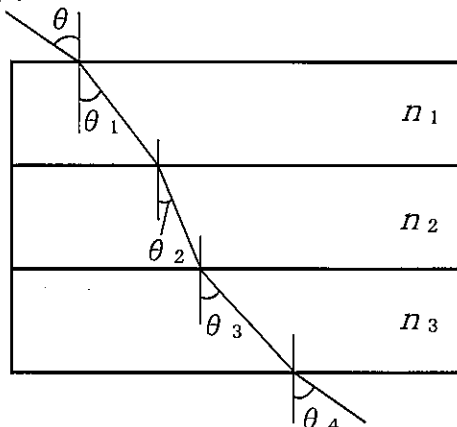
- ② A, B, Cの電気量をそれぞれ $-q_A$ ,  $q_B$ ,  $-q_C$ とし、AB間の距離を $L_{AB}$ , BC間の距離を $L_{BC}$ とする。ただし、 $q_A$ ,  $q_B$ ,  $q_C$ は正の値である。いま、それぞれの電荷にはたらく静電気力はつりあっており、3つの電荷は静止している。

- i  $q_A = q_C$ であるとき、 $q_A$ を $q_B$ で表しなさい。  
 ii  $L_{AB} = \alpha L_{BC}$ であるとき、 $q_B$ を $\alpha$ と $q_C$ で表しなさい。ただし、 $\alpha$ は正の実数である。  
 iii 次のア～エから、正しいものをすべて選び、記号を書きなさい。

- ア  $q_A$ は必ず $q_B$ より大きい。  
 イ  $L_{AB} > L_{BC}$ ならば、必ず $q_A > q_C$ である。  
 ウ  $q_A$ ,  $q_B$ ,  $q_C$ を正のどんな値に変えても、 $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$ を適切な値にとれば、A, B, Cそれぞれに働く静電気力をつりあわせることが可能である。  
 エ  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$ を0でないどんな値に変えても、 $q_A$ ,  $q_B$ ,  $q_C$ の値を適切にとれば、A, B, Cそれぞれにはたらく静電気力をつりあわせることが可能である。

- (2) 図2のように、真空中に3枚の透明な板が重ねてある。3枚の板の表面はすべて平行な平面で、その屈折率は上から $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ であり、それらはすべて真空の屈折率である1より大きい。

図2



板の上から入射角 $\theta$ で単色光を入射させたところ、光はそれぞれの板の境界で屈折し、板の下から再び真空中に進んだ。それぞれの境界での屈折角は、 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ ,  $\theta_4$ である。

- ①  $\theta_3$ を $\theta$ を用いて表しなさい。  
 ② 次のア～エから、正しいものをすべて選び、記号を書きなさい。

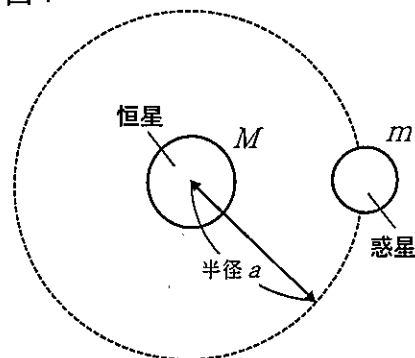
- ア  $\theta_3$ は必ず $\theta$ より小さい。  
 イ  $\theta_4$ は必ず $\theta$ に等しい。  
 ウ  $n_1 < n_3$ であれば、必ず $\theta_1 < \theta_3$ である。  
 エ  $\theta$ と $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ の値の組み合わせによっては、途中で全反射を生じて下から光が出ないこともあり得る。

検査Ⅳ                      理                      科                      【選択問題】

6 次の各問いに答えなさい。

- (1) 恒星を中心として、いくつかの惑星が等速円運動をしているものとする。このとき、惑星の公転周期の2乗と円軌道の半径の3乗の比の値はすべての惑星について同じ値になる。このことを、簡潔に説明しなさい。ただし、図1のように、恒星の質量を $M$ 、惑星の質量、公転周期、円軌道の半径をそれぞれ $m$ 、 $T$ 、 $a$ 、万有引力定数を $G$ 、円周率を $\pi$ とする。

