

平成19年度入学試験問題

理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ 化学Ⅰ・化学Ⅱ
生物Ⅰ・生物Ⅱ 地学Ⅰ・地学Ⅱ

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は3枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1～8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化学Ⅰ・化学Ⅱ	9～19	
生物Ⅰ・生物Ⅱ	20～31	
地学Ⅰ・地学Ⅱ	32～41	

- 3 選択する科目のすべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙を試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして機の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

生物Ⅰ・生物Ⅱ

第1問

細胞の構造、代謝、タンパク質の機能に関する次の文章を読み、下の問1～問7に答えよ。

細胞は、生物の構造とはたらきの基本単位である。細胞は、核膜で包まれた核の有無により、真核細胞と原核細胞に大別される。いずれの細胞においても、その中で行われる代謝は、酵素とよばれるタンパク質によって触媒される。タンパク質は、多数のアミノ酸がペプチド結合によってつながってできた分子であり、そのアミノ酸配列に依存した特有の立体構造を形成して機能している。

代謝には、エネルギーの吸収あるいは放出が関係している。エネルギーを用いて化学的に簡単な物質からより複雑な物質をつくる過程は、(a) とよばれ、逆に複雑な物質をより簡単な物質に分解してエネルギーを取り出す過程は、(b) とよばれる。これらの過程では、エネルギーの貯蔵と供給の役割をもつ「エネルギー通貨」として(c) が利用される。藻類や植物が行う光合成は、(a) の一つであり、太陽の光エネルギーを利用して水と二酸化炭素 (CO_2) から有機物を合成する。また、呼吸は、(b) の一つであり、これによって有機物が分解されてエネルギーが放出される。緑色の植物のように、外界から取り入れた無機物だけを利用して有機物を合成することができる生物は、(d) 生物とよばれ、一方、動物や菌類のように、自分で無機物から有機物を合成することができず、有機物を摂取して生活している生物は、(e) 生物とよばれる。

タンパク質は、代謝以外にも様々な生命活動にかかわっている。例えば、筋細胞には、(f)、(g) という2種類のタンパク質があり、これらがフィラメントをつくり、(c) のエネルギーを利用して筋肉の収縮を起こしている。また、外界から侵入した有害な物質から身を守るため、その物質と特異的に結合するようにつくられる抗体もタンパク質である。

問1 文章中の (a) ~ (g) に適切な語句を入れよ。ただし、(f) と (g) の解答の順序は問わない。

問2 次の(1)~(4)の記述のうち、誤っているものをすべて選び、番号で答えよ。

- (1) すべての単細胞生物は、核膜に包まれた核をもっていない。
- (2) ラン藻類は、葉緑体で光合成を行う。
- (3) ヒトのからだを構成するすべての細胞は、酸素を利用した好気呼吸によってのみエネルギーを得る。
- (4) 酵素反応の速度は、温度の上昇に伴い増加するが、一定の温度を超えると逆に下がってしまう。

問3 コハク酸脱水素酵素は、コハク酸からフマル酸を生成する酵素である。一定濃度のコハク酸とコハク酸脱水素酵素を含んだ溶液に、コハク酸とよく似た立体構造をもつ物質 (X) を添加すると、フマル酸の生成速度は X が存在しないときより低下した。X がフマル酸の生成速度を低下させた理由を 50 字以内で述べよ。

問4 植物の葉に異なった波長の光を照射すると、光合成の効率が変化する。効率よく光合成が行われる光の波長は、およそ 400 nm~500 nm と 650 nm~700 nm である。これらの波長域で光合成の効率が高くなる理由を述べよ。

問5 カルビンとベンソンは、放射性同位体 ^{14}C を含む CO_2 を緑藻に与え、光合成で CO_2 がどのように有機物に取り込まれるかを調べた。その結果、 CO_2 はまず化合物 A と結合するが、その結果できた化合物はすぐにわかれて 2 分子の化合物 B になることがわかった。化合物 A、B はそれぞれ炭素原子を何個含んだものか。

