

平成21年度 兵庫医科大学 一般入学試験

## 理科（物理，化学，生物）問題

（物理，化学，生物より2科目選択）

（120分・200点）

受験番号	※
------	---

### 【注意】

1. この冊子は，試験開始の合図があるまで開いてはならない。
2. 試験開始の合図の後，上の※印の枠内に受験番号をはっきりと記入しなさい。
3. この冊子には，物理，化学，生物の順に，それぞれの「問題用紙」がとじられている。  
問題の脱落や印刷の汚れに気づいたときは，直ちに監督者に申し出なさい。
4. 問題用紙をこの冊子からはずしてはならない。
5. この冊子とは別に「答案用紙」が用意されている。解答は，すべて答案用紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 問題用紙および答案用紙は持ち帰ってはならない。

科目		物理（桃色）	化学（青色）	生物（黄色）
問題用紙	枚数	2	2	4
	ページ	物1～物4	化1～化4	生1～生7

# 生 物

〔問1〕 下記の間題にA～Eで答えよ。

(1) 体細胞分裂において、染色体が縦裂面で分かれて両極に移動する時期はどれか。

- A. 間期            B. 前期            C. 中期            D. 後期            E. 終期

(2) 相同染色体について、正しい説明はどれか。

- A. 分裂して生じる1対の染色体である。  
B. 体細胞分裂のときに乗り換えが起こる。  
C. 体細胞分裂のときにはみられない。  
D. 減数分裂の際に対合する。  
E. 間期に複製して二価染色体になる。

(3) 植物の光合成について、誤っている説明はどれか。

- A. 温度と光の強さが一定のとき、二酸化炭素の濃度が上限に達するまでは、光合成速度は二酸化炭素の濃度が高くなるに従って大きくなる。  
B. 二酸化炭素の濃度と光の強さが一定のとき、温度が上限に達するまでは、光合成速度は温度が高くなるに従って大きくなる。  
C. 温度と二酸化炭素の濃度が一定のとき、光合成速度は光の強さに応じて増えるが、ある値以上に強くしても増えなくなる。このときの光の強さを光補償点という。  
D. 光がとくに弱い場合、光合成による二酸化炭素の吸収量よりも呼吸による二酸化炭素の放出量の方が多いために、結果として植物は二酸化炭素を放出する。  
E. 光合成による二酸化炭素の吸収量と呼吸による二酸化炭素の放出量がつりあう光の強さは陰生植物に比べて陽生植物の方が高い。

(4) 植物の光合成において、水が分解される過程はどれか。

- A. 光化学系 I  
B. 光化学系 II  
C. 電子伝達系  
D. ATP合成の際  
E. カルビン・ベンソン回路

(5) カイコガの性フェロモンについて、正しい説明はどれか。

- A. 性フェロモンは雄の触角から分泌される。  
B. 雄は性フェロモンを感知すると避けるように行動する。  
C. 性フェロモンを受容するために雌の触角は雄のものより発達している。  
D. 雌は性フェロモンに引きつけられ雄に近づき生殖行動を起こす。  
E. 性フェロモンは雌の腹部末端から分泌される。

(6) ニーレンバーグらが遺伝暗号を解読した実験はどれか。

- A. 色々な生物種から抽出したDNAの塩基組成を分析した。
- B. 大腸菌の抽出物にアミノ酸と人工的に合成したRNAなどを加えた。
- C. 大腸菌のDNA分子中の窒素をより重い同位体に置き換えた。
- D. 大腸菌にバクテリオファージを感染させた。
- E. アカパンカビにX線を照射した。

(7) 好気呼吸のクエン酸回路における化学反応式はどれか。

- A.  $24[\text{H}] + 6\text{O}_2 \rightarrow 12\text{H}_2\text{O} (+34\text{ATP})$
- B.  $2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 20[\text{H}] (+2\text{ATP})$
- C.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 (+2\text{ATP})$
- D.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 4[\text{H}] (+2\text{ATP})$
- E.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 2\text{CO}_2 (+2\text{ATP})$

(8) 聴細胞が存在するのはどこか。

- A. 耳小骨
- B. 鼓室階
- C. コルチ器
- D. 前庭
- E. 半規管

(9) ミトコンドリアについて、誤っている説明はどれか。

- A. ATPを合成する。
- B. 酸素を生産する。
- C. 独自のDNAをもつ。
- D. 内外の二重の膜でできている。
- E. マトリックスで有機物を分解する。

(10) 進化のしくみおよび進化論に関する説で、もっとも新しいのはどれか。

- A. ワグナーの「隔離説」
- B. 木村資生の「中立説」
- C. ラマルクの「用不用の説」
- D. ダーウィンの「自然選択説」
- E. ド・フリースの「突然変異説」

