

令和6年度入学試験問題

理 科

	ページ
物 理.....	1～19
化 学.....	20～35
生 物.....	36～49
地 学.....	50～60

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び解答用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後は、すべての解答用紙に受験番号（2か所）・氏名を記入すること。
3. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに記入すること。
4. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
5. 解答用紙は持ち出さないこと。

物 理

1 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I 図1に示すように、水平な床と、鉛直方向に置かれた壁がある。壁から距離 L 離れた床上の点 O から 45° をなす向きに、小球を大きさ v_0 の初速度で投げ上げた。小球は壁上の点 P (床からの高さ h) で、壁に対して垂直に衝突し、はね返った小球は床上の点 A に落ち、はね返って上昇し、床上の点 B に衝突した。小球の質量は m 、小球の床や壁との間の反発係数は e ($0 < e < 1$)、重力加速度の大きさは g である。なお、床と壁は、なめらかでかたいものとする。

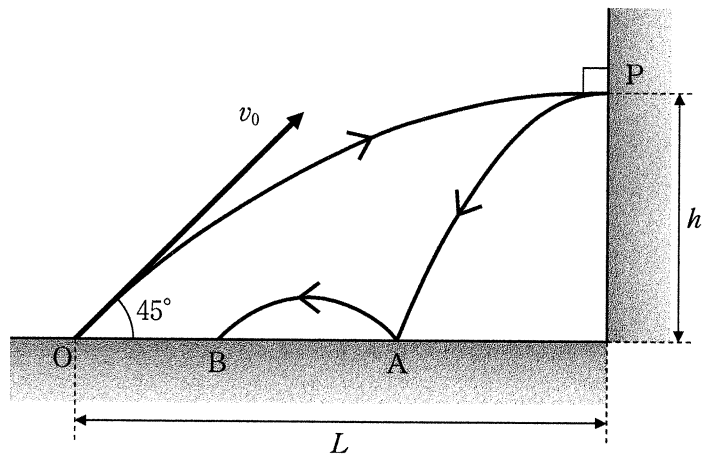


図1

- (1) 床から点 P までの高さ h を, v_0, m, g のうち, 必要なものを用いて表せ。
- (2) 壁から点 O までの距離 L を, v_0, m, g のうち, 必要なものを用いて表せ。
- (3) 点 P における衝突前後で小球が失った力学的エネルギーの大きさ E を,
 v_0, m, e, g のうち, 必要なものを用いて表せ。
- (4) 点 O と点 B が一致するとき, e の数値を求めよ。

II 質量分布が一樣でない棒 AB について考える。なお、棒 AB の質量を m 、長さを L 、重心 G と A 端との距離を a ($0 < a < \frac{L}{2}$)、重力加速度の大きさを g とする。それぞれの図中のすべては、同一鉛直面内にあるものとする。

- (5) 棒 AB の A 端にはばね定数 k_1 のばね 1、B 端にはばね定数 k_2 のばね 2 を取り付け、水平な天井からつるしたところ、図 2 に示すように、ばね 1 とばね 2 の伸びが等しい状態で、棒 AB が水平となり静止した。 a を、 m 、 g 、 k_1 、 k_2 、 L のうち、必要なものを用いて表せ。なお、ばね 1、ばね 2 の質量は無視できるものとする。

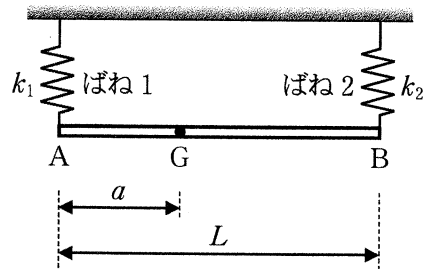


図 2

- (6) 図3に示すように、棒 AB を鉛直でなめらかな壁と水平であらい床（静止摩擦係数 μ ）の間に立てかけ、床と棒のなす角度を徐々に小さくしたところ、角度が θ になったところで、棒がすべり始めた。このときの $\tan \theta$ を、 a, m, g, L, μ のうち、必要なものを用いて表せ。

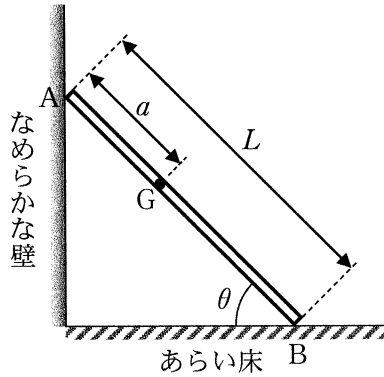


図3

- (7) 図4に示すように、棒 AB の A 端と B 端を、質量が無視できる長さ L の糸2本で点 O からつり下げ、B 端を水平左向きに大きさ F の力で押したところ、棒が水平になり静止した。このときの F を、 a, m, g, L のうち、必要なものを用いて表せ。

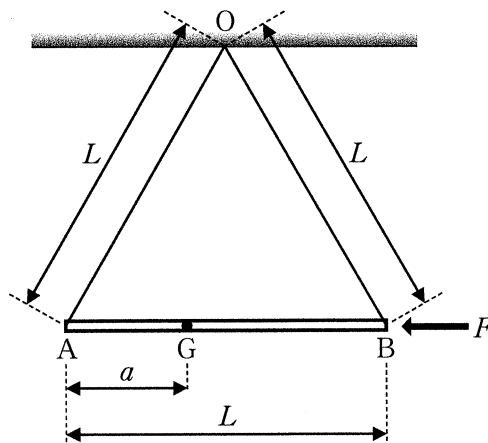


図4

2 次の文章を読み，以下の各問に答えよ。

I 図1のように，辺の長さが $8L$ [m]， $10L$ [m]， $2L$ [m]の直方体状の導体（以下，導体と呼ぶ）が真空中の xyz 直交座標の空間内にある。導体の中心（直方体の各頂点からの距離が等しい点）を xyz の原点とし，この導体の x 軸に垂直な面を S_1 ($x = 4L$) と S_2 ($x = -4L$) とする（斜線で塗った部分）。この導体中の自由電子の密度を n [$1/m^3$] ($1 m^3$ 当たりの自由電子の数) とする。ただし，電子の電気量を $-e$ [C] (e は電気素量) とする。また，この導体の面 S_2 の電位を V_0 [V]とする。

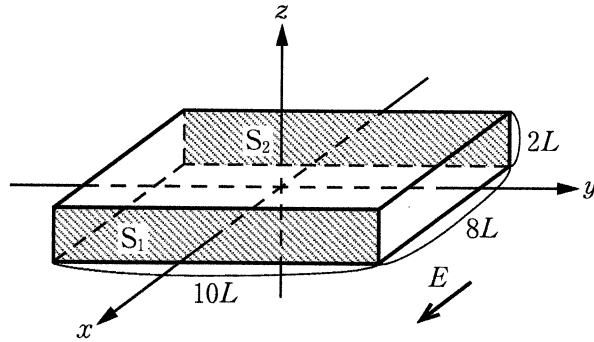


図1

まず，導体外部に x 軸の正の向きに強さが E [N/C]の一様な電場を加えた。

(ア) x 軸上の電場の強さと電位を図に示せ。ただし，電位の一目盛は EL とする。

次に、加えた電場 E [N/C] を取り除き、図 2 のように、この導体の面 S_1 と S_2 に電圧計を接続し、導体内に y 軸の正の向きに電流 I [A] を流し、 z 軸の正の向きに磁束密度 B [T] の一様な磁場を加えると、電圧計は負の値 $-V$ [V] ($V > 0$ V) を示した。この現象を (X) という。このときの導体内の自由電子の速さを v [m/s] とする。ただし、面 S_1 の電位が面 S_2 の電位より高いとき、電圧計は正の値を示すものとする。

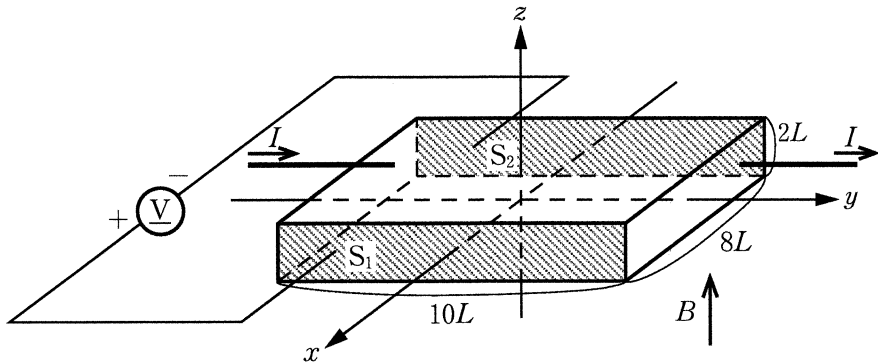


図 2

- (イ) (X) に入る適切な語を答えよ。
- (ウ) 電圧計が負の値を示す (面 S_1 の電位が面 S_2 の電位より低くなる) 理由を述べよ。ただし、導体のキャリアとそのキャリアにはたらく力を説明に含めること。
- (エ) v を、 e , I , L , n , V_0 , V のうち、必要なものを用いて表せ。
- (オ) B を、 e , I , L , v , V_0 , V のうち、必要なものを用いて表せ。
- (カ) V を、 e , B , I , L , n , V_0 のうち、必要なものを用いて表せ。

(キ) 導体を p 型半導体あるいは n 型半導体に置き換えると、電圧計はどのような値を示すか。以下の①～⑨から最も適切なものを一つ選べ。

選択肢	電圧計が示す値	
	p 型半導体	n 型半導体
①	正	正
②	正	0
③	正	負
④	0	正
⑤	0	0
⑥	0	負
⑦	負	正
⑧	負	0
⑨	負	負

II 図3の回路において、電池Eの起電力は E [V]、コンデンサー C_1 と C_2 の電気容量（静電容量）は等しく C [F]である。最初、スイッチ $S_1 \sim S_4$ はすべて開いており、 C_1 と C_2 の電気量は 0 Cであった。以下(ク)~(ケ)の操作を順次行った。なお、電池の内部抵抗は無視する。

