

物理 (全3の2)

2

1. 波の屈折や反射はホイヘンスの原理によって説明することができる。波面を無数の波源の集まりであり、そこから送り出される球面波をもとにすると、波面の進み方は、「波面の各点から光の進む方向に球面波が共通に接する面が次の波面となる」と説明できる。光の屈折の法則を説明してみよう。図2-1のように、平面波が入射角 i で媒質1から媒質2に向かうて進んでいく。媒質1、2を伝わる波の速さはそれぞれ v_1 、 v_2 ($v_1 < v_2$)であるとする。ホイヘンスの原理によると、入射波の波面ABが媒質1、2の境界面に到達した瞬間、Aからは媒質2に進む球面波が発生する。その後AD上では、図2-1のようにAに近い方から順に球面波が発生し、これに共通に接する面が屈折波の波面になる。波面の一端Bが境界面上のDに到達するのに t の時間がかかるため、屈折波の波面は、Aを中心とした半径 AC の球面波のDからの接線CDに相当する。このことから入射角と屈折角を表すことができ、屈折の法則を導くことができる。また、入射角を θ から入射角に大きくしていくとある入射角でACの方向はADの方向と同じになり屈折角は 90° になる。この入射角の角度をええると光は媒質2には入ることができず、すべて反射される。

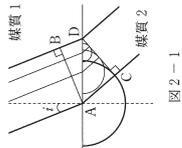


図2-1

Aからは媒質2に進む球面波が発生する。その後AD上では、図2-1のようにAに近い方から順に球面波が発生し、これに共通に接する面が屈折波の波面になる。波面の一端Bが境界面上のDに到達するのに t の時間がかかるため、屈折波の波面は、Aを中心とした半径 AC の球面波のDからの接線CDに相当する。このことから入射角と屈折角を表すことができ、屈折の法則を導くことができる。また、入射角を θ から入射角に大きくしていくとある入射角でACの方向はADの方向と同じになり屈折角は 90° になる。この入射角の角度をええると光は媒質2には入ることができず、すべて反射される。

- (1) 説明文の下線部アの球面波を何と呼ぶか。
- (2) BDの長さはいくらか。 v_1 、 v_2 、 Δ のうち必要なものを用いて答えよ。
- (3) 下線部イの半径はいくらか。 v_1 、 v_2 、 Δ のうち必要なものを用いて答えよ。
- (4) $\sin r$ はいくらか。 AD 、 v_1 、 v_2 、 Δ のうち必要なものを用いて答えよ。
- (5) 屈折角を r としたとき、 $\sin r$ はいくらか。 AD 、 v_1 、 v_2 、 Δ のうち必要なものを用いて答えよ。
- (6) 媒質1に対する媒質2の相対屈折率 n_{21} は、波の速さを用いてどのように表されるか。
- (7) 下線部ウの現象を何と呼ぶか。
- (8) 下線部エの現象を何と呼ぶか。

II. 真空中に絶対屈折率が n ($n > 1$)の透明で一般な厚さの薄板が置かれている。図2-2のように、単色光の平行光線をこの薄板に入射させ、ABCFと進む光線1とDEFと進む光線2が干渉する現象を考える。図中の線ADは光の波面である。入射角は i で固定されており、波長を連続的に増加させながら干渉光を観察する。干渉光が強めあうときの波長を λ_1 として、そこから波長を増加させて干渉光が弱めあうときの波長を λ_2 とする。

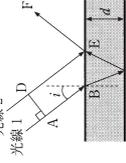


図2-2

- (9) 薄板の厚みを d としたとき、光線1と光線2が強めあう条件はどのように表されるか。 λ_1 を用いず答えよ。整数 m ($m = 0, 1, 2, \dots$)を用いてよ。
- (10) 波長が短い領域と波長が長い領域とで比較したとき、 $\lambda_2 - \lambda_1$ が大きいのは、どちらの領域か。
- (11) 薄板の厚みをどのように表されるか、整数 m を用いず答えよ。

2

物理 (全3の1)

