

理 科

<監督者の指示があるまで開いてはいけない>

1. 受験票に指定した2科目について、解答を別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 下書きや計算は問題用紙の白紙部分を利用しなさい。
3. 記入中でない解答用紙は必ず裏がえしにしておきなさい。
4. 問題用紙は各科目の試験終了後持ち帰ってもよい。
ただし、試験途中では持ち出してはいけない。

問 題 目 次

| | | |
|-----|--------|-----|
| 物 理 | 1 ~ 3 | ページ |
| 化 学 | 4 ~ 8 | ページ |
| 生 物 | 9 ~ 15 | ページ |

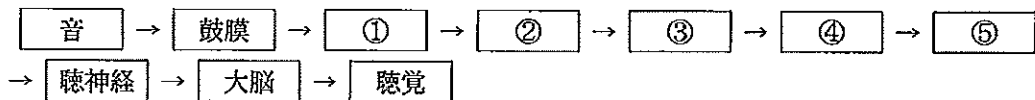
生 物

1. 刺激と受容に関する各問いに答えよ。

動物は光や音などいろいろなものを刺激として受け取る。外界からの刺激は、様々な受容器に受けとられて感覚神経に伝えられる。受容器は特定の刺激に対して反応する感覚細胞を持っており、その感覚細胞に有効な種類の刺激を適刺激と呼ぶ。適刺激がある強さ以上のとき、感覚細胞に電気的な信号が発生する。この信号が脳に伝えられ、刺激の種類や大きさに応じた感覚が生じる。

I. 音の受容に関する各問いに答えよ。

問 1. 下図は、ヒトの耳において音が振動や興奮として伝わる経路を示している。正しい順番になるようにア～オの語句を並び替え、②と④に当てはまる記号を答えよ。



ア. 鼓室階 イ. 聴細胞 ウ. 前庭階 エ. 耳小骨 オ. 基底膜

問 2. ヒトなどでは半規管が3本ある。半規管の適刺激を解答欄Aに、3本必要な理由を解答欄Bに述べよ。

問 3. 次のア～エの文章のうち正しいものを選び、記号で答えよ。

ア. 中耳を通過して内耳に達した音は、高音の場合は中耳に近い部分の基底膜を振動させ、低音の場合はより奥の基底膜を振動させる。

イ. 中耳を通過して内耳に達した音は、低音の場合は中耳に近い部分の基底膜を振動させ、高音の場合はより奥の基底膜を振動させる。

ウ. コルチ器官の有毛細胞は、低音では強く刺激される。

エ. コルチ器官の有毛細胞は、高音では強く刺激される。

問 4. 哺乳類は爬虫類にくらべて微妙な音の聞き分けが可能である。その理由を耳小骨の構造の違いをもとに説明せよ。

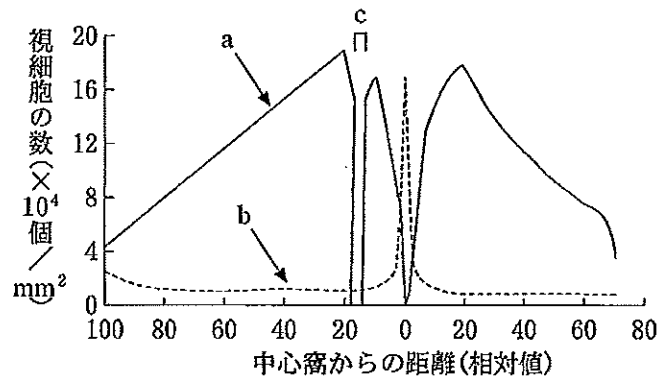
II. 光の受容に関する各問いに答えよ。

問 5. ヒトの明暗調節には瞳孔の拡大・縮小による光量調節と網膜のかん体細胞による明暗順応があり、瞳孔の拡大・縮小には自律神経が関与している。光が弱いときに興奮する自律神経の名称を解答欄 A に、また、かん体細胞中に存在し光を感知する色素名を解答欄 B に答えよ。

