

理 科

(80分)

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 21
化学	23 ～ 37
生物	39 ～ 53

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, …がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*					*					
名 前													

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」，「化学」，「生物」がありますので，この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち，1科目を解答用紙の表面に解答し，もう1科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は，右のように，解答用紙にある「解答科目」の「生物」を○で囲み，その下のマーク欄をマークしてください。

科目が正しくマークされていないと，採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

問1 リボソーム (ribosome) について述べた文として正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

- ① リボソームは，タンパク質合成の場である。
- ② 原核生物 (prokaryote) のリボソームは細胞質 (cytoplasm) に，真核生物 (eukaryote) のリボソームは核 (nucleus) に存在する。
- ③ リボソームは，二重の膜構造をもっている。
- ④ リボソームは，不要なタンパク質を分解する酵素 (enzyme) を含む。

問2 タンパク質の構造に関する次の文 a～d のうち、正しいものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

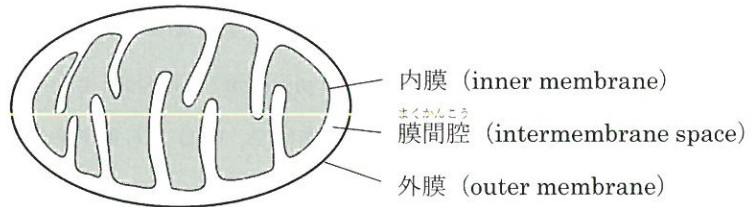
2

- a タンパク質を構成するアミノ酸 (amino acid) は、20 種類である。
- b アミノ酸が結合してつながったものの、アミノ酸の並び方を一次構造 (primary structure) という。このアミノ酸どうしの結合は、S-S 結合 (ジスルフィド結合, disulfide bond) と呼ばれる。
- c タンパク質の中には、複数のポリペプチド (polypeptide) が組み合わさってできているものがある。
- d α ヘリックス (α -helix) 構造や β シート (β -sheet) 構造は、三次構造 (tertiary structure) と呼ばれる。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問3 次の図は、ミトコンドリア (mitochondria) を模式的に示したものである。この図を参考にして、呼吸 (respiration) の電子伝達系 (electron transport system) に関する下の文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

3



解糖系 (glycolysis) とクエン酸回路 (citric acid cycle) で生じた NADH や FADH_2 から、電子がミトコンドリアの内膜にある電子伝達系に渡される。電子伝達系に渡された電子は、内膜に埋め込まれた複数の **a** の複合体の間を受け渡しされる。このとき放出されるエネルギーによって、 H^+ がミトコンドリアの **b** 側から膜間腔に輸送される。すると、膜間腔側の H^+ 濃度は高く、**b** 側は低くなる。この濃度差によって、 H^+ が膜間腔側から **b** 側へ、**c** にある ATP 合成酵素 (ATP synthase) を通って移動し、ATP が合成される。

	a	b	c
①	炭水化物	ストロマ	内膜
②	炭水化物	ストロマ	外膜
③	炭水化物	マトリックス	内膜
④	炭水化物	マトリックス	外膜
⑤	タンパク質	ストロマ	内膜
⑥	タンパク質	ストロマ	外膜
⑦	タンパク質	マトリックス	内膜
⑧	タンパク質	マトリックス	外膜

炭水化物 (carbohydrate), ストロマ (stroma),
マトリックス (matrix)

問4 緑色硫黄細菌 (green sulfur bacteria) の光合成 (photosynthesis) について述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

4

- ① 緑色硫黄細菌の光合成は、葉緑体 (chloroplast) でおこなわれる。
- ② 緑色硫黄細菌は、光合成の過程で、酸素を放出する。
- ③ 緑色硫黄細菌の光合成では、バクテリオクロロフィル (bacteriochlorophyll) という光合成色素 (photosynthetic pigment) が使われている。
- ④ 緑色硫黄細菌は、光合成の過程で、 H_2O から電子を得て有機物 (organic compound) を合成する。