1

物理の全問を通して、ある小問でのみ定義される物理量の記号を他の小問の解答で用いないように注意せよ。円周率を π とする。解答に既約分数や根号を用いてよ。

1 図1のように曲がった細いガラス管に軽く巾着がはさみしなさい糸を通し、その両端に小球Aと小球Bを取りつける。糸はたるむことなく常にガラス管の中央を通ってガラス管との摩擦はない。小球Aの質量を m_1 とする。小球Bは鉛直に吊るされている。小球Bがつるされている範囲ではガラス管は鉛直であり、小球Bがガラス管に接触していることはないものとする。小球Aがある範囲では、ガラス管と水平のなす角度は θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)である。この回転の中心の軸と小球Aの距離を鉛直の軸を中心として一定の角速度 ω で回転している。この回転の中心の軸と小球Aの距離を半径と評す。空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。

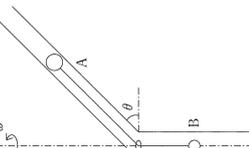


図1

- (1) 小球Aの回転する半径を r としたとき、小球Aにはたらく垂直抗力の大きさを F とせよ。
 - (2) 小球Aにはたらく、斜めのガラス管に沿って上向きと下向きの力のつりあいを考える。斜めのガラス管に沿って上向きにはたらく力の大きさを F_1 とせよ。小球Aの回転する半径を r とする。
 - (3) 小球Aにはたらく、斜めのガラス管に沿って上向きと下向きの力のつりあいを考える。つりあいの式を書け。ただし、小球Aの回転する半径を r 、小球Bの質量を m_2 とする。
 - (4) 角速度 ω を大きくしたとき、小球Aがガラス管に対して静止する半径は、大きくなるか、小さくなるか、それとも変わらないか。
 - (5) 角度 θ を大きくしたとき、小球Aを同じ半径でガラス管に対して静止させるには、角速度 ω の大きさを大きくするか、小さくするか、それとも変えないか。
 - (6) 角度 θ を 30° 、小球Aの質量を m_1 、小球Bの質量を $\frac{m_1}{2}$ としたとき、小球Aの回転する半径はいくらか。
- II. 小球Aに摩擦力がはたらき、小球Bがガラス管に対して静止している場合を考える。角度 θ を 30° とし、小球Aとガラス管の間の静止摩擦係数を μ_0 とする。
- (7) 小球Aの回転する半径が r のとき、小球Aにはたらく最大静止摩擦力が F_f となった。最大静止摩擦力の大きさを F_f とせよ。
 - (8) 小球Bの質量を小球Aの質量 m_1 の半分とする。小球Aがガラス管に対して静止できる最小の半径はいくらか。
 - (9) 小球Bの質量を小球Aの質量 m_1 の半分とする。小球Aがガラス管に対して静止できる最大の半径はいくらか。

物理 (全3の3)

3 抵抗、コイル、コンデンサーに交流電流をつないだ回路を作る。

1. 図3-1の(i), (ii), (iii)の向きに流れる電流を正として、電流の時間変化と点Bに対する点Aの電位の時間変化を考える。図3-2は電流が電流、実験が電位を表している場合の電流と電位の関係を表すのは図3-2のうちのどれか。それぞれ(ア)から(イ)の中から最も適切なものを一つ選んで記号で答えよ。

(1) 抵抗、コイル、コンデンサーにそれぞれ交流電流を流している場合の電流と電位の関係を表すのは図3-2のうちのどれか。それぞれ(ア)から(イ)の中から最も適切なものを一つ選んで記号で答えよ。

(2) 交流電源の周波数が高いほど、電流が流れにくいのは、抵抗、コイル、コンデンサーのうちのどれか。

(3) 点Aと点Bの間に自己インダクタンス10Hのコイルと抵抗値 $1.0 \times 10^4 \Omega$ の抵抗を直列につないで角周波数100 rad/sの交流電源と接続している場合、電流と電位の関係を表すのは図3-2のうちのどれか。(ア)から(イ)の中から最も適切なものを一つ選んで記号で答えよ。

(4) 図3-3のように、点Aと点Bの間に抵抗値1Ωの抵抗と自己インダクタンス0.1Hのコイル、電気容量0.05Fのコンデンサーを直列につないで角周波数10 rad/sの交流電源と接続している場合、電流と電位の関係を表すのは図3-2のうちのどれか。(ア)から(イ)の中から最も適切なものを一つ選んで記号で答えよ。