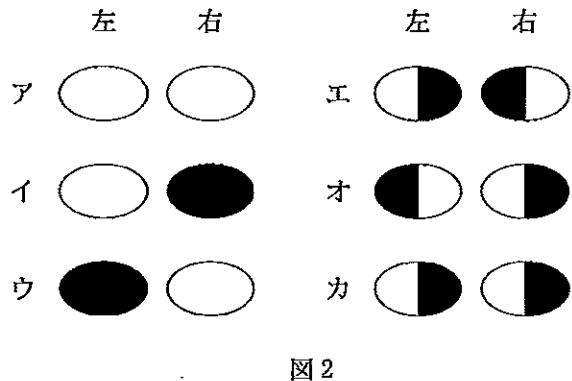
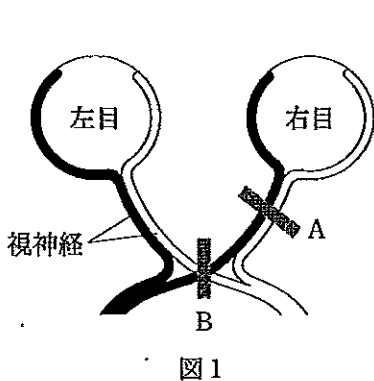
問 6. 下図は、ヒトの眼球の水平断面を上から見たときの中心窩(黄斑の中心部)からの相対的距離と視細胞の分布の関係を表している。この図は右目と左目のどちらを表しているか答えよ。

問 7. かん体細胞の分布を表しているのは a, b のどちらか。

問 8. c に相当する眼球内の部分の名称を答えよ。



問 9. 図 1 はヒトの目と視神経の関係を表している。視神経のうち両目の内側の網膜から出たものだけが眼球の後方で交差し、反対側の目からきた視神経と合流して脳に達する。図 1 の A または B の位置で視神経が切断された場合、左右の目の見え方はどうなると考えられるか。図 2 のア～カの記号で答えよ。ただし、図 2 の白は正常な視野、黒は視野が欠損した部位を表す。



2. メンデルの法則に従うヒトの遺伝病に関する各問いに答えよ。

問 1. A群(ア～エ)は単一の遺伝子による遺伝病の様式であり、B群(1～5)はそれらの特徴を表している。A群のそれぞれに該当する特徴をすべてB群中より選び、番号で答えよ。該当する特徴がない場合は「なし」と記せ。ただし、健常者の中には遺伝病遺伝子の保因者も含まれる。

<A群>

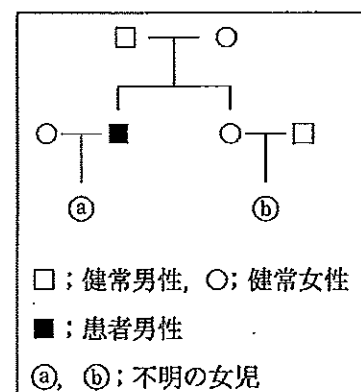
- ア. 遺伝子が常染色体上にあり、変異型(病気)が正常型(健常)に対して優性である遺伝病
- イ. 遺伝子が常染色体上にあり、変異型が正常型に対して劣性である遺伝病
- ウ. 遺伝子がX染色体上にあり、変異型が正常型に対して優性である遺伝病
- エ. 遺伝子がX染色体上にあり、変異型が正常型に対して劣性である遺伝病

<B群>

- 1. 両親はともに健常者であるが、男児、女児ともに患者が生じる場合、全患者の割合は25%である。
- 2. 両親とも健常者であれば、子供は全員健常者である。
- 3. 女性患者の頻度は、男性患者の頻度の2乗であることが期待される。
- 4. 患者の男女の比は1:1である。
- 5. 父親が患者である男児は、母親が患者でない限り健常者である。

問 2. 白皮症は遺伝子が常染色体上に存在する劣性遺伝病であり、一般的な集団中でのヘテロ接合体の頻度は1/100である。その対立遺伝子をA, aとする。この集団内のある家族では、両親はともに外見的に健常であるが、第一子(男性)は患者となり、第二子(女性)は外見的に健常であった。(1)~(4)の各問いに答えよ。

- (1) 父親の遺伝子型を答えよ。
- (2) 第一子がまったく血縁関係のない外見的に健常な女性と結婚した場合、生まれてくる女児④が患者となる確率を分数で求めよ。
- (3) 第二子が持つ可能性のある遺伝子型とその比を求めよ。
- (4) 第二子がまったく血縁関係のない外見的に健常な男性と結婚した場合、生まれてくる女児⑥が患者となる確率を分数で求めよ。