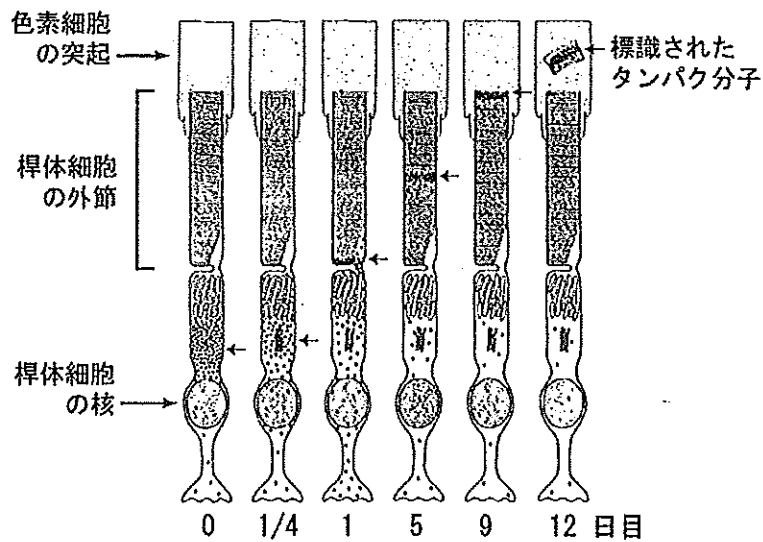
(11) ミドリムシの特徴として、誤っているのはどれか。

- A. 運動性をもつ。
- B. 光合成を行う。
- C. 細胞壁を持つ。
- D. 単細胞生物である。
- E. 真核生物である。

〔問2〕 次の文を読み、下記の間へ答えよ。

動物が発生するとき、発生段階に応じて胚の各部分が形成体として働き、複雑な器官も形成体による誘導の（ア）によって作られる。たとえば、イモリの眼が作られる過程では、原口（イ）が形成体となって、外胚葉から（ウ）を誘導する。（ウ）の前部は脳に分化し、その脳の左右両側に生じるふくらみが眼杯となる。眼杯は次の形成体となって、（エ）から水晶体を誘導する。その水晶体はさらに次の形成体となって、（エ）から（オ）を誘導する。

このような過程で生じた網膜には、桿体細胞と錐体細胞という2種類の視細胞があり、それらは光の刺激を受容して電気的な信号に変え、次の神経細胞に伝達する。外界の光を受容するのは外節とよばれる部分である。視細胞それ自体の寿命は長いが、外節部分の寿命は桿体細胞の場合に約12日間であることが下図の実験によって示された。光を吸収する物質はビタミンA誘導体とタンパク質の複合体である。そのタンパク質を構成するある種のアミノ酸の構成元素を放射性同位元素に置き換えてから、そのアミノ酸を細胞に投与する。放射性アミノ酸は点状に写真に写るため、そのアミノ酸を含むタンパク質も点状に標識されることになる。電子顕微鏡で撮影した結果、そのタンパク質がほぼ12日ごとに更新されていた。そして、色素細胞内には、桿体細胞の外節に由来する細胞片が電子顕微鏡で確認された。また、外節の先端部が脱離して向い側にある色素細胞の突起内に移動する時間経過は光学顕微鏡による観察によって詳しく調べられた。



図：桿体細胞から色素細胞への標識タンパク質の移動

- (1) 文中の (ア) ~ (オ) に適当な用語を入れよ。
- (2) 次の説明は A: 桿体細胞, B: 錐体細胞のどちらの細胞にあてはまるか, A か B で答えよ。
- 黄斑にとくに多く分布する。
  - 色の識別に働く。
  - 薄明かりの下でよく働く。
- (3) 投与直後 (0日目) には, 核に近い細胞質に多くの点状の標識が一面に分布していたが, 数時間後 (1/4日目) にはゴルジ体に点状の標識が高密度に集まっていることが観察された。
- この数時間に投与されたアミノ酸のうちゴルジ体に運ばれたものは, どのような反応を経ていると考えられるか。
  - その反応の場となる顆粒は何か。
  - その際にアミノ酸を運ぶ分子は何か。
- (4) 約1日間で点状の標識のバンドが外節の基部に出現した。その時点から数えて, 点状の標識のバンドが外節の基部から先端部に達するまでに, 何日間かかるか。
- (5) 桿体細胞の外節を光学顕微鏡で倍率 40 の対物レンズで観察したとき, 外節の長さは接眼マイクロメーターで 16 目盛りであった。この同じ設定の顕微鏡で対物マイクロメーターを観察したとき, 対物マイクロメーター (1mm の線分を 100 等分した目盛りが付いている) の 1 目盛りは接眼マイクロメーター (1cm の線分を 100 等分した目盛りが付いている) の 4 目盛りに相当した。
- 外節の長さはいくらか, 単位を付けて記せ。
  - 1日に標識タンパク質がどれだけの長さを移動するか, 単位を付けて記せ。
- (6) 色素細胞は古くなって廃棄された桿体細胞の外節片を取り込んで分解する。このはたらきが損なわれると網膜変性症という病気になるから, 色素細胞は組織を変性から防ぎ, 正常に保つ働きをしていると考えられている。
- このように異物を取り込んで分解する働きは何とよばれるか。
  - 他の組織で, 働きかける相手は違っても同じような働きをもつ細胞はどれか, 記号で答えよ。  
A. 細菌細胞      B. 肝細胞      C. 表皮細胞  
D. 白血球      E. 赤血球