II. 抵抗値Rの抵抗R、自己インダクタンスLのコイルL、電気容量CのコンデンサーC、角周波数 ω で電圧の最大値 V_0 の交流電源がある。図3-3のように抵抗R、コイルL、コンデンサーCを直列につないで、回路の両端をこの交流電源に接続した。電源の最大電圧 V_0 を一定に保ったまま、角周波数を徐々に大きくして回路を流れる電流の時間平均値を消費電力と呼ぶ。た後に次項に小さくなった。ここでは、この回路で消費される電力の時間平均値を消費電力と呼ぶ。

(5) 抵抗R、コイルL、コンデンサーCのそれぞれに加わる交流電圧の最大値を V_R 、 V_L 、 V_C とすると、点AB間に加わる交流電圧の最大値は V_R 、 V_L 、 V_C を用いてどのように表されるか。

(6) 回路のインピーダンスはいくらか。

(7) 角周波数を変化させたとき、特定の角周波数で大きな電流が流れる現象を何と呼ぶか。

(8) 回路を流れる電流が最大となる角周波数 ω はいくらか。

(9) 回路を流れる電流が最大となったとき、図3-3の点PB間の電位差の大きさはいくらか。

(10) 回路を流れる交流電流の最大値はいくらか。

(11) 回路を流れる電流が最大となったとき、回路の消費電力は最大値となる。消費電力の最大値はいくらか。

(12) 回路の消費電力が最大値の $\frac{1}{2}$ 倍のとき、回路のインピーダンスは、消費電力が最大のときのインピーダンスの何倍となるか。

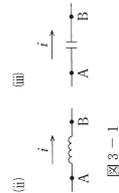


図3-1

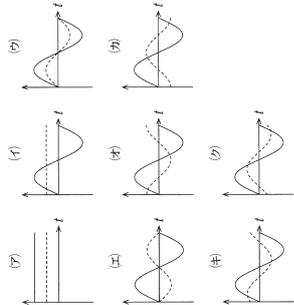


図3-2

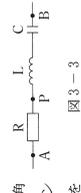


図3-3

化学 (全2の1)

全問をおとして、必要があれば次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32

1 以下の問いに答えよ。

- (1) 次の金属片を塩化スズ(II)水溶液に浸して静置したとき、表面にスズの単体が析出するものはどれか。元素記号で答えよ。
- 亜鉛、 銀、 銅、 鉄、 白金
- (2) アルミニウムが溶解しない溶液はどれか。記号で答えよ。
- (ア) 濃アンモニア水 (イ) 濃塩酸
- (ウ) 濃水酸化ナトリウム水溶液 (エ) 濃硫酸
- (3) エタノール0.92 kgに含まれる炭素原子の数を有効数字2桁で求めよ。アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
- (4) 飽和塩化鉛水溶液に塩化ナトリウムを加えると、塩化鉛の溶解度が低下して析出する。このような現象を何というか。
- (5) トルエンに濃硝酸と濃硫酸の混合液を高温で作用させると、爆薬として用いられる生成物が得られる。この生成物の名称を答えよ。

2 スチレンとカジヒニルベンゼンとの共重合体を濃硝酸で処理し、スチレンをスルホン化した陽イオン交換樹脂Aを合成した。この樹脂Aを用いて次の実験を行った。

実験1：樹脂A 100 gを詰めたガラス管に0.50 mol/L塩化カルシウム溶液を通したところ、300 mLを通した時点で樹脂が保持できなくなった。カルシウムイオンの排出が観察された。

実験2：十分量の樹脂Aを詰めたガラス管に濃度不明の塩化カルシウム水溶液10 mLを通し、さらにこの樹脂を純水で十分に洗浄した。溶出液と洗浄液を合わせたものを0.10 mol/L水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ24 mLを要した。

実験3：グリシン $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ とアスパラギン酸 $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$ からなるトリペプチドを完全に加水分解し、酸性条件にした加水分解液を、十分量の樹脂Aを詰めたガラス管に通した。さらに、樹脂を純水で洗浄したのちに、pHを徐々に上げながら緩衝液を通したところ、アミノ酸X、アミノ酸Zの順に溶出した。また、アミノ酸Xはアミノ酸Zに対して物質量比で2倍存在した。