問5 次の文は、DNA の複製 (replication) について述べたものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

5

DNA の複製では、**a** という酵素 (enzyme) の働きで塩基 (base) 間の水素結合 (hydrogen bond) が切れて、二重らせん構造 (double helix structure) がほどかれる。**b** は、1 本鎖になったヌクレオチド鎖 (nucleotide chain) をそれぞれ鋳型 (template) にして、それらの塩基配列と相補的 (complementary) な配列をもつヌクレオチド鎖を合成する。この新しく合成されるヌクレオチド鎖は、**c** の方向に伸長していく。

	a	b	c
①	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	3'→5'
②	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	5'→3'
③	DNA ヘリカーゼ	DNA ポリメラーゼ	3'→5'
④	DNA ヘリカーゼ	DNA ポリメラーゼ	5'→3'

DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase), DNA ヘリカーゼ (DNA helicase)

問6 次の文は、真核細胞 (eukaryotic cell) の転写 (transcription) とスプライシング (splicing) について述べたものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

真核細胞の転写では、DNA の塩基配列 (base sequence) を鋳型 (template) として、その塩基配列と相補的 (complementary) な配列をもつ **a** 前駆体 (precursor) が合成される。次に、**a** 前駆体から **b** に対応する部分を取り除かれ、**c** の部分がつながって、**a** ができる。この過程をスプライシングという。

	a	b	c
①	mRNA	エキソン	イントロン
②	mRNA	イントロン	エキソン
③	rRNA	エキソン	イントロン
④	rRNA	イントロン	エキソン
⑤	tRNA	エキソン	イントロン
⑥	tRNA	イントロン	エキソン

エキソン (exon), イントロン (intron)

問7 鎌状赤血球貧血症 (sickle cell anemia) のヒトのヘモグロビン (hemoglobin) 遺伝子は、正常ヘモグロビン遺伝子と比べて、塩基配列 (base sequence) が1塩基だけ変わっている。そのため、グルタミン酸 (glutamic acid) を指定する mRNA のコドン (codon) が、バリン (valine) を指定するコドン (GUG) に変わっている。もとの正常なコドンとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。なお、必要であれば次の mRNA の遺伝暗号表 (genetic code table) を参考にしなさい。

7

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
	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
	ロイシン	セリン	(終止)	(終止)	A
	ロイシン	セリン	(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
	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
	イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン	A
	メチオニン (開始)	トレオニン	リシン	アルギニン	G
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G

フェニルアラニン (phenylalanine), セリン (serine), チロシン (tyrosine), システイン (cysteine), ロイシン (leucine), トリプトファン (tryptophan), プロリン (proline), ヒスチジン (histidine), アルギニン (arginine), グルタミン (glutamine), イソロイシン (isoleucine), トレオニン (threonine), アスパラギン (asparagine), リシン (lysine), メチオニン (methionine), アラニン (alanine), アスパラギン酸 (aspartic acid), グリシン (glycine)

- ① CUG ② GAA ③ GAG ④ GCG ⑤ GUA ⑥ GUC
⑦ GUU ⑧ UUG

問8 次の文は、染色体(chromosome)上の遺伝子の相対的な位置関係について述べたものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

8

遺伝子の **a** は、同一の染色体上に存在する二つの遺伝子の間で、染色体の **b** があるところ。 **a** の割合を調べると、遺伝子の相対的位置を知ることができる。例えば、X、Y、Z の三つの遺伝子間の **a** 値が、X-Y間で11%、X-Z間で7%、Y-Z間で4%であったとすれば、三つの遺伝子の位置関係は **c** のようになる。



図1



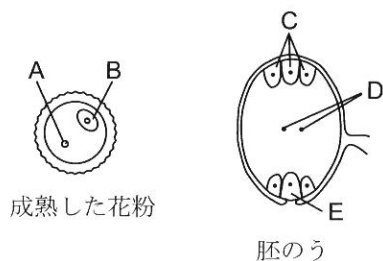
図2

	a	b	c
①	組換え	乗換え	図1
②	組換え	乗換え	図2
③	乗換え	組換え	図1
④	乗換え	組換え	図2

組換え (recombination),
乗換え (crossing over)

