

近畿大学

令和4年度
入学試験問題

理 科

注 意 事 項

(1) 出題科目およびページは、下表のとおりです。次のいずれか2つを選択すること。

科 目	頁	科 目	頁	科 目	頁
物 理	1～8	化 学	1～11	生 物	1～9

(2) 問題は、指示があるまで開かない。

(3) 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること。

(4) 物理、化学、生物の中から2科目のみ解答すること。

医

(令和4年1月30日 一般入試・前期)

生 物

解答は必ず別に配付する解答用紙に記入すること。
漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

生物は有機物を分解することによって、「生体のエネルギー通貨」と喻えられるATPを合成し、生命活動を営んでいる。酸素を用いずに有機物を分解してATPを合成する過程を発酵といい、酸素を用いて有機物を分解し、ATPを合成する過程を呼吸という。酵母は、酸素が少ない時にはアルコール発酵を行って、多量のグルコースを消費する。一方で、酸素が多くなると発酵を抑制して呼吸を促進し、グルコースから効率よくATPを合成する。

呼吸の過程は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3段階の反応からなる。解糖系では、グルコース1分子が分解されて2分子のピルビン酸ができる。この過程では、前半にグルコース1分子あたり 分子のATPが消費され、後半に 分子のATPが合成される。また、解糖系では 酵素によるグリセルアルデヒドリン酸の 反応が進み、 分子の補酵素NAD⁺が還元されて ができる。酵母の行うアルコール発酵では、ピルビン酸が 酵素のはたらきによって となり、さらに が によって還元され、最終的に になる。この過程で は、NAD⁺に戻される。

クエン酸回路では、ミトコンドリアのマトリックスに存在する 酵素と 酵素により、ピルビン酸が完全に分解される。この反応過程では、 反応によって生じた水素イオンと電子が、電子受容体であるNAD⁺や に受け渡され、 や となる。

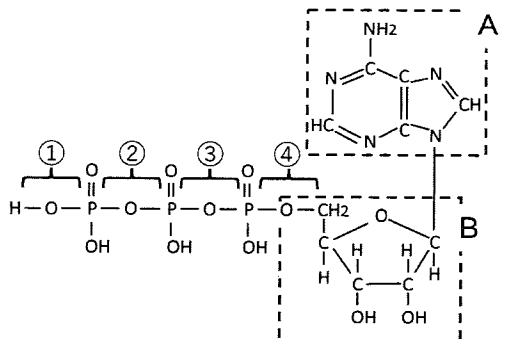
解糖系とクエン酸回路で生じた や から、電子がミトコンドリアの内膜にある電子伝達系に運ばれ、水素イオンがミトコンドリアの膜間腔に輸送される。水素イオンが、その濃度勾配に従って を通り、マトリックス側に戻るとき、ATPが合成される。電子は最終的に酸素に受け渡され、さらに水素イオンと結合して になる。

問 1. 文章中の ~ に入る最も適切な語句または数字を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部の現象を何と呼ぶか。

問 3. 右の図はATPの構造式である。

- (i) AとBの名称をそれぞれ答えよ。
- (ii) AとBを合わせた部分の名称を答えよ。
- (iii) 図の①~④のうち、高エネルギーリン酸結合はどれか。全て答えよ。



問 4. 酵母が有機物としてグルコースのみを分解してATPを合成したとき、アルコール発酵と呼吸の各々で分解されたグルコースの量比が、2:3であった。このとき呼吸商はいくらになるか。小数第3位を四捨五入して、第2位まで求めよ。

問 5. 問4と同じ条件で酵母がATPを合成したとき、呼吸商の値が n ($n > 1$) であった。このとき、アルコール発酵で消費されたグルコースが3 mgであったとすると、呼吸で消費されたグルコースの質量 (mg) はいくらか。数式で答えよ。

問 6. 問4と同じ条件で酵母がATPを合成したとき、呼吸商の値が n であった。このとき、呼吸で1 mmolのグルコースが消費されたとすると、酵母が合成するATPは最大で何mmolか。数式で答えよ。

(次頁に続く)

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

酵素は、① 生体内の穏やかな条件下で化学反応が進むよう、 の機能を果たす。酵素の作用を受ける物質を という。酵素を構成する ② タンパク質は、そのアミノ酸配列に基づいた立体構造を形成するが、 はその立体構造中の特定の部位に結合して、酵素- 複合体を形成する。 に対する化学反応が進行するこの部位を、酵素の と呼ぶ。