問 3. 遺伝病の原因となる遺伝子突然変異は、DNAの塩基の欠失、挿入、置換などによって起こる。欠失が原因となって遺伝病が起こる場合の機構を簡潔に述べよ。

3. 細胞膜に関する各問いに答えよ。

I. 細胞内にはさまざまな構造体や化学物質があるが、これらは細胞膜と呼ばれる8~10 nmの1枚の膜によって細胞外と仕切られている。細胞膜は、単に細胞内外を仕切るだけでなく、情報の伝達など多くの重要な働きをしている。

問 1. 下線部の1枚の膜を電子顕微鏡で観察すると、暗・明・暗の構造が見える。暗を構成する主な物質(部分)を一つ選び、記号で答えよ。

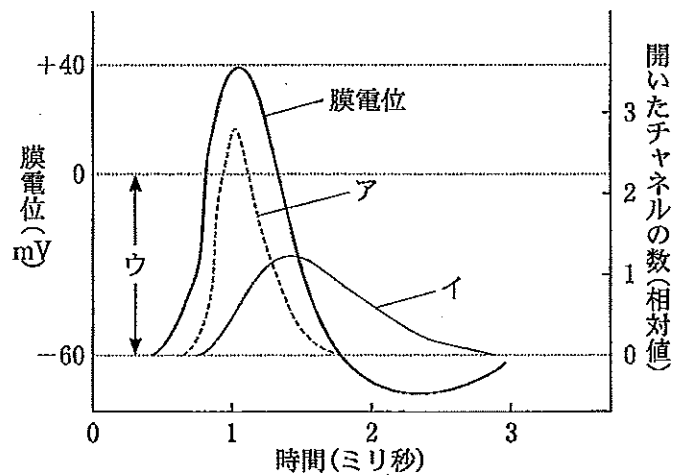
- ア. リン脂質の疎水性部分 イ. リン脂質の親水性部分
 ウ. タンパク質の疎水性部分 エ. タンパク質の親水性部分
 オ. 糖 質

問 2. 核、ミトコンドリア、ゴルジ体、小胞体などの細胞小器官はいずれも細胞膜とよく似た構造の膜を持つ。これらの膜を総称して何と呼ぶか。

問 3. 次のタンパク質のうち、膜に含まれるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア. ヘモグロビン イ. インスリン受容体 ウ. アミラーゼ
 エ. 電子伝達系の酵素群 オ. ヒストン

問 4. 神経細胞などの興奮は、細胞膜の働きで細胞内外のイオンの濃度が変化することによって起こる。グラフは膜電位の変化と開いたチャネル数の変化を示している。アおよびイのチャネルの種類を答えよ。