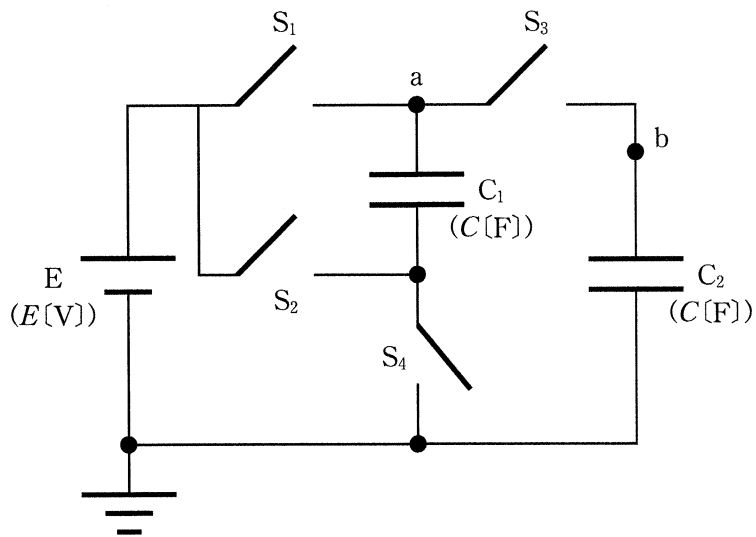


図3

(ク) S_1 , S_3 および S_4 を閉じて十分に時間が経過した。このときの、 a 点の電位と、 C_2 の電気量を、それぞれ求めよ。

(ケ) (ク)の操作に続いて、 S_3 を開いた。このときの、 b 点の電位と、 C_2 の電気量を、それぞれ求めよ。

- (コ) (ケ)の操作に続いて、 S_1 と S_4 を開き、その後 S_2 と S_3 を閉じ、十分に時間が経過した。このときの、 b 点の電位と、 C_2 の電気量を、それぞれ求めよ。
- (サ) (コ)の操作に続いて、 S_2 と S_3 を開き、その後 S_1 と S_4 を閉じ、十分に時間が経過した。このときの、 a 点の電位を求めよ。
- (シ) (サ)の操作に続いて、 S_1 と S_4 を開き、その後 S_2 と S_3 を閉じ、十分に時間が経過した。このときの、 C_1 と C_2 の電気量の合計と、(コ)の操作後の C_1 と C_2 の電気量の合計との差を求めよ。

3 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I 図1のように、速さ 3 m/s で等速直線運動する観測点 O が、点 A および点 B を通過し、十分に離れた点 C に到達する。点 A と点 B の距離は 9 m であり、また、全方向に均一に 680 Hz の音を発生する音源 S が点 B から高さ $h \text{ (m)}$ に固定されている。観測点 O が点 A を通過する時刻を開始時刻（時刻 0 s ）とする。音速は 340 m/s とし、音源 S の大きさおよび風は無視できるものとする。

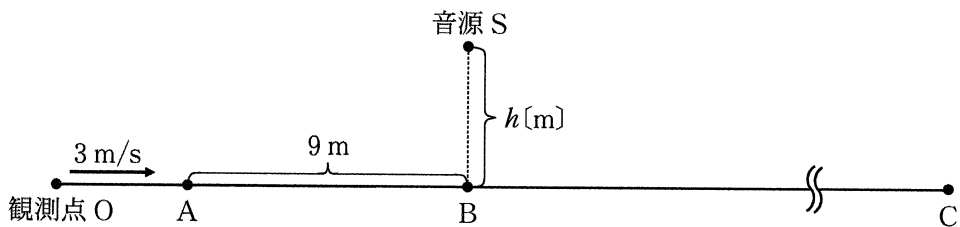
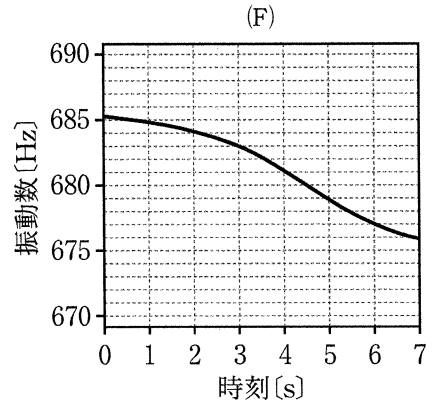
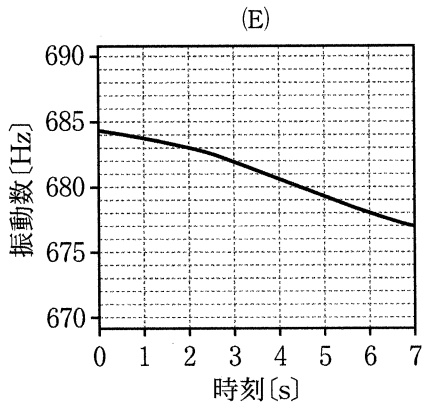
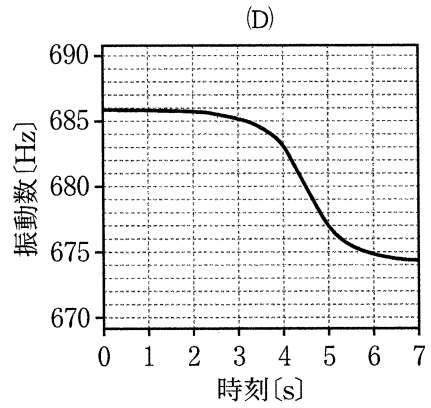
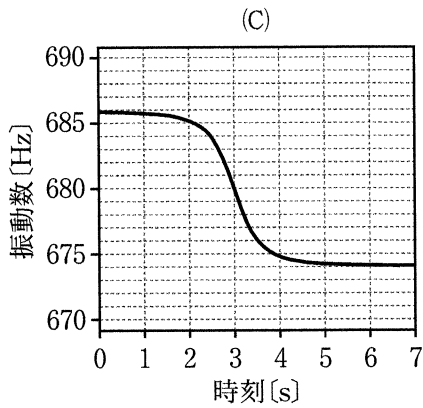
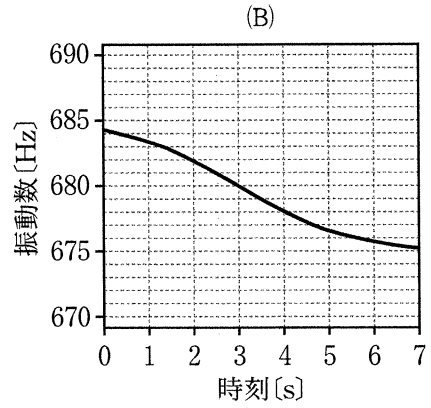
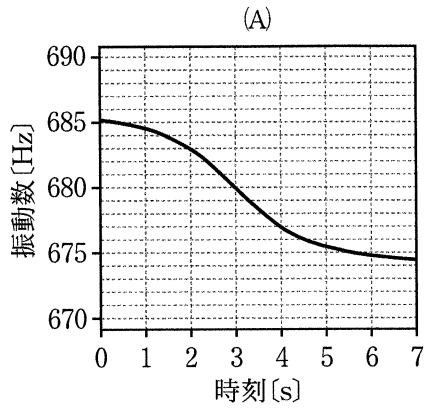


図1

- (a) $h = 0 \text{ m}$ の場合を考える。観測点 O が点 B に到達する前に、観測点 O において観測される音の振動数を求めよ。また、時刻 $0 \text{ s} \sim 7 \text{ s}$ の間で観測点 O において観測される音の振動数の時間変化を図示せよ。
- (b) $h > 0 \text{ m}$ の場合を考える。音源 S と観測点 O と点 C のなす角 $\angle SOC$ の角度を θ とする。観測点 O で観測される音の振動数を θ を用いて表せ。

(c) $h = 3\sqrt{3} \text{ m}$ の場合を考える。観測点 O で観測される音の振動数の時間変化として最も適切なものを、次の選択肢(A)~(F)のうちから一つ選べ。



II 図2に示すように、真空中に、波長を変化できる単色光源、光源からの光線に対して45°に置かれた薄い半透明鏡（光の一部を透過させ一部を反射する鏡）、光線に対してそれぞれ垂直に置かれた鏡1と鏡2、検出器がある。点S、点H、点M₁、点M₂、点Dは、それぞれの装置中の一点を示す。点Hは、SM₁とDM₂の交点である。Sから出た光は、H→M₁→H→D、および、H→M₂→H→Dの経路を進み、それらの干渉光がDで検出される。SM₁がx軸、DM₂がy軸に平行になるように置かれている。最初は、距離HM₁ = 距離HM₂である。

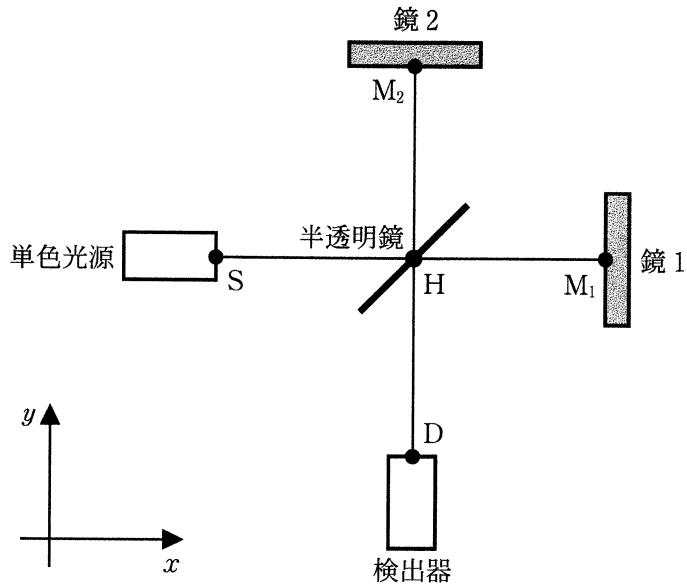


図2

まず、鏡1を x 軸の正方向に、 L [m] ($L > 0$ m) だけ移動させた場合を考える。それにともない、 M_1 も x 軸の正方向に、 L だけ移動する。

(d) $H \rightarrow M_1 \rightarrow H \rightarrow D$ と $H \rightarrow M_2 \rightarrow H \rightarrow D$ の光路差を L を用いて表せ。さらに、 S から出る光の波長を λ [m]、 k を $k = 1, 2, 3, \dots$ を満たす整数とするとき、 D の位置で干渉により光が強め合う条件を、 L 、 k 、 λ を用いて表せ。

(e) 上記(d)について、光路差が 3.0×10^{-6} m のとき、波長 6.0×10^{-7} m の光が D の位置で強め合った。続いて、 S から出る光の波長を、ゆっくと長くしていくとき、再び最初に干渉により強め合うときの波長 λ_1 [m] を求めよ。

ここで、光の一般的な性質について考えてみよう。

- (f) 光の性質について説明した次の文章が正しくなるように、 ～
 に入る最も適切なものを、それぞれの解答群から一つずつ選べ。

光は であり、媒質のない真空中を約 $3.00 \times$ m/s の速さ
で伝わる。単色光が、媒質中を進む場合について考える。媒質中を進む光の速
さ $c_{\text{媒質}}$ と、真空中を進む光の速さ $c_{\text{真空}}$ の間には、関係式 $c_{\text{媒質}}$ $c_{\text{真空}}$
が、媒質中における光の振動数 $f_{\text{媒質}}$ と、真空中における光の振動数 $f_{\text{真空}}$ の
間には、関係式 $f_{\text{媒質}}$ $f_{\text{真空}}$ が、それぞれ成り立つ。

【①の解答群】 縦波， 横波， 疎密波， 重力波

【②の解答群】 10^6 ， 10^7 ， 10^8 ， 10^9 ， 10^{10}

【③と④の解答群】 $<$ ， $>$ ， $=$

続いて、 $HM_1 = HM_2$ の距離となるように、鏡 1 を最初の位置に戻す。さらに、図 3 に示すように、H と M_1 の間に絶対屈折率（屈折率） n ($n > 1$)、厚さ d [m] の薄膜を、光線に対して垂直に挿入する。

