

ク ラ ス		受験番号	
出席番号		氏 名	

2012年度

第1回 全統記述模試問題

理 科

2012年5月実施

(1科目 60分)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

注 意 事 項

1. 問題冊子は55ページである(物理 1～9ページ、化学 11～24ページ、生物 25～39ページ、地学 41～55ページ)。
2. 解答用紙は別冊になっている。(解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。)
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名・在・卒高校名・クラス名・出席番号・受験番号** (受験票の発行を受けている場合のみ) を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
5. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
6. 試験終了の合図で上記4.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

物 理

1 (配点 33点)

一辺の長さが L の正方形の断面 $ABCD$ をもつ、中空の直方体容器がある。内面 AB , BC , CD はなめらかであり、内面 DA は一様にあらい。容器の壁の厚みは無視できるものとする。

図1のように、斜面 AB の傾角が θ ($0^\circ < \theta < 45^\circ$) になるように、点 B を含む容器の一辺を水平な床に固定した。ここで、小球を点 A から静かに放したところ、点 B を通過し、斜面 BC 上の点 T で速さが 0 になった。以下の間に答えよ。ただし、容器の内面の角にはわずかな丸みがつけられており、点 B や点 D を通過する際に、小球は、速さは変えずに速度の向きだけを 90° 変えるものとする。

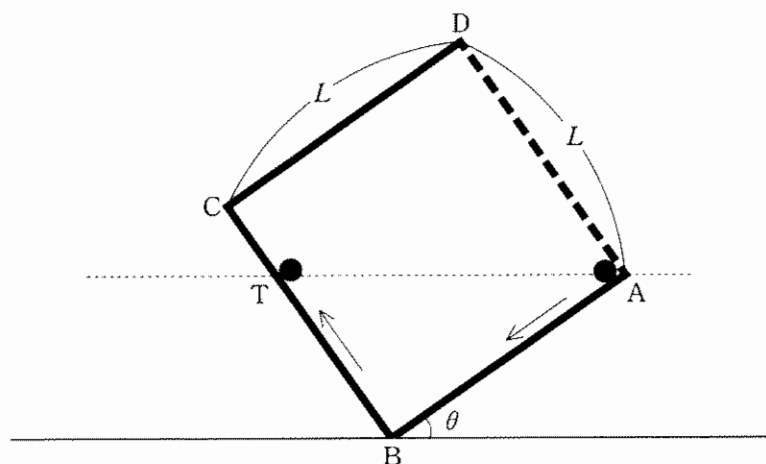


図1

問1 小球が斜面 AB 上を運動するときの加速度の大きさを a とする。

- (1) 小球が点 A から点 B まで進むのにかかる時間を、 L , a を用いて表せ。
- (2) 点 B を通過するときの小球の速さを、 L , a を用いて表せ。

問2 斜面 BC 上の点 T の床からの高さは、点 A の高さと同じである。点 B と点 T との距離 BT を、 L 、 θ を用いて表せ。

問3 小球が斜面 BC 上を運動するときの加速度の大きさを b とする。 $\frac{b}{a}$ を、 θ を用いて表せ。

次に、図 2 のように、容器を回転させ、斜面 CD の傾角が ϕ になるように、点 D を含む容器の一辺を水平な床に固定した。このとき、点 C の床からの高さは $\frac{4}{5}L$ であった。ここで、小球を点 C から静かに放したところ、点 D を通過し、あらい斜面 DA 上を運動し、ちょうど点 A で速さが 0 になった。さらに、小球はあらい斜面 DA 上を折り返し、点 D を通過し、斜面 CD 上の点 T' で速さが 0 になった。

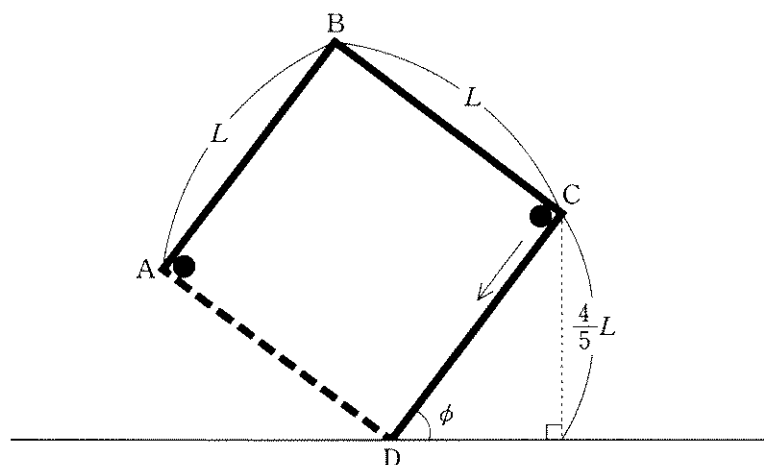


図 2

問4 点 C の床からの高さが $\frac{4}{5}L$ であることから、 $\cos \phi$ を、数値で求めよ。

問5 小球が斜面 CD 上を下向きに運動するときの加速度の大きさを a' 、あらい斜面 DA 上を上向きに運動するときの加速度の大きさを b' とする。 $\frac{b'}{a'}$ を、数値で求めよ。

問 6 あらい斜面 DA と小球との間の動摩擦係数を，数値で求めよ。

問 7 点 T' の床からの高さを， L を用いて表せ。

物理の問題は次のページに続く。

2 (配点 34点)

図1のように、自然の長さが L の軽いゴムひもの一端を水平面上の点 O に固定し、他端に質量 m の小球を取りつけた。ゴムひものは、自然の長さから伸びているときは、ばね定数 k の軽いばねと同様にフックの法則にしたがう弾性力をおよぼすものとし、たるんでいるときは、力をおよぼさないものとする。水平面上には点 O を原点とする x 軸がとられており、小球は x 軸に沿って一直線上を運動する。水平面は、 $-L \leq x \leq L$ の区間は一様にあらく、水平面と小球との間の動摩擦係数は μ であり、その他の区間はなめらかである。ゴムひものを自然の長さから L だけ伸ばし、小球を $x = -2L$ の位置から静かに放した。以下の問に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、たるんだゴムひものは小球の運動を妨げず、空気抵抗は無視できる。また、小球の大きさは無視し、小球が伸びたゴムひもから受ける弾性力の向きは、面に平行であるものとする。

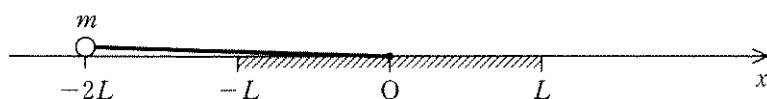


図1

問1 はじめ、ゴムひものが自然の長さから L だけ伸びているとき、

- (1) 小球がゴムひもから受ける弾性力の大きさを求めよ。
- (2) ゴムひもに蓄えられている弾性エネルギー(ゴムひもの弾性力による位置エネルギー)を求めよ。

問2 小球がはじめて $x = -L$ の位置を通過するときの、小球の速さを求めよ。

問3 小球が $-L \leq x \leq L$ の区間を通過する間に、動摩擦力が小球にした仕事を求めよ。

問4 小球は $x = L$ の位置を通過した後、 $x > L$ のある位置で速さが0になった。このときのゴムひもに蓄えられている弾性エネルギーを求めよ。

問 5 小球は再び $x=L$ の位置を通過した後、 $x=-L$ の位置に達することなく、
 $x=-\frac{1}{2}L$ の位置で静止した。動摩擦係数 μ を求めよ。

次に、図 2 のように、同じゴムひもの一端を傾角 30° のあらい斜面上端の点 O' に固定し、他端に質量 m の小球を取りつけた。斜面と小球との間の静止摩擦係数は $\frac{2}{\sqrt{3}}$ 、動摩擦係数は $\frac{1}{\sqrt{3}}$ である。ゴムひもを自然の長さから a だけ伸ばし、小球を静かに放したところ、小球は斜面上を上向きに動き始め、点 O' から飛び出した。ただし、ゴムひもは、斜面の最大傾斜方向と平行になるように伸ばしたものとし、小球は点 O' を含む一直線上を運動するものとする。

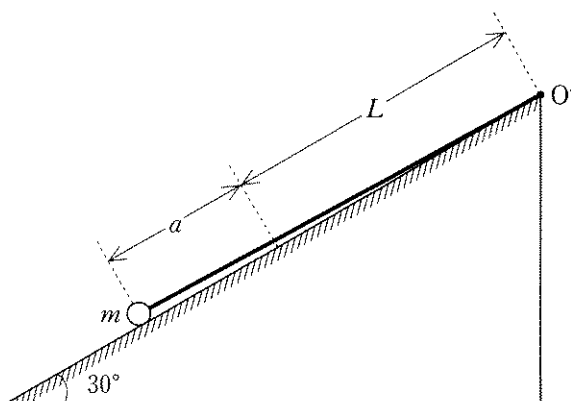


図 2

問 6 小球が斜面上を上向きに動き始めたことから、はじめのゴムひもの伸び a が満たすべき条件を求めよ。

問 7 点 O' から飛び出すときの、小球の運動エネルギーを求めよ。

問 8 小球が斜面上を運動する間、運動エネルギーが最大になる(すなわち、速さが最大になる)ときのゴムひもの伸びと、運動エネルギーの最大値を、それぞれ求めよ。
 (答だけではなく、式・説明も書け。)

3 (配点 33点)

図1のように、 xy 平面上の点 $A(-4l, 0)$ にある波源から、振動数 f の円形波が連続的に発せられている。 y 軸を境界として波の伝わる速さが異なり、 $x < 0$ の領域を領域Ⅰとし、 $x > 0$ の領域を領域Ⅱとする。図は、波源近くのある瞬間の波の山を太い実線で、谷を太い破線で表している。以下の問に答えよ。ただし、 $l > 0$ とし、図の1マスは一辺の長さが l の正方形である。また、波の減衰は無視できるものとする。

