

2024年度 昭和大学 II期

【 講 評 】

大問構成は昨年と同じであった。昭和大学恒例の作図問題も出題された。普通であれば選択式のような問題を書かせるような問題であり、比較的答えやすかったのではないだろうか。やや答えづらい記述問題もあるが、基礎的な内容を問う記述問題では確実に点数を取りたい。

【 解 答 】

大問 1

問 1 ア：活性部位 イ：基質特異性

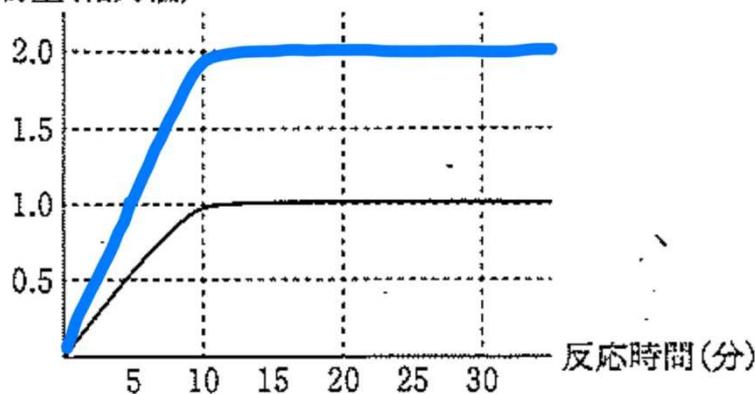
問 2 反応前後でそれ自体は変化せず、化学反応を促進させる物質。(28 字)

問 3 a, c

問 4 全ての基質が酵素と結合し、生成物となったから。(23 字)

問 5 下図

生成物量(相対値)



問 6 pH 7 のところを 1 だけアルカリ側にずらすと、トリプシンの最適 pH である 8 に近づく。そのため、反応速度が上がり反応初期の勾配は大きくなる。また、酵素と基質の量は変化しないため、最終生成物量は変化しない。(100 字)

大問 2

問 1 ア:樹状突起 イ:軸索 ウ:髄鞘 エ:ランビエ絞輪

問 2 理由:有髄神経繊維では髄鞘が電気的な絶縁体としてはたらき、興奮がランビエ絞輪をとびとびに伝導するため。

名称:跳躍伝導

問 3 ナトリウムイオン—3 個

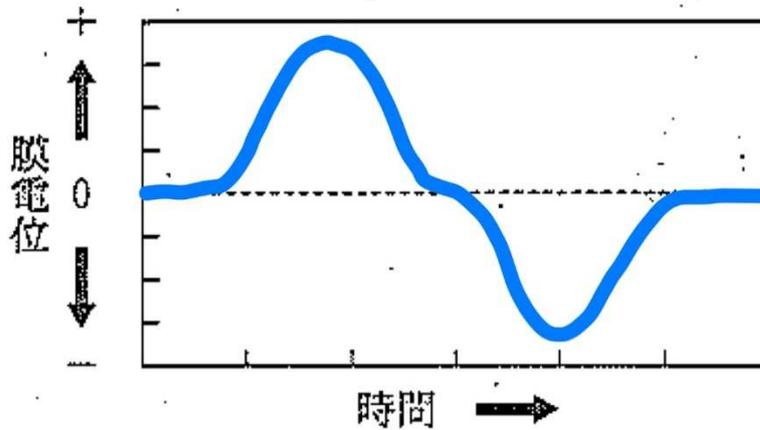
カリウムイオン—2 個

問4 電位非依存性カリウムチャンネルが一部開口することで、常に細胞外へカリウムイオンが流出し、細胞内の陽イオン量が減り、負に帯電させていることで静止電位が生じるため。

問5 全か無かの法則

問6 興奮が終わった直後の部位は、刺激を加えても活動電位が発生しない不応期に入っているため。

問7 下図



問8 静止電位：-60mV 活動電位の最大値：100mV

大問3

問1 ア：RNAポリメラーゼ イ：基本転写因子 ウ：リプレッサー エ：オペロン
オ：脂溶(疎水) カ：受容体 キ：水溶(親水)

問2 スプライシング

問3 スプライシングの際に、イントロンだけでなく取り除かれる部位が変化することで、1つの mRNA 前駆体から複数の mRNA が合成される選択的スプライシングという現象が起こる。

