

2021年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
 - 2 問題冊子は「物理」2～9ページ、「化学」10～21ページ、「生物」22～29ページ、「地学」30～37ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」4枚、「生物」4枚、「地学」3枚である。脱落のあった場合には申し出ること。なお、解答用紙は上部で接着してあるので、はがさずに解答すること。
 - 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
 - 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
 - 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
 - 6 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
 - 7 理学部の受験者は、次により解答すること。なお、第2・3志望がある場合、志望する学科についても確認すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・理科選択を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから2科目を選択し、解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - 8 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - 9 医学部医学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択し、解答すること。
 - 10 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」・「生物」のうちから1科目を選択し、解答すること。
 - 11 机上に各自の「受験票」と「大学入学共通テスト受験票」を出しておくこと。
 - 12 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。
- ※ 本冊子の理科学科目は以下を表す。
- | | |
|------------|------------|
| 物理：物理基礎・物理 | 化学：化学基礎・化学 |
| 生物：生物基礎・生物 | 地学：地学基礎・地学 |

生 物

第 1 問 (25点)

遺伝子の発現に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

遺伝情報は DNA の塩基配列として存在し、その遺伝情報にもとづいてタンパク質が合成される。DNA の塩基配列の一部が RNA の塩基配列へと写し取られることを (ア) という。真核生物の場合、(ア) された mRNA 前駆体は さまざまな加工 をうけて mRNA となる。mRNA の塩基配列がアミノ酸配列へと読みかえられることを (イ) という。(イ) は、リボソーム で行われる。(イ) の過程を経て合成されるポリペプチドは、適切な立体構造をとることによって機能をもったタンパク質となる。

問1 文章中の空欄 (ア) と (イ) に入る最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、その例を1つ答えよ。

問3 下線部②に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) リボソームの大きさとして最も適切なものを(a)~(d)の中から選び、記号で答えよ。

- (a) 2 nm (b) 20 nm (c) 200 nm (d) 2 μ m

(2) 以下の記述のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (a) リボソームは、2つの同じ大きさのサブユニットからなる。
(b) リボソームが付着した小胞体は、粗面小胞体とよばれる。
(c) リボソームは、原核生物には存在しない。
(d) リボソームは、脂質の膜で覆われている。
(e) リボソームを構成する rRNA は、核小体で合成される。

問4 大腸菌をすりつぶした抽出液には、各種の酵素、各種のアミノ酸、各種の tRNA など、タンパク質の合成に必要なものがすべて含まれている。これを抽出液 X とする。表を参考にして、(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 抽出液 X に、ウラシルだけからなる人工的に合成した RNA (UUUUUU...) を加えると、フェニルアラニンだけからなるポリペプチドが合成された。抽出液 X に、以下の①～③の人工 RNA を加えると、どのようなアミノ酸からなるポリペプチドが合成されるか、それぞれについて合成されるポリペプチドをすべて答えよ。

- ① シトシンだけからなる人工 RNA (CCCCC...)
- ② ウラシルとグアニンの繰り返しからなる人工 RNA (UGUGUG...)
- ③ シトシン1つとアデニン2つの繰り返しからなる人工 RNA (CAACAA...)

(2) ウラシルとシトシンを3:1の割合で含み、その塩基の並びがランダムである十分な長さの人工 RNA を、抽出液 X に加えた。その結果、4種類のアミノ酸からなるポリペプチドが合成され、そのアミノ酸の比は

$$\boxed{A} : \boxed{B} : \boxed{C} : \boxed{D} = 9 : 3 : 3 : 1$$

となった。 \boxed{A} ～ \boxed{D} に入る適切なアミノ酸名を答えよ。ただし、 \boxed{B} と \boxed{C} は順不同とする。

表 mRNA の遺伝暗号

		コドンの2番目の塩基									
		ウラシル (U)		シトシン (C)		アデニン (A)		グアニン (G)			
コドンの1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	コドンの3番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC	C		
		AUA	ACA	AAA		リシン	AGA	アルギニン	A		
		AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG	G		
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U		
	GUC		GCC		GAC				GGC	C	
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A		
	GUG		GCG		GAG		GGG		G		

生 物

第 2 問 (25点)

哺乳類の循環系と血液に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

循環系において、①心臓から送り出された血液は動脈を、心臓へ送り込まれる血液は静脈を通る。血液は有形成分である赤血球、(ア)、(イ)と、液体成分である(ウ)からなる。骨髄で作られ、(エ)や(オ)で破壊される赤血球は、酸素の運搬を行う。(ア)は、おもに生体防御の役割を担う。(イ)は無核の小さな細胞である。血管が外傷を受けると、血管が収縮するとともに血管の破れたところに(イ)が集まって、②血液凝固が起こって出血が止まる。(ウ)に含まれるアルブミンやグロブリンは、おもに(エ)で合成される。

