

2015 年度入学試験問題(前期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 31 ページあり，問題数は，物理 5 問(うちⅣ，Ⅴはどちらかを選択)，化学 4 問，生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に，それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。また，※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて，選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの，および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは，理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子，解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 途中退場または試験終了時には，解答が他の受験生の目に触れないように解答用紙を裏返して，下から順に物理，化学，生物の解答用紙を重ねて，監督者の許可を得た後に退出すること。

生 物

I. 以下の(1)~(10)の間に答えなさい。選択問題は記号で答えなさい。

(1) 次のA~Fを大きい(長い)順に並べなさい。

- A ヒトの脊髄神経 B ヒトの赤血球 C ヒトのヘモグロビン
D T₂ファージ E 大腸菌 F ヒトの卵

(2) 核酸の構成元素でないものを次のA~Gから2つ選びなさい。

- A 酸 素 B 窒 素 C 硫 黄
D 水 素 E ナトリウム F 炭 素
G リ ン

(3) 次のA~Eの中で無性生殖によって増殖が可能なものをすべて選びなさい。

- A スギナの地下茎 B ニワトリ C ヒドラ
D 酵 母 E ショウジョウバエ

(4) 次のA~Eの中からサクラ、ウマ、大腸菌に共通して存在するものをすべて選びなさい。

- A 細胞壁 B 細胞膜 C 葉緑体
D ミトコンドリア E リボソーム

(5) 休息などで緊張がほぐれた状態の時に働く自律神経の名称を書きなさい。

(6) アルコール発酵で1分子のグルコースを分解して得られるATPは何分子か。

(7) 見かけの光合成量は、光合成の全体量から何を引いたものか書きなさい。

- (8) 呼吸運動や心臓の拍動などの中枢があるのは脳のどの部分か答えなさい。
- (9) 気孔の開閉や発芽の抑制などに関与している植物ホルモンを答えなさい。
- (10) ある生物の DNA の塩基組成を調べたところ、アデニンが 22 % であった。この生物の DNA にグアニンは何%含まれているか答えなさい。

Ⅱ 生物と酸素に関する以下の文章を読んで問1～問4に答えなさい。

酸素は地球の空気の約20%を占めており、多くの生物は酸素なしでは生きていくことができない。しかし、酸素は生命が誕生した時から大気中に存在していたわけではなく、現在の大气中の酸素分子は、「ア」と呼ばれる生命活動の結果によって生じたものである。^(a)ヒトは酸素を体内に取り入れて「イ」をすることにより、生命活動を行っている。全ての組織の細胞は酸素を必要としているため、ヒトでは「ウ」というタンパク質を利用した、組織に酸素を送り届けるシステムが存在している。^(b)酸素は組織の細胞内の「エ」と呼ばれる「オ」の中で、エネルギーを生み出すための反応に使われ、「カ」分子になる。酸素を消費する「エ」と「ア」を行う「キ」は、どちらも元々独立した生物であったもの^(c)が、進化の過程で原始的な「ク」の祖先の細胞に取り込まれた後に共生し、やがて現在の「ク」の「オ」になったものと考えられている。

問1 文章中の空らん「ア」～「ク」に最もよくあてはまる言葉を書きなさい。

問 2 下線部(a)の酸素を生み出す生命活動について、以下の問題A)～C)に答えなさい。

- A) (1) 分解により、酸素を発生する物質の分子式を書きなさい。
(2) (1)の物質の分解により、酸素と同時に生じる物質の分子式を書きなさい。

B) 以下の語句は3つのカテゴリー(物質、反応系、反応の起こる場所)に分けることができる。各カテゴリーの語句の中から、酸素の発生に最も関係の深いものを1つずつ選び、番号(1)～(15)で答えなさい。

[語句]