問4 1)DNAリガーゼ

2)実験1の大腸菌にはアンピシリン耐性がなく生育することができないが、実験2の大腸菌にはアンピシリン耐性があり生育することができるため。

3)イ

4)ハ

5)プラスミドBはLacZ α 遺伝子の発現が抑制されており、正常なラクターゼが合成されないため。

6)プラスミドを取り込ませていない大腸菌:白

プラスミドAを取り込ませた大腸菌:青

プラスミドBを取り込ませた大腸菌:白

7) 2.5×10^{12}

大問4

問1 ア：従属栄養 イ：独立栄養 ウ：ストロマトライト エ：シアノバクテリア
オ：嫌気性 カ：好気性 キ：ミトコンドリア ク：葉緑体

問2 触媒作用や遺伝情報の保持

問 3 (1) X : 鉄イオン (鉄 (II) イオン、 Fe^{2+}) Y : 酸化鉄 (酸化鉄 (III)、 Fe_2O_3)

(2) 縞状鉄鉱層

問 4 大気中の酸素濃度が増加したことでオゾン層が形成された。オゾン層により、有害な紫外線が吸収され、地表への紫外線照射量が減少したことで、生物の陸上進出は可能となった。

問 5 発酵や解糖では有機物を完全酸化することができず、グルコース 1 分子あたり 2 分子の ATP しか合成できないが、呼吸では有機物を完全酸化することができ、グルコース 1 分子あたり最大 38 分子の ATP を合成することができ、得られるエネルギーが大きい。

問 6(1)細胞内共生説(共生説)

(2) マーギュリス(マーグリス)

(3) 内外異質な二重層をもつこと。(14 字)

独自の環状 DNA をもち、分裂によって自律的に増殖すること。(29 字)

独自のリボソームをもち、自律的にタンパク質を合成すること。(29 字) などから 1 つ

【 解 説 】

大問 1

問 1 酵素が基質特異性を示すのは、酵素には活性部位があり、この活性部位に適合する基質のみが酵素と結合して酵素-基質複合体をつくって、酵素の作用を受けるためである。

問 2 触媒とは、反応前後でそれ自体は変化せず、活性化エネルギーを低下させて化学反応を促進させる物質である。問題文に指定の語句がなくても記述で書けるようにしておきたい。

問 3 a 正しい。ヘモグロビンは α 鎖と β 鎖の 2 種類のポリペプチドが 2 本ずつ集まり四次構造をつくる。

b 誤り。 α ヘリックスや β シートなどの立体構造を二次構造という。

c 正しい。隣り合うアミノ酸どうしは、一方のアミノ酸のカルボキシ基と他方のアミノ酸のアミノ基から水 1 分子取れて結合する。この C-N 間の結合をペプチド結合という。

d 誤り。シャペロンはタンパク質が正しい立体構造に折りたたまれる過程 (フォールディング) を助けるタンパク質であり、自らは成分にならない。

問 4 一定量の酵素と一定量の基質が反応している。酵素は化学反応を触媒するタンパク質の総称であり、生成物をつくり終えた後、再び別の基質と結合し、繰り返し利用される。そのため、基質がすべて反応しきると、これ以上反応が進まなくなる。

問 5 横軸が反応時間、縦軸が生成物量のグラフにおいて傾きは反応速度を表す。反応速度は酵素基質複合体濃度に比例する為、反応速度は 2 倍になる。また、最終生成物量も基質濃度に応じて 2 倍になる。

問 6 トリプシンの最適 pH は 8 であり、十二指腸でタンパク質を分解する。

大問 2

問 1 基本的な知識問題である。

問 2 髄鞘の有無の他にも、軸索の太さや温度なども伝導速度を規定する。

問 3 細胞膜の外側には Na^+ が多く、細胞膜の内側には K^+ が多い。ナトリウムポンプでは濃度勾配に逆らってイオンを能動輸送するため、 3Na^+ を細胞外へ排出し、 2K^+ を細胞内へ取り込んでいる。

問 4 細胞外へカリウムイオンが流出することで静止電位が形成される。前問で問われていたナトリウム-カリウムポンプによって濃度勾配が形成されている。この2つはセットで覚えておきたい。

