

問題・解答 用紙番号	52
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

## 生 物

〈受験学部・学科〉

<b>3科目型 受験者</b> <b>3科目型と2科目型の併願受験者</b> 理工学部, 薬学部, 看護学部, 農学部【理系型】(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)
<b>2科目型 受験者</b> 理工学部(生命科学科), 農学部【理系型】(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

**I** 酵素や物質輸送, 情報伝達にかかわるタンパク質に関する以下の[1]～[2]の文を読み, 問1～5に答えよ。(25点)

[1] 生体内で起こる様々な 化学反応において触媒としてはたらく物質は酵素とよばれ, おもに <sup>①</sup>タンパク質からできている。食物の消化や生体分子の合成など, 様々なはたらきをもった多数の酵素が知られている。酵素の作用を受ける物質を **A** といい, 酵素は特定の物質のみを **A** とする。これは, 酵素の触媒作用を示す部位である **B** の立体構造に適合できる **A** のみと複合体を形成するためである。例えば, 多糖であるデンプンやセルロースはどちらも単糖である **C** から構成されているが, **C** の結合のしかたが互いに異なっており, デンプンを **A** とするアミラーゼはセルロースに作用しない。

問1 文中の **A** ～ **C** にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～9から一つずつ選んでマークせよ。

- |          |         |          |           |
|----------|---------|----------|-----------|
| 1. 核酸    | 2. 基質   | 3. 炭水化物  | 4. 補酵素    |
| 5. 変異部位  | 6. 活性部位 | 7. グルコース | 8. グリコーゲン |
| 9. スクロース |         |          |           |

問2 下線部①について、図1は酵素が触媒する化学反応とエネルギー変化を示したものである。

ア～エにあてはまる語句として最も適切な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

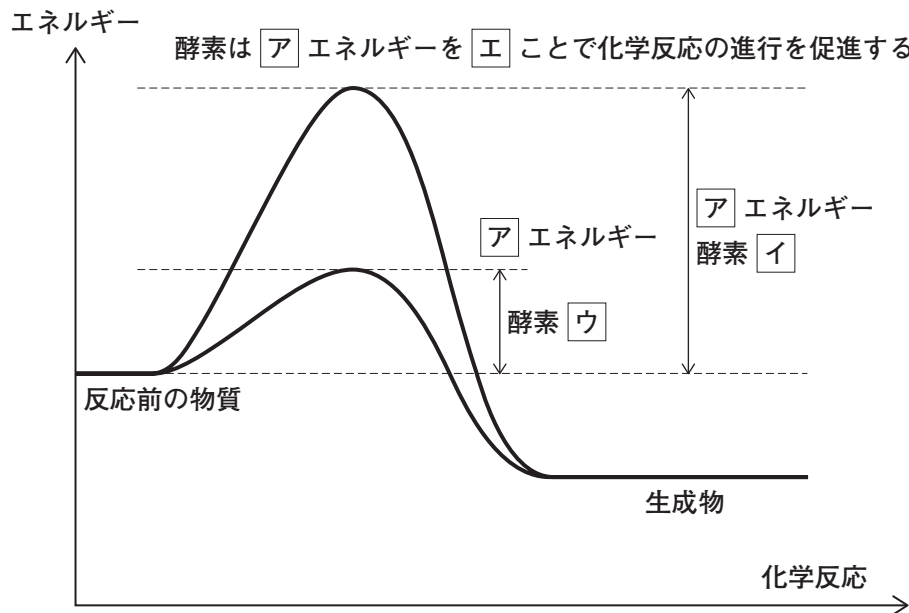


図1 化学反応とエネルギー変化

選択肢	ア	イ	ウ	エ
1	位置	あり	なし	上げる
2	位置	あり	なし	下げる
3	位置	なし	あり	上げる
4	活性化	あり	なし	下げる
5	活性化	なし	あり	下げる
6	活性化	なし	あり	上げる

