

平成 25 年度 入学試験問題 (前期日程)

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	8 ページまで
化 学	9 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	13 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)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 以下の文中の の中に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問 1 人工衛星が、地球の中心から半径 r の円軌道で地球の周りを回っている。地球の半径を R 、地表での重力加速度を g とすると、人工衛星の周期は (1) である。

問 2 図 1-I は、水のはいた水槽を上から見た図である。水槽の水面上を矢印の向きに平行な波が進んでいる。そこに一つの角が 60° の厚い板を沈めて水の深さを浅くすると、その部分での波の波長は元の波の $\frac{1}{2}$ になった。板を入れていない領域を I、入れている領域を II とする。領域 II の波の進行方向を示す正しい図を、図 1-I の (ア)~(エ) の中から選ぶと (2) となる。このとき、屈折角を θ とすると $\sin \theta =$ (3) となる。

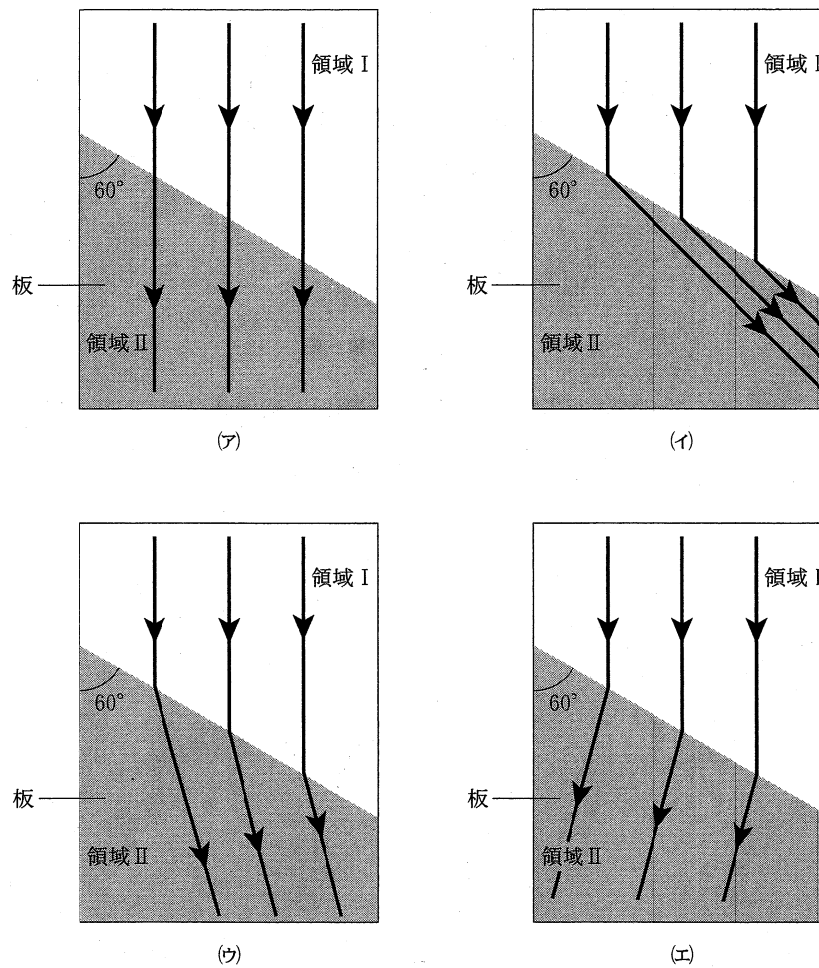


図 1-I

問 3 図 1—II のように、内部抵抗 $r_0(\Omega)$ を持つ電池に電流計、電圧計、可変抵抗器を取り付けた。可変抵抗器の抵抗値を変えて、電池の端子電圧と電流の関係を調べたところ、次表のようになった。

電圧 [V]	1.0	0.8	0.6	0.4
電流 [A]	0.2	0.3	0.4	0.5

この電池の内部抵抗 r_0 の大きさは Ω であり、起電力は V である。

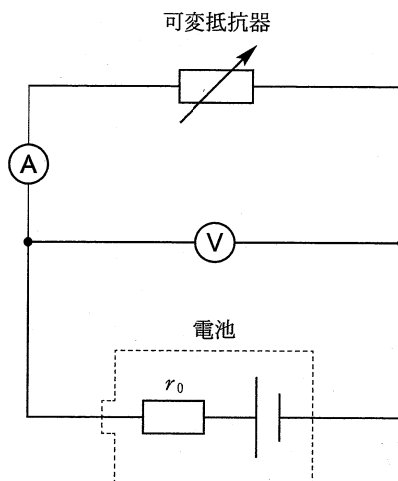


図 1—II

問 4 図 1—III のように、異なる電気容量 (静電容量) C_1 , C_2 をもつ 2 つのコンデンサーと抵抗 R , スイッチ, 電圧 V の直流電源で回路を構成した。ただし、2 つのコンデンサーには電荷がたくわえられていないものとする。初めにスイッチを A 側に接続し、十分時間がたった後に、B 側へ接続した。その後、十分時間がたった。B 側へ接続した後に抵抗 R で発生したジュール熱の総量は である。