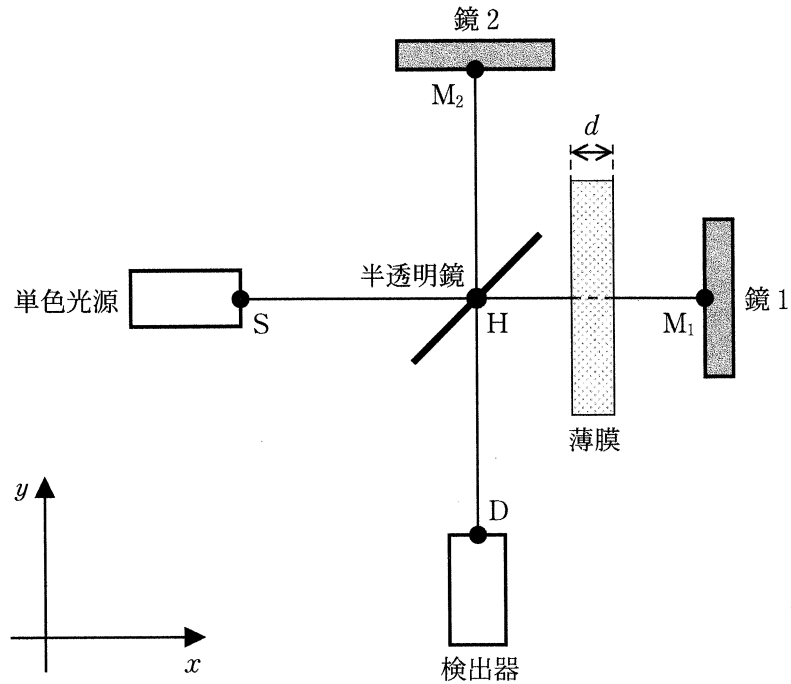


図 3

(g) S から出る光の波長を λ [m]、 k を $k = 1, 2, 3, \dots$ を満たす整数とすると、D の位置で干渉により光が強め合う条件を、 d, n, k, λ を用いて表せ。

(h) 上記(g)について、 $d = 2.0 \times 10^{-6}$ m のとき、波長 4.0×10^{-7} m の光が D の位置で強め合った。続いて、S から出る光の波長を、ゆっくりと長くしていくと、波長 6.0×10^{-7} m の光に対して、再び最初に強め合った。このときの n の値を求めよ。ただし、 n は光の波長によらず一定とせよ。

4 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I 図1のように、ばねが付いたなめらかに動くピストンと、ヒーターを備えたシリンダーが大気中に置かれている。ピストンとシリンダーの間に気体 A (単原子分子の理想気体) が入っている。ピストンの断面積は $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、ばね定数は $2.0 \times 10^3 \text{ N/m}$ である。なお、ピストンとシリンダーは断熱材でできており、また、大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ とする。解答は、数値で記入すること。

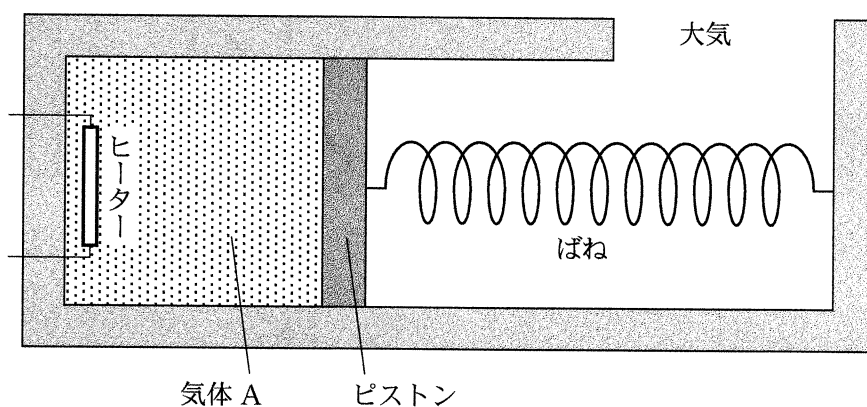


図1

最初、気体 A の体積は $3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 、温度は $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、ばねは自然の長さであった。

(あ) 気体 A の圧力 P_1 [Pa] を求めよ。

続いて、気体 A をヒーターを用いてゆっくりと加熱したところ、ピストンが 0.10 m だけ動いて静止した。

(4) このときの気体 A の、圧力 P_2 [Pa]、体積 V [m³]、温度 T [K] を、それぞれ求めよ。

(5) この過程での、気体 A の内部エネルギーの変化 ΔU [J]、気体 A が外部にした仕事 W [J]、気体 A に加えた熱量 Q [J] を、それぞれ求めよ。

II 放射線の性質と特徴を知るため、下のような表1を用意した。

表1

種類	実体 (正体)	電荷	電離作用	透過力
α 線	(a)	(d)	強	紙で止まる
β 線	(b)	(e)	中	(g)で止まる
γ 線	(c)	(f)	弱	(h)で止まる

(え) 表1の(a), (b), (c)に当てはまる適切な語や語句を記入せよ。

(お) 表1の(d), (e), (f)に当てはまるものを以下の選択肢から、それぞれ一つずつ選び番号を記入せよ。ただし、 e は電気素量である。

- ① $-2e$ ② $-e$ ③ 0 ④ $+e$ ⑤ $+2e$

- (か) 表1の(g), (h)に当てはまる語や語句の組み合わせとして、最も適切なものを、表2の選択肢①～⑥から一つ選び番号を記入せよ。

表2

選択肢	(g)	(h)
①	厚い鉛板	薄いアルミ板
②	薄いアルミ板	水
③	水	薄いアルミ板
④	薄いアルミ板	厚い鉛板
⑤	厚い鉛板	水
⑥	水	水

- (き) 放射線が物質を電離させたとき、放射線のもつエネルギーはどのように変化するか。解答欄の中で最も適切と考えられる選択肢を一つ○で囲め。
- (く) 電離作用が強いほど放射線の透過力が低い理由を説明せよ。解答する際には、電離を起こす回数について述べること。

化 学

必要があれば、次の値を用いよ。原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, K = 39, Cl = 35.5, Br = 80。

1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

液体に他の物質が混合し、拡散によって均一な混合物になることを **ア** という。他の物質を溶かす液体のことを **イ**，溶けた物質のことを **ウ** という。**イ** には、水やエタノールに代表される極性分子からなるものと、ヘキサンやベンゼンに代表される無極性分子からなるものがあり、溶かしたい物質によって選択する必要がある。また、混合物は含まれる成分やその割合によって性質が変化する。例えば純水は標準大気圧 (1.013×10^5 Pa) 下において 0°C で凝固するが、飽和食塩水は -22°C を下回らないと凝固し始めない。この現象を凝固点降下といい、純粋な **イ** と溶液の凝固点の差を凝固点降下度という。濃度の小さい溶液における凝固点降下度は溶液の質量モル濃度に比例することから、溶液中の物質の分子量を求めることができる。

問1 **ア** ~ **ウ** に入る適切な語句を記せ。

問2 下線部①に関して、図1に示す構造の化合物は水に溶けやすい。その理由について30字以内で述べよ。

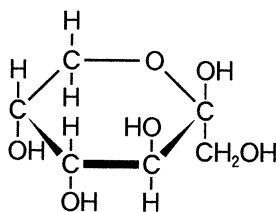


図1

問 3 次の物質(あ)~(お)のうち、水に溶けにくいものを2つ選び、記号で答えよ。

(あ) CuCl_2 (い) I_2 (う) H_2SO_4 (え) KI (お) CH_4

問 4 ある水溶液の凝固点を調べるため、水溶液を冷却しながら温度を記録したところ、図2のようになった。次の問いに答えよ。

- (1) 図中の(あ)~(え)の温度のうち、この水溶液の凝固点はどれか。記号で答えよ。
- (2) 凝固点以下になっても水溶液が凝固しない状態を何というか。
- (3) 図中の点 AB 間で温度が下がり続ける理由を 30 字以内で述べよ。

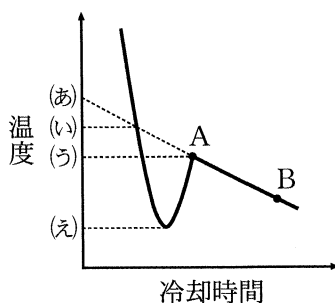


図 2

問 5 0.60 mol/L の塩化カリウム水溶液 1.0 L を調製する際の内容について述べた文章(あ)~(お)のうち、誤った操作について述べたものを2つ選び、記号で答えよ。

- (あ) ビーカーに水を 1.0 L 用意し、塩化カリウム粉末をかくはんしながら加える。
- (い) 液量を調整する際は、メスフラスコの標線に液面の底部を合わせる。
- (う) メスフラスコにビーカー内の溶液を移す際は、移した後のビーカー内を少量の水で数回洗い、その洗液もメスフラスコに移す。
- (え) 計り取る塩化カリウム粉末の量は 74.5 g である。
- (お) メスフラスコの標線に液面を合わせる際は、駒込^{こまごめ}ピペットを使用して微調整することが望ましい。

問 6 下線部②に関して、次に示す(あ)～(う)の水溶液を凝固点の低い順に左から順に並べよ。ただし、電解質は全て電離するものとする。

- (あ) 0.30 mol/kg のグルコース水溶液
- (い) 0.15 mol/kg の塩化カルシウム水溶液
- (う) 0.20 mol/kg の硝酸カリウム水溶液

問 7 下線部②に関して、ある非電解質の化合物 5.0 g を水 200 g に溶かした水溶液の凝固点を測ると、 $-0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。この化合物の分子量を整数値で求めよ。ただし、水のモル凝固点降下 K_f [$\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$] は 1.85 とし、解答欄には計算の過程を含めて記入せよ。

2 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問6に答えよ。

(文章Ⅰ)

現代社会において、我々は様々な金属を利用している。その中で、鉄は資源が豊富で比較的安価であるため、金属の中で最も生産量が多い。ただし、鉄はさびやすいため、長く利用するために様々な処理が施される。例えば、クロムやニッケルを混ぜてさびにくくした合金を **ア** といい、^{ちゅうぼう} 厨房用品など様々な用途に用いられている。また、鉄の表面をクロムめっきすることによっても鉄の酸化を防ぐことができ、水道の蛇口などの耐食性を高めることができる。^①

一方、アルミニウムは、軽くて柔らかいため、加工しやすい。アルミニウムに銅やマグネシウムなどを適量添加した合金は強度が非常に高くなるため、航空機や車両などの材料として使うことができる。このアルミニウム合金は、一般に **イ** と呼ばれる。アルミニウムは、空気中では、それ自身の表面に緻密な酸化被膜が生じて内部の酸化を防ぐ。その性質を利用して、アルミニウムの表面に人工的に酸化被膜をつけた製品を **ウ** という。なお、アルミニウムは亜鉛とともに両性金属として知られており、酸や強塩基と反応する。^②

鉄やアルミニウムに次いで生産量が多い銅は、展性や延性に富み、電気や熱の伝導性が高いことから、導電材料や調理器具などに利用される。乾いた空気中では比較的さびにくいですが、湿った空気中では徐々にさびて **エ** を生じる。銅を主元素とする合金も多く存在する。例えば、銅を主成分として亜鉛を添加した合金を **オ** といい、楽器や硬貨などに利用されている。一方、銅を主成分としてスズを添加した合金は **カ** と呼ばれ、銅像などに利用されている。