問3 酵素の機能に関する記述として正しいものはa～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から一つ選んでマークせよ。

- a. 酵素の作用を受ける物質が過剰に存在する場合、酵素の濃度が2倍になると、反応速度も2倍になる。
- b. 反応溶液の温度が高ければ高いほど反応速度は速くなる。
- c. 酵素の触媒作用を示す部位とは別の部位に、何らかの化学物質が結合することで、その酵素反応が阻害されることを競争的阻害という。
- d. 複数の酵素が関係する一連の酵素反応系において、最終生成物が初期の酵素のはたらきを調節するしくみのことをフォールディング調節という。
- e. 反応速度が最大となる最適pHは酵素によって様々である。

- 1. (a, b)      2. (a, c)      3. (a, d)      4. (a, e)      5. (b, c)
- 6. (b, d)      7. (b, e)      8. (c, d)      9. (c, e)      10. (d, e)

[2] 細胞は、脂質二重層からなる細胞膜によって外界と隔てられている。そのため、細胞は細胞膜に存在する膜タンパク質を使って、細胞外と物質や情報のやりとりを行う。生体膜を介した物質の移動は、基本的に濃度勾配に従う拡散によって行われる。ただし、細胞膜は特定の物質のみを透過させる性質をもち、これを②選択的透過性という。チャネルは、脂質二重層を貫通する小さな孔<sup>あな</sup>を形成し、イオンや水などの小さな分子を濃度勾配に従って透過させる役割を担う。一方、担体（輸送体）やポンプの中には、③濃度勾配に逆らって物質輸送するものもある。ATP のエネルギーを用いて陽イオンを輸送するナトリウムポンプが、その代表例である。

問4 下線部②について、膜タンパク質と透過させる物質との組み合わせとして誤っているものは a～e のどれか。最も適当な組み合わせを 1～10 から一つ選んでマークせよ。

- a. アミノ酸輸送体－アミノ酸
- b. 受容体－ホルモン
- c. アクアポリン－水
- d. カリウムチャネル－カリウムイオン ( $K^+$ )
- e. ナトリウムポンプ－ATP

- 1. (a, b)      2. (a, c)      3. (a, d)      4. (a, e)      5. (b, c)
- 6. (b, d)      7. (b, e)      8. (c, d)      9. (c, e)      10. (d, e)

問5 下線部③について、このような物質輸送のしくみを何というか。また、動物細胞では、このしくみを担うナトリウムポンプによって、細胞の内外で  $K^+$  と  $Na^+$  の濃度勾配が形成されている。細胞の内側はどちらのイオンが多く保たれているか。最も適当な組み合わせを 1～4 から一つ選んでマークせよ。

選択肢	物質輸送のしくみ	細胞の内側に多いイオン
1	受動輸送	$K^+$
2	受動輸送	$Na^+$
3	能動輸送	$K^+$
4	能動輸送	$Na^+$

Ⅱ 遺伝子の発現に関する以下の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

遺伝子の情報をもとにしてタンパク質が合成され、機能することを、<sup>①</sup> 遺伝子の発現という。

これは二つの過程からなり、第1の過程はDNAの二重らせん構造の一部が塩基部分で分かれ、二つの1本鎖DNAになり、<sup>②</sup> 片方の鎖の塩基配列がmRNAに写し取られる過程で、転写とよばれる。DNAとRNAはまとめて核酸とよばれ、構成単位であるヌクレオチドがいくつもつながり合っていてきているが、RNAは次の三つの点でDNAとは異なる。一つ目は、RNAに含まれる糖は ア である点、二つ目は、<sup>③</sup> 塩基のうちアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)はDNAと共通であるが、チミン(T)の代わりにウラシル(U)が含まれる点、三つ目は、通常は1本鎖として存在する点である。