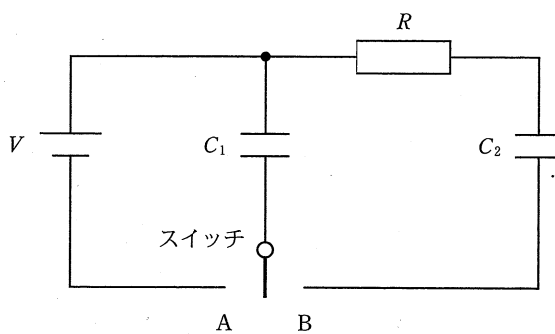


図 1—III

問 5 容器内の理想気体がある条件下で変化させたとき、状態変化の記述として最も適切なものを選択肢(ア)~(ウ)の中から選び、記号で答えよ。

温度を一定に保ってゆっくり圧縮すると、内部エネルギーが

- (ア) 変化しない
 (イ) 増加する
 (ウ) 減少する

ので、この理想気体は

- (ア) 熱量を放出も吸収もしない。
 (イ) 正の熱量を外へ放出する。
 (ウ) 正の熱量を外から吸収する。

問 6 図 1-IV のように、断面積 S のピストンで 1 mol の理想気体を閉じ込めた断熱容器があり、その内部にヒーターが設置してある。ピストンの上部に質量 m のおもりをのせると、容器の底からの高さが A であり合った。このとき、理想気体の絶対温度は T_1 であった。容器とピストンの間はなめらかに動き、そこから気体はもれず、またピストンの質量とヒーターの体積は無視できるとする。大気圧を p_0 、重力加速度を g 、気体定数を R とする。

次に、ヒーターを用いて、熱量 Q をゆっくり加えたところ、絶対温度が T_2 、ピストンの高さは B になった。内部エネルギーの増加量 ΔU は A, B, S, g, m, p_0, Q を用いると (9) である。このとき、 A と B との間には T_1 と T_2 を用いて、 $B =$ (10) A の関係式が成り立つ。

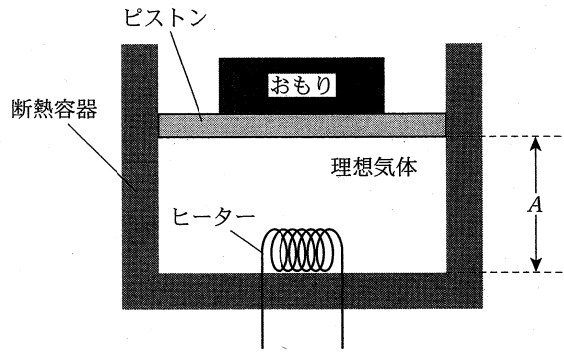


図 1-IV

- 2 図2-Iのような円筒容器の底にばね定数 k 、自然長 ℓ のばねを取り付け、他端を質量 M の一様な金属板の中心につないだ。金属板の厚さは無視できるとし、円筒容器の内壁はなめらかで金属板との間に摩擦はないとする。また、ばねの質量は無視できるとし、重力加速度を g として、以下の各問に答えよ。(15点)

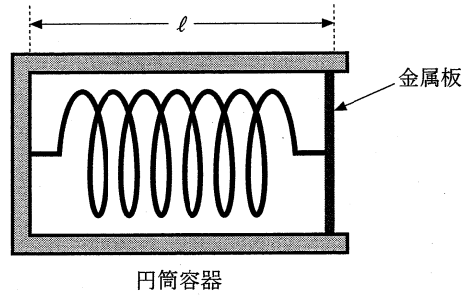


図2-I

- 問1 図2-II(ア)に示すように容器を鉛直上向きに固定し、金属板の中心に大きさの無視できる質量 m の小球を静かに乗せたところ、ばねは自然長から d だけ縮んで静止した。このとき、縮み d を m, M, g, k で表せ。

