

5 次の各問いに答えよ。ただし、原子量は、H = 1.0, C = 12, O = 16とする。

問1. 分子式  $C_4H_{10}O$  の化合物には、下記に示す性質を持つ複数の異性体が存在する。異性体に関する次の各問いに答えよ。

- ・異性体A：第1級アルコールであり、枝分かれがない。
- ・異性体B：第1級アルコールであり、枝分かれがある。
- ・異性体C：第2級アルコールである。
- ・異性体D：第3級アルコールである。
- ・異性体Eと異性体F：枝分かれのないエーテルである。
- ・異性体G：枝分かれのあるエーテルである。

- (1) 異性体A～Dの構造式を書け。
- (2) 異性体A～Dの中で、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると、アルデヒドを生じる化合物をすべて記号で答えよ。
- (3) 異性体A～Dの中で、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると、ケトンを生じる化合物を記号で答えよ。
- (4) 異性体A～Dの中で、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液では酸化されにくい化合物を記号で答えよ。
- (5) 異性体A～Dの中で、ヨードホルム反応を示す化合物を記号で答えよ。
- (6) 異性体A～Dの中で、光学（鏡像）異性体が存在する化合物が一つある。その化合物を記号で答えよ。

問2. 分子式  $C_4H_{10}O$  の化合物 37 mg を完全燃焼させ、生じた気体を、①塩化カルシウムを詰めたガラス管に通じた後、②ソーダ石灰を詰めたガラス管に通じた。①と②、それぞれのガラス管の増加した質量（単位 mg）を有効数字2桁で答えよ。

# 生物

●工学部（生命環境化学科）

（3教科型選抜・2月10日実施分）

（解答：72ページ）

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生物を構成する細胞には核をもたない①細胞と核をもつ②細胞とがある。細胞の内部構造は①細胞と②細胞で異なるが、いずれも③が細胞膜に包まれて周囲から独立したまとまりをつくっている。植物細胞は、細胞膜の外側にセルロースやペクチンを主成分とする④をもつ。②細胞の細胞内には細胞小器官とよばれるさまざまな構造体がある。細胞小器官の間において、構造の見られない液状の部分を⑤という。細胞小器官のうち、核やミトコンドリアは光学顕微鏡で観察できる。光学顕微鏡で観察できないリボソームなどの微細な構造は⑥顕微鏡を用いることによって観察できる。各細胞小器官の働きを研究するうえで細胞分画法は有用である。これは、細胞を破碎して、大きさや密度が異なる細胞小器官を遠心力を利用して分画する方法である。

問1. 本文中の①から⑥にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

問2. 細胞膜に埋め込まれたタンパク質のうち、水分子を選択的に透過させるタンパク質の名称を答えよ。また、このタンパク質の働きは能動輸送と受動輸送のどちらに分類されるか答えよ。

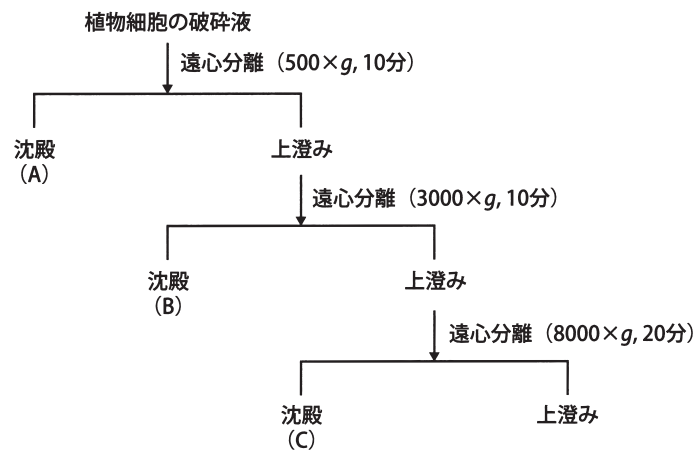
問3. 顕微鏡で識別できる2点間の最小距離を何とよぶか。名称を答えよ。

問4. 下線部に関して、植物細胞をスクロース水溶液内で粉碎し、遠心力をかけて図のように細胞分画を行った。図の(A)～(C)に主に含まれるものを次のア～ウから1つずつ選び記号で答えよ。

