

| | | | |
|-------|--|------|--|
| ク ラ ス | | 受験番号 | |
| 出席番号 | | 氏 名 | |

2012年度

第3回 全統記述模試問題

理 科

2012年10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

- 問題冊子は92ページである(物理 1～16ページ、化学 17～41ページ、生物 43～64ページ、地学 65～92ページ)。
- 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。)
- 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。
- I・II選択者とI選択者では一部解答すべき問題が異なる。下表に従って解答すること。

| | I・II選択者 | I選択者 |
|-----|----------------|-------|
| 物 理 | 123 | 145 |
| 化 学 | 1234 | 1567 |
| 生 物 | 1234 | 1256 |
| 地 学 | 123は必須、456より2題 | 12378 |

- 各科目ともにI・II選択者用(1枚)とI選択者用(1枚)の2種類の解答用紙があるので間違えないように解答すること。
- 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、氏名にはフリガナも必ず記入のこと。
- 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。
- 試験終了の合図で上記6.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は必答。Ⅰ・Ⅱの選択者は②, ③を, Ⅰのみの選択者は④, ⑤を選択し, 計3問解答。)

① 【共通問題】 (配点 33点)

図1のように, 平面ガラス板 G と G_1 の左端を接触させ, 小さな角度 θ のくさび形のすき間を作った。 G_1 に垂直に, 空気中での波長が λ の光を上から当てて, 上から見ると, 明暗の縞模様が見えた。これは, G の下面で反射する光 a と G_1 の上面で反射する光 b が干渉することによる現象である。空気の屈折率を1として, 以下の問に答えよ。

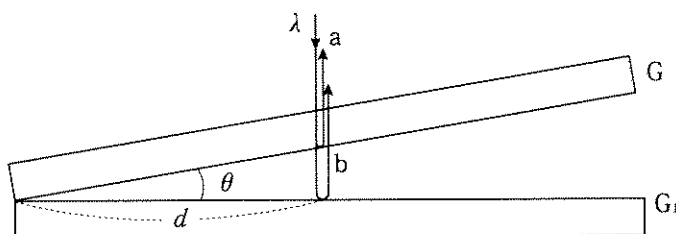


図1

問1 ガラス板 G_1 の左端から距離 d の位置での反射光 a , b について考える。

- (1) 光 a , b の経路差 L を d , θ を用いて表せ。
- (2) 光 a , b が反射する際, (ア) 自由端反射, (イ) 固定端反射のいずれであるか。それぞれの場合について, 記号で答えよ。
- (3) 光 a , b が干渉して暗線となる条件を L , λ , および0以上の整数 m を用いて表せ。

問2 隣り合う暗線の間隔を θ と λ を用いて表せ。

次に、図 2 (a) のように、直方体のガラス板 G_1 の上面の左端 A から右端 B の向きへ距離 D 離れた位置に、厚さ h ($\ll D$) の不透明な直方体の平行薄膜 g を密着させたガラス板 G_2 を作成して、 g の辺に沿って x , y 軸を G_2 上にとる。図 2 (b) のように、ガラス板 G と G_2 の左端 A を接触させ、 G が g の左端 ($x=0$ の位置) に接触するように傾けておく。更に、くさび形のすき間の一部 ($x < 0$, $y > 0$) を屈折率 n の媒質で満たす。

問 3 G_2 に垂直に、空気中での波長が λ の光を上から当てて、上から見ると、原点 O の近くでは図 2 (c) のような暗線の縞模様が観測された。ここで、(i) ($y < 0$), (ii) ($x \geq 0$, $y > 0$), (iii) ($x < 0$, $y > 0$) の領域に描かれた線は、図 2 (b) の光の反射 (i), (ii), (iii) により生じた暗線を示す概略図である。

- (1) 光の反射 (i) (あるいは (ii)) による暗線の間隔 w は、問 2 の結果で $\tan \theta$ を $\frac{h}{D}$ に置き換えることで求めることができる。 w を D , h , λ を用いて表せ。
- (2) 屈折率 n の媒質中の光の波長はいくらか。
- (3) 光の反射 (iii) による隣り合う暗線の間隔 w' を w と n を用いて表せ。
- (4) 光の反射 (ii) による暗線は、同じ経路差の (i) による暗線に対し、すき間の広くなる向きに l だけ移動している。 l を D を用いて表せ。

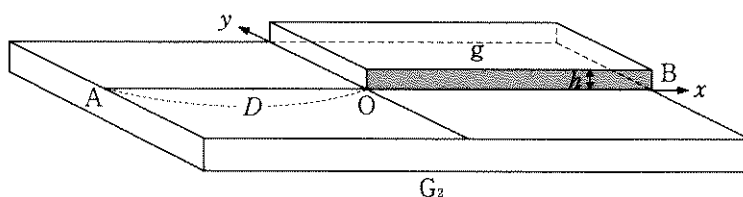


図 2(a)

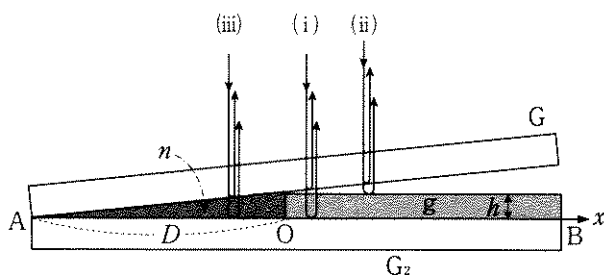


図 2(b)

(概念図で正確には描かれていない)

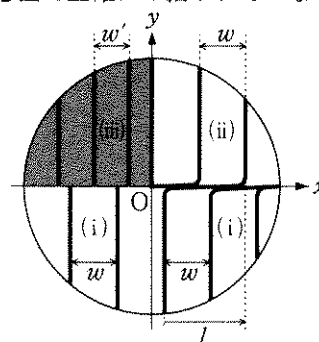


図 2(c)

問 4 次に、図 3 のように、屈折率 n の媒質を取り除き、ガラス板 G の左端の下の辺の位置を固定する。 G を薄膜 g の左端の上の辺に接触させたまま G_2 をわずかな距離 $z (< h)$ だけ真下に平行移動させると、 G は左端の下の辺を回転軸としてわずかに回転する。

(1) 光の反射 (ii) による暗線の位置はどうなるか。正しいものを、次のうちから選び、記号で答えよ。

(ア) $+x$ 方向に移動する。 (イ) $-x$ 方向に移動する。

(2) G_2 を移動させる前の、光の反射 (ii) による暗線の位置を x とする。この暗線の移動距離を x , h , z を用いて表せ。

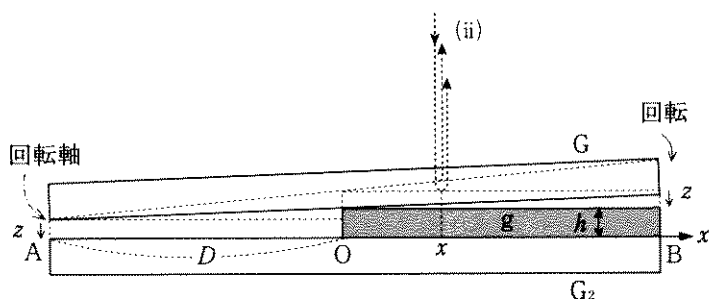


図 3

物理の問題は次のページに続く。

2 【I・II選択者用問題】 (配点 34点)

図1のように、質量 M 、半径 R の地球の周りを、半径 r で速さ v の等速円運動をおこなう質量 m の人工衛星 S の運動を考える。地球は密度が一様な球体とみなすことができ、地球の自転、他の天体からの影響および空気の抵抗は無視できるものとする。万有引力定数を G として、以下の問に答えよ。

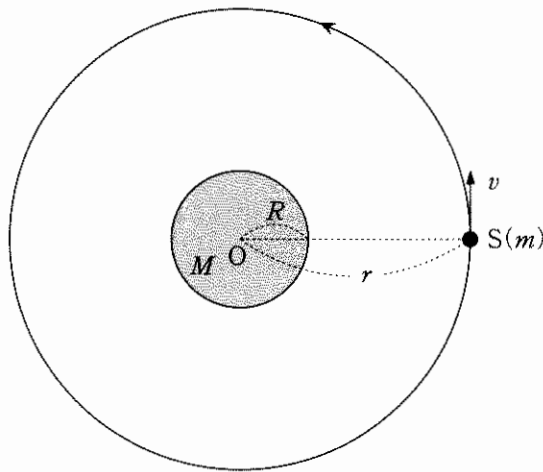


図1

問1 人工衛星 S が地球から受ける万有引力は、地球の中心 O に地球の全質量 M が集まっているとした場合の万有引力に等しい。

- (1) S が地球から受ける万有引力の大きさを求めよ。
- (2) S がおこなう等速円運動の向心加速度の大きさを、 S の速さ v と半径 r を用いて表せ。
- (3) S の速さ v を G 、 M 、 r を用いて表せ。
- (4) S の円運動の周期 T_0 を G 、 M 、 r を用いて表せ。
- (5) S の力学的エネルギー(運動エネルギーと位置エネルギーの和) E_0 を G 、 M 、 m 、 r を用いて表せ。ただし、万有引力による位置エネルギーは無限遠を基準とし、地球の中心 O から距離 r にある S の位置エネルギーは $-\frac{GMm}{r}$ で与えられる。

問2 人工衛星 S が円軌道の接線方向に瞬間的に加速した場合を考える。S が地球の万有引力を振り切り無限の遠方に飛んでいくための、加速直後の S の速さの最小値 v_0 を G , M , r を用いて表せ。

問3 図2のように、人工衛星 S の点 A での加速直後の速さが $v_A (< v_0)$ のとき、地球の中心 O から最も近い点(近地点)を A, 最も遠い点(遠地点)を B とする^だ楕円軌道を描く。ここで、 $OB = ar$ (a は正の定数) とする。

- (1) ケプラーの第2法則(面積速度一定の法則)を適用して、点 B での S の速さ v_B を a , v_A を用いて表せ。ここで、面積速度とは、図2の O と S を結ぶ線分と速度ベクトルのつくる三角形の面積(斜線部分)に対応する。
- (2) 点 A, B での力学的エネルギーが等しいことから、 v_A を G , M , r , a を用いて表せ。
- (3) ケプラーの第3法則 $\{(\text{周期})^2 = k(\text{半長軸})^3, k \text{ は比例定数}\}$ を適用して、S が点 A から点 B まで移動するのに要する時間を T_0 と a を用いて表せ。

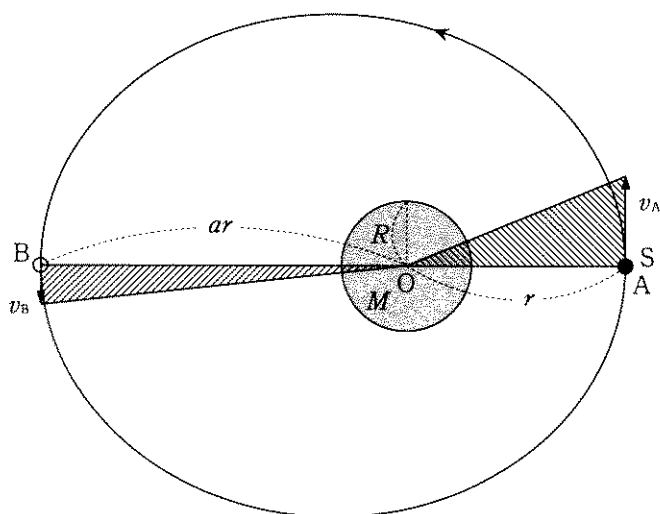


図2

問 4 図 3 のように、点 A において、円軌道の接線方向から速さ V で飛来してきた質量 m' の物体 Q と、速さ v_A の人工衛星 S が正面衝突をおこない一体となった場合を考える。ただし、衝突は瞬間的におこなわれ、衝突直後の S の運動方向は衝突前と同じである。衝突直後の S の速さ u を m 、 m' 、 v_A 、 V を用いて表せ。S はその後、点 A を遠地点とする楕円軌道を描いたが、地球に衝突することはなかった。

問 3 (2) の結果を応用 (a の値を調整) することにより、 u の最小値 u_0 を G 、 M 、 r 、 R を用いて表せ。(2 問とも答だけでなく、式・説明も書け。)

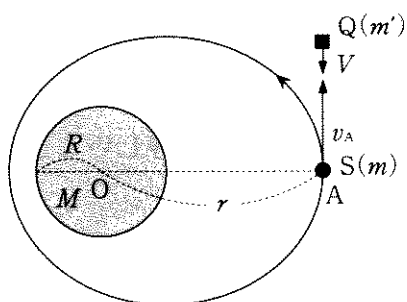


図 3

物理の問題は次のページに続く。

3 【I・II選択者用問題】（配点 33点）

図1，図2および図3のように，起電力が E [V] の電池 E ，抵抗値が共に R [Ω] の抵抗 R_1 ， R_2 ，電気容量が C [F] のコンデンサー C ，自己インダクタンスが L [H] のコイル L ，スイッチ S_1 ， S_2 で構成された回路がある。初め，スイッチは全て開かれており，コンデンサーは電荷を蓄えておらず，電池の内部抵抗，コイルの抵抗は無視できるものとする。以下の問に答えよ。

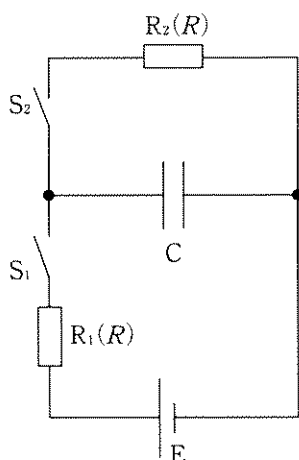


図1

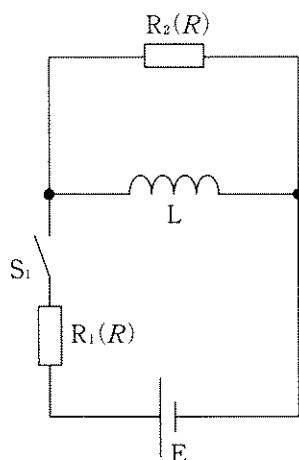


図2

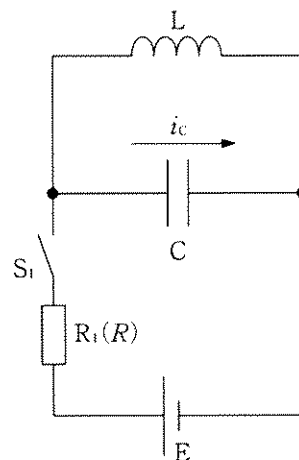


図3

問1 図1の回路において，以下の設問に答えよ。

- (1) スイッチ S_1 を閉じた。その直後に抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めよ。
- (2) S_1 を閉じて十分に時間がたったとき，コンデンサー C に蓄えられる電気量を求めよ。
- (3) 次に，初めの状態から S_2 を閉じた後， S_1 を閉じる。その直後に抵抗 R_1 および抵抗 R_2 を流れる電流の大きさをそれぞれ求めよ。
- (4) (3) の後，十分に時間がたったとき，抵抗 R_2 を流れる電流の大きさおよび C に蓄えられる電気量を求めよ。

問2 図2の回路において、以下の設問に答えよ。

- (1) スイッチ S_1 を閉じる。 S_1 を閉じた直後に抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めよ。
- (2) S_1 を閉じて十分に時間がたったとき、抵抗 R_1 および抵抗 R_2 を流れる電流の大きさをそれぞれ求めよ。
- (3) 次に、 S_1 を開いた。その直後の R_2 にかかる電圧を求めよ。

次に、図3の回路において、スイッチ S_1 を時刻 $t=0$ に閉じると、コンデンサー C に流れる電流 i_c [A] (図の矢印の向きを正とする) は時刻 t [s] に対して、図4のように変化した。

問3 以下の文中の には適切な式を、{ } からは適切なものを選んでその番号を、それぞれ記せ。

S_1 を閉じた直後にコンデンサー C に流れる電流の大きさは、 $I_0 =$ (ア) [A] で、 S_1 を閉じて十分に時間がたったとき、コイル L に流れる電流の大きさは、(イ) [A]、このとき、 C に蓄えられている電気量は、(ウ) [C] である。

時刻 $t=t_1$ [s] のとき、 $i_c=0$ で、これ以降、 $i_c<0$ となることから、時刻 $t=t_1$ [s] に C に蓄えられている電気量は、{(エ)(1)最大(2)最小(3)0} であり、 L にかかる電圧の大きさは、{(オ)(1)最大(2)最小(3)0} であることがわかる。したがって、時刻 $t=t_1$ [s] のときに抵抗 R_1 を流れる電流の大きさは、{(カ)(1)最大(2)最小(3)0} である。また、このときのグラフの傾き(接線の傾き)を $-h$ [A/s] とすると、 C に蓄えられている電気量は、 $Q_1 =$ (キ) [C] となり、図4の $0 \leq t \leq t_1$ [s] の斜線部分の面積を表す。また、 $t \geq t_1$ [s] の斜線部分の面積を $Q_2 (>0)$ [C] とすると、{(ク)(1) $Q_1 > Q_2$ (2) $Q_1 = Q_2$ (3) $Q_1 < Q_2$ } の関係式が成立する。