〔問3〕 次の文を読み、下記の問題に答えよ。

分泌物が排出管を通して細胞外の特定の場所に分泌されることを外分泌という。一方、細胞からの分泌物が直接体液中に入って全身に運ばれるようなしくみを内分泌という。中枢で内分泌腺の役割を果たしているのは(ア)と脳下垂体である。自律神経や内分泌腺などが主体となって体内環境を一定範囲に保とうとする性質を〔a〕という。

(イ) ホルモンであるチロキシンが不足すると、(ア)がそれを感知して脳下垂体前葉を刺激するホルモンを分泌する。その作用で脳下垂体前葉から(イ)刺激ホルモンが分泌される。このホルモンは(イ)からのチロキシン分泌を促進する。チロキシンの量が過剰になると、(ア)や脳下垂体がそれを感知して、(イ)刺激ホルモンの分泌量が減少し、それによってチロキシンの分泌も減少する。このように、結果が原因にさかのぼって作用するしくみを〔b〕という。

血糖値もホルモンにより調節を受けている。インスリンは血中のグルコースを肝臓などの細胞に取り込ませて、多糖類の一種である〔c〕として貯蔵する。(ウ)から分泌されるアドレナリンには、これを再びグルコースに分解して血糖値を上げる作用がある。

血糖値が正常範囲の場合、グルコースは腎臓ですべて再吸収されて尿中には排出されないが、血糖値がある閾値を超えると、腎小体の(エ)から(オ)へと濾過されるグルコース量が、(カ)からそれを取りまく(キ)へと再吸収される量を上回るようになり、尿中にグルコースが排出されるようになる。

(1) 文中の(ア)～(ウ)にあてはまる語を以下から選び記号で答えよ。

- A. 視床下部 B. 大脳辺縁系 C. 大脳皮質 D. 大脳髄質 E. 副腎皮質  
F. 副腎髄質 G. 副甲状腺 H. 甲状腺 I. 腎臓 J. 肝臓

(2) 文中の(エ)～(キ)にあてあまる語を以下から選び記号で答えよ。

- A. ぼうこう B. 腎う C. 腎細管 D. 毛細血管  
E. 腎動脈 F. 腎静脈 G. 輸尿管 H. 尿道管  
I. マルピーギ小体 J. 糸球体 K. ボーマンのう

(3) 文中の〔a〕～〔c〕にあてはまるカタカナで表記される用語を答えよ。

(4) 肝臓で作られて胆のうから排出される外分泌液は何か。

(5) (4)の液体はどこへ排出されるか、以下から選び記号で答えよ。

- A. 食道 B. 胃 C. 十二指腸 D. すい臓 E. 大腸

(6) 腎臓でまったく再吸収されないインスリンという物質を健康なヒトの静脈内に注射してその濃度を測定したところ、血漿0.1%、原尿0.1%、尿12%となった。このとき、以下の(ク)～(サ)にあてはまる数値を答えよ。

- ・ 尿におけるイヌリンの濃縮率は(ク)である。
- ・ 原尿の量は、生成される尿の(ケ)倍である。
- ・ 10分間に10m<sup>l</sup>の尿が生成されたとすると、1時間あたりに生成される原尿は(コ) lである。
- ・ 尿素濃度を測定したところ、血漿0.03%、原尿0.03%、尿2.16%であった。このとき、原尿中の尿素の(サ)%が尿中に排出されたことになる。

〔問4〕 次の文を読み、下記の間に答えよ。

5億4千万年前に始まる古生代カンブリア紀になると、海中で多種多様な無脊椎動物が出現したことが知られている。これをカンブリア爆発という。海綿動物、軟体動物、環形動物、節足動物、棘皮動物などが出現し、現在みられるほとんどの動物門がでそろった。