(文章Ⅱ)

金属以外の無機物質を様々な方法で固めることでつくられる固体材料をセラミックスといい、金属とともに我々の生活に欠かせない材料の一つとなっている。そのなかで、粘土や長石、ケイ砂(石英)などの混合物を約1300℃以上の高温で焼き固めたものを **キ** という。波佐見焼や三川内焼、有田焼が代表例であり、吸水性はほとんどなく、薄い製品は透光性を示す。一方、 **ク** は

似たような原料から約 1300℃以下の温度で作られる。唐津焼などが代表例であり、吸水性はあるが透光性はほとんどない。

建築材料にもセラミックスは利用されている。石灰石、粘土、セッコウからつくられ、水と反応して硬化する材料を **ケ** といい、建築材料にはもちろんのこと様々な用途に利用されている。なお、**ケ** に砂や小石、水を加えて固めたものが **コ** である。

問 1 文章 I の **ア** ~ **カ** に入る適切な語句を(あ)~(こ)から選び、それぞれ記号で答えよ。

- | | |
|--------------|---------------|
| (あ) アルマイト | (い) 黄銅(しんちゅう) |
| (う) ジュラルミン | (え) ステンレス鋼 |
| (お) 青銅(ブロンズ) | (か) ニクロム |
| (き) 白銅 | (く) はんだ |
| (け) 洋銀 | (こ) 緑青 |

問 2 下線部①について、鉄にめっきされたクロムの表面では大気中で緻密な酸化被膜が生じ、内部が保護されている。このような状態を何というか答えよ。

問 3 クロムの化合物の1つである二クロム酸カリウムは、水に溶かすと橙赤色の二クロム酸イオンを生じる。この水溶液を塩基性にして黄色のクロム酸イオンが生じる反応を、イオン反応式で記せ。

問 4 下線部②について、亜鉛を高濃度の塩酸および水酸化ナトリウム水溶液に入れた際に生じるそれぞれの反応を、化学反応式で記せ。

問 5 アルミニウムに酸化鉄(Ⅲ)を混ぜて点火すると、多量の熱を発生して激しく反応し、鉄の単体が得られる。この反応を熱化学方程式で記せ。なお、酸化アルミニウム Al_2O_3 の生成熱は 1676 kJ/mol 、酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 の生成熱は 824 kJ/mol である。

問 6 文章Ⅱの キ ~ コ に入る適切な語句を(あ)~(か)から選び、それぞれ記号で答えよ。

- | | | |
|--------------|--------|--------------|
| (あ) コンクリート | (い) 磁器 | (う) セメント |
| (え) ソーダ石灰ガラス | (お) 陶器 | (か) ホウケイ酸ガラス |

3 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

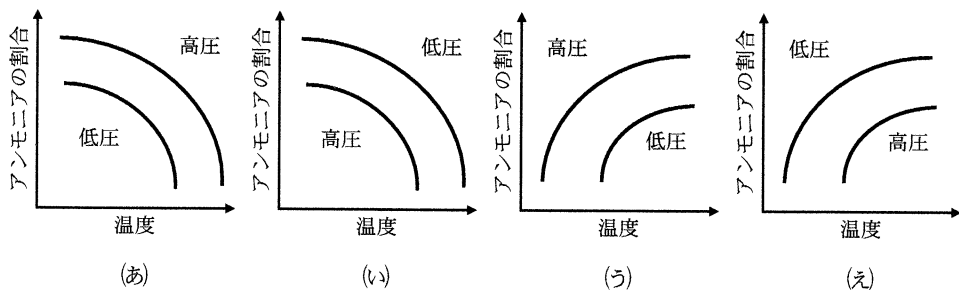
窒素は、地殻中に硝酸塩やアンモニウム塩として存在するほか、動植物の体内にも存在し、生命活動に欠かせない元素の一つである。アンモニアは、工業的には反応1に従って窒素と水素から合成される。



このアンモニアの工業的製法は **ア** 法とよばれ、温度約 500℃、圧力 $8 \times 10^6 \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ の条件下で合成が行われる。さらに、**イ** として 四酸化三鉄を主成分とする物質 が用いられる。一方、窒素による環境汚染が国際社会の新たな課題として浮上しており、環境問題を解決するために様々な研究がなされている。例えば、排水中の窒素化合物を窒素ガスに変換し大気中に放出できる微生物の利用は一つの例である。微生物による化学反応では、**イ** として 酵素 が作用する。
②

問1 文章中の **ア** および **イ** に入る適切な語句を答えよ。

問2 反応1は可逆反応である。この反応が平衡状態にあるとき、温度および圧力と混合気体中のアンモニアの割合との関係を示したグラフを次の(あ)～(え)から選び、記号で答えよ。また、その記号を選んだ理由について、圧力に関する観点と温度に関する観点からそれぞれ40字以内で説明せよ。説明には、圧力あるいは温度を変化させた場合の平衡状態の変化について含めること。



問 3 反応 1 を $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ で、下線部①の物質を用いずに行った場合、混合気体中のアンモニアの割合の時間変化は、図 1 の破線のようにであった。

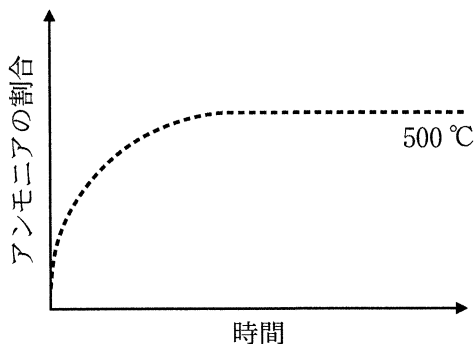
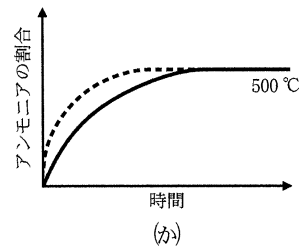
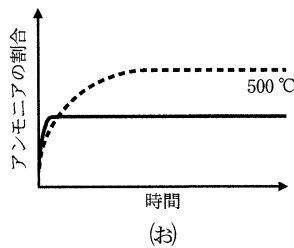
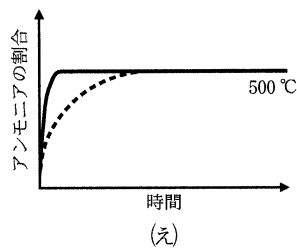
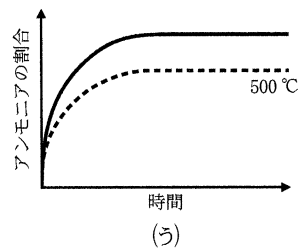
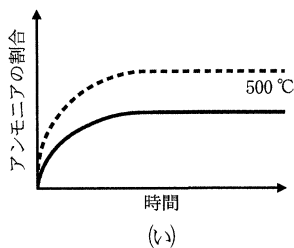
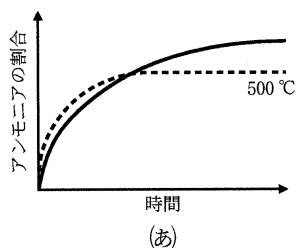


図 1

圧力は一定のまま、反応条件を次の(1)および(2)のように変えた場合、アンモニアの割合の時間変化を示したものとして最も適当なものを次の(あ)~(か)から選び、記号で答えよ。なお、図中の破線は反応 1 を $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ で、下線部①の物質を用いずに行った場合のアンモニアの割合を示している。

- (1) 温度 300 $^{\circ}\text{C}$ で、下線部①の物質を用いず反応 1 を行った場合
- (2) 温度 500 $^{\circ}\text{C}$ で、下線部①の物質を用いて反応 1 を行った場合



問 4 温度 27°C 、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件において、濃度 $9.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の塩酸 2.0 L に、気体のアンモニアを毎分 0.20 L 吸収させた。アンモニアの導入開始 10 分後の溶液における水素イオン濃度を有効数字 2 桁で求めよ。解答欄には計算過程を含めて記入せよ。ただし、本設問においては、気体のアンモニアは理想気体として取り扱うものとし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。また、気体のアンモニアはすべて水溶液に吸収され、溶液の体積変化は無視できるものとする。

問 5 窒素、水素、アンモニアから構成され、それぞれを同じモル分率で含む混合気体がある。この混合気体からアンモニアを取り出す方法について、「混合気体を」から始まる 25 字以内の文で記せ。ただし、問 4 と同様の方法(水や酸に吸収させる)以外の方法を記すこと。

問 6 下線部②について、ある微生物の持つ酵素が水溶液中で以下の特徴を持つと仮定して、(1)と(2)に答えよ。

(特徴)

この酵素は、基質と複合体を形成しない X 型と複合体を形成する Y 型の 2 種類の構造を取る。両者の間の構造変化は可逆的だが、X 型から Y 型への変化は特定の色の光が照射されたときのみ進む。



右への反応速度 $v_{\text{X} \rightarrow \text{Y}}$ と、左への反応速度 $v_{\text{Y} \rightarrow \text{X}}$ は、次のように与えられる。

$$v_{\text{X} \rightarrow \text{Y}} = k_{\text{F}}[\text{X}]$$

$$v_{\text{Y} \rightarrow \text{X}} = k_{\text{R}}[\text{Y}]$$

ここで、 $[\text{X}]$ と $[\text{Y}]$ はそれぞれ X 型の濃度と Y 型の濃度を示し、 k_{F} と k_{R} は反応速度定数である。 k_{F} は光の強度に比例し、光が無ければゼロである。 k_{R} は光の有無に依存しない定数である。

- (1) X型だけを含む水溶液を暗所で調製し、濃度を $[X]_0 = 2.10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ とした。次に、この水溶液全体に対して一定強度の光を均一に長時間照射し続けたところ平衡状態になり、 $[X]:[Y] = 1:6$ となった。このとき、 $k_F:k_R$ の比を最も簡単な整数比で示せ。解答欄には計算過程を含めて記入せよ。ただし、光照射に伴う温度変化や水の蒸発は無視できるものとする。
- (2) 反応速度定数 k_R の値を求めるため、(1)の平衡状態とした t_0 秒後に光照射をやめて、暗所にてY型の濃度を測定したところ、図2のようになった。時刻 t_1 および t_2 における反応物の濃度が c_1 と c_2 であるとき、時刻 $t_1 \sim t_2$ の間の平均の反応速度 \bar{v} が、

$$\bar{v} = \frac{\text{反応物の濃度の減少量}}{\text{反応時間}} = \frac{-(c_2 - c_1)}{t_2 - t_1}$$

と表されること、また、 \bar{v} はこの間の平均の濃度 $\frac{c_1 + c_2}{2}$ に比例し、その比例定数が反応速度定数であることを用いて、反応速度定数 k_R [秒⁻¹]の値を求め、有効数字2桁で示せ。解答欄には計算過程を含めて記入せよ。