図1

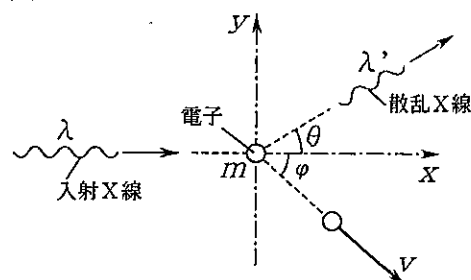


〔解答上の留意点〕

高等学校の学習指導要領の範囲内で、説明に用いる式が何を表しているかを示すこと。式変形の過程をすべて示す必要はない。

- (2) 図2のように、静止している質量 $m$ の電子に波長 $\lambda$ のX線光子をあて、電子を角度 $\varphi$ の方向に速さ $v$ ではね飛ばす。散乱X線は波長が $\lambda'$ となり、角度 $\theta$ の方向に進む。真空中での光速を $c$ 、プランク定数を $h$ とする。

図2



- ① 入射するX線光子のエネルギーと運動量の大きさをそれぞれ書きなさい。
- ② 衝突前後のエネルギー保存の法則を表す式を書きなさい。
- ③ ②の式と運動量保存の法則を表す式から、 $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$  を簡潔に示しなさい。ただし、 $\lambda' \cong \lambda$  で、 $\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} \cong 2$  の近似が成り立つものとし、導出の手順は示すが、式変形の過程をすべて示す必要はない。

## 検査Ⅳ 理 科 【選択問題】

- 7 下の各問いに答えなさい。ただし、空気に含まれる気体は、窒素、酸素、水蒸気、二酸化炭素のみであり、原子量は、 $H=1.00$ 、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ 、 $Na=23.0$ とする。

ある質量の水酸化ナトリウムの結晶をとり、空気中にしばらく放置したところ、変化がみられた。

この状態のものを水に溶かし 100 mL の溶液とした。この溶液 20.0 mL を用いて 0.500 mol/L の塩酸で中和滴定を行った。

はじめに、指示薬としてフェノールフタレインを用いて滴定を行うと、第1中和点までに塩酸 32.5 mL を必要とした。続けて、指示薬としてメチルオレンジを加えて滴定を行うと、第1中和点から第2中和点までに塩酸 1.00 mL を必要とした。

- (1) 第1中和点での、フェノールフタレインの色の変化を書きなさい。
- (2) 第2中和点での、メチルオレンジの色の変化を書きなさい。
- (3) 下線部で起こった現象について、中和滴定の結果をもとに説明しなさい。ただし、次の数値、物質名および化学反応式は必ず説明に含め、数値は有効数字3桁で示すこと。
  - ・最初の水酸化ナトリウムの結晶の質量
  - ・化学変化で生成した物質名
  - ・化学変化の反応式
  - ・化学変化した水酸化ナトリウムの質量

検査Ⅳ                      理                      科                      【選択問題】

- 8 下の各問いに答えなさい。ただし、原子量は、 $H=1.00$ 、 $C=12.0$ 、 $O=16.0$ 、 $Br=80.0$ とする。

〔実験1〕

- ① 組成式 $CH_2O$ の化合物Aがある。Aの $0.100\text{ mol/L}$ の水溶液 $10.0\text{ mL}$ に $0.100\text{ mol/L}$ の臭素水を滴下すると、臭素水の色が消え、 $10.0\text{ mL}$ 滴下したところで脱色しなくなった。その後、この水溶液から化合物Bを取り出すと、Bの分子量はAの約2.4倍だった。
- ② また、Aの $0.100\text{ mol/L}$ の水溶液 $10.0\text{ mL}$ にフェノールフタレイン溶液を数滴加えて、 $0.100\text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、 $20.0\text{ mL}$ を加えたところで反応液は赤色になった。

