

平成26年度入学試験問題（前期日程）

理 科

物 理	1 ページから	8 ページまで
化 学	9 ページから	14 ページまで
生 物	15 ページから	21 ページまで
地 学	22 ページから	27 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄（1か所または2か所）に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

物 理

1 以下の文章中の ① ~ ⑩ に、最も適切な数値、数式、語句、または選択肢の記号を記入せよ。(40点)

問 1 無重力で真空の宇宙空間を、質量 m_1 の機体に質量 m_2 の燃料を積んだロケットが速さ v_0 で進んでいる。

- (1) ロケットは質量 m_2 の全燃料を燃焼させて、燃料のガスを機体に対する速さ u で後方に一気に噴射させた。その結果、機体の速さが v_0 から v に加速された。ただし、 u は速さ v の機体に対する速さである。このとき、 v を v_0 、 u 、 m_1 、 m_2 を用いて表すと、 ① となる。
- (2) その後、ロケットは宇宙空間に静止した質量 M の小惑星に衝突した。ロケットは貫通することなく小惑星の内部にとどまり、小惑星は回転することなく速さ V で動き出した。その速さ V を M 、 m_1 、 v を用いて表すと、 ② となる。
- (3) ロケットは、衝突の間に一定の力 F を受け、距離 L だけ小惑星にめり込んだ。力 F は m_1 、 M 、 v 、 V 、 L を用いて表すと、 ③ となる。ただし、まさつによる熱の発生は無視する。

問 2 図 1—I のように、なめらかな水平面上にばね定数 k [N/m] のばねの一端を固定し、他端に質量 m [kg] の物体をとりつける。ばねが自然の長さにあるときの物体の位置 O を原点とし、右向きを正とする。ばねを引き伸ばした後、静かにはなすと物体の位置 x [m] は図 1—II のように時間変化した。図 1—II から、この運動の振幅 A は ④ m で、周期 T は ⑤ s であることがわかる。このとき、図 1—III (ア)~(エ) の中で物体の速度 v の時間変化を表しているのは ⑥ である。速度の大きさは物体が O 点を通過する瞬間に最大となる。この最大の速度の大きさ v_{\max} を、 A 、 k および m を用いて表すと、 ⑦ [m/s] となる。また、図 1—IV (ア)~(エ) の中で物体に働く力 F の時間変化を表しているのは ⑧ である。

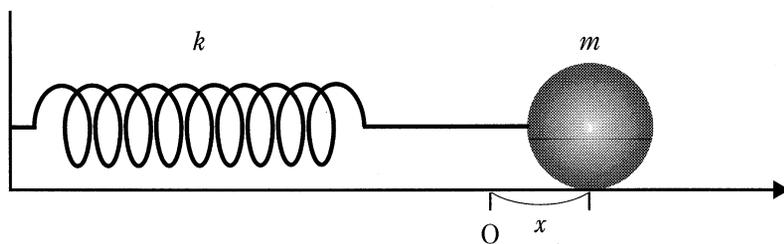


図 1—I

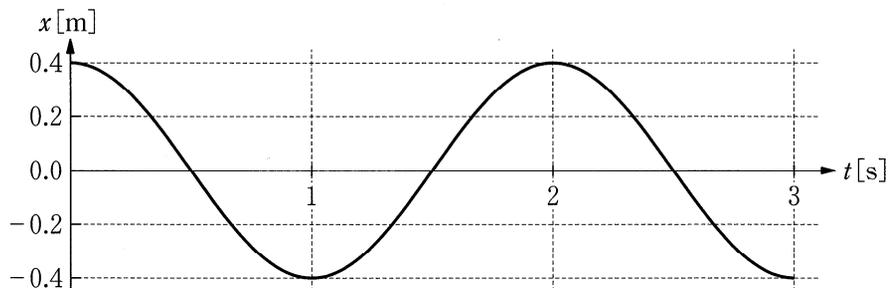


図 1—II

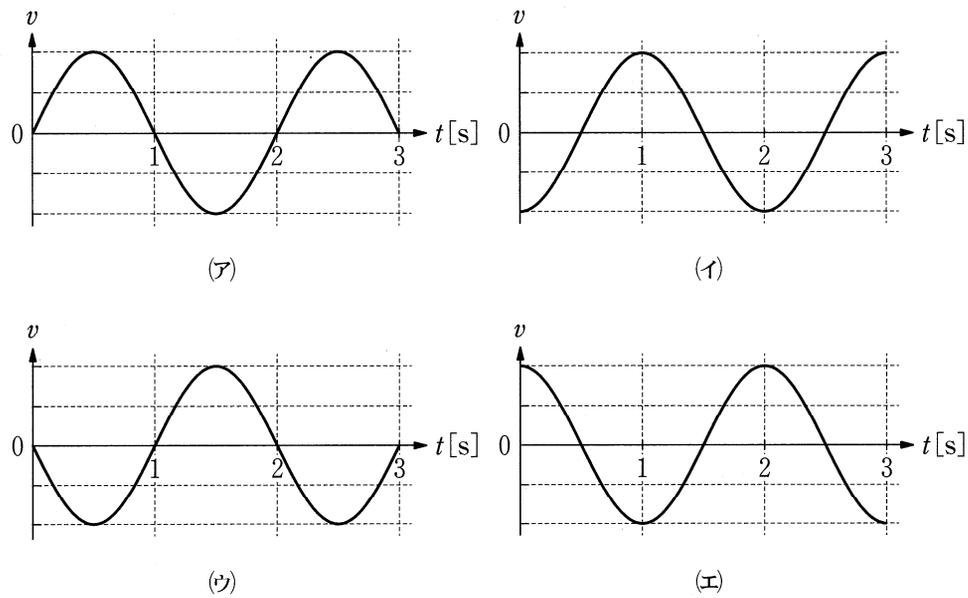


図1—III

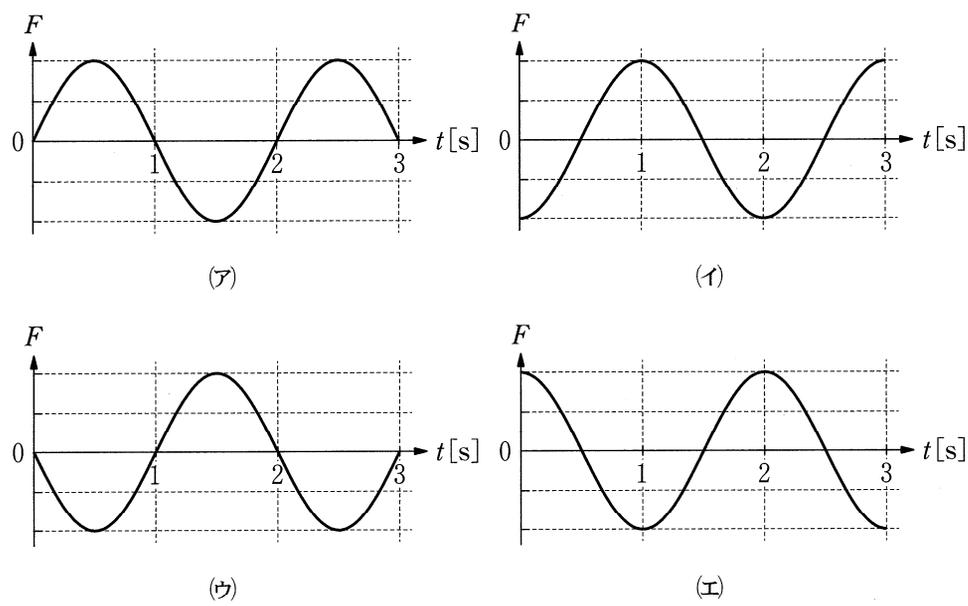


図1—IV

問 3 x 軸上の正方向に進む振幅 A 、波長 λ 、周期 T の正弦波 $y(x, t)$ がある。図 1—V は、時刻 $t = 0$ における変位 $y(x, 0)$ を示す。

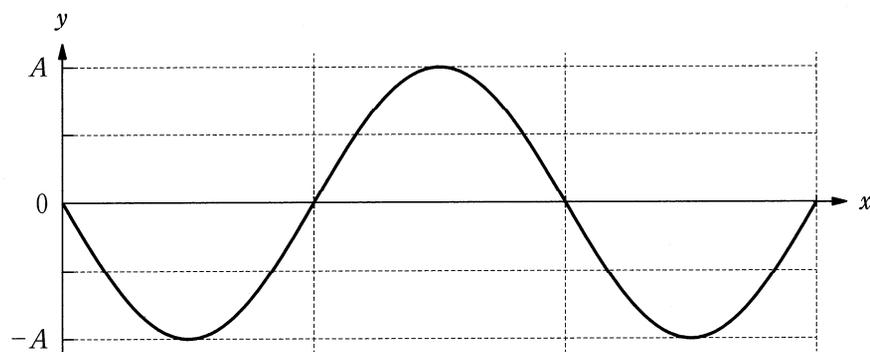


図1—V

- (1) $t = 0$ での変位 $y(x, 0)$ は、図 1—V から $y(x, 0) = \text{㊸}$ で表される。
- (2) $x = 0$ での変位 $y(0, t)$ を求めると、 $y(0, t) = \text{㊹}$ である。
- (3) この波の時刻 t における位置 x での変位 $y(x, t)$ は、 $y(x, t) = \text{㊺}$ である。

問 4 一般に、物質に熱を加えて温度を上げると物質の状態は固体から液体へ、また液体から気体へと変化する。質量 1 g の物質が、固体から液体に、液体から気体に変化するのに必要な熱をそれぞれ $\boxed{12}$, 蒸発熱という。水の比熱、蒸発熱はそれぞれ $4.19 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, $2256.9 \text{ J}/\text{g}$ であるので、 20°C の水 500 g を 100°C の水蒸気に変えるのに必要な熱量は約

- $\boxed{13}$ (ア) 1296
 (イ) 1128 kJ である。
 (ウ) 168

問 5 図 1—VI の A, B, C は、 n [mol] の単原子分子からなる理想気体の 3 つの状態を示している。A は、絶対温度 T [K] , 1 気圧 ($= 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) の状態である。気体定数を R [J/(mol·K)] , 気体の定積モル比熱を $C_v = \frac{3}{2} R$ [J/(mol·K)] とする。解答は、 n , R , T を用いて表せ。

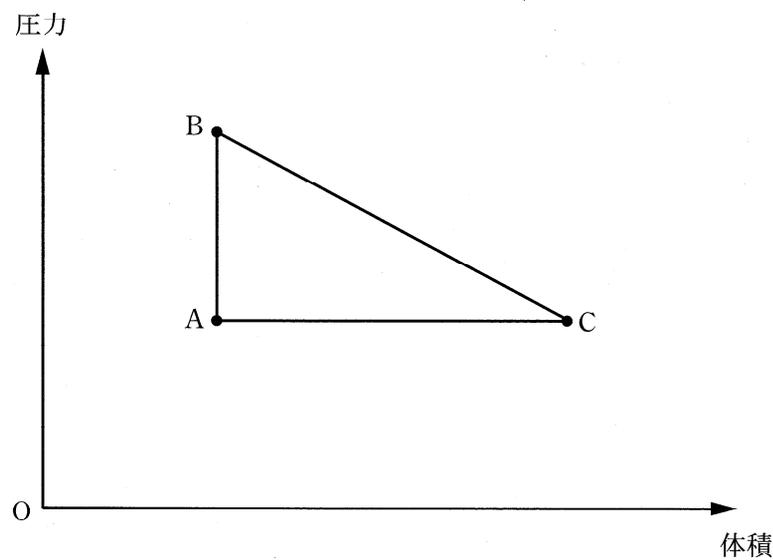


図 1—VI

- (1) 状態 A から、体積を一定に保ったまま状態 B に変化させた。状態 B の圧力は状態 A の 2 倍である。このとき、加えた熱量は $\boxed{14}$ [J] となる。
- (2) 状態 A から圧力を一定に保ち、状態 C に変化させた。状態 C の体積は状態 A の 3 倍である。このときの内部エネルギーの増加量は $\boxed{15}$ [J] である。
- (3) 図 1—VI の実線に沿って、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の順に静かに変化させたとき、気体のする仕事は $\boxed{16}$ [J] となる。

問 6 真空中に、巻数 N 回、断面積 $S[\text{m}^2]$ 、長さ $l[\text{m}]$ の十分に長いコイルがある。コイルに電流が流れたとき、コイルの中の磁場(磁界)は一様であるとする。また、真空の透磁率を $\mu_0[\text{N/A}^2]$ とする。

- (1) コイルを貫く磁束 Φ が、時間 $\Delta t[\text{s}]$ の間に $\Delta\Phi[\text{Wb}]$ だけ変化した。コイル 1 巻きあたりに発生する誘導起電力の大きさ V_1 は [V] である。
- (2) コイルに電流 I を流すと、コイル内部の磁場の大きさ H は $H = \frac{N}{l} I[\text{A/m}]$ である。このとき、コイルを貫く磁束 Φ は [Wb] である。
- (3) コイルに流れる電流 I を図 1—VII に示したように変化させた。このとき、コイルに発生する誘導起電力の大きさ V_N は [V] である。
- (4) このコイルの自己インダクタンス L は [H] である。

