

平成 27 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

(医 学 部)

科 目	頁 数
物 理 基 礎・物 理	2 頁 ~ 7 頁
化 学 基 礎・化 学	9 頁 ~ 13 頁
生 物 基 礎・生 物	15 頁 ~ 20 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっている。そこから2科目を選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

生物基礎・生物

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

生物をとりまく環境は絶えず変化しており、生物はこの変化を刺激として受け取っている。この刺激は特定の刺激に応答する「受容器」と呼ばれる細胞や器官で受け取られる。受容器には様々な種類があり、受容器が受け取ることのできる特定の刺激を **ア** と呼ぶ。脊椎動物では、刺激を受けた受容器は中枢神経系に情報を伝え、伝達された情報は **イ** の感覚中枢で処理され認知される。感覚中枢で処理された情報はさらに別の脳領域に伝えられ、他の情報と統合されるなど、より複雑な処理を受ける。

刺激に対する反応は **ウ** や **エ** を介して効果器(作動体)に伝えられる。

ウ は骨格筋の収縮を調節し、**エ** は内分泌腺や各臓器のはたらきを調節する。

イ を介した刺激に対する反応とは別に、無意識におきる **イ** を介さない反応もある。これは「反射」と呼ばれ、**オ**、**カ** または脊髄を中枢として **ウ** の活動が起こる。反射を支える興奮の経路を **キ** と呼ぶ。

動物の行動には反射が組み合わさって起こる複雑な行動もあり、これを **ク** という。

問 1 文章中の空欄 **ア** から **ク** にあてはまる適切な用語を答えなさい。なお、同じ記号が付された空欄には同じ用語が入る。

問 2 下線部(a)について、

- (i) 皮膚に分布する受容器と生じる感覚の組み合わせを5つあげなさい。
- (ii) 受容器における「閾値」について説明しなさい。
- (iii) **ア** 以外でも感覚を生じる場合がある。例を1つあげなさい。

問 3 下線部(b)について、

- (i) 中枢神経系における神経細胞の興奮性情報伝達に使われる物質を答えなさい。
- (ii) シナプスにおける興奮の伝達のしくみを説明しなさい。
- (iii) シナプスにおける興奮の伝達が一方方向性にしか起きない理由を説明しなさい。

問 4 下線部(c)について、

- (i) 間脳の機能を説明しなさい。
- (ii) 近年の技術の進歩により、生体に傷をつけずに脳の活動の様子が観察できるようになった。その方法名を1つあげなさい。

問 5 下線部(d)について、脊髄を介した反射の例を1つあげなさい。

問 6 **ク** について、その定義を説明しなさい。

2 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

私たちの体は、ウイルスや細菌、菌類(カビ)などの病原体に常に暴露されている。しかし、私たちの体は、これらの病原体に対する巧妙な生体防御機構を備えている。まず、病原体が容易に体内に侵入できないようなバリアがある。病原体がこのバリアを突破して体内に侵入すると、ア や イ などの細胞は、食作用によってこれらの病原体を細胞内に取り込み、消化・分解して排除する。これは非特異的な防御反応であり、このような免疫を ウ という。一方、イ や樹状細胞の食作用によって細胞内に取り込まれた病原体の一部は、異物として細胞表面に提示される。エ T細胞によって抗原として認識された異物に対しては、リンパ球による抗原特異的な反応が誘導される。このような免疫を オ という。オ には、抗原と特異的に結合する抗体が関与する カ と、病原体に感染した細胞を キ T細胞が直接攻撃する ク がある。カ では、抗原を認識した エ T細胞がB細胞を活性化し、抗原に反応する受容体を持ったB細胞が分化して ケ になり、抗体が産生される(一次応答)。この情報は コ としてリンパ節や脾臓などのリンパ組織に残る。同じ抗原が再び侵入した際には コ が急速に増殖し、ケ に分化し、速やかに大量の抗体が産生される(二次応答)。

問 1 文章中の空欄 ア から コ にあてはまる適切な用語を答えなさい。なお、同じ記号が付された空欄には同じ用語が入る。

問 2 下線部(a)について、菌類(カビ)は原核生物と真核生物のどちらに分類されるか。正しいものを○で囲みなさい。

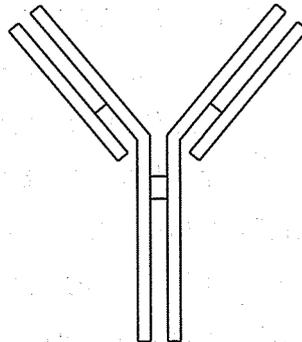
問 3 下線部(b)について、バリアとして働く体の部位を2つあげ、各々の部位がバリアとして働くしくみを説明しなさい。