- | | |
|-----------------|------------|
| (1) アンモニア | (2) ATP |
| (3) カルビン・ベンソン回路 | (4) クエン酸回路 |
| (5) クリステ | (6) グルコース |
| (7) クロロフィル | (8) 光化学系 I |
| (9) 光化学系 II | (10) 細胞質 |
| (11) シトクロム | (12) ストロマ |
| (13) チラコイド | (14) 電子伝達系 |
| (15) マトリックス | |

C) 以下の生物の中で、自分で酸素を作り出す能力のあるものをすべて選び、記号(a)～(i)で答えなさい。

- | | | |
|-----------|-------------|------------|
| (a) アオカビ | (b) アゾトバクター | (c) アマガエル |
| (d) イネ | (e) 根粒菌 | (f) ダイズ |
| (g) ネンジュモ | (h) ミドリムシ | (i) 緑色硫黄細菌 |

問 3 下線部(b)の組織に酸素を送り届けるシステムに関して、以下の問題A), B)に答えなさい。

A) (ア)~(ケ)を血液の酸素濃度が最も高いところから血液の循環経路順に並べ、記号(ア)~(ケ)で答えなさい。

- (ア) 右心室 (イ) 右心房 (ウ) 左心室 (エ) 左心房
(オ) 大静脈 (カ) 大動脈 (キ) 肺静脈 (ク) 肺動脈
(ケ) 小腸の毛細血管

B) 上の文章中のタンパク質「ウ」に関する以下の文章(1)~(8)の中から、誤っているものをすべて選び、番号(1)~(8)で答えなさい。

- (1) タンパク質「ウ」を構成するポリペプチドは2種類4本である。
- (2) タンパク質「ウ」の4本のポリペプチドはそれぞれ可変部と定常部と呼ばれる部分からなる。
- (3) タンパク質「ウ」は酵素である。
- (4) タンパク質「ウ」が存在している細胞は血液の有形成分の中で最も数が多い。
- (5) 酸素分圧が低い条件下では、酸素に結合したタンパク質「ウ」の割合が低くなる。
- (6) 二酸化炭素分圧が低い条件下では、酸素に結合していないタンパク質「ウ」の割合がより低くなる。
- (7) タンパク質「ウ」は酸素に結合すると色が変わる。
- (8) 突然変異の結果、タンパク質「ウ」の立体構造が三日月型に変化したために起こる有名な遺伝性の貧血症がある。

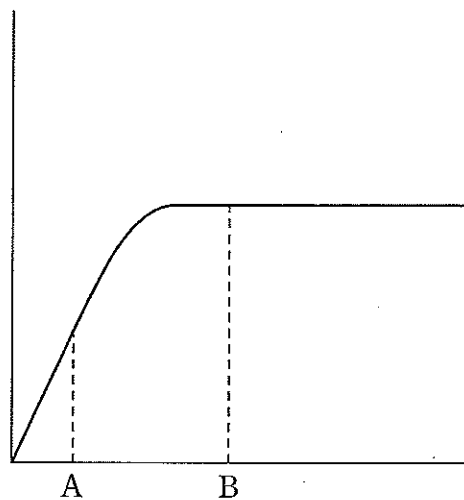
問 4 下線部(c)の「エ」の祖先と「キ」の祖先のうち共生しなかったものは、それぞれ現在のどのような種類の生物になったと考えられているかを答えなさい。

Ⅲ 酵素に関する以下の問1～問4に答えなさい。

問1 以下の文章の空らん「ア」～「ケ」に最もよくあてはまる言葉を書きなさい。

酵素とは生体内で起こるさまざまな化学反応に対して「ア」として機能する分子である。酵素は反応にあたって特定の「イ」だけに作用する「ウ」と呼ばれる性質を持つ。この性質には酵素と「イ」の「エ」が重要な役割をはたしている。酵素反応はまず酵素が「イ」と出会い、「オ」が形成される。そこで反応が起こって「イ」は「カ」になり酵素と離れる。多くの酵素は「キ」であり、熱や極端なpHによって「ク」し、「エ」が破壊されて活性を失う。酵素の中には本体の「キ」以外に「ケ」と呼ばれる小さい有機化合物が活性に必要なものがある。