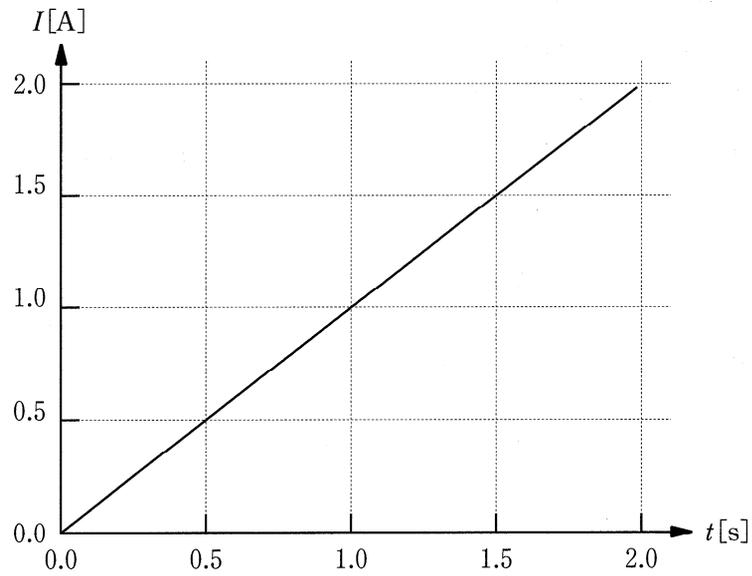


図 1—VII

2 なめらかで水平な床の上におかれた質量 m の板の上に、同じ質量 m の物体を乗せた。時刻 $t = 0$ で板は静止し、その上に乗っている物体は図 2—I のように速度 v_0 で右に移動していた。この後の運動を考える。ただし、空気抵抗は無視でき、物体が板の右端から落ちてしまうことはなかったとする。重力加速度を g とし、以下の各問に答えよ。(30 点)

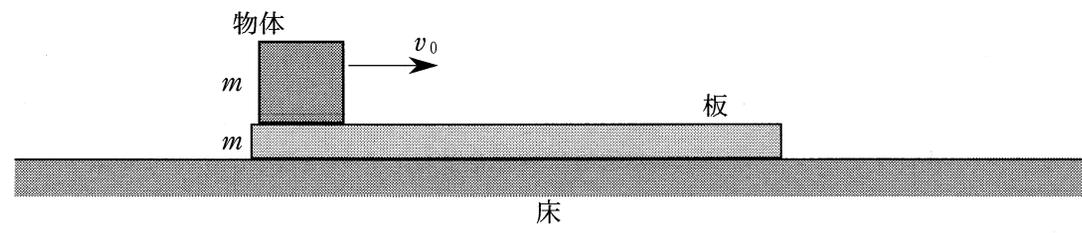


図 2—I

問 1 時刻 t における板と物体の速度をそれぞれ v_1, v_2 とするとき、

- (1) 板と物体の間にまさつがなかった場合の $v-t$ グラフ
- (2) 板と物体の間にまさつがある場合の $v-t$ グラフ

として最も適切なグラフを図 2—II の(ア)~(ク)の中からそれぞれ一つ選べ。ただし、グラフの点線と破線のうち、どちらか一方が v_1 、他方が v_2 を表すものとする。

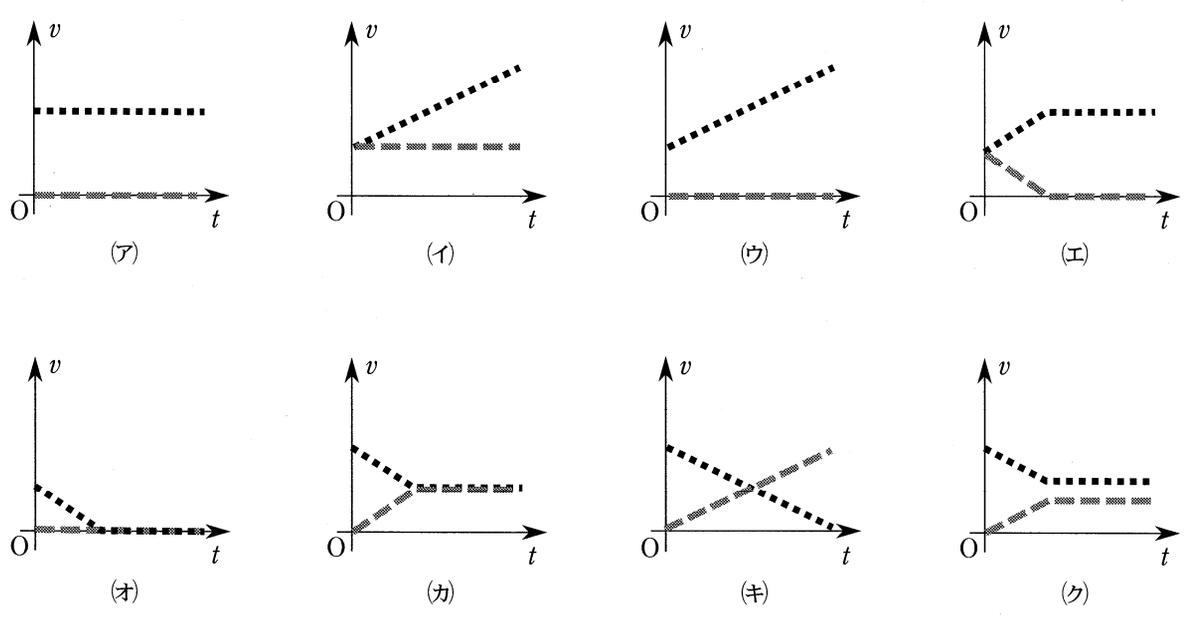


図 2—II

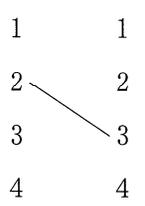
以下では、板と物体の間にはまさつがあり、 v_1 と v_2 が等しくない場合を考える。そのまさつの静止まさつ係数は μ 、動まさつ係数は μ' とする。

問 2 物体にはたらくすべての力の名称、向き、大きさを答えよ。向きは紙面の上下左右で、大きさは m, g, μ, μ' のうち必要なものを用いて表すこと。解答用紙には番号で示された 4 行の欄があるが、すべての行を埋めなくてもよい。すべての力を過不足なく答えること。

問 3 板にはたらくすべての力の名称、向き、大きさを答えよ。向きは紙面の上下左右で、大きさは m, g, μ, μ' のうち必要なものを用いて表すこと。解答用紙には番号で示された 4 行の欄があるが、すべての行を埋めなくてもよい。すべての力を過不足なく答えること。

問 4 上の問 2 で解答した力と問 3 で解答した力のうち、作用・反作用の組となっているものをすべて線で結べ。

例：問 2 の番号 2 の力と問 3 の番号 3 の力が作用・反作用の組だと解答したいならば、



のように解答欄に書き込むこと。

- 問 5 この運動において、板と物体の運動エネルギーの和が保存しない理由として以下の(ア)~(キ)の中で適切なものを○で囲め(複数個を○で囲んでもよい)。
- (ア) 重力が外力としてはたらいているから。
 - (イ) 重力が外力として仕事をするから。
 - (ウ) 物体と板にはたらくまさつ力が作用・反作用の法則を満たしていないから。
 - (エ) 物体と板にはたらくまさつ力が保存力ではないから。
 - (オ) 物体と板にはたらく重力が物体にする仕事と板にする仕事の大きさが違うから。
 - (カ) 物体と板にはたらくまさつ力が物体にする仕事と板にする仕事の大きさが違うから。
 - (キ) まさつにより熱という別の形態のエネルギーが発生するから。

次に物体と板を元の位置に戻し、図2-IIIのように物体の右端に軽い糸をつけて、その糸をなめらかに回る軽い定滑車にかけ、その先に質量 m のおもりをつけた。すべてが静止した状態でそっと手を離した。おもりが下向きに運動を始め、物体と板の間にまさつがあるので物体と板の速度は等しくなった。ただし、物体が板の右端から落ちたり、板が滑車にぶつかったりすることはないものとする。

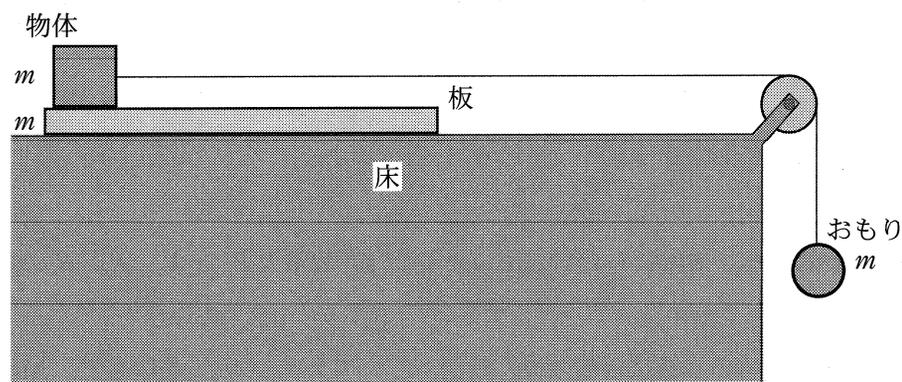


図2-III

- 問 6 物体と板の速度が等しくなった後の、おもりの加速度の大きさを重力加速度の大きさ g を用いて求めよ。
- 問 7 物体と板の速度が等しくなった後の、物体と板とおもりの力学的エネルギーの和に関する記述として最も適切なものを以下の選択肢(ア)~(エ)から選んで答えよ。
- (ア) 保存する。
 - (イ) 保存しない。動まさつ力がはたらいているから。
 - (ウ) 保存しない。静止まさつ力がはたらいているから。
 - (エ) 保存しない。重力がはたらいているから。
- 問 8 物体と板の速度が等しくなった後の、物体と板の運動量の和(おもりの運動量は含めない)に関する記述として最も適切なものを以下の選択肢(ア)~(エ)から選んで答えよ。
- (ア) 保存する。
 - (イ) 保存しない。物体と板の間に静止まさつ力がはたらいているから。
 - (ウ) 保存しない。物体が糸に引っ張られているから。
 - (エ) 保存しない。物体と板に重力がはたらいているから。

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(30点)

A 図3-Iのように、抵抗値 $R_1, R_2, R_3[\Omega]$ の抵抗、コンデンサー C_1, C_2, C_3 、起電力 $E_1, E_2[V]$ の内部抵抗のない電池、スイッチ S_1, S_2 、内部抵抗のない検流計 G からなる回路がある。はじめにスイッチ S_1, S_2 は開いている。また、すべてのコンデンサーには電荷はたくわえられていないものとする。

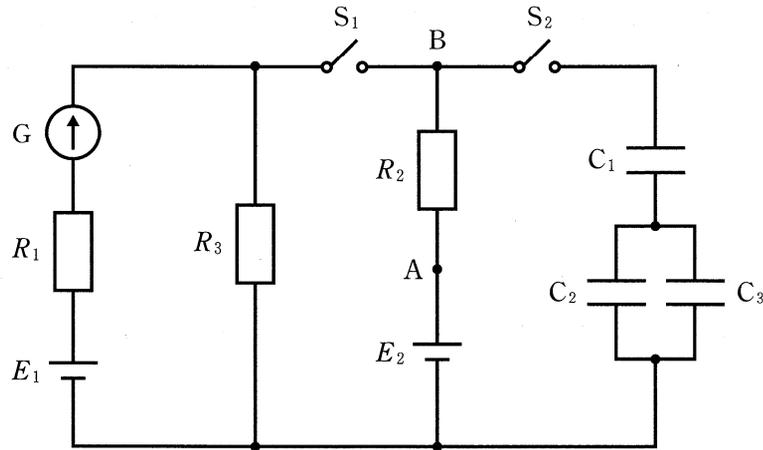


図3-I

問1 1秒間に抵抗値 R_1 の抵抗に発生するジュール熱 $Q[J]$ を求めよ。

問2 スイッチ S_1 を閉じたところ、検流計 G の針はゼロを示した。起電力 E_2 を R_1, R_2, R_3, E_1 を用いて表せ。

問3 スイッチ S_1 を開いてはじめの状態に戻した後、時刻 $t = t_0$ でスイッチ S_2 を閉じた。AB間の電位差 $V_{AB}[V]$ はどのような時間変化をするか。最も適切なグラフを次の図3-IIの(ア)~(カ)の中から選べ。

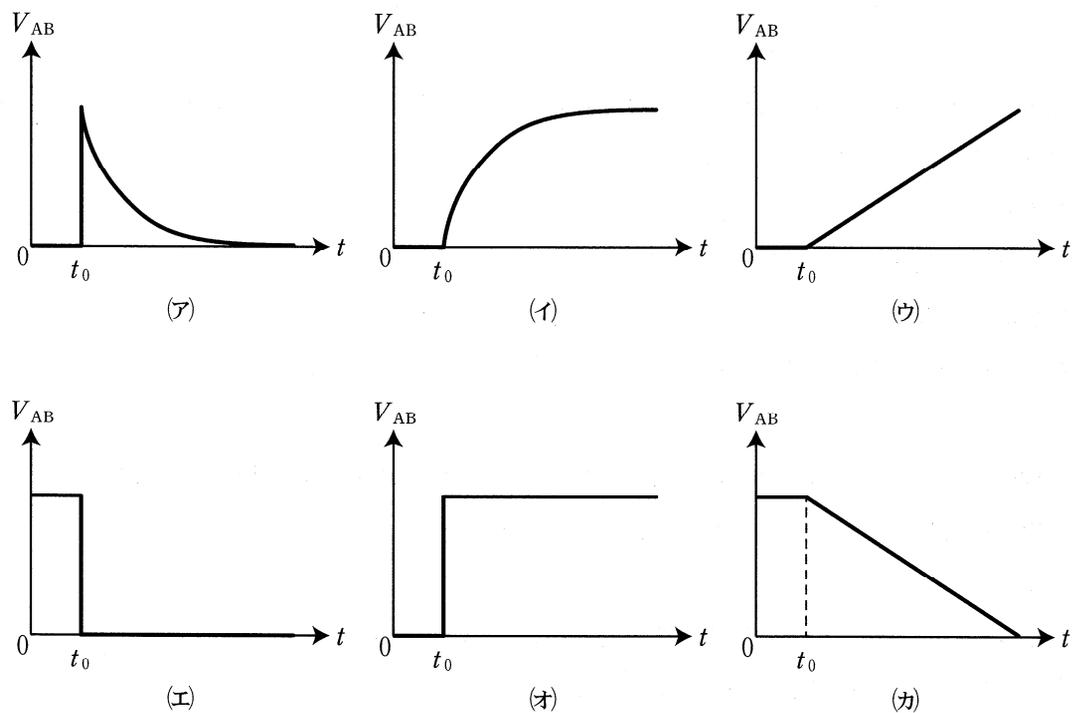


図3-II

問4 スイッチ S_2 を閉じた後、十分な時間が経過した。3つのコンデンサーを充電している間に電池がした仕事 $W_1[J]$ を求めよ。ただし、すべてのコンデンサーの電気容量は $C[F]$ とする。