問6 好気呼吸では、外界から取り入れた酸素分子はミトコンドリアにおいて、何という反応系で使われ、最終的に何という物質になるか。

問7 抗体分子の構造を図示し、抗体を構成する二つのポリペプチド鎖の名称と、抗原との結合にかかわる部位の名称をその図に記せ。

第2問

ヒトのからだとその調節に関する次の文章を読み、下の問1～問6に答えよ。

ヒトは、およそ60兆個の^ア細胞からなる多細胞生物である。ヒトのからだでは、イ同じような形とはたらきをもった細胞が集まって組織をつくり、組織が集まって器官を形成している。器官は、ロ誘導の連鎖によって形成されと考えられており、ハできあがった器官のはたらきも、異なる組織や器官との密接なかかわりによってニ適切に制御されている。このように、ヒトのからだは、ホ細胞間の連携によって成り立っている。

問1 下線部アに関連して、すべての生物の細胞に共通して存在する構造として適当なものを、次の(1)～(9)のうちから二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- | | | |
|-------------|----------|---------|
| (1) 細胞膜 | (2) 細胞壁 | (3) 液胞 |
| (4) リボソーム | (5) 中心体 | (6) 小胞体 |
| (7) ミトコンドリア | (8) ゴルジ体 | (9) 葉緑体 |

問2 下線部イに関連して、ヒトの細胞、組織、器官に関する記述として適当なものを、次の(1)～(8)のうちから二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- (1) はたらきが異なる細胞でも、つくられるタンパク質の種類や量に違いはない。
- (2) はたらきが異なる細胞でも、含まれる細胞小器官の種類や数に違いはない。
- (3) ^{こつずい}骨髄でつくられ胸腺で成熟するリンパ球は、結合組織である血液にも含まれる。
- (4) 外胚葉由来の上皮組織は、消化管内表面にもみられる。
- (5) 皮膚の表皮は外胚葉由来の上皮組織であり、真皮は中胚葉由来の結合組織である。
- (6) すべての筋組織は細胞が融合してできるため、筋細胞は多核である。
- (7) ^{ゆうずい}有髄神経には、^{ずいしょう}髄鞘とよばれる特殊な細胞小器官が存在する。
- (8) 交感神経と副交感神経は自律神経であり、中枢神経系に分類される。

問3 下線部ウに関連する記述として適当なものを、次の(1)～(6)のうちから二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- (1) ^{せきさく}脊索の作用により、外胚葉から神経管が誘導される。
- (2) 神経管の作用により、^{せきずい}脊髄から^{せきつい}脊椎骨が誘導される。
- (3) 内胚葉の作用により、中胚葉から^{がんばい}眼杯が誘導される。
- (4) 眼杯の作用により、中胚葉から水晶体が誘導される。
- (5) 水晶体の作用により、表皮から角膜が誘導される。
- (6) ガラス体の作用により、中胚葉から網膜が誘導される。

問4 下線部エに関する記述として誤っているものを、次の(1)～(8)のうちから二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- (1) 大脳のはたらきにより、目に視覚が生じる。
- (2) 中脳は、眼球の運動を調節する。
- (3) 間脳は、外界の温度が上がったとき、皮膚の毛細血管を収縮させる。
- (4) 延髄^{えんずい}は、心臓の拍動を調節する。
- (5) 脳下垂体は、甲状腺からのホルモン分泌を調節する。
- (6) 副腎は、腎臓での無機塩類の再吸収を調節する。
- (7) 甲状腺は、外界の温度が下がったとき、肝臓での発熱量を増加させる。
- (8) すい臓は、肝臓でのグリコーゲンの合成や分解を調節する。

問5 下線部オに関して、免疫は細胞間の連携によって成り立っている例である。後天性免疫不全症候群（エイズ）は、この連携がくずれることで様々な感染症にかかりやすくなる病気であり、ヒト免疫不全ウイルス（HIV）の感染によって起こる。HIVはT細胞を破壊して体液性免疫の機能を低下させる。体液性免疫においてT細胞はどのような役割をもつかを述べよ。