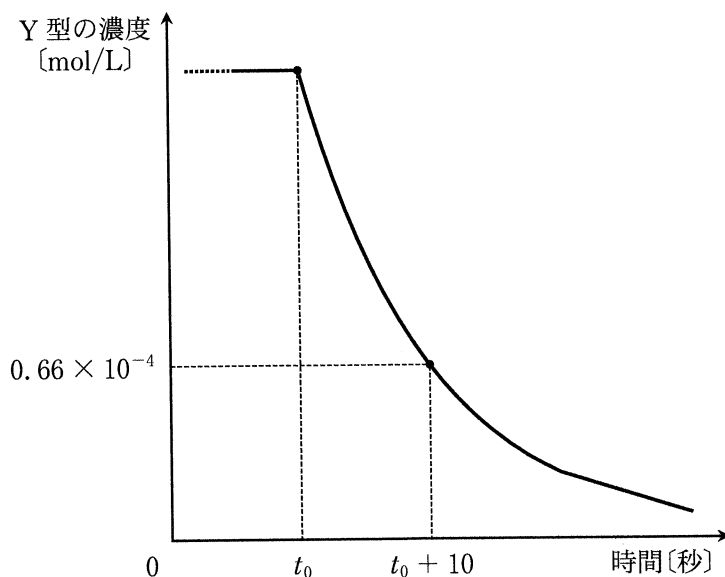
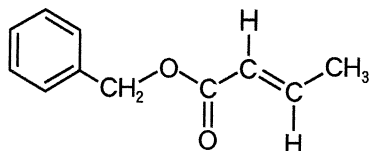


図2

- 4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。解答で構造式を示す場合には例にならって記せ。気体はすべて理想気体として取り扱うものとし、標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)における気体のモル体積は22.4 L/molとする。

(例)



炭素 C, 水素 H, 酸素 O のみからなる化合物 A ~ C は、構造異性体の関係にあり、その分子量は 86.0 であることがわかっている。化合物 A について元素分析を行い、成分元素の質量百分率を求めたところ、炭素が 69.8% で水素が 11.6% であった。また、化合物 A ~ C について以下の(a)~(f)のことがわかっている。

- (a) 化合物 A および B に塩基性の条件下でヨウ素を反応させると、黄色沈殿が①生じる。
- (b) 化合物 C をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、銀が析出する。
- (c) 化合物 A ~ C のうち、B のみが単体のナトリウムと反応し、水素を発生する。
- (d) 化合物 B および C には不斉炭素原子が 1 つ存在する。化合物 A には不斉炭素原子が存在しない。
- (e) 化合物 B が臭素 (Br_2) と付加反応すると、分子量 246 の化合物 D が得られる。化合物 D には、不斉炭素原子が 3 つ存在する。
- (f) 化合物 A を、ある条件下で水素を使って還元すると分子量 88.0 の化合物 E が得られる。化合物 E は、化合物 B に対し異なる条件下で水素と反応させることでも得られる。

問 1 化合物 A の分子式を記せ。解答欄には計算の過程を含めて記入せよ。

問 2 化合物 A ~ E の構造式を記せ。鏡像異性体(光学異性体)がある場合は、それらを区別する必要はない。ただし、シス-トランス異性体が存在する場合は、シス型の構造式のみ記せ。

問 3 下線部①の反応で生成した黄色沈殿物の化学式と名称を記せ。

問 4 フェーリング液に化合物 C を加え加熱すると、銅(II)イオンが されて 色の酸化銅(I)が沈殿する。 と に入る適切な語句を次の(あ)~(く)から選び、記号で答えよ。

- (あ) 中和 (い) 酸化 (う) 還元 (え) イオン化
(お) 赤 (か) 青 (き) 黄 (く) 黒

問 5 21.5 g の化合物 A を完全燃焼させたとき、発生する二酸化炭素の体積は標準状態で何 L になるか求め、有効数字 3 桁で示せ。解答欄には計算の過程を含めて記入せよ。

5 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問6に答えよ。

(文章Ⅰ)

単糖類のグルコースは、水溶液中で環状構造体と鎖状構造体の平衡状態で存在しており、鎖状構造体は **A** をもつため還元性を示す。自然界において、グルコースは、植物や藻類による光合成で、二酸化炭素と水からつくられる。工業的には、① デンプンを加水分解することによってつくられる。スクロースは、② **ア** と **イ** が脱水縮合した二糖類の一種であり、還元性を示さないが、**ウ** を用いて加水分解すると転化糖となり、還元性を示すようになる。多糖類のデンプンは、**ア** が繰り返し縮合した構造をもち、温水中に溶けやすい直鎖状構造をもつアミロースと温水中に溶けにくい枝分かれの多い構造をもつアミロペクチンで構成されている。動物の肝臓や筋肉に多く含まれる **エ** は、アミロペクチンと似ているが枝分かれがさらに多い。

(文章Ⅱ)

セルロースは、水に溶けないが、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を含む強塩基性の溶液(シュワイツァー試薬)に溶ける。シュワイツァー試薬にセルロースを溶かした粘性の高い溶液を細孔から希硫酸中に押し出して再生させると **オ** ができる。**オ** は、絹に似た光沢があって柔らかく、衣類の裏地やカーテンなどに用いられる。セルロースに無水酢酸、氷酢酸、濃硫酸の混合物を作用させて **B** を結合させると、アセテートができる。アセテートは、ネクタイ、透析膜、フィルターなどに用いられる。再生繊維の **オ** や **カ** のアセテートは、**キ** のポリアミド(ナイロン)よりも生分解性が高いため、持続的社會に向けた用途開発もなされている。生分解性の合成高分子化合物としては、ポリ乳酸やポリグリコール酸があり、農業用フィルム、ゴミ袋、釣り糸などに用いられる。③ ポリ乳酸の重合法には、2分子の乳酸を脱水縮合させて乳酸の環状ジエステルを合成し、これを **C** させる方法(ラクチド法)と乳酸を直接重合させる方法(直接縮合法)がある。

問 1 文章中の **ア** ~ **キ** に入る適切な語句を次の(あ)~(そ)から選
び、記号で答えよ。

- | | |
|---------------------|----------------------|
| (あ) α -グルコース | (い) α -フルクトース |
| (う) β -グルコース | (え) β -フルクトース |
| (お) デキストリン | (か) グリコーゲン |
| (き) セロビアーゼ | (く) インベルターゼ |
| (け) ラクターゼ | (こ) ビスコースレーヨン |
| (さ) 銅アンモニアレーヨン | (し) ビニロン |
| (す) 天然繊維 | (せ) 半合成繊維 |
| (そ) 合成繊維 | |

問 2 文章中の **A** に入る適切な官能基の名称を記せ。また、その官能基
に相当するものを図 1 の(あ)~(え)から選び、記号で答えよ。

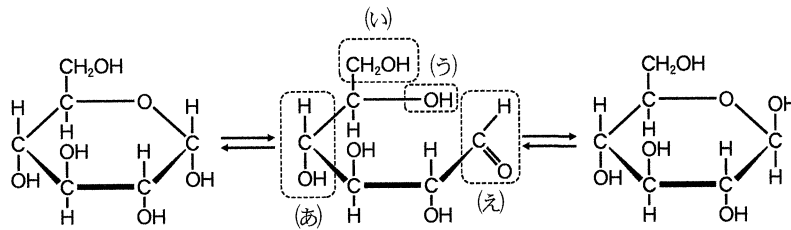


図 1

問 3 下線部①は、次の化学反応式(1)として表すことができる。化学反応式(1)の

ク ~ **コ** に入る適切な係数または分子式を記せ。



生 物

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

細胞は細胞膜に包まれており、これにより外界から隔てられている。細胞膜は① からなる二重層でできている。真核細胞の細胞膜で囲まれた部分のうち、核以外の部分は細胞質と呼ばれ、様々な細胞小器官を含んでいる。動物の細胞小器官のうち、 は原核細胞が別の細胞の内部に共生することでできたという仮説が提唱されている。これを細胞内共生説という。細胞質のうち、細胞小器官を除いた部分を細胞質基質という。細胞質基質には細胞骨格が存在し、細胞の形の支持や細胞小器官の移動などに関与している。②

私たちのからだを構成する細胞の多くは他の細胞と組み合わせあって組織を形成する。組織は上皮組織、結合組織、筋組織、 組織の4種類に分けられる。上皮組織を構成する細胞はお互いに細胞接着でつながり、また、基底膜という③ 細胞外基質に対しても接着している。チャネルは 二重層を貫通させる小さな孔を形成している。上皮細胞は栄養素に特異的な によって細胞外から栄養素を取り込み、イオンポンプによって細胞内外のイオン濃度差を作る。水分子のみを通過させるチャネルは と呼ばれる。

細胞小器官の成分や働きを調べる時、細胞分画法が有用である。細胞小器官のタンパク質の発現の違いを検討するために、ある動物細胞を図1に示すような細胞分画法で、細胞小器官をほとんど壊さないようにして分離した。まず、低温で細胞内液と等張なスクロース溶液中で細胞をすりつぶし、細胞破碎液④を作った。次に、細胞破碎液を試験管に入れて1,000g(gは重力を基準とした遠心力の大きさを表す)で10分間遠心分離し、沈殿aと上澄みAの2つの区画に分けた。上澄みAを新しい試験管に移し、20,000gで20分間遠心分離し、沈殿bと上澄みBに分けた。上澄みBをさらに新しい試験管に移し、100,000gで60分間遠心分離し、沈殿cと上澄みCに分けた。

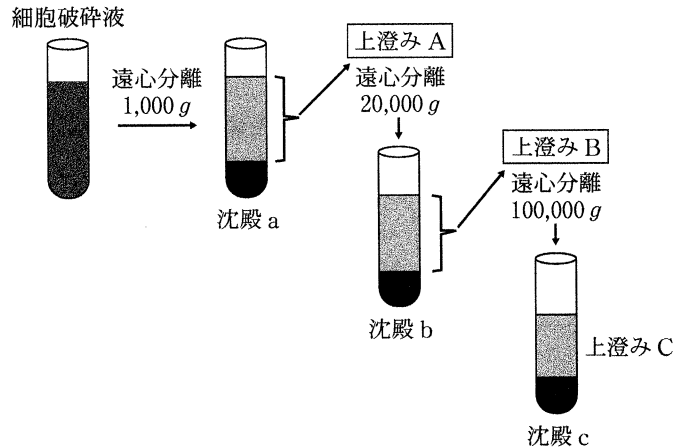


図1 細胞分画法

問1 文章中の 1 ~ 5 にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問2 下線部①について、細胞の定義にあてはまるものを以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ウイルス (イ) マクロファージ (ウ) 精子
 (エ) プラスミド (オ) 大腸菌

問3 下線部②について、動物細胞の細胞骨格は太さや構成するタンパク質の違いなどから3つに分類できる。細胞骨格の3つの名称をすべて記せ。

問4 下線部③について、以下の問に答えよ。

(1) 細胞接着のうち、接着している細胞同士でイオンなどの低分子の移動を可能にする結合を何と呼ぶか、その名称を記せ。

(2) 細胞膜上に存在する、上皮細胞と基底膜とのあいだの細胞接着を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問 5 図 1 に示す細胞分画法について以下の間に答えよ。

