

※一般は物理・化学・生物から2科目選択  
学士は化学・生物必須

試験時間 100分

- 注意事項**
- この科目の問題用紙は11ページ、解答用紙はマークカード1枚である。
  - 問題用紙の表紙の注意事項をよく読み、解答は解答用紙(マークカード)の指定された箇所に記入すること。
  - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
  - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

【1】 体温の調節に関する以下の問に答えなさい。

問1 体温の調節に必要な熱は、主にATPの生成や消費の過程で産生される。ATPの生成についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

グルコースを空気中で燃焼させると、水と二酸化炭素が生成されるが、このときグルコースが蓄えていた化学エネルギーの一部は光や熱のエネルギーとして放出される。一方、グルコースが細胞内で好気呼吸の基質となると、, ,  という3つの過程を経て代謝され、その化学エネルギーの一部はATPの化学エネルギーとして蓄えられる。グルコース1分子がとで代謝されると、合計で分子のATPと分子の還元型補酵素Xが生成される。ただし、では分子のATPが消費される。生成された還元型補酵素Xは、ミトコンドリアのに存在するへ運ばれる。では、還元型補酵素Xから電子と水素イオンが放出され、電子はシトクロムなどの間を次々に受け渡される。このときに放出されるエネルギーを使って、水素イオンはいったんから膜間腔へ運び出される。生じた水素イオンの濃度差は、水素イオンがに存在するATP合成酵素を通してへ戻されることによって解消される。このとき、最も効率が良い場合、分子のATPが生成される。したがって、好気呼吸全体ではグルコース1分子当たり、正味で最大分子のATPが生成される。

- 文中の～のそれぞれに最も適切な語を答えなさい。  
 ① アルコール発酵      ② 解糖系      ③ 外膜  
 ④ カルビンベンソン回路      ⑤ クエン酸回路      ⑥ グラナ  
 ⑦ 細胞質基質      ⑧ ストロマ      ⑨ 炭酸同化  
 ⑩ チラコイド      ⑪ 電子伝達系      ⑫ 内膜  
 ⑬ 乳酸発酵      ⑭ マトリックス
- 文中の～に当てはまる数字として、最も適切な組み合わせを答えなさい。  
 ① ア, 4 ; イ, 6 ; ウ, 2 ; エ, 34 ; オ, 36      ⑦ ア, 6 ; イ, 12 ; ウ, 2 ; エ, 34 ; オ, 38  
 ② ア, 4 ; イ, 6 ; ウ, 2 ; エ, 24 ; オ, 26      ⑧ ア, 6 ; イ, 24 ; ウ, 4 ; エ, 24 ; オ, 26  
 ③ ア, 4 ; イ, 24 ; ウ, 2 ; エ, 34 ; オ, 36      ⑨ ア, 8 ; イ, 6 ; ウ, 2 ; エ, 34 ; オ, 40  
 ④ ア, 4 ; イ, 24 ; ウ, 2 ; エ, 24 ; オ, 26      ⑩ ア, 8 ; イ, 6 ; ウ, 4 ; エ, 24 ; オ, 28  
 ⑤ ア, 6 ; イ, 6 ; ウ, 2 ; エ, 34 ; オ, 38      ⑪ ア, 8 ; イ, 24 ; ウ, 2 ; エ, 34 ; オ, 40  
 ⑥ ア, 6 ; イ, 6 ; ウ, 4 ; エ, 24 ; オ, 26      ⑫ ア, 8 ; イ, 24 ; ウ, 4 ; エ, 24 ; オ, 28
- グルコース1 molを空気中で完全に燃焼させると686 kcalの熱が放出される。一方、ATP 1 molがADPとリン酸に分解するとき、7.3 kcalのエネルギーを放出する。グルコースが好気呼吸を経て代謝されたとき、ATPの化学エネルギーとして蓄えられるのは、グルコースを燃焼させたときに放出される熱エネルギーの最大何%に相当するか、小数点以下第1位を四捨五入して最も適切な数値を答えなさい。  
 ① 28      ② 30      ③ 38      ④ 40      ⑤ 43
- 骨格筋が収縮するには、ATPが必要である。このときに、ATPが放出する化学エネルギーのおよそ45%は仕事のエネルギーに変換されるが、残りは熱エネルギーとなる。骨格筋において、グルコースから生成されたATPがすべて収縮活動に消費されると仮定したとき、仕事に変換されるのは、グルコースが燃焼において放出する熱エネルギーの最大何%に相当するか。小数点以下第1位を四捨五入し、それぞれの数字を直接マークして答えなさい。ただし、は10の位の数字、は1の位の数字をそれぞれ表す。  
  %