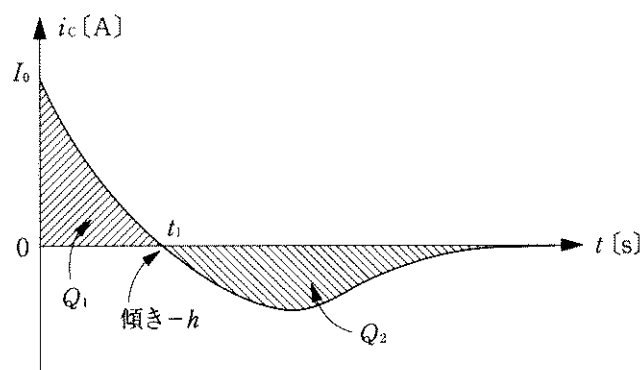


図 4

物理の問題は次のページに続く。

4 【I 選択者用問題】 (配点 34点)

図1のように、水平面と角度 30° をなす斜面の最上部のなめらかな滑車にかけた軽く伸び縮みしない糸の一端に質量 m の小物体 A を付け、糸の他端には質量 m の小物体 B を付ける。斜面上の点 O から点 P まではなめらかであるが、P より上は粗く、斜面と A との間の動摩擦係数は μ である。初め、B に外力を加えて静止させている。A の速度、加速度は斜面に沿って上向きを正とし、空気の抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g として、以下の間に答えよ。

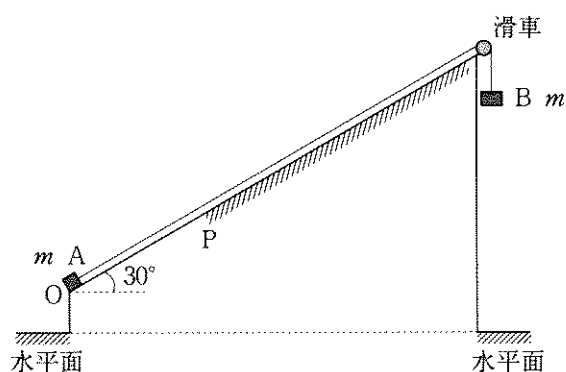


図1

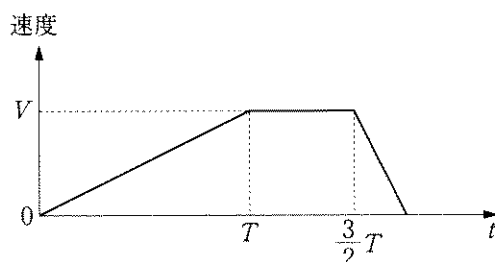


図2

問1 小物体 A, B が静止しているとき、糸の張力の大きさと、B に加えている鉛直方向の外力の大きさをそれぞれ求めよ。

次に、時刻 $t=0$ に小物体 B に加えている外力を取り除く。図2は、時刻 t における小物体 A の速度を示している。

問 2 時刻 $t=T$ に小物体 A が点 P に達したときの速度は V であった。A が OP 間を運動しているときを考える。

- (1) A の加速度 a を V , T を用いて表せ。
- (2) A にはたらく糸の張力の大きさを S として, A, B の運動方程式をそれぞれ書け。
- (3) A の加速度 a を g を用いて表せ。また, 糸の張力の大きさ S を m , g を用いて表せ。
- (4) OP 間の距離を V , T を用いて表せ。

問 3 小物体 A が点 P を通過し, 小物体 B が時刻 $t=\frac{3}{2}T$ に水平面に衝突するまでは, 速度 V の等速度運動をおこなった。

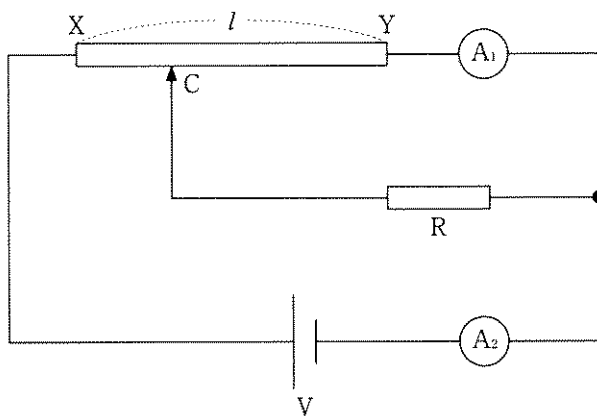
- (1) A が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- (2) 動摩擦係数 μ の大きさを数値で求めよ。ただし, 分数や無理数はそのままでよい。
- (3) 水平面から測った B の最初(時刻 $t=0$)の高さを V , T を用いて表せ。

問 4 小物体 B が水平面に衝突した後, 糸はたるんだままで小物体 A はしばらく斜面上を上がった。ただし, 糸は A の運動には影響を与えないものとする。

- (1) B が水平面に衝突した後の A の加速度を g を用いて表せ。
- (2) A の速度が 0 になる時刻を T を用いて表せ。
- (3) 斜面と A との間の静止摩擦係数は動摩擦係数 μ より大きい。このことから, 速度が 0 になった A は, (ア) 静止を続ける, (イ) 逆向きに動き始める, のいずれであるか。記号で答えよ。

5 【I 選択者用問題】 (配点 33点)

長さ l [m] で抵抗値 R [Ω] の抵抗線 XY, 抵抗値 R [Ω] の抵抗 R, 起電力 V [V] の電池 V および電流計 A_1 , A_2 を図のように接続する。C は抵抗線 XY 上を移動できる接点である。抵抗線 XY の単位長さ当たりの抵抗値は一定であり, 電池および電流計の内部抵抗は無視できるものとして, 以下の問に答えよ。



問 1 接点 C が抵抗線 XY の左端 X にあるとき,

- (1) 電流計 A_1 , A_2 を流れる電流の大きさをそれぞれ求めよ。
- (2) 抵抗 R での消費電力を求めよ。

問 2 接点 C が抵抗線 XY の中央にあるとき,

- (1) 回路全体の合成抵抗を求めよ。
- (2) 電流計 A_1 , A_2 を流れる電流の大きさをそれぞれ求めよ。

問 3 接点 C が抵抗線 XY の右端 Y にあるとき,

- (1) 電流計 A_1 , A_2 を流れる電流の大きさをそれぞれ求めよ。
- (2) 回路全体での消費電力を求めよ。

問 4 接点 C が抵抗線 XY の間で $XC=x$ [m] ($0 \leq x \leq l$) の位置にあるとき、

(1) XC 間の抵抗値を求めよ。

以下の問では、 $l=1$ [m] として答えよ。

(2) 回路全体の合成抵抗 r [Ω] を x と R で表せ。

(3) 電流計 A_1 を流れる電流の大きさを r , x , V で表せ。また、この電流の最小値とそのときの x の値を求めよ。(答だけでなく、式・説明も書け。)

化 学

1) I・II選択者は ①, ②, ③, ④ の計 4 題を解答すること。

I 選択者は ①, ⑤, ⑥, ⑦ の計 4 題を解答すること。

2) 問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 【共通問題】 (配点 20点)

次の文を読み、問 1～問 5 に答えよ。ただし、原子量は $\text{Cu} = 64$, $\text{Zn} = 65$ とし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

酸化還元反応に伴って放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を電池という。電池では、導線で結ばれた二つの電極の一方で酸化反応、他方で還元反応が起こり、電子の流れが生じる。このとき、外部回路に向かって電子が流れ出る電極を あ 極、外部回路から電子が流れ込む電極を い 極という。 う 極では酸化反応が、 え 極では還元反応が起こる。

次の図 1 に示す電池は 1836 年に お によって考案された電池である。この電池が放電するとき、亜鉛板、銅板における変化は、それぞれ次のように表される。

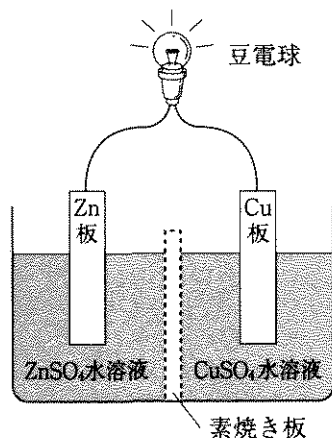
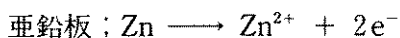


図 1



銅板: か

問 1 空欄 **あ** ～ **お** に適する語または人名を次の (ア) ～ (オ) のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。ただし、同じ記号を繰り返し選んでもよい。

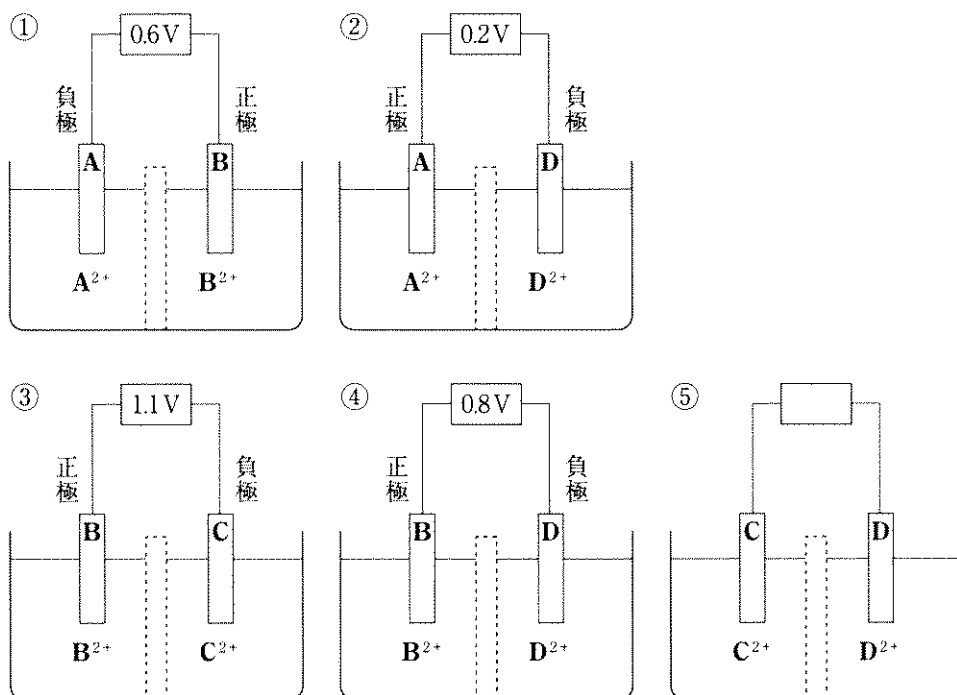
(ア) 正 (イ) 負 (ウ) ダニエル (エ) ボルタ (オ) ファラデー

問 2 空欄 **か** に適するイオン反応式(電子 e^- を含む)を記せ。

問 3 図 1 の電池を放電させて、外部回路に 3860 C の電気量を流したとき、亜鉛板の質量は何 g 減少するか。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 4 図 1 の電池を放電させたとき、素焼き板を通して溶液中を正極側から負極側へ移動する主なイオン一つをイオン式で記せ。

問5 A～Dの4つの金属とそれぞれの2価の金属イオンの水溶液(いずれもモル濃度は1 mol/L)を用いて、図1と同じ仕組みの電池①～⑤をつくり、電極の正負と電圧を調べた。電池①～④については、その結果を図中に示してある。これについて、下の(1)～(3)に答えよ。



- (1) A～Dの4つの金属をイオン化傾向の大きい順に左から並べ、その記号を記せ。
- (2) 電池⑤で正極となるのは、C、Dの金属のいずれか。CまたはDの記号で答えよ。また、その電圧は何Vになると考えられるか。小数第1位まで記せ。
- (3) 電池⑤を放電させて、一定の電流 i [A] を t 秒間流したところ、電極に用いた金属Cの質量が w [g] 変化した。アボガドロ定数を N [/mol], Cのモル質量を M [g/mol] として、電子1個がもつ電気量の絶対値 e [C] を、 i , t , w , N , M を用いて表せ。

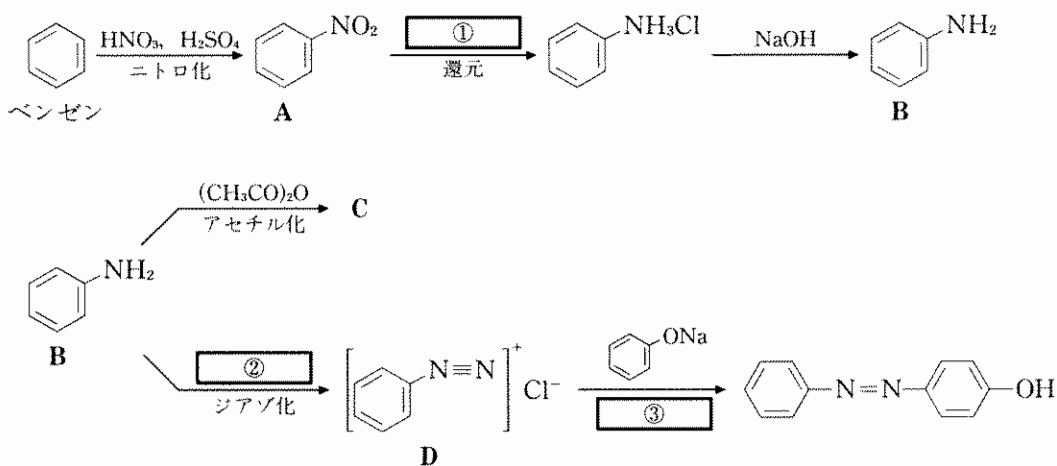
化学の問題は次のページに続く。

2 【Ⅰ・Ⅱ選択者用問題】（配点 30点）

次のⅠ，Ⅱに答えよ。

Ⅰ ベンゼンを出発物質とする次の反応経路図に関して、問1～問7に答えよ。

構造式は、反応経路図の構造式にならって記せ。



問1 化合物 A，B の名称を記せ。

問2 空欄 ①，② に適する試薬を，次の(ア)～(キ)のうちから一つずつ選び，その記号を記せ。

- | | | |
|-----------------|------------------|-----------|
| (ア) 濃硫酸 | (イ) 濃硝酸 | (ウ) スズ，塩酸 |
| (エ) 白金，水酸化ナトリウム | (オ) 二クロム酸カリウム，硫酸 | |
| (カ) 塩酸，亜硝酸ナトリウム | (キ) 硝酸ナトリウム | |

問3 化合物 C の構造式を記せ。

問4 空欄 ③ に適する反応名を記せ。

問5 化合物 B から化合物 D を合成する際には，氷水で冷却して反応させなければならない。その理由は，水溶液の温度が上昇すると D が水と反応して別の化合物に変化してしまうからである。このとき起こる，D と水との反応を化学反応式で記せ。ただし，有機化合物は構造式で表せ。

問 6 化合物 **B** の性質に該当しないものを次の (ア) ~ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 常温常圧で液体である。

(イ) さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。

(ウ) 炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると気体が発生する。

(エ) 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を反応させると黒色になる。

問 7 分子式が $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$ の化合物 **E** はベンゼンのパラ二置換体である。また、分子式が $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$ の化合物 **F** はベンゼンの一置換体であり、メチル基が 2 個ある。**E** をジアゾ化したのち **F** と反応させると、化合物 **G** が得られる。**G** のナトリウム塩はメチルオレンジとよばれ、中和滴定の指示薬としてよく用いられる。メチルオレンジの構造式を記せ。

II 次の文を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。

糖の多くは一般式 $C_n(H_2O)_m$ で表すことができ、炭水化物ともよばれる。グルコース、フルクトース、ガラクトースなどのように、それ以上加水分解されない糖を単糖という。2 分子の単糖が、たがいのヒドロキシ基どうして脱水縮合して生じる糖を二糖といい、同様に 3 分子の単糖から生じる糖を三糖という。これらの糖において、単糖どうしを結びつけている結合を あ 結合という。

デンプンは多数のグルコースからなる多糖である。デンプンを酵素 い で加水分解すると二糖の う が得られ、う を酵素 え で加水分解するとグルコースが得られる。

グルコース、フルクトース、ガラクトース、う は還元性を示すが、サトウキビなどに含まれる二糖のスクロースは還元性を示さない。スクロースを酵素インベルターゼで加水分解するとグルコースとフルクトースが得られる。このとき得られるグルコースとフルクトースの混合物を お という。

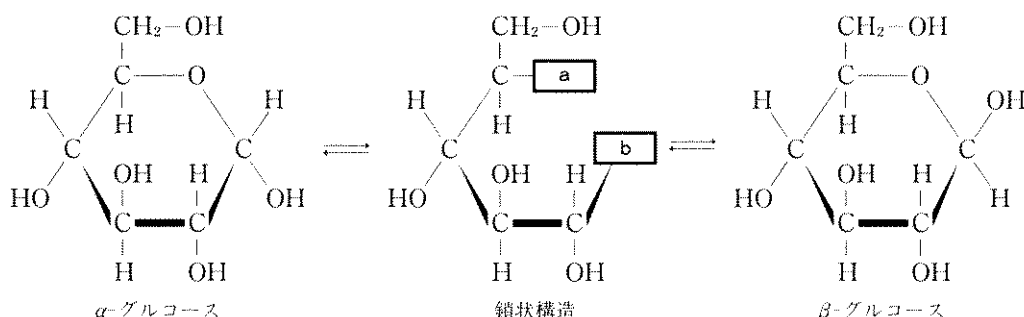
問 1 あ に適する語を次の (ア) ～ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) アミド (イ) グリコシド (ウ) エステル (エ) ペプチド

問 2 い ～ お に適する語を次の (ア) ～ (ケ) のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