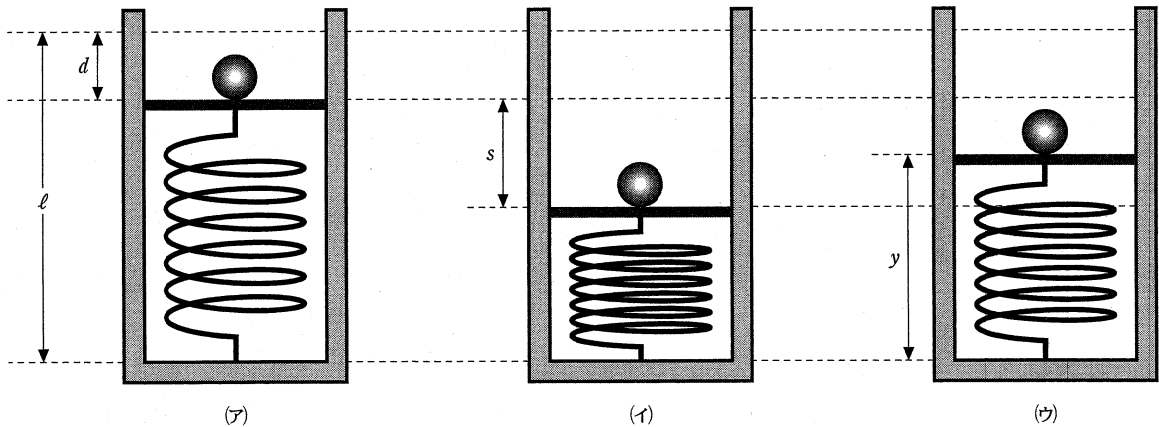


図2-II

その後、図2-II(イ)のように小球と金属板をさらに s だけ深く押し込んで金属板をとめ金で固定した。とめ金をはずした後、図2-II(ウ)に示すように、小球は円筒容器の鉛直上向きに金属板と一体となって運動し始めた。ただし、 s の大きさは $s > d$ とする。

- 問2 金属板が容器の底から高さ y に到達したとき、金属板が小球から受ける垂直抗力を N として、金属板にはたらく力の向きとその大きさを矢印と式を用いて解答用紙の図中に記入せよ。
- 問3 一体になって運動していた小球が、ある時点で金属板から離れた。小球が金属板から離れるときの y の値を求めよ。

次に、図2-IIIのように、円筒容器の金属板を自然長 l から c だけ縮んだつり合いの位置で静止させ、小球を鉛直上方から金属板の中心に向かって自由落下させた。このとき、小球と金属板との間の反発係数(はねかえり係数)を e とする。ただし、速度は常に鉛直上方を正とする。

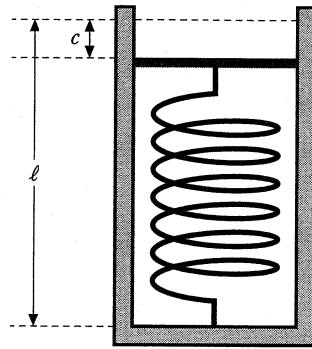


図2-III

問4 小球が速度 v_1 で金属板と衝突した直後、小球は速度 v_2 ではねかえり、金属板の速度は V となった。このとき、運動量保存則と反発係数(はねかえり係数)の式を、 e 、 m 、 M 、 v_1 、 v_2 、 V を用いてそれぞれ表せ。

問5 衝突した直後の速度 v_2 および V を e 、 m 、 M 、 v_1 で表せ。

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(15点)

A 図3-Iのように、直流電源、スイッチS、電気を通さない水平な床に垂直に立てられた間隔 d をもつ平行板コンデンサーからなる回路がある。質量の無視できる長さ ℓ の細い糸の上端を固定し、下端に質量 m 、正の電荷 q をもつ小球をつけ、小球の位置がコンデンサーの両極板から等距離になるようにつるした。直流電源の出力電圧を V にしてスイッチSを閉じると、糸は鉛直方向と角度 θ で傾き、小球は床から高さ h の位置に静止した。糸の固定点を原点 O として、水平方向に x 軸、鉛直下方に y 軸をとる。極板の端と床からの影響および小球の電荷による電場の乱れを無視し、コンデンサーの極板間の電場は一律であるとみなす。また、小球の大きさおよび空気の抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g とする。