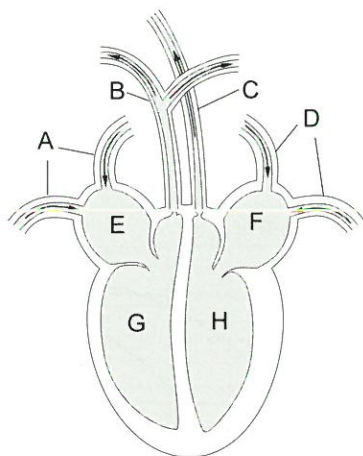
問9 次の図は、被子植物（angiosperms）の成熟した花粉（pollen）と胚のう（embryo sac）の模式図である。A（花粉管核，pollen tube nucleus）、B（雄原細胞，generative cell）の中の一つは、受粉（pollination）後に一回分裂した後に、C（反足細胞，antipodal cell）、D、Eの中の一つと受精（fertilization）し、胚（embryo）をつくる。胚をつくるもとになるものは、どれとどれか。正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9



- ① A, C ② A, D ③ A, E ④ B, C ⑤ B, D ⑥ B, E

問 10 次の図は、ヒトの心臓を模式的に示したものである。これに関する下の文中の空欄 **x** ～
z にあてはまるものの正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。 **10**



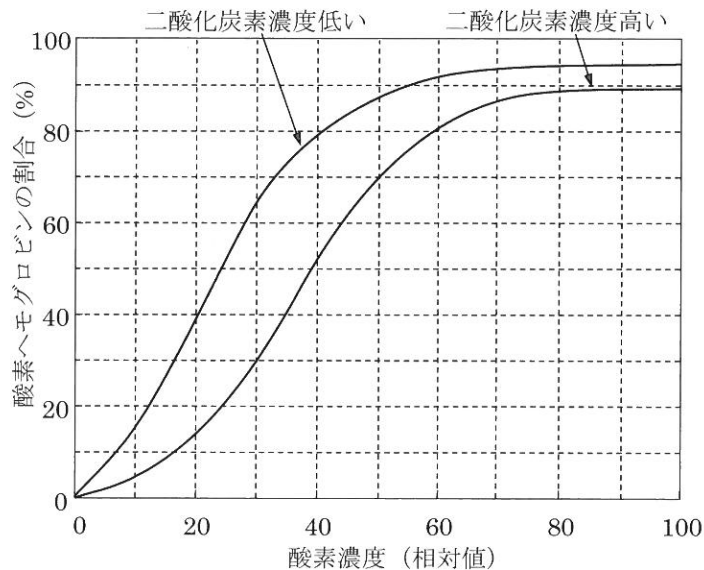
心臓につながっている血管 **A**～**D** のうち、静脈血 (venous blood) が流れている血管は **x** である。心臓の四つの部分 **E**～**H** のうち、洞房結節 [sinoatrial node, ペースメーカー (pacemaker)] があるのは **y** である。また、**H** の名称は **z** である。

	x	y	z
①	A, B	E	左心室
②	A, B	F	左心房
③	A, B	G	右心室
④	A, B	H	右心房
⑤	C, D	E	左心室
⑥	C, D	F	左心房
⑦	C, D	G	右心室
⑧	C, D	H	右心房

左心室 (left ventricle), 左心房 (left atrium),
 右心室 (right ventricle), 右心房 (right atrium)

問 11 血液に含まれるヘモグロビン (hemoglobin) は、酸素 (O_2) の運搬に関わっている。次のグラフは、酸素解離曲線 (oxygen dissociation curve) を示したもので、一方の曲線は二酸化炭素 (CO_2) 濃度が低い場合、他方は二酸化炭素濃度が高い場合のものである。肺胞 (alveolus) と組織 (tissue) の酸素濃度が、それぞれ 100, 30 のとき、肺胞と組織での酸素ヘモグロビン (oxyhemoglobin) の割合 (%) はそれぞれいくつか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11