問 4 下線部(c)について、食作用によって細胞内に取り込まれた病原体はどのようにして消化・分解されるか、以下の用語を用いて説明しなさい。

用語：リソソーム、加水分解酵素、融合

問 5 下線部(d)について、

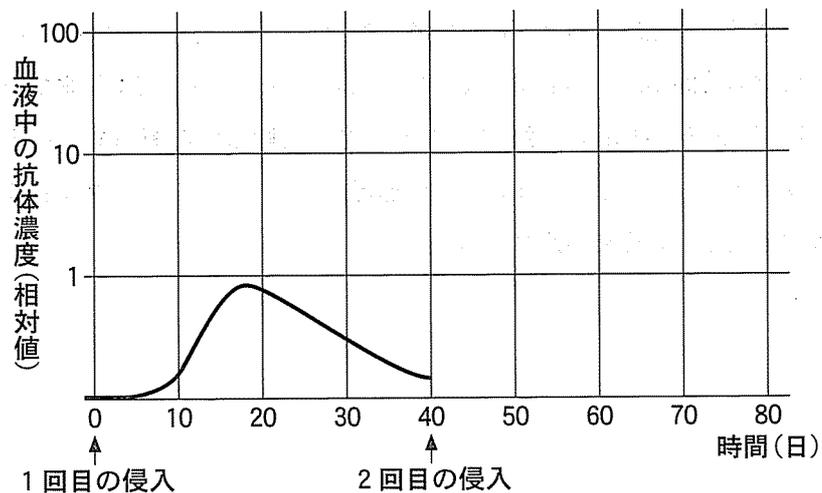
- (i) 抗体ごとに構造が異なり抗原と結合する部位は何と呼ばれるか、その名称を答えなさい。
- (ii) 以下の抗体の模式図を用いて、抗原と結合する部位を○で囲みなさい。



問 6 下線部(e)について、感染した病原体はこのしくみで細胞ごと排除されるが、抗体が関与する免疫反応では排除されない。その理由を説明しなさい。

問 7 下線部(f)について、

- (i) 以下のグラフはある抗原が体内に初めて侵入した際の、血液中の抗体濃度(相対値)の推移を示したものである。同じ抗原が2回目に侵入した際の抗体濃度の変化を書き込み、二次応答を示すグラフを完成させなさい。



- (ii) 一次応答、二次応答で産生される主な免疫グロブリンをそれぞれ答えなさい。

3 次の(A)および(B)の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

(A) 細胞周期は大きく分裂期と間期に分けられるが、体細胞分裂や減数分裂時の DNA 量の変化を調べると、いずれも間期のある時期に増加していることから、この時期に DNA の複製が行われていることがわかる。米国の ^(a) ア と イ は、DNA が ウ と呼ばれる機構によって複製されることを実験的に証明した。DNA の複製は、複製の起点となる場所 ^(b) で、二重らせんの一部が DNA ヘリカーゼなどの働きによってほどかれて開始される。もとの 2 本のヌクレオチド鎖のそれぞれが鋳型となり、新しいヌクレオチドが エ 結合によって相補的に結合し、その後、 オ のはたらきによって隣接したヌクレオチドどうしがつながれ、ヌクレオチド鎖が伸長していく。この伸長反応は 5' → 3' 方向にしか進行できないため、2 本鎖の一方の鎖(カ 鎖)は連続的に複製されるが、もう一方の鎖(キ 鎖)は、 ク と呼ばれる DNA 断片が不連続的に合成されたのち、不連続部分を ケ が連結することによって、結果的に 3' → 5' 方向に伸長する。

問 1 文章中の空欄 ア から ケ にあてはまる適切な用語を答えなさい。ただし、 オ および ケ には酵素名があてはまる。

問 2 下線部(a)について、DNA の量はもとの量の何倍に増加するか、(i) 体細胞分裂 と (ii) 減数分裂のそれぞれについて答えなさい。

問 3 下線部(b)について、ヒトのゲノムを構成する DNA には 3×10^9 塩基対が含まれる。1 個の体細胞に合計 500 個の複製起点が存在し、これらの起点から一斉に 1 秒当たり 100 ヌクレオチドの速度で複製が進行すると仮定した時、体細胞内の DNA をすべて複製するためには何時間かかるか計算しなさい。なお、答えは小数第 1 位まで求めなさい。

