

平成20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	5
	ページ	物1～物4	化1～化4	生1～生8

生 物

〔問1〕 次の文を読み、下記の問題に答えよ。

生体内においてグルコースは解糖系で分解され、生じたピルビン酸はミトコンドリアの (ア) に存在する酵素によって代謝される。解糖系とクエン酸回路で生じた (イ) は、(イ) イオンと電子とに分けられ、この電子はミトコンドリアの (ウ) に存在する電子伝達系へとわたり、(エ) を利用して ATP が生成される。微生物の行う発酵のように、(エ) を用いずにグルコースを分解して、乳酸菌が乳酸を、酵母菌がエタノールと二酸化炭素を産生する場合もある。

解糖系にかかわる酵素の一つであるピルビン酸キナーゼは、ATP が結合すると活性が阻害されるアロステリック酵素である。このように、一連の反応の最終産物が最初の段階の酵素に作用してその働きを抑制することを (a) 調節とよぶ。

(1) (ア) ~ (エ) にあてはまる語句を以下から選び、A~Lで答えよ。

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| A. 水素 | B. 酸素 | C. 窒素 |
| D. 炭素 | E. 二酸化炭素 | F. 内膜 |
| G. 外膜 | H. 膜間腔 | I. マトリックス |
| J. チラコイド | K. グラナ | L. ストロマ |

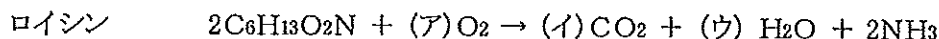
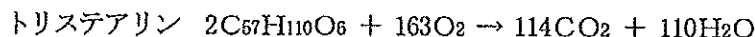
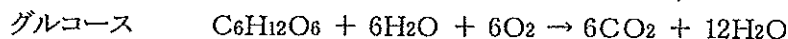
(2) 下線1, 酵母菌が好気呼吸とアルコール発酵の両方を行い、3モルのグルコースから10モルの二酸化炭素と4モルのエタノールを生じたとする。このとき、アルコール発酵に使われたグルコースは (カ) モル、好気呼吸で消費された酸素は (キ) モルである。
(カ) (キ) にあてはまる数字を答えよ。

(3) 下線2, ATP はピルビン酸キナーゼ上のどのような部位に結合し、その結合は、ピルビン酸キナーゼにどのような影響をおよぼすか。正しい記述を選び、A~Eで答えよ。

- A. 活性部位に結合し、立体構造を変化させる。
- B. 活性部位に結合し、立体構造を維持する。
- C. 活性部位以外の部位に結合し、立体構造を変化させる。
- D. 活性部位以外の部位に結合し、立体構造を維持する。
- E. ピルビン酸結合部位に結合し、立体構造を維持する。

(4) (a) にあてはまる用語を答えよ。

好気的な条件下では生物は炭水化物の他に脂肪やアミノ酸を呼吸基質として利用することでエネルギーを得る。以下に示すのはグルコース、トリステアリン、ロイシンをそれぞれ呼吸基質として用いた場合の反応式である。



(5) (ア) ~ (ウ) にあてはまる数字を答えよ。

(6) 呼吸基質が脂肪の場合の呼吸商を、上のトリステアリンの式から求め、四捨五入により小数点第1位まで答えよ。

(7) 1モルのグルコース、0.2モルのトリステアリン、0.2モルのロイシンが同時に呼吸基質となった場合の呼吸商を求め、四捨五入により小数点第2位まで答えよ。

〔問2〕 次の文を読み、下記の問題に答えよ。

少年は朝、散歩に出かけ、両親とはぐれてしまった。その子は次第に空腹を感じてきた。そして、長い間探し求めたあげく、やっとのことでたわわに実った梨の木を見つけた。少年は飛び上がって、梨の実を1つちぎって食べた。

少年の行動は空腹という感覚が引き金となって始まった。空腹感とは、血糖値の低下によってもたらされる。体内の血糖値の低下は、脳の視床下部によって感知され、少年は空腹感を意識するようになる。少年はこの空腹を鎮めるために、食物を探すように駆り立てられる。

