

平成 27 年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

# 理 科

## 試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 4
化学	1 ~ 3	5 ~ 9
生物	1 ~ 3	10 ~ 18
地学	1 ~ 4	19 ~ 24

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。  
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

# 生 物

1 次の文章を読み、以下の(問1)～(問5)に答えよ。

生体には外界の変化に対応して体内の恒常性を維持する機構が備わっており、恒常性の調節には内分泌系と神経系、特に自律神経系が強くかかわっている。自律神経系は脳や脊髄からの情報<sup>a)</sup>を内臓や分泌腺などへ伝える神経である。自律神経には、すべてが脊髄から出る交感神経と、中脳と延髄と脊髄の下部から出る副交感神経とがあり、その最高位の中枢はともに間脳の<sup>b)</sup> [ 1 ] にある。交感神経の末端からは [ 2 ] が、副交感神経の末端からは [ 3 ] が分泌され、各組織や器官の活動調節を行う。

ホルモンは内分泌腺により産生・分泌され、特定の組織や器官に働きかけてその活動を変化させる物質である。ホルモンは、大きくポリペプチドホルモン、[ 4 ] ホルモン、およびアミン型ホルモンの3つに分けられる。一般的に、ホルモンはそれぞれ特定の細胞に作用する。この細胞を標的細胞といい、その細胞膜の表面または細胞の内部には特定のホルモンだけと結合する [ 5 ] が存在する。脳下垂体は [ 1 ] からの指令を受け、他のいくつかの内分泌腺を刺激するホルモンを分泌する<sup>c)</sup>という点で、内分泌系における中心的役割を果たしている。

自律神経系とホルモンの両者が協調的に働いて恒常性を維持していることも多い。ほ乳類と鳥類には、外界の温度が変化しても体温を一定に保つしくみ<sup>d)</sup>がある。体温の情報が間脳の [ 1 ] にある体温調節中枢に伝えられると、中枢は自律神経系や内分泌腺を通じてからだのいろいろな組織や器官に働きかけて、体温の恒常性を維持している。

(問1) 文中の [ 1 ] ～ [ 5 ] に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部a)に関して、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 次の文中の [ 6 ] ～ [ 9 ] に適切な語句を入れよ。

神経系を構成する神経細胞は、核の存在する [ 6 ] ，枝分かれが多く短い突起である [ 7 ] ，枝分かれが少なく長い突起である [ 8 ] から構成される。 [ 8 ] と他の神経細胞や効果器の細胞はわずかなすきまを隔てて接続している。この部分を [ 9 ] という。 [ 8 ] の末端から神経伝達物質が放出され、他の神経細胞や効果器の細胞へと情報伝達が行われる。

(イ) 以下の実験に関して、設問(i)と(ii)に答えよ。

カエルの神経筋摘出標本を用い、運動神経における興奮の伝導速度を測定する実験を行った。神経筋肉と神経の接合部から 60 mm 離れた A 点、および 15 mm 離れた B 点において運動神経を電気刺激により興奮させると、それぞれ 4.5 ミリ秒、3 ミリ秒後に筋肉の収縮が観察された。

(i) この標本の運動神経における伝導速度は何 m/秒か答えよ。

(ii) 興奮が運動神経末端に到達してから筋肉が収縮するまでに何ミリ秒かかるか答えよ。

(ウ) 図 1 は、神経興奮時の細胞内膜電位変化を模式的に示している。①、②、③のそれぞれの時点において、「細胞膜内外のイオン組成」、「イオンの動き」、「働いている細胞膜タンパク質」の 3 つを正しく示しているものを図 2 の模式図 A、B、C から選べ。