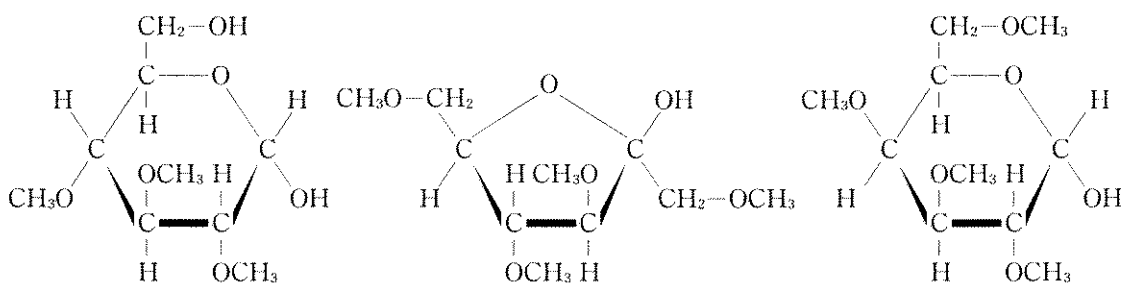
(ア) アミラーゼ (イ) セルラーゼ (ウ) マルターゼ
(エ) セロビオース (オ) マルトース (カ) ラクトース
(キ) 還元糖 (ク) 五炭糖 (ケ) 転化糖

問3 グルコースが還元性を示すのは、水溶液中で α -グルコース、 β -グルコース、鎖状構造の3つが平衡状態になっており、鎖状構造が還元性を示す官能基をもっているからである。次の図中の a , b に適する部分構造をそれぞれ記せ。



問4 n 個のグルコース分子が鎖状に連なってできた糖がある。この糖 10.00 g を完全に加水分解したところ、グルコース 10.81 g が得られた。このことより、 n の値を求め、整数で記せ。

問5 ラフィノースは、 α -ガラクトースとスクロースが脱水縮合してできた三糖である。ヒドロキシ基をメトキシ基 OCH_3 に変化させる試薬をラフィノースに作用させたのち、これを希酸で加水分解すると、グルコース、フルクトース、ガラクトースのヒドロキシ基の一部がメトキシ基に変化した次の3種類の化合物が得られる。



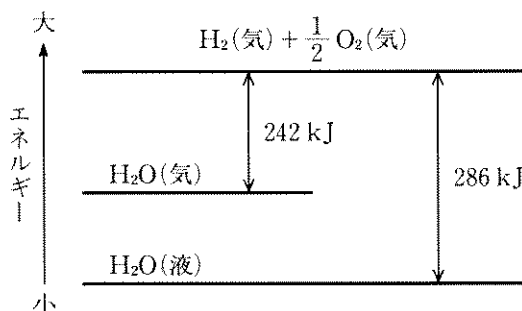
以上のことをもとに、スクロースの構造式をこれら3種類の化合物にならって記せ。また、そのスクロース分子中のヒドロキシ基のうち、ラフィノース分子中で α -ガラクトースとの結合に関わるものを で囲んで示せ。

3 【Ⅰ・Ⅱ選択者用問題】（配点 25点）

次のⅠ，Ⅱに答えよ。

Ⅰ 次の文を読み，問1～問4に答えよ。

「反応熱は，反応の経路によらず，反応のはじめと終わりの物質の種類と状態で決まる」というヘスの法則を利用すると，実際に測定することが困難な反応熱を，別の反応熱を用いて，計算によって求めることができる。次の図は $\text{H}_2(\text{気})$ ， $\text{O}_2(\text{気})$ ， $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ ， $\text{H}_2\text{O}(\text{気})$ のエネルギーの大小関係を表したものである。

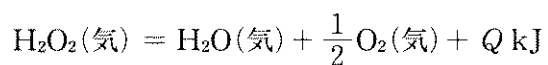


問1 液体の H_2O の生成熱 (kJ/mol) を整数で記せ。

問2 水の蒸発を表す熱化学方程式を記せ。

問3 H_2 分子中の $\text{H}-\text{H}$ 結合の結合エネルギー (kJ/mol) を整数で記せ。ただし， H_2O 分子中の $\text{O}-\text{H}$ 結合， O_2 分子中の $\text{O}=\text{O}$ 結合の結合エネルギーをそれぞれ 463 kJ/mol，498 kJ/mol とする。

問 4 次の熱化学方程式中の Q の値を求め、整数で答えよ。ただし、 H_2O_2 分子中の $\text{O}-\text{O}$ 結合の結合エネルギーは 147 kJ/mol とし、 $\text{O}-\text{H}$ 結合の結合エネルギーは、 H_2O_2 分子中でも H_2O 分子中でも変わらないものとする。



II 次の文を読み、問 5 ～問 9 に答えよ。

過酸化水素水に酸化マンガン (IV) MnO_2 を触媒として加えると、次の ① 式の反応が起こる。



この反応の反応速度 v は、過酸化水素のモル濃度が減少する速さで表される。

① 式の反応の反応速度式を求めるために、次の実験を行った。

0.500 mol/L の過酸化水素水 25.0 mL に MnO_2 を加え、温度を一定に保ちながら反応させた。発生した酸素 O_2 の物質量の時間変化から、反応時間と過酸化水素のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ の関係を求めたところ、表 1 の結果が得られた。

表 1

| | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 反応時間 [min] | 0 | 2 | 4 | 6 |
| $[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L] | 0.500 | 0.420 | 0.354 | 0.298 |

表 1 のデータから、反応時間が 0 ～ 2、2 ～ 4、4 ～ 6 分の間の過酸化水素の平均のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L]、平均の反応速度 \bar{v} [mol/(L・min)] を求めると、表 2 のようになった。

表 2

| | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|
| 時間 [min] | 0 ～ 2 | 2 ～ 4 | 4 ～ 6 |
| $[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L] | 0.460 | あ | 0.326 |
| \bar{v} [mol/(L・min)] | 0.040 | い | 0.028 |

実験の結果から、反応速度式は ② 式で表されることがわかった。

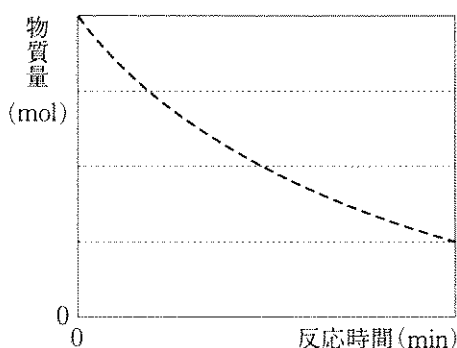
$$v = k [\text{H}_2\text{O}_2] \quad (k; \text{反応速度定数}) \quad \cdots \cdots \text{②}$$

問5 触媒を加えると反応速度が大きくなる。この理由を説明した次の文中の空欄に適する語句を下の(a)～(f)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

触媒を加えると、1 経路で反応が進むので、反応速度が大きくなる。

- (a) 活性化エネルギーがより大きい (b) 活性化エネルギーがより小さい
(c) 温度がより高い (d) 温度がより低い
(e) 反応熱がより大きい (f) 反応熱がより小さい

問6 発生した O_2 の物質量の時間変化を示すグラフの概略を記せ。ただし、破線のグラフは反応時間と H_2O_2 の物質量の関係を示したものである。



問7 表2の空欄 あ および い に適する数値を小数第3位まで記せ。

問8 表2の4～6分の値を用いて②式の反応速度定数 k の値を求め、有効数字2桁で記せ。また、単位も記せ。

問9 表1のデータをもとにして、反応開始から10分後の $[\text{H}_2\text{O}_2]$ を求め、有効数字2桁で記せ。ただし、②式で表される反応では、濃度が $\frac{1}{n}$ になるのに必要な時間は、初期濃度に関係なく一定である。

4 【Ⅰ・Ⅱ選択者用問題】（配点 25点）

次の文を読み、問 1～問 5 に答えよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$ とし、 $[A]$ は A のモル濃度を表すものとする。また、答えの数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

水はその一部が ① 式のように電離して平衡状態となる。



ここで、 $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の積を水のイオン積 K_w といい、 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ である。

アンモニアは、水溶液中でその一部が ② 式のように電離するため、水溶液は塩基性を示す。



アンモニアの電離定数 K_b は次の ③ 式で表される。

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 2.0 \times 10^{-5} (\text{mol/L}) \quad \cdots \cdots \text{③}$$

c (mol/L) のアンモニア水中のアンモニアの電離度を α とすると、この水溶液中の NH_3 , NH_4^+ および OH^- のモル濃度は c と α を用いて、それぞれ次のように表される。

$$[\text{NH}_3] = \boxed{1}$$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = c\alpha$$

よって、③ 式は c と α を用いて、次の ④ 式のように表される。

$$K_b = \boxed{2} \quad \cdots \cdots \text{④}$$

ここで、 α が 1 に比べて十分小さいときは、 $1 - \alpha \approx 1$ と近似できるので、④ 式は次の ⑤ 式のように表すことができる。

$$K_b = \boxed{3} \quad \cdots \cdots \text{⑤}$$

問1 次の(1), (2)の物質を水に加えると, 水の電離度はどのようにになるか。下の(ア)～(ウ)のうちからそれぞれ一つずつ選び, その記号を記せ。ただし, 同じ記号を繰り返し選んでもよい。

(1) 塩化水素

(2) 水酸化ナトリウム

(ア) 大きくなる (イ) 小さくなる (ウ) 変わらない

問2 空欄

| |
|---|
| 1 |
|---|

 ～

| |
|---|
| 3 |
|---|

 に適する文字式を, それぞれ c と α を用いて記せ。

問3 0.10 mol/L のアンモニア水について, 次の(1), (2)に答えよ。

(1) アンモニアの電離度 α はいくらか。

(2) 水酸化物イオン濃度は何 mol/L か。

c [mol] のアンモニアと、 c_s [mol] の塩化アンモニウムを含む水溶液 1.0 L がある。この水溶液においては、アンモニアの電離度が非常に小さいため、 NH_3 と NH_4^+ の濃度はそれぞれ次のように近似することができる。

$$[\text{NH}_3] \doteq c$$

$$[\text{NH}_4^+] \doteq c_s$$

これを③式に代入すると、 $[\text{OH}^-]$ は、 c 、 c_s 、 K_b を用いて次の⑥式のように表すことができる。

$$[\text{OH}^-] = \frac{c}{c_s} \times K_b \quad \cdots \cdots \text{⑥}$$

この水溶液に少量の酸または塩基を加えても、 $\frac{c}{c_s}$ の値が大きく変化しないため、pH はほとんど変化しない。このような水溶液を緩衝液という。一般に、弱酸とその塩の混合水溶液や弱塩基とその塩の混合水溶液は緩衝液となる。

問 4 緩衝液について、次の (1) ～ (3) に答えよ。

(1) 0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 1.0 L に次の (ア) ～ (エ) のいずれか一つの溶液を加えた場合に、混合後の水溶液が緩衝液になるものを (ア) ～ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 0.05 mol/L 塩酸 1.0 L

(イ) 0.10 mol/L 塩酸 1.0 L

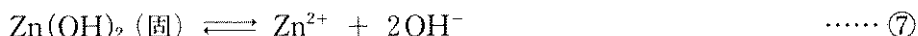
(ウ) 0.05 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 1.0 L

(エ) 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 1.0 L

(2) 0.10 mol/L のアンモニア水 1.0 L に、ある物質量の塩化アンモニウムを加えたところ、水溶液の pH が 9.0 になった。加えた塩化アンモニウムの物質量は何 mol か。

(3) (2) の水溶液に水酸化ナトリウムを 0.050 mol 加えた。このときの水溶液の pH はいくらか。

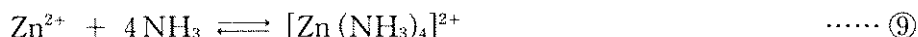
Zn^{2+} を含む水溶液に NH_3 を加えると、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ の白色沈殿が生じ、次の ⑦ 式で表される溶解平衡の状態になる。



このとき、次の ⑧ 式が成立し、この K_{sp} を溶解度積という。

$$K_{\text{sp}} = [\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 4.0 \times 10^{-17} (\text{mol/L})^3 \quad \cdots \cdots \text{⑧}$$

さらに NH_3 を加えていくと $\text{Zn}(\text{OH})_2$ は溶解し、錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ が生成して無色の溶液となる。このとき、次の ⑨ 式で表される平衡状態となる。



⑨ 式の平衡定数は、次の ⑩ 式で表される。

$$K = \frac{[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}{[\text{Zn}^{2+}][\text{NH}_3]^4} = 1.0 \times 10^9 (\text{mol/L})^{-4} \quad \cdots \cdots \text{⑩}$$

問 5 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の Zn^{2+} を含む水溶液 1.0 L に 0.10 mol の NH_4Cl を加えたのち、 NH_3 を加えていくと、はじめに白色沈殿が生じた。さらに NH_3 を加えていくと、その沈殿がすべて溶解して無色の溶液となった。このとき、溶液の pH は 9.0 になっていた。次の (1)、(2) に答えよ。ただし、 NH_3 を加えることによる水溶液の体積変化は無視できるものとする。

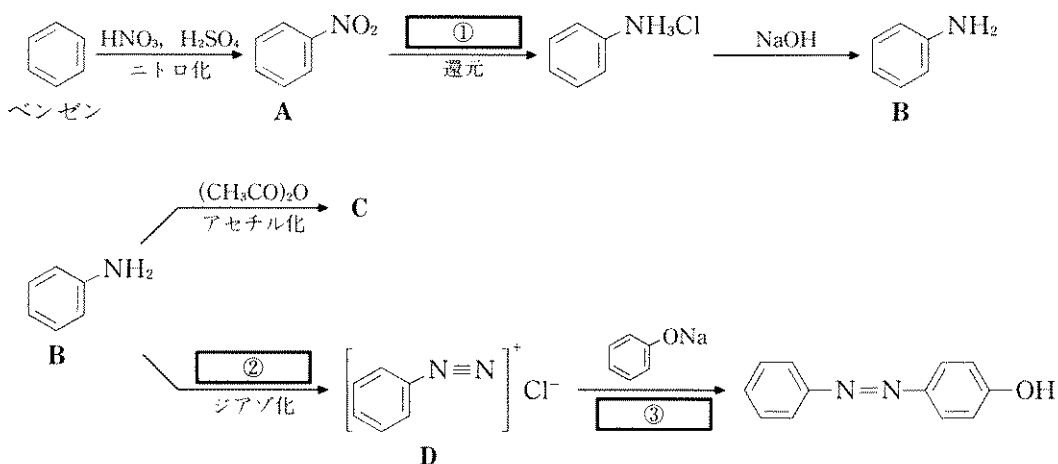
- (1) 白色沈殿が生じ始めたときの水溶液の pH はいくらか。
- (2) pH が 9.0 になるまでに加えた NH_3 の物質量は全部で何 mol か。

5 【I 選択者用問題】 (配点 30点)

次の I, II に答えよ。

I ベンゼンを出発物質とする次の反応経路図に関して、問 1 ～ 問 7 に答えよ。

構造式は、反応経路図の構造式にならって記せ。



問 1 化合物 A, B の名称を記せ。

問 2 空欄 ①, ② に適する試薬を、次の (ア) ～ (キ) のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

- (ア) 濃硫酸 (イ) 濃硝酸 (ウ) スズ, 塩酸
 (エ) 白金, 水酸化ナトリウム (オ) 二クロム酸カリウム, 硫酸
 (カ) 塩酸, 亜硝酸ナトリウム (キ) 硝酸ナトリウム

問 3 化合物 C の構造式を記せ。

問 4 空欄 ③ に適する反応名を記せ。

問 5 化合物 B から化合物 D を合成する際には、氷水で冷却して反応させなければならない。その理由は、水溶液の温度が上昇すると D が水と反応して別の化合物に変化してしまうからである。このとき起こる、D と水との反応を化学反応式で記せ。ただし、有機化合物は構造式で表せ。

問 6 化合物 **B** の性質に該当しないものを次の (ア) ~ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 常温常圧で液体である。
- (イ) さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。
- (ウ) 炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると気体が発生する。
- (エ) 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を反応させると黒色になる。

問 7 分子式が $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$ の化合物 **E** はベンゼンのパラ二置換体である。また、分子式が $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$ の化合物 **F** はベンゼンの一置換体であり、メチル基が 2 個ある。**E** をジアゾ化したのち **F** と反応させると、化合物 **G** が得られる。**G** のナトリウム塩はメチルオレンジとよばれ、中和滴定の指示薬としてよく用いられる。メチルオレンジの構造式を記せ。

II 次の文を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。

次の一連の操作によって芳香族化合物 **X** を加水分解し、芳香族化合物 **Y** と **Z** を得た。

(操作 1) **X** に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、反応液にジエチルエーテル(エーテル)を加えてよく振り混ぜてから静置し、水層 I とエーテル層 I に分けた。エーテル層 I からは有機化合物は得られなかった。

(操作 2) 水層 I に二酸化炭素を十分に吹き込んだのち、エーテルを加えてよく振り混ぜてから静置し、水層 II とエーテル層 II に分けた。エーテル層 II からエーテルを蒸発させて化合物 **Y** を得た。

(操作 3) 水層 II に塩酸を加えたのち、エーテルを加えてよく振り混ぜてから静置し、水層 III とエーテル層 III に分けた。エーテル層 III からエーテルを蒸発させて化合物 **Z** を得た。

問 1 (操作 1) ～(操作 3) から考えられる化合物 **Y** , **Z** の性質を、次の (ア) ～ (エ) のうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

- (ア) 塩基性の化合物である。
- (イ) 炭酸より強い酸性の化合物である。
- (ウ) 炭酸より弱い酸性の化合物である。
- (エ) 中性の化合物である。

芳香族化合物 **X**, **Y**, **Z** についてさらに調べたところ、以下の (a) ~ (c) の結果が得られた。

- (a) **X** の分子量は 228 であった。
- (b) **Y** の分子式は C_7H_8O であり、**Y** のベンゼン環の H 原子 1 個を Br 原子で置換して得られる化合物は 2 種類である。
- (c) **Z** は、フェノールを水酸化ナトリウムと反応させて得られる化合物を二酸化炭素とともに加圧、加熱したのち、希硫酸を加えて得られる化合物と同じであった。