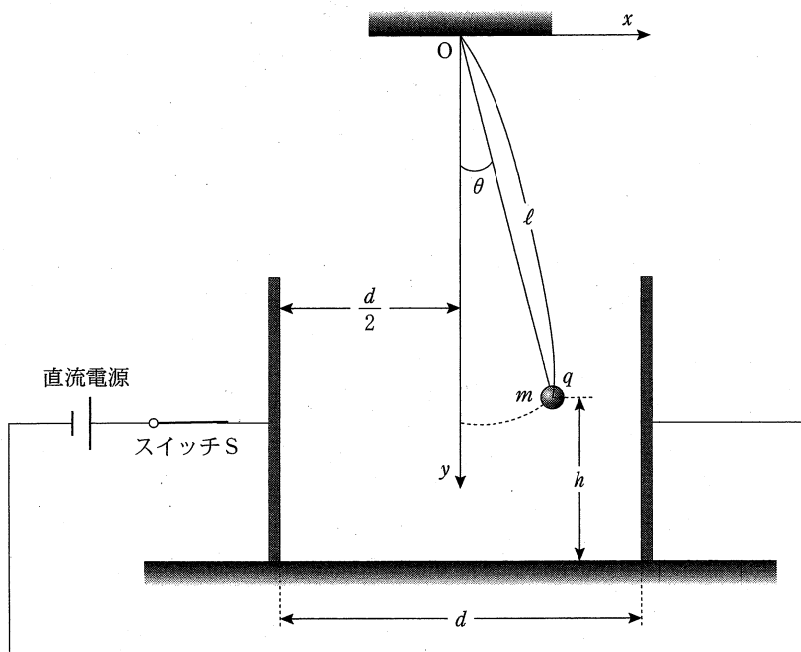


図3-I

小球をつるしている糸を切ると、小球はコンデンサーの極板に衝突することなく床に落下した。この時のコンデンサーの極板間の電場の大きさを E とする。

問 1 小球の落下する軌道の様子を表している正しい図を、図 3—II(ア)~(カ)の中から 1 つ選び、その記号を記入せよ。

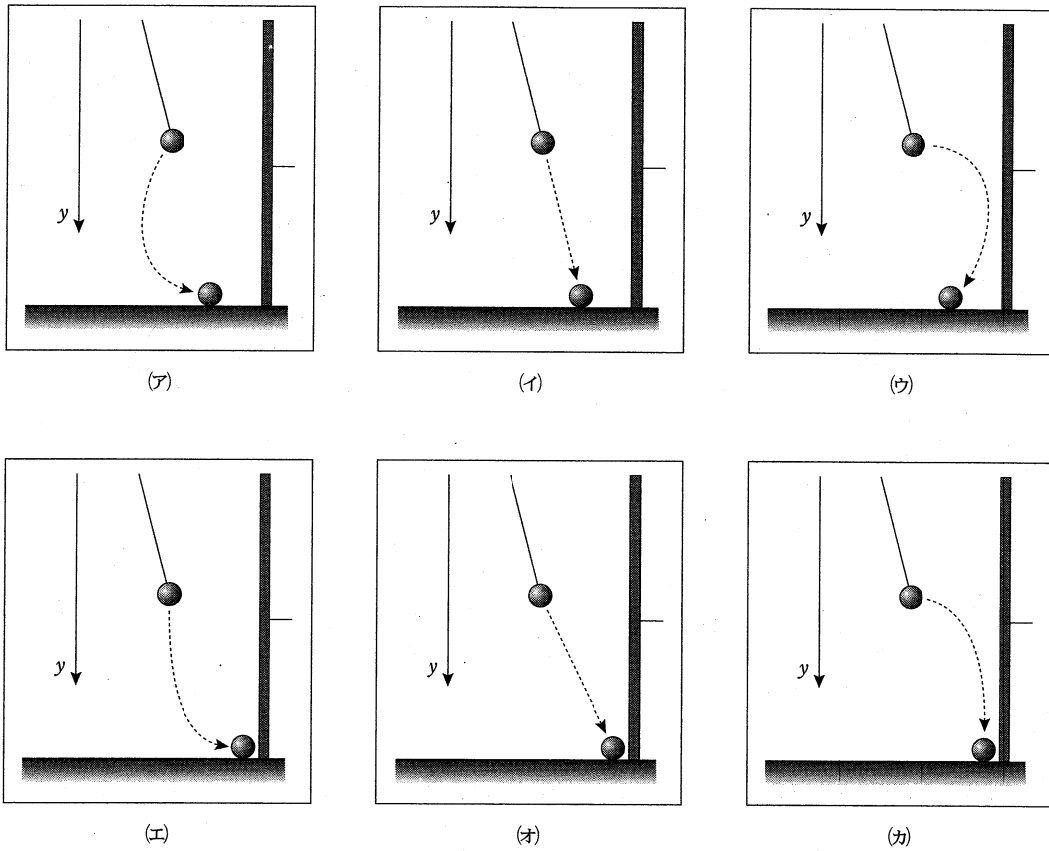


図 3—II

問 2 糸を切ってから小球が床に達するまでの時間 t を求めよ。また、静止していた位置から、この間に小球が水平方向に移動した距離 x' を E, g, h, m, q で表せ。

次に、図 3—I の状態に戻し、小球をつるしている糸を切った瞬間に、直流電源の出力電圧を変化させてコンデンサーの極板間の電場の大きさを E' に変えた。その後、小球はコンデンサーの極板の内側に衝突して、床に落下した。

問 3 小球がコンデンサーの極板に衝突して落下するための電場の大きさ E' の条件を d, g, h, l, m, q, θ で表せ。

B 図3—Ⅲのように、磁束密度 B の鉛直上向きの一様な磁場中に、半径 a の金属円板とその中心 O を通り円板に垂直な金属棒が一体となった導体がある。この金属棒と金属円板の縁に導線を接触させ、スイッチ S と抵抗値 R の抵抗からなる回路を作った。ただし、金属円板、金属棒、導線の抵抗および金属棒の太さは無視でき、金属と導線の接触による摩擦はないものとする。

