

10 枚のうち 1

受験番号 MC-

1

図 1、2 を参考にして、次の[1]、[2]の各問に答えなさい。

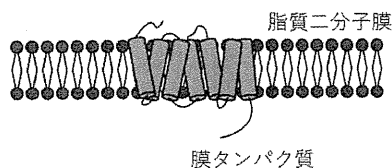


図 1

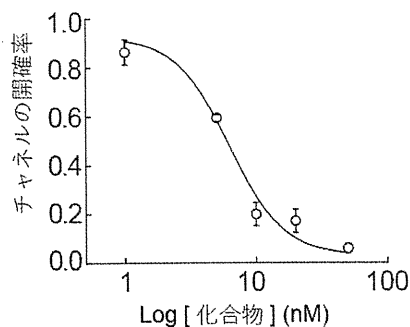


図 2

[1] 図 1 はある 7 回膜貫通型タンパク質の模式図である。

- 1) この膜タンパク質の膜貫通部分の 2 次構造の名称を答えよ。
- 2) 膜貫通部分の 2 次構造は水溶液中と脂質膜中のどちらでより安定になるか。その理由とともに 80 文字以内で答えよ。
- 3) 真核生物でこの膜タンパク質が合成されるとき、開始コドン (AUG) で翻訳されるアミノ酸の名称を例にならって答えよ。 例) グリシン
- 4) 室温中、脂質膜中でリン脂質分子は一定の場所に留まっておらず絶えず動いている。この分子の移動様式の名称を例にならって答えよ。 例) ○○拡散
- 5) 室温中、脂質分子が膜中を移動するときの拡散係数は約 $10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ とする。このとき 1 秒間に脂質分子が移動する平均距離に最も近いものを次のア) ~エ) から選びなさい。

ア) 10^{-2} cm イ) 10^{-4} cm ウ) 10^{-6} cm エ) 10^{-8} cm

[2] 図 2 はあるイオンチャネルの複数のサブユニットに化合物が結合したときにチャネルが開く確率 (開確率) を示した図である。

- 1) イオンチャネル解析モデルの式でフィッティングを行ったところ、図 2 のようにシグモイド型の曲線になった。開確率が特定の濃度付近で急激に減少する理由は、活性部位ではない (ア) 部位に化合物が結合することで説明できる。(ア) に当てはまる用語を答えよ。またこの (ア) 効果について 80 文字以内で説明せよ。
- 2) このイオンチャネルの活性部位のみに化合物が結合し (ア) 効果がない場合、(イ) 式で表現される酵素反応モデルと同じモデルで説明できる。(イ) 式の名称を答えよ。

10枚のうち2

受験番号 MC-

2

以下の文章を読んで問に答えよ。

トリアシルグリセロールは、小腸において (A) から分泌される (B) で消化されて、脂肪酸と (C) になる。(C) はリン酸化等を経て解糖系に入って代謝される。脂肪酸は (D) によりカルボキシル基が補酵素 A (CoA) の SH 基と (E) を形成することで活性化されアシル CoA になる。(a) アシル CoA は、ミトコンドリアに輸送され、(F) と呼ばれる反応により 2 つの炭素数の単位で切断されてアセチル CoA を生成する。炭素数 16 のパルミチン酸の場合には、(G) 個のアセチル CoA が生成されることになる。アセチル CoA はクエン酸回路で分解される。クエン酸回路は、(H) とアセチル CoA からクエン酸を合成する縮合から始まる。クエン酸は異性化されてイソクエン酸となり、その酸化的脱炭酸で (I) が生成する。次の反応で (I) が酸化的脱炭酸されて 2 つ目の CO_2 が遊離し、(J) を生じる。この (J) の (E) が正リン酸によって分解されコハク酸が生成し、それと共に (K) が 1 分子生成する。コハク酸は酸化されてフマル酸となり、次に水が付加されてリンゴ酸となる。最後にリンゴ酸が酸化されて (H) が再生する。(b) クエン酸回路による酸化反応により生成する NADH と FADH_2 は電子伝達系で O_2 の還元を利用される。クエン酸回路は、様々な生合成に必要な中間体を供給している。多くのアミノ酸は (H) と (I) から誘導される。炭素数が奇数の飽和脂肪酸の場合には、(F) で分解され、最後に炭素数 (L) のプロピオニル CoA が生成する。プロピオニル CoA は (J) に変換されてクエン酸回路に入る。(c) 解糖系で生成したピルビン酸はアセチル CoA の他に (H) に変換されてクエン酸回路に入ることでクエン酸回路を活性化する。