眼球の感覚受容器から絶え間なく入ってくる感覚情報を大脳の、視覚野が受け取り、さらに大脳の知覚連合野は、これらの情報を、すでに蓄えられている食物に関するデータと照合する。たわわに実った梨が眼に入るやいなや、梨の実を手に入れる行動をとるようにとの提起が大脳でなされる。梨の木に向かって飛び上がるために大脳の、運動野は活発になり、そして、神経を介して、足の筋肉を興奮させ、これによって少年は梨の実に向かって飛び上がることができる。

(A. シェフラー, S. シュミット著 「からだの構造と機能」 より改変)

(1) 血糖値とは何か。以下からもっとも適切な答えを1つ選び、A~Eで答えよ。

- A. 血液中のグルカゴン濃度
- B. 血液中のグルコース濃度
- C. 血液中のグリコーゲン濃度
- D. 血液中のインスリン濃度
- E. 血液中の糖質コルチコイド濃度

(2) ヒトの脳は、大脳・間脳・中脳・延髄・小脳の5つに分かれており、それぞれ異なった働きをしている。次の(ア)～(キ)の場所は、脳のどの部位にあるか。それぞれ、以上の5つの部位から1つを選んで答えよ。

- (ア) 自律神経の中樞
- (イ) 呼吸運動、心臓の拍動など生命維持に直接関係する重要な働きの中樞
- (ウ) 体温調節中樞
- (エ) 筋肉の運動調節やからだの平衡を保つ中樞
- (オ) 感覚や随意運動の中樞
- (カ) 言語・記憶・思考などの精神活動を営む中樞
- (キ) 姿勢保持や眼球運動の中樞

(3) 図1はヒトの眼球の水平断面を示している。図中の①から⑧までの部位の名称を記せ。図中の⑥について次の文中(ア)と(イ)に適語を記せ。

図中の⑥には、(ア)細胞と(イ)細胞と呼ばれる2種類の視細胞がある。黄斑には(ア)細胞が多く分布しているが、黄斑の周辺部に(イ)細胞が多く分布している。

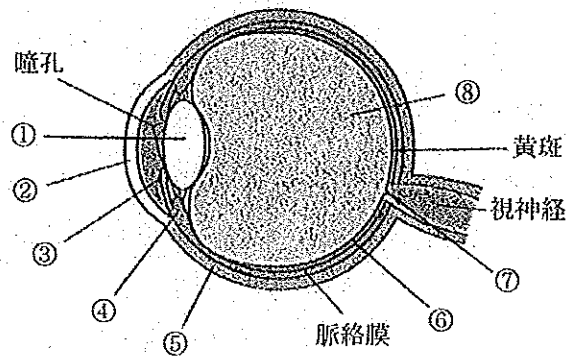


図1 ヒトの眼球の水平断面

(4) 図2はヒトの脳を左から見たものである。下線4に述べられているような大脳の中樞である視覚野(ア)と運動野(イ)に該当する領域の記号を記せ。



図2 左から見たヒトの脳

(5) 下線5に述べられているような、少年の脳から筋肉までの、随意運動を行うときの神経経路について、下記からもっとも適切な答えを1つ選び、A～Eで答えよ。

- A. 大脳—小脳—脊髄—背根—筋肉
- B. 大脳—小脳—脊髄—腹根—筋肉
- C. 大脳—延髄—脊髄—背根—筋肉
- D. 大脳—延髄—脊髄—腹根—筋肉
- E. 大脳—間脳—脊髄—背根—筋肉

(6) 少年の足の筋肉について考えてみよう。足の筋肉は骨格筋（横紋筋）である。横紋が見られるのは太い（ア）のフィラメントと細い（イ）のフィラメントとが規則正しく配列しているために、光の透過率の異なる部分が交互に出現するためである。骨格筋は（ウ）神経の支配を受けており、神経の信号がニューロンの末端まで到達すると、（エ）内にある（オ）が放出される。すると筋繊維の細胞膜が興奮し、その興奮は膜全体に伝わる。