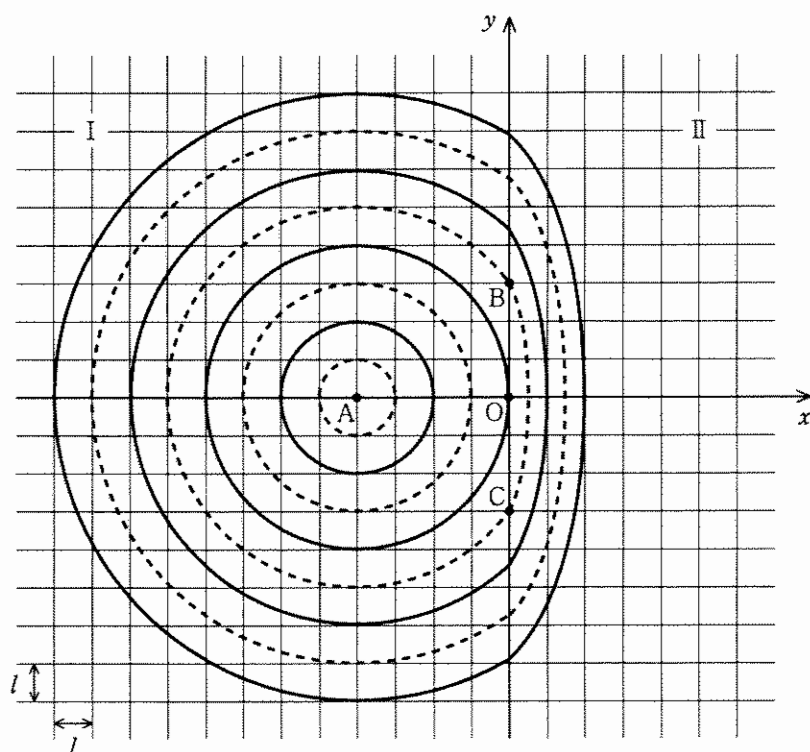


図1

問1 図1より、領域Ⅰでの波の波長を求めよ。また、領域Ⅰを伝わる波の速さを求めよ。

問2 図1より、領域Ⅱでの波の波長を求めよ。また、領域Ⅱを伝わる波の速さを求めよ。

y 軸に沿って仕切り板を置き、領域Ⅱに波が伝わらないようにした状態で、y 軸上の点 B (0, 3*l*) と点 C (0, -3*l*) に狭い隙間をあけた。点 B にあけた隙間をスリット S_B、点 C にあけた隙間をスリット S_C とする。波源からの波は、スリット S_B、S_C を通って、領域Ⅱに伝わる。

問 3 以下の文章の (ア) , (イ) には適当な物理用語を、(ウ) には適当な数式を入れよ。

スリット S_B を通った波は (ア) して領域Ⅱに半円形の波紋を描きながら広がり、スリット S_C を通った波も (ア) して領域Ⅱに半円形の波紋を描きながら広がる。これら 2 つの波が (イ) して、領域Ⅱでは、波が強め合う場所と弱め合う場所が現れる。領域Ⅱのある点 P で波が強め合う条件は、領域Ⅱでの波の波長 λ と整数 m を用いて、 $BP - CP =$ (ウ) と表される。

次に、点 C のスリット S_C をふさぎ、原点 O に狭い隙間をあけた。この隙間をスリット S₀ とする。

問 4 点 A にある波源の変位と時刻 t の関係は、図 2 のように表される。点 B にあるスリット S_B と、原点 O にあるスリット S₀ で、スリットへ入射する波の変位と時刻 t の関係は、どのように表されるか。下のグラフ a ~ d からそれぞれ 1 つずつ選んで、記号で答えよ。

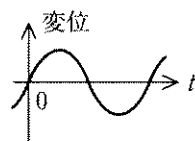
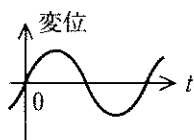
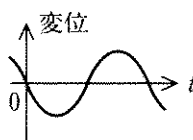


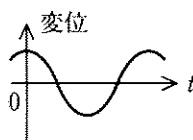
図 2



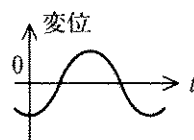
a



b



c



d

問 5 領域Ⅱには，スリット S_B を通った波とスリット S_0 を通った波が強め合う場所を連ねた線は，何本あるか。

問 6 領域Ⅱの x 軸上 ($x > 0$) には，強め合う場所がいくつかある。そのうち原点 O に最も近い場所の x 座標を答えよ。

化学の問題は次ページから始まる。

化 学

注意：問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 (配点 25点)

次の文を読み、問 1 ～問 7 に答えよ。

物質を構成する基本的な粒子である原子は、原子核と電子からなる。原子核中に存在する **あ** の数と ^① 中性子の数の和を質量数といい、原子番号が等しく、質量数が異なる原子を互いに **い** という。

同じ元素の単体で性質の異なるものを ^② 同素体 という。たとえば、炭素の同素体には黒鉛やダイヤモンドなどがある。

元素を原子番号の順に並べると、性質のよく似た元素が周期的に現れる。これを元素の ^③ 周期律 という。周期律に基づいて、性質のよく似た元素が縦の列に並ぶようにして作成した表を元素の周期表という。たとえば、周期表の 17 族に属する元素の原子は、電子を受け取って 1 価の陰イオンになるときに放出するエネルギーが大きい。このエネルギーを **う** という。17 族元素のひとつであるフッ素の単体は、常温で淡黄色の気体であり、酸化力がきわめて強く、^④ 水と激しく反応して酸素を発生する。

次の表 1 に元素の周期表の一部を示す。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2															イ			Ne
3													ロ					Ar
4			Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	ハ	Kr

表 1 元素の周期表

問1 空欄 あ ～ う に適する語を記せ。

問2 下線部①について、 $^{56}_{26}\text{Fe}$ と中性子の数が等しい原子を、次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、(ア)～(オ)の記号を記せ。

(ア) $^{53}_{24}\text{Cr}$ (イ) $^{55}_{25}\text{Mn}$ (ウ) $^{57}_{26}\text{Fe}$ (エ) $^{59}_{27}\text{Co}$ (オ) $^{60}_{28}\text{Ni}$

問3 下線部②に関する記述として誤りを含むものを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 黒鉛は電気をよく通し、ダイヤモンドは電気を通さない。
- (イ) 斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄はいずれも S_8 分子で構成されている。
- (ウ) 黄リンは空気中で自然発火するが、赤リンは自然発火しない。
- (エ) 酸素は無色の気体であり、オゾンは淡青色の気体である。

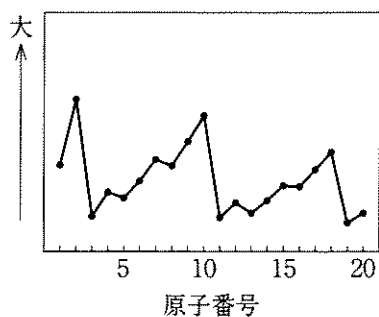
問4 表1について、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 第4周期までのアルカリ金属元素の元素記号をすべて記せ。
- (2) □の元素名を記せ。
- (3) ハの1価の陰イオンの電子配置を、次の O^{2-} の例にならって記せ。

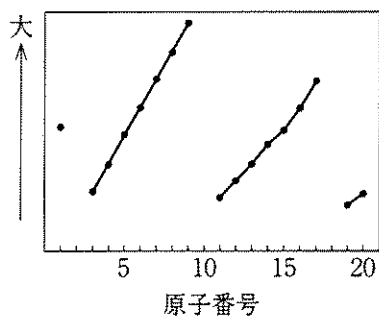
〔例〕 K(2) L(8) M(0) N(0)

問 5 下線部 ③ について、原子番号 20 までの原子の原子番号と価電子の数の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の (ア) ~ (オ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

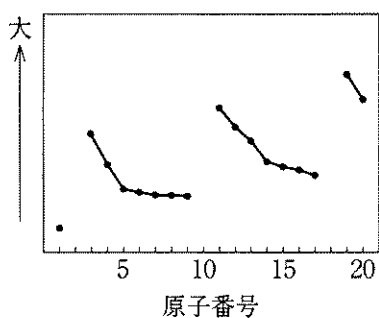
(ア)



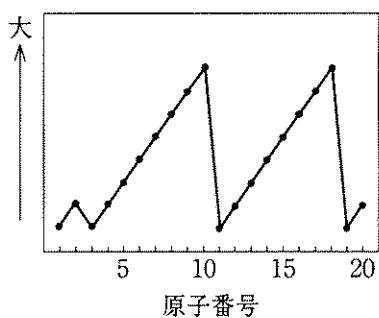
(イ)



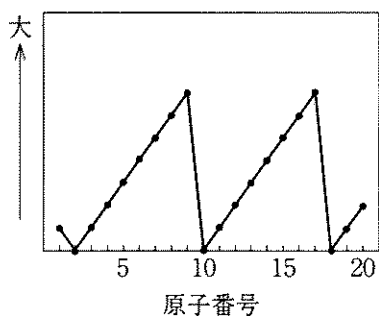
(ウ)



(エ)



(オ)



問 6 下線部 ④ について、フッ素と水の反応を化学反応式で記せ。

問7 表1中の元素イの水素化合物は塩基性の気体である。実験室におけるこの気体の製法について、次の(1)、(2)に答えよ。

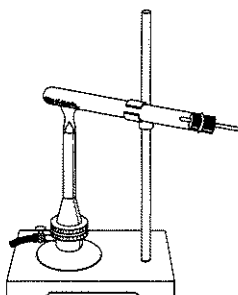
(1) この気体が発生するときに起こる変化を化学反応式で記せ。ただし、必要な試薬は次の【試薬群】の中から選ぶこと。

【試薬群】 塩酸、濃硫酸、濃硝酸、水酸化カルシウム、塩化アンモニウム、硝酸ナトリウム、亜鉛、銅

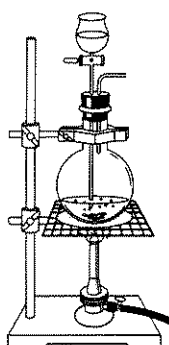
(2) この気体の発生装置を次の(ア)～(ウ)のうちから、捕集装置を次の(エ)～(カ)のうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

【発生装置】

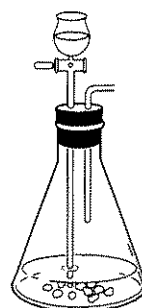
(ア)



(イ)

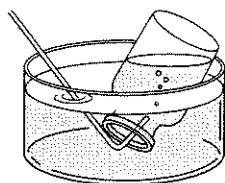


(ウ)

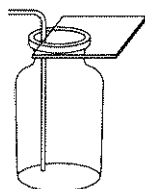


【捕集装置】

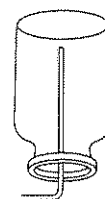
(エ)



(オ)



(カ)



2 (配点 30点)

酸と塩基に関して、次の I，II に答えよ。

I 次の表の 4 つの水溶液 A ～ D について、問 1 ～問 4 に答えよ。ただし、水溶液中の水素イオン濃度 $[H^+]$ と水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ の積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ で一定とする。