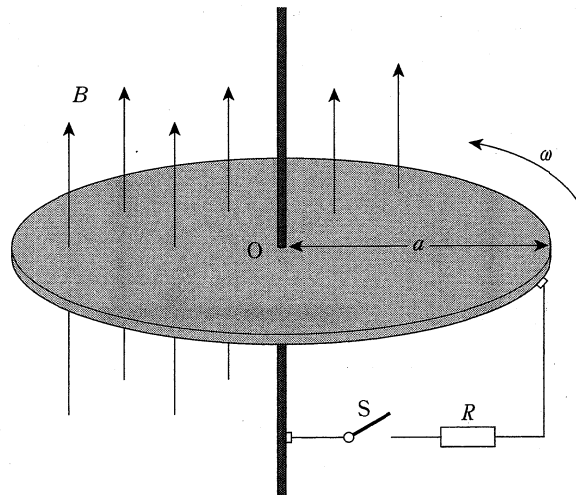


図3—Ⅲ

最初、スイッチ S が開かれている状態を考える。金属棒を回転軸として、上から見て反時計回りに一定の角速度 ω で金属円板を磁場と垂直に保ったまま回転させると、金属円板内の電荷 $-e$ ($e > 0$) を持つ自由電子は円板とともに回り始めた。

問4 自由電子は磁場から力を受けて移動し、十分時間がたった後、金属円板内に電場が生じた。電子が受ける電場による力と磁場による力がつり合っていると、中心 O から距離 r での金属円板内の電場の大きさ E と向きを求めよ。ただし、電子が受ける遠心力による影響は無視できるものとする。

次に、スイッチ S を閉じると回路に電流が流れ、一定の角速度 ω で回転していた金属円板は減速し、やがて停止した。

問5 金属円板が停止する理由を、自由電子が磁場から受ける力と関連させて説明せよ。

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, Na = 23.0

1 以下の各問に答えなさい。(17点)

問 1 次の文章を読んで、(1)~(4)に答えなさい。

四酸化二窒素と二酸化窒素の混合気体について、実験 1 および実験 2 を行った。これらの実験において、四酸化二窒素は無色の気体であり、二酸化窒素は褐色の気体である。

実験 1：混合気体は無色透明の密閉容器に入っている。混合気体を加熱すると混合気体の色は褐色が濃くなった。

実験 2：混合気体は圧力を調整可能な無色透明な容器に入っている。圧力を変えると混合気体の褐色の濃さが変わった。

- (1) 混合気体で起こっている反応の化学反応式を書きなさい。
- (2) 正反応と逆反応の両方が起こる反応を何と呼ぶか答えなさい。
- (3) 四酸化二窒素から二酸化窒素が生成する反応は発熱反応か吸熱反応のいずれであるか答えなさい。
- (4) 実験 2 において混合気体の褐色を薄くするためには、圧力をどのように変化させればよいか答えなさい。

問 2 次の文章を読んで、(1)~(3)に答えなさい。

物質 A, B, C, D からなる混合物は化学反応式 $A + B \rightleftharpoons C + D$ で表される化学平衡の状態にある。

- (1) この平衡状態にある混合物について正しく記述した文を(ア)~(エ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。
 - (ア) 温度一定のもと、混合物に物質 A を追加すると平衡定数が大きくなる。
 - (イ) 温度一定のもと、混合物に物質 C を追加すると平衡定数が大きくなる。
 - (ウ) 正反応と逆反応がともに停止している。
 - (エ) 正反応と逆反応の速さが等しい。
- (2) 物質 A~D の濃度をそれぞれ [A], [B], [C], [D] とし、平衡定数 K をこれらの濃度で表した式を書きなさい。
- (3) この平衡状態において、各物質の物質量は物質 A で 0.51 mol, 物質 B で 0.11 mol, 物質 C で 0.49 mol, 物質 D で 0.49 mol である。この化学平衡の平衡定数を求めなさい。ただし、有効数字は 2 桁とする。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

ある濃度のアンモニア水 20.0 mL をコニカルビーカーへ正確に量り取った。これに 0.10 mol/L の塩酸を滴下し、pH メーター (pH 計) で pH の変化を測定した。塩酸の滴下量と pH の関係を図 I に示す。図 I の A の領域は NH_3 と NH_4Cl の混合水溶液の状態と見なすことができ、少量の強酸や強塩基を加えても pH の変化が起こりにくい。