	肺胞	組織
①	100	60
②	95	60
③	90	60
④	100	30
⑤	95	30
⑥	90	30

問12 体温が低下すると、ヒトの体内ではどのようなことがおこるか。誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

- ① 交感神経 (sympathetic nerve) の働きで、心臓の拍動 (heartbeat) が促進される。
- ② アドレナリン (adrenaline) の分泌 (secretion) が促進される。
- ③ 立毛筋 (arrector pili muscle) が収縮 (contraction) する。
- ④ 皮膚の血管 (blood vessel) が収縮する。
- ⑤ 肝臓 (liver)、骨格筋 (skeletal muscle) における代謝 (metabolism) が抑制される。

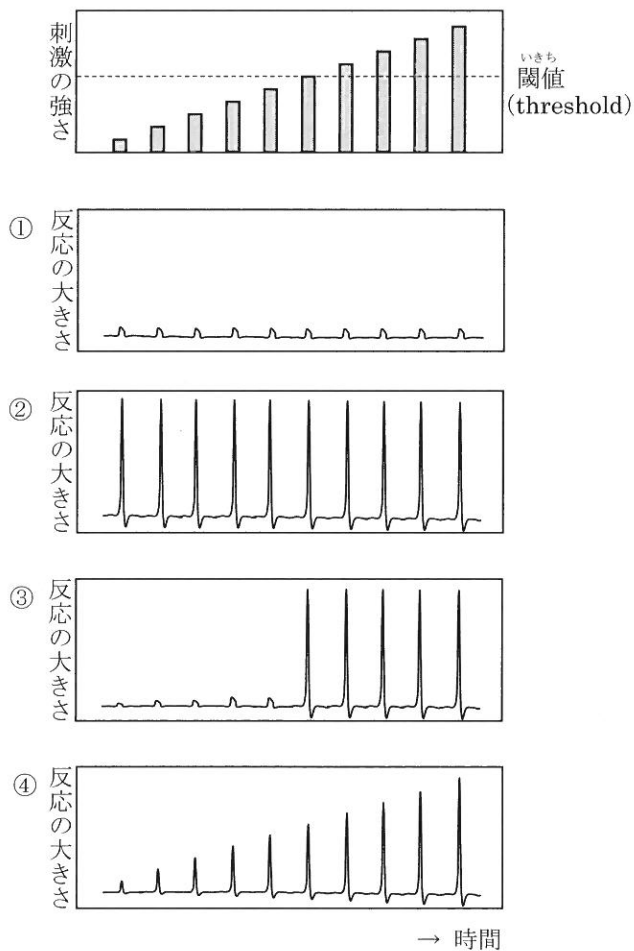
問13 免疫 (immunity) に関して述べた文として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

- ① 血清療法 (serotherapy) とは、抗原 (antigen) に反応するキラーT細胞 (killer T cell) が含まれる血清 (serum) を注射して治療する方法である。
- ② ある病気に対するワクチン (vaccine) を接種 (vaccination) した後に、その病気の病原体 (pathogen) が侵入すると、免疫反応 (immunoreaction) がおこりにくい。
- ③ 自分自身の組織 (tissue) や成分が抗原として認識されて、免疫反応がおこることを、二次応答 (secondary response) という。
- ④ エイズ (AIDS) は、ヒト免疫不全ウイルス (human immunodeficiency virus, HIV) が、ヘルパーT細胞 (helper T cell) に感染 (infection) することによっておこる。