（ア）～（オ）に適切なものを1つ選び、A～Eで答えよ。

- (ア) A. ミオシン B. チューブリン C. アクチン D. アルブミン E. フィブリン
- (イ) A. ミオシン B. チューブリン C. アクチン D. アルブミン E. フィブリン
- (ウ) A. 感覚 B. 運動 C. 脳 D. 交感 E. 副交感
- (エ) A. 髄鞘 B. シナプス小胞 C. 神経細胞体 D. 筋小胞体 E. 樹状突起
- (オ) A. ペプシン B. チロキシン C. アセチルコリン D. カルシウムイオン
E. カリウムイオン

〔問3〕 次の文を読み、下記の問題に答えよ。

ヘモグロビンは4本のポリペプチド鎖の複合体で、赤血球に豊富に含まれ、そのはたらきは（ア）を体中の組織に送り届けることである。大部分を占める成人型（ $\alpha_2\beta_2$ ）は α グロビン2本と β グロビン2本からなる。ほかに α グロビン2本と δ グロビン2本からなる第2の成人型（ $\alpha_2\delta_2$ ）が微量ながら含まれている。 δ グロビンは β グロビンと比べて、9, 12, 22, 31, 50番目の5個のアミノ酸が異なるが、いずれのアミノ酸も1塩基だけの違いによってDNAにコードされている。

鎌状赤血球貧血症では β グロビン遺伝子に1塩基変異が起こり、6番目のアミノ酸がグルタミン酸からバリンに置換されている。正常型（A）と変異型（S）をヘテロにもつAS個体は、マラリアに対する抵抗性が正常なAA個体よりも10～15%も高いので、マラリアが多い環境では有利である。ところが両親からともに変異型を受け継いだSS個体は、マラリアがあってもなくても重度の貧血におかされ、子供を産めるまで生存する率はおよそ30%に過ぎない。したがって、ある集団における人口のA遺伝子とS遺伝子の平衡状態における割合は、マラリアの流行度によって変わる。流行度が高い環境では人口の約32%がAS型になることがあるという。（「ヒト遺伝子の多型性」キャバリスフォーザ著より改変）

表1にはヒトのβグロビン遺伝子の前半部分のDNA塩基配列を示してある。核内でDNA塩基配列を対応するRNA塩基配列に転写するのは(イ)酵素の働きであるが、実際に転写が始まるためにはこの領域の外側にあるスイッチが作動しなければならない。他の遺伝子の発現を制御するスイッチの役割を果たすタンパク質をコードする遺伝子は(ウ)遺伝子と呼ばれている。表1の①部のATGに対応するコドンAUGはメチオニンをコードするとともに、タンパク質合成の(エ)を指定する。βグロビンの場合、このメチオニンはタンパク質合成途中で切り離される。

- (1) 空欄(ア)～(エ)に適切な語句を入れよ。
- (2) 下線2に説明されたβグロビンの6番目のアミノ酸をコードするDNA塩基配列はGAGである。鎌状赤血球貧血症ではこの3つのDNA塩基の配列がどのように変わるか。
- (3) 下線1に説明されたδグロビンについて
ア) 9番目:トレオニン, イ) 12番目:アスパラギン, ウ) 22番目:アラニン
である。それぞれのアミノ酸をコードしている3個のDNA塩基配列を推定せよ。
- (4) 下線1に説明されたβグロビンの31, 50番目のアミノ酸はそれぞれロイシン, トレオニンである。βグロビンと比べて, δグロビンは次に示す通り
31番目: T→A, 50番目: A→T (βグロビン→δグロビン)
1塩基が置換することによって, アミノ酸の種類が変わっている。
δグロビンの
ア) 31番目のアミノ酸, イ) 50番目のアミノ酸
はそれぞれ何か。
- (5) マラリアが風土病となっているある地域集団の人口の32%がAS型のとき, 平衡状態を仮定してハーディ・ワインベルグの法則を用いると, SS型をもつ人の頻度は何%と推定されるか。遺伝子Aの頻度を p , 遺伝子Sの頻度を q とする。ただし, $p > q$ である。
ア) q の値を求めるための p と q に関する2つの等式を記せ。
イ) SS型をもつ人の頻度(%)を数字で答えよ。