問2 体温の調節についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

13～54℃の乾燥した空気中では、健康な人は裸のとき、身体の深部の体温を36.1～37.7℃に維持することができる。これは体温調節中枢が、37℃前後のある決められた温度を境界として体温が高過ぎ、あるいは低過ぎであることを感知し、内分泌系および自律神経系を介して体温を低下あるいは上昇させる反応を引き起こすことによる。このあらかじめ決められた温度をセットポイントと呼ぶ。

季節が秋から冬へ移るなど、気温が次第に低下してくると、寒冷が刺激となって視床下部からが分泌される。このホルモンは、に作用しての分泌を促進する。

は、次にからのの分泌を促す。は、細胞の一般的な代謝活動を活性化して熱産生を増加させる。一方、冬期に暖房の効いた部屋から急に寒い屋外へ出ると、の働きが高まり、皮膚の血管や立毛筋が収縮し、熱の放散を抑える。また、の働きによりからが分泌され、代謝を高めることで熱産生を増やす。

- 文中の～のそれぞれに最も適切な語を答えなさい。  
 ① 運動神経      ② 延髄      ③ 肝臓      ④ 交感神経  
 ⑤ 甲状腺      ⑥ 骨格筋      ⑦ 十二指腸      ⑧ 脳下垂体後葉  
 ⑨ 脳下垂体前葉      ⑩ 副交感神経      ⑪ 副甲状腺      ⑫ 副腎髄質  
 ⑬ 副腎皮質      ⑭ ラングルハンス島A(α)細胞      ⑮ ラングルハンス島B(β)細胞
- 下線部が存在する部位として最も適切なものを答えなさい。  
 ① 延髄      ② 間脳      ③ 小脳      ④ 脊髄      ⑤ 大脳      ⑥ 中脳
- 文中の～に当てはまるホルモンとして、最も適切な組み合わせを答えなさい。  
 ① 、副腎皮質刺激ホルモン；      、チロキシン；  
、成長ホルモン；      、アセチルコリン  
 ② 、副腎皮質刺激ホルモン；      、糖質コルチコイド；  
、成長ホルモン；      、アドレナリン  
 ③ 、副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン；      、副腎皮質刺激ホルモン；  
、鉱質コルチコイド；      、アセチルコリン  
 ④ 、副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン；      、副腎皮質刺激ホルモン；  
、糖質コルチコイド；      、アセチルコリン  
 ⑤ 、甲状腺刺激ホルモン；      、糖質コルチコイド；  
、成長ホルモン；      、インスリン  
 ⑥ 、甲状腺刺激ホルモン；      、糖質コルチコイド；  
、チロキシン；      、インスリン  
 ⑦ 、甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン；      、甲状腺刺激ホルモン；  
、バラトルモン；      、アセチルコリン  
 ⑧ 、甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン；      、甲状腺刺激ホルモン；  
、チロキシン；      、アドレナリン  
 ⑨ 、成長ホルモン；      、副腎皮質刺激ホルモン；  
、チロキシン；      、アセチルコリン  
 ⑩ 、成長ホルモン；      、甲状腺刺激ホルモン；  
、バラトルモン；      、アドレナリン