水溶液	A	B	C	D
	塩酸	酢酸水溶液	水酸化ナトリウム水溶液	水酸化バリウム水溶液
モル濃度 $[\text{mol/L}]$	0.10	0.10	x	y
pH	あ	2.7	13.0	13.0

問 1 酸・塩基の定義「酸とは水素イオンを相手に与える物質のことをいい、塩基とは水素イオンを受け取る物質のことをいう」を提唱した人物を、次の (ア) ～ (オ) のうちから選び、その記号を記せ。

- (ア) ヘス (イ) アレーニウス (ウ) アボガドロ (エ) ブレンステッド
(オ) ドルトン

問 2 水溶液 A, B について, 次の (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 表中の空欄

あ

 に適する数値を, 四捨五入により小数第 1 位まで記せ。
- (2) 水溶液 B 中の酢酸の電離度はいくらか。四捨五入により有効数字 1 桁で記せ。
必要ならば, $10^{-2.7} = 2 \times 10^{-3}$ を用いよ。
- (3) 次の方法 **ア** または **イ** のいずれかを用いて, 水溶液 A と B を識別したい。識別するのに適している方法を選び, **ア** または **イ** の記号で答えよ。また, その方法を用いたとき, 水溶液 A と B でどのような違いがあるか。その違いについて述べた下記の文中の空欄に適する語句を 10 字以内で記せ。

【方法】

ア 同体積の水溶液 A と B を中和するのに必要な水酸化ナトリウムの物質量を調べて比較する。

イ 同体積の水溶液 A と B に亜鉛を加え, 気泡の発生する様子を観察する。

【水溶液 A と B での違い】

水溶液 A の方が B より

--

。

問 3 水溶液 C のモル濃度 x [mol/L], D のモル濃度 y [mol/L] について, 次の (1), (2) に答えよ。

- (1) x を, y を用いた式で表せ。
- (2) y の値はいくらか。四捨五入により有効数字 1 桁で記せ。

問 4 次の (1), (2) の水溶液は, それぞれ「酸性」, 「中性」, 「塩基性」のいずれを示すか。

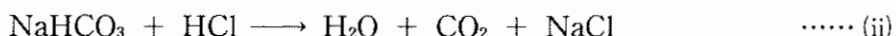
- (1) 水溶液 A と D を同体積ずつ混合した水溶液
- (2) 水溶液 B と C を同体積ずつ混合した水溶液

II 次の文を読み、問 5 ～問 8 に答えよ。

炭酸ナトリウム Na_2CO_3 水溶液に塩酸を滴下すると、はじめは次の式 (i) の反応が進行して炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 が生成する。



式 (i) の反応が終わったのち、さらに塩酸を滴下すると、次の式 (ii) の反応が進行して二酸化炭素が発生する。



式 (i), (ii) の反応の終点は、それぞれフェノールフタレイン、メチルオレンジの変色により判定できる。

いま、ある量の NaHCO_3 を試験管に入れて加熱したところ、① NaHCO_3 の一部が分解して Na_2CO_3 に変化した、② Na_2CO_3 と NaHCO_3 の混合物になった。この混合物をすべてビーカーに入れて少量の水を加えて溶かしたのち、その全量を い に移し、これに水を加えて正確に 1 L の水溶液を調製した。この水溶液 20.0 mL を ③ ホールピペット を用いて三角フラスコにはかりとり、フェノールフタレインを加えて 0.100 mol/L の塩酸で滴定したところ、終点までに 12.5 mL を要した。引き続き、これにメチルオレンジを加えて 0.100 mol/L の塩酸で滴定したところ、終点までにさらに 17.5 mL を要した。

問 5 下線部 ① の変化を化学反応式で記せ。

問 6 空欄 い に最も適する実験器具の名称を記せ。

問 7 下線部 ③ について、純水で洗ったあとのホールピペットの使用方法として最も適当なものを、次の (ア) ～ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 加熱して十分に乾燥させてから用いる。
- (イ) 純水で濡れたままの状態で行う。
- (ウ) はかりとる水溶液で数回すすいだのち、乾燥するのを待ってから用いる。
- (エ) はかりとる水溶液で数回すすいだのち、濡れたままの状態で行う。

問 8 下線部 ② の混合物について、次の (1), (2) に答えよ。答えの数値は四捨五入により有効数字 3 桁で記せ。

(1) 混合物中の Na_2CO_3 の物質量は何 mol か。

(2) はじめに試験管に入れた NaHCO_3 のうち、加熱によって分解した割合は何 % か。

3 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。ただし、発生した気体の水溶液への溶解は無視できるものとする。また、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol 、原子量は $\text{Cu} = 64$ とし、答えの数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

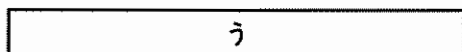
I 次の文を読み、問 1 ～ 問 3 に答えよ。

図 1 のように、白金板を電極として硫酸ナトリウム水溶液を電気分解すると、以下の反応が起こる。

陰極では、水溶液中のナトリウムイオンよりも水の方が **あ** されやすく、次式のように水素が発生する。



陽極では、電極に用いた白金や水溶液中の硫酸イオンよりも水の方が **い** されやすく、次式のように酸素が発生する。



したがって、全体としては、次式のように水の分解が起こる。

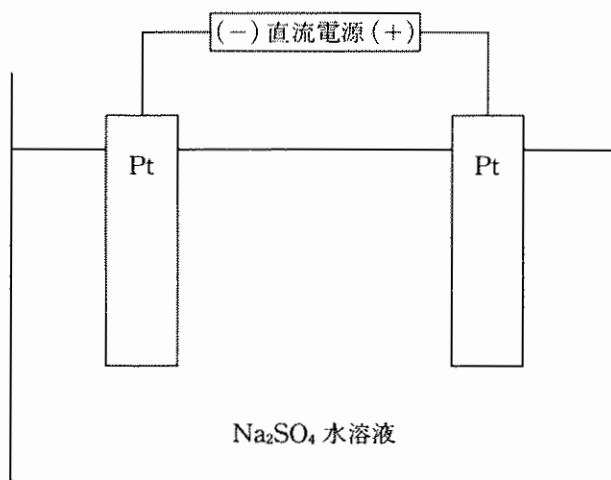
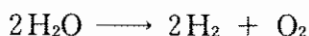


図 1

問 1 空欄 あ，い に適する語の組合せを，次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び，その記号を記せ。

	あ	い
(ア)	酸化	酸化
(イ)	酸化	還元
(ウ)	還元	酸化
(エ)	還元	還元

問 2 空欄 う に適するイオン反応式(電子 e^- を含む)を記せ。

問 3 一定の電流を流して前記の電気分解を行ったところ，80 分間に標準状態で 56 mL の水素が発生した。このとき発生した水素の標準状態における体積と時間の関係を表すグラフは，図 2 中の破線で示す直線になった。これについて，次の(1)，(2)に答えよ。

(1) 流した電流は何 A か。

(2) 0 分から 80 分までの，発生した酸素の標準状態における体積と時間の関係を表すグラフを解答用紙の図中に実線で記せ。

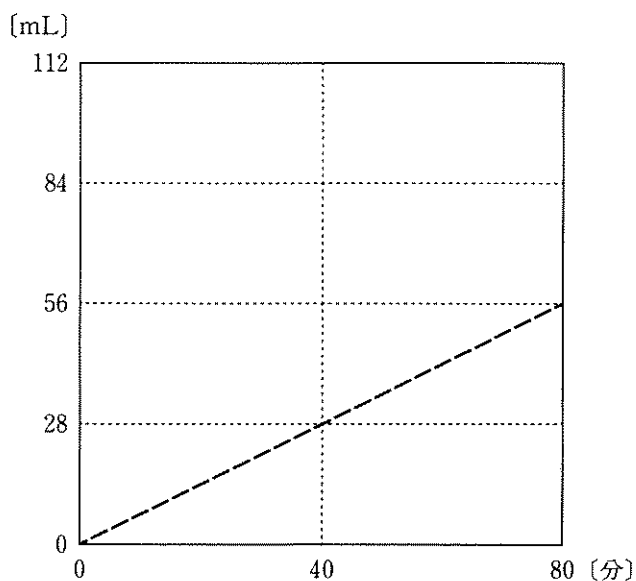


図 2

II 次の電気分解の実験について、問4～問8に答えよ。ただし、電気分解による水溶液の体積変化は無視できるものとする。

図3のような装置を用いて、電気分解を行った。電解液としてA槽には0.10 mol/L 硫酸銅(II)水溶液 0.50 L、B槽には0.10 mol/L 塩化ナトリウム水溶液 0.50 L、C槽には0.10 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液 0.50 Lを入れ、電極はすべて白金板を用いた。また、B槽内の水溶液は陽イオンだけが通過できる膜で中央を仕切っている。