- (1) 沈殿 b, c に含まれる最も適当な細胞小器官の組み合わせを以下の(ア)～(オ)から 1 つ選び, 記号で答えよ。

	沈殿 b	沈殿 c
(ア)	リソソーム	ミトコンドリア
(イ)	ミトコンドリア	リボソーム
(ウ)	ゴルジ体	核
(エ)	リボソーム	ゴルジ体
(オ)	核	小胞体

- (2) 下線部④に関連して, 動物細胞と植物細胞をそれぞれ等張液ではなく, 高張液に入れるとどのような現象が起きるか。動物細胞については 30 字以内, 植物細胞については 40 字以内で述べよ。
- (3) 下線部④について, 細胞破碎液を低温で処理するのはなぜか, 40 字以内で述べよ。

2 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生体には、体内への異物の侵入を防ぎ、体内に侵入した異物を排除する仕組みが備わっており、これを免疫という。ヒトやマウス等の哺乳類の免疫の仕組みは [1] 免疫と [2] 免疫に分けられ、両者は協調し合って異物の排除を行う。[1] 免疫では、病原体が体内に侵入した場合、早期に好中球、マクロファージ等の食作用によって異物が排除される。食細胞^①の一種である [3] は、食作用によって取り込んだ異物の情報を効率よくリンパ球に伝え、これによって [2] 免疫が開始される。

[2] 免疫に属するリンパ球の中のB細胞はその細胞表面に抗原認識受容体であるB細胞受容体(BCR)を持ち、活性化されるとBCRと同じ抗原結合部位をもつ免疫グロブリン、すなわち抗体を産生する。免疫グロブリンはH鎖とL鎖の2種類のポリペプチドが2組結合したY字型のタンパク質である。Y字型の2つの先端部分は抗原結合部位であり [4] と呼ばれる。[4] 以外の部位は [5] と呼ばれる。各ポリペプチドの遺伝子は、H鎖の [4] を構成するV、D、J遺伝子、L鎖の [4] を構成するV、J遺伝子と、H鎖及びL鎖の [5] を構成するC遺伝子からなる。V、D、J遺伝子はゲノムの上ではそれぞれ数種類から数十種類程度の遺伝子断片が並んでおり、B細胞が成熟する過程でV、D、J遺伝子からそれぞれ1つずつ選ばれて連結される。
② この仕組みを遺伝子の再編成と呼ぶ。さらに結合部位の遺伝子にもランダムに塩基が挿入されたり除去されたりするために、結果として膨大な種類の抗原結合部位を持つ免疫グロブリンが作られることになる。生じたBCRには自己の成分に反応するものや機能しないものも含まれ、それらのBCRを持つB細胞クローンの多くは胸腺や骨髄での成熟過程で排除される。その影響により、最終的な生体内の免疫グロブリンの多様性は、遺伝子の組み合わせと塩基のランダムな挿入、除去の結果より計算されるものと比べて [A] と考えられる。体内に分泌された抗体によって異物を排除する働きを [6] 免疫という。

[2] 免疫に属するリンパ球の中のT細胞はその細胞表面に抗原認識受容体であるT細胞受容体(TCR)を持ち、TCRは主要組織適合遺伝子複合体(MHC)

と呼ばれる遺伝子がつくる分子とその分子に提示された抗原のタンパク質断片ペプチドとの複合体に結合する。T細胞には抗原ペプチドとMHCクラスII分子との複合体を認識するヘルパーT細胞と、抗原ペプチドとMHCクラスI分子との複合体を認識するキラーT細胞がある。活性化したヘルパーT細胞は を分泌してB細胞を に分化させたり、キラーT細胞などを活性化させたりする。活性化したキラーT細胞はウイルスに感染した細胞、結核菌等の細胞内寄生菌に感染した細胞、^③がん細胞等を非自己とみなして直接攻撃して排除する。キラーT細胞を中心としたこの働きを 免疫という。

問1 文章中の ～ にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問2 文章中の にあてはまる最も適当と考えられるものを以下の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

- | | |
|------------------|-----------|
| (ア) 増加する | (イ) 減少する |
| (ウ) 増加したり減少したりする | (エ) 変わらない |

問3 下線部①について、好中球やマクロファージがトル様受容体を用いて認識すると考えられるものを以下の(ア)～(シ)から3つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|--------------|--------------|---------------------|
| (ア) HLA | (イ) 細菌の細胞壁 | (ウ) ペプチド-MHC複合体 |
| (エ) ホルモン | (オ) ウイルスのRNA | (カ) ヒスタミン |
| (キ) ATP | (ク) 酸素 | (ケ) Na ⁺ |
| (コ) ウイルスのDNA | (サ) 温度変化 | (シ) 抗体 |

問 4 下線部②について、遺伝子の再編成はT細胞の抗原認識受容体であるT細胞受容体(TCR)についても起こっていることが知られている。TCRは α 鎖1本と β 鎖1本の2種類のポリペプチドが結合してT細胞の細胞表面上に存在する。ある生物のTCR遺伝子が図1に示すように α 鎖のV遺伝子80種、J遺伝子60種、C遺伝子1種と、 β 鎖のV遺伝子50種、D遺伝子2種、J遺伝子7種、C遺伝子1種から成り、それぞれ再編成して α 鎖と β 鎖のポリペプチドを形成する場合、何種類の異なるTCRが作られることが予想されるか。

ただし、各遺伝子が選ばれる確率は均一であり、結合部位の遺伝子にランダムに塩基が挿入されたり除去されたりすることは考慮しないものとする。また、父親と母親から受け継ぐ α 鎖と β 鎖の遺伝子は、それぞれ同一であると仮定する。

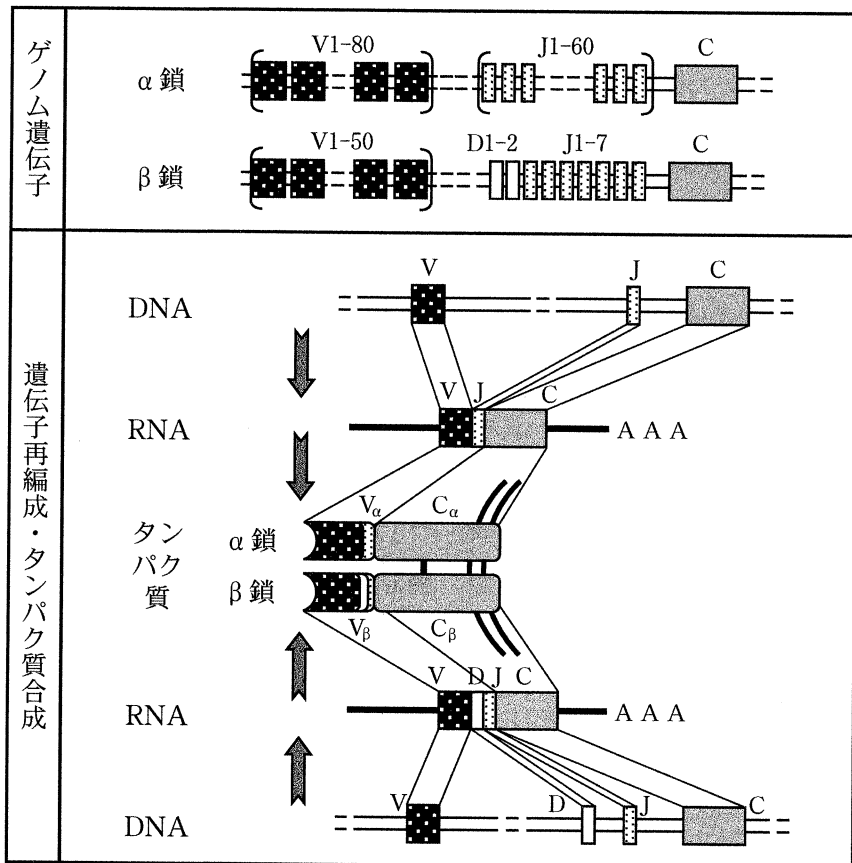


図1 T細胞受容体の再編成

問 5 下線部②について、遺伝子の再編成という仕組みによって、生体にはどのような利点をもたらされていると考えられるか、60字以内で述べよ。

問 6 下線部③について、細胞内寄生菌に感染した細胞やがん細胞を排除する際に、キラー T 細胞による免疫応答が抗体による免疫応答よりも有利であると考えられる点について、標的の認識に注目して 90 字以内で述べよ。

3 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

植物は自身の周囲の環境変化を感知すると、その変化を感知した細胞が他の細胞へ情報を伝える。このとき情報の伝達にはたらく物質を総称して植物ホルモン^①という。この植物ホルモンには、オーキシン、ジベレリン、アブシシン酸、エチレンなどが存在し、人間社会においても植物ホルモンそのものや、植物ホルモンの量を変化させるような遺伝子を改変した植物が利用されている。^④

植物の環境応答には様々な反応が知られている。例えば、光や重力に対して一定の方向性をもって屈曲する反応を と呼ぶ。特に、刺激の方向へ屈曲する を正の と呼ぶ。重力に対する にはオーキシンが重要な役割をもっている。このオーキシンのうち植物が合成する天然のものを と呼ぶ。オーキシンは、イネ科植物の^{ようようしょう}幼葉鞘で発見された。発見時には、幼葉鞘の先端でオーキシンは合成され、その移動は決まった方向へのみ移動することが明らかにされた。このような、物質の移動を と呼ぶ。オーキシンの は細胞基部に局在する によって生じると考えられている。

また、植物ホルモンは植物の防御応答にも重要な役割をもっている。例えば、昆虫による食害に対して植物は、 を合成し、昆虫の消化酵素のはたらきを阻害するような物質の合成を促進する。一方で、病原体に対しては を合成し、病原体への抵抗性を高めている。

問 1 文章中の 1 ~ 6 にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 2 下線部①について、以下の(ア)~(オ)から植物ホルモンとして知られている物質をすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ブラシステロイド (イ) アミロプラスト (ウ) AUX タンパク質
(エ) フォトリロピン (オ) サイトカイニン

問 3 下線部②について、オーキシンは茎や根の成長に重要な役割をもつことが知られている。このとき、部位によってオーキシンの濃度に対する反応が異なることが分かっている。図 1 は、根の切除断片におけるオーキシンの濃度に対する反応を示したものである。このグラフに、茎の切除断片におけるオーキシンの濃度に対する反応を記せ。解答時には茎の反応を実線で示すこと。