ホヤや動物Xが属する(ア)動物の仲間も、初期の脊椎動物も出現した。ホヤ、動物X、脊椎動物には(イ)を生涯、あるいは発生過程の一時期にもつなど、いくつかの共通点があり、共通の祖先に由来するとみられている。しかし、これらの共通の祖先に類似しているとみられる(ア)動物のホヤや動物Xに比較して、脊椎動物は、体制がはるかに複雑で、精密な神経系を備え、複雑な内分泌系をもっている。免疫は、生まれつき備わった自然免疫と、生後に獲得していく獲得免疫に分けられるが、獲得免疫も、軟骨魚類から(ウ)類に至るまでの有顎脊椎動物のみに存在しているのである。

1970年に、脊椎動物祖先で1度ないし2度の“全ゲノム重複”が起きたとする仮説が大野 乾<sup>すけむ</sup>によって提唱された。当時は遺伝子の情報も少なく、あまり認められていなかった。しかし、2008年6月に動物Xのゲノムが解読され、この動物のゲノムのDNA塩基配列と脊椎動物(ヒト)のゲノムの塩基配列の比較から、染色体上における遺伝子の並び順が動物Xと脊椎動物のゲノム間で類似していることが明らかになり、さらに、動物Xの1ヶ所の染色体断片が脊椎動物ゲノム内での[ n ]箇所の染色体断片に対応することが多いことが示された。このことによって脊椎動物の初期段階でゲノムレベルでの重複が2回起こったことがほぼ証明された。

無脊椎動物から脊椎動物に進化する過程で、発生過程に関与する遺伝子群も多様化したことが知られている。ショウジョウバエを含む昆虫では、体はいくつかの(エ)に区分されており、頭部(エ)からは触角が、胸部(エ)からは3対の(オ)が生える。昆虫の発生過程で体の前後軸に沿って異なる構造がつけられるが、これらの構造の形成に関与する特別な遺伝子群が、1組存在することが知られている。そして、脊椎動物に属するヒトでは、昆虫のこの遺伝子群に相同な[ n ]組の遺伝子群が異なる染色体に存在し、体の前後軸に沿っての、さらに複雑な構造の形成に関与しているのである。このような遺伝子群の存在も脊椎動物祖先での“全ゲノム重複”に応じているとみられている。

- (1) 文中の ( ) 内に適当な語句を入れ、文を完成させよ。また、[ n ] に適切な数値を入れよ。
- (2) 海綿動物、軟体動物、環形動物、節足動物、棘皮動物のなかで、新口（後口）動物に属するものはどれか。
- (3) 下線に示した遺伝子群はホメオティック遺伝子と呼ばれ、その突然変異体では、他の遺伝子の発現が正常に起こらなくなるために、胸部（エ）に一對のはねが余分に形成されたりする。このように、遺伝子の発現に影響を与える遺伝子のことを何と言うか。
- (4) 文中の動物Xに該当する動物名を記せ。
- (5) 「カンブリア爆発」と最も関連するのはどれか、記号で答えよ。  
A. アンモナイトが繁栄した。  
B. 三葉虫類が絶滅した。  
C. バージェス（頁岩）動物群が繁栄した。  
D. 陸上緑色植物が出現した。  
E. 巨大な昆虫が繁栄した。
- (6) 「全ゲノム重複」と最も関係のある染色体の構造あるいは数の変化を記号で答えよ。  
A. 欠失    B. 転座    C. 逆位    D. 異数性    E. 倍数性
- (7) 以下、問9まで脊椎動物の発生について問う。無脊椎動物（たとえばウニ）と脊椎動物を比較したとき、発生初期の発生段階の名称は共通であるが、ある時期から脊椎動物特有の名称が用いられる。その発生段階は何か、カエルやイモリで用いられる名称で答えよ。
- (8) 側板は外胚葉、内胚葉、中胚葉のどれに由来するか。
- (9) 側板から分化するものは何か、記号で答えよ。  
A. 脊椎骨    B. 骨格筋    C. 真皮    D. 心臓    E. 腎臓
- (10) 脊椎動物（ヒト）の神経系について、正しい説明はどれか、記号で答えよ。  
A. ニューロンに多数の突起があるとき、長く伸びた突起は樹状突起とよばれる。  
B. 脊髄では、感覚神経は腹根から入り、運動神経は背根から出ている。  
C. 脊髄の内側には細胞体が集まった灰白質がみられ、外側の白質には神経繊維が束になって通っている。  
D. 間脳には、筋運動を調節し、からだの平衡を保つ中枢がある。  
E. 心臓の拍動を調節する中枢は間脳にある。