〔実験2〕

- ① ベンゼンに紫外線照射下で、塩素を十分に作用させたところ、化合物Cが生成した。

- (1) 次の文を読み、下の各問いに答えなさい。

有機化合物は、分子の形や炭素原子間の結合によって分類される。炭素原子どうしの結合がすべて単結合であるものを  化合物、二重結合、三重結合をもつものを  化合物という。  化合物の二重結合の検出には、臭素水の脱色が用いられる。例えば、エチレンを臭素水に通すと、臭素水が反応して無色になる。

- ①  ,  に当てはまる適切な語句を書きなさい。
- ② 下線部はどのような反応が起きていると考えられるか、簡潔に説明しなさい。
- (2) Aの分子量を求めなさい。
- (3) 実験1から考えられるAの構造式をすべて書きなさい。ただし、立体異性体を区別するものとする。
- (4) Aに立体異性体が存在するときの、Bの構造式を書きなさい。
- (5) Bの立体異性体は何種類あるか、書きなさい。
- (6) Cの立体異性体は何種類あるか、書きなさい。ただし、この生成物の炭素原子は同一平面上にあるものとする。



検査IV 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。

マカラスムギの芽生えを暗所で水平に放置すると、図1のように根は重力方向へ、茎は重力と逆方向へと曲がる現象が見られる。この現象は図1のようにオーキシンが下側へ移動し、オーキシン濃度が高くなった場所で、それぞれの組織の成長に異なる作用をおよぼすことで生じる。オーキシン濃度と茎、根の組織の成長への影響は図2のとおりである。

図1

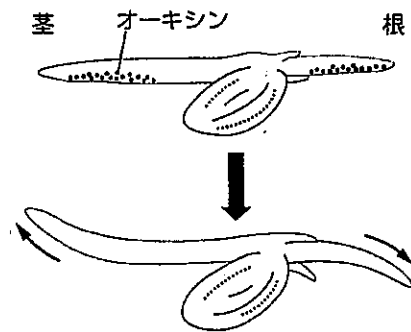
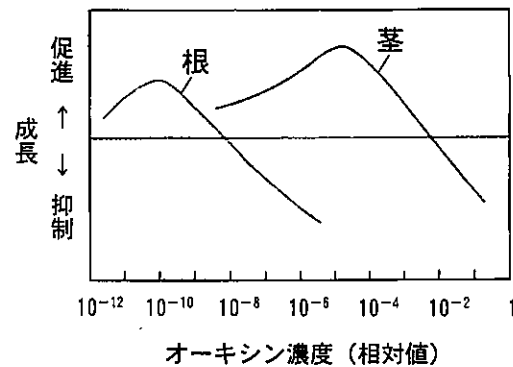


図2



- (1) 植物組織の培養で用いられるオーキシンにNAAという略称のものがある。NAAの名称を書きなさい。
- (2) 図1の現象を何というか、名称を書きなさい。
- (3) 図1の現象を観察するために、光の影響を受けないようにする理由を簡潔に説明しなさい。
- (4) 図1の現象で、茎においてオーキシンの作用はどのようなものか、簡潔に説明しなさい。
- (5) マカラスムギの芽生えで、根の先端のある部分を切断すると図1のように根が重力方向へ曲がる現象は見られなくなる。ある部分の名称を書きなさい。
- (6) (5)の「ある部分」の細胞内には、アミロプラストという細胞小器官がある。図1のように、オーキシンが下側に移動するしくみについて、アミロプラスト、オーキシン排出輸送体の2語を用いて説明しなさい。
- (7) オーキシンは除草剤の成分として用いられることがある。図2をもとに、オーキシンの除草効果について説明しなさい。