問 2 分子式が C_7H_8O でベンゼン環をもつ化合物は、**Y** を含めて何種類あるか。

問 3 化合物 **Z** について、次の (1), (2) に答えよ。

- (1) **Z** の名称を記せ。
- (2) 次の (ア) ~ (エ) の記述のうちから、**Z** にあてはまるものを一つ選び、その記号を記せ。
 - (ア) 常温常圧で液体である。
 - (イ) 塩化鉄(III)水溶液による呈色反応を示す。
 - (ウ) 無水酢酸を反応させると、消炎塗布薬に用いられる液体の化合物が得られる。
 - (エ) 硫酸の存在下でメタノールを反応させると、解熱鎮痛剤に用いられる固体の化合物が得られる。

問 4 化合物 **X** の構造式を記せ。

6 【I 選択者用問題】 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問9に答えよ。

窒素は周期表の第2周期の **あ** 族の元素であり、窒素原子の価電子の数は **い** 個である。窒素の単体は大気中に体積パーセントで約78%含まれており、工業的には液体空気の **う** によって得られる。また、実験室では、① 窒素の単体は亜硝酸アンモニウム NH_4NO_2 の熱分解により、水とともに得られる。

アンモニアは、工業的には窒素と水素を1:3の体積比で混合し、鉄を主成分とする触媒を用いて高温・高圧下で反応させてつくられる。この方法を **え** という。

硝酸は、工業的にはオストワルト法(アンモニア酸化法)によってつくられる。この方法では、(1)アンモニアと空気の混合物を、高温の白金触媒に接触させて一酸化窒素にしたのち、(2)一酸化窒素を酸素と反応させて二酸化窒素にし、(3)二酸化窒素を温水と反応させて硝酸を得る。



② 硝酸は光によって分解するので、褐色の瓶^{びん}に入れて保存する必要がある。また、硝酸は強い酸化作用を示すため、③ 水素よりイオン化傾向の小さい銅や銀などの金属を酸化して溶かすことができる。

問1 空欄 **あ** ～ **え** に適する数または語を次の(ア)～(シ)のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

(ア) 3 (イ) 4 (ウ) 5 (エ) 14 (オ) 15 (カ) 16

(キ) ろ過 (ク) 抽出 (ケ) 分留 (コ) ハーバー・ボッシュ法

(サ) 接触法 (シ) アンモニアソーダ法

問2 アンモニアの構造式を記せ。また、アンモニアの分子の形を次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 折れ線形 (イ) 正方形 (ウ) 三角錐形 (エ) 正四面体形

問 3 アンモニアの性質に関する次の(ア)～(エ)の記述のうち、誤っているものを一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 無色・刺激臭の気体である。
- (イ) 水に溶けて弱塩基性を示す。
- (ウ) 塩化水素に触れると白煙を生じる。
- (エ) 空気より重い気体である。

問 4 アンモニア、硝酸、一酸化窒素および二酸化窒素における窒素原子の酸化数はそれぞれ異なる。これら 4 つの化合物の化学式を、化合物中の窒素原子の酸化数が小さいものから順に左から並べて記せ。

問 5 一酸化窒素が二酸化窒素に変化するときの色の変化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) 黄緑色から無色 (イ) 無色から黄緑色
- (ウ) 赤褐色から無色 (エ) 無色から赤褐色

問 6 下線部①の変化を化学反応式で記せ。

問 7 下線部②について、硝酸が光によって分解すると、二酸化窒素と酸素と水が生成する。このときの変化を化学反応式で記せ。

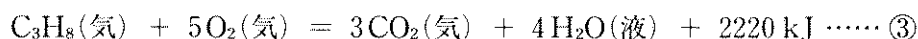
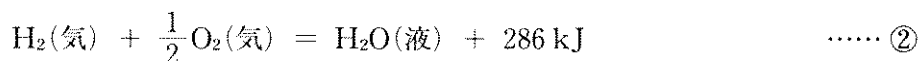
問 8 下線部③について、銀と希硝酸との反応を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

問 9 オストワルト法によってアンモニアから硝酸をつくるとき、標準状態で 224 L のアンモニアから、質量パーセント濃度が 63 % の濃硝酸(密度 1.4 g/cm³)を最大何 L つくることができるか。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、原子量は H = 1.0, N = 14, O = 16 とし、標準状態における 1 mol の気体の体積は 22.4 L とする。

7 【I 選択者用問題】（配点 25点）

次の I ～III に答えよ。

I 次の①～③の熱化学方程式について、問1～問3に答えよ。ただし、燃焼により生成する H_2O は液体であるとする。また、標準状態における 1 mol の気体の体積は 22.4 L とする。



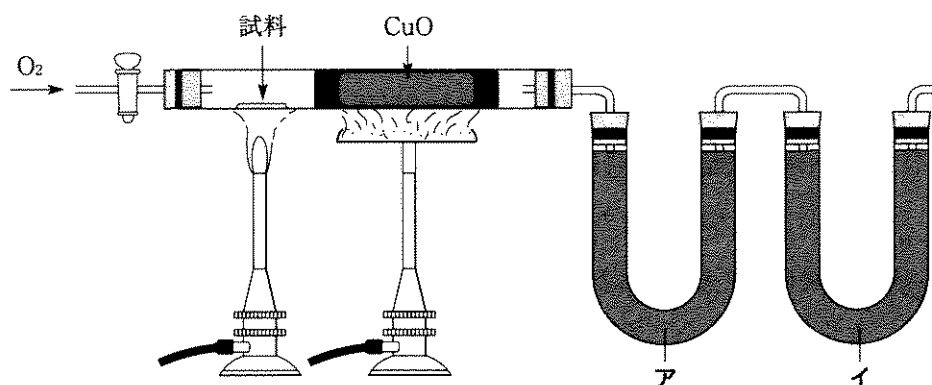
問1 標準状態で 11.2 L のプロパン $\text{C}_3\text{H}_8(\text{気})$ を完全燃焼させたときに発生する熱量は何 kJ か。四捨五入により有効数字 3 桁で記せ。

問2 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{気})$ の生成熱を Q [kJ/mol] として、上の熱化学方程式①～③にならい、黒鉛と水素から $\text{C}_3\text{H}_8(\text{気})$ が生成する反応を表す熱化学方程式を記せ。

問3 問2の Q の値を求め、四捨五入により整数で記せ。

II 次の文を読み、問 4 ～問 6 に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。

炭素、水素、酸素からなる、分子量 150 以下の有機化合物 A を 2.44 g 取り、次の図のような装置を用いて完全燃焼させたところ、二酸化炭素 7.04 g と水 1.80 g が生成した。



図

問 4 図の **ア** と **イ** に入っている物質の名称を、それぞれ次の物質群から選んで記せ。また、二酸化炭素は **ア** または **イ** のどちらに吸収されるか。 **ア** または **イ** の記号で答えよ。

【物質群】 白金、銅、ソーダ石灰、濃硫酸、塩化カルシウム

問 5 化合物 A 2.44 g 中に含まれる炭素の質量、および酸素の質量はそれぞれ何 g か。四捨五入により小数第 2 位まで記せ。

問 6 化合物 A の分子式を記せ。

III 次の文を読み、問 7 ～問 9 に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $O = 16$, $S = 32$, $Cu = 64$ とする。

硫酸銅(II)五水和物 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ の結晶 25.0 g を加熱すると、はじめ

| |
|---|
| X |
|---|

 色であった結晶が完全に水和水を失い、白色の粉末に変化した。さらに加熱し続けると、白色粉末の一部が黒色の酸化物に変化し、10.5 g の固体が得られた。

問 7

| |
|---|
| X |
|---|

 に入る最も適切な色を記せ。

問 8 質量パーセント濃度が 20.0 % の硫酸銅(II)水溶液 100 g から得られる硫酸銅(II)五水和物の結晶の質量は最大何 g か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 9 下線部の黒色の酸化物の化学式を記せ。また、得られた固体 10.5 g 中に含まれる黒色の酸化物の質量は何 g か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

生物の問題は次ページから始まる。

生 物

(Ⅰ・Ⅱの選択者は ①, ②, ③, ④ の, Ⅰのみの選択者は ①, ②, ⑤, ⑥ の計 4 題を解答せよ。)

1 【共通問題】(配点 25点)

植物の反応に関する次の A・B の文章を読み、下の各問に答えよ。

A 植物は外界の環境からの刺激に対してさまざまな反応を示す。たとえば、刺激に対する屈曲反応として、刺激の方向に対して一定の方向に屈曲する屈性と、刺激の方向とは無関係に一定の方向に屈曲する 1 が知られている。茎の光屈性には ^a植物ホルモンであるオーキシンが関与しており、この反応は次のようなしくみによって起こると考えられる。植物の芽ばえに片側から光が当たると、茎の先端部で合成されたオーキシンの光の当たらない側に横移動した後、先端部から基部方向に移動する。この先端部から基部方向への移動は重力によるものではなく、方向性の決まった移動であり、2 移動と呼ばれる。この結果、光の当たらない側の伸長成長が促進され、茎が光の方向に屈曲する。

頂芽がさかんに成長しているとき、側芽の成長は抑制されており、この現象は 3 と呼ばれる。これは、頂芽で合成されたオーキシンの移動して側芽に作用し、側芽の成長を抑制することによるものである。このため、頂芽が失われると側芽にオーキシンの作用しなくなるので、側芽に対する成長の抑制が解除され、側芽が成長を始める。なお、植物体に含まれている天然オーキシンは 4 と呼ばれる物質であり、これと同じ作用をもつ物質が人工的に合成されている。

植物ホルモンには、オーキシン以外にもジベレリンなどが知られており、^b種子発芽や茎の伸長成長など、さまざまな植物の反応に関与している。

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、植物ホルモンの作用に関する記述として適当なものを次のア～クから 3 つ選び、記号で答えよ。

ア ジベレリンは、孔辺細胞に作用して気孔を開かせる。

イ ジベレリンは、茎頂の未分化な芽に作用して花芽形成を促進する。

ウ サイトカイニンは、孔辺細胞に作用して気孔を閉じさせる。

エ サイトカイニンは、細胞分裂を促進する。

オ アブシシン酸は、葉で合成されて花芽形成を抑制する。

カ アブシシン酸は、種子の発芽を抑制する。

キ エチレンは、気体状の植物ホルモンので、果実の成熟を促進する。

ク エチレンは、離層の形成を抑制する。

問 3 下線部 b について、次の (1)・(2) に答えよ。

(1) 植物の種子が発芽するためには、いくつかの条件がそろふ必要がある。種子の発芽に必要な条件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 酸素の存在 イ 二酸化炭素の存在 ウ 水の存在 エ 適当な温度

(2) イネやムギの種子では、発芽の際に胚でジベレリンが合成され、ジベレリンの作用により種子内に発芽のエネルギー源となる糖が生じ、これが胚に供給される。ジベレリンの作用により糖が生じるしくみを、「糊粉層」、「アミラーゼ」、および「胚乳」の語を用いて 50 字以内で説明せよ。

B ジベレリンは茎の伸長成長を促進する作用をもつ。植物細胞のジベレリンに対する応答は以下の過程を経て行われる。まず、植物体の特定の部位でジベレリンが合成されると、これが他の部位に運ばれて、細胞内に存在するジベレリン受容体であるタンパク質 X と結合する。すると、タンパク質 X は同じ細胞内の別のタンパク質 Y に作用できるようになり、タンパク質 Y のはたらきを変化させ、伸長成長が促進される。なお、この伸長の過程に関して、タンパク質 X、タンパク質 Y 以外の因子は関与しないものとする。

ジベレリンによる茎の伸長成長に関して、イネの中からジベレリンに正常に反応する栽培株(以下、正常株とする)とジベレリンに対する反応が異なる変異株 1～3 を選別し、以下の**実験 1～3**を行った。ただし、変異株 1～3 はそれぞれ、ジベレリンを合成できない変異株、タンパク質 X を欠く変異株、およびタンパク質 Y を欠く変異株のいずれかであることがわかっている。

実験 1 正常株、および変異株 1～3 の芽ばえを通常の条件で栽培し、一定期間後に草丈を測定した。

実験 2 正常株、および変異株 1～3 の芽ばえに外部からジベレリンを加えて栽培し、一定期間後に草丈を測定した。

実験 3 正常株、および変異株 1～3 の芽ばえにジベレリン合成阻害剤を加えて栽培し、一定期間後に草丈を測定した。

実験 1～3の結果は表 1 のようになった。なお、表中の ± は通常条件で栽培したときの正常株の草丈を、+ は通常条件で栽培した正常株よりも草丈が高いことを、－ は通常条件で栽培した正常株よりも草丈が低いことをそれぞれ示している。

表 1

| | 実験 1 | 実験 2 | 実験 3 |
|-------|------|------|------|
| 正常株 | ± | + | － |
| 変異株 1 | － | + | － |
| 変異株 2 | + | + | + |
| 変異株 3 | － | － | － |

問 4 実験 1～3について、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 正常株におけるタンパク質 Y のはたらきとして、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 タンパク質 X からの作用に関わらず、茎の伸長成長を促進する。
 - イ タンパク質 X からの作用に関わらず、茎の伸長成長を抑制する。
 - ウ タンパク質 X からの作用がないときのみ、茎の伸長成長を促進する。
 - エ タンパク質 X からの作用があるときのみ、茎の伸長成長を抑制する。
 - オ タンパク質 X からの作用がないときのみ、茎の伸長成長を抑制する。
- (2) 実験で用いた(i)変異株 1，(ii)変異株 2，(iii)変異株 3 は、それぞれどのような変異をもつと考えられるか。次のア～ウから適当なものをそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えよ。
- ア ジベレリンを合成できない。
 - イ タンパク質 X を欠く。
 - ウ タンパク質 Y を欠く。
- (3) 正常株において、ジベレリンの作用により茎の伸長成長が促進される過程について 60 字以内で説明せよ。

2 【共通問題】（配点 25点）

ヒトのホルモンと血糖量調節に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

ヒトの内部環境は、^aホルモンと 1 神経系のはたらきによってほぼ一定に保たれている。ホルモンは ^b内分泌腺から分泌されて血流によって全身に運ばれるが、そのホルモンの受容体をもつ特定の細胞や器官にのみ作用する。このような器官を 2 器官と呼ぶ。

血糖量は血液中へのグルコースの供給と各組織のグルコースの利用とのバランスによって一定の濃度に維持されている。空腹時には血糖量が減少するが、アドレナリンなどの作用によって肝臓における 3 の分解が促進され、血液中にグルコースが供給される。また、^c食後には血糖量が増加するが、すい臓の 4 から分泌されるインスリンの作用により血糖量が減少し、もとに戻る。

ヒト X・Y・Z の3人について、空腹状態でグルコースを飲ませて、2時間後に血糖濃度と血液中のインスリン濃度を測定する検査を行った。その結果を図1に示す。

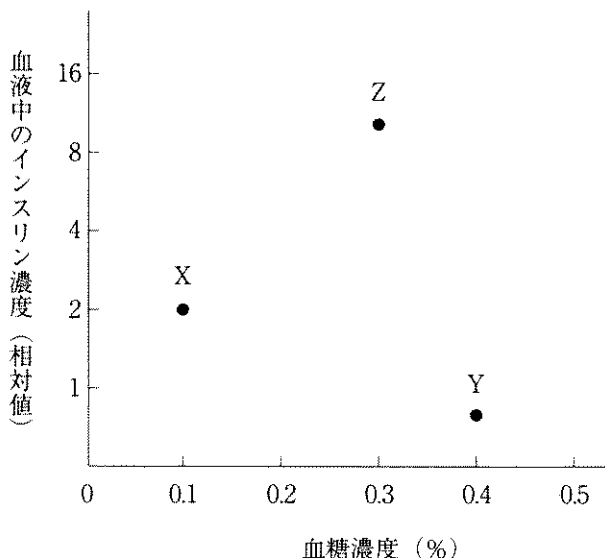


図1

問1 文章中の 1 ～ 4 に入る適当な語を記せ。ただし、4 には該当する組織と細胞の名称を合わせて記入せよ。

問2 下線部 a について、3 種類のホルモンについてまとめた次の表の空欄(ア) ～ (ウ) に入る適当な語を記せ。

| ホルモンの名称 | 内分泌腺 | はたらき |
|----------|--------|---------------------------------|
| (ア) | 脳下垂体後葉 | 腎臓における水の再吸収を促進する。 |
| セクレチン | 十二指腸 | (イ) の分泌を促進する。 |
| 鉍質コルチコイド | (ウ) | 腎臓における Na^+ の再吸収を促進する。 |

問3 下線部 b について、分泌腺には内分泌腺の他に外分泌腺がある。内分泌腺と外分泌腺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 すい臓は内分泌腺の機能をもつが、外分泌腺の機能も合わせもつ。