[1] 文章の空欄 (A) から (L) に当てはまる適切な語句や数字を記しなさい。

[2] 下線部 (a) に関して、アシル CoA がミトコンドリアに輸送される機構を 100 文字程度で説明せよ。なお、CoA は一文字とする。

[3] 下線部 (b) に関して、クエン酸回路 1 サイクルで生成する NADH と FADH_2 の数を記せ。

[4] 下線部 (b) に関して、NADH から O_2 までの電子伝達の経路を複合体及び電子伝達体の名称を含めて、記せ。

[5] 下線部 (c) に関して、これら 2 つのピルビン酸の変換反応を行う酵素の名称を記せ。

整理番号
4

2021 年度 4 月入学 (2020 年度 10 月入学含む) 東京農工大学工学府博士前期課程

生命工学

問題用紙

ライフサイエンス

専攻

10 枚のうち 3

受験番号 MC-

3

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

大腸菌のゲノムは 1 本の環状 DNA であり、細胞質内に存在しているのに対し、ヒトのゲノムは 46 本の直鎖状 DNA であり、(ア) 内に収納されている。さらにヒトのゲノム DNA は①ヒストンと呼ばれるタンパク質に結合して高度に巻きついたクロマチン構造を形成する。このゲノムに書かれた情報からタンパク質を作り出すために、転写と翻訳が進む。大腸菌では、RNA ポリメラーゼが(イ) と結合してホロ酵素となり、転写開始部位の上流に存在するプロモーターを認識する。一方、ヒト等の真核生物の転写開始には、(ウ) と呼ばれる多数のタンパク質群を必要とし、RNA ポリメラーゼがプロモーターに正しく結合するのを助ける。②転写開始部位の約 25 塩基上流の配列に(ウ) の 1 つである TFIID が結合すると、DNA の二重らせん構造にゆがみが生じ、残りの(ウ) と RNA ポリメラーゼが集合して転写開始複合体が完成する。この時、③(ウ) の 1 つである TFIIF は転写開始に必要な酵素反応を行う。真核生物においては、④合成された mRNA の前駆体はいくつかの修飾(またはプロセッシング)を受けた後、(ア) から細胞質へ移動してタンパク質合成に利用される。大腸菌のタンパク質合成は、⑤mRNA 上の開始コドン AUG の数塩基上流の配列にリボソームが結合した後、AUG に開始 tRNA が結合して始まる。一方、真核生物では、開始 tRNA と結合したリボソームが mRNA に沿って 5' から 3' 方向に移動して開始コドン AUG を探す。mRNA のもつ塩基配列情報により、リボソーム内でアミノ酸が連結し、終止コドンを読み込むとタンパク質の合成が完了する。

[1] (ア) ~ (ウ) に当てはまる語句を答えなさい。

[2] 下線部①の N 末端に多く存在するアミノ酸を 2 つ答えなさい。また、このアミノ酸はクロマチン構造の安定化に重要である。その理由を 60 字以上 80 字以内で説明しなさい。