検査Ⅳ                      理                      科                      【選択問題】

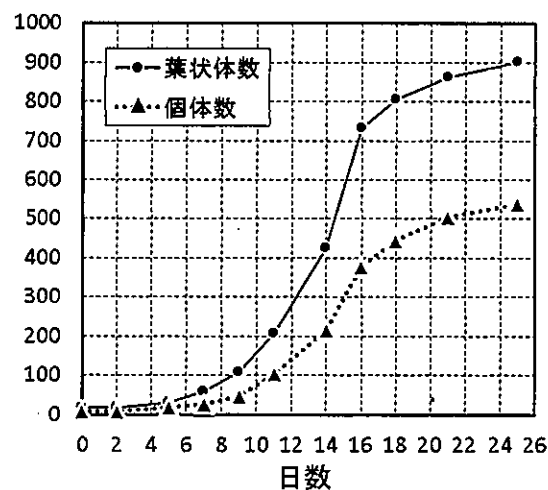
10 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

ウキクサは環境条件により、1個体あたりの葉状体数が増える特性がある。図1のように、2つの葉状体で1個体が形成されているウキクサ8個体（葉状体数は16）を、培養液200mLが入った腰高ペトリ皿（直径9cm）に入れ、ふたをした。さらに、ペトリ皿は水を張ったプラスチックバットの中に入れ、日当たりの良い場所に置き培養を行った。数日おきに個体数と葉状体数を観察したところ、図2のような変化が見られた。

図1



図2



- (1) ウキクサのように、葉を水面に広げ、葉および根が水中に浮いた状態で生息している植物を何というか。名称を書きなさい。
- (2) 培養液には、植物に必須な無機養分が3つ含まれている。3つの無機養分をそれぞれ書きなさい。
- (3) 下線部のようにして培養を行う理由を説明しなさい。
- (4) 図2のように、ある一定の地域で生息する個体群の個体数変化を表したグラフの名称を書きなさい。
- (5) この培養条件での環境収容力は約何個か、書きなさい。
- (6) 図2の個体数と葉状体数の変化から、ウキクサにどのような密度効果が表れていると考えられるか書きなさい。
- (7) 培養26日後でも、培養液の養分が残っているとき、個体数、葉状体数が増えない原因としてどのようなことが考えられるか説明しなさい。

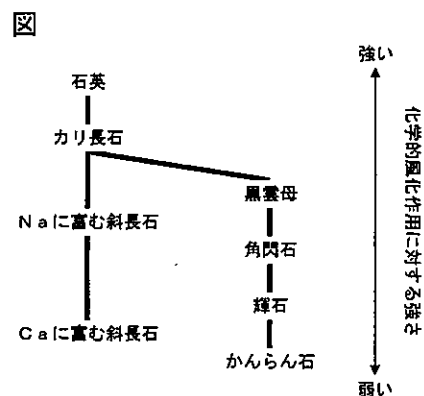
検査IV 理 科 【選択問題】

11 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

地表は、河川などの流水や雨、風、波、氷河などによって侵食されていく。岩石は、太陽からの熱と光、気象作用などによって破壊されたり、性質が変化したりして分解されていく。岩石が分解されることを風化という。風化には物理的（機械的）風化と化学的風化、さらに生物の作用によって分解される生物的風化がある。

物理的（機械的）風化は、割れ目に入り込んだ水の凍結による膨張、気温の変化に伴う鉱物の膨張・収縮によって生じる。造岩鉱物の石英は鉱物の中でも膨張率が高い性質を持つ。火成岩の中では、酸性岩（珪長質岩）で等粒状組織からなる **あ** が、高山では風化しやすい。

化学的風化は、岩石を構成する鉱物が地球表層付近で水と反応することで起こる。この反応の起こりやすさは岩石を構成する鉱物によって異なる。火成岩を構成する造岩鉱物では、鉱物の化学的風化作用に対する強さは図のような順番になることが知られている。石灰岩地域では、雨水や地下水による化学的風化が強くはたらき、石灰岩を徐々に溶かしていく。その結果、地下には **い** が形成され、地表にはすり鉢状の窪地である **う** などができ、いわゆる **え** 地形をつくっていく。