問 5 基本的な知識問題である。

問 6 特に制限がなければ、興奮していた部分が静止状態に戻った後、再び活動電流が流れると興奮の逆流が生じるはずである。しかし、不応期があることによって、静止状態に戻った後、再び刺激によって興奮が生じることはなく、逆流は生じない。

問 7 細胞の内外・表面の電位差の変化が隣接部に次々と伝わることで興奮が伝わる。電極は膜外に置かれていることに注意する。はじめは、基準位置と測定位置の電位差はない。興奮が伝わりと膜外の電位は低くなるため、刺激部位に近い方の基準まで伝わりとところは電位差がプラスになり、測定部位まで伝わりとところまでは電位差がマイナスになる。

問 8 過分極後の値の -70mV に惑わされないように注意する。

大問 3

問 1 基本的な知識問題である。

問 2 転写によってできた RNA は、イントロンの領域が取り除かれエキソンの領域がつながれる過程を経て mRNA となる。この過程をスプライシングという。スプライシングは核内で行われる。

問 3 選択的スプライシングによって遺伝子数よりも多くのタンパク質を合成することができる。

問 4 問題文が長いが、有名な遺伝子組換え実験であるため、問題の誘導に従って解けるとよい。

- 1) DNA リガーゼは DNA 鎖どうしをつなげる酵素であり、DNA の複製、修復、組換えに関与する。
- 2) 実験 1 と実験 2 で違いを比較する。実験 1 の大腸菌にはプラスミドが取り込まれていないため、アンピシリン耐性がなく生育することができない。一方、実験 2 の大腸菌にはプラスミド A が取り込まれている。プラスミド A のもつ Amp^r 遺伝子はアンピシリン分解酵素の遺伝子であるため、実験 2 の大腸菌はアンピシリン耐性をもつ。
- 3) もとの大腸菌は LacZ α 遺伝子をもたないためラクトースを分解することができない。大腸菌にプラスミド A を導入すると、LacZ α 遺伝子をもつためラクトースを分解することができる。このとき、ラクトース代謝物は活性型のリプレッサーに結合し、不活性化型になっている。リプレッサーはオペレーターに結合し転写を抑制することを阻害する。このように、ラクトースオペロンの考え方をいけば、選択肢を正しく選べるだろう。
- 4) 実験 5 よりアンピシリンと試薬 C、試薬 D を加えたところ青色のコロニーが形成されている。試薬 C のもとラクターゼが合成されており、試薬 D はラクターゼによって分解されると青色の物質を生じる。これは、LacZ α 遺伝子が発現して β -ガラクトシダーゼが基質である X-gal を分解すると青色を発色するというブルーホワイトセレクションの原理が問題背景にあるだろう。ラクターゼは β -ガラクトシダーゼの一つである。
- 5) 問題文よりプラスミド B にはプラスミド A の LacZ α 遺伝子に大腸菌由来の短い DNA 断片が挿入されていることが分かる。そのため、プラスミド B では正常なラクターゼが合成されない。
- 6) 実験 7 ではアンピシリンを加えていない為、プラスミドを取り込ませていない大腸菌は生育できるため白色のコロニーを形成する。プラスミド A を取り込ませた大腸菌は実験 5 のように青色のコロニーを形成する。プラスミド B を取り込ませた大腸菌は実験 6 のように白色のコロニーを形成する。

7) 1 g あたりのプラスミドAの分子量は 3600×660 であり、分子のコピー数はこれに 6.02×10^{23} かけたものである。よって、 $10 \mu\text{g}$ のプラスミドAに含まれる分子のコピー数は、

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{3600 \times 660} \times 6.02 \times 10^{23} = 2.5 \times 10^{12} \text{ と求まる。}$$

大問 4

問 2 遺伝情報の保持と触媒作用が RNA によって担われていた世界を RNA ワールドという。その一方で、遺伝情報の保持を DNA が担い、触媒作用はタンパク質が担うとされる世界を DNA ワールドという。

問 3 価数の変化にまで気をつけられたら尚良い。

問 4 大気の酸素濃度が増加したことから生物の陸上進出を結び付ける際、論理的思考の飛躍がないように「オゾン層」や「紫外線」のキーワードを上手くつかってまとめる。

問 5 呼吸と発酵や解糖の違いをおさえておきたい。

問 6 (3) 頻出の記述問題である。

お問い合わせは ☎ 0120-302-872

<https://keishu-kai.com/>