ア 葉緑体

イ 核・細胞片

ウ ミトコンドリア



×gは遠心力の大きさを表す単位である。数値が大きいほど遠心力が大きい。

図. 細胞分画法

2

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

人工的に遺伝子をつなぎ合わせたり、細胞を融合させたりすることによって、生物のもつ機能を利用する技術はバイオテクノロジーと呼ばれる。この技術は急速に発達しており、基礎研究の分野のみならず、医療や農業などの分野へも応用されている。

ある生物の特定の遺伝子を人工的に別の DNA に組み込む操作を遺伝子組換えという。この操作の過程では、(a)制限酵素が頻繁に利用される。また、PCR 法では、微量の DNA を鋳型とし、目的の DNA を大量に増幅できる。PCR 反応は、1回の反応で1分子の鋳型 DNA を2分子に増やすことができる。従って、n 回反応させると理論上は、(b)2<sup>n</sup>倍に増やすことができる。PCR 法により得られた PCR 産物の存在や大きさを確認するには、(c)DNA 分子が負に帯電している性質を利用することで可視化することができる。DNA の塩基配列解析装置（シーケンサー）の開発により、(d)ヒトゲノムの解読も完了している。

問1. 下線部(a)について、EcoRI は GAATTC という塩基配列を認識し切断する性質をもつ。この酵素による切断面を線で図示せよ。



問2. 下線部(b)について、1回の PCR 反応が2分で、その反応を20回繰り返すと、理論上は40分で2<sup>20</sup>倍になる。では、PCR 反応に用いる鋳型の量を最初から2倍量いれておくと、理論上は何分で2<sup>20</sup>倍になるか答えよ。

問3. 下線部(c)について、アガロース（寒天）を用いて溶液中に一定方向に通電しDNAを大きさごとに分離することができる。この手法の名称を答えよ。

問4. 下線部(c)について、DNA分子が溶液中で負に帯電する仕組みを簡潔に説明せよ。

問5. 下線部(d)について、遺伝子の種類に対しタンパク質の種類の方が多いことが知られている。これは遺伝子発現において、ある過程が存在することで種類の違いが生まれている。この過程の名称を答えよ。

問6. 下線部(d)について、個体間に一定の範囲の塩基配列の中で、1塩基だけの違いがみられることがある。これを何と呼ぶか和名で答えよ。

問7. 外来の遺伝子が導入され、その組換え遺伝子が体内で発現するようになった生物を何というか答えよ。

問8. ある遺伝子を導入した細胞に紫外線を照射すると、細胞全体が緑色に光ることが観察された。この細胞に導入された遺伝子の名称を和名で答えよ。

### 3 以下の問いに答えよ。

問1. 発生および生殖について記述した文の①～⑧に最も適切な語句を答えよ。

生殖のための特別な細胞を生殖細胞という。生殖細胞にはアオカビなどで見られる①という細胞や、多くの動植物で見られる②という細胞がある。②が合体することを接合といい、②の接合による生殖を③という。

②によらない生殖方法を④といい、①生殖や、ジャガイモなどで見られる⑤のほか、1個体が等しい大きさに分かれる⑥と不均等な大きさに分かれたり個体の一部が膨らんで分かれたりする⑦がある。④によって生じた遺伝的に同じ性質をもつ生物の集団を⑧という。