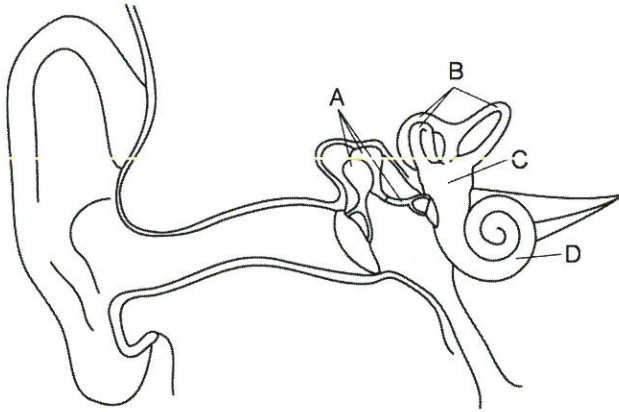
問 14 次の図のように、1本のニューロン (neuron) に対して刺激 (stimulus) の強さを徐々に上げていった。このとき、活動電位 (action potential) の大きさの変化を記録した。活動電位の大きさは、どのように変化すると考えられるか。下の①～④の中から正しいものを一つ選びなさい。

14



問 15 次の図は、ヒトの耳の構造を模式的に示したものである。からだの回転を受容する部位とからだの傾きを受容する部位を、図中の A～D からそれぞれ選び、その組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15



	からだの回転を受容する部位	からだの傾きを受容する部位
①	A	B
②	A	C
③	A	D
④	B	C
⑤	B	D
⑥	C	D

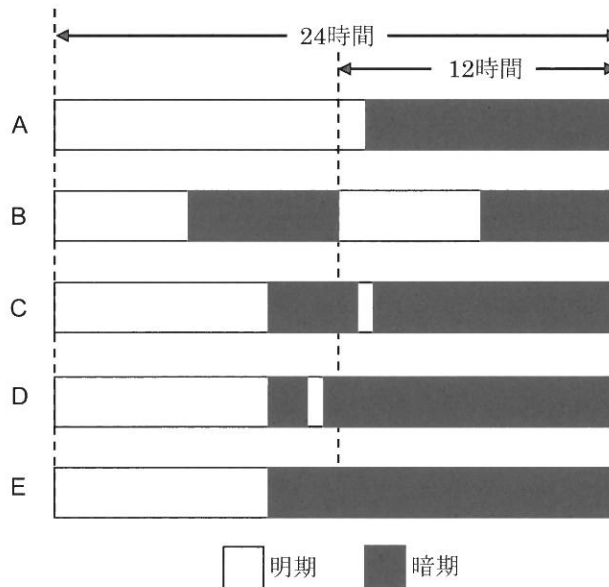
問 16 ヒトの反射 (reflex) について述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

- ① しつがい^{けん}腱反射 (patellar tendon reflex) の中枢 (center) は、延髄 (medulla oblongata) である。
- ② 屈筋反射 (flexor reflex) の中枢は、中脳 (midbrain) である。
- ③ 反射がおこるときの興奮 (excitation) の伝達経路を、反射弓 (reflex arc) という。
- ④ 反射において、興奮は大腦 (cerebrum) を経由して、反射の中枢に伝えられる。

問 17 限界暗期 (critical dark period) が 12 時間の、ある長日植物 (long-day plant) を用い、次の図のように、A～E の明暗の時間を 24 時間周期で繰り返して栽培した。このとき、この長日植物に花芽形成 (flower bud formation) がおこったものはどれか。あてはまるものをすべて選び、その組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

17



- ① A ② A, B ③ A, B, C ④ B, C ⑤ C, D
- ⑥ C, E ⑦ D, E ⑧ E

問 18 生命誕生の前段階である化学進化 (chemical evolution) の過程では、次の a, b, c が存在、あるいは合成されたと考えられている。a, b, c を出現順に並べたものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

a タンパク質、核酸 (nucleic acid) など

b アミノ酸 (amino acid)、糖 (sugar)、リン脂質 (phospholipid) など

c 硫化水素 (hydrogen sulfide)、水素 (hydrogen)、アンモニア (ammonia)、メタン (methane) など

① $a \rightarrow b \rightarrow c$

② $a \rightarrow c \rightarrow b$

③ $b \rightarrow a \rightarrow c$

④ $b \rightarrow c \rightarrow a$

⑤ $c \rightarrow a \rightarrow b$

⑥ $c \rightarrow b \rightarrow a$

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の 19 ～ 75 はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

