平　成　24　年　度
医学部前期入学試験問題

理　　科

〔「物理Ⅰ・物理Ⅱ」「化学Ⅰ・化学Ⅱ」「生物Ⅰ・生物Ⅱ」〕

(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Ⅰ・物理Ⅱ」	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Ⅰ・化学Ⅱ」	3～4	
「生物Ⅰ・生物Ⅱ」	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　問題冊子の余白および下書き用紙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Ⅰ・生物Ⅱ

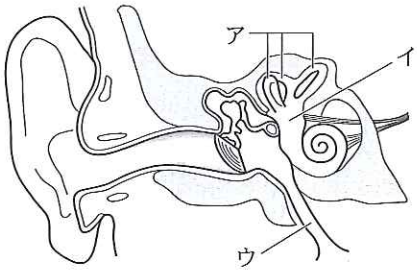
〔1〕 聴覚器に関する次の文章を読み，下の問い(問1～7)に答えよ。

聴覚器は脊椎動物において特に発達している。魚類では，水と体物質の間の(　1　)差が少ないため，水中の音振動は頭蓋骨から内耳へ直接に伝達される。また，(　2　)を持ち水流や水圧の変化を感知することもできる。陸生の①両生類では，希薄な空気の振動を受け取るために，聴覚器にいくつかの構造が加わった。さらに鳥類や哺乳類では，②音の強弱や高低を高精度で識別することが可能となった。ヒトの場合，音は耳殻で集められて外耳道を通り鼓膜に送られる。③鼓膜の振動は，3つの耳小骨を介して内耳を満たす(　3　)へ伝わる。次に(　3　)の振動はうずまき管へ進み，ここで聴細胞の興奮が生じる。うずまき管は2枚の板で区切られた3層構造からなり，振動は(　4　)の端の卵円窓から入って(　5　)の正円窓に達する。その際に，うずまき細管の下側にある(　X　)膜が振動する。(　X　)膜上にはコルチ器官があり，聴細胞の感覚毛が(　Y　)膜に接触することで活動電位が生じ，④この興奮が聴神経を通じて大脳に伝えられ，音として認識される。

問1 文中の(　1　)～(　5　)に入る適切な語を，下の語群a～jから選び，記号で答えよ。また，(　X　)および(　Y　)の膜の名称を答えよ。

(語群)　a　側線　　b　マイスナー小体　　c　密度　　d　温度　　e　リンパ液
　　f　血漿　　g　前庭階　　h　パチーニ小体　　i　鼓室階　　j　クプラ

問2 右図はヒトの耳の模式図である。図中のア～ウの名称を答えよ。また，ウはこの後，どこに開口するか，記せ。



問3 下線部①について，空気の振動が直接内耳に達した場合，音響エネルギーの大半は内耳の入り口で反射してしまう。これを防ぐために両生類以降に発達した聴覚器の構造を2つ挙げよ。

問4 下線部②について，ヒトの聴覚において音の高低を感知する機構を簡潔に説明せよ。

問5 下線部③について，中耳では音圧の増幅が生じることが知られている。中耳で音圧が増す仕組みについて述べた下記の文のうち，正しいものを2つ選べ。

a　中耳は全体として密閉空間を形成し，さまざまな振動数の音波と共振する
b　鼓膜の面積と比較して，あぶみ骨の卵円窓に接する面積はずっと小さい
c　耳小骨には微小な筋が付着しており，過剰な振動を抑制する
d　中耳の内腔は1気圧よりも少し低く調整されている
e　3つの耳小骨は，連結して「てこ」のように作用する

問6 下線部④について，1つの聴細胞に着目すると，ある強さ(閾値)以上の刺激が感覚毛に与えられないと興奮は生じない。また，1つの聴細胞では刺激の大きさに関わらず，生じる活動電位の大きさは一定である。それでは聴神経はどのようにして，刺激の大きさを脳に伝えているのか。その機構を2つ挙げて説明せよ。

問7 最近，片耳が聞こえなくなったと訴える患者に対し次の検査を行った。最初に音さを聞こえない側の耳の近くで小さく鳴らしたが，この音を聞き取ることは出来なかった。次に音さの底部を頭蓋骨に触れさせたところ，音を感じることができた。患者の耳の障害についてどのような原因が考えられるか，考察せよ。