問6 正常な人の血糖量（血糖値）は、様々な組織や器官の協調的なはたらきによって、常に一定の範囲内に保たれている。成人になって発病した二人の糖尿病患者（患者Aと患者B）にインスリンを注射したところ、患者Aの血糖値は正常な値に戻ったが、患者Bの血糖値には変化がほとんどみられなかった。これらの患者の糖尿病の原因に関する記述として最も適当なものを、次の(1)～(5)のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- (1) 患者Aでは、すい臓のランゲルハンス島のA細胞（ α 細胞）がはたらかなくなった。
- (2) 患者Aでは、肝臓においてインスリンに応答したグリコーゲン合成ができなくなった。
- (3) 患者Bでは、糸球体からポーマン^{のう}嚢にグルコースが流出するようになった。
- (4) 患者Bでは、細尿管をとりまく毛細血管がグルコースを再吸収するようになった。
- (5) 患者Bでは、インスリンに応答したグルコースの細胞へのとりこみが低下した。

第3問

植物の種子発芽に関する次の文章を読み、下の問1～問5に答えよ。

多くの植物の種子は、(a)、(b)、酸素、光などの環境条件がととのわないと発芽しない。このような発生過程の一時的停止を(c)というが、これには植物ホルモンAがかかわる。レタスの種子のように、発芽に光を必要とする種子は、(d)とよばれる。このような種子の発芽には、(e)色の光がとくに有効であり、光はそれを吸収する物質(光受容体)を介して植物ホルモンBの合成を促進し、このホルモンのはたらきで発芽が誘導される。

問1 文章中の(a)～(e)に適切な語句を入れよ。ただし、(a)と(b)の解答の順序は問わない。

問2 植物ホルモンA、Bの名称を答えよ。

問3 植物ホルモンA、Bは、種子の発芽以外にどのような現象にかかわるか。最も適当なものを、次の(1)～(6)のうちからそれぞれ一つずつ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------|------------|-----------|
| (1) 不定根の形成 | (2) 茎の伸長成長 | (3) 頂芽優勢 |
| (4) 根の重力屈性 | (5) 果実の成熟 | (6) 気孔の開閉 |

問4 正常なレタスの種子について、その発芽に及ぼす植物ホルモンと光の影響を調べるため、植物ホルモンと光以外の条件は発芽に適した環境で、**実験1～6**を行った。表1は、**実験1～6**における、培地に加えたホルモンと光条件を示す。表中の光条件の「明」は、発芽に有効な色の光を照射したことを示す。各実験の結果、発芽したと予想される場合を＋，発芽しなかったと予想される場合を－で示せ。

表 1

実験	添加した植物ホルモン	光条件
1	無添加	暗
2	無添加	明
3	植物ホルモンA	暗
4	植物ホルモンA	明
5	植物ホルモンB	暗
6	植物ホルモンB	明

問5 種子発芽に異常を示すレタスの突然変異体X，Y，Zがある。これらについて、表1の**実験1～6**と同じ実験を行ったところ、次のような結果を得た。これらの突然変異体では、どのような原因で発芽の異常が起きていると考えられるか。最も適当なものを、下の(1)～(4)のうちからそれぞれ一つずつ選び、番号で答えよ。

X：**実験2**の結果のみ正常なレタスの場合と異なった。

Y：**実験1～6**すべてで発芽した。

Z：**実験1～6**すべてで発芽しなかった。

- (1) 植物ホルモンAを合成できない。
- (2) 植物ホルモンAの情報を受けとることができない。
- (3) 植物ホルモンBを合成できない。
- (4) 植物ホルモンBの情報を受けとることができない。

第4問

遺伝暗号に関する次の文章を読み、下の問1～問6に答えよ。

タンパク質合成において、DNAのもつ遺伝情報は、まず伝令RNA (mRNA) へと転写され、次いでタンパク質へと翻訳される。mRNAでは、グアニン (G)、アデニン (A)、ウラシル (U)、シトシン (C) の4種類の塩基によって遺伝情報が記述されており、翻訳においては、三つの連続した塩基が、コドンとよばれる一つの単位となってアミノ酸を指定する。以下の**実験1～3**は、どのコドンがどのアミノ酸を指定するのかを調べるために行われた実験の例である。ただし、翻訳産物は主なもののみを記しており、それ以外の産物は無視できるものとする。