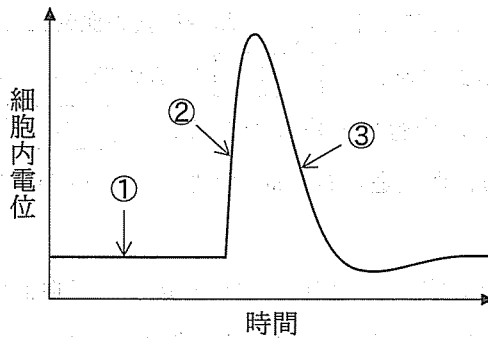


図 1

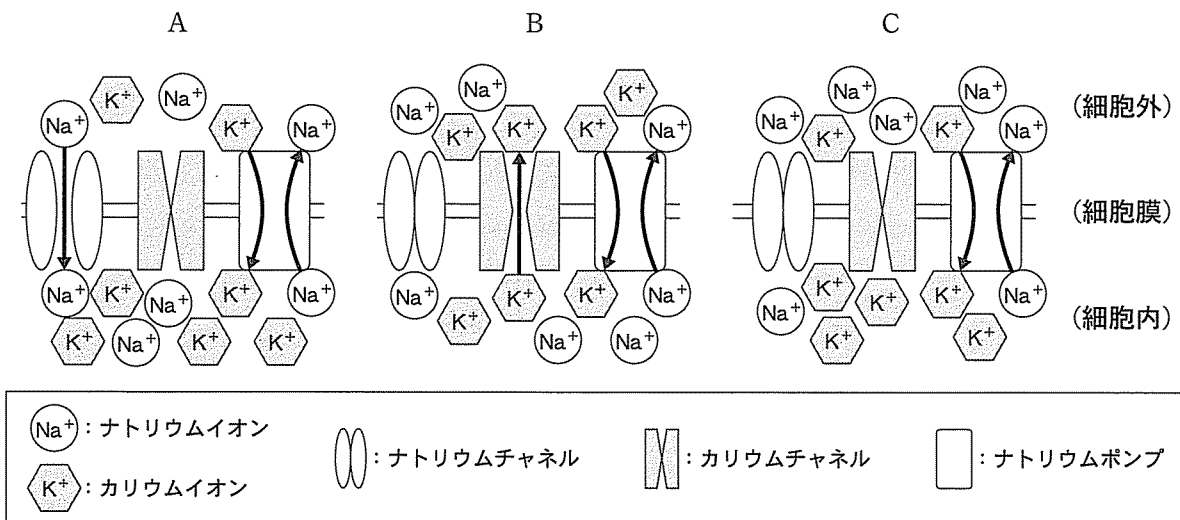


図 2

(問 3) 下線部 b) に関して、交感神経が活動することにより、次の(ア)~(オ)の各器官は①と②のどちらの反応を示すか。①または②で答えよ。

- |             |      |      |
|-------------|------|------|
| (ア) 瞳孔      | ① 拡大 | ② 縮小 |
| (イ) 気管支     | ① 拡張 | ② 収縮 |
| (ウ) 心臓の拍動   | ① 促進 | ② 抑制 |
| (エ) 胃のぜん動   | ① 促進 | ② 抑制 |
| (オ) ぼうこうの収縮 | ① 促進 | ② 抑制 |

(問 4) 下線部 c) に関して、脳下垂体前葉で産生されるホルモンの名称を 3 つ答えよ。

(問 5) 下線部 d) に関して、次の文中の  ~  に適切な語句を入れよ。

ほ乳類では、寒いときには  筋や体表の血管に分布している交感神経が興奮して  筋や体表の血管が  するので、熱の放散量が  する。また、甲状腺ホルモン、副腎皮質ホルモンである  ，副腎髄質ホルモンである  などの分泌が促進されて筋肉と肝臓の活動が活発になるので、熱の産生量が  する。

暑いとき体温が上昇すると、皮膚の血管が広がって血液から熱の放散量が増すとともに、 腺に分布している交感神経が興奮して発汗が  されるので、熱の放散量が  する。肝臓や筋肉の活動を促すホルモンの分泌は低下するので、肝臓や筋肉での発熱量は減少する。