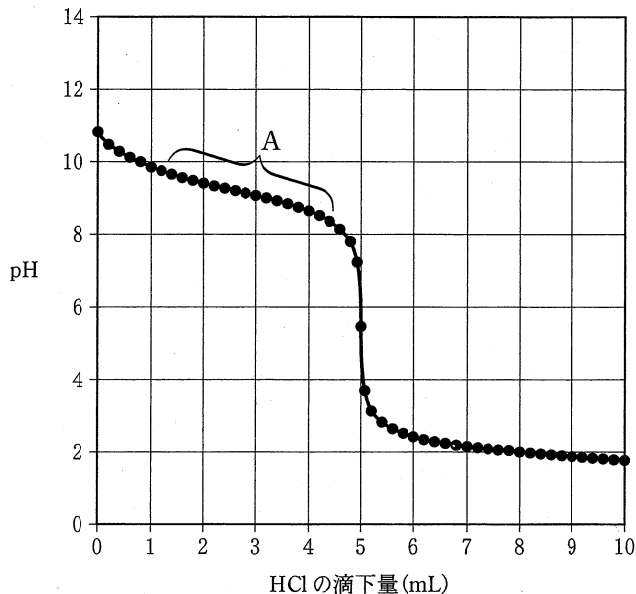
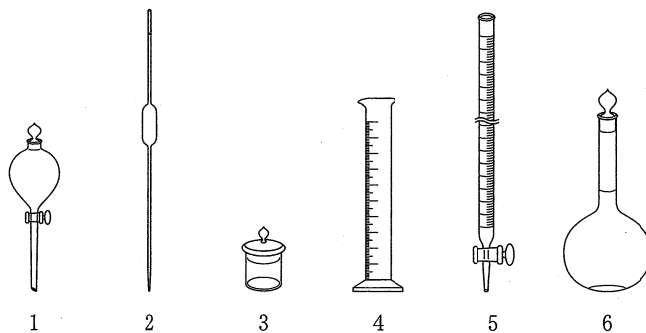


図 I アンモニアと塩酸の滴定曲線

問 1 この中和滴定において下線部(a)および(b)に使う実験器具として最もふさわしいものを次の 1 ~ 6 の中からそれぞれ 1 つ選び、その数字を記入し名称を答えなさい。



問 2 この滴定で pH メーターを使わずに指示薬を用いて終点を判定するには、フェノールフタレインとメチルオレンジのどちらが適しているか答えなさい。また、適している理由も述べなさい。

問 3 このアンモニア水に含まれるアンモニアのモル濃度を求めなさい。ただし、有効数字は 2 桁とする。

問 4 下線部(d)のような性質を示す溶液を一般に何と呼ぶか答えなさい。

問 5 下線部(d)のような現象が起こる理由を下線部(c)の溶液を例にとり説明しなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

炭素、水素、酸素からなる化合物 A~D について以下の実験を行った。

実験 1 : 化合物 A を酸化したあとに、得られた化合物をフェーリング液と反応させると赤色沈殿が生じた。

実験 2 : 分子量 60.0 の化合物 A 9.00 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 19.8 mg と水 10.8 mg が得られた。

実験 3 : 化合物 A 300 mg と金属ナトリウム 36.8 mg を反応させると、気体が生じた。

実験 4 : 分子量 74.0 の化合物 B 22.2 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 52.8 mg と水 27.0 mg が得られた。

実験 5 : 化合物 B を酸化して得られた生成物をアンモニア性硝酸銀溶液と反応させたが、銀は析出しなかった。

実験 6 : 化合物 B を濃硫酸中、高温で加熱したところ、トランス-2-ブテンが主生成物として得られた。

実験 7 : 実験 1 で得られた化合物をさらに酸化させたところ、化合物 C が生成した。

実験 8 : 実験 7 で得られた化合物 C と化合物 B の混合物に、少量の濃硫酸を加えて加熱したところ化合物 D が生成した。

問 1 実験 1 で生じる赤色沈殿の化学式を書きなさい。

問 2 化合物 A の構造式を下の例にならいうきなさい。また不斉炭素原子があれば、その原子に*をつけなさい。

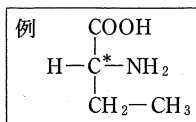
問 3 実験 3 で生じた気体の化学式を書きなさい。

問 4 実験 3 で生じた気体の質量は何 mg か答えなさい。ただし、有効数字は3桁とする。

問 5 化合物 B の構造式を下の例にならいうきなさい。また不斉炭素原子があれば、その原子に*をつけなさい。

問 6 化合物 C の構造式を下の例にならいうきなさい。また不斉炭素原子があれば、その原子に*をつけなさい。

問 7 化合物 D の構造式を下の例にならいうきなさい。また不斉炭素原子があれば、その原子に*をつけなさい。



生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

問 1 ひとつの遺伝子の変異により起こる人間の遺伝病 A について調べたところ、図 I のような家系図が得られた。ただし、第一世代 2 の男性はこの遺伝病の原因となる変異した遺伝子をもっていないとする。

