

[生物化学]

以下の問 (1), (2) に答えよ.

(1) 以下の文の下線部①～④の記述にそれぞれ関連する以下の問(a)～(f)に答えよ.

①生命の遺伝情報は DNA 上に保存されており, mRNA に転写された後, タンパク質へと翻訳される. タンパク質は複数の②アミノ酸で構成され, 様々な③翻訳後修飾やプロテアーゼによるプロセッシングを受けて機能を発現するものも多い. さらに, そのような④一次構造のみならず, ⑤タンパク質の折り畳みに伴う二次構造や三次構造, さらには複数のタンパク質分子が⑥会合することによる四次構造がその機能に重要な役割を果たす.

- (a) DNA→mRNA→タンパク質の順に遺伝情報が伝達されるという生物学における基本原則を何と言うか, 答えよ.
- (b) 生体内に存在するタンパク質は通常 20 種類のアミノ酸から合成される. これらのアミノ酸のうち, 光学活性を有するものを一つ選び, その名称と立体化学がわかるように構造を示せ.
- (c) タンパク質の翻訳後修飾のうち, アミノ酸側鎖に生じるものの例を二つ挙げ, それぞれの名称を示せ. また, それぞれの構造をアミノ酸側鎖部分の構造を含めて示せ.
- (d) タンパク質ないしペプチドのアミノ酸配列を決定する方法として, 特定の基質特異性を示すプロテアーゼによりいくつかの断片に分解し, 各断片を同定する手法がある. Ala, Arg, Glu, Gly, Lys, Phe, Tyr を含む 7 残基長のペプチドの配列を決定するためにトリプシン, キモトリプシン, Glu-C の 3 種類のプロテアーゼで分解し各断片のアミノ酸組成を調べたところ以下のようなになった. このペプチドのアミノ酸配列を答えよ.
- ・トリプシン処理: 断片 1 (Ala, Glu, Lys, Phe, Tyr) / 断片 2 (Arg) / 断片 3 (Gly)
 - ・キモトリプシン処理: 断片 1 (Ala, Glu, Tyr) / 断片 2 (Arg, Gly, Lys) / 断片 3 (Phe)
 - ・Glu-C 処理: 断片 1 (Arg, Gly, Lys, Phe, Tyr) / 断片 2 (Ala, Glu)
- (e) 多様なタンパク質と相互作用してそれらの折り畳みの誘導や安定性の維持をする機能をもつタンパク質の総称を何というか.
- (f) 分子量 20 000 Da のタンパク質 A は水溶液中で二量体化し, その解離定数 K_d は $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ である. 総濃度が $6.0 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$ であるタンパク質 A 水溶液 1.0 mL 中に単量体として存在するタンパク質 A の物質量は何 mol か有効数字 2 桁で答えよ.

(2) 細菌とウイルスに関する以下の問(g), (h)に答えよ.

(g) 以下の(i)~(vi)の抗生物質のうちから二つを選び, それぞれの作用機序を 40~80 字程度で述べよ.

(i) クロラムフェニコール

(ii) ペニシリン

(iii) バンコマイシン

(iv) テトラサイクリン

(v) カナマイシン

(vi) アクチノマイシン D

(h) 以下の A 群と B 群に属するウイルス群の違いを 50~100 字程度で説明せよ.

A 群: コロナウイルス, ヒト免疫不全ウイルス(HIV), インフルエンザウイルス

B 群: アデノウイルス, パピローマウイルス, 天然痘ウイルス

[Biological chemistry]

Answer problems (1) and (2).

(1) Answer problems (a) through (f) in regard to the underlined parts ㉑ through ㉒ in the following text.

㉑ The genetic information of living organisms is stored in DNA, transcribed into mRNA, and then translated into proteins. Proteins are composed of ㉒ amino acid sequences, and many proteins undergo various ㉓ posttranslational modifications and processing by proteases to express their functions. Moreover, not only the ㉔ primary structure, but also the secondary and tertiary structures associated with ㉕ protein folding, and even the quaternary structure resulting from the ㉖ association of multiple proteins, play important roles in the functions of proteins.

- (a) Give the term for the basic principle in biology that the genetic information is transferred in the order of DNA→mRNA→protein.
- (b) Proteins in living organisms are usually composed of 20 kinds of amino acids. Among these amino acids, select one that is optically active and provide its full name and structure with stereochemistry.
- (c) Among posttranslational modifications of proteins, give the names of two examples that occur on amino acid side chains. Moreover, show the structure of each modification, including the structure of the amino acid side chain.
- (d) The amino acid sequence of a protein or peptide can be determined by digestion by proteases with a certain substrate specificity followed by characterization of the resulting fragments. To determine the sequence of a 7-mer peptide consisting of Ala, Arg, Glu, Gly, Lys, Phe, and Tyr, it was digested by three proteases, trypsin, chymotrypsin, and Glu-C, and the amino acid compositions of the resulting fragment were determined as follows. Give the amino acid sequence of this peptide.
- trypsin digestion: fragment 1 (Ala, Glu, Lys, Phe, Tyr); fragment 2 (Arg); fragment 3 (Gly)
 - chymotrypsin digestion: fragment 1 (Ala, Glu, Tyr); fragment 2 (Arg, Gly, Lys); fragment 3 (Phe)
 - Glu-C digestion: fragment 1 (Arg, Gly, Lys, Phe, Tyr); fragment 2 (Ala, Glu)
- (e) Give the general name for proteins that interact with a variety of proteins to assist in their folding or maintain their stability.

- (f) Protein A with a molecular weight of 20 000 Da dimerizes in aqueous solution, and its dissociation constant K_d is $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$. Give the number of moles of the free monomer existing in 1.0 mL of a protein A solution with a total concentration of $6.0 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$ with two significant digits.

(2) Answer problems (g) and (h) in regard to bacteria and viruses.

- (g) Select two from the following antibiotics (i) through (vi) and describe the mechanism of action of each molecule in approximately 20–40 words.

(i) chloramphenicol

(ii) penicillin

(iii) vancomycin

(iv) tetracycline

(v) kanamycin

(vi) actinomycin D

- (h) Explain the difference between viruses belonging to the following groups A and B in approximately 25–50 words.

Group A: coronavirus, human immunodeficiency virus (HIV), influenza virus

Group B: adenovirus, papillomavirus, smallpox virus