問5 その後、スイッチ S_2 を開いてコンデンサー C_1 の極板間の距離を2倍に広げた。コンデンサー C_1 に加えられた仕事 $W_2[J]$ を求めよ。

B 図3—Ⅲのように、真空中に十分長い2本の細い直線状の導線を z 軸に平行に張る。導線の直径は導線間の距離に比べて十分小さいものとする。導線1は xy 平面上の座標 $(-1, 0)$ を、導線2は座標 $(1, 0)$ を通り、2本の導線は距離2 mだけ離れて固定されている。導線1には上向き(z 軸の正の向き)に $I(> 0)$ [A]の電流、導線2には下向き(z 軸の負の向き)に $2I$ [A]の電流を流す。ただし、電子の電荷は $-e(< 0)$ [C]、真空の透磁率は μ_0 [N/A²]とする。また、 I [A]の電流が流れている十分長い直線状の導線から r [m]の距離の点における磁束密度の大きさは $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ [T]である。

問6 図3—Ⅲの導線2の断面積を S [m²]とし、導線内の自由電子の平均の移動速度を v [m/s]とする。このとき、導線2の単位体積あたりの自由電子の数を求めよ。

問7 導線1を流れる電流が導線2の位置につくる磁場(磁界)の向きを以下の選択肢(ア)~(カ)から選べ。

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| (ア) x 軸の正の向き | (イ) x 軸の負の向き | (ウ) y 軸の正の向き |
| (エ) y 軸の負の向き | (オ) z 軸の正の向き | (カ) z 軸の負の向き |

問8 導線2の長さ l [m]の部分を考える。その部分の導線内の全自由電子が導線1によってつくられる磁場から受けるローレンツ力の総和 F [N]を求めよ。

問9 図3—Ⅲの x 軸上には、2本の導線を流れる電流がつくる合成磁束密度の大きさが0になる点がある。その点の x 座標を求めよ。ただし、無限遠は除く。

次に、2本の導線に上記と同じ電流を流したまま、さらに磁束密度の大きさ B [T]の一樣な水平磁場を図3—Ⅲの y 軸の正の向きに加えた。ここで、 B は導線2の電流が導線1の位置につくる磁束密度の大きさと同じとする。

問10 導線1の電流が y 軸の正の向きに加えた水平磁場から受ける力の向きを以下の選択肢(ア)~(カ)から選べ。

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| (ア) x 軸の正の向き | (イ) x 軸の負の向き | (ウ) y 軸の正の向き |
| (エ) y 軸の負の向き | (オ) z 軸の正の向き | (カ) z 軸の負の向き |

問11 y 軸の正の向きに加えた水平磁場による磁束密度と電流による磁束密度が合成された結果、導線1の単位長さあたりにはたらく力の大きさは導線2の単位長さあたりにはたらく力の大きさの何倍になるか求めよ。

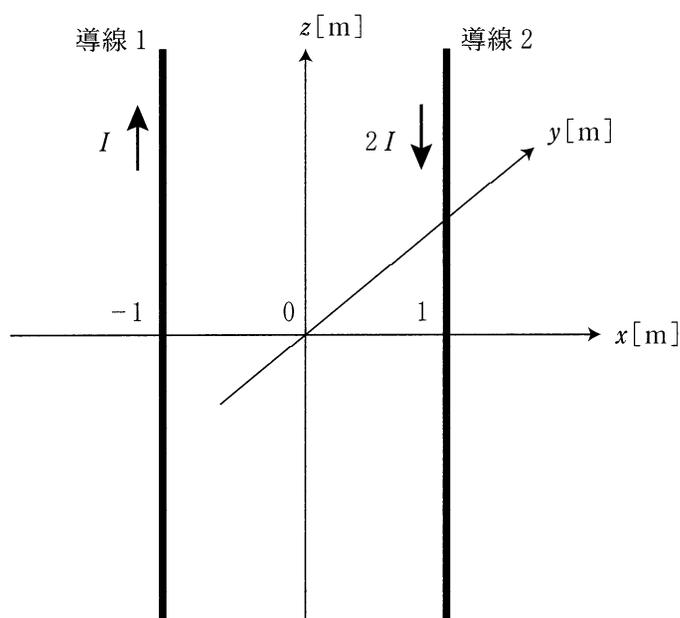


図3—Ⅲ

化 学

必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, I = 127

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

私たちの身のまわりには様々な溶液が存在している。溶液は、ある液体に他の物質が溶けて均一な液体になる溶解という現象によってできる。ここでは、物質が液体にどのように溶解するかを考える。

イオン結晶には水によく溶解するものが多い。例えば、塩化ナトリウムを水に入れるとナトリウムイオンと塩化物イオンに 1 して水中を拡散し、やがて均一な溶液になる。このときナトリウムイオンや塩化物イオンは水分子と静電的な引力で結びついて存在している。^(a)

極性分子からなる物質は、極性分子が水分子と静電的な引力で引きつけ合うので水に溶解しやすいものが多い。特に、ヒドロキシ基やアミノ基などをもつ分子は 2 結合により、水分子と結びつき水に溶解しやすい。また、塩化水素のように水の中に入ると 1 し、イオンとなる極性分子もある。^(b)^(c)

無極性分子からなる物質は、水に溶解しにくい。例えば、ナフタレンは水に溶解しにくい。このことは、ナフタレン分子と水分子との引き合う力が、水分子どうしが引き合う力より小さいためである。一時的にナフタレン分子が水分子に取り囲まれても、再びナフタレン分子どうしや水分子どうしが結びつき水とは混じらない。これに対して、ナフタレン分子はベンゼンやヘキサンなどの無極性分子の液体には比較的よく溶解する。^(d)^(e)

問 1 上の文章中の 1 および 2 に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)~(c)のように、溶媒である水分子が溶質のイオンや分子に結びつく現象を何というか答えなさい。

問 3 下線部(c)の例としてエタノールが挙げられる。エタノール分子には、水分子と結びつきやすい部分と結びつきにくい部分がある。次の(1)~(2)について答えなさい。

(1) エタノールの示性式を書きなさい。また、その示性式の水分子と結びつきやすい部分に下線を引きなさい。

(2) 水分子と結びつきやすい部分と結びつきにくい部分、それぞれの原子団(基)を総称して何というか、最も適切な語句を答えなさい。

問 4 下線部(d)の理由を40字以内で答えなさい。

問 5 下線部(e)のように無極性分子であるナフタレン分子どうしが集まるときに働く力を何というか答えなさい。

問 6 1-ブタノールは、エタノールと同じように水分子と結びつきやすい原子団(基)を持っているが、エタノールに比べると水に溶解しにくい。その理由を40字以内で答えなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

中和滴定の実験を以下の手順で行った。

0.100 mol/L のシュウ酸標準溶液を 250 mL 調製するために、天秤を用いてシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶を g 量り取った。その結晶を少量の蒸留水に溶かして に移し、さらに蒸留水を加えて全量を正確に 250 mL とした。この水溶液 10.0 mL を で正確に量り取ってコニカルビーカーに移し、指示薬を 1 ~ 2 滴加えた。そのあと、 を用いて水酸化ナトリウム水溶液で滴定すると、10.30 mL 加えたところで、溶液の色が変化した。

問 1 上の文章中の に入る数字を答えなさい。ただし、有効数字は 3 桁とする。

問 2 上の文章中の ~ に入る最も適切な実験器具名を答えなさい。また、それぞれの使い方について、次の(ア)~(エ)の中で最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 水道水で洗って、加熱乾燥して使う。
- (イ) 蒸留水で洗って、ぬれたまま使う。
- (ウ) 蒸留水で洗って、加熱乾燥して使う。
- (エ) 蒸留水で洗った後、中に入れる水溶液で内部を数回洗って使う。

問 3 上述の中和滴定に使用する指示薬として最も適切なものを次の(ア)~(ウ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、それを選んだ理由を答えなさい。

- (ア) メチルオレンジ
- (イ) メチルレッド
- (ウ) フェノールフタレイン

問 4 シュウ酸と水酸化ナトリウムが完全に中和するときの反応を化学反応式で答えなさい。

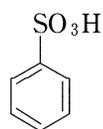
問 5 滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めなさい。ただし、有効数字は 3 桁とする。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

硫酸またはリン酸などの酸の存在下でベンゼンとプロペンを反応させると化合物Aを生じる。酸素で化合物Aを酸化して化合物Bとし、さらに硫酸で分解すると化合物CおよびDが生じる。化合物Dは、酢酸カルシウムの熱分解や2-プロパノールの酸化でも得られる。組成式 C_6H_6O で表される化合物Cは、無色で特異臭を持つ固体(融点 $41^\circ C$)であり、塩化鉄(III)水溶液によって青紫色を呈する。化合物Cのナトリウム塩は、高温・高圧の条件でクロロベンゼンをNaOH水溶液で処理することでも得られ、様々な化合物の合成に用いられる。例えば、化合物Cのナトリウム塩を高温・高圧の条件で二酸化炭素と反応させ、さらに希硫酸を作用させると化合物Eが生成する。ただし、常温・常圧で化合物Cのナトリウム塩の水溶液に二酸化炭素を通じると化合物Cが遊離する。^(a)少量の硫酸とともに化合物Eをメタノール中で煮沸すると化合物Fを与える。化合物Fは強い芳香を持つ無色の液体であり、鎮痛消炎用塗布剤として用いられている。一方、化合物Eと無水酢酸との反応で、解熱鎮痛薬として用いられる化合物Gが生成する。

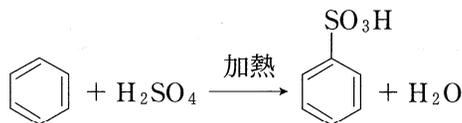
ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて $60^\circ C$ で反応させると化合物Hを与える。化合物Hに塩酸とスズまたは鉄を作用させて還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物Iが得られる。化合物Iと無水酢酸を反応させるとアセトアニリドが生成する。^(b)また、化合物Iを塩酸に溶かし、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると化合物Jが得られ、化合物Jに化合物Cのナトリウム塩を反応させると橙色化合物Kが生成する。

問1 化合物A~Kの構造を次の図Iにならって書きなさい。



図I

問2 下線部(a)および(b)の化学反応式を次の図IIにならって書きなさい。



図II

問3 化合物E~Gのうち最も酸性の強いものはどれか、物質名で答えなさい。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

調味料として使われるしょうゆは、でんぷん水溶液やせっけん水と同じくコロイドである。そのため5~10倍程度に水で薄めたしょうゆをガラス製のピーカーに入れ、レーザーポインターの光を照射すると、コロイド特有の^(a) 1 現象が観測される。また、限外顕微鏡で光を当てながら薄めたしょうゆを観察すると、光る粒子が不規則に動く様子が観測できる。これを^(b) 2 運動という。通常しょうゆをセロハン製の袋に入れ、水に長時間浸すと塩分を低下させることができる。この操作を^(c) 3 という。

コロイドは粒子の構造で分類できる。例えば、でんぷん水溶液やしょうゆなどに含まれるタンパク質のコロイド溶液は 4 に分類され、せっけん水は 5 に分類される。また、しょうゆなどの流動性のあるコロイドとは対照的に、ゆで卵や寒天などは加熱または冷却により流動性を失って全体が固まっている。このような状態を 6 という。

コロイド溶液に直流の電圧をかけると、コロイド粒子が一方の電極へ引き寄せられて移動する現象が観測される。この現象を^(d) 7 という。

問 1 上の文章中の 1 ~ 7 に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)の現象を最も適切に表す説明を以下の(ア)~(ウ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) しょうゆ全体が輝く。
- (イ) ピーカーだけが輝く。
- (ウ) 光の通路が明るく見える。

問 3 下線部(b)について、コロイド粒子が不規則に動く理由を35字以内で答えなさい。

問 4 下線部(c)について、しょうゆ中のコロイド粒子がセロハンを通らない理由を答えなさい。

問 5 下線部(d)の現象が起こる理由は、コロイド粒子が沈殿しないことや塩析・凝析と密接に関わっている。コロイド粒子が沈殿しない理由について、粒子の状態と起きている現象を答えなさい。

問 6 以下の(ア)~(オ)は「塩析」、「凝析」を起こすコロイドのどちらかに分類される。それぞれどちらに分類されるか、記号で答えなさい。

- (ア) 水酸化鉄(III)コロイド
- (イ) 疎水コロイド
- (ウ) にかわなどの保護コロイド
- (エ) 親水コロイド
- (オ) しょうゆなどに含まれるタンパク質のコロイド