第2の過程は、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に変換される過程であり、これを イ とよぶ。タンパク質がその機能を発揮するまでには、多くの段階を経なければならない。まず、mRNAの塩基配列に従ってアミノ酸が ウ 結合で繋がれ、1本鎖の ポリペプチド鎖<sup>④</sup> が合成される。このポリペプチド鎖上の、アミノ酸の種類とその順番をアミノ酸配列という。アミノ酸配列は、タンパク質の最も基本的な構造であり、一次構造とよばれる。ポリペプチド鎖は、自由な形をとるのではなく、離れた位置にあるアミノ酸どうしが エ 結合によって安定化し、ジグザグ状や、らせん状の構造をとる。このような部分的な立体構造を二次構造という。さらに、ポリペプチド鎖はアミノ酸側鎖の相互作用や、システインの側鎖間につくられる オ 結合等により、さらに複雑に折りたたまれた立体構造を形成し、これを三次構造という。

問1 文中の ア ～ オ にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から一つずつ選んでマークせよ。

- |             |                  |          |         |
|-------------|------------------|----------|---------|
| 1. 複製       | 2. 水素            | 3. 翻訳    | 4. リン酸  |
| 5. 分化       | 6. ペプチド          | 7. グルコース | 8. リボース |
| 9. デオキシリボース | 10. ジスルフィド (S-S) |          |         |

問2 下線部①について、真核生物の遺伝子発現機構に関する記述として正しいものはa～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から一つ選んでマークせよ。

- a. 多くの場合、DNAがヒストンと結合して折りたたまれることで遺伝子発現が起こる。
- b. 一般的に、遺伝子発現には基本転写因子が必要である。
- c. プロモーターに結合するのはRNAポリメラーゼのみで、基本転写因子は遺伝子領域に結合してRNAポリメラーゼのはたらきを助ける。
- d. 転写に関係する調節タンパク質は、一般的にプロモーターと結合する。
- e. スプライシングの過程では、mRNA前駆体からイントロンに対応する領域が除かれる。

- 1. (a, b)      2. (a, c)      3. (a, d)      4. (a, e)      5. (b, c)
- 6. (b, d)      7. (b, e)      8. (c, d)      9. (c, e)      10. (d, e)

問3 下線部②について、DNAからmRNAへの転写は、2本鎖のうち一方の鎖が鋳型となってmRNAが合成されていく。DNAからmRNAへの転写は常にmRNAの5'末端側から3'末端側の方向に進む。また、鋳型となるDNA鎖と転写で生じるmRNAでは、5'末端と3'末端の方向性は逆向きとなる。図1の塩基配列は、あるタンパク質をコードする遺伝子Aの転写の鋳型となるアンチセンス鎖を部分的に示している。「5'」および「3'」はそれぞれヌクレオチド鎖の5'末端と3'末端を表している。このヌクレオチド鎖を鋳型として合成されたmRNAの塩基配列はどれか。最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

5' -GCC ATC TTG CCC AGT GGA TCT AAG- 3'

図1 遺伝子Aのヌクレオチド鎖 (アンチセンス鎖)

- 1. 5' -GCC AUC UUG CCC AGU GGA UCU AAG- 3'
- 2. 5' -GGC GAU CAA GGG ACU UCC AGA CUU- 3'
- 3. 5' -GAA UCU AGG UGA CCC GUU CUA CCG- 3'
- 4. 5' -CUU AGA UCC ACU GGG CAA GAU GGC- 3'
- 5. 5' -UUC AGA CCU TCU GGG AAC UAG CGG- 3'

問4 タンパク質の合成は、メチオニンをコードする開始コドン（AUG）から始まることが知られている。図2の mRNA をもとに合成されたタンパク質では、先頭から3番目のアミノ酸はアラニンである。先頭から（ア）2番目、（イ）4番目、（ウ）5番目のアミノ酸は何か。表1の遺伝暗号表をもとに最も適当なものを1～10から一つずつ選んでマークせよ。

5' -CCC AGG AUG CAG GCC CUG GUG CUA CUC- 3'