[3] 下線部②及び⑤の配列の名称を答えなさい。

[4] 下線部③に示す転写開始に必要な酵素の働きを 2 つ答えなさい。

[5] 下線部④に示す mRNA の前駆体を受ける修飾(またはプロセッシング)を 3 つ答えなさい。

[6] 下線部⑤の RNA 配列の特徴を 2 つ答えなさい。

整理番号
4

2021年度4月入学(2020年度10月入学含む)東京農工大学工学府博士前期課程

問題用紙

ライフサイエンス

生命工学
専攻(専修)

10枚のうち4

受験番号 MC-

4

次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

真核生物の細胞周期は4つの時期に区分される。この中で最も劇的な変化をする時期が(A)とよばれる核の分裂過程である。DNAの複製は4つの時期のうち(B)とよばれる一時期に起こる。(A)からDNA複製までの間は(C)とよばれ、DNA複製完了後から核の分裂開始までの間は(D)とよばれる。

細胞は内外の環境を調べ、状況が適切であれば細胞周期は進行する。(C)の時期は重要で、細胞外の状況が好ましくない場合は(E)という特殊な休止状態に入る。細胞外の状況が好ましく条件が揃えば、(C)から(B)への進行が決定される。この時点を酵母では(F)、哺乳類では(G)とよぶ。一方、①哺乳類の場合、DNAが損傷すると(C)の時期で細胞周期を停止させる。②損傷を受けたDNAが深刻で修復不能な場合、その細胞は死に至る。

細胞周期制御系の中心となるタンパク質の1つが、タンパク質をリン酸化する(H)である。(H)は単独では活性を示さないが、(I)と複合体を形成することで活性を示す。

細胞周期ではタンパク質の分解も必要であり、このタンパク質の分解には(J)とプロテアソームによる分解が重要である。

[1] 文章中の空欄(A)～(J)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

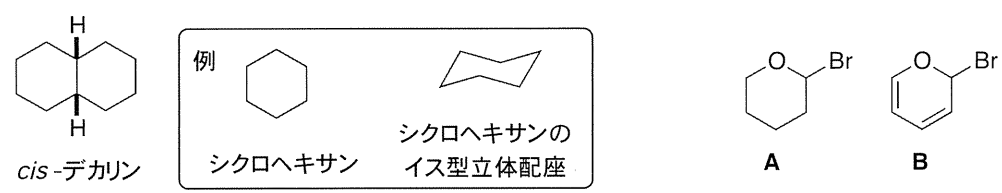
[2] 下線部①について、この仕組みを次の語句を全て使って120字程度で説明しなさい。
(p53、Mdm2、リン酸化、p21、タンパクキナーゼ)

[3] 下線部②について、このような過程を何というか、名称を答えなさい。また、この時、DNAにはどのようなことが起きているか、特徴を示す用語で説明しなさい。

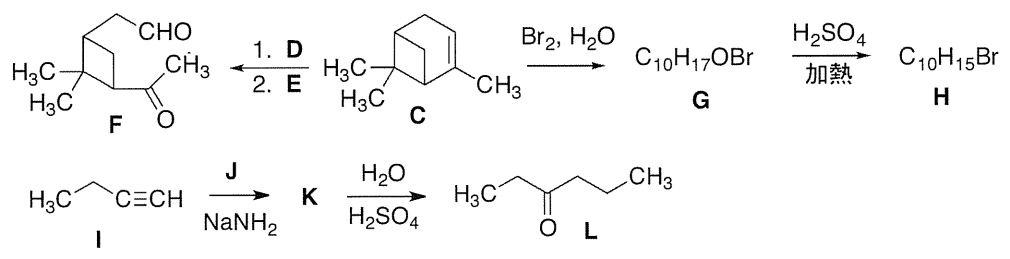
[4] 正常なヒト由来の繊維芽細胞は、標準増殖培地で培養した場合、50回程度しか分裂せず、分裂停止時期に近づくと増殖速度が低下して分裂が停止する。この現象は、テロメアDNAとそれに結合するタンパク質で構成されるテロメアの構造の変化によって起こると考えられている。この現象を何というか、名称を答えなさい。