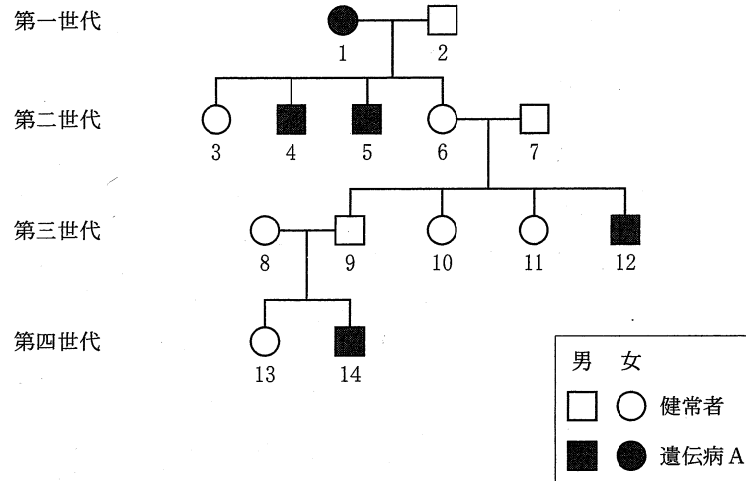


図 I

- (1) 遺伝病 A の原因となる遺伝子は、変異していない対立遺伝子に対して優性か劣性かのどちらであるかを答えなさい。また、そのように判断した根拠を答えなさい。
- (2) 第三世代 10 の女性が遺伝病 A の原因となる遺伝子をもっている確率を答えなさい。
- (3) 第三世代 10 の女性が遺伝病 A ではない男性と結婚した場合、最初の子が遺伝病 A である確率を答えなさい。
- (4) 第三世代 10 の女性が遺伝病 A ではない男性と結婚し、最初の子は遺伝病 A であった。2 番目の子が遺伝病 A である確率を答えなさい。

問 2 人間の血液型 Rh(+) は、優性遺伝子 R で決定されている。その劣性遺伝子 r をホモ接合で持つ人のみが血液型 Rh(-) となる。また、遺伝病 B は優性遺伝子 E で決定されている。その劣性遺伝子 e をホモ接合でもつ人は、遺伝病 B ではない。これら 2 つの遺伝子は、第一染色体にあり、それらの組換え価は 20% であるとする。

遺伝病 B の男性が、血液型は Rh(-) で遺伝病 B ではない女性と結婚した。なお、この男性の母親は、血液型が Rh(+) でその遺伝子型はホモ接合であり、遺伝病 B ではなかった。一方、この男性の父親は、血液型が Rh(-) であり、遺伝病 B でその遺伝子型はヘテロ接合であった。

- (1) 下線(a)の男性の配偶子の血液型と遺伝病 B に関する遺伝子型をすべてあげ、それぞれに対応した割合を例にならって答えなさい。
- (2) 下線(a)の男性の最初の子が、血液型 Rh(-) で遺伝病 B である確率を答えなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

今から4～5億年前に陸上に進出した植物は、紫外線や乾燥などの陸上環境に適応しながらコケ植物、シダ植物、種子植物へと分化してきた。これらの植物には、水中生活をする藻類には見られない、さまざまな特徴が見られる。例えば、表皮細胞の外側に形成される [1] も、水分の蒸発を防ぎ乾燥に耐えるための適応的な形質のひとつである。

陸上環境への適応が進むにつれて、生活環にも変化が生じた。最初の陸上植物であるコケ植物では、生活の主体が [2] であるのに対し、 [3] は小型で [2] の上に形成される。 [2] の上にある造精器内では、精母細胞が分裂して遊泳能力を持った精子が形成され、これが造卵器内の卵細胞と受精して受精卵が形成される。受精卵は分裂を繰り返して [3] となる。 [3] 上につくられた胞子のう内では、胞子母細胞が分裂して胞子が形成され、ここから再び [2] が形成される。

種子植物には、イチョウやソテツなどを含む裸子植物と、キクやイネなどを含む被子植物がある。いずれの分類群でも生活の主体は [3] であり、 [2] は小型で単純な形態をもつようになる。被子植物について見てみよう。被子植物では、雄しべの葯で花粉母細胞が分裂して花粉四分子がつくられる。花粉四分子の中でさらに分裂がおり、雄原細胞と [4] を含む花粉が形成される。雄原細胞はさらに分裂して2個の精細胞となる。葯から放出された花粉は、虫や風などによって雌しべの柱頭まで運ばれる。一方、雌しべの子房内では胚のう母細胞が分裂して胚のう細胞が形成される。胚のう細胞では核の分裂が起り、卵細胞、助細胞、 [5] などからなる胚のうが形成される。雌しべの柱頭に付着した花粉は胚のうに向かって花粉管を伸ばし、この花粉管を通して移動してきた精細胞のうちのひとつが、胚のう内にある卵細胞と受精して受精卵が形成される。受精卵は分裂を繰り返して胚を形成し、胚は種皮に包まれた種子となる。種子は、親植物から離れた後すぐには発芽せず、休眠することが多い。

問 1 文章中の空欄 [1] ～ [5] に最も適切な語句を入れて文章を完成させなさい。

問 2 下線(a)に記された分類群のうち、コケ植物にはみられず、シダ植物と種子植物のみに共通してみられる組織の名称を答えなさい。また、その組織の役割りを2つ記しなさい。

問 3 二重線(a)～(g)の中から、核相の変化をとまなう分裂をすべて選んで記しなさい。

問 4 文章中の単語の中から、被子植物の雄性配偶体と雌性配偶体に相当するものを選んで記しなさい。

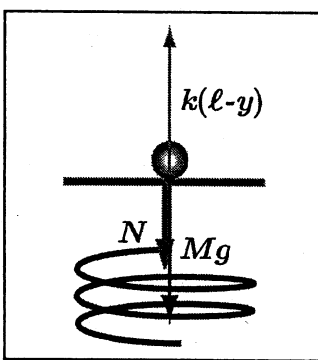
問 5 下線(b)に記されたイチョウやソテツの雄性配偶子には、他の裸子植物や被子植物には見られない特徴がある。その特徴は何か説明しなさい。