以下の問いに答えよ。ただし、数値を問う問題は有効数字3桁で答え、必要であれば次の数値を用いよ。 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$, $\log_{10} 7 = 0.84$, $\log_{10} 11 = 1.04$, $\log_{10} 13 = 1.11$, $\log_{10} 17 = 1.23$, $\log_{10} 19 = 1.28$, $\log_{10} 23 = 1.36$, $\log_{10} 29 = 1.46$, $\log_{10} 31 = 1.49$, $\log_{10} 37 = 1.57$, $\log_{10} 41 = 1.61$, $\log_{10} 43 = 1.63$, $\log_{10} 47 = 1.67$, $\log_{10} 53 = 1.72$, $\log_{10} 59 = 1.77$, $\log_{10} 61 = 1.78$, $\log_{10} 67 = 1.83$, $\log_{10} 71 = 1.85$, $\log_{10} 73 = 1.86$, $\log_{10} 79 = 1.90$, $\log_{10} 83 = 1.92$, $\log_{10} 89 = 1.95$, $\log_{10} 97 = 1.99$

- (1) 樹脂Aを $\text{R-SO}_3\text{H}$ と表として、下線部でおこる反応を化学反応式で示せ。
- (2) 1.0 gの樹脂Aが持つスルホン基の物質量を答えよ。
- (3) 樹脂Aは再生処理を行うことで繰り返し使用することができる。次の選択肢から、樹脂Aの再生処理の際に使用する液を選び、記号で答えよ。
- (ア) 0.5 mol/L水酸化ナトリウム水溶液 (イ) 0.5 mol/L塩酸
- (ウ) スチレン (エ) 0.5 mol/L 硫酸マグネシウム水溶液
- (4) 実験2で用いた塩化カルシウム水溶液のモル濃度を求めよ。
- (5) 実験3において、溶出したアミノ酸の状態を何と呼ぶか。
- (6) 実験3において、溶出したアミノ酸の検出には紫色の呈色反応を用いた。この反応を答えよ。
- (7) アミノ酸Xは何か。理由とともに答えよ。
- (8) 0.20 mol/Lのグリシン水溶液60 mLに、0.10 mol/Lの塩酸40 mLを加えた。この溶液のpHを求めよ。
- (9) アスパラギン酸の等電点を求めよ。
- (10) 実験3で用いたトリペプチドには鏡像異性体を含めて何種類の異性体が存在するか答えよ。ただし、アミノ酸側鎖はペプチド結合に関与しないとす。

化学 (全2の2)

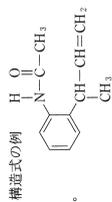
3 気体の性質と実験室での発生方法に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

- ・気体Aは空気より軽い無色無臭の気体で、都市ガスに利用されている。酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムと共に加熱すると得られる。
- ・気体Bは刺激臭をもつ黄緑色の有毒な気体で、酸化マンガン(IV)に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。
- ・気体Cは刺激臭をもつ無色の気体で、その水溶液は弱塩基性を示す。塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加えると発生する。
- ・気体Dは無色無臭の有毒な気体で、酸化鉄(II)に希硫酸を加えると発生する。
- ・気体Eは刺激臭をもつ無色の有毒な気体で、その水溶液は弱酸性を示す。亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸を反応させると発生する。
- ・気体Fは水に溶けにくい無色の気体で、銅に希硝酸を加えて発生させる。
- ・気体Gは常温では化学的に安定な無色無臭の気体で、亜硝酸アンモニウムの水溶液を加熱すると発生する。
- ・気体Hは無色無臭の気体で、酸素とともに完全燃焼させると高温の炎を生じる。炭化カルシウムに水を加えると発生する。

- 1) 気体AとEの名称を答えよ。
- 2) 下線部の反応の化学反応式を記せ。
- 3) 気体Aと十分な量の気体Bとを混合して光を当てると、常温常圧で液体が生成する。そのうちで最も沸点が高い化合物の名称を答えよ。
- 4) 70.0gの水に気体Cを溶かすと、質量パーセント濃度12.5%、密度0.950g/cm³の水溶液が得られた。この水溶液のモル濃度(mol/L)を有効数字2桁で答えよ。
- 5) 気体Dの水溶液に気体Eを吹き込むと白濁する。この反応の化学反応式を記せ。
- 6) 気体Fを空気と混合してしばらく放置すると着色する。この理由について化学反応式を含めて説明せよ。
- 7) 気体Gを濃縮して液化したものに、空気で膨らませたゴム風船を浸すとどうなるか。理由とともに答えよ。
- 8) 触媒存在下で気体Hに水を反応させると不安定な化合物Xを経て、その異性体である化合物Yが生成する。化合物XとYの名称を答えよ。