4. かぜを引くと発熱が起こる。このとき、体温が上昇する前にはひどく寒さを感じる。しかし、いったん体温が上昇すると、暑くも寒くも感じなくなる。一方、発熱を引き起こす原因が取り除かれると、激しい発汗が起こり、平熱へ回復する。このことから、発熱状態ではどのようなことが起こっていると考えられるか、適切なものを答えなさい。 [ 16 ]
- A. 内分泌系や自律神経系の機能が破綻して、熱の産生が亢進している。  
 B. 内分泌系や自律神経系の機能が破綻して、熱の放散が低下している。  
 C. 内分泌系や自律神経系の機能が破綻して、熱の産生と放散のバランスが破綻している。  
 D. 体温調節中枢におけるセットポイントが上昇している。  
 E. 真夏に厚着をした場合と同様なメカニズムで体温は上昇している。
- ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ    ④ Dのみ    ⑤ Eのみ  
 ⑥ AとC    ⑦ AとE    ⑧ BとD    ⑨ BとE    ⑩ CとD  
 ⑪ CとE    ⑫ AとBとE    ⑬ AとDとE    ⑭ BとDとE    ⑮ CとDとE

【II】 眼の形成と眼のタンパク質に関する以下の間に答えなさい。

問 1 イモリの眼の形成についての次の文を読み、以下の間に答えなさい。

初期原腸胚の [ 17 ] は陥入の進行につれて胚内部に潜り込み、 [ 18 ] に働きかけて、 [ 18 ] から神経管を形成させる。発生の進行に伴い、神経管はさらに [ 19 ] と [ 20 ] に分化する。次いで、 [ 19 ] の左右の一部がふくらみ、一對の [ 21 ] が形成される。その後、 [ 21 ] は表皮に面した部分がくぼんで [ 22 ] へと変化する。 [ 22 ] はこれに接する表皮に働きかけ、表皮から水晶体を形成させ、水晶体は表皮に働きかけて表皮から [ 23 ] を形成させる。発生過程では、胚のある領域がそれと接する領域に働きかけて、細胞を分化させる現象が連鎖的に起こり、複雑な眼の構造が形成される。

1. 文中の [ 17 ] ~ [ 23 ] のそれぞれに最も適切な語を答えなさい。
- ① 外胚葉    ② 角膜    ③ ガラス体    ④ 眼杯  
 ⑤ 眼胞    ⑥ 強膜    ⑦ 結膜    ⑧ 原口背唇部  
 ⑨ 脊索    ⑩ 脊髄    ⑪ 内胚葉    ⑫ 脳
2. 下線部の現象を何と呼ぶか、最も適切な語を答えなさい。 [ 24 ]
- ① 鍵刺激    ② 形質転換    ③ 原腸形成    ④ 交換移植    ⑤ 再生  
 ⑥ 接合    ⑦ 胚葉形成    ⑧ 変態    ⑨ 誘導    ⑩ 連鎖
3. 下線部の働きかけをする領域は何と呼ばれるか、最も適切な語を答えなさい。 [ 25 ]
- ① 原基    ② 形成体    ③ 作動体    ④ 動原体  
 ⑤ 誘導体    ⑥ 予定神経域    ⑦ 予定表皮域

問 2 水晶体を構成するタンパク質についての次の文を読み、以下の間に答えなさい。

水晶体はクリスタリンと呼ばれるタンパク質から構成され、光を屈折させるレンズとしての働きをもつ。ヒトを含む哺乳動物は $\alpha$ A-クリスタリンと $\alpha$ B-クリスタリンというよく似たタンパク質をもつ。これらを作り出す遺伝子は互いに相同性が高く、祖先となった遺伝子が重複して作られたと考えられる。スバラックスはネズミと近縁のげっ歯類に属する動物で、地中で生活する。スバラックスの眼は退化しており、頭部は毛で覆われている。頭部の皮膚の下には痕跡程度の水晶体が残っているが、レンズとしての働きはない。スバラックスを含むげっ歯類の動物5種の $\alpha$ A-クリスタリンのアミノ酸配列を調べたところ、スバラックス以外のげっ歯類ではアミノ酸配列は完全に同一であった。一方、スバラックスではそれ以外の動物と比べて9カ所でアミノ酸が変化していた。