〔2〕 次の文章を読み，下の問い(問1～4)に答えよ。

成長ホルモンは，(　1　)から分泌されるホルモンで，アミノ酸が(　2　)結合によって連結した(　2　)ホルモンである。このホルモンは，血流を通じて全身に運ばれ，肝細胞などの細胞膜上に存在する(　3　)に結合し，代謝や骨の成長を促進する。成長ホルモンの機能が損なわれると，様々な疾患を生じるので，成長ホルモンを補充する治療が行われている。かつては，(　1　)から取り出した成長ホルモンを利用していたが，現在では，大腸菌内で生産された遺伝子組換え型成長ホルモンが使用されている。図1は，①大腸菌でヒト成長ホルモンを生産するために合成されたDNA配列である。②この成長ホルモン

DNA を挿入したプラスミドを作成し，次に，これを大腸菌に導入することで，ヒト成長ホルモンを合成する大腸菌を得ることができる。これら一連の操作は遺伝子組換え技術と呼ばれ，生命科学の広い分野で用いられている。

```
  1 CGATATGTTC CCAACTATTC CACTGAGTCG CCTGTTCGAT AACGCGATGC TGCGTGCGCA
 61 TCGTCTGCAC CAACTGGCTT TCGACACTTA CCAGGAGTTC GAAGAAGCAT ACATCCCGAA
                    X
121 AGAACAGAAA TACAGCTTCC TTCAGAACCC ACAGACCTCG TTGTGTTTCT CTGAAAGTAT
181 CCCGACCCCT TCTAACCGCG AAGAGACCCA GCAGAAATCG AACCTTGAAC TGCTTCGTAT
241 CTCGCTGCTT CTCATTCAGT CGTGGCTGGA GCCAGTACAG TTCCTGCGTT CGGTTTTCGC
301 AAACTCACTG GTTTACGGTG CGTCTGACAG TAACGTTTAC GACCTGCTGA AAGACCTTGA
361 AGAAGGGATC CAGACCCTGA TGGGTCGCCT GGAAGATGGT TCACCACGCA CTGGTCAGAT
421 CTTCAAACAG ACTTACTCCA AATTCGATAC TAACTCTCAT AACGATGATG CTCTGCTGAA
                                                    Y
481 AAACTACGGC CTGCTGTACT GTTTCCGTAA AGATATGGAT AAAGTTGAAA CTTTCCTGCG
541 TATCGTTCAG TGTCGTTCTG TTGAAGGGTC GTGTGGCTTC TAGGTAC
```

図1　化学合成されたヒト成長ホルモンの DNA 配列

（この配列は，転写に用いられない非鋳型鎖のものである。実際には逆方向の鋳型鎖と二重らせんを形成している。）

問 1　（　1　）～（　3　）に当てはまる適当な語句を答えよ。

問 2　下線部①について，以下の問いに答えよ。なお，図1の太字部分は，それぞれ開始コドンと終止コドンを示している。

(1)　図1の DNA 配列から，成長ホルモンのアミノ酸数を計算せよ。

(2)　図1の［　　］で囲まれた部分Xについて，図2の遺伝暗号表(コドン表)を用いて DNA 配列をアミノ酸に翻訳せよ。

(3)　実験の途中で，図1の［　　］で囲まれた部分Yの配列に次のような変異1と変異2が生じた。このとき，発現する成長ホルモンのアミノ酸配列にはどのような変化が生じるか，それぞれ説明せよ。なお，変化した塩基を太字で示す。

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
					C
	ロイシン		(終止)	(終止)	A
			(終止)	トリプトファン	G
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
					C
			グルタミン		A
					G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
					C
	メチオニン		リシン	アルギニン	A
					G
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
					C
			グルタミン酸		A
					G

図2　遺伝暗号表(コドン表)