5 以下の間に答えなさい。

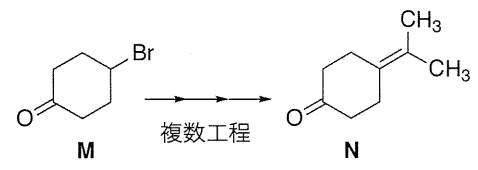
- [1] 以下の(1)、(2)に答えなさい。
- (1) *cis*-デカリンの縮環している二つの環がともにイス型立体配座になる構造を、シクロヘキサンのイス型立体配座の構造の例にならって書きなさい。
- (2) 化合物 **A** と **B** について、 S_N1 型の求核置換反応がより速く進行するのはどちらか、記号で答えなさい。またその理由について、反応中間体の構造式を用いて説明しなさい。



- [2] 以下の(1)～(3)に答えなさい。
- (1) 化合物 **C** から化合物 **F** への合成において、試薬 **D** および試薬 **E** を化学式で書きなさい。
- (2) 化合物 **C** から化合物 **H** への変換を、スキームに示した試薬を用いて行なった。化合物 **G** および化合物 **H** の構造式(主生成物)を書きなさい。立体化学は明示する必要はない。
- (3) 化合物 **I** から化合物 **L** への合成において、変換反応に必要な化合物 **J**、および反応生成物 **K** の構造式をそれぞれ書きなさい。なお NaNH_2 は強塩基として働く。



- [3] 化合物 **M** から化合物 **N** の合成を、Wittig 反応を用いて行なった。化合物 **N** を合成する方法(反応スキーム)を、必要な試薬とともに書きなさい。どのような試薬を用いても良い。複数の変換工程を要する。またこの合成反応の過程で行う Wittig 反応について、その反応機構を、電子の矢印を用いて書きなさい(他の反応については、反応機構は書かなくて良い。)



以上

整理番号
4

2021年度4月入学(2020年度10月入学含む)東京農工大学工学府博士前期課程

問題用紙

ライフサイエンス

生命工学
専攻(専修)

10枚のうち6

受験番号 MC-

6

次の問[1]～[5]に答えなさい。

[1] 電子親和力と電気陰性度は混同されやすい。それぞれについて、各40字以下で説明しなさい。

[2] リチウムの単体や化合物は、他のアルカリ金属の単体や化合物と異なる性質を示すことが多い。以下の(1)～(5)の記述について、正しいものには○を、間違っているものには×を、解答用紙に記しなさい。

- (1) リチウムの単体は水と激しく反応する。
- (2) リチウムの単体は、他のアルカリ金属の単体よりも固い。
- (3) 水素化リチウムは不安定で水に溶解させると分解する。
- (4) 水酸化リチウムは熱分解によりLi₂Oになる。
- (5) 水酸化リチウムは水によく溶ける。

[3] 次の(1)～(4)の錯イオンの立体構造を答えなさい。また、それぞれの錯イオンについて、以下に示した[CoF₆]³⁻の例を参考に、中心金属の3d軌道の結晶場分裂と電子配置を図示しなさい。Fe、Co、Ni、Cuの原子番号はそれぞれ、26、27、28、29である。

- (1) [Fe(CN)₆]³⁻、 (2) [Cu(NH₃)₄(H₂O)₂]²⁺、 (3) [Ni(CN)₄]²⁻、 (4) [CoCl₄]²⁻



例 [CoF₆]³⁻

[4] 電子伝達タンパク質であるシトクロムcについて、次の(1)、(2)の各問に答えなさい。

- (1) シトクロムcの酸化状態を知るための測定方法を一つ上げなさい。また、鉄(II)状態と鉄(III)状態の見分け方を75字以下で説明しなさい。
- (2) 酸化体のシトクロムc中の鉄(III)イオンは、通常は低スピン状態である。一般に、鉄(III)錯体が低スピン状態となるか高スピン状態になるかは、d軌道の(a)エネルギーと(b)エネルギーとの兼ね合いで決まる。(a)、(b)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