2 次の文章を読み、以下の(問1)～(問7)に答えよ。

細胞は生命の基本単位である。細胞はさまざまな物質でできているが、中でもDNAやRNAは遺伝情報の保持や発現に重要な役割をになっている。細胞をメチルグリーン・ピロニン混合液<sup>a)</sup>で染色すると、DNAは [ 1 ] 色に染まり、RNAは [ 2 ] 色に染まる。例えば、ユスリカ幼虫のだ腺染色体の一部がふくれた構造である [ 3 ] は、 [ 2 ] 色に染色される。

DNAの遺伝情報は、細胞分裂により新しい細胞に受けつがれる。動植物の細胞分裂には、体細胞分裂と減数分裂の2通りがある。

b) 体細胞分裂をくり返す細胞では、分裂を行う分裂期(M期)とそれ以外の間期がくり返される。体細胞分裂は厳密に制御されており、この制御に異常が起こるとさまざまな病気の原因となることがある。その異常の要因としてDNAの突然変異<sup>c)</sup>が知られている。変異したDNAの解析には、 [ 4 ] 法によりDNAの特定の領域だけ増幅させ、制限酵素<sup>d)</sup>で切断する手法などが用いられる。制限酵素は特定の認識配列を識別し、その認識配列の中央で切断するタイプや、2本鎖DNAの違う場所で切断するタイプなどがある。

減数分裂では、1回の染色体複製の後に連続した2回の細胞分裂を行う。第一分裂前期では、複製を終えた相同染色体が互いに平行に並んで接着(対合)する。このように相同染色体が対合したものを [ 5 ] という。この時、対合した相同染色体の間でその一部が交換<sup>e)</sup>されることがある。その後、 [ 5 ] が対合面<sup>e)</sup>で分かれ、それぞれ娘細胞に分配される。第二分裂では、姉妹染色分体がそれぞれ別の娘細胞に分配される。このようにして、減数分裂では複相(2n)の1個の母細胞から単相(n)の4個の娘細胞が生じる。<sup>f)</sup>

(問1) 文中の [ 1 ] ~ [ 5 ] に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部a)に関して、次の問に答えよ。

ヒトの体細胞に含まれるDNAはおよそ60億塩基対であり、DNA二重らせん構造の1ピッチ(1巻き)は10塩基対からなる。1ピッチの長さを3.40 nm(ナノメートル、 $10^{-9}$  m)とした場合、DNAの全長は何メートルになるか。小数点第二位まで答えよ。

(問3) 下線部b)に関して、以下の設問(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) タマネギの根端分裂組織から細胞を5000個とり、細胞当たりのDNA量を測定したところ、図1に示した結果が得られた。図中の(x)～(z)の細胞はそれぞれどの細胞周期に当てはまるか。以下の①～⑧からそれぞれ選び、番号で答えよ。

- |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① G <sub>1</sub> 期    | ② G <sub>2</sub> 期    | ③ M期                  | ④ S期                  |
| ⑤ G <sub>1</sub> 期+S期 | ⑥ G <sub>2</sub> 期+S期 | ⑦ G <sub>1</sub> 期+M期 | ⑧ G <sub>2</sub> 期+M期 |

- (イ) 図1の実験に用いた細胞を酢酸カーミン液で染色したところ、M期の細胞が全体の20%を占めていた。また、細胞数が2倍になる時間は25時間であった。各期の細胞数の割合とその期に要する時間が比例するとした場合、G<sub>1</sub>期、S期、G<sub>2</sub>期およびM期に要する時間はそれぞれ何時間か。数値で答えよ。