実験1 細菌の抽出液に、運搬RNA (tRNA)、アミノ酸などを加え、さらに、人工的に合成した、塩基がAのみからなるRNA (AAAAAAAAA...) を mRNAとして加えた反応液中で翻訳を行わせたところ、リシンのみからなるポリペプチドがつくられた。

実験2 塩基配列が AACAACAACAACAAC... という、AACの繰り返しからなるRNAを mRNAとして用いて**実験1**と同様の実験をしたところ、グルタミンのみからなるポリペプチド、トレオニンのみからなるポリペプチド、アスパラギンのみからなるポリペプチドの混合物がつくられた。

実験3 塩基配列が ACACACACACAC... という、ACの繰り返しからなるRNAを mRNAとして用いて同様の実験をしたところ、ヒスチジンとトレオニンが交互に並んだポリペプチドがつくられた。

問1 ポリペプチドは、アミノ酸がペプチド結合で連なった高分子である。ペプチド結合とはどのような結合かを説明せよ。必要であれば図を添えて説明してもよい。

問2 実験1で、翻訳は反応液中のどこで行われるか。最も適当なものを、次の(1)～(4)のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- (1) ミトコンドリア (2) リボソーム (3) 核
(4) 小胞体

問3 実験1で、反応液に様々な処理を施し、翻訳産物（リシンのみからなるポリペプチド）が検出されるかどうか調べたところ、表2に示す結果を得た。この実験に関する記述として適当なものを、下の(1)～(7)のうちから三つ選び、番号で答えよ。

表 2

反応液に施した処理	翻訳産物
反応に先立ち 95℃で 10 分間加熱した	検出されなかった
DNAを分解する酵素を作用させた	検出された
RNAを分解する酵素を作用させた	検出されなかった
タンパク質を分解する酵素を作用させた	検出されなかった

- (1) 翻訳に必要な成分の中には、高温で処理すると変性し、失活するものがある。
- (2) 翻訳にDNAは必要ない。
- (3) DNAを分解する酵素を作用させると、遺伝情報が失われるため、リシン以外のアミノ酸を含むポリペプチドもつくられる。
- (4) 翻訳にRNAは必要ない。
- (5) DNAかRNAのどちらかがあれば翻訳は行われる。
- (6) タンパク質を分解する酵素は翻訳産物も分解してしまうので、タンパク質を分解する酵素を加えた実験だけでは、翻訳にタンパク質が必要かどうか判断できない。
- (7) 翻訳にはDNA、RNA、タンパク質のすべてが必要である。

問4 実験2で、mRNAの下線部のコドン (AAC) が読まれた場合、次に読まれるコドンは何か。最も適当なものを、次の(1)～(3)のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- (1) AAC (2) ACA (3) CAA

問5 実験1～3の結果から導かれる、リシン、トレオニン、ヒスチジンを指定するコドンを答えよ。

問6 下の文章は、GUG がバリンを指定するコドンであることを示す実験を記述したものである。文章中の (a) ～ (d) にあてはまる最も適切なものを、下の(1)～(12)のうちからそれぞれ一つずつ選び、番号で答えよ。ただし、(a) と (b) の解答の順序は問わない。解答にあたっては、G と U の組み合わせからなるコドンの指定するアミノ酸を示す表3を参考にせよ。

表 3

GGG グリシン	GUG バリン	UGG トリプトファン	UUG ロイシン
GGU グリシン	GUU バリン	UGU システイン	UUU フェニルアラニン

塩基配列が GUGGUGGUG… という、GUG の繰り返しからなる RNA を用いて翻訳を行わせると、バリン、(a)、(b) それぞれのみからなるポリペプチドの混合物が得られた。また、(c) の繰り返しからなる RNA を用いて翻訳を行わせると、バリンと (d) が交互に並んだポリペプチドが得られた。したがって、二つの実験で共通に見られるアミノ酸であるバリンが、共通に見られるコドン GUG に指定されるアミノ酸である。

- (1) グリシン (2) バリン (3) トリプトファン
 (4) ロイシン (5) システイン (6) フェニルアラニン
 (7) UGU (8) GGU (9) UGG
 (10) GU (11) G (12) U