[5] 重金属元素が関係する疾病の名称を一つ上げ、関係する金属を元素記号で答えなさい。

整理番号
4

2021年度4月入学(2020年度10月入学含む)東京農工大学工学府博士前期課程

問題用紙

ライフサイエンス

生命工学
専攻(専修)

10枚のうち7

受験番号 MC-

7

次の問 [1] ~ [2]に答えよ

[1] ペプチド(YWGG)を溶かした試料のペプチド濃度を、紫外吸光光度法を用いて測定した。光路長5 mmの試験管(セル)で吸収スペクトルを測定したとき280 nmの吸光度(OD)が0.7であった。YWGGの分子量を482 ダルトン(Da)とし、(1)質量濃度及び(2)モル濃度を計算せよ。チロシンとトリプトファンの280 nmでのモル吸光係数を、それぞれ $1300 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ と $5700 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ とする。

[2] 図1に示すA~Dのペプチドの理論滴定曲線を参考に、以下の問いに答えよ。ペプチドの配列は次の通りである：A:YWGG, B:YWGLL, C:FWDD, D:YKKW

- (1) ペプチドA~Dのそれぞれの理論滴定曲線を①~④から選び、番号を解答用紙の表に記せよ。
- (2) ペプチドA~Dの等電点(pI)を図1から推定し、解答用紙の表に記せよ(ヒント：図1で示す滴定曲線の等電点は、 $pI=3.5$, $pI=5.5$, $pI=7.5$, $pI=9.8$ のどれかである)。
- (3) それぞれのペプチドが、酸性ペプチド又は塩基性ペプチドであるかを図1から推定し、解答用紙の表に記せよ。
- (4) ペプチド(YWGLL)を溶かした水溶液試料のpH滴定を行ったところ、試料のpHがある値に達したときに白濁した。試料が白濁した大よそのpHを推定せよ。また、試料が白濁した物理化学的な原因を推定し、分子間相互作用の観点から論議せよ。