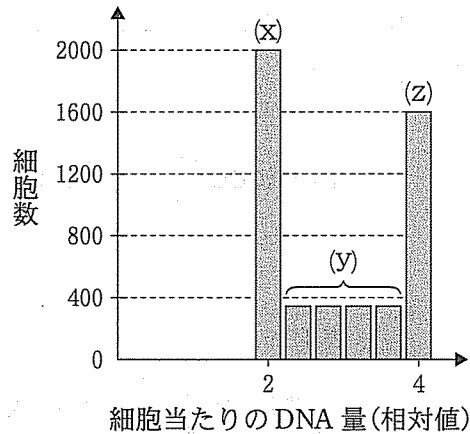


図1

- (問4) 下線部c)に関して、以下の設問(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) 紫外線はDNAのCCという連続した塩基配列をTTに変異させることが知られている。図2に示したDNA鎖の塩基配列は左端から、ロイシン—アラニン—リシン—チロシン—バリン—アルギニン—ロイシン—ヒスチジンのアミノ酸配列を指定する。この図2のDNA鎖においてCCからTTへの変異がすべて起こった場合、その塩基配列が左端から指定するアミノ酸配列を順に答えよ。

(イ) 図2のDNA鎖の相補鎖のみにCCからTTへの変異が起きて複製された場合、図2の塩基配列がどのように変化するか記せ。また、その配列が左端から指定するアミノ酸配列を順に答えよ。

CTTGCCAAATACGTTAGGCTCCAC

図2

(問 5) 下線部 d)に関して、次の問に答えよ。

図 3 はある 2 本鎖 DNA 断片の片方の鎖の塩基配列である。□ は塩基配列が不明の部分である。表 1 は 2 つの制限酵素の認識配列と切断場所を示したものである。この 2 本鎖 DNA を *Hpa*I で切断すると、16 と 19 塩基対からなる 2 つの断片が生じた。また *Sma*I で切断すると、10, 11 および 14 塩基対からなる 3 つの断片が生じた。□ の塩基配列を 2 通り 答えよ。

TGGTATACCC □ CGGGAGCAGTTTAAC

図 3

表 1

制限酵素	認識配列と切断場所 (I)*
<i>Hpa</i> I	GTT AAC
<i>Sma</i> I	CCC GGG

※相補鎖も同じ場所で切断される。

(問 6) 下線部 e)に関して、次の問に答えよ。

ある染色体上で連鎖している優性遺伝子 A, B, C があり、それぞれの劣性遺伝子を a, b, c とする。また、それぞれの優性形質を X, Y, Z, および劣性形質を x, y, z とする。いま、3 つの遺伝子がすべて優性であるホモ接合体とすべて劣性であるホモ接合体をかけ合わせて F<sub>1</sub> を得た。この F<sub>1</sub> 個体と劣性ホモ接合体をかけ合わせたところ、得られた子の表現型の割合は表 2 のとおりであった。この結果から、連鎖している 3 つの遺伝子 A, B, C の位置関係はどのようになっていると考えられるか。解答欄の図の丸の中に遺伝子名を記せ。また、3 つの遺伝子の中で真ん中に存在する遺伝子と遺伝子 A の距離を 1 とした時の相対距離を、解答欄の図の四角の中に記せ。ただし、染色体乗り換えは染色体のどこでも同じ確率で起き、また 1 つの染色体につき 1 カ所しか起きないとする。答えは小数点第三位を四捨五入せよ。

表 2

表現型	XYZ	XYz	XyZ	Xyz	xYZ	xYz	xyZ	xyz
出現頻度	270	0	12	18	18	12	0	270

(問 7) 下線部 f) に関して、以下の設問(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) 染色体の複製前から減数分裂が終了するまでの核相の変化について、正しいものを図 4 の①～⑤から選び、番号で答えよ。