イ ホルモン分泌の調節中枢である間脳視床下部は、内分泌腺(内分泌器官)としての機能ももつ。

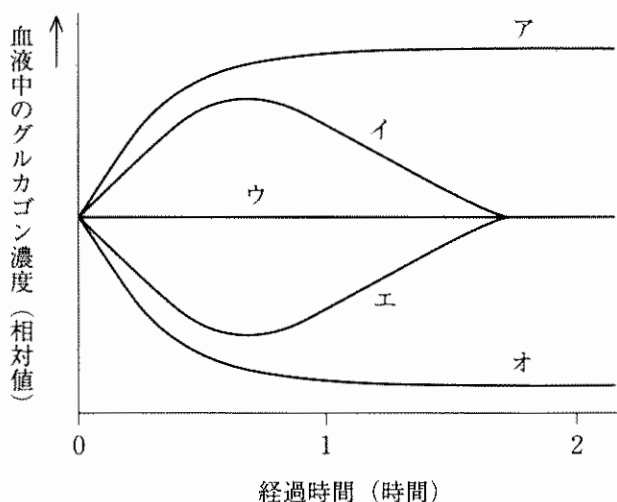
ウ 汗腺や消化腺など、体外に物質を分泌するものが外分泌腺である。

エ 内分泌腺は、排出管(導管)を経て血管に物質を分泌する。

問4 下線部 c について、血糖量が増加したときにこれを減少させるインスリンの作用について 60 字以内で説明せよ。

問 5 図 1 について、次の (1)・(2) に答えよ。

- (1) ヒト X・Y・Z のうち、1 人は健康なヒトであるが、2 人は糖尿病患者であると考えられる。糖尿病患者を 2 人選び、それぞれの糖尿病の原因について各 25 字以内で説明せよ。
- (2) すい臓からはグルカゴンも分泌され、血糖量の調節にはたっている。図 1 の検査を行ったときに、同時に時間を追って血液中のグルカゴン濃度を測定した。健康なヒトのグルカゴン濃度はどのようなになるか。次の図中のア～オから最も適当なものを 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、横軸の時間 0 はグルコースを飲んだ時点を示す。



生物の問題は次のページに続く。

③ 【I・II選択者用問題】 (配点 25点)

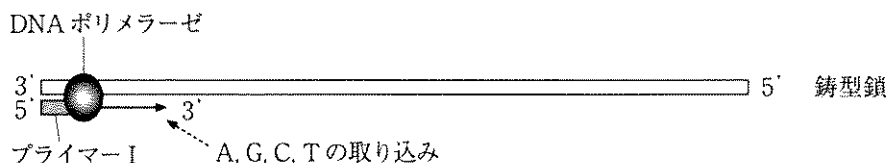
遺伝子に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

DNA はヌクレオチドを構成単位とし、相補的な塩基どうしが水素結合することで 1 構造を形成している。細胞分裂に先だって DNA は複製されるが、その複製法は 2 的複製と呼ばれる。遺伝子が発現する際は、DNA の塩基配列が遺伝情報となって伝令 _a RNA に転写され、さらに 3 上で翻訳が行われてタンパク質が合成される。この翻訳は、伝令 RNA の三つ組の塩基配列と相補的な三つ組の塩基配列である 4 をもつ運搬 RNA が、特定のアミノ酸を結合して 3 に運んでくることにより進行する。

DNA の塩基配列の決定は、次のような方法で、DNA の一方の鎖を鋳型鎖として、それに相補的な塩基配列の一本鎖 DNA を合成することによって行われる。これには、まず DNA を一本鎖に解離したものを大量に用意し、プライマー I (鋳型鎖と相補的な塩基配列をもつ短い一本鎖 DNA)、DNA ポリメラーゼ、および DNA の材料となる 4 種のヌクレオチド (A, G, C, T と表記する) を混合した反応液に入れる。この反応液では、図 1 の上段に示すように、プライマー I は鋳型鎖の相補的な塩基配列の部分に結合し、DNA ポリメラーゼにより、決まった方向 (図 1 の 5' から 3' の方向) に鋳型鎖と相補的な塩基をもつヌクレオチドが取り込まれて結合していき、相補的な一本鎖 DNA が合成されていく。また、ここで用いた鋳型鎖の相補鎖についても、プライマー I のかわりにプライマー II (相補鎖と相補的な塩基配列をもつ短い一本鎖 DNA) を入れておけば、図 1 の下段に示すように、それに相補的な一本鎖 DNA が合成される。

さらに、この反応液に特殊なヌクレオチド A', G', C', T' を少量加えておく。この特殊なヌクレオチドは伸長中の DNA 鎖に取り込まれると、その時点で DNA の合成反応が停止する。たとえば、反応液中に加えられた A' は多量にある A と伸長中の DNA 鎖に競争的に取り込まれることになるが、A' が取り込まれると DNA の合成反応が停止するので、_b さまざまな長さの一本鎖 DNA 断片が合成されることになる。G', C', T' の場合でも同様である。なお、この特殊なヌクレオチド A', G', C', T' はそれぞれが異なる蛍光色素と結合しているので、これらを区別することができる。

プライマー I を入れたときの反応



プライマー II を入れたときの反応

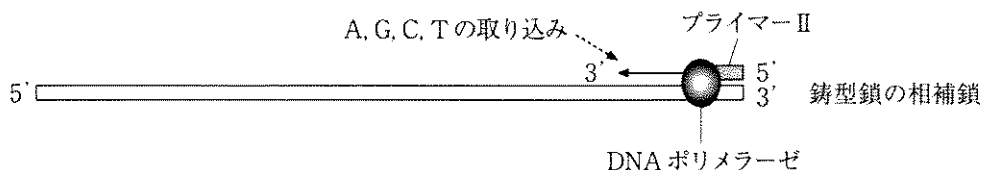


図 1

合成した多数の一本鎖 DNA 断片を図 2 に示すようにゲル電気泳動で分離すると、短い断片ほど移動距離が長くなるので、正極(+)側に位置するようになる。このとき、A', G', C', T' の蛍光パターンから DNA の塩基配列を決定することができる。

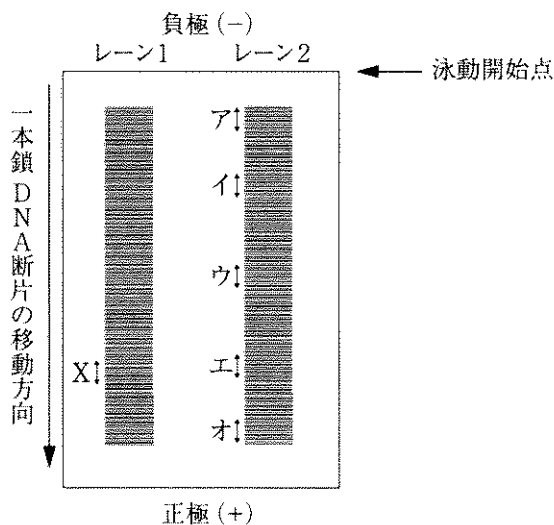


図 2

鎌状赤血球貧血症は、ヘモグロビン遺伝子の突然変異により赤血球が鎌状になり、貧血症となる遺伝病である。鎌状赤血球貧血症遺伝子をもたず正常遺伝子だけをもつヒト P と、鎌状赤血球貧血症遺伝子をホモでもちこの病気を発症しているヒト Q がいる。ヘモグロビン遺伝子のプライマー I とプライマー II ではさまれた DNA 領域には鎌状赤

血球貧血症に特有の変異がみられる。ヒト P について、この DNA 領域をとり出し、先に示した特殊なヌクレオチドを加える方法でプライマー I を入れて一本鎖 DNA 断片を合成した産物 1、プライマー II を入れて一本鎖 DNA 断片を合成した産物 2 を得た。産物 1 はレーン 1 で、産物 2 はレーン 2 でそれぞれゲル電気泳動を行った結果を図 2 に示す。図 3 は図 2 中の X の部分について、正極(+)側から負極(-)側への塩基の蛍光パターンを示したものである。

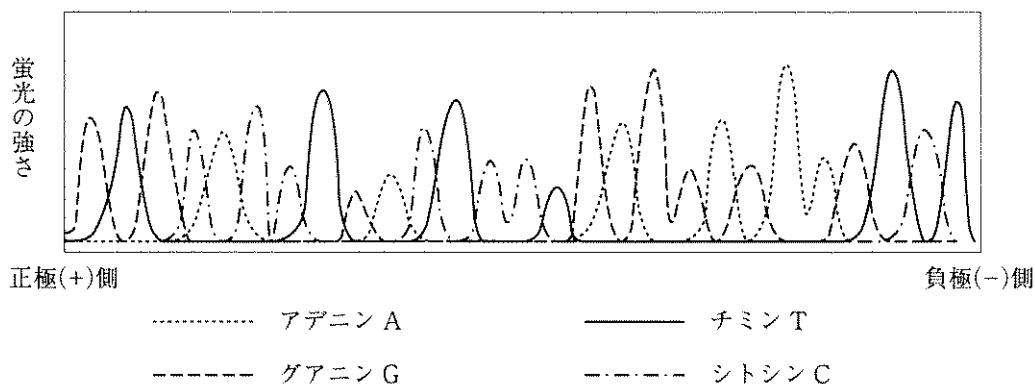


図 3

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、RNA を構成するヌクレオチドは DNA を構成するヌクレオチドと塩基の種類にちがいがみられる。両者のヌクレオチドの構成成分に関して、塩基の種類以外で異なる点を 40 字以内で述べよ。

問 3 下線部 b について、反応液に加える特殊なヌクレオチドの濃度を増加させると、合成される一本鎖 DNA 断片の長さはどのように変化するか、20 字以内で述べよ。

問 4 DNA の塩基配列の決定に関して、次の (1)・(2) に答えよ。

(1) 図 2 の X の部分について、図 3 にもとづいて 5' 側から 3' 側へ向かう DNA の塩基配列の初めの 6 つを、アデニンは A、チミンは T、グアニンは G、シトシンは C を用いて記せ。

- (2) 図3の塩基配列と相補的な塩基配列は(i)図2のレーン2のどの付近に存在すると考えられるか。最も適当なものを図2のア～オから1つ選び、記号で答えよ。また、(ii)その部分の正極(+)側から負極(-)側へ向かうDNAの塩基配列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。

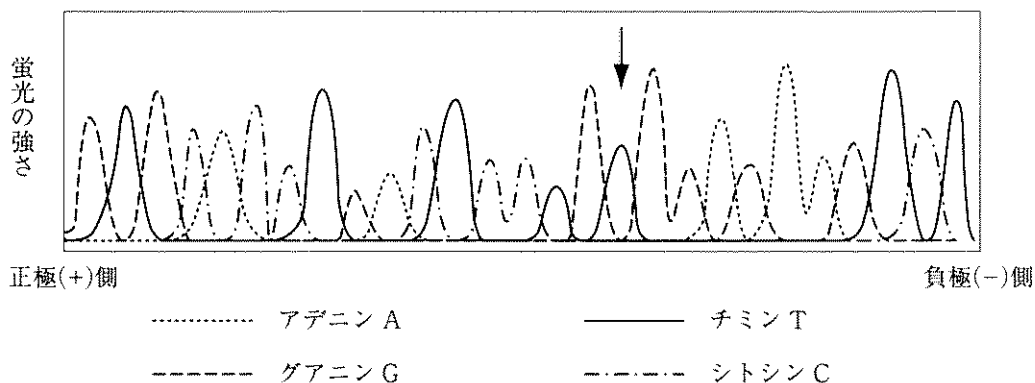
ア GTGCACCTGACTCCTGAGGAGAAGTCT

イ TCTGAAGAGGAGTCCTCAGTCCACGTG

ウ CACGTGGACTGAGGACTCCTCTTCAGA

エ AGACTTCTCCTCAGGAGTCAGGTGCAC

- 問5** ヒトPの産物1の鋳型となった一本鎖DNAは伝令RNAに転写される側の鎖であった。Xの部分のアミノ酸配列は、正極(+)側の最初の塩基から読み取られていき、バリンーヒスチジンーロイシントレオニンープロリンーグルタミン酸ーグルタミン酸ーリシンーセリンであった。鎌状赤血球貧血症遺伝子をホモでもつヒトQにおいて、ヒトPと同様にプライマーIを用いて一本鎖DNAを合成し、同様に調べたところ、図3と同じ領域で次のような蛍光パターンとなり、矢印で示した部分がヒトPと異なっていた。



- (1) 伝令RNAの三つ組の塩基配列がAAGのとき、これが指定するアミノ酸の名称を答えよ。
- (2) ヒトPとヒトQのDNAの塩基配列から、正常遺伝子と鎌状赤血球貧血症遺伝子では、左端から何番目のアミノ酸がどのように異なっているか、アミノ酸の名称を記して50字以内で述べよ。

4 【Ⅰ・Ⅱ選択者用問題】（配点 25点）

免疫に関する次のA・Bの文章を読み、下の各問に答えよ。

A ヒトは、外界から侵入した異物を抗原として認識し排除する免疫のしくみをもっている。免疫には、B細胞やT細胞などのリンパ球が重要なはたらきをしている。B細胞は 1 でつくられて成熟し、リンパ節や 2 に多く分布するのに対し、T細胞は 1 でつくられた後、 3 で分化・成熟する。

病原体や毒素などが体内に侵入した際、B細胞は増殖して抗体産生細胞に分化し、抗体を分泌する。抗体は 4 と呼ばれるタンパク質であり、^a非常に多様な抗体分子がつくられ、抗原と特異的に結合して抗原を無毒化する。これに対し、^bT細胞が直接抗原を排除する免疫機構も存在する。

問1 文章中の 1 ～ 4 に入る適切な語を記せ。

問2 免疫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 病原体に一度感染すると、活性化されたリンパ球の一部が記憶細胞として体内に残る。

イ ワクチン接種は、免疫記憶のしくみを感染症の予防に応用したものである。

ウ 血清療法は、毒性を弱めた病原体を血清に加えてヒトに注射する治療法である。

エ アレルギーは、抗原に対する過敏な免疫反応によって引き起こされる。

問 3 下線部 a について、未分化な B 細胞が成熟した B 細胞に分化するときに抗体の遺伝子の再構成が行われる。未分化な B 細胞の DNA には、多数の抗体の遺伝子の断片がいくつかの集団をつくって並んでいる。L 鎖の可変部は V、J の 2 つの領域からできており、H 鎖の可変部は、V、D、J の 3 つの領域からできている。B 細胞が分化して成熟する過程で、これらの領域をつくる遺伝子の断片がそれぞれランダムに 1 つずつ選ばれて連結し、L 鎖の可変部や H 鎖の可変部のアミノ酸配列を指定する新たな遺伝子となる。L 鎖の V および J の領域に含まれる遺伝子の断片をそれぞれ 300 個および 5 個、H 鎖の V、D、および J の領域に含まれる遺伝子の断片をそれぞれ 300 個、30 個、および 6 個と仮定した場合、可変部をつくる遺伝子は全部で何通りできるか。有効数字 2 桁で記せ。

問 4 下線部 b の免疫機構が関与する現象の 1 つに、非自己の移植片に対する拒絶反応がある。遺伝子型が異なるホモ接合体のマウス(X 系統と Y 系統)を用いて皮膚移植の実験を行った。次の (1)・(2)に答えよ。ただし、 F_1 および F_2 マウスはメンデルの遺伝の法則に従って生まれてくるものとする。

(1) X 系統の皮膚片を Y 系統に移植したところ、皮膚片は生着せず拒絶された。

また、Y 系統の皮膚片を X 系統に移植しても、同様に拒絶された。X 系統と Y 系統を交配し、得られたマウス(F_1 マウス)に X 系統の皮膚片を移植したとき、皮膚片は 100 % 生着した。逆に、X 系統に F_1 マウスの皮膚片を移植した場合、皮膚片が生着すると期待される F_1 マウスの割合は何%か。

(2) F_1 マウスの雌雄を交配し、次世代のマウス(F_2 マウス)を得た。この F_2 マウスの皮膚片を Y 系統に移植したとき、25 % の F_2 マウスの皮膚片が生着した。逆に、 F_2 マウスに Y 系統の皮膚片を移植した場合、皮膚片が生着すると期待される F_2 マウスの割合は何%か。

問 5 移植片に対する拒絶反応以外にも、下線部 b の免疫機構が関与している現象がみられる。その例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 ツベルクリン反応 | イ 血液凝固反応 | ウ スギ花粉症 |
| エ 血友病 | オ フェニルケトン尿症 | |

B 後天性免疫不全症候群(エイズ)はヒト免疫不全ウイルス(HIV)の感染により発症する。HIV は T 細胞に感染し、宿主細胞内で増殖した後、やがて感染した宿主細胞を破壊してさらに別の T 細胞に侵入する。これがくり返されることで T 細胞が減少し、免疫機能が低下する。

問 6 HIV は T 細胞に感染するが、B 細胞には感染しない。それにもかかわらず抗体が関与する免疫の機能も低下する。この理由を 40 字以内で説明せよ。

問 7 HIV のもつ遺伝子のうち、あるタンパク質 P の合成を支配する遺伝子を欠損させた HIV を作製した。この HIV をウイルス p と呼ぶことにする。ウイルス p をさまざまな培養細胞に感染させたところ、正常な HIV と同様にウイルス p が増殖する培養細胞(許容性細胞と呼ぶ)と、ウイルス p がほとんど増殖しない培養細胞(非許容性細胞と呼ぶ)があることがわかった。このような 2 種類の細胞が生じた理由を説明するために、以下の 2 つの**仮説**が考えられた。

仮説 1 許容性細胞の細胞内にはタンパク質 P と同じはたらきをするタンパク質があり、タンパク質 P の機能を補うが、非許容性細胞の細胞内にはそのようなタンパク質が存在しない。

仮説 2 非許容性細胞の細胞内には HIV の増殖を抑えるタンパク質があり、許容性細胞の細胞内にはそのようなタンパク質が存在しない。タンパク質 P はそのタンパク質の機能を阻害する。

仮説を検証するために、許容性細胞と非許容性細胞を融合させて融合細胞を作製し、ウイルス p を感染させた。それぞれの仮説が正しい場合に期待される結果を、合わせて 40 字以内で説明せよ。