問2. 細胞の分裂について、以下の問いに答えよ。

生殖細胞ができるときには染色体数が半減するので、このような細胞分裂を(a)①分裂という。第一分裂の前期にはクロマチン繊維が凝縮し太く短いひも状になり、2本の染色体が並んだ状態になる。②染色体どうしが対合した③染色体が形成される。これによって遺伝子の④が起こる場合がある。染色体の交差が起こっている部位を⑤という。

第二分裂は、生殖細胞以外の体細胞が増えるときに起こる(b)⑥の場合と同様に、各染色体が縦方向に裂けるようにして2つの娘細胞に分配される。

(1) 上の文の①から⑥に最も適切な語句を答えよ。

(2) 文中の下線部(a)について以下の問いに答えよ。

I) 動物の精子形成過程では①分裂によって、1個の母細胞から何個の娘細胞が形成されるか答えよ。

II) ①分裂において、母細胞の染色体数を $2n$ で表すとき、娘細胞の染色体数を答えよ。

(3) 下線部(b)では、1回の分裂で1個の母細胞から何個の娘細胞を生じるか答えよ。

問3. ES細胞に関する記述として適切なものを次の中から1つ選び、記号で答えよ。

- a. 核を取り除いた卵細胞に新たな核を移植することによってつくられる細胞。
- b. 哺乳類の初期胚の内部細胞塊から得られた、多様な細胞に分化できる能力を持ったまま培養し続けることができる細胞。
- c. 体細胞に数種類の遺伝子を導入することによって、あらゆる細胞に分化できる能力を持ったまま培養し続けることができるようにした細胞。
- d. ヒトES細胞から分化させた組織や臓器は、誰に移植しても拒絶反応が起こらない。

問4. iPS細胞に関する記述として適切なものを次の中から1つ選び、記号で答えよ。

- a. 胚性幹細胞と呼ばれる。
- b. 胚盤胞の内部細胞塊を培養してつくられる。
- c. ヒトの皮膚細胞などに遺伝子を導入してつくられる。
- d. 数種類の限られた細胞にしか分化できない。

問5. 図はイモリの初期胚において胚の各部が将来何になるかを示した原基分布図である。以下の問いに答えよ。

- (1) 図のイ、エ、カの部位の予定運命を答えよ。
- (2) 次のA～Cは、図のア～カのどの部分からつくられるか、それぞれ1つずつ選び記号で答えよ。

A: 脳                  B: 肺                  C: 骨格筋

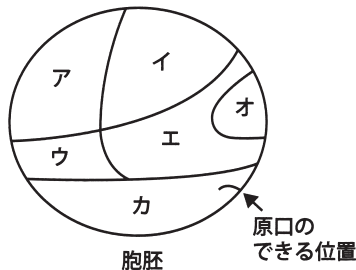


図 イモリ初期胚原基分布図

4

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

外界からの刺激を受け取る眼や耳などは ① とよばれ、ここには光や音などの特定の刺激に対して敏感に興奮する ② が集まっている。手足の皮膚に存在する ② の興奮は ③ によって ④ に伝えられる。③ は背根を通して ④ につながっている。④ に達した興奮はその上方の ⑤ に伝えられ、感覚を生じる。さらに、この感覚にもとづいて生じる中枢神経系からの興奮が ⑥ によって筋肉などの効果器に伝えられ、これによって刺激に対応した反応や行動が起こる。

問1. 文中の ① から ⑥ に適切な語句を答えよ。

問2. 神経細胞の一部を刺激すると、細胞内外の電位にどのような変化が生じるか、簡潔に説明せよ。

問3. この神経で生じた変化は、隣接する次の神経細胞に伝えられる。このとき、次の神経細胞に刺激を伝える部分の名称と、その伝えるはたらきの名称をそれぞれ答えよ。

問4. このとき放出されるアセチルコリンやノルアドレナリンなどの物質の総称を答えよ。

問5. 神経細胞の軸索はシュワン細胞やオリゴデンドロサイトなどの支持細胞によって覆われ、栄養分などが補給されている。これら支持細胞の総称を答えよ。