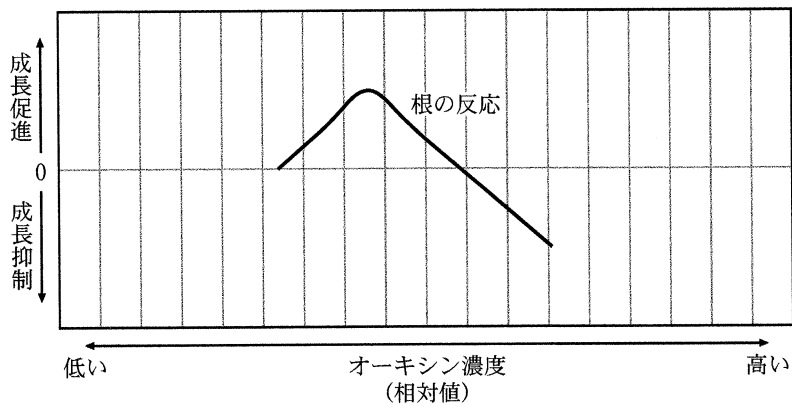


図 1 オーキシンの濃度 (相対値) に対する根の反応

問 4 下線部③について、ジベレリンは発芽に重要な役割をもっていることが知られている。これに関して、以下の問に答えよ。

(1) 植物の種子には、特定の波長をもつ光(赤色光)の受容を発芽条件とするものがある。このような植物の種子は、光発芽種子と呼ばれる。光発芽種子を作る植物を以下の(ア)~(オ)から 2つ選び、記号で答えよ。

- (ア) レタス (イ) ケイトウ (ウ) カボチャ
(エ) シロイヌナズナ (オ) イネ

(2) 光発芽種子が、光を受容して発芽するにはフィトクロムというタンパク質が重要な役割をもっている。このフィトクロムがどのような働きをすることで発芽が促進されるのか、115字以内で述べよ。

(3) オオムギの種子を中央で切断し、胚を含んだものと胚を含んでいないものに分けた。そして、図2のように、それぞれの種子断片をデンプンを含んだ寒天培地に切り口を下側にして静置した。数日後、種子断片を取り除いた寒天培地にヨウ素液をかけた。このとき、胚を含まない種子断片を置いていた寒天培地では、すべてが青紫色に染まったが、胚を含んだ種子断片を置いていた寒天培地では、種子断片の置かれていた部分以外が青紫色に染まった。このような結果が得られた理由を60字以内で述べよ。

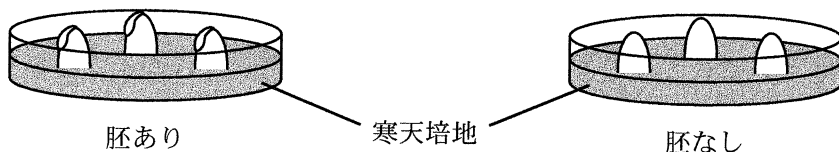


図2 寒天培地に静置した種子断片

問 5 下線部④について以下の問に答えよ。

(1) 植物ホルモンの応用例として適当なものを以下の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) 未熟のバナナと一緒にエチレンを箱に入れ密封することで、成熟させる。

(イ) オーキシシン溶液にブドウの花房を2回浸し、種なしブドウを生産する。

(ウ) ジベレリン溶液をイネに吹き付け、背丈を低くし倒れることを防ぐ。

(エ) トマトの花にオーキシシン生合成阻害剤を吹き付けることで結実させる。

(2) 地球環境の変動により砂漠化が進んでいる地域がある。砂漠化した環境でも作物の育成を可能にするため、アブシシン酸の合成に関する遺伝子を改変する技術が開発されている。アブシシン酸が、どのように植物の乾燥ストレスに対して働くのか、100字以内で述べよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

多種多様な生物を、それらの共通性にもとづいてグループ分けすることを分類という。分類の基本単位は種であり、1つの種は他の種から明らかに区別される。種は系統に基づいて段階的にグループ分けされており、高次の段階には界が置かれている。このような段階を分類階級と呼ぶ。

生物を大きくいくつかのグループに分ける際、分子レベルでの解析が行われる以前には、形態形質などの分析により様々な分類体系が提唱された。生物を動物界と植物界に分ける二界説、原生生物界を独立させた三界説、さらには菌類を独立させた四界説などがあった。電子顕微鏡による観察が進むと、核膜の有無が生物の違いであると考えられるようになり、ホイットカーは、生物を^①原核生物界・^②原生生物界・^③植物界・^④菌界・^⑤動物界に分ける五界説を提唱した。その後、マーズリスらによってさらに五界説の改変が重ねられた。

問1 下線部①について、ウーズらがおこなった様々な生物のリボソームRNAの塩基配列解析により、原核生物界には、細菌と古細菌という2つの異なる系統の生物群が存在することが明らかになった。さらに、生物は、細菌と古細菌に真核生物をあわせた3つの大きなまとまりに分けられることがわかり、これらの階層が界よりもさらに上位の分類群に当たるとした。これに関連した以下の問に答えよ。

(1) 細菌と古細菌には、リボソームRNA以外にもいくつかの相違点がある。そのうちの1つを記せ。

(2) 以下の(ア)～(オ)のうち、細菌に含まれるものと古細菌に含まれるものはどれか。それぞれすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|----------|-----------|---------|
| (ア) 酵母 | (イ) 高度好塩菌 | (ウ) 乳酸菌 |
| (エ) メタン菌 | (オ) 枯草菌 | |

- (3) 界よりも上位の分類階級を何と呼ぶか，その名称を答えよ。
- (4) 界と種の間分類階級として，科，綱，属，目，門が存在する。これら5つの分類階級を，上位から順に並びかえよ。

問 2 下線部②の原生生物界について，以下の間に答えよ。

- (1) 原生生物とはどのような生物をまとめた分類群か，30字以内で答えよ。
- (2) 以下の(ア)～(オ)のうち原生生物に含まれないものを1つ選び，記号で答えよ。

- (ア) ツリガネムシ (イ) ワムシ (ウ) ミドリムシ
(エ) ゾウリムシ (オ) ヤコウチュウ

問 3 下線部③の植物界について，以下の間に答えよ。

- (1) 植物の系統は，大きく3つのグループに分類することができる。この分類に用いられる特徴を2つ記せ。
- (2) 植物の生活環に関する次の記述(ア)～(ウ)のうち，正しいものをすべて選び，記号で答えよ。なお，正しいものがない場合は「なし」と記せ。
- (ア) コケ植物の受精卵は配偶体に付着したまま発生し，胞子体となる。
- (イ) シダ植物の前葉体にある造精器では，減数分裂により精子が作られる。
- (ウ) すべての裸子植物では花粉管が精細胞を運ぶため，受精に水を必要としない。

問 4 下線部④の菌界について、以下の間に答えよ。

- (1) 地衣類と呼ばれる菌類は、その他の菌類が生息できないような栄養分の乏しい環境でも生育できる。その理由を 25 字以内で記せ。
- (2) 菌類の細胞壁の主成分は何か、名称を記せ。

問 5 下線部⑤について、動物界には約 35 の門が存在し、それらは体組織や器官がほとんど分化しないグループと、消化管をもつが肛門をもたないグループ、さらには脊椎動物のように体組織や器官が高度に分化したグループに大別されている。これに関連した以下の間に答えよ。

- (1) 下線部⑥と⑦のようなグループの動物について発生様式をもとに分類した場合の総称を何と呼ぶか、それぞれの総称を答えよ。
- (2) 下線部⑥と⑦のグループに含まれる門の名称をそれぞれ 1 つ答えよ。
- (3) 下線部⑧のグループは、その胚発生過程の特徴からさらに 2 つのグループに分けられる。その 2 つのうち、ナマコの仲間が含まれるグループの胚発生における特徴を 35 字以内で説明せよ。
- (4) 下線部⑧のグループに属する動物の形態の類似は相似と相同に分けられる。相似器官とはどのようなものか、35 字以内で説明せよ。

地 学

1 次の文章を読み、下の各問に答えよ。

地表から概ね^{おおむ}1 km 以上の上空では **ア** の影響を受けにくく、中緯度の大規模な流れとして ① 気圧傾度力と② コリオリの力（転向力） がつりあった **イ** 風（偏西風）が吹いている。北半球中緯度付近の上空では、一般に低緯度側の方が高緯度側より気圧が **ウ** ために気圧傾度力は **エ** 向きにはたらく。またコリオリの力の大きさは風速に比例し、北半球では進行方向に対して **オ** 向きにはたらく。

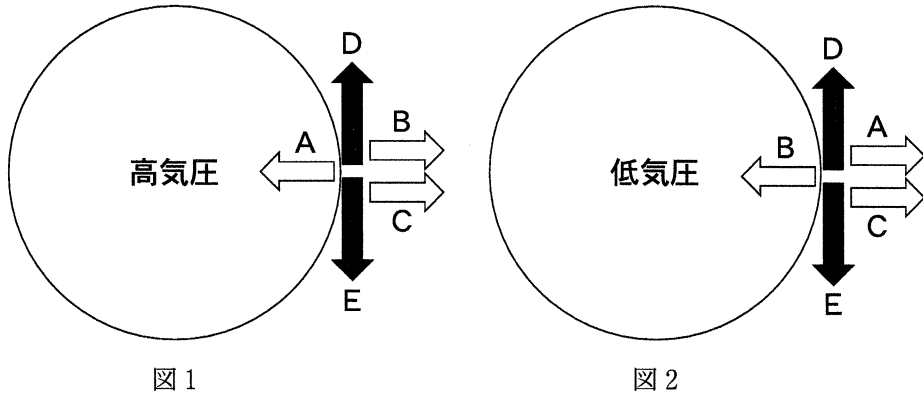
一方、渦のような運動をする傾度風では、気圧傾度力とコリオリの力に加えて ③ 遠心力 がはたらいてつりあっている。遠心力の大きさは、回転速度の2乗に比例する。

問 1 文章中の **ア** と **イ** に入る適切な語句を答えよ。

問 2 文章中の **ウ** ～ **オ** に入る適切な語句を以下の a～h から選び、記号で答えよ。

- a 右
- b 左
- c 東
- d 西
- e 南
- f 北
- g 高い
- h 低い

問 3 図 1 と図 2 はそれぞれ上空の高気圧と低気圧を示している。A～Cは力の向き，DとEは風向を示している。A～Cに当てはまる力を文章中の下線部の数字①～③で，また高気圧の風向きと低気圧の風向きを，それぞれDまたはEで答えよ。



問 4 傾度風にはたらく 3 つの力のうち 1 つは，竜巻のように高速で小さな渦をつくる風では無視できるほど小さい。その力を文章中の下線部の数字①～③で答えよ。

問 5 気圧傾度力が同じ高気圧と低気圧では，傾度風はどちらの場合が強いか答えよ。

問 6 高気圧は低気圧と異なり，その強さに上限があることが知られている。この理由を，力のつりあいの観点から 200 字以内で答えよ。

2 次の文章は、夏休みの海外旅行で地学ツアーに参加したFさんの日誌の一部である。この文章を読んで、下の各問に答えよ。

2023年8月XX日 晴れ

今日の地学ツアーでは、有名な河川の源流域から河口付近までの経路を船と徒歩でたどった。現地の地形の概略を図1に示す。

源流部は標高が高くて冬季には気温がかなり下がると聞いていたので、U字形をした谷の有無が気になっていた①。それは結局見つけられず、むしろ日本の山岳地域でよく見かける **ア** がよく発達していた。