5 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

過酸化水素は反応性が高いため様々な反応を引き起こす。

例えば、過酸化水素水に少量の酸化マンガン(IV) MnO_2 を加えると酸素が発生する。このとき、酸化マンガン(IV)は反応の前後で変化しないが、反応が起こるために必要な エネルギーを小さくする働きがある。このような物質を一般に という。

同様に、過酸化水素水に硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を加えても酸素が発生する。このとき、過マンガン酸イオンは されるため、過酸化水素は 剤として働くことになる。

また、過酸化水素水に硫酸で酸性にしたヨウ化カリウム水溶液を加えるとヨウ素が析出する。このとき、過酸化水素は 剤として働いている。

問 1 上の文章中の ~ に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)~(c)の反応について、化学反応式を書きなさい。

問 3 下線部(a)~(c)の反応について、それぞれ質量パーセント濃度 3.4% の過酸化水素水 20.0 g 中の過酸化水素を過不足なく反応させた場合、以下の(1)~(3)に答えなさい。ただし、発生する酸素は理想気体としてふるまうものとし、必要であれば気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ を用いなさい。また、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

- (1) 下線部(a)の反応について、発生する酸素の標準状態 (0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) における体積は何 L か答えなさい。
- (2) 下線部(b)の反応について、発生する酸素の 27°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積は何 L か答えなさい。
- (3) 下線部(c)の反応について、析出するヨウ素の質量は何 g か答えなさい。

6 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

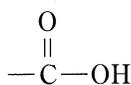
グルコースとフルクトースはいずれも単糖類であり、両者とも の分子式を持つ。グルコース分子は、結晶中では および と呼ばれる六員環構造をとっていて、両者は立体異性体の関係にある。 分子が繰り返し縮合した高分子化合物がデンプンであり、 分子が直鎖状に繰り返し縮合した高分子化合物がセルロースである。一方、フルクトースは、グルコースの異性体であり、果実やハチミツ等に存在する。フルクトース分子は、結晶中では六員環の環状構造をしているが、水溶液中では六員環の環状構造の他、ケトン基を持つ鎖状構造や五員環の環状構造と平衡状態にある。フルクトースの水溶液は、グルコースのそれと同様に還元性を示す。

(a) タンパク質は高分子化合物であり、あらゆる生物体のあらゆる細胞に存在している。タンパク質を加水分解すると単量体として何種類ものアミノ酸が得られる。タンパク質を加水分解した時に、アミノ酸だけを生じるタンパク質を タンパク質という。アミノ酸は分子中にアミノ基とカルボキシ基の2つの官能基を有し、特に、2つの官能基が同一の炭素に結合しているものを という。アミノ酸が結晶を作る時は、双性イオン(両性イオン)とよばれる構造をとっている。アミノ基とカルボキシ基が縮合してできる結合を一般にアミド結合^(b)というが、アミノ酸同士から生じるアミド結合を特に 結合という。2個のアミノ酸分子が 結合したものを という。
(c)

問1 上の文章中の に入る最も適切な分子式を答えなさい。

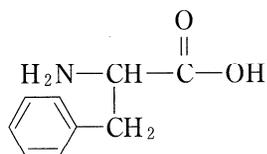
問2 上の文章中の ~ に入る最も適切な語句を答えなさい。

問3 下線部(a)について、フルクトース分子の構造の中でフルクトースが還元性を示すことに関与する部分構造を図Ⅲにならって構造式で答えなさい。

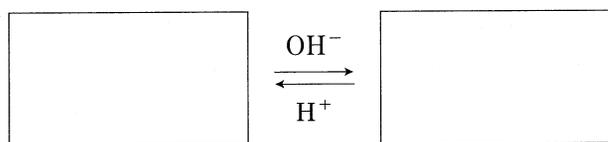


図Ⅲ

問4 下線部(b)について、フェニルアラニン(図Ⅳ)の双性イオンの構造および塩基性溶液中におけるイオンの構造をそれぞれ書きなさい。



図Ⅳ フェニルアラニン

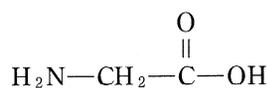


(双性イオン)

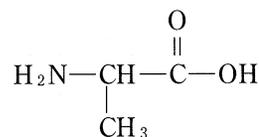
(塩基性溶液中)

図Ⅴ

問5 下線部(c)について、グリシン1分子とアラニン1分子が縮合してできるアミド結合を持った化合物は2種類ある。これらの化合物の構造式を図ⅥおよびⅦにならって書きなさい。ただし、光学異性体は考えなくてよい。



図Ⅵ グリシン



図Ⅶ アラニン

生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

イギリスの植物学者ロバート・ブラウンは、1831年、植物の細胞内に存在する球状構造について報告し、これを核と命名した。動物、植物、菌類(カビ、キノコ)などの細胞には、ブラウンが観察したものと同様な構造の核が存在する。核の表面は 1 でおおわれており、その内部には、遺伝物質を含む染色体や、核小体などが含まれる。このような核をもつ細胞のことを 2 と呼ぶ。一方、細菌やラン藻の細胞では、染色体は 1 に含まれていない。このような細胞のことを 3 と呼ぶ。

2 において遺伝情報が発現してタンパク質が合成される様子を見ていこう。まず、染色体中で、2本鎖のDNAの一部がほどけて1本鎖となった領域が生じる。1本鎖となった2本のDNA鎖のうち的一方を鋳型として、相補的な塩基配列をもった伝令RNA(mRNA)が合成される。DNAの塩基がグアニン、シトシン、チミン、アデニンであるとき、相補的な伝令RNAの塩基は、それぞれシトシン、グアニン、4, 5 である。このようにしてDNAの塩基配列をRNAに写し取る過程のことを 6 と呼ぶ。多くの場合、こうして合成された伝令RNAは未成熟であり、タンパク質合成を指示するための情報をもたない余分な塩基配列を内部に含んでいる。この余分な塩基配列は 7 と呼ばれる。伝令RNAを完成させるためには、7 を除去して、必要な塩基配列のみをつなぎ直す過程、すなわち 8 が必要となる。8 によって完成した伝令RNAは、1 に存在する 9 を通過して、核の内部から細胞質に移動する。細胞質では、タンパク質とRNAの複合体である 10 が伝令RNAの塩基配列を読み取って、アミノ酸の配列に変換していく。このとき、10 にアミノ酸を運んでくるRNAが 11 である。10 による、塩基配列からアミノ酸配列への変換過程を 12 と呼ぶ。こうしてアミノ酸が連結してできた鎖状の分子は、それぞれ固有の形に折りたたまれ、タンパク質として機能を発揮する。

問1 文章中の空欄 1 ~ 12 に最も適当な語句を記入しなさい。

問2 下線部(a)について、ほどけて1本鎖となった2本のDNA鎖を仮にW鎖、C鎖と呼ぶ。W鎖の全塩基中、グアニンとシトシンが占める割合を調べたところ、合計68%であった。また、C鎖の全塩基中、アデニンが占める割合は14%であった。このとき、以下の割合はそれぞれ何%になるか、答えなさい。

- (1) W鎖の全塩基中、アデニンが占める割合
- (2) W鎖とC鎖の全塩基中、シトシンが占める割合
- (3) W鎖とC鎖の全塩基中、グアニンとチミンが占める割合の合計

問3 ウニの核に存在する遺伝子Gは、酵素Eの合成を指定する。酵素Eを大量に合成するため、ウニのDNAの特定の塩基配列をある酵素で切断し、遺伝子Gを含むDNA断片を取り出した。また、同じ酵素で、大腸菌がもつ小型の環状DNA(プラスミド)を一箇所だけ切断した。遺伝子Gを含む断片と、切断したプラスミドを混ぜあわせて、別の酵素と反応させることによって、遺伝子Gを含む断片をプラスミドにつなぐことができた。このプラスミドを取り込ませた大腸菌を培養することにより、酵素Eの大量合成を試みた。その結果、含まれるアミノ酸の数が酵素Eとは異なるタンパク質E'が大量に合成された。EとE'では、アミノ酸配列が一部でしか一致していなかった。E'には、Eが本来もっている酵素活性は見られなかった。

- (1) 下線部(b)について、この酵素の名称を答えなさい。
- (2) 下線部(c)について、この酵素の名称を答えなさい。
- (3) 下線部(d)について、このような結果となった理由を推定して、160字以上、200字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

沖縄の島々を取り囲むサンゴ礁には様々な生き物が暮らしている。水中メガネをつけてサンゴ礁をのぞいてみると、まず目につくのは海底を覆ういろいろな形をしたサンゴの仲間である。エダサンゴに近づくと、枝の合間に小さなサンゴガニがハサミを広げて何かを威嚇している姿が目に入った。近くにオニヒトデがいたのだ。サンゴのそばにはイソギンチャクやその触手のなかを踊るように泳ぐクマノミの仲間がいた。サンゴの下にはウニがいた。少し深く潜ると、サメの仲間のネムリブカもいた。

沖縄の河川にもいろいろな生き物が暮らしている。川を歩いて石をひっくり返すとハゼやウナギの仲間がいた。ニホンウナギは、川から海に降り、長い時間をかけた大回遊でマリアナ諸島の北西約400 kmにある海山付近に到達し、産卵しているらしい。ニホンウナギは、異なる環境に適応できる体のしくみを持っているので、川と海を行き来できるのだ。

沖縄の海や川で水生生物と楽しい時間を過ごした後、陸上の生き物も環境に適応するためのしくみを持っていることに気づいた。ヒトの体内環境はほぼ一定に保たれているが、恒常性維持には交感神経と副交感神経からなる 1 と内分泌系が中心的な働きをしている。例えば、血液中のグルコース濃度(血糖値)は100 mlあたり約100 mgであるが、この値をほぼ一定に保つためのホルモンは、2 のランゲルハンス島から分泌されている。3 から分泌されるアドレナリンや4 から分泌される糖質コルチコイドも血糖値を上げるために働いている。体液の浸透圧もほぼ一定に保たれている。5 は尿の生成を調節する臓器で、体内の水分量を一定に保つ働きをしている。体液の浸透圧が高まると、その情報が間脳に伝わり、必要に応じて 6 から 7 というホルモンが分泌される。このホルモンは、尿を排出する通路である 8 での水分の再吸収を促進している。

問1 下線部(a)~(d)の生物にあてはまる最も適当な分類群の組合せを(ア)~(カ)の中から選び、その記号を記入しなさい。

- | | | | |
|-----------------|---------|-------------|-------------|
| (ア) a: 棘皮動物 | b: 硬骨魚類 | c: 刺胞(腔腸)動物 | d: 軟骨魚類 |
| (イ) a: 刺胞(腔腸)動物 | b: 硬骨魚類 | c: 棘皮動物 | d: 軟骨魚類 |
| (ウ) a: 軟骨魚類 | b: 硬骨魚類 | c: 刺胞(腔腸)動物 | d: 棘皮動物 |
| (エ) a: 刺胞(腔腸)動物 | b: 軟骨魚類 | c: 棘皮動物 | d: 硬骨魚類 |
| (オ) a: 棘皮動物 | b: 軟骨魚類 | c: 刺胞(腔腸)動物 | d: 硬骨魚類 |
| (カ) a: 硬骨魚類 | b: 軟骨魚類 | c: 棘皮動物 | d: 刺胞(腔腸)動物 |