生物の問題は次のページに続く。

5 【I 選択者用問題】（配点 25点）

遺伝に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

カイコガは、一般的には白いまゆをつくるが、色のついたまゆをつくるものがある。まゆの色は、カイコガが食べたクワの葉に含まれる色素が消化管に吸収され、吸収された色素が体液に移行して絹糸が着色したものである。遺伝子Aはクワの葉の色素を消化管に吸収するはたらきをもつが、遺伝子aは吸収するはたらきをもたない。一方、遺伝子Bは吸収された色素を体液へ移行させないが、遺伝子bは吸収された色素を体液へ移行させ、色のついたまゆをつくるはたらきをもつ。遺伝子Aはaに対して、遺伝子Bはbに対してそれぞれ優性であり、また、これら2組の遺伝子は異なる相同染色体に存在している。カイコガのまゆの色の遺伝に関する以下の**交配1～3**を行った。

交配1 着色まゆをつくる系統Pの個体と白まゆをつくる系統Qの個体を交配したところ、生じたF₁のつくるまゆはすべて白まゆであり、F₁どうしを交配して生じたF₂では、着色まゆをつくる個体：白まゆをつくる個体 = 3：13であった。

交配2 **交配1**で用いた系統Pの個体と別の白まゆをつくる系統Rの個体を交配したところ、生じたF₁のつくるまゆはすべて着色まゆであり、F₁どうしを交配して生じたF₂では、着色まゆをつくる個体：白まゆをつくる個体 = 3：1であった。

交配3 **交配1**で生じたF₁と**交配2**で生じたF₁を交配した。

問1 遺伝子A(a)と遺伝子B(b)について考えられ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 遺伝子Aをもてば、遺伝子B(b)に関係なく白まゆをつくる。
- イ 遺伝子Bをもてば、遺伝子A(a)に関係なく白まゆをつくる。
- ウ 遺伝子Aと遺伝子Bを同時にもつと着色まゆをつくる。
- エ 遺伝子Aか遺伝子Bのいずれか一方をもてば着色まゆをつくる。

問2 交配1・2の結果から、(1)系統P、(2)系統Q、および(3)系統Rの遺伝子型として最も適当なものを次のア～エからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

ア AABb イ AAbb ウ aaBB エ aabb

問3 交配1で生じたF₂のうち、白まゆをつくる個体の遺伝子型は何種類あるか答えよ。

問4 交配2について、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) F₁の遺伝子型を記せ。

(2) F₂のうち、着色まゆをつくる個体の遺伝子型を2種類記せ。

問5 交配3の結果、次代にはどのようなまゆをつくる個体が生じるか。着色まゆをつくる個体：白まゆをつくる個体の順に、最も簡単な整数比で答えよ。

問6 近年になって、まゆの着色にはさらに別の遺伝子D(d)が関与しており、遺伝子Dをもたない場合、体液に移行した色素は絹糸をつくる器官に取り込まれず、白まゆをつくることがわかった。ある白まゆをつくる系統の個体と別の白まゆをつくる系統の個体を交配したところ、生じたF₁のつくるまゆはすべて着色まゆであり、F₁をそれぞれ交配親の系統の個体と交配したところ、いずれも次代には着色まゆをつくる個体：白まゆをつくる個体 = 1:1で生じた。次の(1)・(2)に答えよ。

(1) 遺伝子A(a)、遺伝子B(b)、および遺伝子D(d)に関して、(i)交配に用いた白まゆをつくる2種類の系統の遺伝子型、および、(ii)F₁の遺伝子型を、次のア～シからそれぞれ選び、記号で答えよ。ただし、遺伝子D(d)は遺伝子A(a)および遺伝子B(b)とは異なる相同染色体に存在するものとする。

| | | |
|----------|----------|----------|
| ア AABbDD | イ AABbdd | ウ AAbbDD |
| エ aaBBDD | オ AAbbdd | カ aaBBdd |
| キ aabbDD | ク aabbdd | ケ AaBbDd |
| コ AaBbdd | サ AabbDd | シ aabbDd |

(2) F₁どうしを交配すると、次代にはどのようなまゆをつくる個体が生じるか。着色まゆをつくる個体：白まゆをつくる個体の順に、最も簡単な整数比で答えよ。

6 【Ⅰ選択者用問題】(配点 25点)

動物の行動に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

動物では、外部環境からの刺激が **1** で受け取られると、刺激に応じて興奮が発生し、その興奮が中枢に伝えられて、最終的に筋肉などの **2** に反応があらわれる。このようにして生じる動物の行動には、a 生まれながらに備わっている **3** 的行動と、生まれた後の経験などによって獲得される習得的行動がある。

3 的行動の例として、アリが同種他個体の放出した物質を手がかりにしてえさ場にたどりつく行動や、カイコガのオスがメスの放出した物質を手がかりにしてメスを見つけたりする行動があげられる。このように、体外に放出されて同種他個体に特定の行動を引き起こす物質を **4** という。また、習得的行動の例としては、b 学習による行動があり、これは過去の経験が記憶として残り、それにより行動に変化が起これるというものである。ヨーロッパコウイカ(以下、イカとする)にみられる記憶に関する次の**実験1**を行った。

実験1 海水を満たしたガラス管にイカのえさであるアミ(節足動物の一種)を入れたものを用意し、このガラス管を図1のように、90日齢(ふ化後の経過日数が90日)のイカを飼育している水槽内に入れた。まもなく、c イカはアミを捕食しようとして何度も触手を伸ばす攻撃反応を行ったが、そのたびにガラスに触手をぶつけた。実験開始からしばらく経つとイカはほとんど攻撃反応を行わなくなった。その時点でガラス管を引き上げ、その後ある時間を経た後に再びアミの入ったガラス管を水槽内に入れた。ガラス管を引き上げてから再び水槽内に入れるまでの時間をいろいろと変え、再び入れた後の単位時間あたりの攻撃反応の回数の平均値を調べたところ、図2の結果を得た。

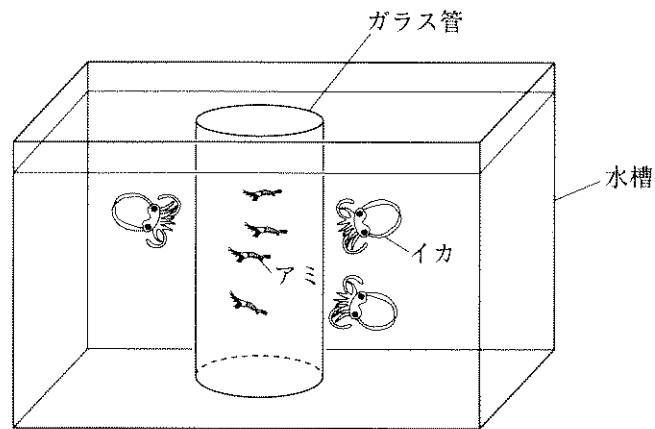


図 1

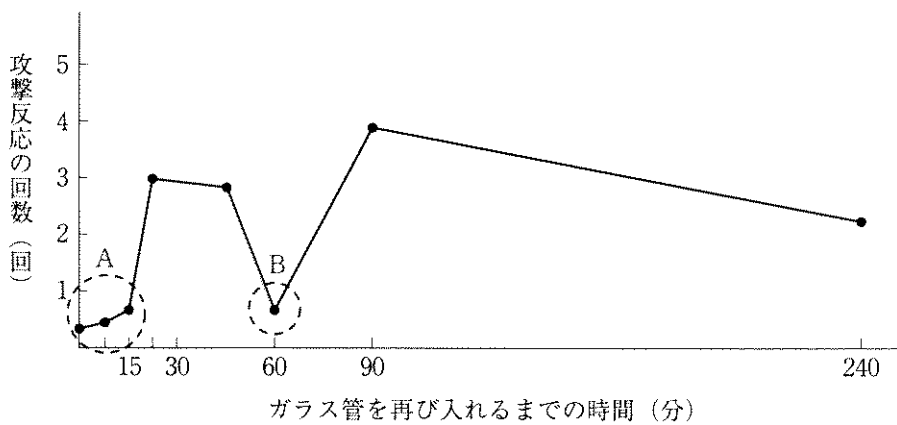


図 2

実験 1 の結果から、図 2 の A に示されるような早い時期に形成される記憶と、B に示されるような成立に 60 分程度の時間がかかる記憶の 2 種類の記憶があることがわかった。ここでは、A を初期記憶、B を後期記憶と呼ぶことにする。どの日齢のイカでも初期記憶や後期記憶を形成できるのかを調べるため、さまざまな日齢のイカを用いて次の**実験 2**を行った。

実験 2 実験 1 と同様に、アミの入ったガラス管を水槽に入れ、その直後に、単位時間あたりのイカの攻撃反応の回数を数えた。イカがほとんど攻撃反応を行わなくなった時点でガラス管を引き上げ、その 5 分後に再びガラス管を水槽に入れ、単位時間あたりの攻撃反応の回数の平均値を調べたところ、図 3 の結果を得た。また、ガラス管を引き上げてから 60 分後に再びガラス管を水槽に入れ、同様に調べたところ、図 4 の結果を得た。

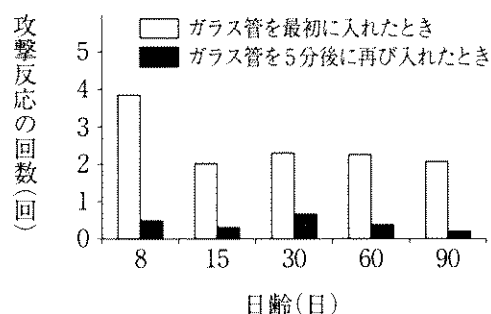


図 3

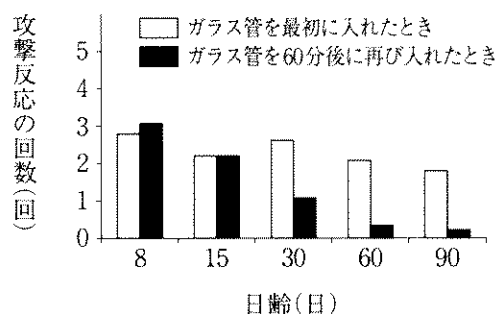


図 4

問 1 文章中の 1 ～ 4 に入る適当な語を記せ。

問 2 下線部 a の行動について、次の (1) ～ (3) の記述が正しい場合は○を記入し、誤っている場合は下線部を正しく直して記せ。

- (1) このような行動の例として本能行動があり、本能行動を引き起こすのに必要な刺激を適刺激という。
- (2) 繁殖期のイトヨのオスは、本物のオスだけではなく腹部が赤い色の模型に対しても攻撃行動を示す。
- (3) メダカには川の上流の方向に向かって泳ぐ性質があり、これを負の流れ走性という。

問 3 下線部 b について、学習による行動の特殊な例として刷込み^{すりこ}がある。刷込みの例としては、ガンやカモのひなが親鳥を記憶し、その後について歩く行動があげられる。この刷込み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 親鳥とまったく異なる形のものに対しては、刷込みが起こらない。

イ 親鳥のにおいがしないものに対しては、刷込みが起こらない。

ウ 生後初期の特定の時期に起こる学習である。

エ 生涯を通して常に起こる学習である。

オ 学習した内容は、短期間で失われる。

カ 学習した内容は、いったん成立すると変更されにくい。

問 4 下線部 c について、イカがアミを捕食しようとして触手を伸ばす攻撃反応を行ったことを確かめるには、ガラス管に海水のみを入れたものをイカの水槽内に入れ、イカが攻撃反応を起こさないことを確認する必要がある。このような実験のことを何というか。

問 5 実験 2 について、次の (1)・(2) に答えよ。

(1) 初期記憶の形成とイカの日齢との関係についてわかることを 20 字以内で述べよ。

(2) 後期記憶の形成とイカの日齢との関係についてわかることを 40 字以内で述べよ。

地 学

(I・II選択者は ①～③ は必須、④～⑥ のうちからいずれか 2 題を選択し、計 5 題を解答すること。I 選択者は、①、②、③、⑦、⑧ の計 5 題を解答すること。)

① 【共通問題】 (配点 20点)

地震に関する次の文章を読み、以下の間に答えよ。

次ページの図 1 は、日本列島付近のプレートの分布を示したものである。日本列島付近には 4 枚のプレートがあり、それぞれが異なる方向へ移動しているため、境界付近ではさまざまな地学現象が起こり、地球上で最も地震の多い地域の一つとなっている。海洋プレートが他のプレートの下に沈み込む海溝やトラフ付近では、周期的に逆断層型の巨大地震が発生する。2011 年の東北地方太平洋沖地震や 1923 年の関東地震などがこれにあたる。一方、1995 年の兵庫県南部地震などのように、大陸プレート内に蓄積した歪みのエネルギーが解放されることによって起こる内陸性の地震は、活断層に沿って発生し、震源が浅いために規模が小さくても大きな被害を伴うことがある。また、島弧-海溝系では、震源が約 km より深い地震(深発地震)も発生しており、最も深いものは約 km に達している。

地震の大きさは、震度とマグニチュードによって示される。日本では、^(a)震度はその地点のゆれの大きさによって 10 段階で示される。^(b)マグニチュードは地震のエネルギーの規模を示す値で、マグニチュードが 2 大きいとエネルギーは 倍、マグニチュードが 1 大きいとエネルギーは約 32 倍で、0.2 大きいとエネルギーは約 倍となる。従来日本で用いられてきたマグニチュード M は、8.0 を超えるとそのエネルギーの大きさを正確に表すことができなくなるため、近年は、モーメントマグニチュード Mw も併用されるようになってきている。

地震災害には、ゆれに伴う建造物の倒壊の他に、山地や傾斜地での土砂崩れ、津波、^(c)液状化現象などがある。

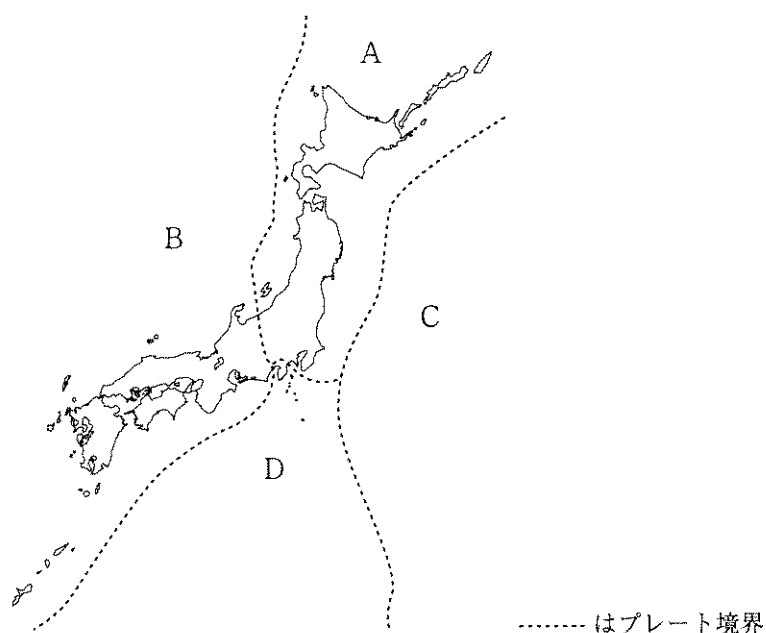


図 1

問 1 図 1 中の A～D のプレートのうち、日本列島付近において、あるプレート境界では他のプレートの下に沈み込み、別のプレート境界では接する他のプレートがその下に沈み込んでいるプレートを一つ選び、その記号と名称を答えよ。

問 2 日本列島付近のプレート境界のうち、海洋プレートが他の海洋プレートの下に沈み込んでいる境界の具体的な名称を答えよ。

問 3 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震(マグニチュード 9.0)の震央の位置を、解答欄の図に×で記せ。

問 4 文章中の空欄 1 ～ 4 にあてはまる適切な数値を、次のうちから一つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

1 ・ 2

ア 10 イ 35 ウ 100 エ 700 オ 1000 カ 2900

3 ・ 4

キ 2 ク 3.2 ケ 6.4 コ 64 サ 320 シ 1000

問5 下線部(a)に関連して、日本で用いられている震度の10段階を、ゆれの大きさが小さいものから順にすべて記せ。

問6 下線部(b)に関連して、従来から用いられているマグニチュードMと、モーメントマグニチュードMwについて述べている文として最も適当なものを、次のア～エのうちからそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

ア 震源断層の面積とずれの大きさと岩石のかたさから求められる値

イ 震源の深さと余震域の大きさから求められる値

ウ P波とS波の地震波速度から求められる値

エ 地震計が記録する地震動の最大振幅をもとにして求められる値

問7 下線部(c)に関連して、液状化現象のしくみを考えるために図2のような実験を行った。砂と水の入った容器に鉄球とピンポン球を配置したものを二つ用意し、一方(装置Ⅰ)はそのまま一晩おき、もう一方(装置Ⅱ)は底にマッサージ器を当てて振動させた。装置Ⅰと装置Ⅱの鉄球とピンポン球はどうなるか。それぞれ一行程度で述べよ。