1. スバラックス以外の動物には見られない $\alpha$ A-クリスタリンのアミノ酸の変化が、スバラックスだけに見られる現象について、以下の間に答えなさい。

- (1) この現象を説明する仮説として最も適切なものを答えなさい。 [ 26 ]
- ① 隔離説    ② 自然選択説    ③ 自然発生説  
 ④ 前成説    ⑤ 分子進化の中立説    ⑥ 用不用の説
- (2) [ 26 ] の提唱者として最も適切な人物を答えなさい。 [ 27 ]
- ① ウォレス(ウォーレス)    ② 木原均    ③ 木村資生  
 ④ シャルガフ    ⑤ ダーウィン    ⑥ 利根川進  
 ⑦ ド・フリース    ⑧ マーギュリス(マールグリス)    ⑨ ラマルク
- (3) この現象を [ 26 ] に基づいて説明した $\alpha$ A-クリスタリンの遺伝子に関する記述の組合せとして最も適切なものを答えなさい。 [ 28 ]
- A. スバラックスで遺伝子突然変異が起きた頻度は、他の4つの動物種より高い。  
 B. スバラックスで遺伝子突然変異が起きた頻度は、他の4つの動物種と同じである。  
 C. スバラックスで遺伝子突然変異が起きた頻度は、他の4つの動物種より低い。  
 D. スバラックスで起きた遺伝子突然変異の結果は、生存に有利であった。  
 E. スバラックスで起きた遺伝子突然変異の結果は、生存に不利であった。  
 F. スバラックスで起きた遺伝子突然変異の結果は、生存に有利でも不利でもなかった。
- ① AとD    ② AとE    ③ AとF    ④ BとD    ⑤ BとE  
 ⑥ BとF    ⑦ CとD    ⑧ CとE    ⑨ CとF

2. 集団内における遺伝子頻度の変化を [ 26 ] で説明するとき、この変化をもたらすしくみとして最も適切なものを答えなさい。 [ 29 ]

- ① 遺伝的浮動    ② 環境変異    ③ 共進化  
 ④ 生殖的隔離    ⑤ 地理的隔離    ⑥ 適者生存

3. スバラックスの $\alpha$ A-クリスタリンのアミノ酸に変化をもたらした遺伝子突然変異が起こった細胞として、最も適切なものを答えなさい。 [ 30 ]

- ① 角膜の細胞    ② かん体細胞    ③ 視神経細胞  
 ④ 初期原腸胚の表皮の細胞    ⑤ 神経管の細胞    ⑥ 水晶体の細胞  
 ⑦ 錐体細胞    ⑧ 生殖細胞    ⑨ 脳の神経細胞

4. スバラックスの進化の過程で起こった以下のA~Cの出来事を、古いものから新しいものの順に並べたものとして最も適切なものを答えなさい。 [ 31 ]

- A. ここで調べた動物の共通の祖先からスバラックスが分岐した。  
 B. 祖先遺伝子の重複により、 $\alpha$ A-クリスタリンと $\alpha$ B-クリスタリンの遺伝子が形成された。  
 C.  $\alpha$ A-クリスタリンにおけるアミノ酸置換が蓄積した。
- ① A→B→C    ② A→C→B    ③ B→C→A  
 ④ B→A→C    ⑤ C→A→B    ⑥ C→B→A

5. 進化の過程でタンパク質のアミノ酸配列が変化する速さはタンパク質ごとに、あるいは同一のタンパク質分子の中でも領域によって違いがある。さまざまな生物種において以下のタンパク質のアミノ酸配列を調べたとき、アミノ酸配列が変化する速さ(例えば100年の間に、タンパク質のアミノ酸100個当たり何個のアミノ酸が変化するか)が最も速いものを答えなさい。 [ 32 ]

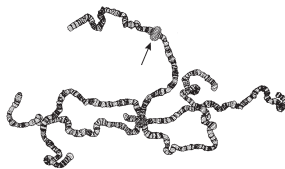
- ① ヒストンのなかでDNAと結合する領域  
 ② フィブリンノーゲンのなかでフィブリンが形成されるときに除去される領域  
 ③ トリプシンのなかで基質と結合する領域  
 ④ ヘモグロビンのなかでヘムと結合する領域  
 ⑤ インスリン受容体のなかでインスリンと結合する領域