電源から0.060 molの電子を流したところ、A槽の陰極では気体の発生は起こらず、電極の質量が0.80 g増加した。

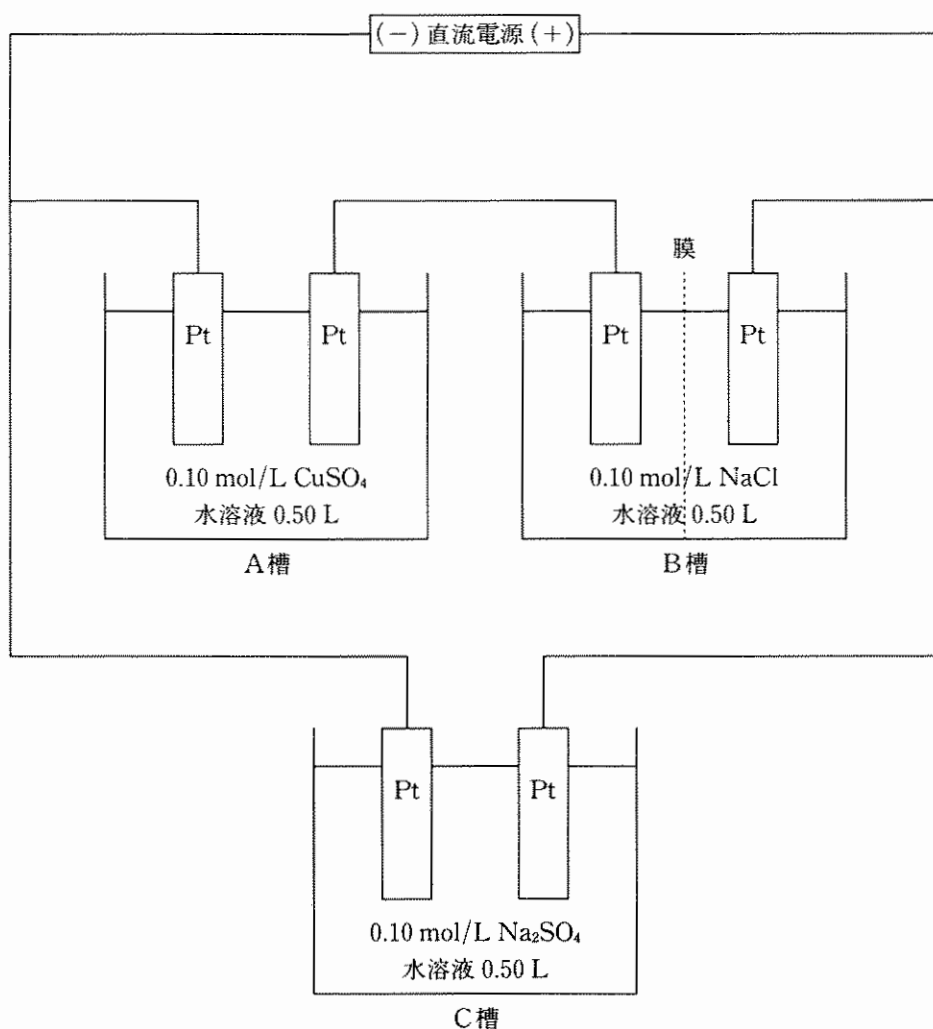
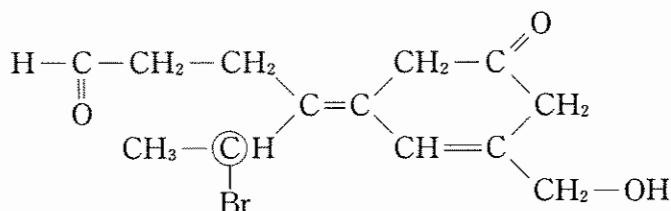


図3

4 (配点 20点)

次の I, II に答えよ。ただし、構造式は次の例にならって記せ。

(構造式の例)



(○で囲んだ炭素は不斉炭素原子を表す。)

I 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

分子式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ で表される鎖式飽和炭化水素を あ という。代表的な あ である① メタン CH_4 と塩素を混合して光を照射すると、置換反応が起こる。

分子式 C_nH_{2n} で表される鎖式不飽和炭化水素をアルケンという。② アルケンは付加反応を起こしやすい。 $n \geq$ い のアルケンには、環式飽和炭化水素の異性体が存在する。

分子中に炭素間三重結合を1つもち、分子式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ で表される鎖式不飽和炭化水素を う という。代表的な う である③ アセチレン C_2H_2 と水を反応させると、不安定なビニルアルコールを経て、アセトアルデヒド CH_3CHO が生じる。

問1 空欄 あ ～ う に適する語または数字を記せ。

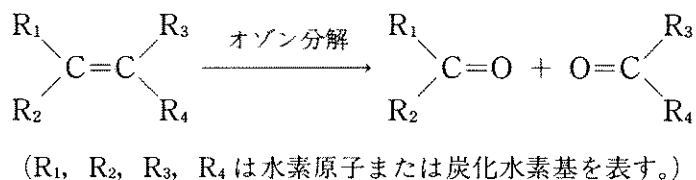
問2 下線部①について、メタンと塩素からクロロメタンが生じる変化を化学反応式で記せ。ただし、反応式中の物質は分子式で記すこと。

問3 下線部②について、プロペン C_3H_6 に臭素が付加したときに生じる化合物の構造式を記せ。その化合物中に不斉炭素原子が存在する場合、不斉炭素原子を○で囲むこと。ただし、光学異性体を区別して記す必要はない。

問4 下線部③と同様に、プロピン C_3H_4 と水を反応させると、不安定な化合物 **X** を経て、アセトン $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ が生じる。**X** の構造式を記せ。

II 次の文を読み、問5～問7に答えよ。

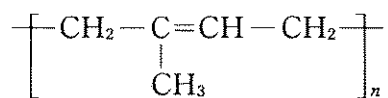
炭素間二重結合をもつ炭化水素にオゾンを作用させると、次のように二重結合が切断されてケトンまたはアルデヒドが生じる。これをオゾン分解という。



問5 分子式 C₄H₈ のアルケン **A** をオゾン分解したところ、アセトアルデヒドのみが生じた。**A** として考えられる化合物の構造式をすべて記せ。ただし、立体異性体が存在する場合はそれらを区別して記せ。

問6 シクロペンテン C₅H₈ をオゾン分解したところ、化合物 **Y** のみが生じた。**Y** の構造式を記せ。

問7 シクロペンテンの異性体 **B** は、分子中にメチル基、環状構造、炭素間二重結合をそれぞれ1つずつもつ。**B** をオゾン分解したところ、化合物 **C** のみが生じた。**C** はポリイソプレンをオゾン分解することによっても生成する。**B** と **C** の構造式を記せ。ポリイソプレンは天然ゴムの主成分であり、次の構造式で表される。



ポリイソプレン

生 物

1 浸透圧に関する次のA・Bの文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

A 細胞膜は、溶媒は透過させるが溶質は透過させない **1** 性に加え、特定の分子やイオンのみを選択的に透過させる a 選択的透過性 をもつ。動物細胞を低張液や高張液に浸すと、細胞膜を介して水の移動がみられる。例えば、b ヒトの赤血球を蒸留水に入れると、吸水して破裂する。この現象を **2** という。

植物細胞は細胞内に発達した **3** をもち、この構造体が浸透圧の調節に参与している。細胞膜の外側にある細胞壁は、溶媒も溶質も透過させる性質をもっているため、植物細胞を高張液に入れると、細胞膜が細胞壁から離れる原形質分離がみられる。また、植物細胞を低張液に入れると、吸水して膨圧を生じる。膨圧の変化は、c 気孔の開閉 など、植物にみられるさまざまな反応や成長などに関与している。

問1 文章中の **1** ～ **3** に入る適当な語を記せ。

問2 下線部aについて、選択的透過性による物質の輸送には、受動輸送と能動輸送がある。能動輸送の特徴を30字以内で述べよ。

問3 下線部bについて、ヒトの赤血球を生理食塩水に浸した場合には、体積の変化がみられない。この生理食塩水の濃度として最も適当なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えよ。

ア 0.1% イ 0.6% ウ 0.9% エ 1.8% オ 3.5%

問4 下線部cについて、気孔が開くしくみを、次の語句を用いて60字以内で述べよ。

〔語句〕 細胞壁、浸透圧、膨圧、湾曲

問 5 ある植物細胞を、浸透圧が6気圧のスクロース溶液に浸したところ、限界原形質分離の状態になった。また、この細胞を浸透圧が4気圧のスクロース溶液に移したところ、細胞の体積が限界原形質分離のときの1.2倍になって体積の変化が停止した。

この細胞を、浸透圧が4気圧、6気圧、8気圧のスクロース溶液に入れて体積の変化が停止したときの、細胞の浸透圧と膨圧をまとめた次の表の空欄(1)～(6)に最も適当な数値を入れよ。ただし、細胞の浸透圧は細胞膜で囲まれた部分の体積に反比例するものとする。

スクロース溶液の浸透圧	4気圧	6気圧	8気圧
細胞の浸透圧	(1) 気圧	(3) 気圧	(5) 気圧
膨 圧	(2) 気圧	(4) 気圧	(6) 気圧

B 花粉管の伸長は、細胞内外の浸透圧差により花粉管が周囲から吸水し、細胞膜が細胞壁を押し広げることで起こる。このとき、伸長中の花粉管の先端部は細胞壁が薄い
ため、吸水量が多くなりすぎると花粉管が破裂してしまう。花粉管の伸長について調
べるために、次の**実験**を行った。

実験 ある植物の花粉をさまざまな濃度のスクロースを含む培地で培養し、花粉管を伸
長させた。一定時間後に伸長中の花粉管の先端にさまざまな濃度のスクロース溶液
を滴下し、花粉管の先端が破裂するかどうかを調べたところ、表1の結果を得た。

表1

		滴下したスクロース溶液の濃度(%)			
		0	5	10	15
培地のスクロース濃度(%)	0	—	—	—	—
	5	+	—	—	—
	10	+	+	—	—
	15	+	+	+	—
	20	+	+	+	+

＋：破裂したものがみられた —：破裂したものはみられなかった

問6 伸長中の花粉管の浸透圧に関する記述として最も適当なものを次のア～エから1
つ選び、記号で答えよ。

ア 培地の浸透圧にかかわらず、一定に保たれている。

イ 培地の浸透圧にかかわらず、培地の浸透圧と等しくなっている。

ウ 培地の浸透圧にかかわらず、培地の浸透圧よりも低くなっている。

エ 培地の浸透圧にかかわらず、培地の浸透圧よりも高くなっている。

問7 次の文章は、実験の結果について説明したものである。①～③の{ }内のア・イから適当なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

伸長中の花粉管に培地より低い濃度のスクロース溶液を滴下したとき、滴下したスクロース溶液の濃度が同じでも、スクロース濃度が高い培地で伸長している花粉管ほど、滴下したスクロース溶液との浸透圧差が①{ア 大きい イ 小さい}なので、花粉管内に流入する水の量が②{ア 多く イ 少なく}なり、膨圧が③{ア 大きく イ 小さく}なりすぎて、破裂すると考えられる。

2 発生に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

カエルの卵では、受精後、精子が進入した点の反対側に 1 と呼ばれる色素分布の異なる部分が現れる。この部分が、将来、胚の背側になり、反対側が腹側になる。受精卵は、卵割により細胞数を増やし、桑実胚を経て内部に大きな腔所をもつ胞胚となる。
^a 胞胚の時期を過ぎると、1 の現れた部分の植物極寄りに原口が形成され、ここから胚表面の細胞が胚内部に 2 していく。この時期の胚を原腸胚と呼び、
^b シュペーマンによる移植実験から、初期原腸胚の原口背唇部には特別なはたらきがあることがわかった。次に、神経管が形成される神経胚期となり、その後、胚が前後に伸びて尾芽胚となる。尾芽胚期の終わりに胚は卵膜を破ってふ化し、幼生(オタマジャクシ)となった後、やがて変態して成体となる。