【表1】 ヒト・βグロビン前半部の遺伝子塩基配列

- 注1： 伝令RNAの鋳型となるDNA鎖に相補的なDNA鎖の塩基配列を示す。
 注2： 本来連続している配列を順に4部①～④に分けて示す。()内はDNA塩基数。
 注3： ②部の最後のAGと④部の最初のGはスプライシングの結果として30番目のトリプレットAGGを形成する。

① (3) ATG

② (89) GTGCACCTGA¹⁰ CTCCTGAGGA²⁰ GAAGTCTGCC³⁰
 GTTACTGCCC⁴⁰ TGTGGGGCAA⁵⁰ GGTGAACGTG⁶⁰
 GATGAAGTTG⁷⁰ GTGGTGAGGC⁸⁰ CCTGGGCAG

③ (130) GTTGGTATCA¹⁰ AGGTTACAAG²⁰ ACAGGTTTAA³⁰ GGAGACCAAT⁴⁰ AGAAACTGGG⁵⁰
 CATGTGGAGA⁶⁰ CAGAGAAGAC⁷⁰ TCTTGGGTTT⁸⁰ CTGATAGGAC⁹⁰ ACTGACTCTC¹⁰⁰
 TCTGCCTATT¹¹⁰ GGTCTATTTTC¹²⁰ CCACCCTTAG¹³⁰

④ (91) GCTGCTGGTG¹⁰ GTCTACCCTT²⁰ GGACCCAGAG³⁰
 GTTCTTTGAG⁴⁰ TCCTTTGGGG⁵⁰ ATCTGTCCAC⁶⁰
 TCCTGATGCT⁷⁰ GTTATGGGCA⁸⁰ ACCCT AAG GT⁹⁰ G

【表2】 伝令RNAの遺伝暗号表

UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU フェニル	UGU システイン
UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC フェニル	UGC システイン
UUA ロイシン	UCA セリン	UAA —	UGA —
UUG ロイシン	UCG セリン	UAG —	UGG トリプトファン
CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン
CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン
CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン
CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン
AUU イソロイシン	ACU トロニン	AAU アスパラギン	AGU セリン
AUC イソロイシン	ACC トロニン	AAC アスパラギン	AGC セリン
AUA イソロイシン	ACA トロニン	AAA リジン	AGA アルギニン
AUG メチオニン	ACG トロニン	AAG リジン	AGG アルギニン
GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン
GUC バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン
GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン
GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン

[[問4] 生物の進化に関する文を読み、下記の間に答えよ。なお、ここでは古生代の6つの紀を順に①紀～⑥紀と表記する。

a) 地球は46億年前に誕生した。生物としての形態を残している最古の化石は35億年前の岩石から発見された細菌類とみられるものである。地質時代は、化石があまり出現しない先(ア)時代と化石が多く出現するようになる顕生代とに分けられる。顕生代は、さらに、古生代、中生代、新生代に分けられる。