図2

コドンの1番目の塩基	コドンの2番目の塩基				コドンの3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン (Phe)	セリン (Ser)	チロシン (Tyr)	システイン (Cys)	U
	ロイシン (Leu)		終始コドン	終始コドン	A
				トリプトファン (Trp)	G
C	ロイシン (Leu)	プロリン (Pro)	ヒスチジン (His)	アルギニン (Arg)	U
			グルタミン (Gln)		C
					A
					G
A	イソロイシン (Ile)	トレオニン (Thr)	アスパラギン (Asn)	セリン (Ser)	U
			C		
	メチオニン (Met)		リシン (Lys)	アルギニン (Arg)	A
			G		
G	バリン (Val)	アラニン (Ala)	アスパラギン酸 (Asp)	グリシン (Gly)	U
			グルタミン酸 (Glu)		C
					A
					G

表1 遺伝暗号表

- |            |          |             |
|------------|----------|-------------|
| 1. アラニン    | 2. グルタミン | 3. アスパラギン酸  |
| 4. トリプトファン | 5. ロイシン  | 6. バリン      |
| 7. システイン   | 8. グリシン  | 9. フェニルアラニン |
| 10. アルギニン  |          |             |

問5 図2のヌクレオチド鎖の先頭から22番目の塩基がUに置き換わったとする。このヌクレオチド鎖を mRNA として合成されたタンパク質に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～8から一つ選んでマークせよ。

1. 6番目のアミノ酸が、アスパラギン酸からヒスチジンに置き換わった。
2. 6番目のアミノ酸が、バリンからロイシンに置き換わった。
3. 6番目のアミノ酸が、ロイシンからフェニルアラニンに置き換わった。
4. 6番目のアミノ酸が、プロリンからセリンに置き換わった。
5. アミノ酸配列の変化はなかった。
6. タンパク質の合成が途中で停止した。
7. コドンの読み枠がずれて、タンパク質のアミノ酸数が少なくなった。
8. コドンの読み枠がずれて、タンパク質のアミノ酸数が多くなった。

問6 下線部③について、ある生物に由来する2本鎖DNAを調べたところ、2本鎖DNAの全塩基数の30%がアデニンであった。この2本鎖DNAの一方の鎖をX鎖、もう一方の鎖をY鎖として、さらに詳しく調べたところ、X鎖DNAの全塩基数の16%がシトシンであった。このとき、Y鎖DNAの全塩基数に占めるシトシンの占める割合(%)はいくらか。あてはまる整数を0～9から選んでマークせよ。ただし、十の位の数字が存在しないときは、十の位に0(ゼロ)をマークせよ。

解は (a) (b) %である。

問7 下線部④について、真核生物においてポリペプチド鎖の合成にかかわる細胞小器官はどれか。最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

1. リソソーム
2. ゴルジ体
3. ミトコンドリア
4. リボソーム
5. 核

Ⅲ 刺激の受容と感覚に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

ヒトはさまざまな刺激を受容して、これに対する反応を示す。刺激を受ける器官を受容器といい、それぞれ 特定の刺激だけに反応する。受容器で生じた信号は [A] 神経系を通じて、脳などの中樞神経系に伝えられ、そこで処理されたのちに筋肉などの [B] に伝えられて反応が起こる。

ヒトの眼は [C] 体を通した光を受容し、光を受容する細胞としてはたらく [D] 細胞が1層に並んだ [E] をもつ。[D] 細胞はさらに、形状の違いから <sup>すい</sup>錐体細胞とかん体細胞に区別される。錐体細胞には3種類が存在し、それぞれ特定の範囲の波長に反応する。錐体細胞からの情報が [F] に伝わることで色を識別することができる。

眼に入る光の量は、[G] が伸縮して [H] の大きさが変化することで調節されている。③ 明るいところから急に暗い場所に入ると、最初は真っ暗で何も見えないが、10分ほどいると周囲が見えるようになる。

問1 文中の [A] ～ [H] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から一つずつ選んでマークせよ。

