

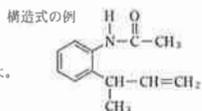
化 学 (全2の2)

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。酢酸ナトリウムの無水物を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)に過塩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熱すると発生する。
- ・気体 D は腐卵臭をもつ無色の有毒な気体で、硫化鉄(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) 70.0 g の水に気体 C を溶かすと、質量パーセント濃度 12.5 %、密度 0.950 g/cm<sup>3</sup> 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 を凝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、亜鉛で還元すると、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-ブテンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に通じると、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-ブテンを臭素と反応させると、臭素の赤紫色が消えて化合物 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。すべて選び記号で答えよ。
- 3) 化合物 A~E のうちで、アンモニア性硝酸銀水溶液に加え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<sup>-</sup> 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 モデルと呼ばれる。次の 5 つのルールからなる。

- ・A 遺伝子が単独で働くのがく片が形成される。
- ・A 遺伝子と B 遺伝子が共に働くと花弁が形成される。
- ・B 遺伝子と C 遺伝子が共に働くとおしべが形成される。
- ・C 遺伝子が単独で働くとおしべが形成される。
- ・A 遺伝子と C 遺伝子は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(ア)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。

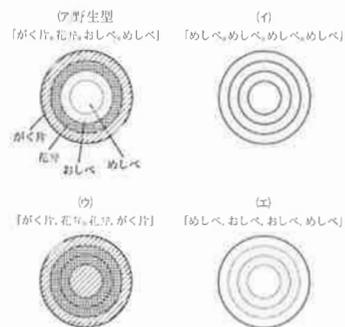


図 1

問 1 図 1 の(イ)、(ウ)、(エ)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(い)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 おしべ、おしべ、おしべ、おしべ |
| ⑪ 花弁、花弁、おしべ、おしべ   | ⑫ 花弁、花弁、花弁、花弁     |
| ⑬ 花弁、花弁、めしべ、めしべ   | ⑭ がく片、がく片、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 F<sub>1</sub> を作製すると、F<sub>1</sub> はすべて野生型の表現型となった。F<sub>1</sub> と純系(う)を交配し、F<sub>2</sub> を作製した結果、F<sub>2</sub> では両親と同じ表現型が同じ比率で現れ、さらに両親とは異なる 2 つの表現型が、それぞれ全体の 10 % の割合で現れた。F<sub>2</sub> で生じた全ての表現型を問 2 の選択肢から番号で選び、その分離比もあわせて、⑮:⑯=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潜性(劣性)であるとする。

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。また将来の花や器官[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]によって花芽への分化が誘導される。その物質[Z]の名称を答えなさい。

## 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、多糖類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リンや窒素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)~(F)より従属栄養生物を全て選び、記号で答えなさい。

- (A) 硝酸菌 (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、出芽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) 環境が悪化すると、(1)の一部同士が接合して接合胞子のうを形成する。  
(D) 袋状の子のうち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) キイロタマホコリカビ (ウ) アカパンカビ (エ) カエルツボカビ  
(オ) 酵母 (カ) シイタケ (キ) イシクラゲ

問4 パンや酒類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 $\text{NADH}$ が酸化されて $\text{NAD}^+$ 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(a)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℃、1013hPa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(b)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)へろ過され、(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、分泌などによって大きく変化する。 $\text{Na}^+$ は部位B, D, Fなどにおいて再吸収される。また刷腎皮質から分泌される(6)は部位Fにおける $\text{Na}^+$ 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はたらきによって生じる、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 $\text{Na}^+-\text{K}^+$ -ATPase(ポンプ)、タンパク質Xは $\text{Na}^+-\text{K}^+-2\text{Cl}^-$ 共輸送体、タンパク質Yは $\text{K}^+$ チャネル、タンパク質Zは $\text{Cl}^-$ 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 $\text{Na}^+$ の濃度を変化させると、それに伴って管腔側のタンパク質Xを介して $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 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 $\text{K}^+$ 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 $\text{NaCl}$ 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 $\text{Cl}^-$ 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 $\text{NaCl}$ を細胞内に取り込み血管側に輸送している。

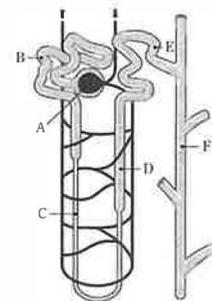


図2

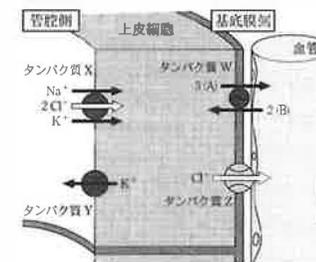


図3

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を加水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 $\text{Na}^+$ 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の機能が変化したために、 $\text{K}^+$ の再循環が起こらなくなると、(4)中の $\text{Na}^+$ の濃度はどのように変化するか、50字以内で答えなさい。

生 物 (全4の4)

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てきましたが、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ないにもかかわらず、なんだか涼しく感じました。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、ホッとしたところで、心拍数も穏やかになり、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(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8 下線(h)の状態をもたらす自律神経は何か答えなさい。

問9 下線(i)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(j)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(k)から(l)に入る適切な用語を答えなさい。

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