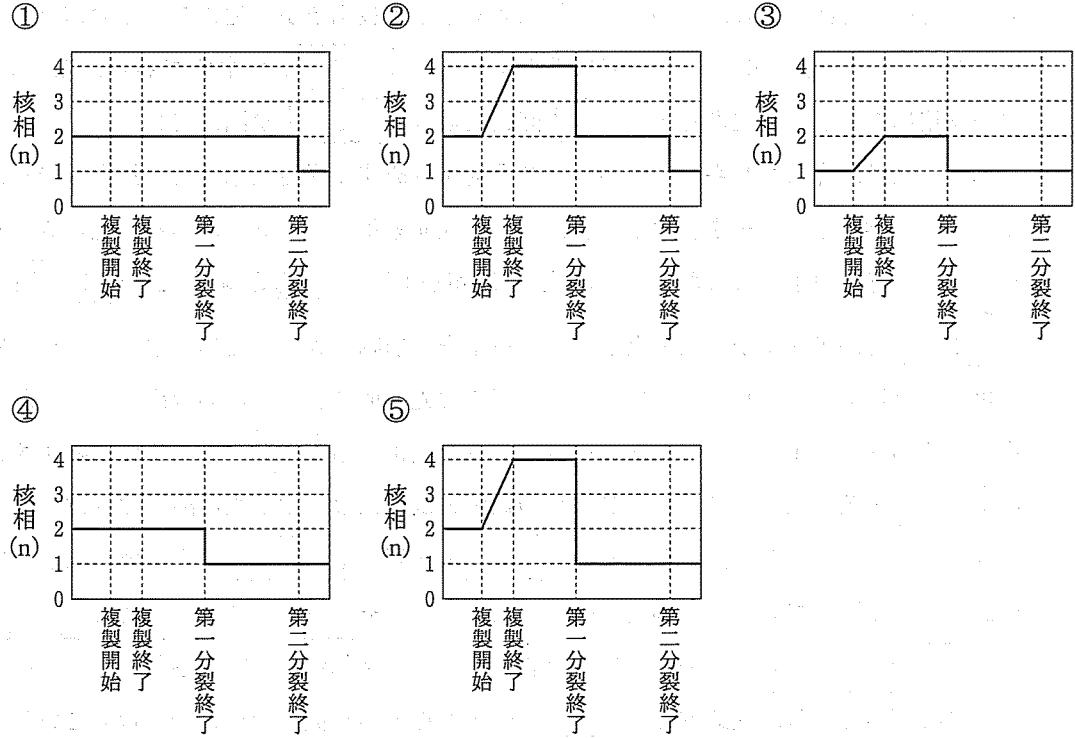


図 4

(イ) 染色体数  $2n = 10$  の生物において、対合した相同染色体での染色体の一部交換がなかった場合、減数分裂の結果生じる娘細胞の種類は何通りか。数値で答えよ。



3 次の文章を読み、以下の(問1)～(問8)に答えよ。

多くの植物は、光エネルギーを利用して [ 1 ] と水からデンプンなどの有機物を合成する。光エネルギーは葉緑体の [ 2 ] に存在する光合成色素によって捕えられ、光化学系 I、II の反応中心を活性化し、水の酸化分解による電子の放出を引き起こす。その結果、電子伝達反応を生じさせ、化学エネルギーである NADPH や [ 3 ] が生成される。この化学エネルギーを用いてストロマにある [ 4 ] 回路により [ 1 ] が固定される。

細菌類には、光エネルギーを利用して有機物を合成する光合成細菌と、無機物の酸化によって得られる化学エネルギーを利用して有機物を合成する化学合成細菌がいる。光合成をする細菌として緑色硫黄細菌が知られている。緑色硫黄細菌は、植物と同様に [ 4 ] 回路により [ 1 ] を固定するが、このとき必要な電子を、植物が利用している水ではなく、硫化水素の酸化により得ている。したがって、この細菌では光合成による酸素の放出はみられない。一方、化学合成細菌は、土壌中のアンモニウムイオンを酸化する [ 5 ] 菌や亜硝酸イオンを酸化する [ 6 ] 菌が知られている。これらの細菌の働きにより生じた硝酸イオンは、植物の根から吸収された後、植物細胞内に存在する [ 7 ] 酵素や [ 8 ] 酵素の働きによってアンモニウムイオンに還元され、葉の細胞に輸送される。アンモニウムイオンは最初に [ 9 ] と結合し、 [ 10 ] となり、その後、様々な有機酸にアミノ基が転移する過程で、いろいろな種類のアミノ酸がつくられ、最終的にタンパク質や核酸などの有機窒素化合物に合成される。このことを窒素同化という。