カエルでは、変態により生活する場所が水中から陸上へと変化するので、それにともなって、背の皮膚は、幼生皮膚→前成体皮膚→成体皮膚へと形態が変化する。ここで、背の皮膚が幼生皮膚のときの個体の発生の段階を段階 A、前成体皮膚のときの個体の発生の段階を段階 B とする。一方、尾の皮膚は段階 B 以降も幼生皮膚のままで変化せず、成体になる過程で尾が退縮するときに皮膚の細胞が死滅する。

カエルの皮膚が幼生皮膚から成体皮膚へと変化するしくみを調べるために、次の**実験 1・2**を行った。

実験 1 皮膚は外胚葉性の表皮と中胚葉性の真皮からなる。背に幼生皮膚が形成されている段階 A の幼生の背と尾から皮膚を切り出し、表皮と真皮に分離した。次に、表 1 に示すような組合せで再結合させ、再結合した皮膚を、皮膚を取り出した元の個体の皮膚の同じ部位に移植した。皮膚を移植した個体の変態が開始される直前に、移植した皮膚の表皮がどのように変化したかを調べ、その結果を表 1 に示した。

表 1

		表 皮	
		背	尾
真 皮	背	+	+
	尾	—	—

＋：前成体皮膚の表皮になった

－：幼生皮膚の表皮のままであった

実験 2 背に前成体皮膚が形成されている段階 B の幼生の背と尾から皮膚を切り出し、
実験 1 と同様の移植を段階 B の胚を用いて行った。皮膚を移植した個体の変態
 が開始される直前に、移植した皮膚の表皮がどのように変化したかを調べ、その
 結果を表 2 に示した。

表 2

		表 皮	
		背	尾
真 皮	背	+	—
	尾	+	—

＋：成体皮膚の表皮になった

—：幼生皮膚の表皮のままであった

問 1 文章中の 1 ・ 2 に入る適当な語を記せ。

問 2 ウニとカエルの発生過程に関する記述として誤っているものを次のア～キから 2
 つ選び、記号で答えよ。

ア ウニの卵は卵黄が均等に分布している等黄卵であるが、カエルの卵は卵黄が植
 物極側に偏って分布している端黄卵である。

イ 第一卵割から第三卵割の過程は、ウニでは経割→経割→緯割であるが、カエル
 では、経割→緯割→経割である。

ウ ウニの卵割は、第三卵割までは等しい大きさの割球を生じる等割であるが、カ
 エルの卵割は、第三卵割は割球の大きさに違いが生じる不等割である。

エ 胞胚の内部にみられる胞胚腔は、ウニでは胚の中央に広がり球状となるが、カ
 エルでは動物極側に生じ半球状となる。

オ 原腸胚期に生じる原口は、ウニでは将来の口になるが、カエルでは将来の肛門
 になる。

カ ウニでもカエルでも、原腸胚期になると、外胚葉・内胚葉・中胚葉の三胚葉が
 分化する。

キ ウニでは、カエルでみられる神経胚期や尾芽胚期はみられない。

問3 下線部aに関して、図1に示すように、イモリの胞胚の表面を生体に無害な色素で染色した。図2はこの胚の発生が進行して後期原腸胚になったときの断面図である。また、図3は尾芽胚の断面図である。次の(1)～(4)に答えよ。

- (1) 図1のような染色法を何と呼ぶか、その名称を答えよ。
- (2) 図1の1～8の部位は、図2の黒く着色した部位のいずれかに対応している。図2のA、B、Cの部位は、それぞれ図1の1～8のどの部位に由来しているか、番号で答えよ。
- (3) 図2のA、B、Cの部位は、その後、尾芽胚のどの部分に分化するか。図3のア～キから最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

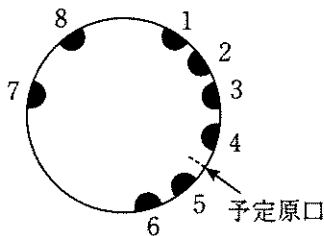


図1

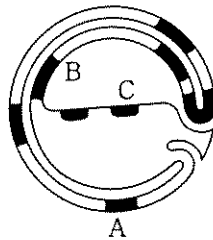


図2

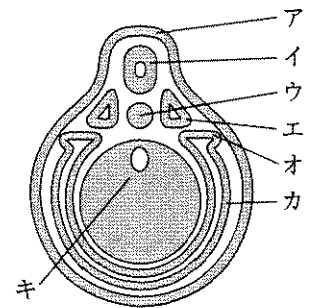
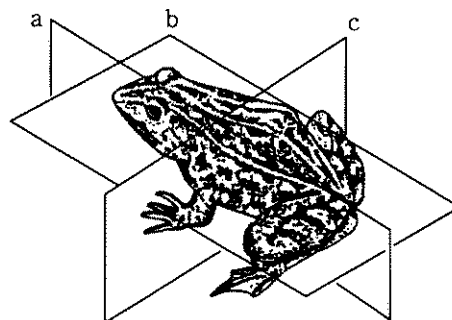


図3

- (4) 図2・図3の断面図は、それぞれ成体になったときのどの方向の断面に対応するか。下図のa～cの断面について最も適当な組合せを下のア～カから1つ選び、記号で答えよ。



ア 図2はa、図3はb

イ 図2はb、図3はa

ウ 図2はa、図3はc

エ 図2はc、図3はa

オ 図2はb、図3はc

カ 図2はc、図3はb

問 4 下線部 b に関して、正常発生における原口背唇部のはたらきと原口背唇部自身の分化について、60 字以内で述べよ。

問 5 実験 1 の結果から、段階 A の表皮の運命に関してどのようなことがわかるか。次のア～エから最も適当なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 背の表皮は、結合させた真皮によって運命が変更されることがあるが、尾の表皮は真皮によって運命が変更されない。

イ 尾の表皮は、結合させた真皮によって運命が変更されることがあるが、背の表皮は真皮によって運命が変更されない。

ウ 背の表皮も尾の表皮もともに、結合させた真皮によって運命が変更されることがある。

エ 背の表皮も尾の表皮もともに、結合させた真皮によって運命が変更されない。

問 6 実験 1・2 の結果から、成体皮膚が形成されるしくみについて、次のア～エから可能性のないものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 段階 B では、表皮の運命はすでに決定されている。

イ 段階 B になると、真皮は表皮に対する誘導能力を失う。

ウ 段階 B では、尾の表皮は真皮からの誘導に対して反応する能力が失われている。

エ 段階 B では、尾の真皮は背の表皮に対する誘導能力をもつようになる。

3 体液に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

脊椎動物の体内は体液で満たされている。a 心臓はポンプの役割をしており、体液を循環させることでさまざまな物質を組織に供給し、不要な物質を回収している。心臓の **1** にある洞房結節がほぼ一定の周期で興奮を発生させることにより、心臓は周期的に拍動し、血液を送り出している。このように、自律的に拍動を続けることができる性質を、心臓の **2** という。心臓から送り出された血液は、動脈を通して各組織や器官に入り、**3** と呼ばれる細い血管に分かれた後、再び静脈に集まって心臓にもどる。血液の液体成分である血しょうの一部は、血管壁から周囲にしみだし、組織液となる。組織液の一部は、**4** 管内に入り、最終的に鎖骨下静脈で血液と合流する。

b 血液中には、赤血球、白血球および血小板などが存在している。赤血球にはヘモグロビンが含まれ、効率的に酸素の運搬が行われている。酸素と結合するヘモグロビンの割合は、酸素分圧や二酸化炭素分圧によって変化する。この変化を表したグラフを酸素解離曲線といい、図1はあるほ乳類における二酸化炭素分圧が40 mmHg と 60 mmHg の場合の酸素解離曲線である。

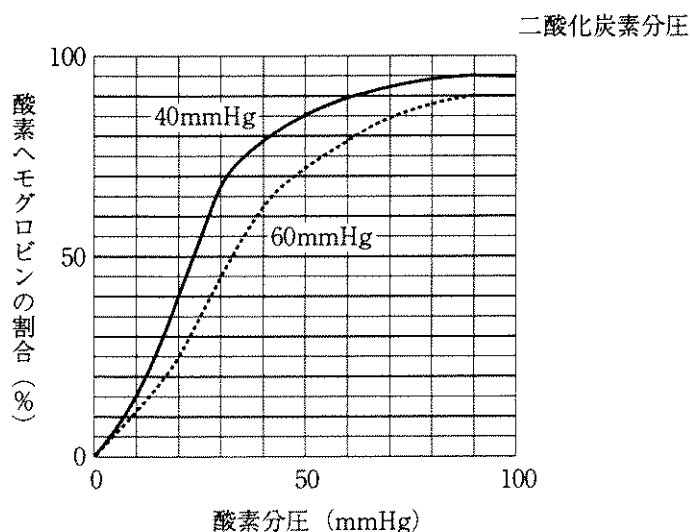


図1

問1 文章中の 1 ～ 4 に入る適当な語を記せ。

問2 下線部 a について、血液の循環に関する記述として適当なものを次のア～カから 2 つ選び、記号で答えよ。

ア 肺動脈は、肺静脈に比べて酸素濃度の高い血液が流れる。

イ 肺動脈は、肺静脈に比べて二酸化炭素濃度の高い血液が流れる。

ウ 大静脈は、大動脈に比べて酸素濃度の高い血液が流れる。

エ 肝動脈は、肝静脈に比べて二酸化炭素濃度の高い血液が流れる。

オ 肝静脈は、肝動脈に比べて尿素濃度の高い血液が流れる。

カ 腎静脈は、腎動脈に比べて尿素濃度の高い血液が流れる。

問3 下線部 b について、ヒトの血液に関する記述として誤っているものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 血液の重さの約 55 % は血しょうである。

イ 血液の有形成分のうち、数が最も多いのは赤血球であり、最も少ないのは白血球である。

ウ 赤血球には核がないが、白血球と血小板には核がある。

エ 血小板は血液凝固にかかわり、白血球には食作用をもつものがある。

問4 図 1 について、次の (1) ～ (3) に答えよ。

(1) 肺胞での酸素分圧は 100 mmHg、二酸化炭素分圧は 40 mmHg であった。このとき酸素と結合しているヘモグロビンの割合 (%) はいくらか。整数値で記せ。

(2) ある組織における酸素分圧は 30 mmHg、二酸化炭素分圧は 60 mmHg であった。この組織に入った酸素ヘモグロビンのうち、酸素を解離したものの割合 (%) はいくらか。小数点以下を四捨五入して整数値で記せ。