問 5. グラフ中のウは何を表しているか、答えよ。

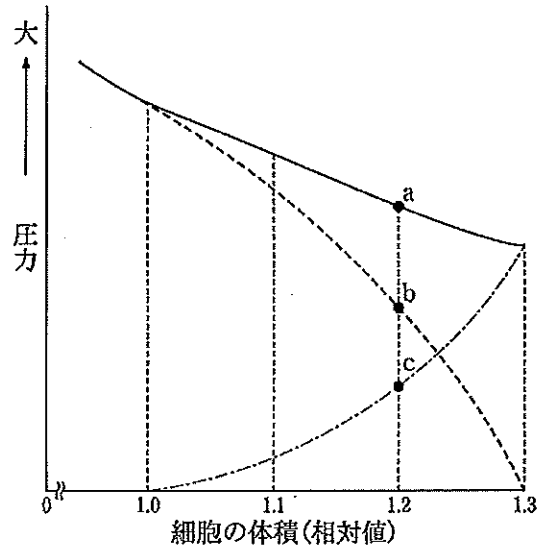
問 6. ナトリウムポンプとナトリウムチャネルによる輸送の違いについて述べよ。

II. 下図は、原形質分離を起こした植物細胞を蒸留水に浸したとき、細胞の体積の増加に伴い膨圧、浸透圧および吸水力がどのように変化するかを示したグラフである。また、a～cはグラフ上の圧力の値を表している。

問 7. 通常の植物細胞の体積は、限界原形質分離のときよりもやや大きい状態にある。この状態を何と呼ぶか、解答欄Aに答えよ。また、その理由を解答欄Bに述べよ。

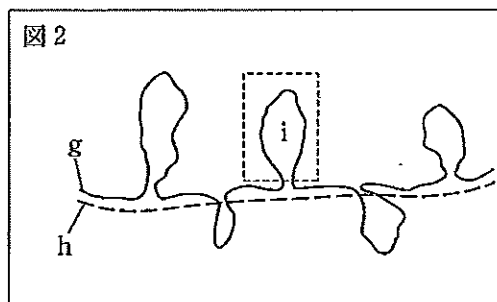
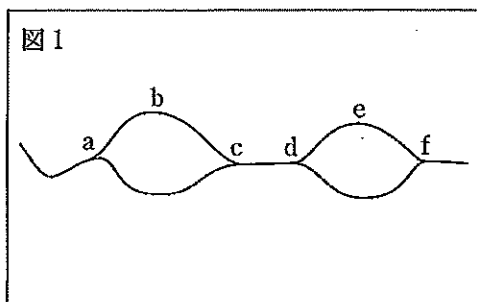
問 8. 細胞の体積が1.2のときの吸水力をa～cの記号を用いた式で表せ。

問 9. 細胞を蒸留水に浸しておくやがて浸透圧と膨圧が等しくなる。このときの細胞の浸透圧を求めよ。ただし、この細胞は0.25モルのショ糖水溶液中で限界原形質分離の状態になり、1モルのショ糖水溶液の持つ浸透圧は24.0気圧とする。答えは小数第2位を四捨五入して求めよ。



4. 遺伝子の複製と発現に関する各問いに答えよ。

I. 図1は、ある細胞を用いて人為的な切断や変質のない複製中のDNAの標本を作製し、電子顕微鏡で観察した像を模式的に表したものである。また、図2は、リボソームに結合する直前のメッセンジャーRNAを図1とは別の細胞から取り出し、その鋳型となったDNAと相補的に結合させたときの電子顕微鏡像を模式的に表したものである。



問 1. 図1および図2に用いた細胞の種類は何か。次のア～エより選び記号で答えよ。

- ア. 図1, 図2とも原核細胞 イ. 図1は原核細胞, 図2は真核細胞
ウ. 図1は真核細胞, 図2は原核細胞 エ. 図1, 図2とも真核細胞

問 2. 問1での選択理由を図1についてのみ述べよ。

問 3. 図1では、複製はどの方向に進んでいるか。次のア～ウの中から正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- ア. aとdから始まり、それぞれc, fの方向へ、または、c, fから始まり、それぞれa, dの方向へ進んでいる。
イ. bとeから始まり、bからはa, cの方向へ、eからはd, fの方向へ進んでいる。
ウ. aとfから始まり、それぞれc, dの方向へ進んでいる。

問 4. 図2において、メッセンジャーRNAはg, hのうちのどちらか。

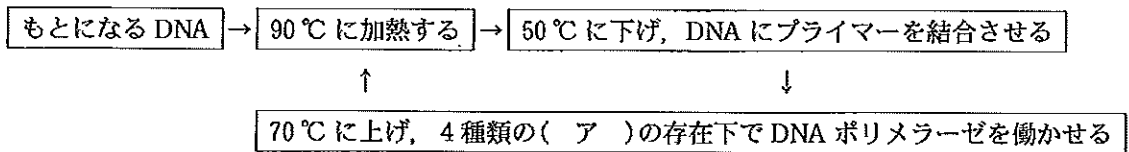
問 5. 点線で囲まれたiの部分は何と呼ぶか。

問 6. 図2は、遺伝子発現の過程で起きるある機構を反映したものである。ある機構とは何か、名称を記せ。

問 7. 図1および図2の機構はどのような結果をもたらすか。次のア～オよりそれぞれ最も適当なものを1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 速い複製 イ. 正確な複製 ウ. 遺伝子の組換え
エ. 遺伝子の重複 オ. 不要な塩基の除去

II. 下図は、ごく少量の DNA をもとに、同一塩基配列を持つ DNA を短時間で大量に試験管内で得ることができる PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法の概略図である。



問 8. (ア)は、DNA の素材となる物質である。適当な語を答えよ。

問 9. 90℃ に加熱する理由を述べよ。

問10. PCR 法で用いられる DNA ポリメラーゼは、ヒトの細胞などで働いている一般的な DNA ポリメラーゼとはある点で性質が異なっている。異なる点を述べよ。