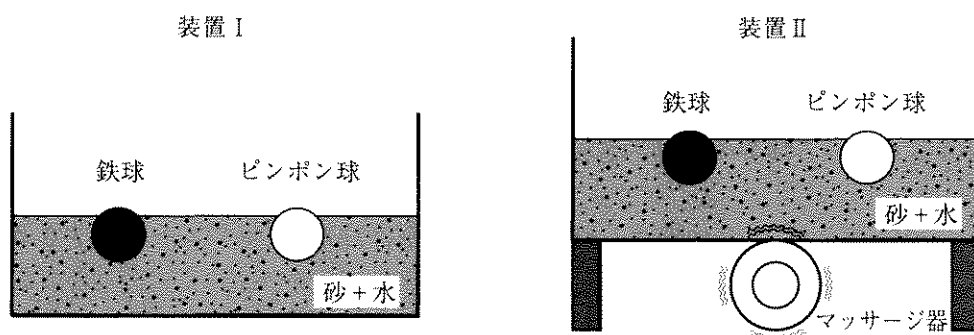


図 2

地学の問題は次のページに続く。

2 【共通問題】 (配点 20点)

岩石の変成と造岩鉱物に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球表層の岩石は、(a) 風化によって^{さいせつ}砕屑物や別の化学物質に変化し、地下水や川を通じて海に流出する。海底にはこうした物質や成分が^{たいせき}堆積・沈殿し、やがて固結して堆積岩となる。

これら堆積岩の一部は海洋プレートとともに海溝から大陸プレートの下に沈み込む。やがて (b) ある深さに達すると、低温高压型の変成作用を受け、 1 という広域変成岩が形成される。一方、(c) 上昇するマグマ周辺の岩石は、高温低压型の変成作用を受け、 2 という広域変成岩が形成される。さらに上昇したマグマが表層の岩体や地層に貫入すると、周囲の岩石が熱による変成作用を受け、接触変成岩が形成される。このとき、元の岩石が石灰岩ならば結晶質石灰岩(大理石)が、泥岩ならば 3 が形成される。

図1はこうした変成岩に含まれる鉱物が安定して存在する温度と圧力の条件を示している。(d) これらの鉱物から、岩石の形成や変成時の環境を推定することができる。

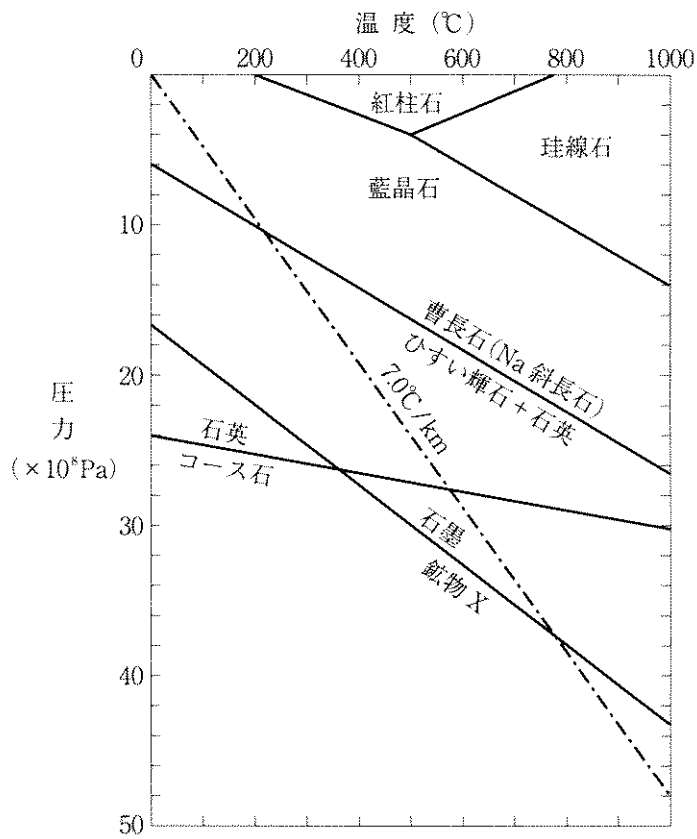


図1 鉱物の温度-圧力安定条件

一点鎖線は地下増温率を示す。

問1 文章中の空欄 1 ~ 3 にあてはまる変成岩の名称を答えよ。なお、同じ岩石名を2回以上答えてはいけない。

問2 文章中の下線部(a)に関連して、花こう岩が風化を受けて形成された土壤に多く含まれる鉱物の組合せ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 方解石・カオリン
- イ 方解石・黒雲母^{うんも}
- ウ 石英・石墨^{せきぼく}
- エ 石英・カオリン

問 3 文章中の下線部(b)に関連して、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 密度が 3.4 g/cm^3 で体積が 1 m^3 の立方体の底面にかかる圧力は $3.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。これと同じ密度で高さ 1 km の岩石柱の底面にかかる圧力を、有効数字2桁で答えよ。なお、岩石柱の密度は変わらないものとし、大気圧は考慮しないものとする。
- (2) 地下増温率が $7.0 \text{ }^\circ\text{C/km}$ のとき、ある深さで曹長石(Na 斜長石)が無くなり、ひすい輝石と石英が含まれる広域変成岩が形成された。この広域変成岩は地表から最も浅いところでは何 km の深さで形成されるか。図1を利用し、整数値で答えよ。

問 4 文章中の下線部(c)に関連して、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) この高温低圧型の広域変成岩には紅柱石の一部が珪線石に変化した鉱物が含まれていた。変成作用を受けた深さが 10 km のとき、変成時の温度を問3(1)の結果および図1を利用して答えよ。
- (2) 藍晶石と珪線石および紅柱石は互いにどのような関係にあるか。漢字2文字で答えよ。
- (3) 図1中の鉱物Xも石墨に対して(2)と同様の関係にある。鉱物Xの具体的な名称を答えよ。

問 5 文章中の下線部(d)に関連し、石英とコース石が同時に含まれている岩石について、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 形成時の温度が $200 \text{ }^\circ\text{C}$ の場合と $600 \text{ }^\circ\text{C}$ の場合とでは、形成された深さにはどのくらいの差があるか。問3(1)の結果および図1を利用して求め、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 8 km イ 37 km ウ 77 km エ 248 km
- (2) 石英とコース石の関係を利用した場合、他の鉱物と比較して、変成時の「温度」と「深さ」のどちらの方がより数値を絞り込むのに適しているか。理由とともに簡潔に述べよ。

地学の問題は次のページに続く。

③ 【共通問題】 (配点 20点)

地球の歴史と生物の進化に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球上における最初の生命がいつ、どこで、どのようにして誕生したのか、さまざまな議論がなされ、現在でも詳しくわかってはいない。^(a)原始地球が誕生したころ、原始大気は水蒸気や二酸化炭素を主成分としており、その温室効果によって地表付近は非常に高温であった。原始海洋の中で誕生した最初の生命は細菌類であったと考えられる。やがて、これらの細菌類の中に光合成によって酸素を放出するものが出現し、その光合成活動によって、^(b)海洋および大気中の酸素濃度は徐々に上昇していった。

酸素濃度が上昇していく環境の中で、核膜で覆われた核をもち、原核生物よりも大きな 1 生物が出現し、その後、 1 細胞からなる多細胞生物が出現した。原生代後期(約6億年前)のオーストラリアの地層からは多細胞生物の化石が多数見つかっているが、これらはクラゲのようにやわらかい体をもち、現在の生き物とは似ても似つかないものばかりであった。これらの化石は、その後も世界各地から数十種類が見つかり、 2 動物群(または 2 化石群)と呼ばれている。

古生代に入ると、三葉虫に代表されるかたい殻や骨格をもつ動物が爆発的に出現した。その後、海水中でしか活動できなかった生物が陸上にも進出するようになり、生物の活動の場は広がっていった。また、古生代 3 紀末には、海生生物の多くが絶滅するという、地球史上で最も大規模な大量絶滅が起こっている。

中生代に入ると、陸・海・空においてさまざまな爬虫類^{はちゅう}が繁栄した。しかし、白亜紀末には生物の大量絶滅が起こり、恐竜などの大型の爬虫類は絶滅した。

新生代に入ると、爬虫類にかわって、鳥類と哺乳類^{ほにゅう}が繁栄するようになった。新生代古第三紀は温暖な気候であったが、古第三紀後半から寒冷化し始め、第四紀に入ると、気候が寒冷な氷期と温暖な間氷期とを繰り返す氷河時代が到来した。^(c)氷期には海水面が下がって、大陸と日本列島が陸続きになり、さまざまな動物が大陸からわたってきた。

問1 文章中の空欄

| |
|---|
| 1 |
|---|

 ～

| |
|---|
| 3 |
|---|

 にあてはまる適切な語を答えよ。

問2 古生代は六つの紀，中生代は三つの紀，新生代は三つの紀に分けられる。このうち，現在までにおいて最も期間の短い紀は何紀か。

問3 文章中の下線部(a)に関連して，原始地球が形成され始めたころ，原始大気はどのようにして形成されたか。簡潔に述べよ。

問4 文章中の下線部(b)に関連して，この時代に海洋や大気の酸素濃度が上昇していた証拠となる地層を一つ答えよ。

問5 文章中の下線部(c)に関連して、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 氷期に海水面が低下するのはなぜか。その理由を一行程度で述べよ。
- (2) 次の図1は、過去7万年間の海水面の変動を示したものである。また、図2はある海域の海底地形の模式図である。海域の破線は水深25mと水深50mの等深線である。図1に基づいて考えたとき、図2の海域についていえることとして最も適当なものを、下のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

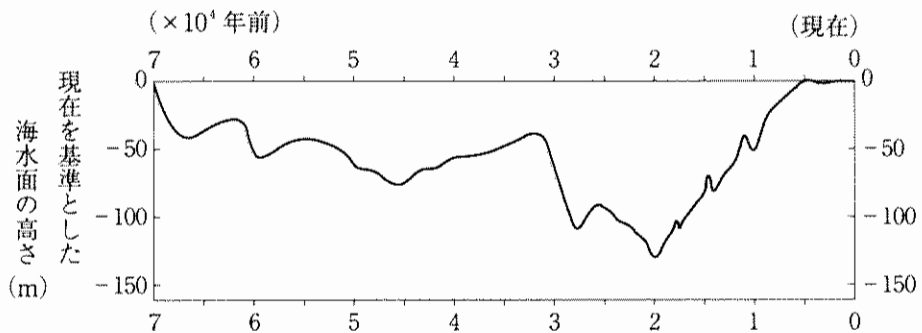


図1 7万年前～現在の海水面の変動曲線

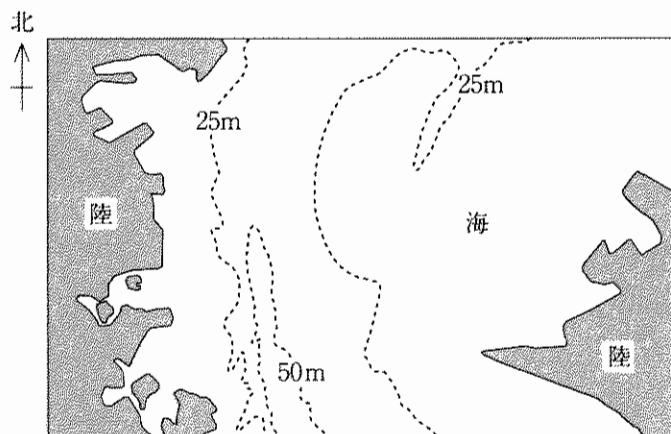


図2 ある海域の海底地形図 (1/250000)

- ア 約7万年前から約5千年前まで、ほとんどの領域は陸化しなかった。
- イ 約5千年前から現在まで、ほとんどの領域が陸化していた。
- ウ 約3万年前から約1万年前まで、ほとんどの領域が陸化していた。
- エ 完新世に入るまで、ほとんどの領域は陸化しなかった。

(3) 第四紀に日本に生息していた哺乳類として最も適当なものを、次のア～カのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア ナウマンゾウ・デスモスチルス

イ ナウマンゾウ・オオツノシカ(オオツノジカ)

ウ ナウマンゾウ・イクチオステガ

エ デスモスチルス・オオツノシカ

オ デスモスチルス・イクチオステガ

カ オオツノシカ・イクチオステガ

問 6 地質時代における気候や生物の消長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 先カンブリア時代は全般を通じて温暖で、氷河が発達するような時期は存在しなかった。

イ 古生代にはオゾン層が形成され、陸上に^{せきつゐ}脊椎動物の両生類・爬虫類・哺乳類が進出した。

ウ 中生代は全般を通じてみると温暖な気候でシダ植物が繁栄したが、中生代の後半には裸子植物が発展した。

エ 新生代は内陸に草原が広がり、新第三紀に出現した人類の祖先が草原で生活するようになった。

4 【I・II選択者用問題】 (配点 20点)

恒星の性質と惑星状星雲に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

恒星は星間物質が集中して誕生する。最初は核融合反応は起きておらず、1 することで解放される位置エネルギーによって光っている。この状態の恒星が原始星である。その後、中心温度が上昇していき、質量が太陽の0.08倍以上であれば、中心部において水素から 2 が合成される核融合反応が始まり、主系列星となる。質量がそれより小さく、核融合反応を起こせなかった場合は褐色矮星^{かつしよくわいせい}となり、その後は徐々に冷えていくだけである。

主系列星では質量光度関係と呼ばれる関係が成り立っており、太陽程度の質量の恒星では、光度は質量の4乗に比例している。光度は核融合反応の消費速度に比例しており、一方で核融合反応の燃料の量は恒星の質量に比例している。その結果、恒星中心部で水素を使いつくすまでの時間、つまり主系列星としての寿命は質量の3乗に反比例することになる。主系列星の段階を終えると恒星は巨星化する。その後は質量によって異なり、太陽質量の数倍以上の重い恒星は超新星爆発の後、3 やブラックホールとなるが、太陽質量の数倍以下の軽い恒星は最終的に白色矮星となる。

ケンタウルス座 α 星は、A星とB星からなる連星で、それぞれの恒星は次の表1のような性質をもつ。これらは質量が太陽と同程度の主系列星なので、巨星化した後、中心部は白色矮星となり、外層部のガスは周囲に放出されて惑星状星雲をつくると考えられる。

表1

| 恒星 | スペクトル型 | 見かけの等級 | 絶対等級 | 質量(単位は太陽質量) |
|----|--------|--------|------|-------------|
| A | G2 | 0.0 | 4.4 | 1.1 |
| B | K1 | 1.3 | 5.7 | 0.9 |

問1 文章中の空欄 1 ～ 3 にあてはまる適切な語を答えよ。

問2 A星とB星の質量は、ケプラーの第三法則を適用することで求められた。この場合の第三法則の内容を、簡潔に述べよ。

問 3 表 1 の A 星と B 星は連星なので、同時に生まれたと考えてよい。A 星と B 星の進化に関する次の (1)・(2) に答えよ。

- (1) A 星と B 星の主系列星としての寿命はそれぞれ何億年になるか。文章中の下線部を考慮して答えよ。ただし、太陽の主系列星としての寿命は 100 億年とし、結果は整数値で答えよ。
- (2) 今後、A 星と B 星が同時に巨星となっている時期は存在するか存在しないか、どちらと考えられるかを答えよ。ただし、両星が原始星段階にある時間は同一とし、両星が巨星段階にある時間は 10 億年以下とする。

問 4 ある惑星状星雲は半径 0.37 光年、絶対等級 0.0 等である。A 星が将来つくる惑星状星雲 P もこれと同等のものになるとして、次の (1)～(3) に答えよ。

- (1) 惑星状星雲 P が A 星の距離にあるとして、その見かけの等級を求めよ。
- (2) 星雲は広がりをもっているので、肉眼での見え方を知るには、(1) のような全体としての明るさではなく単位面積あたりの明るさに直す必要がある。P が A 星の距離にあると、見かけの直径は約 10 度、月のおよそ 20 倍にもなり、その面積を計算すると、約 1.0×10^9 平方秒となる。ただし、1 平方秒とは天球上で一辺が角度の 1 秒である正方形がつくる面積である。P 全体の明るさは 1 平方秒あたりの明るさの何倍か。有効数字 2 桁^{有効}で答えよ。
- (3) P の 1 平方秒あたりの見かけの等級を小数点以下 1 桁まで求めよ。また、P を肉眼で観測できるか判断し、可能か不可能かで答えよ。ただし、広がった天体を肉眼で観測する場合、観測可能なのはおよそ 1 平方秒あたり 22 等までと考えてよい。

【5】【Ⅰ・Ⅱ選択者用問題】(配点 20点)

海洋の循環に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球上では、緯度の違いなどによる熱収支の不均衡が存在する。この不均衡を是正するのが大気や海洋の循環である。

海洋循環のうち表層における循環の主要なものは亜熱帯循環(環流)と呼ばれ、北太平洋では、^(a)黒潮 → 北太平洋海流 → 1 → 2 → 黒潮となる時計回りの環流を形成している。環流は、大気循環により駆動されているとの見方もでき、地球自転や海面高度の違いにより発生する力のつり合いを保ちつつ循環する。環流を形成する海流のうち海洋の西側を流れるものは、地球自転の影響を受けて流れが強くなっており、3 と呼ばれる。その一例である ^(b)黒潮は、日本近海では5日間で約650 kmを移動する。

一方、鉛直方向の海洋循環は、水温や塩分の違いを直接の原因として駆動され则认为られており、熱塩循環とも呼ばれている。熱塩循環は、^(c)表層から沈み込んだ海水が深層水となって流れるため、直接観測することが困難である。現時点では不明確な点も多いが、数か所の海面から深層に沈み込み、^(d)1000～2000年かけて地球一周に相当する距離を移動していることがわかってきた。

問1 文章中の空欄 1 ～ 3 にあてはまる適切な語を答えよ。

問 2 文章中の下線部(a)に関連して、日本付近における黒潮の流路は、大きく蛇行することがある。次の図 1 は、通常時(図 1 中の A)と蛇行時(図 1 中の B)の流路を示している。これに関する下の(1)・(2)に答えよ。