4 2-メチル-2-ブテンを低温でオゾンと反応させた後、重鉛で還元すると、化合物Aと化合物Bが生成する。また、加熱して気体にした2-メチル-2-ブテンを^(a)過酸化水素と反応させると、過マンガン酸イオンの赤紫色が消えて最終的に化合物Aと化合物Cが生成する。一方、2-メチル-2-ブテンを^(b)臭素と反応させると、臭素の赤褐色が消失して化合物Dができる。また、2-メチル-2-ブテンと塩化水素を反応させると、おもに化合物Eが生じる。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって記すこと。

- 1) 化合物A～Dの名称と、化合物Eの構造式を答えよ。
- 2) 化合物A～Eのうちで、ヨードホルム反応を示すものはどれか。すべて適当な記号で答えよ。
- 3) 化合物A～Eのうちで、アンモニウム塩の銀水溶液に加熱して穏やかに加熱すると、銀の単体が析出するものはどれか。記号で答えよ。
- 4) 下線部(a)の反応について、イオンと電子e⁻を含む化学反応式を示せ。
- 5) 下線部(b)と同様の反応を示す化合物を次から選び、その構造式を答えよ。また、最終的な反応生成物の名称を答えよ。
酢酸エチル、シクロヘキササン、2-ブタノール、プロピン、2-メチルプロパン



生物 (全4の1)

1 被子植物の花の器官形成はA、B、Cの3種類の調節遺伝子によって支配されており、その組み合わせによって4種類の花器官が4つの領域に同心円状に形成される。これはABCモデルと呼ばれ、次の5つのルールからなる。

- ・A遺伝子が単独で働くときがく片が形成される。
- ・B遺伝子とC遺伝子が共に働くとき花弁が形成される。
- ・B遺伝子とC遺伝子が共に働くときおしべが形成される。
- ・C遺伝子が単独で働くときめしべが形成される。
- ・A遺伝子とC遺伝子がお互いの発現に対して抑制的に働く。

図1はある花を真上から見たときの花器官の位置を模式的に示している。A、B、Cの調節遺伝子が正常に働く野生型は、外側から中心の領域に向かって「がく片、花弁、おしべ、めしべ」の表現型となる。

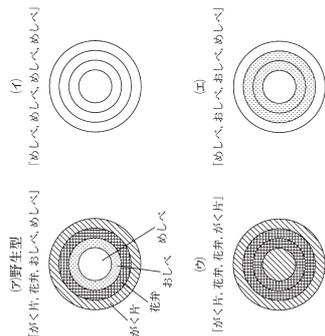


図1

問1 図1の(a)、(b)、(c)は、調節遺伝子A、B、Cの機能が欠失した変異体の表現型を示している。それぞれの変異体は、A、B、Cのどの調節遺伝子の異常によって生じたものか、答えなさい。原因が複数の調節遺伝子の異常による場合は、その全てを答えなさい。

問2 遺伝子操作によって、野生型の花の全ての領域で調節遺伝子Bを強制的に発現させたとき、その花(あ)はどのような表現型となるか、選択肢から1つ選んで番号で答えなさい。また、さらに花(あ)から調節遺伝子Aの機能を欠失させた花(い)はどのような表現型となるか、選択肢から1つ選んで番号で答えなさい。

【選択肢】

- ① がく片、花弁、おしべ、めしべ
- ② めしべ、おしべ、おしべ、めしべ
- ③ がく片、がく片、めしべ、めしべ
- ④ がく片、花弁、花弁、がく片
- ⑤ めしべ、めしべ、めしべ、めしべ
- ⑥ がく片、がく片、がく片、がく片
- ⑦ がく片、花弁、がく片、花弁
- ⑧ 花弁、おしべ、おしべ、花弁
- ⑨ おしべ、おしべ、めしべ、めしべ
- ⑩ 花弁、花弁、おしべ、おしべ
- ⑪ 花弁、おしべ、おしべ、めしべ
- ⑫ 花弁、花弁、がく片、がく片
- ⑬ 花弁、花弁、おしべ、おしべ