問 4 DNA 複製の開始時にはまず、プライマーと呼ばれる短いヌクレオチド鎖が作られ、このプライマーにつなげて伸長反応が進行する。これらの短いヌクレオチド鎖を構成する 6 種類の成分の名称を答えなさい。

- (B) 疾患 D は、X 染色体上に存在する酵素 E の遺伝子の変異によって引き起こされる伴性遺伝性疾患である。健康な男性のこの酵素 E の遺伝子塩基配列の一部を解析したところ、次のような配列が含まれていた。

5'—GAAGCTTCTGTAC^{*}GTGTCCATGCCTAAG—3'

注) 5'—, —3' は配列の方向性を示す。

問 5 酵素について書かれた以下の文①～⑥のうち、正しいものには○を、誤っているものには×をつけなさい。また、誤っている場合には、文中の誤っている一語のみを訂正し、正しい文に直しなさい。

- ① 酵素はアミノ酸配列に基づいた特有の立体構造を持ち、基質は立体構造の一部にある活性部位に結合する。
- ② 最適 pH は酵素によって異なる。だ液に含まれるアミラーゼは中性付近で、また、胃液に含まれるトリプシンは強い酸性条件下で最もよく働く。
- ③ 一部の酵素はその活性を発揮するために、低分子量のタンパク質である補酵素や金属イオンを必要とする。
- ④ すい液を産生するすい臓の細胞では、ゲノム中のすべての酵素遺伝子が発現している。
- ⑤ 酵素の競争的阻害では、阻害物質の量が一定の場合、基質濃度が低い時は阻害効果が高く、基質濃度が高い時は阻害効果が低くなる。
- ⑥ 制限酵素は、特定の塩基配列を認識して DNA を切断する酵素で、病原ウイルスがヒトに侵入しても感染が起りにくくなる場合があることから発見された。

問 6 この DNA 鎖を鋳型とした転写により合成される mRNA (伝令 RNA) の塩基配列を、以下のア)からエ)の中から選び、記号で答えなさい。さらに、次頁の遺伝暗号表を参照し、この塩基配列が指定するアミノ酸の配列を書きなさい。ただし、この塩基配列はすべてエキソンに対応しているものとし、翻訳はこの塩基配列内の最初の開始コドンから始まるものとする。

- ア) 5'—CTTCGAAGACATGCACAGGTACGGATTC—3'
- イ) 5'—GAAUCCGUACCGUGUGCAUGUCUUGAAG—3'
- ウ) 5'—CUUCGAAGACAUGCACAGGUACGGAUUC—3'
- エ) 5'—CUUAGGCAUGGACACGUACAGAAGCUUC—3'

問 7 複数の男性患者について酵素 E 遺伝子を調べたところ、この塩基配列内に変異が見つかった。発症の原因として考えられることを、男性患者①および②についてそれぞれ述べなさい。

患者① *で示した塩基 G が塩基 C に置換されていた。

患者② ◆で示した塩基 C と次の塩基 G の間に塩基 T が挿入されていた。

問 8 ある健康な男性について酵素 E 遺伝子の塩基配列を調べたところ、この塩基配列内のアミノ酸を指定している塩基の 1 個に置換が見つかった。この男性が発症していない理由として考えられることを述べなさい。

		2 番目の塩基								
		U	C	A	G					
1 番目の塩基	U	UUU	UCU } セリン	UAU	UGU } システイン	U	3 番目の塩基			
		UUC		UCC				UAC	UGC	C
		UUA		UCA				UAA	UGA	A
		UUG		UCG				UAG	UGG	G
	C	CUU	CCU } プロリン	CAU	CGU } アルギニン	U				
		CUC		CCC		CAC		CGC	C	
		CUA		CCA		CAA		CGA	A	
		CUG		CCG		CAG		CGG	G	
	A	AUU	ACU } トレオニン	AAU	AGU } セリン	U				
		AUC		ACC		AAC		AGC	C	
		AUA		ACA		AAA		AGA	A	
		AUG		ACG		AAG		AGG	G	
	G	GUU	GCU } アラニン	GAU	GGU } グリシン	U				
		GUC		GCC		GAC		GGC	C	
		GUA		GCA		GAA		GGA	A	
		GUG		GCG		GAG		GGG	G	

遺伝暗号表