

令和2年度推薦入試 入学試験問題

(一般)

小 論 文

生物基礎・生物，化学基礎・化学

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は，4ページ（表紙，白紙を除く）あります。試験開始後，確認してください。
- ③ 問題は，からまで2問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は2枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は，問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。
- ⑥ 字数が指定されている問題については，アルファベット，数字，カギ括弧，句読点を含めて1マスに1字ずつ記入しなさい。

・問題を解くにあたって必要であれば、次の数値を用いよ。

原子量： H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0

Na 23.0 S 32.1 Cl 35.5

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

すべての生物は細胞から構成されている。①細胞の形状や機能は多種多様であるが、遺伝情報を担う物質がDNAであることは、いずれの細胞にもみられる普遍的な性質である。

原核生物でも、真核生物でも、DNAが複製される際には、②DNAの2本鎖がほどかれ、ほどかれた1本鎖のそれぞれを鋳型として新しい1本鎖が合成される。このようにして、もとのDNAと同じ塩基配列をもった2本鎖DNAが2組つくられる。

細胞が固有の形状をつくり、機能を発揮する上で最も重要な物質はタンパク質であるが、DNAの塩基配列によって指定される遺伝情報（遺伝子）をもとにタンパク質が合成される過程を「遺伝子の発現」という。遺伝子の発現は、③DNAの塩基配列がRNAに写し取られる「転写」と、転写されたRNA（mRNA、伝令RNA）の塩基配列をもとにタンパク質が合成される「翻訳」とに分けられる。

翻訳では、コドンと呼ばれるmRNA上の連続した3つの塩基によって1つのアミノ酸が指定されるが、コドンをもとにタンパク質（ポリペプチド）が合成される際には、④mRNA以外にも2種類のRNAが不可欠である。翻訳の基本的なしくみは真核生物と原核生物で類似しているが、⑤転写と翻訳の過程の間には、真核生物に特有のしくみがみられる。

問1 下線部①について、以下に示した8つの中で、動物細胞にはなく、植物細胞にのみ存在するものをすべて選べ。

ミトコンドリア、核、小胞体、細胞膜、葉緑体、ゴルジ体、細胞壁、細胞質基質

問2 下線部②のようなDNA複製方式を何というか答えよ。

問3 下線部③について、DNAとRNAにはそれぞれ4種類の塩基が含まれる。そのうち、3種類は共通であるが、1種類は異なる。DNAおよびRNAに特有の塩基の名称（記号ではなく、名称）をそれぞれ答えよ。

問4 下線部④の2種類のRNAの名称を答えよ。

問5 下線部⑤について、真核生物の多くの遺伝子では、転写直後のRNAは未完成であり、「スプライシング」と呼ばれる加工処理を受けることで、完成したmRNAがつくられる。真核生物の「スプライシング」について200字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問1、問2に答えよ。

イオン交換樹脂は、溶液中にあるイオンを別の種類のイオンに交換する機能をもつ。液体を通すことができる筒状の容器（カラム）にイオン交換樹脂を充てんすると、「イオン交換カラム」をつくることができる。すなわち、カラムの上部から溶液を流し入れることで、下部からイオン交換樹脂を通過した後のカラム流出液を得ることができる。いま、①スルホ基（ $-\text{SO}_3\text{H}$ ）を官能基とするイオン交換樹脂を一定量充てんしたイオン交換カラムを用意した。カラム内のイオン交換は完全に進行し、それによって樹脂から遊離したイオンはすべてカラム流出液に回収され、樹脂に結合したイオンは条件が変わらなければ再び遊離しないものとして以下の問題に答えなさい。

問1 下線部①のイオン交換カラムに 2.00 mol/L の NaCl 水溶液を流し入れると、②酸性のカラム流出液が得られたが、しばらくすると中性になった。その後、カラム流出液の pH に変化は見られなかったため、 NaCl 水溶液の流入を止め、③ここまで得られたカラム流出液をすべてまとめて回収して 0.400 mol/L の NaOH 水溶液で中和したところ、 50.0 mL 要した。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 下線部②のようになった理由を 125 字以内で説明せよ。ただし、元素記号、イオン式、pH などの記号は 1 字とする。【例】 NaCl

Na	Cl
----	----

 K^+

K^+

 pH

pH

- (2) 下線部③の回収量は 125 mL だった。このときの回収液の水素イオン濃度 (mol/L) を求めよ。計算過程も示し、答えは有効数字 3 桁で単位をつけて書け。
- (3) 下線部①のイオン交換カラムを新たに用意し、今度はまず 0.500 mol/L の NaOH 水溶液 20.0 mL をカラムに流した後、 2.00 mol/L の NaCl 水溶液を 125 mL 流し、カラム流出液をすべてまとめて回収した。このときの回収液は次のいずれを示すか。(ア)～(ウ)の中から選び、記号で答えよ。
- (ア) 酸性 (イ) 中性 (ウ) 塩基性

問2 以下の表に示した3種の α -アミノ酸の混合物をpH 2.5の緩衝液に溶解して、下線部①のイオン交換カラムに流し入れた後、同じpH 2.5の緩衝液を十分な量流してカラム内を洗浄したが、④カラム流出液中に回収される α -アミノ酸はなかった。次にカラムに流し入れる緩衝液のpHを徐々に上げていくと、⑤ α -アミノ酸が順次カラム下部から流出してきた。次の(1)、(2)に答えよ。

表

名称 (略号)	分子量	融点	等電点
グリシン (Gly)	75	290 °C	6.0
グルタミン酸 (Glu)	147	247~249 °C	3.2
リシン (Lys)	146	224~225 °C	9.7

(1) 下線部④について、 α -アミノ酸が回収されなかった理由を100字以内で説明せよ。ただし、元素記号、イオン式、pHなどの記号は1字とする。

【例】 NaCl

Na	Cl
----	----

 K⁺

K ⁺

 pH

pH

(2) 下線部⑤の α -アミノ酸の溶出順序について、早い順に α -アミノ酸の名称で答えよ。また、その理由を125字以内で説明せよ。ただし、元素記号、イオン式、pHなどの記号は1字とする。

【例】 NaCl

Na	Cl
----	----

 K⁺

K ⁺

 pH

pH