(3) 血液 100 mL 中に含まれるヘモグロビンは最大で 20 mL の酸素と結合できる。(2) の組織において、血液 100 mL 中に含まれるヘモグロビンが組織に供給した酸素は何 mL か。小数点以下を四捨五入して整数値で記せ。

問 5 図 2 は pH 7.5 と pH 7.4 の条件下におけるコウテイペンギンの酸素解離曲線，図 3 はガチョウとインドガンの酸素解離曲線である。次の (1)・(2) に答えよ。

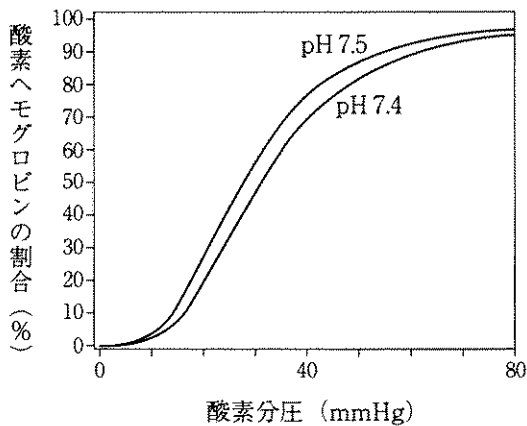


図 2

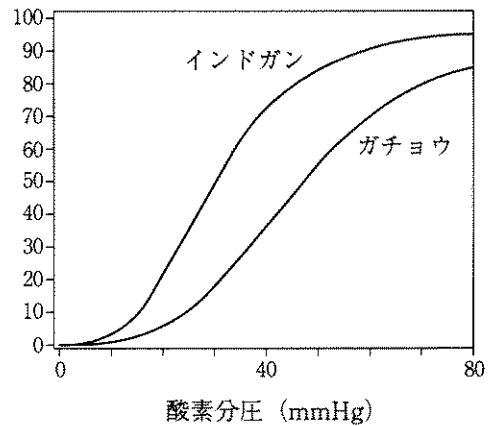


図 3

- (1) 海に潜って採餌をするコウテイペンギンは，長時間潜っていると血液の pH が 7.5 から 7.4 に低下する。このとき，図 2 のように pH によって酸素解離曲線が変化することの利点を，50 字以内で述べよ。
- (2) ガチョウは低地に生息する鳥であるが，インドガンは渡りの季節になるとヒマラヤの上空 7000 ～ 8000 メートルの高さを飛行して渡りを行う。ガチョウに比べてインドガンが図 3 のような性質のヘモグロビンをもつことの利点を，40 字以内で述べよ。

生物の問題は次のページに続く。

4 遺伝に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

アサガオには多くの突然変異系統がある。例えば花色に関して、野生型系統のアサガオは花色が青色であるが、花色が白色となる系統や花卉の縁の部分^{ふくろん}が白色となる「覆輪」と呼ばれる系統もある。覆輪の表現型が現れていることは、青色花系統では容易に判別できるが、白色花系統では花卉全体が白色となるため判別できない(図1)。また、花色とは別に、野生型と比べて著しく草丈が低くなる「矮性^{わい}」の系統も知られている。これらの形質はそれぞれ1組の対立遺伝子によって支配されている。

いくつかの純系の系統を用いて、以下の交配1～3を行った。ただし、花色に関する遺伝子をAまたはa、覆輪の有無に関する遺伝子をBまたはb、草丈に関する遺伝子をDまたはdとし、Aはaに対して、Bはbに対して、Dはdに対してそれぞれ完全優性であるものとする。

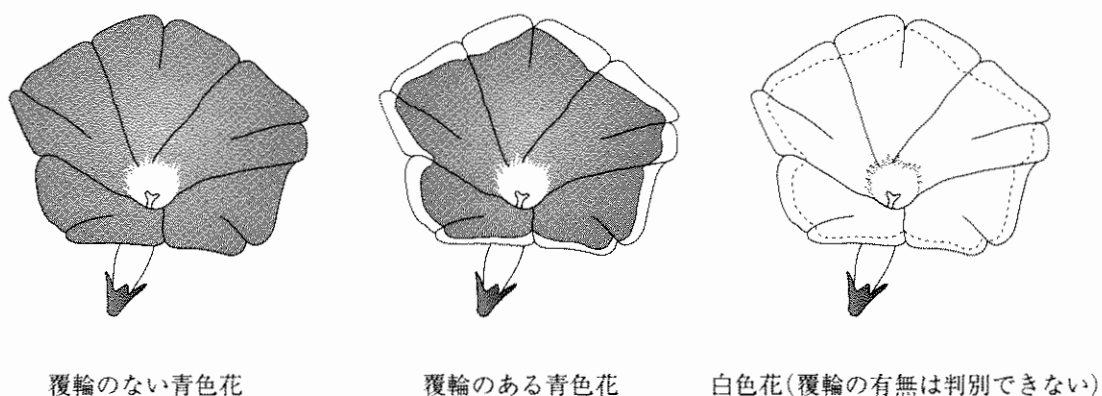


図1

交配1 花色が青色の系統と花色が白色の系統(どちらの系統も覆輪を生じさせる遺伝子をもたない)を交配して得られるF₁は、すべて花色が青色であった。さらにF₁を自家受精して得られたF₂の表現型の分離比は、青色：白色＝3：1となった。

交配2 花色が青色で覆輪がなく草丈が正常の系統と、花色が青色で覆輪があり草丈が矮性の系統を交配して得られるF₁は、すべて花色が青色で覆輪があり草丈が正常であった。さらにF₁を自家受精して得られたF₂の表現型の分離比は、青色・覆輪あり・正常：青色・覆輪あり・矮性：青色・覆輪なし・正常＝2：1：1となった。

交配 3 花色が青色で覆輪がある系統と、花色が白色の系統(覆輪を生じさせる遺伝子をもたない)を交配して得られる F_1 は、すべて花色が青色で覆輪があった。さらにこの F_1 を検定交雑したところ、次世代の表現型の分離比は、青色・覆輪あり：青色・覆輪なし：白色 = 4：1：5 となった。

問 1 交配 1 について、次の (1) ～ (4) に答えよ。

- (1) F_1 の遺伝子型を、花色に関する遺伝子 A と a についてのみ答えよ。
- (2) F_1 と **交配 1** の花色が白色の系統を交配した場合の、次世代の花色の分離比(青色：白色)として適当なものを次のア～キから 1 つ選び、記号で答えよ。
- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ア 5：1 | イ 3：1 | ウ 2：1 | エ 1：1 |
| オ 1：2 | カ 1：3 | キ 1：5 | |
- (3) F_2 のうち花色が青色の個体について、花色に関する遺伝子のホモ接合体とヘテロ接合体の分離比(ホモ接合体：ヘテロ接合体)として適当なものを (2) のア～キから 1 つ選び、記号で答えよ。
- (4) F_2 のうち花色が青色の個体のみを集めて自家受精を行った場合の、次世代の花色の分離比(青色：白色)として適当なものを (2) のア～キから 1 つ選び、記号で答えよ。

問 2 交配 2について、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) F_1 の遺伝子型を答えよ。答えは、花色、覆輪の有無、草丈の順にすべての遺伝子について記せ。

(2) **交配 2** の結果に関する記述として適当なものを次のア～オから 2 つ選び、記号で答えよ。

ア 花卉に覆輪を生じさせる遺伝子は、覆輪を生じさせない遺伝子に対して優性である。

イ 草丈が正常となる遺伝子は、草丈が矮性となる遺伝子に対して劣性である。

ウ 覆輪の有無に関する遺伝子と草丈に関する遺伝子は、独立である。

エ 覆輪の有無に関する遺伝子と草丈に関する遺伝子は、連鎖しており、組換えが起こらない。

オ 覆輪の有無に関する遺伝子と草丈に関する遺伝子は、連鎖しており、組換えが起こる。

問 3 交配 3について、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 花色に関する遺伝子と覆輪の有無に関する遺伝子の間の組換え価(%)を答えよ。

(2) F_1 を自家受精して得られる F_2 の花色と覆輪の有無の分離比を、青色・覆輪あり：青色・覆輪なし：白色の順に最も簡単な整数比で答えよ。

(3) (2) で得られた F_2 のうち、 F_1 と同じ遺伝子型の個体の割合(%)を答えよ。

問 4 花色が青色で覆輪がなく草丈が矮性の系統と、花色が白色で草丈が正常の系統(覆輪を生じさせる遺伝子をもたない)を交配して F_1 を得た。 F_1 を検定交雑して得られる次世代の花色と草丈の分離比を、青色・正常：青色・矮性：白色・正常：白色・矮性の順に最も簡単な整数比で答えよ。

地学の問題は次ページから始まる。

地 学

1 太陽系の天体に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

2011 年、アメリカの探査機「ドーン」が小惑星ベスタに接近し、調査を行った。ベスタは火星と太陽系最大の惑星 1 の間の小惑星帯に存在する小天体で、平均密度は約 3.9 g/cm^3 である。また、ベスタは最も明るく見えるときは 5.7 等級に見えるため、「肉眼で見える唯一の小惑星」とも呼ばれる。ベスタは太陽系最遠の惑星である 2 より明るく見えることになる。

太陽系には小惑星帯以外にも小天体が多く分布する。彗星は、3 の大きな公転軌道をもつため太陽に接近し、そのとき 4 が生じることで小惑星と区別される。また、2 の軌道の外側には、2006 年までは惑星に分類されていた 5 を含め、多くの天体が見つかっており、太陽系外縁天体として分類されている。

これらの小天体の中には惑星の重力の影響を受けて軌道が変化し、惑星の衛星になるものもある。例えば、火星の二つの衛星であるフォボスとダイモスは、かつては小惑星であったと考えられている。

問 1 文章中の空欄 1 ～ 5 にあてはまる適切な語を答えよ。

問 2 ベスタと太陽の平均距離は 2.4 天文単位である。公転周期の二乗と平均距離の三乗の比が一定の値をとるというケプラーの第三法則を用いると、ベスタの公転周期は何年になるか。有効数字 2 桁^{けた}で答えよ。ただし、地球と太陽の平均距離は 1.0 天文単位、地球の公転周期は 1.0 年とする。必要ならば、 $\sqrt{2}=1.4$ 、 $\sqrt{3}=1.7$ 、 $\sqrt{5}=2.2$ を使用せよ。