- (1) **あ** ~ **え** に当てはまる適切な語句を書きなさい。  
 (2) 物理的（機械的）風化作用と最も関係が深いものを、次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

[ ア カオリン（カオリナイト） イ モレーン ウ 玉ねぎ状構造 エ 海食崖 ]

- (3) 図の化学的風化作用に対する強さが、造岩鉱物の晶出温度とどういう関係にあるか。晶出温度という語句を用いて、簡潔に説明しなさい。

- (4) 表は、花こう岩が分布する溪流の河川水と、斑れい岩が分布する溪流の河川水の陽イオンの化学組成を、質量百分率でそれぞれ示したものである。

Aの河川水が流れている溪流に分布する岩石名を書きなさい。また、そのように判断した理由を説明しなさい。ただし、化学的風化作用が河川水の化学組成を決めているものと仮定する。

表  
2つの河川水A、Bの陽イオンの化学組成

	A	B
Na <sup>+</sup>	17	48
K <sup>+</sup>	2	6
Ca <sup>2+</sup>	65	45
Mg <sup>2+</sup>	16	1
合計	100	100

[質量%]

検査IV                      理                      科                      【選択問題】

12 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

地球の内部構造を、地震波の伝わり方や化学組成で分類すると外側から地殻・マントル・外核・内核と4分される。さらに地殻は海洋地殻と大陸地殻に分類される。海洋地殻は玄武岩質の岩石からなり、大陸地殻は上部が花こう岩質岩石、下部が玄武岩質岩石からなる。地殻の密度はマントルより小さいため、地殻はマントルの上に浮かんだ状態になっている。こうした状態をアイソスタシーと呼ぶ。

海洋地殻は主にプレートの **あ** 境界の火成活動により生まれる。一方、大陸地殻は主にプレートの **い** 境界の火成活動により生まれる。マントル上部は **う** 岩よりなり、**う** 岩の部分溶融によって生じたマグマは基本的に **え** 岩質である。マグマだまり内で **え** 岩質マグマが冷えていくと、次々と異なった鉱物が晶出しマグマ内から取り除かれていく。そのためマグマの化学組成が変化する。このようなプロセスをマグマの結晶分化作用という。

- (1) **あ** ~ **え** に当てはまる適切な語句を書きなさい。
- (2) 玄武岩質岩石を構成する造岩鉱物のうち、体積比が高い有色鉱物(苦鉄質鉱物)を2つ書きなさい。
- (3) 岩石の融解には水のような融点を下げる物質を加える以外に2種類ある。その融解条件を2つ書きなさい。
- (4) 表は、もとの **え** 岩質マグマと、結晶分化作用によって鉱物が晶出し残ったマグマの化学組成を示している。マグマから取り除かれた鉱物全体の化学組成は、もとの **え** 岩質マグマと比較してどのような特徴を持つか。最も適切なものを、次のア~エから1つ選び、記号を書きなさい。

表

マグマの化学組成	<b>え</b> 岩質マグマ	残ったマグマ
a	51.0	72.0
b	15.5	14.5
c	11.0	2.5
d	8.0	1.0
e	11.0	2.0
f	2.5	3.5

(質量%)

- ア aに富み, c, dも富む。  
 イ aに富み, c, dは乏しい。  
 ウ aに乏しく, c, dは富む。  
 エ aに乏しく, c, dも乏しい。

- (5) いまアイソスタシーが成立している地域の海洋と海洋地殻がそれぞれ4.0 kmの場所がある。大陸地殻の厚さが40 kmだったとすると、この大陸の海面からの高さは何 km か求め、有効数字2桁で書きなさい。ただし、海水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、海洋地殻の密度を  $3.0 \text{ g/cm}^3$ 、大陸地殻の密度を  $2.8 \text{ g/cm}^3$ 、マントルの密度を  $3.3 \text{ g/cm}^3$  とする。