

福島県立医科大学

平成 29 年 度
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理基礎・物理」〕〔「化学基礎・化学」〕〔「生物基礎・生物」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
〔物理基礎・物理〕	1～2	左の 3 出題科目のうちから、あらかじめ届け出た 2 出題科目について解答しなさい。
〔化学基礎・化学〕	3～4	
〔生物基礎・生物〕	5～7	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

生物基礎・生物

[1] ヒトの眼に関する次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

ヒトの眼に入った光は、**ア**と**水晶体**で屈折し、ガラス体を通して網膜上に像を結ぶ。網膜には**イ**細胞と**ウ**細胞の2種類の視細胞があり、これらの視細胞で光刺激を受容する。網膜に分布する視神経繊維が集まり、網膜を貫いて眼球外に通じている部分を**エ**と言う。**エ**には視細胞が分布しないので、ここでは光を感じ取ることができない。ヒトの**イ**細胞は、**オ**を取り巻く部分に多く分布し、弱い光でも興奮する。この細胞には**ロドプシン**と呼ばれる視物質があり、500 nmの波長の光を最も吸収する。一方、ヒトの**ウ**細胞は、網膜の中央部に多く分布し、**オ**には特に多い。この細胞は、それぞれ420 nm(S型)、530 nm(M型)、560 nm(L型)の波長の光を最も吸収する**フォトプシン**と呼ばれる視物質を含む。ヒトの眼に限らず、生物は可視光(400—700 nm)を含む様々な波長の光に対して環境応答を行っている。

問1 文中の**ア**～**オ**に適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、水晶体の厚さを変化させて遠近調節を行う仕組みについて、以下の語句を用いて説明せよ。

語句：毛様筋、チン小体

問3 下線部②について、網膜の組織を観察すると図のようになる。

- (1) 光が網膜へと向かう方向はa～dのどれか、1つ選べ。
- (2) 視神経細胞は図のA～Gのどれか、1つ選べ。
- (3) 視覚伝導路の順序について次の選択肢の中から正しいものを1つ選び、数字で答えよ。

1. 視神経 — 外側膝状体 — 視交叉 — 前頭葉
2. 視神経 — 視交叉 — 外側膝状体 — 前頭葉
3. 視神経 — 外側膝状体 — 視交叉 — 側頭葉
4. 視神経 — 視交叉 — 外側膝状体 — 側頭葉
5. 視神経 — 外側膝状体 — 視交叉 — 後頭葉
6. 視神経 — 視交叉 — 外側膝状体 — 後頭葉

問4 下線部③について、以下の問いに答えよ。

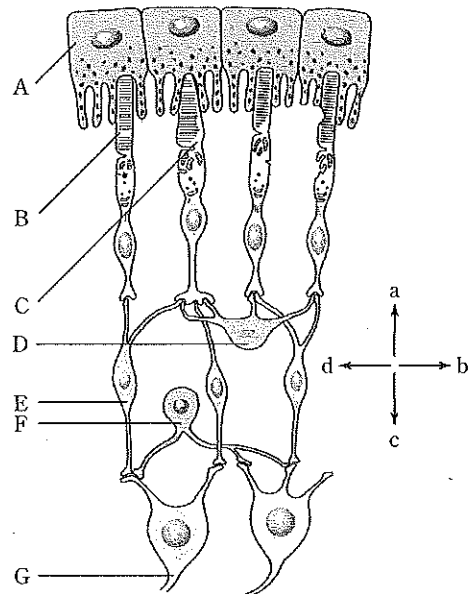
- (1) この物質を含む**イ**細胞は図のA～Gのどれか、1つ選べ。
- (2) ロドプシンはオプシタンパク質と補因子が共有結合してできる複合体である。この補因子の名称を答えよ。
- (3) 光を受容した後、ロドプシンにはどのような構造変化が起こるか説明せよ。

問5 下線部④について、**ウ**細胞に含まれるフォトプシンの遺伝子は、S型が第7番染色体、M型とL型はX染色体に位置している。以下の問いに答えよ。

- (1) M型あるいはL型のフォトプシン遺伝子変異によって赤緑色覚異常が生じる。赤緑色覚異常が男性に多く見られる理由を説明せよ。
- (2) 赤緑色覚異常は日本人男性の4%に見られる。ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つと仮定して、日本人女性における保因者および赤緑色覚異常の頻度をそれぞれパーセントで表せ。