問3 調節遺伝子AおよびBの機能を共に欠失した純系(う)と野生型を交配してF₁を作製すると、F₁はすべて野生型に両親と異なる2つの表現型が、それぞれ全体の10%の割合で現れた。F₂では両親と同じ表現型が同じ比率で現れ、さらに番号で選び、その分離比もあわせて、⑤:⑥=x:yのような形式で答えなさい。なお、それぞれの調節遺伝子の機能を欠失した対立遺伝子は野生型の対立遺伝子に対して显性(劣性)であるとすると。

問4 古来から、花は植物の器官Xが変化したものと考えられていたが、実際にA、B、Cの全ての調節遺伝子の機能を欠失した変異体では、花器官がいずれも器官Xとなったことで、この仮説が実証された。器官Xとは何か、答えなさい。また将来的に花や器官Xとなる、未分化な組織Yの名称を答えなさい。また、その組織Yは、器官Xで合成される物質Zによって花弁への分化が誘導される。その物質Zの名称を答えなさい。

化学 (全2の2)

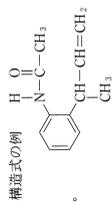
3 気体の性質と実験室での発生方法に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

- ・気体Aは空気より軽い無色無臭の気体で、都市ガスに利用されている。酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムと共に加熱すると得られる。
- ・気体Bは刺激臭をもつ黄緑色の有毒な気体で、酸化マンガン(IV)に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。
- ・気体Cは刺激臭をもつ無色の気体で、その水溶液は弱塩基性を示す。塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加えると発生する。
- ・気体Dは無色無臭の有毒な気体で、酸化鉄(II)に希硫酸を加えると発生する。
- ・気体Eは刺激臭をもつ無色の有毒な気体で、その水溶液は弱酸性を示す。亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸を反応させると発生する。
- ・気体Fは水に溶けにくい無色の気体で、銅に希硝酸を加えて発生させる。
- ・気体Gは常温では化学的に安定な無色無臭の気体で、亜硝酸アンモニウムの水溶液を加熱すると発生する。
- ・気体Hは無色無臭の気体で、酸素とともに完全燃焼させると高温の炎を生じる。炭化カルシウムに水を加えると発生する。

- 1) 気体AとEの名称を答えよ。
- 2) 下線部の反応の化学反応式を記せ。
- 3) 気体Aと十分な量の気体Bとを混合して光を当てると、常温常圧で液体が生成する。そのうちで最も沸点が高い化合物の名称を答えよ。
- 4) 70.0gの水に気体Cを溶かすと、質量パーセント濃度12.5%、密度0.950g/cm³の水溶液が得られた。この水溶液のモル濃度(mol/L)を有効数字2桁で答えよ。
- 5) 気体Dの水溶液に気体Eを吹き込むと白濁する。この反応の化学反応式を記せ。
- 6) 気体Fを空気と混合してしばらく放置すると着色する。この理由について化学反応式を含めて説明せよ。
- 7) 気体Gを濃縮して液化したものに、空気で膨らませたゴム風船を浸すとどうなるか。理由とともに答えよ。
- 8) 触媒存在下で気体Hに水を反応させると不安定な化合物Xを経て、その異性体である化合物Yが生成する。化合物XとYの名称を答えよ。

4 2-メチル-2-ブテンを低温でオゾンと反応させた後、重鉛で還元すると、化合物Aと化合物Bが生成する。また、加熱して気体にした2-メチル-2-ブテンを^(a)過酸化水素と反応させると、過マンガン酸イオンの赤紫色が消えて最終的に化合物Aと化合物Cが生成する。一方、2-メチル-2-ブテンを^(b)臭素と反応させると、臭素の赤褐色が消失して化合物Dができる。また、2-メチル-2-ブテンと塩化水素を反応させると、おもに化合物Eが生じる。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって記すこと。

- 1) 化合物A～Dの名称と、化合物Eの構造式を答えよ。
- 2) 化合物A～Eのうちで、ヨードホルム反応を示すものはどれか。すべて適当な記号で答えよ。
- 3) 化合物A～Eのうちで、アンモニウム塩の銀水溶液に加熱して穏やかに加熱すると、銀の単体が析出するものはどれか。記号で答えよ。
- 4) 下線部(a)の反応について、イオンと電子e⁻を含む化学反応式を示せ。
- 5) 下線部(b)と同様の反応を示す化合物を次から選び、その構造式を答えよ。また、最終的な反応生成物の名称を答えよ。
酢酸エチル、シクロヘキササン、2-ブタノール、プロピン、2-メチルプロパン