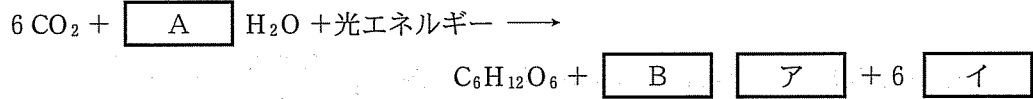
大気の約 78 % を窒素が占めるが、ほとんどの生物は大気中の窒素分子を利用することはできない。しかし、根粒菌やアゾトバクター、クロストリジウム、ラン藻のネンジュモなどは大気中の窒素分子を直接 [ 11 ] に変換する窒素固定を行うことが知られている。根粒菌は土壌中で単独で生活している時は窒素固定を行わないが、マメ科植物と一緒にすると窒素固定を行うようになる。根粒菌はマメ科植物の根から糖、アミノ酸などの有機物を供給され、マメ科植物は根粒菌が固定した [ 11 ] を受け取り、両者とも利益を得ている。生物間のこのような関係を共生という。

(問 1) 文中の [ 1 ] ～ [ 11 ] に適切な語句を入れよ。

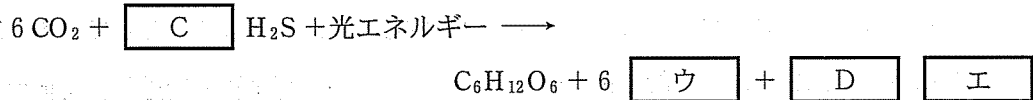
(問 2) 下線部 a) の細菌類がもち、植物はもたない光合成色素を答えよ。

(問 3) 下線部 a), b) に関して, 以下の反応式内の  $\boxed{\text{A}}$  ~  $\boxed{\text{D}}$  に数字を,  $\boxed{\text{ア}}$  ~  $\boxed{\text{エ}}$  に化学式を入れよ。

植物における光合成の反応式



緑色硫黄細菌における光合成の反応式



(問 4) 下線部 c) の反応は, 葉の細胞の中の何という細胞小器官内の, 何という領域でおもに行われるか答えよ。

(問 5) 下線部 d) に関して, 吸収された窒素の 70% がタンパク質に取り込まれ, 40 g のタンパク質が合成されたとする。タンパク質の平均窒素含量を 16% とし, 根から吸収された窒素は全て硝酸イオンだとすると, 吸収された硝酸イオンは何 g か答えよ。答えは小数点第二位を四捨五入せよ。ただし, 原子量は  $\text{N} = 14$ ,  $\text{O} = 16$  とする。

(問 6) 下線部 e) に関して, 植物の窒素同化と動物の窒素同化が異なる点を述べよ。

(問 7) 下線部 e), f) に関する以下の(ア)~(オ)の文章を読み, 正しい場合は○を, 誤っていれば×を記入せよ。

(ア) マメ科植物が生育すると, 根粒菌の働きによって土壌窒素含量が減少するために土壌の貧栄養化が起きる。

(イ) 動植物の遺体に含まれる有機窒素化合物は, 土壌中の細菌や菌類の分解作用により無機窒素化合物となって, 植物に直接吸収される。

(ウ) 大気中の二酸化炭素は植物の呼吸活動によっても供給されるが, 大気中の窒素は植物の活動では供給されない。

(エ) マメ科植物は他の多くの種類の植物が生育している環境でも, 根粒菌と共生しなければ生存できない。

(オ) 落葉が大量に堆積している土壌では, 根粒菌と共生する方が共生しないよりも, 植物の成長に有利である。

(問 8) 下線部 g) に関して, 土壌中で単独で生活している根粒菌は, どのようにして有機窒素化合物を得ているのか述べよ。