- |             |        |        |        |
|-------------|--------|--------|--------|
| 1. 瞳孔       | 2. 末梢  | 3. 運動  | 4. 感覚器 |
| 5. 効果器（作動体） | 6. 水晶  | 7. 虹彩  | 8. 視   |
| 9. 網膜       | 10. 大脳 | 11. 間脳 | 12. 光  |

問2 下線部①について、表1は刺激と受容器、それによって生じる感覚をまとめたものである。

ア～ウにあてはまる語句として最も適切な組み合わせを1～4から一つ選んでマークせよ。

表1 ヒトの受容器と適刺激

刺激	受容器	受容器	感覚
体の傾き	耳	ア	ウ
空気中の化学物質	鼻	イ	嗅覚
液体中の化学物質	舌	味覚芽	味覚

選択肢	ア	イ	ウ
1	半規管	嗅上皮	聴覚
2	半規管	繊毛	平衡覚
3	前庭	繊毛	聴覚
4	前庭	嗅上皮	平衡覚

問3 下線部②について、図1はヒトの3種類の錐体細胞が反応する光の波長と光の吸収率の関係をグラフであらわしたものである。①～③がどの錐体細胞に相当するかについて、最も適当な組み合わせをa～dから一つ選んでマークせよ。

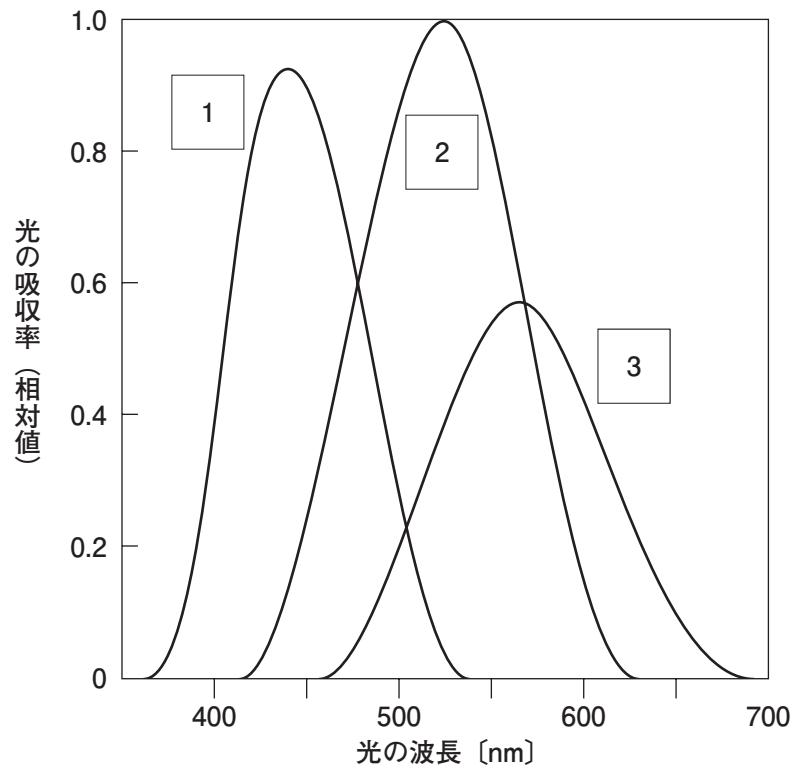


図1 ヒトの錐体細胞と光の吸収率

選択肢	①	②	③
a	赤	青	緑
b	青	緑	赤
c	緑	赤	青
d	青	赤	緑

問4 通常、ヒトが認識できる信号機の色は赤、黄、緑である。しかし、イヌなどほとんどの哺乳類は、青の波長と赤から緑の波長に対応した2種類の錐体細胞しかもたない。この場合、信号機の色はどのように見えると考えられるか。最も適当なものを1～3から一つ選んでマークせよ。