生 物 (全4の2)

2 菌類は、栄養分を体外で分解して吸収する従属栄養生物である。菌類の多くは多細胞生物で、細い糸状の(1)でできている。(1)を構成する細胞には、多細胞の一種であるキチンなどを含む(2)が存在する。菌類の中には、植物の根に侵入し、(3)を形成して共生するものがある。このような菌類を(4)という。植物は、(5)により産生した有機物を(4)に供給する。一方、(4)は、植物の成長に必要なアミノ酸や糖などの無機塩類を土壌から吸収し、植物に供給する。このような(4)と植物間の共生関係を(6)という。

問1 文中の(1)~(6)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線について、以下のA~Eより従属栄養生物を全て選び、記号で答えなさい。

- (A) 硝化菌 (B) 大腸菌 (C) ネンジュモ (D) 乳酸菌
- (E) 根粒菌 (F) 硫黄細菌 (G) ミカヅキモ (H) ゼニゴケ

問3 以下のA~Eの特徴をもつ菌類を選択肢より1つずつ選び、記号で答えなさい。

(A) 一生を単細胞で過ごし、出生などにより増殖する。

(B) 鞭毛をもつ遊走子と呼ばれる胞子をつくる。

(C) 環境が悪化するよ、(1)の一部同士が接合して接合胞子のうを形成する。

(D) 袋状の子のうの中で胞子がつくられる。

(E) (1)が発達して形成された大型の子実体に担子器がつくられる。

【選択肢】

- (ア) クモノスカビ (イ) キイロタマゴコリカビ (ウ) アカパンカビ (ロ) カエルツボカビ
- (カ) 酵母 (キ) シイタケ (ク) イシクラゲ

問4 ハンや酵母の製造に用いられる酵母は、アルコール発酵によりATPを合成することができる。以下のA~Eのうちアルコール発酵について正しい記述を全て選び、記号で答えなさい。

- (A) 反応過程でATPは消費されない。
- (B) 反応過程で1分子のグルコースから2分子のピルビン酸が生じる。
- (C) 反応過程でNADHが酸化されてNAD⁺に戻る。
- (D) 反応過程で生じたアセトアルデヒドが酸化されることでエタノールが生じる。
- (E) ミトコンドリアのマトリックスで進行する反応である。

問5 問4の酵母にグルコースを与えて培養した結果、0.48gの酸素が消費され、1.1gの二酸化炭素が発生した。原子量の値は、C = 12, H = 1, O = 16 として以下のア、イの問いに答えなさい。

- (ア) 酵母のアルコール発酵により生じた二酸化炭素の量(イ)を答えなさい。また、酵母のアルコール発酵により生じた二酸化炭素が0℃、1013 hPaの標準状態において占める体積(mL)を答えなさい。
- (イ) 酵母が、呼吸とアルコール発酵で消費したグルコースの合計量(ロ)を答えなさい。

生 物 (全4の3)

3 図2は腎臓で尿を生成する構造上の単位の模式図である。血液中の血球やタンパク質以外の成分は、部位Aで示される(1)を構成する(2)の毛細血管壁から(3)へ通過され、(4)となって部位Bから部位Eにいたる(5)へ送られる。(4)に含まれていた物質は(5)を通過する間に再吸収、拡散などによって大きく変化する。Na⁺は部位B、D、Fなどにおいて再吸収される。また副腎皮質から分泌される(6)は部位FにおけるNa⁺の再吸収を調節している。

(5)における(4)に含まれる物質の再吸収では、(5)の管腔をおおう上皮細胞の細胞膜に存在するさまざまな膜タンパク質のほたつきによって生じる、細胞内外の各種イオンの濃度差が重要な役割を果たしている。

部位Dの管腔をおおう上皮細胞では図3に示すようなタンパク質が細胞膜に発現している。タンパク質WはNa⁺-K⁺-ATPase(ポンプ)、タンパク質XはNa⁺-K⁺-2Cl⁻共輸送体、タンパク質YはK⁺チャネル、タンパク質ZはCl⁻チャネルである。基底膜側にあるタンパク質W(ポンプ)がATPを消費して細胞内Na⁺の濃度を低下させると、それに伴い管腔側のタンパク質Xを介してNa⁺、K⁺、Cl⁻の各イオンが1:1:2の比率で細胞内に流入する。細胞内に流入したK⁺はタンパク質Yを介して管腔側に再循環するので、結果としてNaClが管腔側から取り込まれたことになる。細胞内に取り込まれたCl⁻は基底膜側にあるタンパク質Zを介して血管側に輸送される。このようにして、部位DではATPを消費して管腔側からNaClを細胞内に取り込み血管側に輸送している。