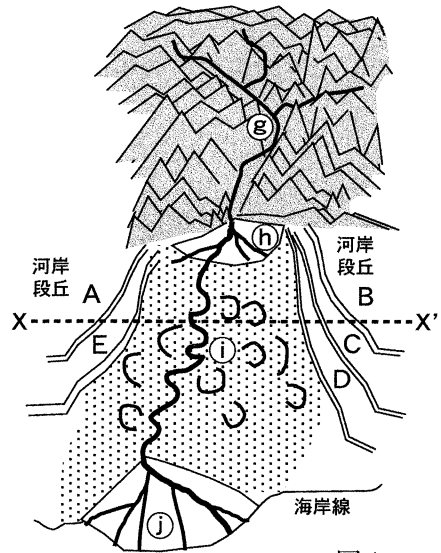


図1

山間の川に沿う④地点の崖には、砂岩②、泥岩互層、凝灰岩、チャート、石灰岩、半遠洋性泥岩などが激しく変形した地層が露出していた。保存状態の良くないアンモナイトやモノチスの化石も含まれていたが、ツアーガイドは古第三紀の地層だと説明していた。それと似たような地層は、西南日本の太平洋側沿岸部にもあることから、そこと同じような作用でできたものだろう③。

山岳地域を流れる上流部が終わった⑥地点で、**イ** が運んできた大きな礫や砂がたくさん堆積していた。そして、等高線が下流側へ張り出したような地形ができていた。そこには水田などはなくて、果樹園が広がっていた。これは典型的な **ウ** である。川の流路は、平野部に入ってから、頻りに曲がりくねるようになった。川べりには自然堤防が発達し、細長い湖が数ヶ所以上で認められた。ツアーガイドの説明によれば、この地域の地形は人の手が入っておらず、天然の状態に近いらしい。その通りだとすれば、①地点付近の地形は **エ** の活動に伴うものであろう。

平野部の両側には河岸段丘が見られた。上流の渓谷で見たのと同じような古い

時代の変形した地層があつて、それを覆うように更新世の水平な砂礫層が複数段の段丘面をつくっていた。その模式的なスケッチを図2に示す。

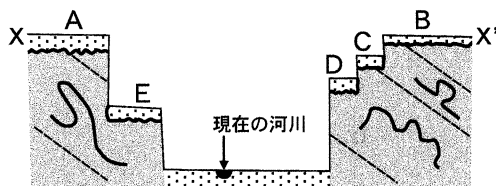


図2 (垂直方向に誇張)

河口の近くの①地点までくると、
川は下流方向へ向かって分岐するよ
うになった。それぞれの水路は、最

後は海へ流入して、河口からたくさんの土砂が放出されているらしい。その反映なのか、海岸線は海側へ膨らんだ形をしていた。

問1 に入る最も適切な言葉を次から一つ選び、a～dの記号で答えよ。

- a カール
- b カルスト地形
- c V字谷
- d モレーン

問2 に入る最も適切な言葉を次から一つ選び、a～dの記号で答えよ。

- a 火砕流
- b 混濁流
- c 地下水
- d 土石流

問3 に入る最も適切な言葉を次から一つ選び、a～dの記号で答えよ。

- a カルデラ湖
- b 構造土
- c 後背湿地
- d 扇状地

問 4 工に入る最も適切な言葉を次から一つ選び、a～dの記号で答えよ。

- a 火山
- b 急流河川
- c 地震断層
- d 蛇行河川

問 5 下線部①から察せられる、Fさんの関心を30字以内で説明せよ。

問 6 下線部②のツアーガイドの説明に対する意見として、最も適切と思われるものを次から一つ選び、a～dの記号で答えよ。

- a モノチスは三畳紀、アンモナイトは中生代の代表的な示準化石であるから、この地層は古第三紀ではなく、三畳紀に堆積したとみるべきである。
- b モノチスやアンモナイトが含まれているとはいえ、保存状態が良くないことから、一度堆積した地層から掘り起こされて再堆積した可能性もある。それらを含む地層の堆積年代が古第三紀であっても矛盾はない。
- c モノチスやアンモナイトが含まれていても、地層の堆積年代はそれらの生息年代よりも前の、古生代の可能性もある。
- d アンモナイトとモノチスそれぞれの生息年代を詳しく調べた上で、その平均値をもって地層の堆積年代とするのが最も合理的である。

問 7 下線部③に関連して、Fさんが想像したことを漢字5字以内で答えよ。

問 8 下線部④に関連する次の各問に答えよ。

- (1) 段丘面 A～E の形成順の説明として、最も適切なものを次から一つ選び、a～d の記号で答えよ。ただし、X-X' 断面（図 1，2）において、A と B は同じ高さであり、C，D，E の順に低くなる。
- a A～E の全てが同時に形成された可能性もある。
 - b A は E よりも前に形成されていた。
 - c 初めに E が形成され、次いで D，C が形成された。
 - d 初めに A と E が形成され、その後で B，C，D が形成された。もしくは、初めに B，C，D が形成され、その後で A と E が形成された。
- (2) 各段丘面を造っている更新世の地層と下位の古い時代の地層との関係を漢字 3 字で答えよ。

問 9 下線部⑤に関する次の各問に答えよ。

- (1) この説明が示す堆積地形の名称を答えよ。
- (2) 今後も土砂の供給が続く場合、この地形にどのような変化が起こると予想されるだろうか。140 字以内で答えよ。

3 次の文章を読み、下の各問に答えよ。

宇宙は、約 138 億年前に誕生した。誕生直後の宇宙は、極めて高密度で高温な火の玉宇宙の状態であった。そこから膨張とともに冷却し、恒星や銀河などの構造を作りながら現在の姿になった。このような宇宙のモデルを **ア** モデルという。

問 1 上の文章中の **ア** に当てはまる語として最も適切なものを、次の a ~ d のうちから一つ選べ。

- a ホットスポット
- b マグマオーシャン
- c ジャイアント・インパクト
- d ビッグバン

問 2 宇宙誕生直後から最初の恒星が誕生する直前までに起こった出来事について述べた次の文 A・B の正誤の組み合わせとして最も適切なものを、次の a ~ d のうちから一つ選べ。

- A 陽子（水素の原子核）と中性子が形成された。
- B ヘリウム原子核が形成された。

	A	B
a	正	正
b	正	誤
c	誤	正
d	誤	誤

問 3 宇宙誕生後に起こった次の出来事イ～ハを，古いものから新しいものに並べた順として最も適切なものを，下の a～f のうちから一つ選べ。

- イ 最初の超新星爆発
- ロ 宇宙の晴れ上がり
- ハ 太陽系の誕生

- a イ→ロ→ハ
- b イ→ハ→ロ
- c ロ→イ→ハ
- d ロ→ハ→イ
- e ハ→イ→ロ
- f ハ→ロ→イ

問 4 宇宙が膨張しているために生じる直接の結果を述べた文として最も適切なものを，次の a～d のうちから一つ選べ。

- a 恒星のスペクトルに暗線（吸収線）が認められる。
- b 変光星の周期光度関係を用いて銀河の距離を求めることができる。
- c 恒星の表面温度が低いほど，恒星が最も強く放射する光の波長が長くなる。
- d 銀河が遠方にあるほど，銀河が発する光の波長が長いほうにずれて観測される。

問 5 ハッブル定数の逆数はハッブル時間と呼ばれており，宇宙年齢の目安となる。仮にハッブル定数を 100 km/s/メガパーセク としたとき，ハッブル時間は何年になるか。ただし， $1 \text{ メガパーセク (Mpc)} = 3 \times 10^{19} \text{ km}$ ， $1 \text{ 年} = 3 \times 10^7 \text{ s}$ とする。計算の過程も説明すること。

問 6 宇宙に関して述べた文として最も適切なものを，次の a～d のうちから一つ選べ。

- a 宇宙の初期に誕生した恒星ほど，元素組成において鉄の割合が大きい。
- b 遠くにある天体を観測することで，昔の宇宙の姿を調べることができる。
- c 宇宙の膨張は，正体不明のダークエネルギーのため徐々に減速している。
- d 約 3 K の宇宙背景放射は，かつて存在したクォーサーからの放射に由来する。

4 次の文章を読み、下の各問に答えよ。

日本は世界有数の地震国であり、国内には多くの地震計が設置されている。地震の観測からは、震源の位置、地震の規模を表す **ア**、震源断層の動きなど多くの情報が得られる。

地震の震源ではP波とS波は同時に発生するが、観測点にはP波が先に到着する。震源の浅い地震の場合、P波とS波の到着時刻の差（初期微動継続時間）を T [s]、震源と観測点との距離（震源距離）を D [km]、比例定数を k [km/s] とすると、

$$D = kT \dots\dots (A)$$

の関係がある。この式を震源距離に関する **イ** 公式という。この式を用いて、異なる3つの観測点での震源距離が得られると、作図により震源の位置を決めることができる。

また、観測点に到着したP波の最初の地面の動きからは、地震波の到来した方向、すなわち観測点からみた震源の方位が推定できる。さらに多数の観測点でのP波による地面の最初の動きを調べると、震源断層の動きを知ることができる。震源から出たP波の最初の動きは、震源から外に向く押し波か、震源の側に向く引き波のどちらかである。この押し波と引き波の領域は、どの地震においても直交する2平面で区分される。そして、この2平面のうちの1つが地震を発生させた断層面に対応する。このようにして明らかにされる、地震を発生させた断層面の方向やずれ方を **ウ** 機構という。

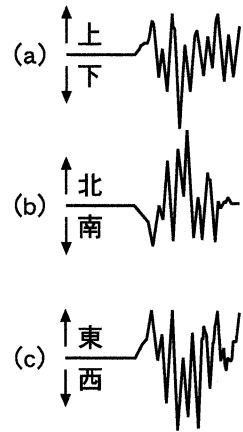
日本のような弧－海溝系では、プレートの沈み込みに伴い、非常に多くの地震が発生している。特に、海溝やトラフに沿った場所では巨大地震がくり返し発生している。このうち、南海トラフ沿いでは、**エ** プレートが **オ** プレートの下へ沈み込むのに伴い、地震がくり返し起こっている。この地震の **ウ** 機構は **カ** 型である。また、このような地震が発生する地域では、地震の発生時やその前後の期間において、それぞれ特徴的な地殻変動が観測される。

問 1 文中の **ア** ～ **カ** に、適切な語を入れよ。

問 2 (A) 式に関して、P 波速度を V_P 、S 波速度を V_S として、 k を V_P と V_S を使って表せ。解答欄には、導出過程も記すこと。

問 3 下線部①に関して、右の図はある観測点での地震計の記録の揺れの始まり部分であり、(a)は上下方向、(b)は南北方向、(c)は東西方向の地面の動きを示している。この地震の震源は、観測点からみてどの方位と推定できるか。次の a～dの中から最も適切なものをつ選び記号で答えよ。また、それを選んだ理由を簡潔に述べよ。

a 北東 b 南東 c 南西 d 北西



問 4 下線部②に関して、2つの平面のうちどちらが断層面かを判断するためには、他のどのようなデータや情報を利用するとよいか、その例を一つ挙げよ。

問 5 下線部③に関して、海溝に近い陸のプレート上では、次の(1)と(2)の時期において、それぞれどのような地殻の上下変動が起きているか。変動の原因とあわせてそれぞれ 60 字以内で説明せよ。

- (1) 前回の巨大地震発生後から次の巨大地震発生前までの期間
- (2) 巨大地震の発生時