問2 文章中の空欄 1 ~ 8 に最も適当な語句を記入しなさい。

問3 下線部(d)のネムリブカの体液の浸透圧は、海水とはほぼ同じになっている。浸透圧を高めるために体液中に含まれている有機物を答えなさい。

問 4 下線部(e)について以下の問に答えなさい。

(1) ニホンウナギのように海と川を行き来する魚類の体液の浸透圧について、最も適当なものを以下の図 I の(ア)~(カ)の中から選び、その記号を記入しなさい。

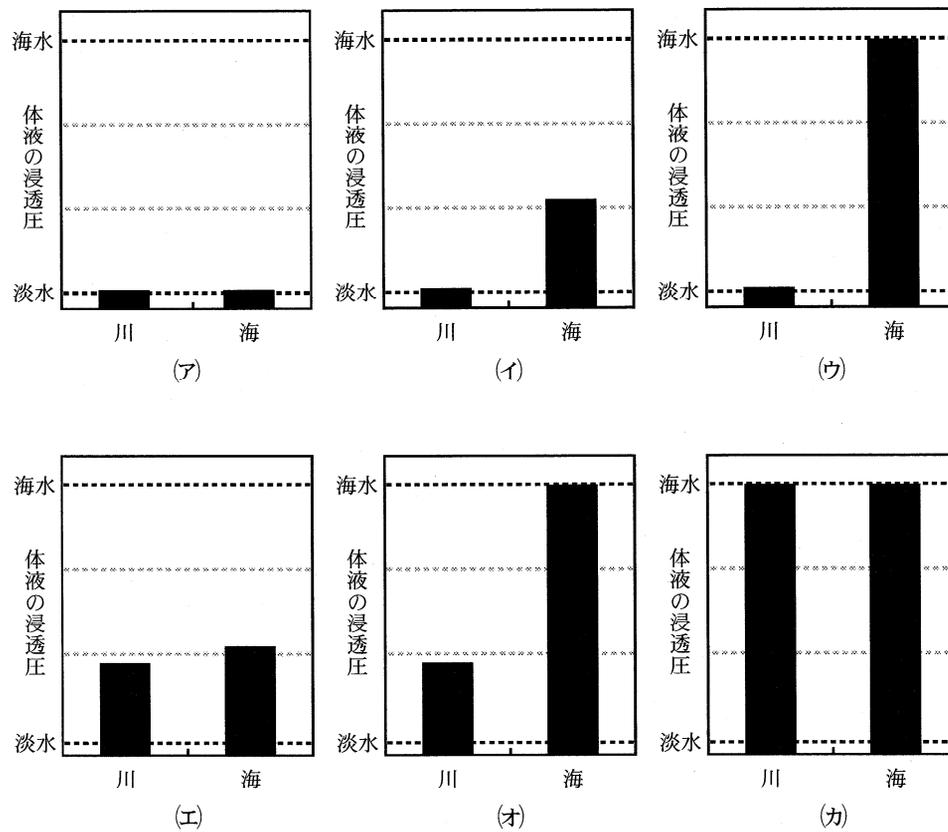


図 I ニホンウナギにおける体液の浸透圧の選択肢

(2) 浸透圧に関して、ニホンウナギはどのようなしくみで海に順応しているのか、以下の語句をすべて使って 100 字以内で説明しなさい。

〔語句〕 腸, 尿, えら

問 5 下線部(f)について図 II のような関係が成り立つ。次の文中の空欄 9 ~ 12 に最も適当な語句を記入しなさい。

ホルモン X は 9 細胞から分泌される 10 で、ホルモン Y は 11 細胞から分泌される 12 である。

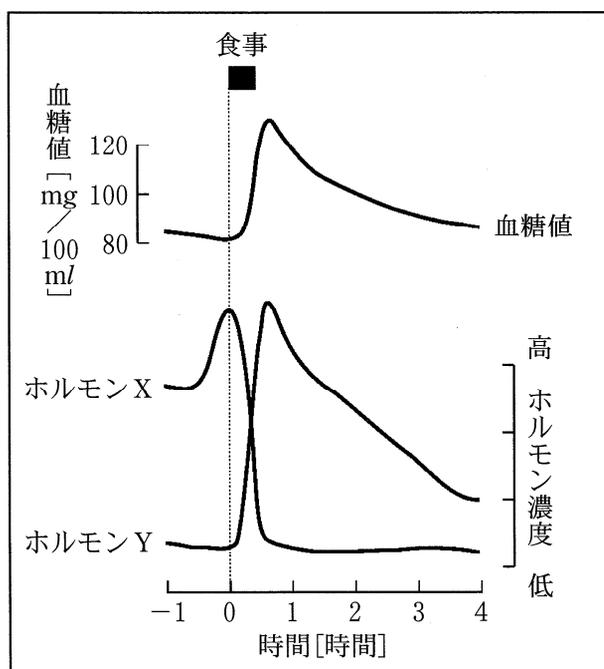
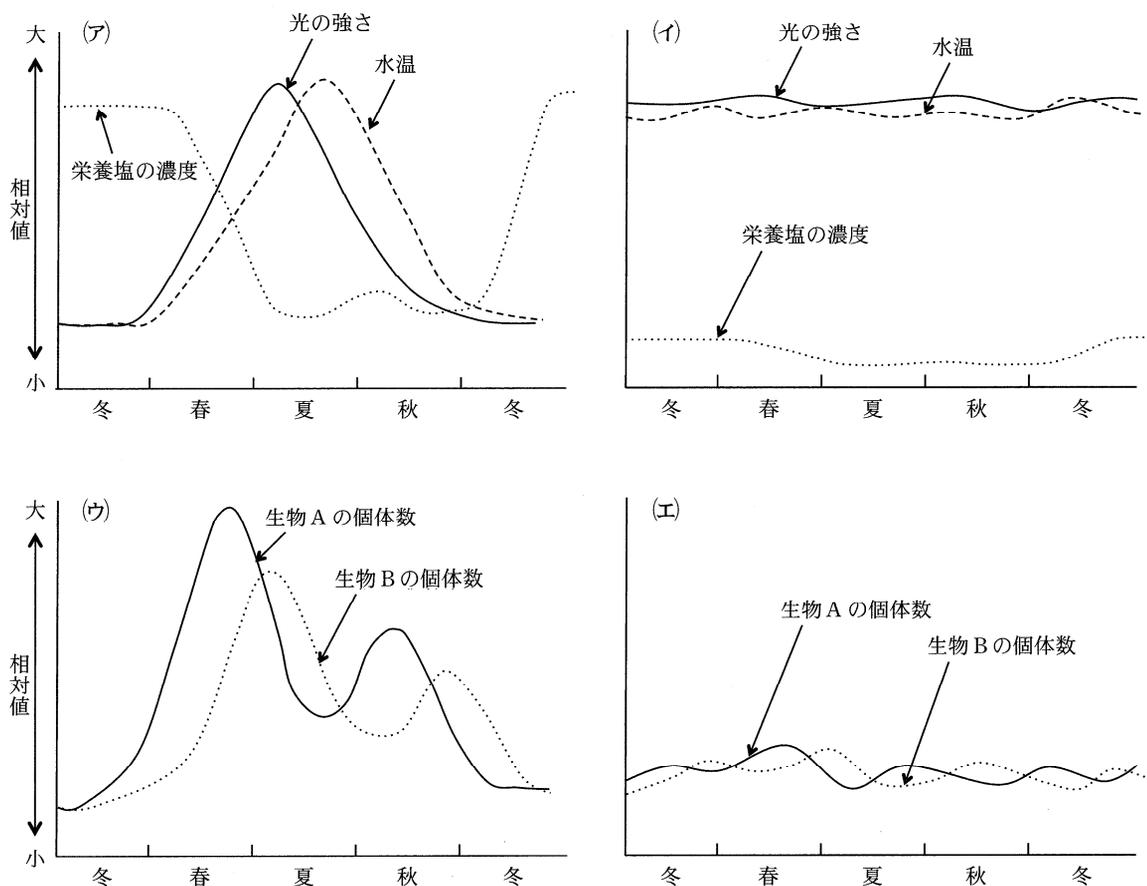


図 II 食事前後における血糖値とホルモン濃度の経時変化

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

地球表面の約3分の2は海が占めている。海の無機的环境(栄養塩、光、水温など)は季節を通して変化しているが、その変動の仕方は緯度によって異なっている。一般的に、無機的环境は、北半球温帯域では図Ⅲ(ア)、熱帯域では図Ⅲ(イ)のような季節変動を示す。さらに各海域に生息している生物Aおよび生物Bの個体数は、無機的环境の変動に合わせて、北半球温帯域では図Ⅲ(ウ)、熱帯域では図Ⅲ(エ)のような季節変動を示す。

生物Aは、海水中に溶けている栄養塩などの無機物、および [1] エネルギーを利用して、[2] を固定し、[3] を合成している。その際、海水中には [4] と水が放出される。このような生物を [5] と呼ぶ。一方、生物Bは生物Aが作り出す [3] を摂取し、からだを作り出し、[3] の一部を分解してエネルギーを得ている。[3] を分解する際に、海水中に [2] を放出する。このような生物を [5] に対して [6] と呼ぶ。これら生物の糞や死骸は海底へと沈んで行く。その間、糞や死骸は、細菌などによって無機物に戻され、再び生物Aなどの [5] に利用される。物質循環の過程で、このように [3] を無機物に変える生物を、[5] や [6] に対して [7] と呼ぶ。無機的环境が生物に対して働き、その生活に対して影響を及ぼすことを [8] と呼び、反対に生物が無機的环境に影響を及ぼすことを [9] と呼ぶ。このように、海の生態系は、環境と生物が [8] と [9] をし合いながら、平衡状態を保っている。



図Ⅲ 北半球温帯域および熱帯域における海の無機的环境と生物Aおよび生物Bの個体数の季節変動

問1 文章中の空欄 [1] ~ [9] に最も適当な語句を記入しなさい。

問2 文章中にある生物Aおよび生物Bにそれぞれ当てはまる最も適当な語句を下記の語群(ア)~(オ)の中から選び、その記号を記入しなさい。

[語群]

- (ア) ケンミジンコ (イ) サカナ (ウ) ウニ (エ) カニ (オ) ケイソウ

問3 文章中にある生物Aと生物Bは異なる栄養段階に属する生物である。このような、いくつかの異なる栄養段階の生物間で見られる一連の繋がりを何と呼ぶか答えなさい。

問 4 北半球温帯域における生物 A の個体数が春に急激に増加し，夏に急激に減少する理由を，図Ⅲ(ア)および(ウ)を参考に，150 字以内で説明しなさい。

問 5 近年，熱帯域におけるサンゴ礁では，人間活動により，海に流れ込む肥料や下水等の量が増加している。このような増加が今後も続いた場合，サンゴ礁にどのような影響を及ぼす可能性があるか，図Ⅲ(イ)および(エ)を参考に，以下の語句をすべて使って 150 字以内で説明しなさい。

〔語句〕 光，水温，生物 A

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

自然界では異なる生物同士が様々な相互作用を示す。植物と動物の間にみられる「もちつもたれつ」の関係もその例であり、それは として知られる。

自ら動くことのできない植物は、自身の子孫を残すために花粉を運んでもらう必要があるが、動物の中には植物を訪問して花粉を受け取り、それを他の植物に運ぶものがある。一見すると動物が植物のために一役買っているようであるが、動物はポランテアで花粉を運んでいるわけではない。なぜなら、動物は、植物がコストを払ってつくる花蜜を報酬としてもらっているからである。しかし、動物も報酬のお返しに花粉を運ぶわけではなく、花蜜を食べて生き残り、繁殖しようとしている。究極的には、植物も動物も自身の子孫をできるだけ多く残すように振る舞っているといえる。このような背景のもと、植物と動物という異なる二者が互いに影響し合い特殊な関係が進化してきたと考えられるが、これは として知られる。

このような特殊な関係は、二者のうち一者の振る舞いによっては「もちつもたれつ」とならないことがある。花を訪れた際にスズメガは口吻を伸ばして距(花蜜をためる筒状の構造)の中に挿入し、距の最深部にある花蜜を吸おうとする。そのとき薬にスズメガの頭部がふれると花粉が付着する。花粉を付けたスズメガが同種の他の花を訪れて、スズメガの頭部が柱頭にふれれば受粉が成立する(図IV)。しかし、スズメガの口吻が距の長さよりも長いと、スズメガは頭部を薬や柱頭にふれずに花蜜を吸うことができる。この場合は盗蜜となり植物は種子の生産に至らない。同じく、長い口吻をもつチョウでも盗蜜の例が知られている。また、短く丈夫な口吻をもつクマバチは、花の基部に外側から口吻で穴を開けて花蜜を盗む。一方の植物にも、自らは花蜜を出さずに、花蜜生産を行う植物に花の形を似せて動物をひきつけ、送粉させるといった欺きを行うものがある。

注意深くみると、たとえ植物と動物との間の特殊な関係が「もちつもたれつ」となっている場合でも、両者の間には次のような対立関係が窺える。植物にしてみれば花蜜生産というコストを払って送粉者に花粉を運ばせるので、そのコストをできるだけ低く抑え、より多くの送粉者を訪花させようとする。これに対して動物は、訪花のコストを抑えつつ、より多くの花蜜を得ようとする。つまり、植物と動物にみられる「もちつもたれつ」の関係は、両者の利益追求のバランスの上に成り立っている。

このような「もちつもたれつ」の関係が植物と動物の間で成立している場合には、ある構造の花にはその花蜜を吸うのに適した形態や行動特性をもつ動物が送粉者になるという対応関係が見られる。例えば、いろいろな種の花が咲いている環境に生育する生育密度の低い植物は、口吻が短く花に潜り込む行動特性をもつハナバチを送粉者にしていることが多い。このような植物は花蜜量が多く、盗蜜を防ぐために花蜜を細長い花の奥深くにためている。また、これら植物は距を湾曲させたり、特定の花卉を押し下げないと奥へと進めなくしたり、種ごとに花の構造を複雑にしている。そのためハナバチは一定の手順を踏み、適切な操作を行わないと花蜜にたどりつけない。一方、何回かの訪花経験を通じて花蜜を吸うことができたハナバチは、花蜜の多いこの植物を高い頻度で再訪するようになる。

上記のような植物とその送粉者の動物にみられる対応関係は、1種対多種、多種対多種という場合が多いが、明確な1種対1種の対応になっている例が観察されている。南米に分布するスズメガの1種は、非常に長い口吻をもつ(図V)。このスズメガは、非常に長い距をもつランの1種の送粉者であることが知られている。これは長い時間をかけてランとスズメガとの間に繰り返されてきた軍拡競争の結果とみることができる。

非公開

図V 南米に分布するスズメガの1種(酒井聡樹, 高田壮則, 辻 雅博,
『生き物の進化ゲーム』共立出版 1999年9月, 142ページ)

問1 文章中の空欄 および に最も適当な語句を下記の語群(ア)~(コ)の中から選び, その記号を記入しなさい。

(語 群)

- (ア) 片利共生 (イ) 適応放散 (ウ) 形質置換 (エ) 収束進化 (オ) 擬 態
(カ) 工業暗化 (キ) 共進化 (ク) 相利共生 (ケ) 競 争 (コ) 性選択

問2 下線部(a)について, 次の文中の空欄 および に最も適当な語句を記入しなさい。

親から子へ伝承される因子は であり, ある 型の母親全部が産んだ子のうち, 生殖年齢まで生き残った子の数の, 母親1個体あたりの平均を という。

問3 下線部(b)について, これら植物はなぜ花の構造を複雑化させるという戦略をとっているのか, 本文も参考にしつつ50字以内で説明しなさい。

問4 下線部(c)について, このような花の構造を複雑にした植物からハナバチが花蜜を得る上で, ハナバチに必要とされるのはどのような能力か。本文も参考にしつつ50字以内で説明しなさい。