問 6 下線(c)に記されているように、花粉はさまざまな方法によって雌しべの柱頭まで運ばれる。一般に、被子植物の花粉は虫によって運ばれる(虫媒)ことが多いのに対し、裸子植物の花粉は風によって運ばれる(風媒)。虫媒と風媒を比べた場合、前者は植物にとってどのような利点があるか、考えられることを簡潔に説明しなさい。

問 7 下線(d)に記された種子の休眠には、植物にとってどのような利点があるか、考えられることを簡潔に説明しなさい。

- 1 (1) $\frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{r^3}{g}}$ (2) π (3) $\frac{1}{4}$ (4) 2
- (5) 1.4 (6) $\frac{1}{2}\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}V^2$ (7) ア (8) イ
- (9) $Q - (p_0S + mg)(B - A)$ (10) $\frac{T_2}{T_1}$

- 2 問1 $d = \frac{(m+M)g}{k}$ 問2
- 問3 $y = l$



- 問4 保存則 $mv_1 = mv_2 + MV$ 反発係数の式 $e = -\frac{v_2 - V}{v_1}$

- 問5 $v_2 = \frac{m - eM}{m + M}v_1$ $V = \frac{m(1 + e)}{m + M}v_1$

- 3 A 問1 イ 問2 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ $x' = \frac{qEh}{mg}$

- 問3 $E' > \left(\frac{d}{2} - l \sin \theta\right) \frac{mg}{qh}$

- B 問4 $E = r\omega B$ 向き 円板の端から中心

- 問5 電流が金属円板の中心から端へ流れると、逆方向の速度成分を持って流れる電子は磁場から回転方向と逆向きのローレンツ力を受けるので、円板は停止する。

	得点
物 理	

化学解答用紙(医学部医学科)

受験番号

1	問 1	(1)	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	(2)	可逆反応
		(3)	吸熱反応	(4)	高くする

問 2	(1)	エ	(2)	$K = [C][D] / ([A][B])$	(3)	4.3
-----	-----	---	-----	-------------------------	-----	-----

2	問 1	(a)	数字: 2	名称: ホールピペット	(b)	数字: 5	名称: ビュレット
---	-----	-----	-------	-------------	-----	-------	-----------

問 2	適している指示薬: メチルオレンジ
	理由: pHが急激に変化する領域に、メチルオレンジの変色域が含まれているため。

問 3	2.5×10^{-2} mol/L	問 4	緩衝液
-----	----------------------------	-----	-----

問 5	アンモニアが多量に存在し、強酸を加えると H^+ がアンモニアと反応する。 $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$ また、アンモニウムイオンが多量に存在し、強塩基を加えると OH^- がアンモニウムイオンと反応する。 $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$ そのため H^+ や OH^- の濃度が一定に保たれ pH の変化が起こりにくい。
-----	--

3	問 1	Cu_2O	問 2	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	問 3	H_2
---	-----	---------	-----	---------------------	-----	-------

問 4	1.60 mg
-----	---------

問 5	$ \begin{array}{c} H \\ \\ CH_3 - C^* - OH \\ \\ CH_2 - CH_3 \end{array} $	問 6	CH_3-CH_2-COOH
-----	--	-----	------------------

問 7	$ \begin{array}{c} O \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3-CH_2-C-O-C^* \\ \quad \quad \\ \quad \quad H \quad CH_2-CH_3 \end{array} $
-----	--

採点欄

1	2	3	得点

生物解答用紙(医学部医学科)

受験番号

1 問 1

	劣性	
(1)	根拠	遺伝病Aではない第三世代8と9の両親から、遺伝病である第四世代14が生まれているから。

(2)	0.5	(3)	1/8	(4)	1/4
-----	-----	-----	-----	-----	-----

問 2

(1)	例 AB(100%)	Re (40%) , rE (40%) , RE (10%) , re (10%)
-----	------------	---

(2)	2/5
-----	-----

2 問 1

1	クチクラ層	2	配偶体	3	孢子体
4	花粉管核	5	反足細胞		

問 2

名称	維管束	
役割	① 水や養分の輸送	② 植物体の支持

問 3

ウ, エ, キ

問 4

雄性配偶体	花粉	雌性配偶体	胚のう
-------	----	-------	-----

問 5

鞭毛を有し自力で遊泳すること。

問 6

虫媒花では風媒花よりも効率良く花粉が運ばれるため、受粉の確率が高くなり確実に種子を生産できる。

問 7

生育に適した環境になるまで休眠することで、芽生えが乾燥や高温などに直接さらされることを回避し、生存の確率を高めることができる。

	得点
生 物	