問 3 ベスタは、半径と質量は月や小惑星帯で最大の天体ケレス(セレス)より小さいが、平均密度は月やケレスよりも大きい。この理由について述べた文として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア ベスタは引力が小さいから。

イ ベスタは自転周期が短いから。

ウ ベスタに含まれる金属の割合が大きいから。

エ ベスタに含まれる揮発性成分の割合が大きいから。

問 4 ベスタはケレスよりも見かけの明るさが明るい。この理由として正しい可能性のあるものを、次のア～エのうちから**すべて**選び、記号で答えよ。

ア ベスタはケレスより近日点距離が小さいため。

イ ベスタはケレスより大気が濃密であり、太陽光を強く散乱するため。

ウ ベスタはケレスと異なり、太陽から離れた方向に見えることがあるため。

エ ベスタはケレスより太陽光の反射能(アルベド)が大きいため。

問 5 火星の衛星フォボスは、火星の周囲を 7.7 時間の周期で公転している。フォボスに関する次の (1)・(2) に答えよ。ただし、火星の自転周期は 24.6 時間とし、フォボスは火星の赤道上空の円軌道上を火星の自転方向と同じ向きに公転しているものとする。

(1) 火星の赤道上の地点で観測した場合、フォボスは天球上でどのような運動をするか。昇る方角と沈む方角を含めて簡単に述べよ。

(2) (1) と同じ地点で観測した場合、フォボスは何時間ごとに南中するか。整数値で答えよ。

2 地球表層の構造に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

地球表層は地殻とマントルに分けられる。地殻の厚さは、大陸地殻で30～50 km、海洋地殻で5～10 km 程度である。これは地球の半径の % 程度であり、非常に薄いことがわかる。地殻および上部マントルを構成する主な物質は、大陸地殻上部は 質岩石、大陸地殻下部は 質岩石、海洋地殻は 質岩石、上部マントルは 質岩石である。平均密度は地殻よりもマントルの方が大きく、地殻はマントルに浮かんだようになっている。

地球は内部ほど高温になっており、熱は恒常的に外側に向かって流れている。このうち、地殻中を流れる熱量を地殻熱流量という。地殻熱流量は、海嶺^{かいれい}や島弧で多く、海溝や盾状地で少ない。

問1 地殻とマントルの境界面は発見者の名前をとって何と呼ばれているか。名称を省略せずに答えよ。

問2 文章中の空欄 にあてはまる数値として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア 0.0001～0.001 イ 0.001～0.01 ウ 0.01～0.1 エ 0.1～1

問3 文章中の空欄 ～ にあてはまる語として最も適当なものを、次のア～オのうちからそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号を選んでもよい。

ア 安山岩 イ 花こう岩 ウ かんらん岩 エ 玄武岩
オ 結晶片岩

問 4 地球の表面は十数枚のプレートに分けられる。プレートとは、地球表面のかたいリソスフェアの部分を指し、地殻・マントルという分け方とは異なる基準で分けられる。リソスフェア(プレート)に関する次の(1)・(2)に答えよ。

(1) リソスフェア(プレート)の厚さについて述べた文として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア 大陸では地殻よりも厚く、海洋では地殻よりも薄い。

イ 大陸では地殻よりも薄く、海洋では地殻よりも厚い。

ウ 大陸でも海洋でも、地殻よりも厚い。

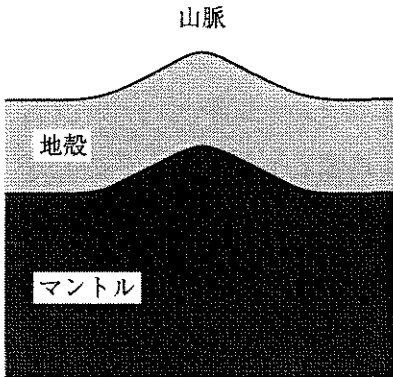
エ 大陸でも海洋でも、地殻よりも薄い。

(2) リソスフェア(プレート)の下にある、やわらかい部分(地震波の低速度層を含む)を何というか。

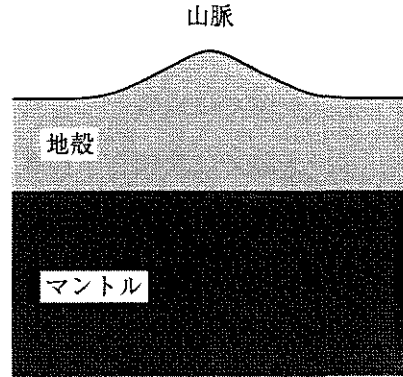
問 5 文章中の下線部に関連して、地殻がマントルに浮かんでつり合いが取れている状態を何というか。

問 6 問 5 の状態が成立しているとき、大きな山脈があるところでは、地殻とマンツルの境界はどのようにになっているか。その模式断面図として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

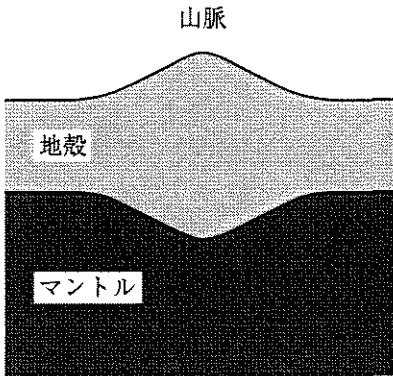
ア



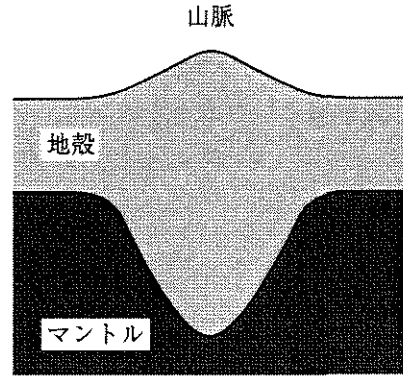
イ



ウ



エ



問 7 地殻熱流量の熱源について、高温のマンツルから伝わる熱の他に、もう一つ重要な熱源がある。それは何か。簡潔に述べよ。

地学の問題は次のページに続く。

3 マグマと火成岩に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

上部マントルを構成する岩石の部分溶融によって生じたマグマは、上昇してマグマ溜^{だま}りを形成する。マグマ溜りでは、温度の低下に伴い結晶が晶出する。最初に晶出する有色鉱物は **1** である。また、無色鉱物では斜長石が最初に晶出し、高温で晶出する斜長石の化学組成は、低温で晶出する斜長石よりも **2** に富む。マグマ中で結晶が晶出するにつれて、残りのマグマの SiO_2 重量％はしだいに高くなっていく。このように、結晶の晶出に伴って残りのマグマの化学組成が変化していくことを、マグマの結晶分化作用という。結晶分化作用が進むにつれて、マグマの MgO 重量％はしだいに (ア) く、 $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 重量％はしだいに (イ) くなる。

また、 SiO_2 重量％が高いマグマほど、粘性が (ウ) くなる。このようなマグマの性質の違いによって、火山噴火の様式や形成される火山地形も異なるものとなる。爆発的な火山噴火の際には、火砕流が生じることがある。火山地形の例としては、盾状火山、成層火山、溶岩ドーム(溶岩円頂丘)などがみられ、陥没などによって形成される鍋形の凹地形で直径 2 km 以上のものは **3** と呼ばれる。

マグマが冷却・固結した火成岩は、組織や化学組成によって分類することができる。地表付近で形成されたものは火山岩に、地下深所で形成されたものは深成岩に区分される。また、 SiO_2 重量％によって、酸性岩、中性岩、塩基性岩に分類される。

問 1 文章中の空欄 **1** ～ **3** にあてはまる適切な語を答えよ。ただし **2** は元素記号で答えよ。

問2 文章中の空欄（ア）～（ウ）にあてはまる語の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

	ア	イ	ウ
①	高	高	高
②	高	高	低
③	高	低	高
④	低	高	低
⑤	低	低	高
⑥	低	低	低

問3 SiO_2 重量％が 63.5％のマグマ A が結晶を晶出し、マグマ A の 70.0 重量％に相当する分が深成岩 G を形成した。深成岩 G を形成した後の残りのマグマの SiO_2 重量％が 66.8％であったとき、深成岩 G の SiO_2 重量％はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。また、深成岩 G の岩石名を答えよ。

問4 文章中の下線部に関連して、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) マグマに含まれる揮発性成分が多いと爆発的な噴火が引き起こされる。そのしくみについて、「圧力」という語を必ず用いて一行以内で説明せよ。
- (2) 火砕流とはどのような現象か。「高温」・「高速」という語を必ず用いて一行以内で説明せよ。

問5 次の文章は、ある火成岩の顕微鏡下での観察結果を述べたものである。文章中の空欄 X ～ Z にあてはまる最も適切な語を答えよ。

鉱物の大きさは比較的そろっており、X 組織を示していた。結晶には、輝石や斜長石が多く含まれており、有色鉱物の体積％である Y を測定したところ、約 50 であった。これらのことから、この火成岩は Z であると判断できる。

4 地質調査に関する次の文章を読み、以下の間に答えよ。(配点 20点)

浅海に運搬された^{さいせつ}砕屑物は、下から上へ順に^{たいせき}堆積して地層を形成する。したがって、露頭に現れている地層においても、下位のものほど古く、上位のものほど新しいと考えられる。これを の法則といい、地層の新旧判断の原則としている。しかし、圧縮力によって地層が激しく しているときには、この法則を適用できず、下位にある地層の方が新しい場合がある。この状態を、地層が しているという。このような可能性があるため、地層が急な傾斜をなす場合、地層の堆積構造を利用して地層の新旧判断を行う必要がある。

地下を掘削してボーリング試料を採取する場合には、近辺の露頭の観察も行い、地層の新旧判断をする。次の図1は、ある地域で行われたボーリング調査の結果を示したものである。ボーリングをした地点P～Rは東西方向に一直線に位置し、標高は同じである。

A層はサンゴ礁^{しょう}を起源とする石灰岩、B層は泥岩、C層は砂岩からなり、A層～C層は整合関係で重なっている。また、A層とB層の境界には凝灰岩からなるT層があり、この地域の地層を対比する際に有用な 層となっている。

D層は^{れき}礫岩からなり、下位の地層の侵食面の上に不整合関係で堆積している。このような礫岩を という。D層には、A層に由来する石灰岩、G岩体に由来する玄武岩などが含まれている。E層は砂からなり、D層の上に整合関係で堆積している。また、E層からは木片とともに、土器の破片が見つかった。