問5 下線部(d)について, 進化的観点にたつとき, スズメガの1種の口吻とこのスズメガが花蜜を得るランの1種の距が非常に長くなったのはどのような理由によると考えられるか。本文も参考にしつつ, 軍拡競争という面を含めて100字以内で説明しなさい。

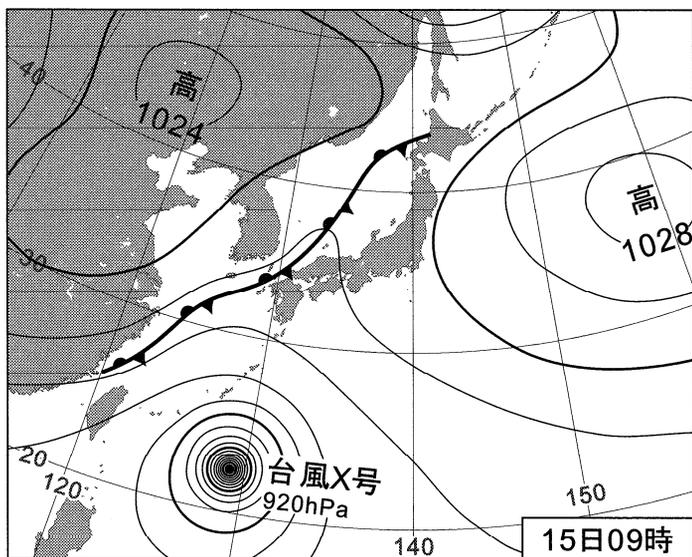
地 学

1 次の文章を読んで各問に答えなさい。(25点)

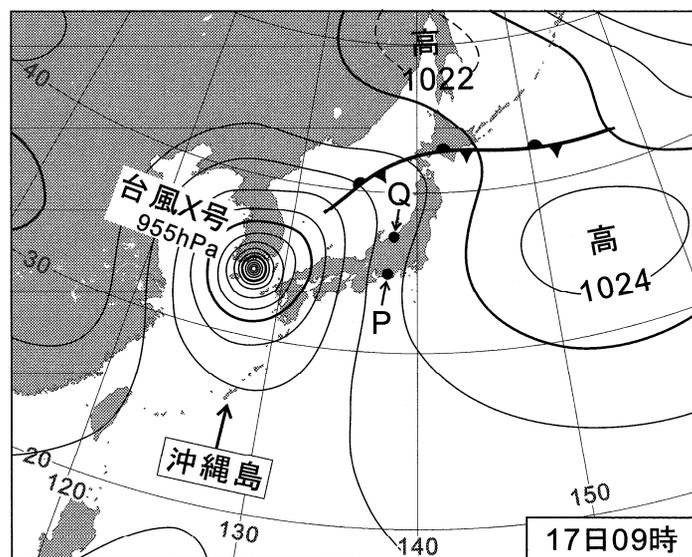
ある年の9月に発生した台風X号は、9月15日には沖縄島の南にあり(図I)、翌日16日には沖縄島を通過し、17日には九州の北西海上にあった(図II)。台風とは、北西太平洋で最大風速が m/s 以上になった熱帯低気圧のことで、おもに北緯約5°~20°の 風の卓越する海洋上で発生する。この海域では、海水面近くに水温がほぼ一定な 層があり、台風はこの層から熱と水蒸気の供給を受けて発達する。台風の周囲では、風が 回りに吹いている。この風は摩擦の影響がない上空では3つの力のつり合いによって成り立っており、このような風を という。台風の進行方向の右半分では、台風の回転と進行速度が加わるため、左半分に対して風速が 。9月16日に沖縄島にある観測点の真上を、この台風の中心が南から北へ通過したとき、この観測点では通過前後に風向が大きく変化した。

9月17日には、台風に伴う暖かく湿った流れの影響により、P地点の周囲では雨が降り、Q地点の周囲では気温が35度を超える記録的な高温になった。これは、湿った空気が脊梁山脈に吹き付けるとき、山の風上側で雨を降らせ、風下側では乾燥した空気に変質する現象が起きたためである。

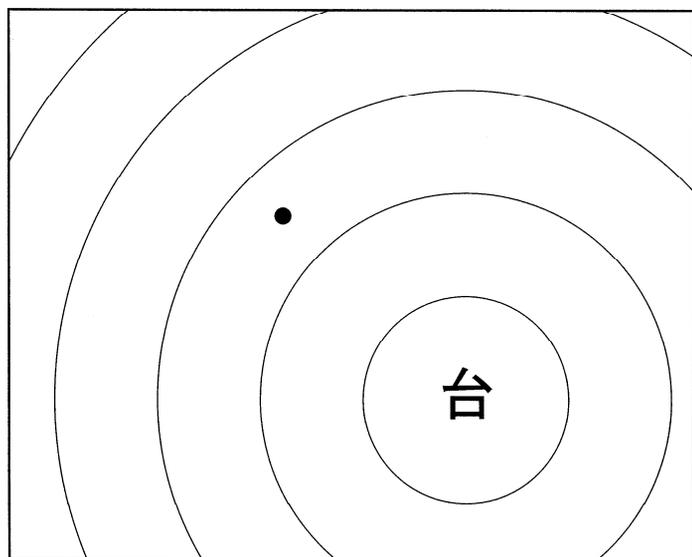
この台風は、このあと進路を北東に変え、9月18日午前9時に日本海上で温帯低気圧に変わった。



図I 9月15日午前9時の地上天気図。



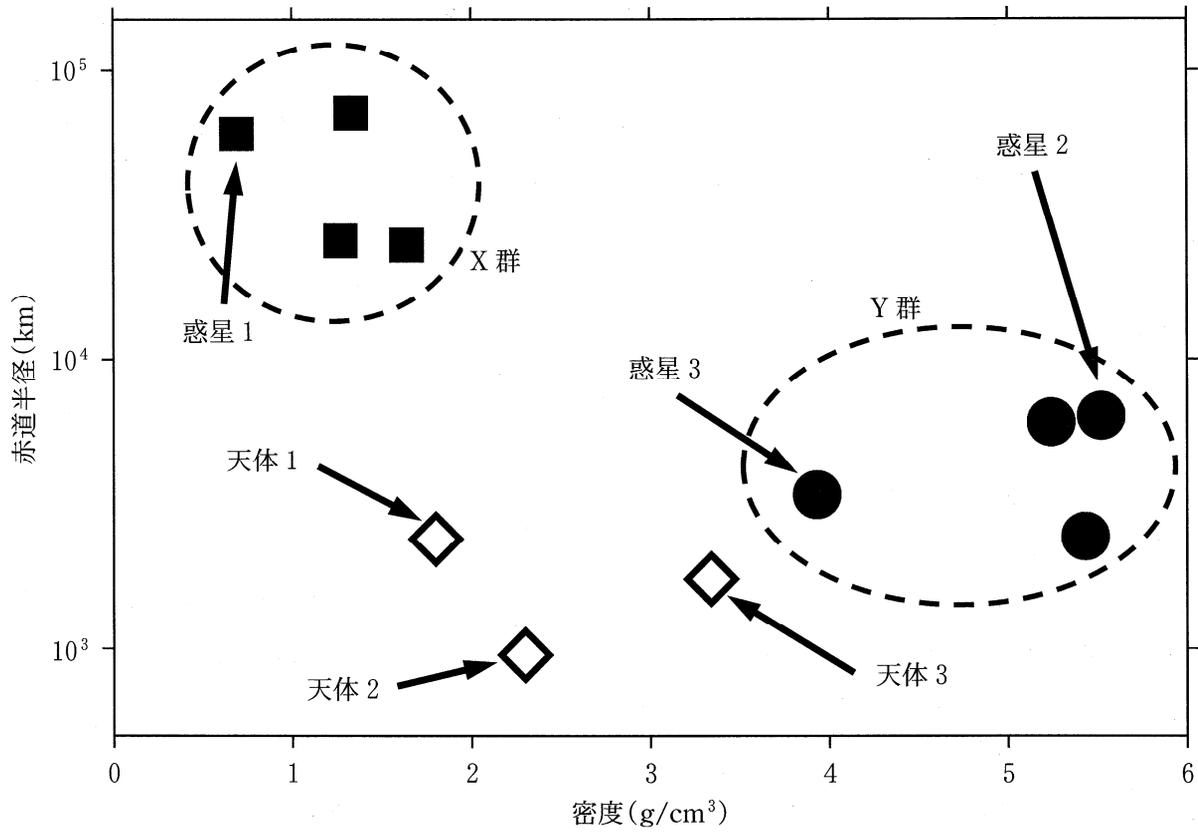
図II 9月17日午前9時の地上天気図。



図III 台風X号にともなう気圧配置の模式図。黒丸は空気塊の位置を示し、「台」は台風の中心位置を表す。

2 次のAおよびBの各問に答えなさい。(25点)

A.



図IV

図IVのグラフは、太陽系天体の一部について、密度と赤道半径との関係を示したものである。2006年8月の国際天文学連合第26回総会の際に、「惑星」の定義に関する決議が採択され、その結果、太陽系の惑星は8個となった。図IVのうち、■で示されたグループ(ここでは「X群」と分類する)、及び●で示されたグループ(ここでは「Y群」と分類する)が「惑星」に当たる。この図について、次の各問に答えなさい。

問1 「X群」はどのような名称で呼ばれているかを答えなさい。

問2 惑星1と惑星2の名称をそれぞれ答えなさい。

問3 惑星3の大気を構成する主成分を答えなさい。

問4 月は天体1・天体2・天体3のいずれに当たるかを答えなさい。

B.

かに座 55 番星は太陽から 40 光年の距離にある 6 等星であり、連星系を構成する。その主星・伴星の間は 1000 天文単位 (1 天文単位は太陽・地球間の平均距離) 以上離れている。

かに座 55 番星の主星は、赤道半径が太陽の約 95 %、質量が太陽の約 90 % であり、太陽に似た性質を持つ主系列星である。この星には、現在までに 5 個の惑星(このような太陽系以外の惑星は「系外惑星」と呼ばれている)の存在が知られている。その中でも、内側から 2 番目の惑星である「惑星 b」は、半径が主星の約 10 % であり、軌道長半径は 0.113 天文単位、公転周期は 14.65 日である。

また、同じくかに座 55 番星の主星の惑星である「惑星 f」は、観測の結果、公転周期が 261 日であることが知られている。

以上について、次の各問に答えなさい。計算を行う際には、必要に応じて以下の値を用いてよい。

$$\log_{10} 2 = 0.3010, \log_{10} 3 = 0.4771, \log_{10} 7 = 0.8451$$

問 5 恒星の絶対等級は、その恒星を地球から 10 パーセク (1 パーセクは 3.26 光年) の距離に置いたと仮定した時の等級である。かに座 55 番星の絶対等級はおよそいくらか。次の(ア)~(エ)の中から正しいものを選び、記号で答えなさい。

- (ア) 5.6 等級 (イ) 5.8 等級 (ウ) 6.2 等級 (エ) 6.4 等級

問 6 かに座 55 番星の主星のスペクトル型は何型であると推定されるか。次の(ア)~(エ)の中から正しいものを選び、記号で答えなさい。

- (ア) A 型 (イ) B 型 (ウ) G 型 (エ) M 型

問 7 「惑星 b」の軌道面を外から観測すると、かに座 55 番星の主星の前面を「惑星 b」が通過する時、影となって光度が減少する。通過中の減光率はおよそいくらか。次の(ア)~(エ)の中から正しいものを選び、記号で答えなさい。

- (ア) 0.01 % (イ) 0.1 % (ウ) 1 % (エ) 10 %

問 8 「惑星 f」の軌道長半径はおよそいくらか。次の(ア)~(エ)の中から正しいものを選び、記号で答えなさい。

- (ア) 0.68 天文単位 (イ) 0.77 天文単位 (ウ) 0.85 天文単位 (エ) 0.98 天文単位

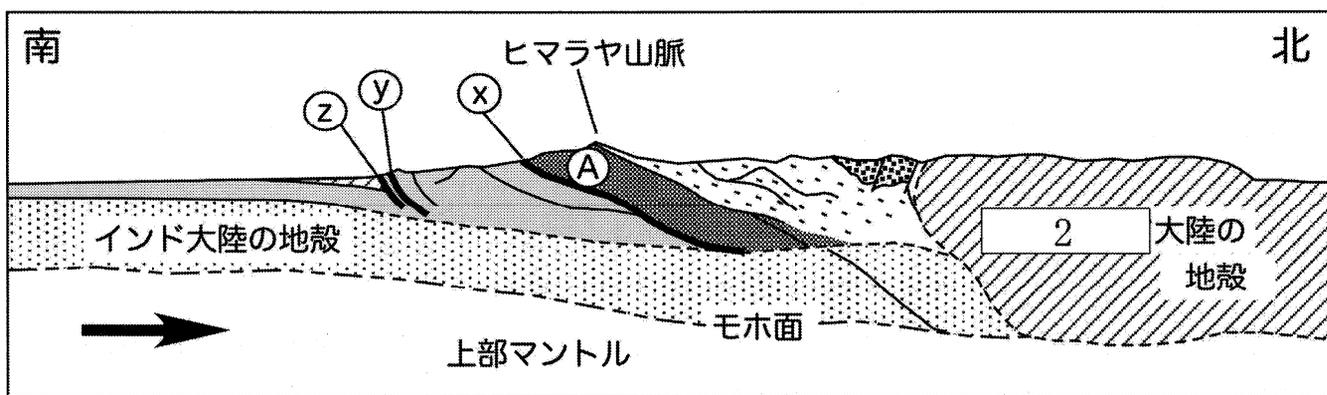
問 9 連星系が食連星(食変光星ともいう)の場合は、構成する主星・伴星の質量を推定することができる。その方法を答えなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