変異なし　　AAAGTTGAAACTTTCCTG

変異1　　AAAGTTGAA**G**CTTTCCTG

変異2　　AAAGTT**T**GAAACTTTCCTG

問 3　下線部②について，以下の問いに答えよ。

(1)　右表は代表的な制限酵素と，その認識配列を示したものである。制限酵素が認識する配列には，共通に見られる特徴がある。その特徴を述べよ。

(2)　図1の DNA 配列の両端には，制限酵素の認識配列が付加してある(＿＿部)。さらにプラスミドに導入できるように，その一部を一本鎖にしておく。一方，この DNA 配列を受け入れるプラスミドは制限酵素で処理する必要がある。表に示す制限酵素Ⅰ～Ⅴのうち，どの制限酵素でプラスミドを処理すればよいか，すべて選べ。

(3)　成長ホルモンの DNA とプラスミドをつなぐために用いる酵素の名称を記せ。

表　代表的な制限酵素とその認識配列

制限酵素Ⅰ	G|GATCC CCTAG|G
制限酵素Ⅱ	AT|CGAT TAGC|TA
制限酵素Ⅲ	A|AGCTT TTCGA|A
制限酵素Ⅳ	CA|TATG GTAT|AC
制限酵素Ⅴ	GGTAC|C C|CATGG

なお，└┐は制限酵素による切断位置を示す。

問 4　図1の DNA を用いずに，ヒト細胞の DNA から成長ホルモンを作る遺伝子の部分を制限酵素で切り取り，これを同じプラスミドに導入した場合，大腸菌内で成長ホルモンは合成されない。その理由を真核生物と原核生物の遺伝子構造の違いに注目して考察せよ。

〔3〕 森林の物質生産に関する次の文章を読み，下の問い(問1～6)に答えよ。

生態系の物質生産は生態系を構成する生物種の光合成と呼吸の収支として考えることができる。物質生産は草原や森林，海洋などの生態系の種類によって異なり，また，森林生態系どうしでも気候条件や遷移段階によって違いが見られる。図は2カ所の森林における総生産量と，それがどこに配分されるかを示したものである。2カ所の森林は生育する地域の気候が異なり，一方は熱帯雨林，もう一方は温帯常緑広葉樹林である。また，両者は遷移の段階も異なり，一方は平均樹高5mの若い森林で，もう一方は極相に近い森林である。なお，森林生態系では一般に消費者による葉などの生きている植物体に対する被食の量は少なく，全体の物質生産の中に占める割合が極めて小さいため，この図でも省略されている。

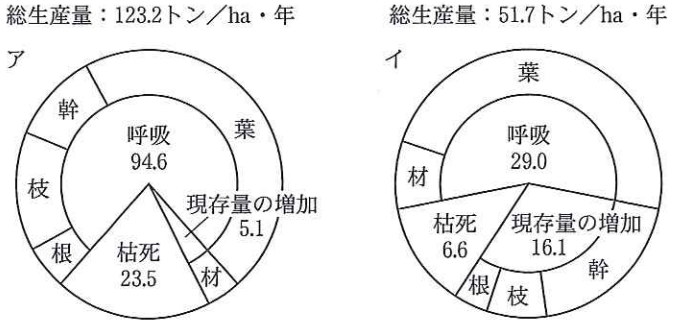


図　2カ所の森林における総生産量の配分比

(図中の数値は有機物乾燥重量に換算した値で，単位はトン/ha・年
「材」は幹，枝，根の合計)

問1　図のア，イのどちらが熱帯雨林であるか。そう考えられる理由を2点あげ，気候条件との関係を考慮して説明せよ。

問2　それぞれの森林の純一次生産量(生産者の純生産量)を計算せよ。

問3　図中の枯死とは何であるか。ここで示した枯死が総生産，呼吸などと同様に現存量ではなく速度であることを考慮して，何を測定した値であるかを具体的に述べよ。

問4　森林生態系全体での物質収支を知るためには森林に生息する全ての生物を考慮する必要があり，一般に土壌呼吸の測定が行われる。土壌呼吸とは何であるか。関連する具体的な生物群とそれらの活動を示して説明せよ。

問5　図のア，イのうちどちらが極相に近い森林であるかを記し，そう考えられる理由を2点あげて説明せよ。

問6　1997年の京都議定書では二酸化炭素の森林吸収分が重要な要素として考慮されている。ア，イの森林の場合どちらが二酸化炭素吸収が多いと考えられるか。根拠を示して考察せよ。