【Ⅲ】 染色体に関する以下の間に答えなさい。

問 1 キイロショウジョウバエのだ腺染色体についての以下の間に答えなさい。

1. 細胞 1 個当たりのだ腺染色体の本数として最も適切な値を答えなさい。
- ① 3      ② 4      ③ 5      ④ 6      ⑤ 7      ⑥ 8
2. だ腺染色体についての記述として適切なものを答えなさい。
- A. 減数分裂の途中で停止して、この染色体をもつ細胞の核相は複相である。  
 B. 減数分裂が終了して、この染色体をもつ細胞の核相は単相である。  
 C. 相同染色体が対合している。  
 D. 各染色体の長さは分裂中期の二価染色体とほぼ同じである。  
 E. 細胞内では核膜に囲まれていない。
- ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ    ④ Dのみ    ⑤ Eのみ  
 ⑥ AとC    ⑦ AとD    ⑧ AとE    ⑨ BとC    ⑩ BとD  
 ⑪ BとE    ⑫ CとD    ⑬ CとE    ⑭ DとE

3. 右の図はキイロショウジョウバエのだ腺染色体のスケッチである。図中の矢印で示された部分は他の部分に比べて膨らんでおり、横縞が不明瞭である。この部分の名称として最も適切なものを答えなさい。



- ① イントロン    ② エキソン    ③ オペロン    ④ パフ    ⑤ プラスミド
4.  が生じたとき、  の中で働くものとして適切なものを答えなさい。
- A. 遺伝子の調節タンパク質    B. プライマー    C. リボソーム  
 D. ATP 合成酵素    E. DNA ポリメラーゼ    F. DNA リガーゼ  
 G. RNA ポリメラーゼ
- ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ    ④ Dのみ    ⑤ Eのみ  
 ⑥ AとB    ⑦ AとC    ⑧ AとD    ⑨ AとE    ⑩ AとF  
 ⑪ AとG    ⑫ BとC    ⑬ BとD    ⑭ BとE    ⑮ BとG

5. 1 本のだ腺染色体には、二重らせんの DNA 鎖が約 1000 本含まれている。これはだ腺細胞が核分裂せずに DNA 複製をくり返したからである。最後の細胞分裂終了後、このだ腺染色体が形成されるまでに、DNA の複製が何回くり返されたか、最も適切な回数を答えなさい。ただし、1 回の複製ごとに DNA の本数は倍加されるものとする。

① 5 回      ② 6 回      ③ 7 回      ④ 8 回  
 ⑤ 9 回      ⑥ 10 回      ⑦ 11 回      ⑧ 12 回

問 2 染色体の構造についての次の文を読み、以下の間に答えなさい。

ヒトの G<sub>2</sub> 期の体細胞の核 1 個には  個の DNA 分子が含まれている。これらすべての分子を二重らせん構造を保ったまま伸ばして縦につなげると、全長は約  m になり、塩基対の数は全部で約  億個になる。このように長い DNA 分子を狭い核の中に収めるため、DNA は多数のヒストンに巻かれて存在しており、ヒストンに巻き付いている部分と、巻き付いていない部分が交互にくり返している。ヒストンは円盤状の形をしており、DNA は円盤の周囲を円を描くように取り囲んでいる。この状態の DNA を DNA 分解酵素で処理すると、DNA 分解酵素はヒストンに巻き付いている部分の DNA には作用せず、巻き付いていない部分の DNA だけを分解する。ヒストンとヒストンを結ぶ部分の DNA には DNA 分解酵素の作用を特に受けやすい箇所が 1 つあり、ヒストンからその位置までの距離は決まっている。DNA 分解酵素で短時間だけ処理すると、作用を特に受けやすい箇所での切断がまず起こる。このとき、切断される場合と切断されない場合が生じ、短時間処理では塩基対の数にして 200 および 200 の倍数の DNA 断片が多数得られる。さらに処理を続けると、ヒストンに巻き付いていない部分の DNA がほとんどヌクレオチドに分解され、ほぼ一定の長さの DNA 断片が多数得られる。