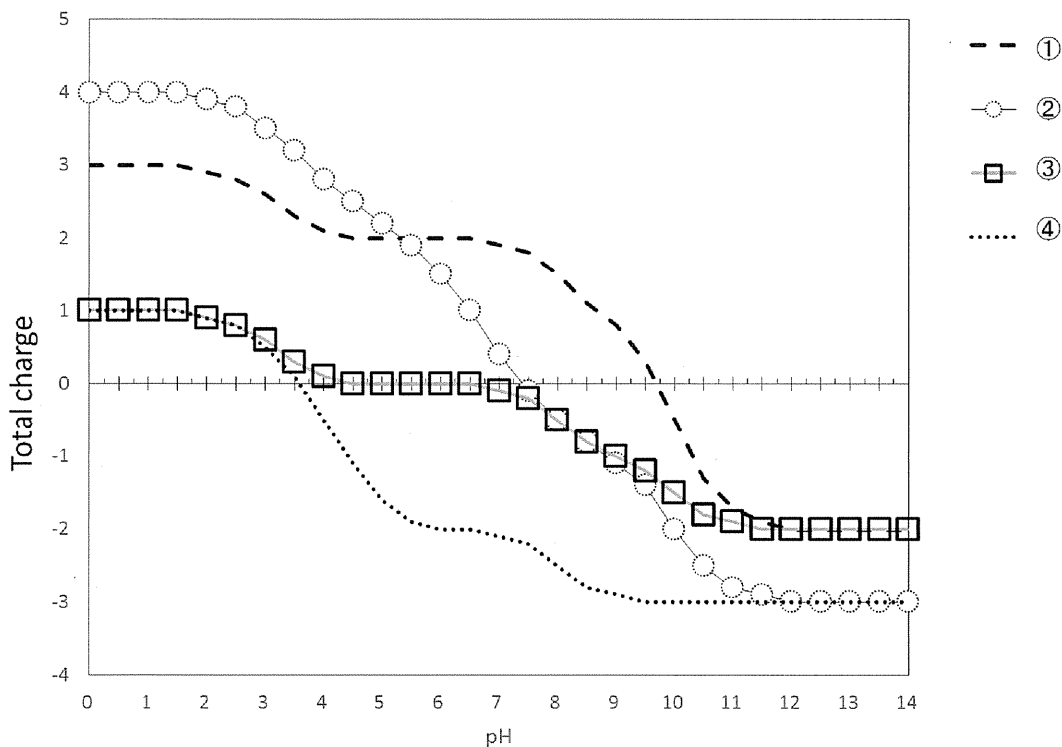


図1: 酸塩基反応の定式化を応用して計算したペプチドの理論滴定曲線を示す。計算では、 α アミノ基及び α カルボキシル基の解離定数(pKa)をそれぞれ、8.0と3.1とした。さらに、チロシン(Tyr)、リジン(Lys)、アスパラギン酸(Asp)側鎖の解離定数にそれぞれ、10.9, 10.8, 4.1を用いた。解離基は全て独立していると仮定した。ヒント: 酸塩基反応は、平衡が成り立つと仮定することで、 $R^+ + H^+ \rightleftharpoons RH$ と定式化できる(ここで、RとHそれぞれ解離基と水素原子を示す)。

10枚のうち9

受験番号 MC-

8

DNA のシーケンスと定量に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

Maxam-Gilbert 法や Sanger dideoxy 法により①DNA シーケンス法が確立された。さらに、DNA シーケンスの高速化を目指し、②キャピラリーゲル電気泳動法が開発された。これにより、ヒトゲノムの基本情報が明らかになった。さらに③次世代シーケンサーでは大量の DNA シーケンス解析が進められている。一方、④ DNA の定量についても複数の方法が開発されている。

- (1) 下線部①DNA シーケンス反応を行うためにはテンプレート DNA、プライマー、dNTP、ddNTP とともに酵素を加える必要がある。その酵素名を答えなさい。
- (2) 下線部②キャピラリーゲル電気泳動法でシーケンスを行う際、PCR 機を用いてシーケンス反応が行われる。反応後にはゲルろ過カラム等による精製が行われる。これは何のためか理由を答えなさい。
- (3) 一般に、精製したシーケンスサンプルに対し、95°C程度の熱処理後、氷上で急冷処理されたサンプルがシーケンサーにセットされる。なぜこのような前処理が必要か答えなさい。
- (4) スラブゲルを使用した電気泳動法に比べ、下線部②キャピラリーゲル電気泳動法はどのような点が優れているか2つ挙げなさい。
- (5) イルミナ社の開発した下線部③次世代シーケンサーの1つは Bridge PCR による DNA の増幅と Sequencing by Synthesis 法によるシーケンスの方法から成り立っている。Bridge PCR を 80 字以内、Sequencing by Synthesis 法を 100 字以内でそれぞれ説明しなさい。

問題用紙

ライフサイエンス

生命工学
専攻 (専修)

10 枚のうち 10

受験番号 MC-

- (6) 下線部④DNA の定量方法について分光光度計を利用した方法がある。どのような方法か簡単に説明しなさい。また、この方法ではどのような材質でできたセルを使用するか答えなさい。
- (7) 分光光度計を用いた下線部 DNA 定量方法に比べ、リアルタイム PCR を用いた方法は特定の塩基配列含む DNA を定量できる。特にサイバーグリーン等の蛍光物質と 2 種のプライマーを用いる方法は簡便である。どのような方法か 60 字以内で説明しなさい。
- (8) (7) のリアルタイム PCR による DNA の定量を行う時、Threshold Cycle (C_t) は、PCR 産物がある一定量に達したときのサイクル数と定義される。初期 DNA 量 (log 値) と C_t 値にはどのような関係が成り立つか解答用紙の図中に示しなさい。