問2 下図は酵素反応に関係したグラフである。このグラフに関して問題(a), (b)に答えなさい。



(a) 酵素濃度を増やすと A 点 B 点ともに縦軸の値が増加した。このグラフの縦軸と横軸はそれぞれ何であるか、下の語群からあてはまるものを選び、記号ア)～カ)で答えなさい。

(b) 酵素濃度を増やしても B 点の縦軸の値は変わらなかった。このグラフの縦軸と横軸はそれぞれ何であるか、下の語群からあてはまるものを選び、記号ア)～カ)で答えなさい。(3)また、この場合 A 点の値はどうなるかを答えなさい。

「語群」

- | | | |
|---------|---------|-------|
| ア) 温度 | イ) 基質濃度 | ウ) 時間 |
| エ) 生成物量 | オ) 反応速度 | カ) pH |

問 3 以下の文章ア)～オ)にあてはまるものを「語群」(a)～(j)からすべて選び、記号(a)～(j)で答えなさい。あてはまるものがない場合は×で答えなさい。

- ア) 反応生成物は糖である。
- イ) 酵素反応は行わない。
- ウ) 他の酵素を分解する能力がある。
- エ) 至適 pH が 1 である。
- オ) 遺伝子組換えに使われる。

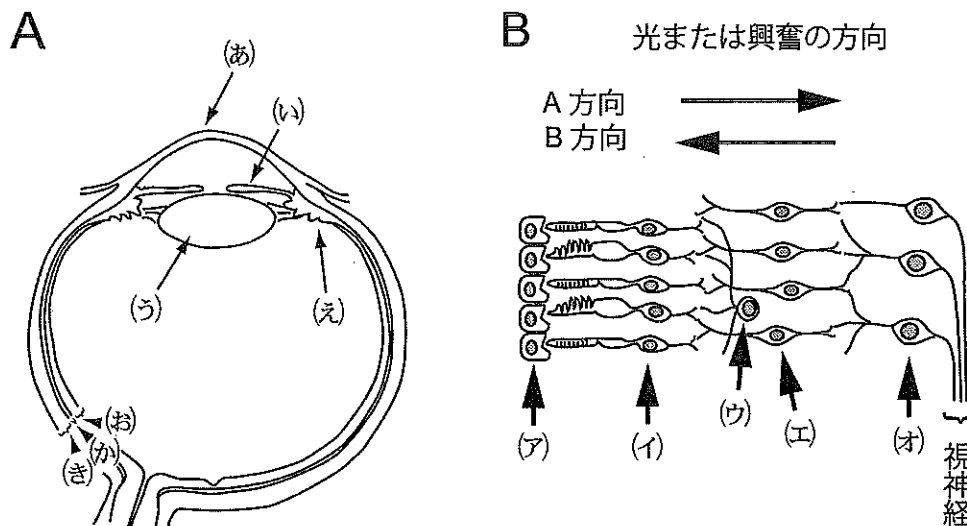
「語群」

- | | |
|---------------|-----------|
| (a) アミラーゼ | (b) カタラーゼ |
| (c) コハク酸脱水素酵素 | (d) 制限酵素 |
| (e) トリプシン | (f) フィブリン |
| (g) ペプシン | (h) マルターゼ |
| (i) リガーゼ | (j) リパーゼ |

問 4 以下の文(1)~(8)の中から、(A)DNA 合成酵素の反応と RNA 合成酵素の反応の両方にあてはまるもの、(B)DNA 合成酵素の反応のみにあてはまるもの、(C)RNA 合成酵素の反応のみにあてはまるもの、(D)どちらにもあてはまらないものをそれぞれ選び、番号(1)~(8)で答えなさい。

- (1) 真核生物では核の中で起こる反応である。
- (2) ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)に利用される反応である。
- (3) リボソームで起こる反応である。
- (4) プロモーターから始まる反応である。
- (5) 基質は4種類のヌクレオチドである。
- (6) この反応のメカニズムはシャルガフの経験則を説明できる。
- (7) 原核生物には存在しない反応である。
- (8) リプレッサーによって抑制を受ける場合がある。