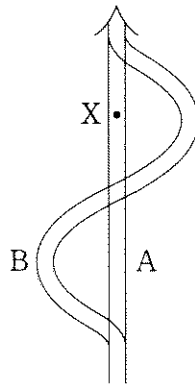


図 1

- (1) 蛇行が発生しているときは、流路のそばに周囲より温度が高い暖水塊や温度が低い冷水塊が発生する。流路のそばのどこに暖水塊と冷水塊は存在しやすいか。解答欄の流路をもとにして暖水塊の位置に㉞，冷水塊の位置に㉟をそれぞれ一か所ずつ記入せよ。
- (2) 蛇行時の流路の変化を推定するのに水位の変化を調べる手法がある。図中の X 点で水位を測定した場合，蛇行時の水位は通常時に比べて低くなる。このことと関係の深い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。なお，通常時と蛇行時で流路の流速に変化はないものとする。
- ア X 点における圧力傾度力が増す。
 - イ X 点における遠心力が増す。
 - ウ X 点におけるコリオリの力(転向力)が増す。
 - エ X 点周辺では環流と逆向きの渦が形成される状況にある。

問3 文章中の下線部(c)に関連して、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 深層水は高緯度の低温の海水のうち、密度が大きくなったものが沈んで形成される。高緯度の海水の密度が大きくなる要因を、しくみも含めて簡潔に述べよ。
- (2) 深層水の温度を 0°C とする。次の図2は、塩分と密度が最大になる温度の関係を表したグラフである。十分に大きな淡水の湖があっても、海洋と同様の約 0°C の深層水は形成されないと考えられる。 0°C の深層水が形成されるためには、最低でも何 ‰ の塩分が必要か。整数値で答えよ。

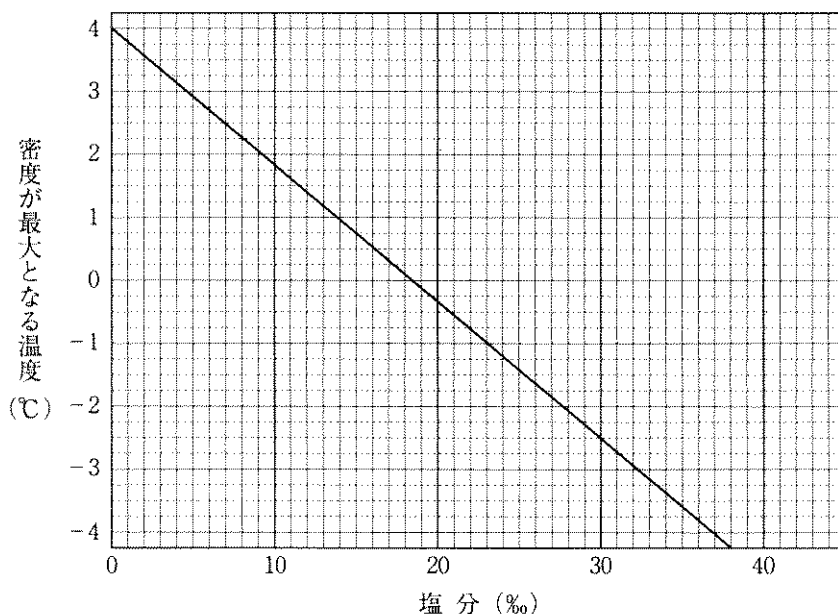


図 2

問4 熱塩循環の流れは、ある放射性同位体に着目し、これをトレーサー(目印)として追跡される。放射性同位体は、時間の経過とともにその量が減少していくため使用できる。次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 放射性同位体をトレーサーとして用いることが可能なのはどうしてか。深層水の性質に触れながら簡潔に述べよ。
- (2) トレーサーとして用いられるこの放射性同位体を元素記号を用いて答えよ。

問 5 文章中の下線部 (b)・(d)に関連して、熱塩循環の流速は、黒潮の流速の何倍になるか、有効数字 1 桁^{けた}で答えよ。ただし、熱塩循環は 1500 年で地球一周に相当する距離を移動するものとする。

⑥ 【Ⅰ・Ⅱ選択者用問題】 (配点 20点)

日本列島の地質構造とテクトニクスに関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

日本列島は、プレート運動とそれに伴う種々の地質現象の結果つくられたものである。日本列島は、一部の大陸起源の地塊や貫入した火成岩体を除いて、1 堆積物、陸源性堆積物、海山などの海底地形の岩片が寄せ集められてできた付加体と呼ばれる地質体からなる。付加体はプレート境界部で板状に累重していくため、それらがつくる地層群(地質帯)は水平方向に帯状に配列したものとなり、このような地質構造は日本列島の大きな特徴になっている。(a) 現在の日本列島に分布する付加体は、古生代ペルム紀(二畳紀)、中生代ジュラ紀、中生代白亜紀～新生代第三紀に形成されたものが多い。

各地質帯の境界となっている断層を構造線という。日本列島を東北日本と西南日本に分けているのが糸魚川－静岡構造線である。さらに西南日本を内帯と外帯に分けているのが 2 である。

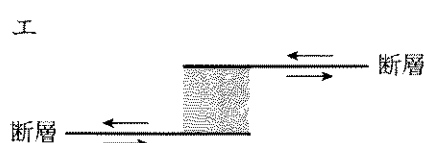
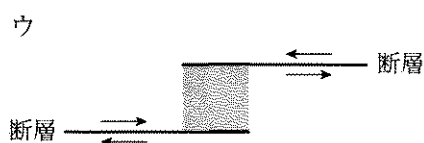
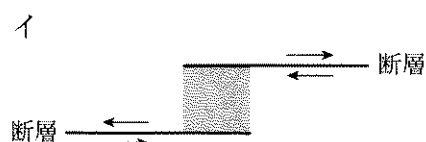
糸魚川－静岡構造線と 2、およびこれらの (b) 構造線に沿って分布する断層群は、現在を含む新しい時代に活動したことが確認されている。例えば、標高 3000 m 級の山々が連なる日本アルプス(飛驒・木曽・赤石の各山脈)は、新第三紀後期以降の糸魚川－静岡構造線およびその断層群の活動により構造線の 3 側の領域が隆起してできたものである。また、関東～中部地方では、西南日本から東西方向に続く地質帯が北側へ突き出すように湾曲している。これは、海洋プレートにのって北上してきた現在の丹沢山地や 4 半島にあたる地塊が次々と日本列島に衝突したことが原因であるとされている。

問1 文章中の空欄 1 ～ 4 にあてはまる適切な語を入れよ。なお、3 は四方位のいずれかで答えよ。

問2 文章中の下線部(a)に関連して、日本列島に分布する付加体は現在の日本列島の位置で形成されたものではないと考えられる。現在の日本列島に分布する付加体が形成された場所を、日本列島の地史を考慮し、簡潔に述べよ。

問3 文章中の下線部(b)に関連して、糸魚川―静岡構造線は1本の線に沿って続く断層ではなく、さまざまな長さの複数の断層が一定の幅の中で並走する断層系をなしている。このような断層系が長期にわたって活動が続けると、断層にはさまれた領域には周囲より盛り上がった土地やくぼんだ土地などの特徴的な地形が形成される。これについて、次の(1)～(4)に答えよ。

- (1) 次のア～エは、連続していない2本の断層が並走する様子を模式的に示した平面図である。2本の断層に沿って図中の矢印の向きに横ずれの活動が続いたとき、図中の影をつけた領域に盆地状のくぼんだ地形がつくられる場合の断層のずれ方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。なお、ここでは^{しゅうきよく}褶曲による変形は考えないものとする。



- (2) (1) で選んだ2本の横ずれ断層の種類と、くぼんだ領域内に多数生じる縦ずれ断層の種類の商品組合せとして最も適当なものを、下のア～カのうちから一つ選び、記号で答えよ。

・2本の横ずれ断層の種類

- a 2本の断層とも右横ずれ断層である。
- b 2本の断層とも左横ずれ断層である。
- c 1本は右横ずれ断層であり、もう1本は左横ずれ断層である。

・くぼんだ領域内に多数生じる縦ずれ断層の種類

- d くぼんだ領域内ではおもに正断層や垂直断層が生じる。
- e くぼんだ領域内ではおもに逆断層や垂直断層が生じる。

- ア a・d イ a・e ウ b・d エ b・e
 オ c・d カ c・e

(3) 盆地のように、基盤の岩盤よりも密度の小さい堆積物が埋積している地域で重力異常を調べる場合、一般に何と呼ばれる重力異常の値が用いられるか。また、そのような地域で得られる重力異常の値の符号は正・負のどちらになるか。

(4) アメリカのカリフォルニア州西部のサンアンドレアス断層は、1000 km 以上にわたって続く断層系であり、プレート境界にもなっている。断層沿いには糸魚川－静岡構造線と同様に、横ずれの断層運動に伴って生じたとされる特徴的な地形が多数見られる。サンアンドレアス断層について述べた文として誤っているものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア サンアンドレアス断層は、北アメリカプレートと太平洋プレートの境界になっている。

イ サンアンドレアス断層は、トランスフォーム断層の一つである。

ウ プレート境界が陸上に現れているのは、地球上ではサンアンドレアス断層だけである。

エ サンアンドレアス断層の活動に伴う地震は、現在でも活発に起こっている。

地学の問題は次のページに続く。

7 【I 選択者用問題】 (配点 20点)

地上天気図に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

次の図1は、2月のある日の地上天気図である。朝鮮半島には温帯低気圧があり、南東側に温暖前線、南西側に寒冷前線がのびている。この温帯低気圧は、発達しながら日本海を^(a)東へ移動し、翌日には北海道に達した。この日、九州から関東にかけての広い範囲で 1 が吹いた。1 とは、立春を過ぎて最初に吹く暖かい 2 寄りの強い風をいう。この風に伴って、太平洋側では気温が上昇した。夜には、^(b)寒冷前線が日本列島を通過し、九州や四国では激しい雨や暴風となった。翌日には、温帯低気圧に近い北日本では大荒れの天気であったが、本州の太平洋側ではおおむね晴天となった。

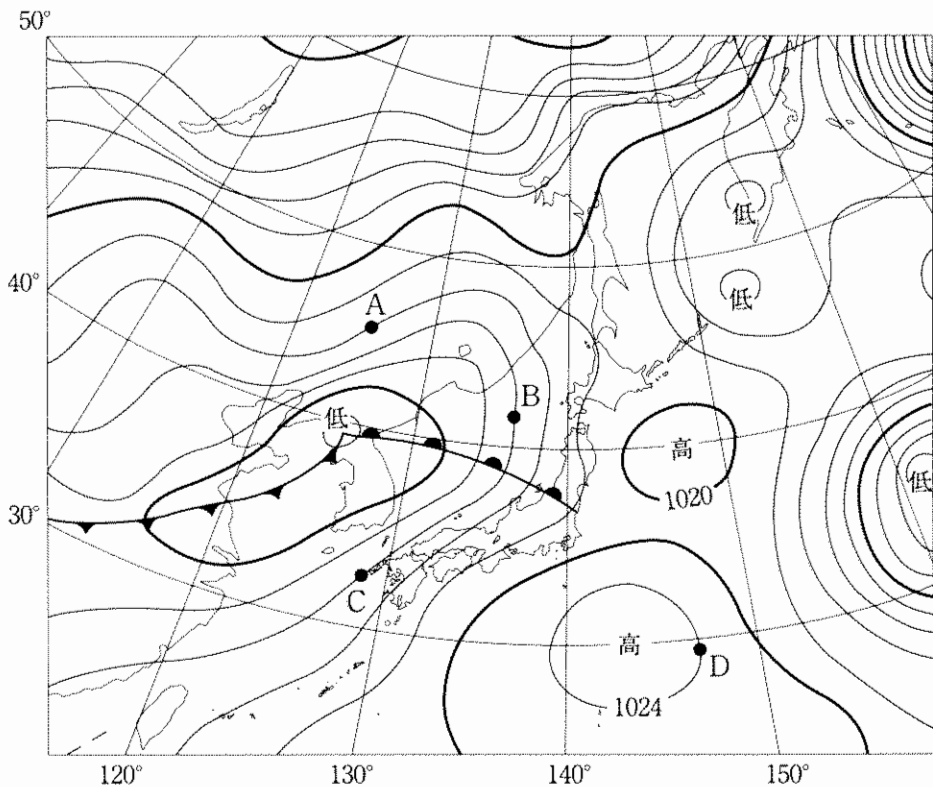
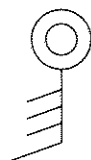


図1 2月のある日の地上天気図

問1 文章中の空欄 1 ・ 2 にあてはまる適切な語を答えよ。ただし、
2 は四方位のいずれかで答えよ。

問2 文章中の下線部(a)に関連して、通常、日本付近では高気圧や低気圧は西から東へ移動する。その理由を簡潔に述べよ。

問3 図1のある地点の天気図記号が次のようであった。このとき、下の(1)～(5)に答えよ。ただし、紙面上方を北とする。



- (1) この地点の天気を答えよ。
- (2) この地点の風の吹く方向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 北から南へ吹く風 イ 西南西から東北東へ吹く風
ウ 南から北へ吹く風 エ 東北東から西南西へ吹く風

- (3) この地点の風の強さ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。

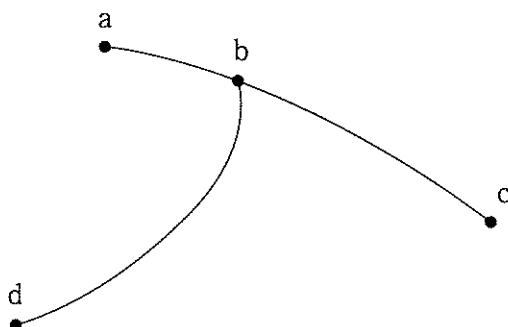
ア 風力4 イ 風力8 ウ 風速1.3 m/s エ 風速8.0 m/s

- (4) この地点に吹く風にはたらくコリオリの力(転向力)の向きを、八方位のうち最も近いもので答えよ。

- (5) この地点は、図1中のA～Dのうち、どの地点であると考えられるか、記号で答えよ。

問4 文章中の下線部(b)に関連して、寒冷前線によって発達した雲が激しい雨を降らせたと考えられる。この雲の名称を答えよ。

問 5 図 1 で示した天気図の日の翌日には、寒冷前線が温暖前線に追いつき、前線が次の図のような形になった。下の(1)～(3)に答えよ。ただし、前線の記号は省略している。また、紙面上方を北とする。



- (1) a-b 間、b-c 間、b-d 間はそれぞれ異なる前線である。解答欄の図に、正しい前線の記号を描け。
- (2) a-b 間の前線の名称を答えよ。
- (3) 温帯低気圧の中心はどこにあるか。a～d のうちから一つ選び、記号で答えよ。

地学の問題は次のページに続く。

⑧ 【I 選択者用問題】 (配点 20点)

銀河系と宇宙に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

夜空を見上げると金星や火星などの惑星、星座を形成する恒星、恒星の集団である (a) 星団 や銀河などが観察できる。比較的近くの恒星までの距離は、(b) 太陽－恒星－地球のなす角 である 1 を利用して計測される。

恒星などの大集合体である銀河には、渦巻銀河、楕円銀河などの形状がある。銀河までの距離を測る方法として、脈動変光星の周期光度関係などが利用される。これらの各銀河からの光のスペクトルを分析した結果、遠くにある銀河ほど速く銀河系から遠ざかっていることが、光の 2 による赤方偏移でわかった。

つまり、(c) 銀河系からの後退速度は、銀河系からの距離に比例しており、この関係はハッブルの法則と呼ばれる。ハッブルの法則は、現在宇宙が膨張していることを示しており、時間をさかのぼると、(d) 初期の宇宙は非常に小さかったことになる。宇宙の膨張の始まりの大爆発を 3 という。

問1 文章中の空欄 1 ～ 3 にあてはまる適切な語を答えよ。

問2 文章中の下線部(a)の星団には、散開星団と球状星団がある。以下の銀河系の星団の特徴A～Dは、散開星団、球状星団どちらのものか。散開星団をX、球状星団をYとし、それぞれ記号で答えよ。

- A 銀河系の円盤部に集中している。
- B 比較的若い恒星の集まりである。
- C 種族Iの恒星の集まりである。
- D ハローに散在する古い星団である。

問3 文章中の下線部(b)に関連して、ある恒星までの距離を測定したところ、200パーセクであった。この恒星の場合のなす角は何秒か。有効数字2桁で答えよ。

問 4 文章中の下線部(c)に関連して、銀河系からの後退速度を v 、銀河系からの距離を r 、比例定数を H とすると、 $v=Hr$ の関係が成り立つ。宇宙誕生から宇宙の膨張速度が変化しておらず、後退速度を一定とすると、 $\frac{r}{v}$ 年前に宇宙の膨張が始まったことになり、宇宙の年齢は $\frac{r}{v}$ と表される。この関係を用いて、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 宇宙の年齢を比例定数 H を用いて答えよ。
- (2) 宇宙誕生から膨張が開始され、膨張速度が変化していないとする。比例定数 $H=22$ [km/s/100 万 光 年]、光の速度 $=3.0 \times 10^5$ [km/s]、1 光年 $=9.5 \times 10^{12}$ [km]、1 年 $=365 \times 24 \times 60 \times 60$ [s] として、宇宙の年齢は何年になるか。有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 宇宙誕生後、膨張速度が徐々に遅くなって現在の速度になったとする。この場合、宇宙の年齢は(2)で求めた年齢と比べてどうなるか答えよ。

問 5 文章中の下線部(d)に関連して、初期の宇宙が小さかったときの高温の熱の名残りである電磁波が宇宙のあらゆる方向から地球に届いている。この電磁波の名称を答えよ。