問6 下線部⑤について、光と生物との関係を述べた次の選択肢の中から正しいものをすべて選び、数字で答えよ。

1. ショウジョウバエに、X線を照射するとDNAの切断が引き起こされ、突然変異を生じることがある。
2. 深層にも生息する紅藻類は、クロロフィルaを用いて主に紫外線を吸収し、光合成を行っている。
3. クラゲの発光器官では、GFPが緑色光を受容して紫外線を放つ。
4. 植物の茎の伸長は、赤外線を受容するクリプトクロムによって抑制される。
5. レタスなどの光発芽種子は、赤色光を受容するフィトクロムによって発芽が促進される。



図

[2] 尿の生成に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。なお、計算問題はその過程を示し、結果は小数点第一位を四捨五入して答えよ。

腎臓は皮質、髄質、**ア** からなり、皮質には毛細血管が球状にからまった糸球体をボーマンのうが包んだ **イ** が含まれ、髄質にはボーマンのうから伸びた腎細管や集合管が含まれている。**イ** と腎細管を合わせてネフロンと呼び、ヒトの場合、腎臓1個には約 **ウ** 個が存在する。腎臓に入った血液は、糸球体に送られて **エ** やタンパク質以外の成分がろ過されて原尿となる。原尿は腎細管に導かれ、最終的には集合管に合流する。この過程では、場所に応じて様々な物質が再吸収・分泌され、最終的に尿が形成される。発汗などで水分が失われ、血液の浸透圧が上昇したときは **オ** からバソプレシンが分泌され、腎臓での水分の再吸収が増加して尿量を減らし、体液を増やして浸透圧が下がる。一方、血液の浸透圧が下がったときには、バソプレシンの分泌が減少するとともに、副腎の **カ** から分泌される **キ** というホルモンが増加し、**ク** イオンの再吸収が促進されて浸透圧が上がる。

問1 文中の **ア** ～ **ク** に適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、尿の形成について調べるため、次の実験をおこなった。

健康な成人Aさんに対してイヌリンおよびパラアミノ馬尿酸(PAH)を持続的に静脈に注入した。血しょう中の両物質の濃度が一定になったときに、血しょうおよび尿中の両者の濃度を調べたところ、表の結果を得た。なお尿量は1分あたり1.0 mLであった。

成分	血しょう中の濃度 (mg/100 mL)	尿中の濃度 (mg/100 mL)
イヌリン	25	3000
パラアミノ馬尿酸(PAH)	2	1200

- (1) イヌリンは糸球体で自由にろ過され、再吸収・分泌されない分子であり、原尿生成量を求める際に用いられる。原尿生成量を正確に知るためには、イヌリンはそれ以外にどのような条件を満たす必要があるか、2つ挙げよ。
- (2) 表より1分あたりの原尿生成量を求めよ。
- (3) PAHは能動的な分泌により体外に排出される物質で、腎流入血しょう量を求める際に用いられる。PAHは、その濃度が低い時には、血液が1回腎臓を通過するとき血しょう中の90%が尿中に排泄される。表より1分あたりの腎流入血しょう量を求めよ。なお、血しょうPAH濃度は、腎動脈のPAH濃度と等しいと仮定せよ。
- (4) Aさんの血液における血球成分の体積比は45%であった。1分あたりの腎流入血しょう量を求めよ。また、この量は心臓から全身へ拍出される血液量の何%に相当するか求めよ。なお、心臓の一回拍出量を70 mL、心拍数を毎分70回とする。