IV 下の図はヒトの目(眼球)と網膜の構造を示している。これについて以下の問1～問7に答えなさい。



問 1 図Aの(i)と(j)の構造と役割をそれぞれの選択肢[構造(a)~(f), 役割(A)~(E)]から選び, 記号で答えなさい。

構造 : (a) こう彩 (b) 水晶体(レンズ) (c) 網 膜
(d) 角 膜 (e) 毛様体 (f) ガラス体

役割 : (A) 目の保護 (B) チン小帯の緊張 (C) 光の量の調節
(D) 光を屈折させて集光 (E) 光の受容

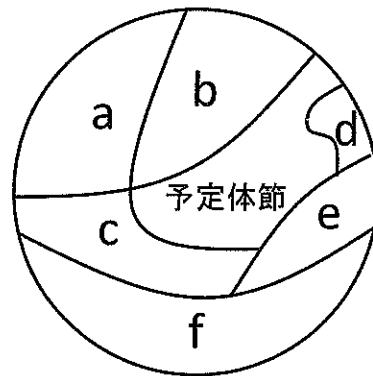
問 2 上の選択肢の構造(a)~(f)の中で, 無色透明な構造をすべて選び, 記号(a)~(f)で答えなさい。

問 3 図Bは網膜の構造を示している。(1)図Bは図Aのどの部分を拡大したものか記号(a)~(k)で答えなさい。(2)また光を感じる細胞はどれか。図Bの記号(ア)~(オ)で答えなさい。

問 4 図Bで、光が網膜を通過する方向はどちらか。また、光を感じる細胞から興奮はどちらの方向に伝達されるか。下の(あ)~(え)の組み合わせのなかから、正しいものを選び、記号(あ)~(え)で答えなさい。

- (あ) 光=A方向 興奮=A方向 (い) 光=A方向 興奮=B方向
 (う) 光=B方向 興奮=A方向 (え) 光=B方向 興奮=B方向

問 5 次の図は横から見たイモリの予定運命図(側板、内胚葉、神経板、脊索前板、脊索、体節、表皮)であるが、イモリの場合、網膜および水晶体はそれぞれどこから発生してくるか。また、原口はどの領域に生じるか。それぞれ記号a~fから選び、記号a~fで答えなさい。



問 6 盲斑および黄斑の特徴についてあてはまるものを、下の(A)~(D)の中からそれぞれすべて選び、記号(A)~(D)で答えなさい。

- (A) 網膜の中央付近にある。
 (B) 視神経(視神経繊維)が通る。
 (C) 視細胞がない。
 (D) かん体細胞が多く分布している。

問 7 遠くまたは近くのものを見るとき毛様筋の状態、水晶体の厚さ、チン小帯の状態の調節について、以下の記号(A)~(G)の中で正しい組み合わせのものを1つ選び、記号(A)~(G)で答えなさい。

	遠 近	毛様筋	水晶体	チン小帯
(A)	遠 く	し 緩	厚 い	ゆるむ
(B)	遠 く	し 緩	薄 い	ゆるむ
(C)	遠 く	し 緩	薄 い	緊 張
(D)	遠 く	収 縮	薄 い	緊 張
(E)	近 く	し 緩	厚 い	ゆるむ
(F)	近 く	収 縮	薄 い	ゆるむ
(G)	近 く	収 縮	薄 い	緊 張