1. 赤、黄、緑をそれぞれ色の違いとして識別できる。
2. 色を識別できない。
3. 赤と緑を色の違いとして識別することができない。

問5 下線部③について、この現象は暗順応とよばれる。暗順応のしくみに関する記述として最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

1. 視細胞の光に対する感度が下がる。
2. かん体細胞に含まれるロドプシンが分解され、減少する。
3. かん体細胞に含まれるロドプシンが蓄積される。
4. 錐体細胞に含まれるロドプシンが分解され、減少する。
5. 錐体細胞に含まれるロドプシンが蓄積される。

IV 植物の環境応答に関する次の文を読み、問1～3に答えよ。(25点)

季節によって開花する植物の種類は異なるが、これは 花芽の形成に環境要因が影響している ためである。<sup>①</sup> 日長は花芽を形成する重要な要因の一つであり、花芽形成が日長の変化に<sup>②</sup> 応答して起こることは代表的な [ア] 周性の現象である。植物は日長の情報を連続した [イ] の長さで感知しており、花芽形成が促進される日長の条件の違いで短日植物や長日植物に分類される。また一方で、日長に関係なく花芽を形成する [ウ] 植物に分類されるものもある。上記の連続した [イ] の長さについて、花芽の形成が起こる境界となる長さを限界 [イ] といい、短日植物の場合は限界 [イ] より連続した [イ] の長さが [エ] 場合に花芽を形成する。

植物が日長を感知する器官はおもに [オ] であることがわかっており、その情報が [カ] に伝えられて花芽形成が起こる。情報伝達には [キ] とよばれる物質が関与している。

問1 文中の [ア] ～ [キ] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～16から一つずつ選んでマークせよ。

- |          |            |            |           |
|----------|------------|------------|-----------|
| 1. オーキシン | 2. 光       | 3. 無限      | 4. 暗期     |
| 5. 中性    | 6. 茎       | 7. 長い      | 8. 気孔     |
| 9. 葉     | 10. 明期     | 11. 日      | 12. 生長点   |
| 13. 短い   | 14. 茎頂分裂組織 | 15. 根端分裂組織 | 16. フロリゲン |

問2 下線部①の花芽の形成に関係する環境要因として生育時の温度もある。例えば、秋まきのコムギの種子を春にまくと、葉が茂るばかりで花芽ができない。以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 秋まきコムギを春にまいてその年の夏に結実させるために、発芽後の種子に対して行う処理として最も適当なものをa～dから一つ選んでマークせよ。

- 30℃に設定した恒温器中で乾燥しないように注意して5日間保管する。
- 4℃の冷蔵庫中で乾燥しないように注意して5日間保管する。
- 適度な濃度のオーキシンによる処理を行う。
- 適度な濃度のアブシシン酸による処理を行う。

(2) (1) のような処理によって花芽形成が促進される現象は「□化」と呼ばれる。□にあてはまる語句として最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 春                      2. 夏                      3. 秋                      4. 冬

(3) (2) の処理の生物学的意義として最も適当なものはどれか。1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 光合成を活発にして、成長を促進するため。  
2. 厳しい冬を越えてから開花・結実するため。  
3. 病気に対する抵抗力をつけるため。  
4. 根を深く伸ばすため。

問3 a～dの記述は光に対する植物の反応について記されたものである。このうち、下線部②のような花芽形成において日長が関連していることの例として最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 秋咲き品種のキクの生産では、春から夏にかけて夜間に2～3時間程度電照を行うことで、通常は秋に出荷するキクの花を1～3月に出荷している。  
b. 冬季のハウス栽培のトマト生産において、夜間に電照を行うことで果実の形成を促進している。  
c. ナスの栽培において、白いマルチ（ポリエチレン製のフィルム）でうねを覆い日光を乱反射させることで果実の形成を促進している。  
d. 水田地帯の道路では、イネの開花や出穂をさまたげないために、街灯が設置されていない場合が多い。

1. (a, b)                      2. (a, c)                      3. (a, d)  
4. (b, c)                      5. (b, d)                      6. (c, d)