Fは断層である。G岩体は玄武岩からなり、その産状を という。

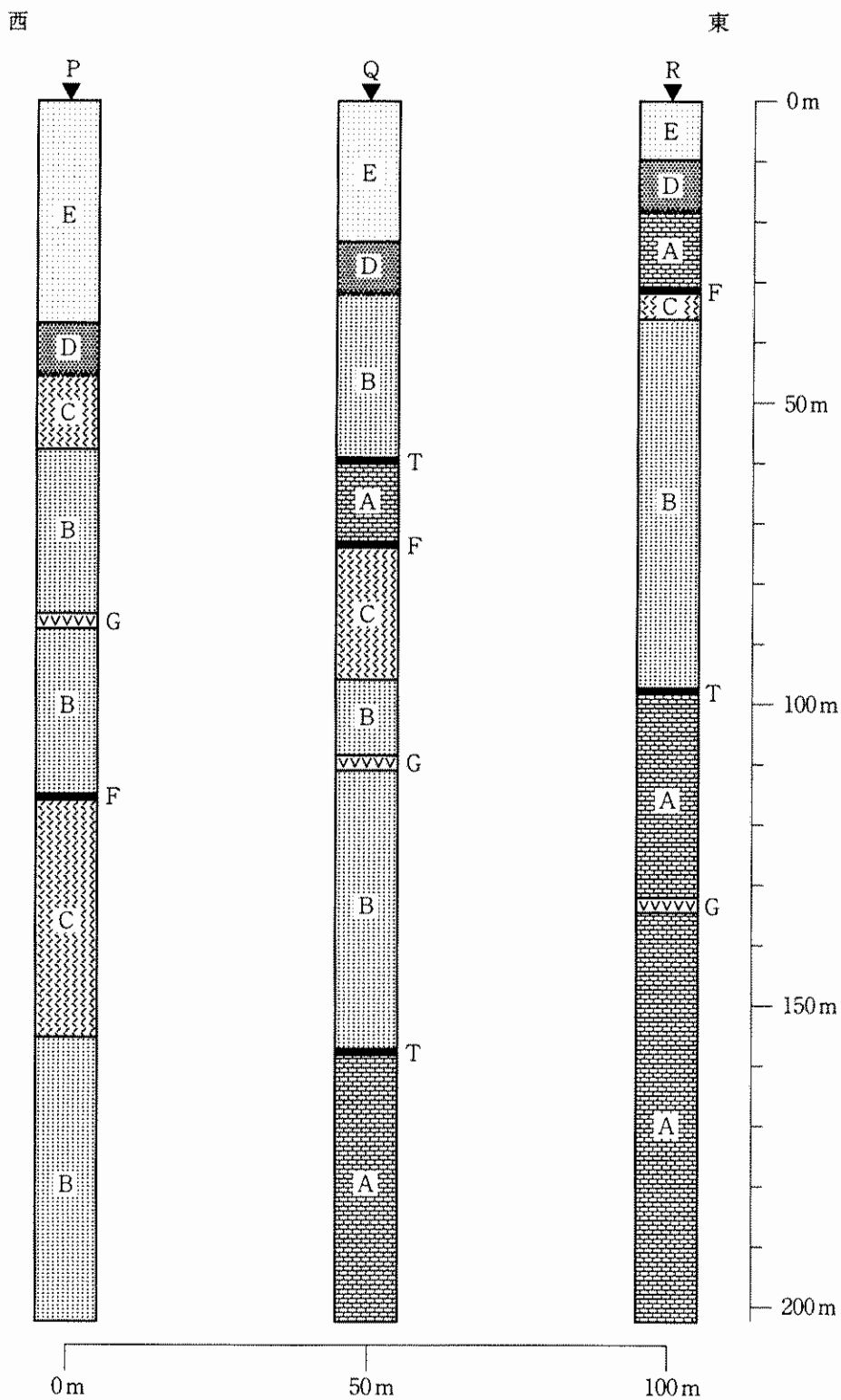


図1 ボーリング試料

問 1 文章中の空欄

1

 ～

6

 にあてはまる適切な語を答えよ。

問 2 文章中の下線部に関連して、地層の新旧関係を判断する際に用いられる堆積構造の名称を二つ答えよ。

問 3 断層 F の種類として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア 東側の地盤が下がった正断層である。

イ 東側の地盤が上がった逆断層である。

ウ 西側の地盤が下がった正断層である。

エ 西側の地盤が上がった逆断層である。

問 4 この地域に分布する、A 層、D 層、断層 F、G 岩体の形成順序を古い方から新しい方へ順に並べよ。

問 5 凝灰岩が地層の対比に役立つ理由を箇条書きで三つ、簡潔に答えよ。

問 6 E 層が何年前に形成されたのかを調べる放射年代法として、最も適当な方法の名称を一つ答えよ。

地学の問題は次のページに続く。

5 大気の運動に関する次の文章を読み、以下の間に答えよ。(配点 20点)

地球の大気圏外で太陽光線に垂直に置かれた単位面積が単位時間あたりに受け取るエネルギーは太陽定数と呼ばれており、その値は kW/m² である。大気の大規模な運動はこのエネルギーによって直接的・間接的に支配されている。

低緯度地域では1年を通して太陽高度が高いが、高緯度地域では低い。このため、高緯度地域の単位面積が受け取るエネルギーは低緯度地域に比べて少なくなってしまう。その結果、低緯度地域は高緯度地域より高温になり、低緯度から高緯度への熱の流れが生じる。この熱の輸送を実際に担っているのが大気や海洋の大循環である。

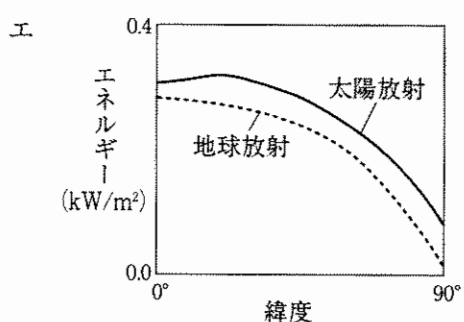
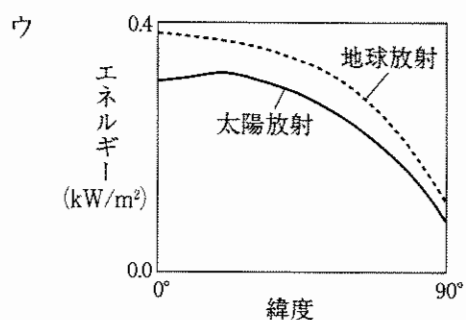
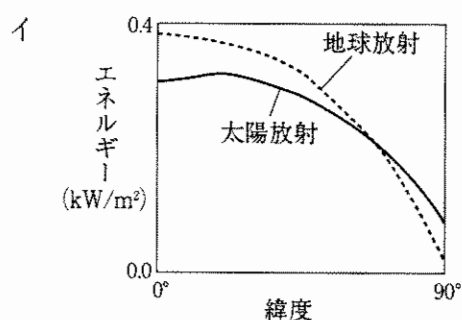
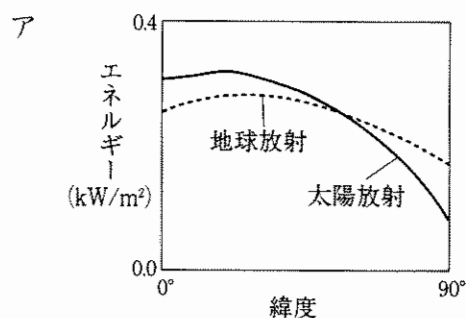
例えば、低緯度地域で暖められた大気は上昇気流となるが、^(a) に達すると上昇が止まり、南北に分かれて水平に移動する。その後、大気は上空を移動して中緯度地域に達すると下降し、地上付近に達すると再び低緯度地域に向けて戻っていく。この大気の循環はハドレー循環と呼ばれており、これによって低緯度地域の熱が高緯度地域に輸送されている。ハドレー循環の風向きは自転がなければ南北方向になるはずだが、実際には地球自転によって生じる ^(b) によって曲げられている。

中・高緯度地域では、 が低緯度より強いいため、最初南北方向の風があったとしてもより強く曲げられ、最終的に東西方向の風が卓越するようになる。もし、そのような東西風が完全に緯線に沿って吹くのであれば、南北の大気を分断して互いに隔離し、南北方向の熱の輸送を妨げてしまう結果になる。実際、冬季の南極周辺の成層圏では極夜渦と呼ばれる風が南極を取り巻くように発生しており、これによって南極上空の成層圏の大気が隔離されて低緯度からの熱の流入が妨げられるため、^(c) ^(d) 温度が低下していることが確認されている。

問1 文章中の空欄 ～ にあてはまる適切な数値や語を答えよ。ただし、 には次の数値のうちから一つ選んで答えよ。

137 13.7 1.37 0.137

問2 地球は太陽放射によって熱を受け取ると同時に、自らも赤外線を放射して宇宙空間に熱をすてている。月のような大気のない天体では、この二つの大きさは表面上の各地点で等しくなっているが、地球では大気や海洋による熱輸送があるため、一般的には一致していない。太陽放射および地球の赤外線放射(地球放射)の、緯度別の変化を表すグラフとして正しいものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。



問3 下線部(a)に関連して、気流の上昇が止まるのは 2 より上空の成層圏がどのような特徴をもつからか。簡単に説明せよ。

問4 下線部(b)に関連して、ハドレー循環で低緯度地域に収束していく風は貿易風と呼ばれている。貿易風の風向を、北半球と南半球それぞれについて、八方位で答えよ。

問 5 下線部(c)に関連して、中緯度地域では東西方向の風が卓越しているにもかかわらず、南北方向の熱輸送が起きている。これは東西方向の風にどのような特徴があるためか。次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア 極に向かってきつく巻いた螺旋状に吹き込んでいる。

イ 極からきつく巻いた螺旋状に吹き出している。

ウ 東西方向の風が、太平洋や大西洋上で吹いている環状の風の一部になっている。

エ 東西方向に吹くと同時に、南北方向にうねるように蛇行している。

問 6 低緯度地域で上昇気流が強いのは、太陽光により地表面を介して大気が加熱されることと、ハドレー循環の風が南北から収束するため、大気が押し上げられることが原因である。海域とその付近ではこれらの他にもう一つ上昇気流を強める要因がある。その要因を一行程度で説明せよ。

問 7 下線部(d)に関連して、成層圏にフロンが存在することと、南極上空で冬季に温度が低下することによって引き起こされている現象は何か。簡潔に答えよ。