プレートの収束境界には、大陸をのせたプレート同士が衝突する境界、一方のプレートが他方のプレートの下に沈み込む境界などがある。そのような場所では地殻変動が起こり、広域変成帯や [1] 帯を伴う巨大山脈や、火山活動および付加体を伴う島弧がそれぞれの境界で形成される。このような地殻の変動は造山運動と呼ばれている。

ヒマラヤ山脈は、インド大陸をのせたインド・オーストラリアプレートが、 [2] プレートの下に沈み込み、インド大陸が [2] 大陸に衝突し、2つの大陸の間につくられた巨大な [1] 山脈である。このとき、沈み込み帯で形成された付加体と、近づいてきた大陸縁の浅海堆積物とがともに強く押し付けられ複雑な地質構造が形成される。ヒマラヤ山脈の内部構造を図Vに示す。

日本列島の太平洋側では、日本海溝、伊豆・ [3] 海溝、南海トラフ、南西諸島海溝(琉球海溝)において太平洋プレート、 [4] プレートがそれぞれ沈み込むことでプレート境界が形成されている。日本列島に分布する火山はこれらとほぼ平行に発達している。南西諸島の奄美大島や沖縄島などには、西南日本外帯の秩父帯や [5] 帯に相当する地層が分布する。これらはプレートの沈み込みによって陸側に付け加わった地層や岩石から構成された付加体である。



図V

- 問 1 文章および図Vの空欄 [1] ~ [5] に当てはまる適切な語句を答えなさい。
- 問 2 下線部①のような島弧で火山活動をもたらすマグマの形成過程について、2行程度で説明しなさい。
- 問 3 インド大陸はかつて南半球に位置していた。これは、残留磁気のどのような証拠に基づいているのか、次の(ア)~(ウ)の中から最も適切なものを選び、記号で答えなさい。
 (ア) 偏角 (イ) 伏角 (ウ) 水平分力
- 問 4 下線部②の複雑な地質構造として、図Vの①~③の場所には逆断層が発達している。これらはどのような運動で形成したのか、1行程度で答えなさい。
- 問 5 図Vの④の地表部分には深部で形成された結晶片岩や片麻岩などの変成岩が露出している。結晶片岩の組織の特徴を2行程度で説明しなさい。
- 問 6 図Vの④には地殻の一部が融けて形成されたマグマに由来する火成岩が貫入している。その火成岩の名称を答えなさい。
- 問 7 インド大陸が沈み込めずに [2] 大陸に衝突した理由を1行程度で答えなさい。
- 問 8 下線部③の付加体を構成する岩石、付加体の構造について特徴をそれぞれ100字程度で説明しなさい。付加体の構造については図示してもよい。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

地表の岩石は、長い年月の間に、① 侵食や物理的(機械的)風化・化学的風化をうけて^{はさい} 破碎あるいは^{さいせつ} 分解され、② 砕屑物(泥・砂・れき)になる。そして、③ 砕屑物の多くは河川によって別の場所に運搬される。河川が山地から平野にでるところでは、しばしば砕屑物が堆積し、1 が形成される。次に、河川水が内湾や湖に流入すると、運ばれてきた砕屑物が河口に堆積して 2 が形成される。さらに海洋に運ばれた砕屑物は、海底に堆積する。こうした砂や泥などが層状に積み重なったものを地層という。地層中には、砕屑物以外に、火山灰が含まれている場合がある。風によって広域に運ばれて堆積した火山灰層は、④ 離れた地域の地層を対比するために用いられることがある。

地層は、⑤ 下位から上位にむかって、ほぼ水平に堆積する。したがって、⑥ 一連の地層が堆積しているとき、⑦ 地層の逆転が生じないかぎり、⑧ 下位にある地層は上位にある地層より古い。このような地層の上下関係から推定した地質年代を⑨ 相対年代とよんでいる。相対年代を決める上で、地層とともに重要なのは、地層に含まれる化石である。短期間に進化が進み、しかも生存期間が特定の時代に限られる生物で、⑩ 個体数が多く、世界中の広い範囲で見つかる化石は、地層の対比や地層の年代を決めるのに特に有効であり、11 化石と呼ばれている。また、水温・水深・塩分・気候など、化石となった生物が生息していた場所や時代の環境を示すものを 12 化石という。相対年代による地質時代は、古い方から順に、13 時代、古生代、中生代、新生代にわけられている。

地層の新旧は 14 化石を調べることなどからわかるが、ある地層が「今から何年前」にできたのかを知ることはできない。「今から何年前」という年代値は、⑪ 岩石などに含まれる天然の放射性同位体(たとえば¹⁴C)を利用して測定されている。この測定方法で得られた年代値を 15 年代と呼んでいる。相対年代と 16 年代を組み合わせることにより、生命の進化を含めた地球の歴史が解明されつつある。具体的には、次に示すような地球環境と生物との相互関係がわかってきた。

最初にできた大気や海洋には分子状の酸素(O₂)はほとんど存在しなかったが、約25億年前に光合成を行う 17 が海洋に出現し、大気中に酸素が放出された。また、一部の酸素は海洋にもとけ込んだ。このため、それまで海洋にとけていた鉄が酸化されて沈殿し、海底に 18 層が形成された。 19 の一部の種類は、コロニーをつくって海水中の泥や石灰分を吸着し、ドーム状の成層構造をもった 20 を形成した。これらによって大気中の酸素はその後増加し、古生代の半ばには地球大気の 21 圏にオゾン層が形成され、⑫ 陸上に生物が進出する条件が整ったと考えられている。

問 1 文章中の空欄 1 ~ 10 にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部①の物理的(機械的)風化と化学的風化について、それぞれ30字程度で説明しなさい。

問 3 下線部②のような目的に使用される地層をなんと呼ぶか答えなさい。

問 4 下線部③は地層を調べるうえで重要な法則の一つである。この法則の名称を答えなさい。

問 5 下線部④の年代測定に利用されている放射性同位体を次の(ア)~(コ)の中から3つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| (ア) ⁴⁰ Ar | (イ) ⁴⁰ Ca | (ウ) ⁴⁰ K | (エ) ²⁰⁶ Pb | (オ) ¹² C |
| (カ) ⁸⁷ Rb | (キ) ⁸⁷ Sr | (ク) ¹⁴ N | (ケ) ²³⁸ U | (コ) ¹⁸ O |

問 6 オゾン層の形成により下線部⑤の条件が整った理由を50字程度で答えなさい。

問 7 古生代と中生代を示す動物化石を次の(ア)~(ケ)の中からそれぞれ2つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------|-------------|-------------|
| (ア) メタセコイア | (イ) 三葉虫 | (ウ) デスモスチルス |
| (エ) イノセラムス | (オ) グロソプテリス | (カ) クックソニア |
| (キ) トリゴニア | (ク) マンモス | (ケ) フズリナ |

物 理 解 答 用 紙

受験番号

1

- | | | |
|---|--|--|
| ① $v_0 + \frac{m_2}{m_1 + m_2} u$ | ② $\frac{m_1}{M + m_1} v$ | ③ $\frac{1}{L} \left\{ \frac{1}{2} m_1 v^2 - \frac{1}{2} (m_1 + M) V^2 \right\}$ |
| ④ 0.4 | ⑤ 2 | ⑥ (ウ) |
| ⑦ $A \sqrt{\frac{k}{m}}$ | ⑧ (イ) | |
| ⑨ $A \sin \left(-\frac{2\pi}{\lambda} x \right)$ | ⑩ $A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right)$ | ⑪ $A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ |
| ⑫ 融解熱 | | |
| ⑬ (ア) | ⑭ $\frac{3}{2} nRT$ | ⑮ $3nRT$ |
| ⑯ nRT | | |
| ⑰ $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ | ⑱ $\mu_0 \frac{N}{l} IS$ | ⑲ $\mu_0 \frac{N^2}{l} S$ |
| ⑳ $\mu_0 \frac{N^2}{l} S$ | | |

2

問 1 (1) (ア) (2) (カ)

問 2

番号	名称	向き	大きさ
1	重力	下向き	mg
2	垂直抗力	上向き	mg
3	動摩擦力	左向き	$\mu' mg$
4			

問 3

番号	名称	向き	大きさ
1	重力	下向き	mg
2	垂直抗力	下向き	mg
3	垂直抗力	上向き	$2mg$
4	動摩擦力	右向き	$\mu' mg$

問 4

問2の解答	問3の解答
1	1
2	2
3	3
4	4

問 5 (ア) (イ) (ウ) (エ) (オ) (カ) (キ)

問 6 $\frac{1}{3}g$ 問 7 (ア) 問 8 (ウ)

3

A
問 1 $Q = R_1 \left(\frac{E_1}{R_1 + R_3} \right)^2$ 問 2 $E_2 = \frac{R_2 + R_3}{R_3} E_1$ 問 3 (ア)

問 4 $W_1 = \frac{2}{3} CE_2^2$ 問 5 $W_2 = \frac{2}{9} CE_2^2$

B
問 6 $\frac{2I}{evS}$ 問 7 (ウ) 問 8 $F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi}$

問 9 -3 問 10 (イ) 問 11 $\frac{2}{3}$

	得 点
物 理	

化 学 解 答 用 紙

受験番号	
------	--

注意 この解答用紙は1枚目表裏2ページ、2枚目表1ページの計3ページになっている。

1 問 1

1 電離	2 水素
------	------

問 2

水和 (または溶媒和)

問 3

(1)	C_2H_5-OH (または C_2H_5OH)	(2)	水分子と結びつきやすい部分	親水基
			水分子と結びつきにくい部分	疎水基

問 4

無極性分子は水分子と静電的な引力や水素結合で引き合わず、水和しないため。

問 5

ファンデルワールス力 (または分子間力)

問 6

1 - ブタノールはエタノールよりも、水分子と結びつきにくい疎水基が大きいため。
--

小 計	
-----	--

2 問 1

3.15 g

問 2

	実 験 器 具 名	使 い 方
2	メスフラスコ	(イ)
3	ホールピペット	(エ)
4	ビュレット	(エ)

問 3

記 号	(ウ)	理由： 中和点が塩基性になるから。または、強塩基の水酸化ナトリウムで滴定しているから。
-----	-----	---

問 4

$(COOH)_2 + 2NaOH \rightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$
--

問 5

0.194 mol/L

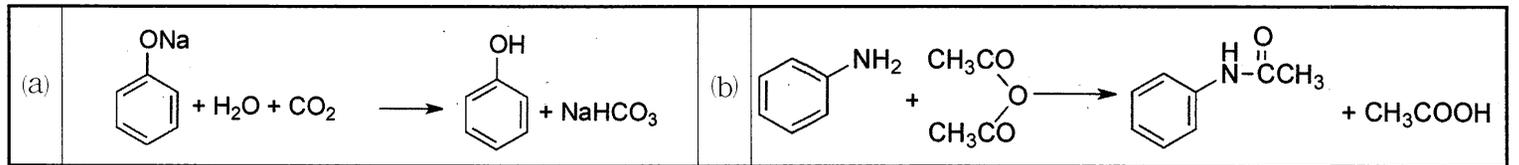
小 計	
-----	--

3

問 1

A		B		C	
D		E		F	
G		H		I	
J		K			

問 2



問 3

物質名	サリチル酸
-----	-------

小 計

4

問 1

1	チンダル	2	ブラウン	3	透析	4	分子コロイド
5	会合コロイド (ミセル)	6	ゲル	7	電気泳動		

問 2

(ウ)

問 3

熱運動をしている水分子が、コロイド粒子へ不規則に衝突するため

問 4

コロイド粒子はセロハンの目より大きく膜を通らないため

問 5

粒子の状態	(正または負の)電荷を帯びている	現象	コロイド粒子どうしが反発しあっている
-------	------------------	----	--------------------

問 6

塩析	(ウ), (エ), (オ)	凝析	(ア), (イ)
----	---------------	----	----------

小 計

受験番号	
------	--

5	問 1	1	活性化	2	触媒	3	還元	4	酸化
---	-----	---	-----	---	----	---	----	---	----

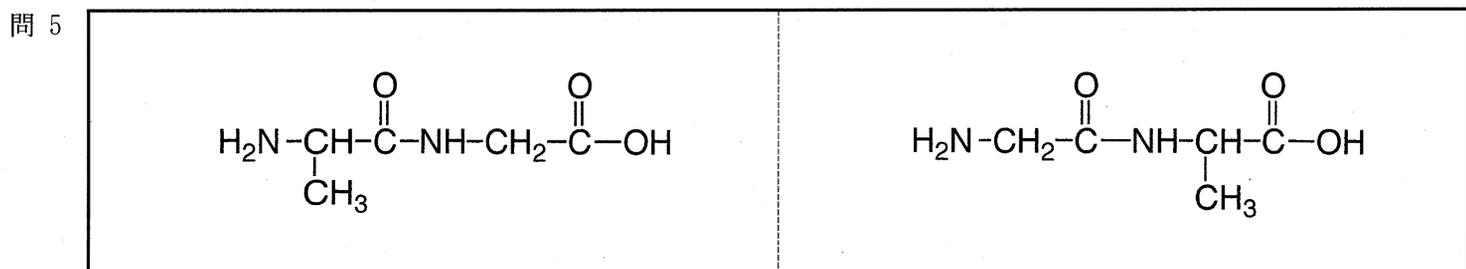
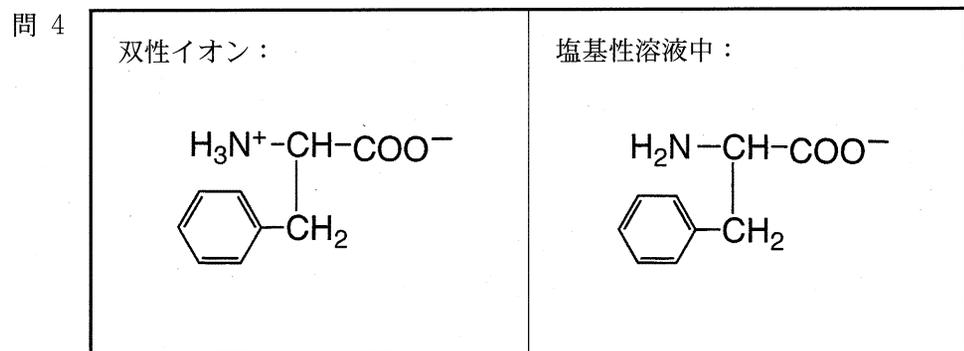
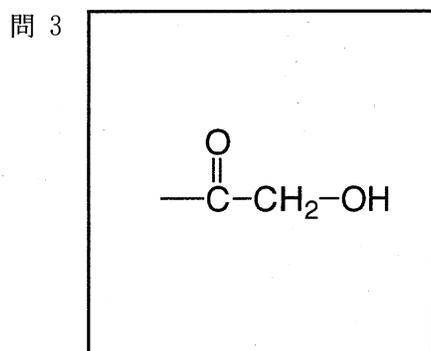
問 2	(a)	$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
	(b)	$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{O}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
	(c)	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$