問3 下線部②について、以下の問いに答えよ。

- (1) 近位腎細管では細胞膜上に存在する膜タンパク質Xによってグルコースが取り込まれる。グルコースの移動には、細胞膜を挟んだNa⁺の濃度勾配が必要で、膜タンパク質XはNa⁺が細胞内に移動する際のエネルギーを用いてグルコースを輸送する(図1)。
 - (a) 輸送に必要なNa⁺の濃度勾配を形成するタンパク質の名称、および濃度勾配を形成する分子機構について説明せよ。
 - (b) 腎臓以外に膜タンパク質Xが分布している器官の名称を答えよ。
 - (c) 膜タンパク質Xの阻害剤はある疾病の治療薬として用いられる。その疾病の名称および阻害薬がどのように作用するか説明せよ。
- (2) 図2は健康な成人Bさんに対して、グルコースの血しょう濃度と尿および原尿への排出量の関係調べた結果である。
 - (a) 排出におけるグルコースの閾値を求めよ。
 - (b) 血しょう中のグルコース濃度が300 mg/100 mLのとき、原尿から再吸収されるグルコースの量は1分あたりいくらか、図より求めよ。

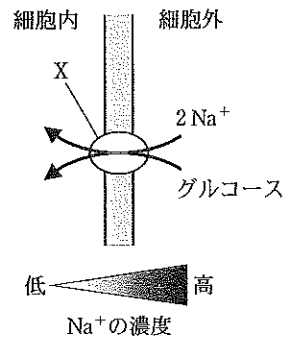


図1 膜タンパク質Xによるグルコースの輸送

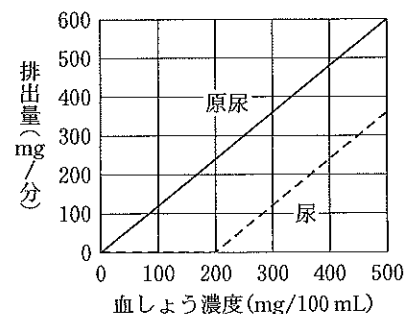


図2 グルコースの血しょう濃度と原尿および尿への排出量の関係

[3] 以下の文を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。なお、ここでは重金属などの毒物は考慮しない。

河川には自然浄化作用があり、汚濁をもたらす汚水が流入しても流下するに従って水は浄化される。この過程において、水中の物質や微生物、動物の量は大きく変化する(図)。水の汚濁はBOD(Biochemical Oxygen Demand)という指標で測られる。BODとは水を採取して一定条件下に置いて、生物活動による水中の酸素の消費量を測定したものである。日本では1960年代に産業/家庭排水が十分に処理されないまま、自然浄化の能力を超えた量で河川に流入してBODが高い状態が常態化し、酸欠による魚の絶滅などが大きな社会問題となった。その後の排水規制により、近年では多くの河川でBODの数値は低下したが、河川水が湖などの止水域に入ると富栄養化によるアオコの発生などの水質悪化が問題になることがある、その場合BODも再び増加する。

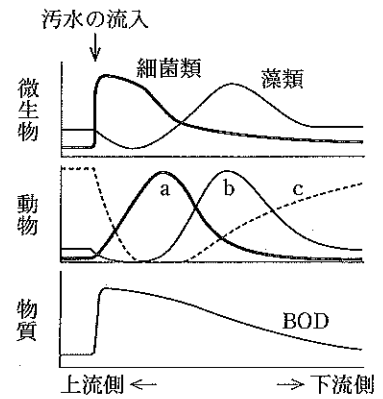


図 河川の自然浄化作用

- 問1 下線部①について、自然浄化作用ではどんな物質がどのように除去されるのか、関連する生物群と代謝を示して説明せよ。
- 問2 図に示された3種の動物群 a, b, c には下記の動物群 P, Q, R のどれかが対応する。対応する動物群を選べ。
 P: <ヒラタカゲロウ類, サワガニ, プラナリア>
 Q: <イトミミズ, ユスリカ, アメリカザリガニ>
 R: <ミズムシ, ヒル類, タニシ類>
- 問3 解答用紙の図に水中の酸素濃度の変化を示すグラフを描け。ただし、図に示してある汚水流入前の酸素濃度を示す線に続けて描くこと。
- 問4 下線部②について、富栄養化の「栄養」と独立栄養生物・従属栄養生物の「栄養」は同じ用語でも意味が大きく異なる。両者の違いを説明せよ。
- 問5 下線部②について、止水域に入るとアオコの発生やBODの増加が見られる。その理由を、関わる生物群と代謝を示して説明せよ。