1. 文中の  ~  のそれぞれに当てはまる数値として最も適切なものを答えなさい。
- ① 1      ② 2      ③ 4      ④ 22      ⑤ 23  
 ⑥ 30      ⑦ 44      ⑧ 46      ⑨ 60      ⑩ 66  
 ⑪ 69      ⑫ 88      ⑬ 92      ⑭ 120      ⑮ 240

2. DNA は 1 つのヒストンに何回巻き付いているか、最も適切な値を答えなさい。ただし、DNA がヒストンに巻き付いた円盤状の構造体の直径を 10 nm、DNA の隣り合う塩基対間の距離を 0.34 nm とする。また、ヒストンとヒストンを結ぶ部分の DNA の塩基対の数は 50 未満である。

① 0.9      ② 1.7      ③ 3.4      ④ 4.5      ⑤ 6.8

3. 下線部で示された二重らせんの DNA 断片 1 本に含まれるリン原子の数として最も近い値を答えなさい。

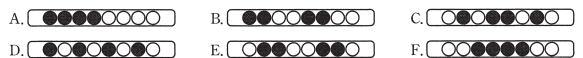
① 20      ② 40      ③ 80      ④ 160  
 ⑤ 240      ⑥ 320      ⑦ 400      ⑧ 480

問 3 減数分裂における染色体の挙動についての以下の間に答えなさい。

1. メンデルの独立の法則が成り立つために必要となる条件を表した記述として適切なものを答えなさい。
- A. 乗換えが起こる染色体の場所は偶然によって決まる。  
 B. 染色体の乗換えは起こらない。  
 C. 減数分裂の第一分裂において、一方の紡錘体の極から伸びてきた紡錘糸がどちらの相同染色体の動原体に付着するかは偶然によって決まる。  
 D. 減数分裂の第一分裂において、一方の紡錘体の極から伸びてきた紡錘糸がどちらの相同染色体の動原体に付着するかはあらかじめ決まっている。  
 E. 減数分裂の第二分裂において、一方の紡錘体の極から伸びてきた紡錘糸が複製した染色体に付いている 2 つの動原体のうち、どちらに付着するかは偶然によって決まる。  
 F. 減数分裂の第二分裂において、一方の紡錘体の極から伸びてきた紡錘糸が複製した染色体に付いている 2 つの動原体のうち、どちらに付着するかはあらかじめ決まっている。
- ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ    ④ Dのみ    ⑤ Eのみ  
 ⑥ Fのみ    ⑦ AとC    ⑧ AとD    ⑨ AとE    ⑩ AとF  
 ⑪ BとC    ⑫ BとD    ⑬ BとE    ⑭ BとF

2. アカバカンガビの接合子は減数分裂を行って四分子を作るが、四分子のそれぞれの細胞はさらに体細胞分裂を行って 8 個の胞子となる。減数分裂は細長い子囊(し)の中で行われるので、分裂中、および分裂後の細胞は一列に並び、途中で並ぶ順番が変わることはない。接合子をもつ一組の対立遺伝子を W と w とする。A ~ F の図は子囊の模式図で、黒丸は遺伝子 W をもつ胞子を表し、白丸は遺伝子 w をもつ胞子を表す。以下の条件のとき、子囊中の胞子の配列として適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

- (1) 遺伝子 W の存在する染色体で乗換えが起こらないとき
- (2) 動原体と遺伝子 W の間の領域で一度だけ染色体の乗換えが起こるとき
- (3) 動原体と遺伝子 W の間の領域外で一度だけ染色体の乗換えが起こるとき



- ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ    ④ Dのみ    ⑤ Eのみ  
 ⑥ Fのみ    ⑦ AとC    ⑧ AとD    ⑨ AとF    ⑩ BとC  
 ⑪ BとD    ⑫ BとF    ⑬ CとD    ⑭ CとF    ⑮ DとF