問 3	(1)	0.22	L	(2)	0.49	L	(3)	5.1	g
-----	-----	------	---	-----	------	---	-----	-----	---

小 計	
-----	--

6	問 1	1	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
---	-----	---	-------------------------------------

問 2	2	α -グルコース	3	β -グルコース	4	単純	5	α -アミノ酸
	6	ペプチド	7	ジペプチド				



小 計	
-----	--

採点欄	1	2	3	4	5	6	得 点

生 物 解 答 用 紙

受験番号	
------	--

注意 この解答用紙は表裏2ページになっている。

1

問 1

1	核膜	2	真核細胞	3	原核細胞	4	アデニン
5	ウラシル	6	転写	7	イントロン	8	スプライシング
9	核膜孔	10	リボソーム	11	転移RNA (運搬RNA, tRNA)	12	翻訳

問 2

(1) 18%	(2) 34%	(3) 50%
---------	---------	---------

問 3

(1) 制限酵素	(2) リガーゼ (DNAリガーゼ)
----------	-----------------------

(3)	遺	伝	子	G	は	真	核	生	物	(ウ	ニ)	の	遺	伝	子	で	あ	る			
	た	め	,																			40	
	。	こ	の	場	合	,	大	腸	菌	で	は	ス	プ	ラ	イ	シ	ン	グ	が	起			
	こ	ら	な	い	た	め	,	イ	ン	ト	ロ	ン	が	除	去	さ	れ	な	い	ま			80
	ま	遺	伝	子	G	の	転	写	・	翻	訳	が	起	こ	る	。	そ	の	た	め			
	,	本	来	合	成	さ	れ	る	べ	き	酵	素	E	に	,	余	分	な	ア	ミ		120	
	ノ	酸	配	列	の	挿	入	や	,	コ	ド	ン	の	ず	れ	に	よ	る	ア	ミ			
	ノ	酸	配	列	の	変	化	,	タ	ン	パ	ク	質	合	成	の	途	中	停	止		160	
な	ど	が	起	こ	り	,	ア	ミ	ノ	酸	の	数	・	配	列	が	異	な	る				
タ	ン	パ	ク	質	E'	が	生	じ	て	し	ま	う	と	考	え	ら	れ	る	。		200		

2

問 1

(イ)

問 2

1	自律神経系	2	すい臓	3	副腎髄質	4	副腎皮質
5	腎臓	6	脳下垂体後葉	7	バソプレシン	8	集合管

問 3

尿素 (トリメチルアミンオキシドでも正解)

問 4

(1) (エ)

(2)	ニ	ホ	ン	ウ	ナ	ギ	は	、	海	水	を	多	量	に	飲	ん	で	水	分	を		
	腸	か	ら	吸	収	し	,	体	液	と	等	張	な	尿	を	少	量	排	出	す		
	る	。	ま	た	,	体	液	に	入	っ	た	過	剰	な	塩	類	は	え	ら	か		
	ら	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	使	っ	て	排	出	す	る	。	こ	れ	ら	の	し		
く	み	で	体	液	の	浸	透	圧	を	一	定	に	保	っ	て	い	る	。				100

問 5

9	A (α)	10	グルカゴン	11	B (β)	12	インシュリン
---	----------------	----	-------	----	---------------	----	--------

	得 点
生 物	

3

問 1

1	光	2	二酸化炭素	3	有機物
4	酸素	5	生産者	6	消費者
7	分解者	8	作用	9	反作用

問 2

生物 A	(オ)	生物 B	(ア)
------	-----	------	-----

問 3

食物連鎖

問 4

春	に	な	る	と	,	栄	養	塩	が	豊	富	な	環	境	の	中	,	光	が	強	く	な	り	,
水	温	が	上	昇	す	る	た	め	,	生	物	A	は	急	速	に	増	加	す	る	。	生	物	A
は	,	増	加	に	伴	っ	て	海	水	中	の	栄	養	塩	を	吸	収	し	,	夏	に	は	海	水
中	の	栄	養	塩	を	使	い	果	た	し	て	し	ま	う	た	め	,	そ	れ	以	上	増	加	で
き	な	く	な	る	。	さ	ら	に	生	物	A	は	ケ	ン	ミ	ジ	ン	コ	な	ど	の	動	物	プ
ラン	ク	ト	ン	に	摂	食	さ	れ	,	秋	に	は	個	体	数	が	減	少	す	る	。			

問 5

熱	帯	域	に	お	け	る	サ	ン	ゴ	礁	で	は	,	一	年	中	光	が	強	く	水	温	が	高
い	。	こ	の	よ	う	な	環	境	下	で	,	肥	料	や	下	水	が	流	れ	込	む	と	,	海
水	中	の	栄	養	塩	が	増	加	す	る	こ	と	に	よ	っ	て	,	ま	た	は	生	物	A	の
個	体	数	が	急	激	に	増	加	し	,	海	水	中	の	酸	素	濃	度	が	低	下	す	る	な
ど	,	環	境	が	大	き	く	変	化	し	,	こ	れ	ま	で	保	た	れ	て	き	た	平	衡	状
態	が	崩	れ	て	し	ま	う	可	能	性	が	考	え	ら	れ	る	。							

4

問 1

1	(ク)	2	(キ)
---	-----	---	-----

問 2

3	遺伝子	4	適応度
---	-----	---	-----

問 3

送	粉	者	を	限	定	し	て	,	そ	の	送	粉	者	を	他	種	で	は	な	く	生	育	密	度
の	低	い	同	種	の	花	に	確	実	に	訪	問	さ	せ	る	た	め	。						

問 4

特	定	の	植	物	の	花	蜜	量	が	多	い	こ	と	と	,	そ	の	植	物	の	複	雑	な	花
の	構	造	に	応	じ	た	花	蜜	の	と	り	方	を	学	習	す	る	能	力	。				

問 5

ス	ズ	メ	ガ	に	よ	る	盗	蜜	を	防	ぐ	た	め	に	ラン	を	距	を	長	く	す	る	よ	
う	に	進	化	し	,	こ	れ	に	対	し	て	ス	ズ	メ	ガ	は	花	蜜	を	十	分	に	吸	え
る	よ	う	に	口	吻	を	よ	り	長	く	す	る	よ	う	に	進	化	す	る	。	こ	の	よ	う
な	両	者	の	攻	防	に	よ	り	口	吻	と	距	が	非	常	に	長	く	な	っ	た	。		

地 学 解 答 用 紙

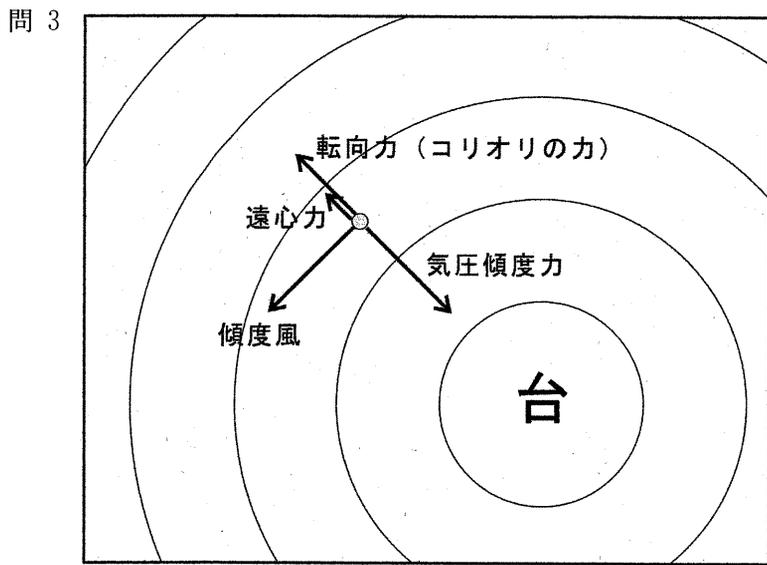
受験番号	
------	--

注意 この解答用紙は1枚目表裏2ページ，2枚目表裏2ページの計4ページになっている。

1 問 1	1	2	3	4
	17	(北東) 貿易, または偏東	混合	反時計
	5			
	強い			

問 2

(エ)



問 4

(ウ)

問 5

(a)	フェーン現象	(b)	36.8℃
(c)	湿潤断熱過程では，水蒸気の凝結によって潜熱が放出され，周囲の大気を暖めるため。		
(d)	<u>飽和水蒸気圧は温度の増加とともに（指数関数的に）増加する。山の風上で雨を降らせると空気塊に含まれる水蒸気圧が低下し，風下側で乾燥断熱的に気温が増加すると飽和水蒸気圧が増加する。つまり，相対湿度の分子が減少し，分母が増加するので，相対湿度は結果として低下する。</u> ※下線部の説明が必要		

問 6

温帯低気圧は前線を伴うのに対し，台風や熱帯低気圧は前線を伴わない。

総 点	
-----	--

小 計	
-----	--

2

問 1

木星型惑星
 ※「ガス惑星」でも正解とする。

問 2

惑星 1
 土星

惑星 2
 地球

問 3

二酸化炭素
 ※「CO₂」でも正解とする。

問 4

天 体 3

問 5

(ア)

問 6

(ウ)

問 7

(ウ)

問 8

(イ)

問 9

連星の間の平均距離と公転周期がわかると、ケプラーの第3法則によって、連星の質量の和が求められる。さらに、主星と伴星の軌道半径の比がわかると、それぞれの星の質量が求められる。

※「主系列星の光度と質量の関係から推定することができる」でも正解とする。

小 計	
-----	--

3

問 1

1	2	3	4	5
褶曲	ユーラシア	小笠原	フィリピン海	四万十

問 2

沈み込む海洋プレートから供給される水がマンツルの融点を下げることでマグマは発生する。

問 3

(イ)

問 4

大規模な水平方向の圧縮運動が起こったため

問 5

雲母のような板状結晶や角閃石のような柱状結晶が一定方向に配列した組織（片理）が認められる。片理に沿ってはがれやすい。

問 6

花崗岩

問 7

大陸は密度が軽いため沈み込まずに衝突する。

問 8 岩石

付	加	体	は	中	央	海	嶺	や	ホ	ッ	ト	ス	ポ	ッ	ト	な	ど	で	で	40
き	た	玄	武	岩	,	深	海	堆	積	物	で	あ	る	チ	ャ	ー	ト	な	ど	
の	海	洋	プ	レ	ー	ト	起	源	物	質	と	海	溝	ま	た	は	ト	ラ	フ	80
で	堆	積	し	た	砂	岩	や	泥	岩	な	ど	の	混	合	物	か	ら	構	成	
さ	れ	る	。																	120

構造

海洋プレートの沈み込みにより水平方向に力が働き、逆断層によって上盤側のプレート（陸側斜面）の下にはりつくように成長する（付加する）。付加体の形成される場所は順次、海溝側へ移動していく。

小 計

4

問 1

1	扇状地	2	三角州 (デルタ)	3	示準	4	示相
5	先カンブリア	6	数値 (絶対, 放射性)	7	シアノバクテリア (ラン藻)	8	縞状鉄鉱
9	ストロマトライト	10	成層				

問 2

物理的風化	岩石の割れ目に入った水が凍結して膨張し、岩石が破砕される現象。 ※気温の変化による岩石の膨張・収縮、植物の根の成長、なども正解
化学的風化	地下水（雨水、温泉水）と岩石が化学反応を起こして変質し、分解される現象。 ※植物から分泌される成分との化学反応、なども正解

問 3

鍵層 (かぎ層)

問 4

地層累重の法則 (地層累重)

問 5

(ウ)	(カ)	(ケ)
-----	-----	-----

問 6

生	物	に	と	っ	て	有	害	な	太	陽	か	ら	の	紫	外	線	が	オ	ゾ	20 40 60
ン	層	に	よ	っ	て	吸	収	さ	れ	,	地	表	で	の	紫	外	線	量	が	
大	幅	に	減	少	し	た	。													

問 7

古生代				中生代			
(イ)	(ケ)	(エ)	(キ)				

小 計	
-----	--