V 次の実験 1～3 に関する文章を読んで以下の問 1～問 4 に答えなさい。

実験 1

タマネギの根端の分裂組織の細胞の核を染色し、細胞分裂の様子を観察した。1000 個の細胞を観察したところ、199 個が細胞分裂をしていた。細胞分裂をしている細胞では、染色体が分裂し両極に移動している途中の細胞が 19 個、分裂した染色体の両極への移動が完了し新しい 2 つの核が形成され始めている細胞が 28 個、凝集した太い糸状の染色体が不規則に存在している細胞が 102 個、赤道面に染色体が整列している細胞が 50 個観察された。このタマネギ根端細胞の細胞周期は 25 時間であった。また、間期は順に G_1 期、S 期、 G_2 期の 3 つに分かれ、S 期で DNA 合成が起こる。それぞれにかかる時間の割合は、 $G_1 : S : G_2 = 10 : 7 : 3$ であった。なお、タマネギの染色体数は $2n = 16$ である。

実験 2

実験 1 と同じ条件で分裂中のタマネギの根端細胞に DNA の合成を阻害する薬剤を添加し、10 時間後に核を染色して細胞分裂の様子を観察した。

実験 3

実験 1 と同じ条件で分裂中のタマネギの根端細胞に紡錘体の形成を阻害する薬剤を添加し、10 時間後に核を染色して細胞分裂の様子を観察した。

問 1 タマネギの体細胞分裂について次の 1～10 の文章の中で、間違っているものをすべて選び、番号 1～10 で答えなさい。

1. 分裂前期の細胞 1 個あたりの DNA 量は G_1 期の 2 倍である。
2. 分裂後期の細胞 1 個あたりの DNA 量は G_2 期の $\frac{1}{2}$ である。
3. 分裂前期の染色体 1 本あたりの DNA 量は分裂後期と同じである。
4. 分裂前期の細胞 1 個あたりの染色体数は 16 本である。
5. 分裂後期の細胞 1 個あたりの染色体数は 32 本である。
6. 分裂終期の細胞 1 個あたりの染色体数は 8 本である。
7. 分裂前期の細胞では相同染色体が 8 対存在する。
8. 分裂中期の細胞では二価染色体が 8 本存在する。
9. 2 回の細胞分裂で母細胞と全く同じ染色体を持つ娘細胞が 4 個出来る。
10. 分裂期には核分裂に続いて細胞質分裂がおこる。

問 2 実験 1 の細胞分裂で観察される正しい結果を次の文章からすべて選び、記号 a～j で答えなさい。

- a. この細胞の分裂前期の長さは約 4.0 時間である。
- b. この細胞の分裂中期の長さは約 1.25 時間である。
- c. この細胞の分裂後期の長さは約 0.7 時間である。
- d. この細胞の G_1 期の長さは約 7 時間である。
- e. この細胞の S 期の長さは約 7 時間である。
- f. この細胞の分裂で最も時間を要さないのは前期である。
- g. この細胞の分裂で最も時間を要さないのは後期である。
- h. 分裂前期の細胞では中心体が分裂している様子が観察された。
- i. 分裂中期の細胞では核小体が観察された。
- j. 分裂終期の細胞では細胞板が観察された。

問 3 実験 2 で観察される細胞分裂の様子について、実験 1 の結果と比較して、どう変化したか。次の 1～12 の文章から正しいものをすべて選び、番号 1～12 で答えなさい。

1. ほとんどすべての細胞が間期になる。
2. ほとんどすべての細胞が分裂前期になる。
3. ほとんどすべての細胞が分裂中期になる。
4. 分裂中期の細胞の割合が増加する。
5. 分裂後期の細胞の割合が増加する。
6. G_1 期の細胞がほとんど存在しない。
7. G_2 期の細胞がほとんど存在しない。
8. 分裂中期の細胞がほとんど存在しない。
9. G_1 期の 2 倍量の DNA を持つ細胞がほとんど存在しない。
10. G_1 期と同量の DNA を持つ細胞がほとんど存在しない。
11. G_1 期の 2 倍量の DNA を持つ細胞の割合が増加する。
12. G_1 期の $\frac{1}{2}$ 量の DNA を持つ細胞の割合が増加する。

問 4 実験 3 で観察される細胞分裂の様子について、実験 1 の結果と比較して、どう変化したか。問 3 の 1～12 の文章から正しいものをすべて選び、番号 1～12 で答えなさい。