古生代の①紀より前の時期の、オーストラリアの地層から海産の多細胞生物の化石が発見された。これらの生物は、大半が著しく扁平で、身を守るための硬い組織をもっていない。これらの生物は(イ)化石群(動物群)とよばれる。①紀に入ると、さまざまな無脊椎動物の化石が急激に増加する。これを①紀の大爆発という。カナダのロッキー山脈で(ウ)頁岩動物群とよばれる化石群が発見された。これらの生物には発達した触手や口器、硬い組織などがみられるようになった。①紀末には最初の脊椎動物も出現した。かたい甲殻をもつ魚類かつちゆうで甲冑魚類とよばれる。②紀には引き続き初期の魚類化石が発見され、③紀に急激に多様化し、海中から淡水まで広く繁栄した。初期の魚類には(エ)がなく、(オ)類とよばれる。また②紀あるいは③紀には、大気中に(カ)層が形成された。(カ)層の働きによって太陽からの紫外線の量が減少して陸上への生物の進出が可能になった。④紀にはシダ植物による最初の森林が出現した。初期の魚類から軟骨魚類、硬骨魚類が進化した。さらに、幼生時代を水中で過ごした後、成体は陸上生活をする(キ)類が硬骨魚類の総鱗類そうりんから進化した。⑤紀には陸上生活に完全に適応した爬虫類はが出現する。③紀から④紀は比較的乾燥した時代であった。続く⑤紀は温暖湿潤な気候で、湿地に木生シダ類の森林ができ、世界各地の石炭のもととなった。⑤紀は現在よりも二酸化炭素と酸素の濃度が高かった。巨大な昆虫類も見られた。⑤紀の後半から地球は寒冷化を始め、⑥紀には超大陸パンゲアに巨大な氷床が形成された。⑥紀末期には節足動物の(ク)や石灰質の殻をもつフズリナ[紡錘虫]など古生代型の海洋無脊椎動物の9割以上の種が絶滅した。陸上ではシダ植物や(キ)類の多くが絶滅した。

中生代は爬虫類の時代、新生代は哺乳類の時代ともよばれる。直立二足歩行で特徴付けられる人類が出現したのは500～700万年前である。

b) 鳥類は中生代に爬虫類から分岐した。鳥類は、ワニや恐竜が属する爬虫類の1群から進化したことは骨の形態や分子系統解析から明らかになっている。1859年に「(ケ)」を著したダーウィンは、この著書の改訂版で、1861年に発見された(コ)の化石について、鳥類と爬虫類の広い間隙を橋渡ししている、と記述している。

(1) (ア) ~ (コ) に当てはまるものを下記より選び、A~Zで答えよ。

- A. オゾン B. フロン C. メタン D. 両生 E. 鱗
F. 無顎 G. 肺魚 H. 三葉虫 I. アンモナイト
J. 始祖鳥 (シソチョウ) K. メタセコイヤ L. 有孔虫 M. シーラカンス
N. あご O. えら P. うきぶくろ Q. 肺 R. バージェス
S. ストロマトライト T. ペンディア U. エディアカラ V. ジュラ
W. カンブリア X. 地質学原理 Y. 種の起源 Z. 動物哲学

(2) 古生代カンブリア紀はいつ始まるか、A~Eで答えよ。

- A. 21 億年前 B. 5 億 4000 万年前 C. 2 億 5000 万年前
D. 6500 万年前 E. 3500 万年前

(3) 古生代は6つの「紀」に細分される。年代の古いものから順に正しく示したものはどれか、A~Eで答えよ。

- A. カンブリア紀, オルドビス紀, デボン紀, シルル紀, 石炭紀, 二畳紀 (ペルム紀)
B. カンブリア紀, オルドビス紀, 二畳紀, シルル紀, 石炭紀, デボン紀
C. カンブリア紀, オルドビス紀, シルル紀, 二畳紀, 石炭紀, デボン紀
D. カンブリア紀, オルドビス紀, シルル紀, デボン紀, 石炭紀, 二畳紀
E. カンブリア紀, オルドビス紀, デボン紀, 石炭紀, 二畳紀, シルル紀

(4) 直立二足歩行で特徴付けられる人類が出現したのはいつか、A~Eで答えよ。

- A. 二畳紀 B. 三畳紀 C. 白亜紀 D. 第三紀 E. 第四紀

(5) 文中の(ク)やフズリナ[紡錘虫]のように、ある特定の地質時代に限って産出され、地層の代や紀などの年代を示す基準となる化石を何とよぶか。

(6) 爬虫類が進化の過程で獲得した形質で、陸上生活に適応するのに有効なものがいくつかある。爬虫類の発生中の胚を保護する液を包んでいる、最も内側の膜は何か。

(7) 生物の分子系統解析に用いられる分子の種類を1つ挙げよ。