ヒトの赤血球でABO式血液型の凝集原を担うのは、その大部分が ③ 細胞膜を貫通する糖タンパク質が細胞外に向かって出している糖鎖である。ほとんどのヒト個体の赤血球では、その末端にフコース、ガラクトース、N-アセチルグルコサミンと呼ばれる糖が特定の位置関係で共有結合を形成した、H型と呼ばれる糖鎖が存在する。H型糖鎖の末端にあるガラクトースに、さらにN-アセチルガラクトサミンと呼ばれる糖が特定の位置関係で共有結合したものが、A型の凝集原となる糖鎖構造であり、H型糖鎖の末端に、N-アセチルガラクトサミンの代わりにガラクトースが結合したものが、B型の凝集原となる糖鎖構造である。

ABO式血液型を決定する遺伝子は、染色体上の一つの遺伝子座に見られる複数の 遺伝子である。A型凝集原の発現に関わる A遺伝子の産物は、H型糖鎖の末端にN-アセチルガラクトサミンを結合させる反応を する糖転移酵素(A酵素)であり、B型凝集原の発現に関わる B遺伝子の産物は、H型糖鎖の末端にガラクトースを結合させる反応を する糖転移酵素(B酵素)である。④ A酵素とB酵素は、同じ長さのポリ から成るが、そのアミノ基が残った末端から266番目のアミノ酸が、A酵素ではロイシン、B酵素ではメチオニンであり、同じく268番目のアミノ酸が、A酵素ではグリシン、B酵素ではアラニンであることが知られている。

問 1. 文章中の ~ に入る、最も適切な語句を解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部①について、 や反応生成物、および酵素分子の濃度が一定の場合、酵素による 反応の速度を決定する生体内の条件として、温度の他にどのようなものがあるか。例を二つ挙げよ。

問 3. 下線部②について、タンパク質の立体構造のうち、二次構造と呼ばれるものを二つ挙げよ。

問 4. 下線部③について、細胞膜を構成する脂質二重層に埋め込まれたタンパク質(糖タンパク質を含む)は、脂質二重層の面内を動き回っていることが知られている。このような性質から名付けられた細胞膜の構造モデルは、何と呼ばれるか。

問 5. 血液型がA型の成人は、ABO式血液型のどのような凝集原に対する抗体を持っているか。また、O型の成人はどうか。

問 6. 血液型がAB型のヒトの細胞には、ABO式血液型を決定する遺伝子の産物として、どのような糖転移酵素が存在するか。

問 7. 下線部④から、A酵素とB酵素の にはどのような違いがあると考えられるか。150字以内で答えよ。

問 8. 血液型がO型のヒトが持つABO式血液型遺伝子座の 遺伝子の実体については、複数の可能性が考えられる。そのうち二つの可能性について、それぞれ80字以内で説明せよ。

(次頁に続く)

Ⅲ.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ヒの感覚受容器には、適刺激に敏感に反応する感覚細胞が存在する。適刺激が感覚細胞の受容体に作用することで、感覚細胞に①膜電位変化が発生する。感覚細胞には、感覚細胞自身が興奮を中枢神経に伝える一次感覚細胞と、シナプスを介して感覚神経の興奮を引き起こす二次感覚細胞とがある。

内耳には、聴覚受容器に加えて、前庭や半規管と呼ばれる平衡感覚器がある。平衡感覚器は感覚毛を持った感覚細胞を有し、身体の傾きと直線運動や回転運動を感知する。前庭には②感覚細胞が身体の上下軸と直交する面に沿って配列されている部分と、それらが身体の左右軸と直交する面に沿って配列されている部分とがあり、それぞれ感覚細胞の上を を含む膜が覆っている。半規管は③片側に3個存在し、それぞれ半円状の管で中に を含む。半規管では、基部の膨らんだ部分に感覚細胞が配置されている。

問 1. 各種の感覚とその受容器、適刺激をまとめた下の表で、a～fに入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

感 覚	受 容 器	適 刺 激
視 覚	眼の a	光
聴 覚	耳の b	音
味 覚	舌の c	e
嗅 覚	鼻の d	f

問 2. 文章中の と に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 3. 下線部①の膜電位変化を何と呼ぶか。また、刺激の強さが大きくなると、この膜電位変化はどうなるか。