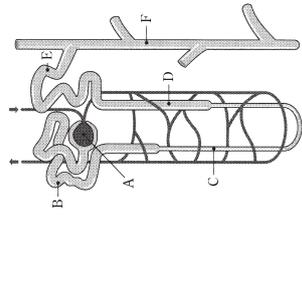


図2

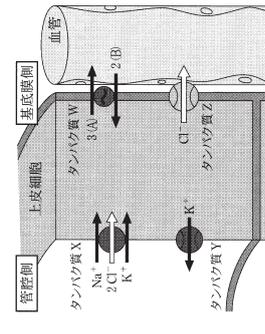


図3

問1 文中の(1)~(6)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 タンパク質WはATPを加えて分解する際に得られるエネルギーを用いて陽イオンを輸送する。図3の中に示された

(A)、(B)に相当するイオン名を答えなさい。

問3 管腔内を流れる(4)中にタンパク質Xの機能を阻害する薬物が含まれている場合、管腔内を流れる(4)中のNa⁺の濃度はどのように変化するか、50字以内で答えなさい。

問4 もしタンパク質Yの機能が変化した場合、K⁺の再循環が起ころなくなると、(4)中のNa⁺の濃度はどのように変化するか、50字以内で答えなさい。

4 下の文を読み、以下の問いに答えなさい。

AさんとBさんが8月の暑い日の昼間にお化け屋敷に行きました。お化け屋敷の中は、暗くてあまり冷房がきいておらず、生暖かい空気がよどんでいました。お化け屋敷に入る前に、二人はすでに緊張して心臓がドキドキしていました。

お化け屋敷に入ると中は暗く、最初は何も見えませんでした。少し進むと薄明りに目が慣れできましたが、互いの目をよく見ると、瞳孔が開いていました。お化けが出てくるかもしれないと思うと、二人の心臓がよりドキドキし、手などから汗もかいてきました。お化け屋敷の中の室温は変化していかないにもかかわらず、^(e)なんだか涼しく感じてきました。突然、お化けが出てきて、二人は走って逃げました。お化け屋敷を出て、明るくなり、^(f)心拍数も息やかにになり、瞳孔が小さくなりました。

問1 下線(a)の状態をもたらす自律神経は何か答えなさい。

問2 下線(b)の状態をもたらす自律神経が出る部位はどこか、以下の語群の中から選びなさい。

【語群】 大脳、間脳、小脳、脳幹、脊髄

問3 下線(c)の状態をもたらす自律神経が出る部位はどこか、以下の語群の中から選びなさい。

【語群】 大脳、間脳、小脳、脳幹、脊髄

問4 下線(d)の結果、最終的に体温はどうなるか、以下の語群の中から選びなさい。

【語群】 上昇する、低下する

問5 下線(e)の直後、さらに心拍が増加するが、その際、問1の神経は心臓のどの部位に作用するか答えなさい。

問6 下線(f)の状態をもたらす自律神経は何か答えなさい。

問7 下線(f)の状態をもたらす自律神経が出る部位はどこか、以下の語群の中から選びなさい。

【語群】 大脳、間脳、小脳、脳幹、脊髄

問8 下線(g)の状態をもたらす自律神経は何か答えなさい。

問9 下線(g)の状態をもたらす自律神経が出る部位はどこか、以下の語群の中から選びなさい。

【語群】 大脳、間脳、小脳、脳幹、脊髄

問10 下線(h)のような体温低下を感じる中枢は何脳の何という部位にあるか答えなさい。また、この脳の部位から神経系と内分泌系が協調して働くことにより体温上昇の調節が行われる。この場合の神経系の反応について簡潔に説明しなさい。また、内分泌系の反応について、以下の文の(a)から(c)に入る適切な用語を答えなさい。

この脳の部位から(a)の放出ホルモンが合成・分泌され、(b)の(a)に作用し、(c)の分泌が促進される。さらに(a)が甲状腺に作用し、甲状腺ホルモンである(b)を分泌させる。