問 4. 次のうち、二次感覚細胞はどれか。全て選び、記号で答えよ。

- a. 眼の視細胞 b. 耳の聴細胞 c. 舌の味細胞 d. 鼻の嗅細胞

問 5. 頭部が傾いたときに、前庭の感覚細胞に膜電位変化が生じるしくみを50字以内で答えよ。

問 6. 前庭の感覚細胞は、特定方向の直線運動に応答する。下線部②の部分では、感覚細胞の感覚毛が垂直方向に伸びている。下線部②の部分は、頭部を立位に保った状態で、次のうちどれに反応するか。最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- a. 乗っている自動車が発進する
- b. 座っている椅子が右に回転する
- c. 一定速度で進む動く歩道に立っている
- d. 乗っているエレベーターが上昇を始める

問 7. 頭部が回転運動を始めたときに、半規管の感覚細胞に膜電位変化が生じるしくみを50字以内で答えよ。

問 8. 下線部③に関して、ヒトは前後回転、横回転、軸回転の3軸の回転運動を行う。これらの回転運動を感知できるように、三つの半規管はどう配置されているか。20字以内で答えよ。

問 9. 平衡感覚器の情報は、身体運動のどのような制御に役立つか。10字以内で答えよ。

(次頁に続く)

IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

私たちの体はおよそ [ア] 個のヒト細胞からできているが、それら全ては、元々たった一つの受精卵が2個に、続いて4個の細胞にと、次々増殖して生じたものである。ヒトの受精卵は、ウニの受精卵と同様に① 等黄卵であり、全割の等割が行われる。一方、ヒトの初期発生はウニと異なる面も多い。まず、ヒトの卵割は回転卵割と呼ばれ、分裂で生じた二つの娘細胞が、次に分裂する際には互いの分割軸が90度ずれる。このため、例えば4細胞期において各割球の中心を結んでできる図形は、ウニだと [イ] になるがヒトだとほぼ正四面体となる。また、ウニの胞胚期には細胞が胞胚腔を囲んで胚の表面に一層に並ぶが、ヒトでは胚の表面を覆う一層の細胞層である栄養膜(栄養外胚葉)のほかに、その内側にあつて外部環境と接しない細胞集団である [ウ] を生じる。このようなヒトの胞胚を [エ] と呼ぶ。栄養膜の細胞からは、母体側の組織と合わさって [オ] が形成され、[ウ] の細胞からは胎児の体がつくられる。ヒトの胚では8細胞から16細胞になる時期に、割球どうしの結合が密になり、胚の表面が平滑化する「コンパクション」という現象がみられる。これは、割球が上皮様の細胞へと変化する現象であり、この過程で外部環境とは異なる胚の内部環境がつくられる。内部環境は、[ウ] の細胞を適切に育む上で重要である。

細胞どうしを結合する、[カ] イオン依存性の細胞接着分子は [キ] と総称される。② [キ] は別のタンパク質分子を介して中間径フィラメントや [ク] フィラメントといった細胞骨格と結合することで、隣接する細胞どうしの細胞骨格を互いに連結する。8細胞期のヒト胚がもつ中間径フィラメントは、一般の上皮細胞のそれと同様に [ケ] と呼ばれる繊維状タンパク質でできている。[ケ] は細胞骨格としてだけでなく、細胞運命の決定に関与する物質として注目されている。コンパクションでは、[キ] を介した細胞結合が強化されるとともに、その頂端側(外部環境と接する側)には [コ] と呼ばれる別の細胞結合を生じる。③ [コ] は胚の内部環境を保つ上で重要なはたらきを担う。

問 1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句または数字を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部①のように、動物の卵は卵黄の量や分布によって分類され、卵割の様式も動物の種類によって異なっている。カエルとニワトリの卵の種類と卵割の様式を答えよ。また、それらの8細胞期胚の模式図を、例にならって解答欄に描け。

問 3. 下線部②に関わる細胞骨格と細胞結合の名称、および、それら細胞骨格と相互作用し、繊維に沿った物質の輸送に用いられるモータータンパク質の名称を、解答欄に記入せよ。なお、対応するモータータンパク質が複数ある場合、解答はそのうち一つで良い。また、該当するものがなければ、「なし」と記入せよ。

問 4. 下線部③にある のはたらきとは、具体的にどのようなものか。50字以内で答えよ。

(以上)