問1 文章中の空欄(ア)～(オ)に入る最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、ヒトの腕の静脈内に薬剤を注入したのち、さまざまな部位において、血液中の薬剤濃度を継続的に測定した。薬剤が検出される順番として正しいものを(a)～(e)の中から選び、記号で答えよ。

- (a) 右心房 → 肺静脈 → 肺動脈 → 左心房
- (b) 肺静脈 → 右心房 → 肺動脈 → 左心室
- (c) 右心房 → 肺動脈 → 肺静脈 → 左心室
- (d) 左心房 → 左心室 → 右心房 → 肺動脈
- (e) 左心房 → 肺動脈 → 肺静脈 → 左心室

問3 下線部②に関して、血液凝固が起こって出血が止まるしくみを説明せよ。

問4 哺乳類の血液には、可逆的に酸素と結合するヘモグロビンが含まれる。一方、筋肉中にはヘモグロビンと同様に可逆的に酸素と結合するミオグロビンが存在する。ヘモグロビンは4本のポリペプチドからなり、ミオグロビンは1本のポリペプチドからなる。各ポリペプチドには、酸素と結合する部位が1か所ある。全ヘモグロビンに占める酸素と結合したヘモグロビンの割合を、ヘモグロビンの酸素飽和度という。また、全ミオグロビンに占める酸素と結合したミオグロビンの割合を、ミオグロビンの酸素飽和度という。酸素濃度と酸素飽和度の関係をグラフに表したものを、酸素解離曲線という。図にヘモグロビンとミオグロビンの酸素解離曲線を示す。ミオグロビンの酸素解離曲線とは異なり、ヘモグロビンの酸素解離曲線は緩やかなS字型を示す。ヘモグロビンとミオグロビンが同時に存在すると、酸素結合力の違いから、ヘモグロビンとミオグロビンの間で酸素の移動が起こる。(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) ヘモグロビンとミオグロビンの間では、どちらからどちらに酸素の移動が起こるのか、理由とともに説明せよ。

(2) ヘモグロビンの酸素解離曲線がS字型となるしくみを、「ポリペプチド間の相互作用」という言葉を用いて説明せよ。

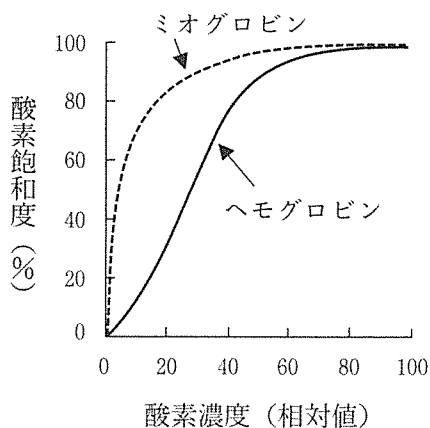


図 ヘモグロビンとミオグロビンの酸素解離曲線
横軸の酸素濃度は、肺胞での濃度を100とした場合の相対値。

生 物

第 3 問 (25点)

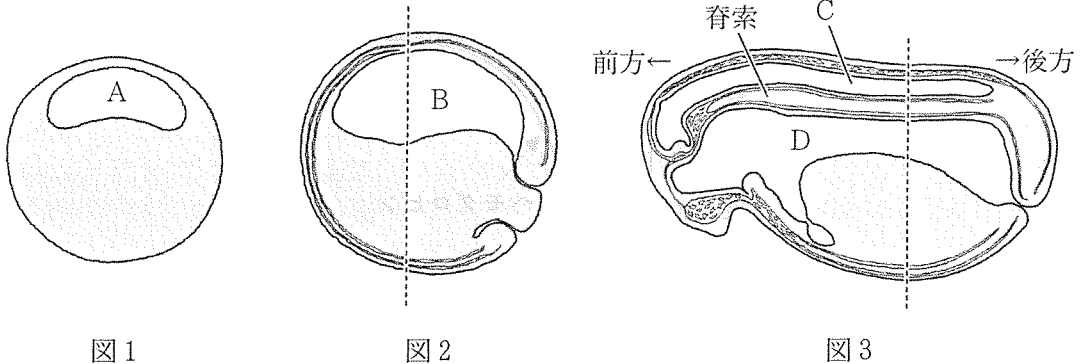
カエルの胚発生に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

動物のからだの内部には細胞をほとんど含まない中空の領域、すなわち腔所こうしよが存在する。カエルの胚にもさまざまな腔所が見られる。図1～図3は時間を追って胚がどのように変化するかを断面図で示したものである。

図1の時期には、胚の外見はなめらかな球形である。腔所Aは発生過程の初期に現れ、動物極側にかたよっている。

図2の時期には、胚に3つの胚葉の区分が見られる。図1の時期に見られた腔所Aは失われ、新たに腔所Bが現れる。

図3の時期には、器官の原基にさまざまな腔所が見られる。神経管は、からだを前後に走る細長い器官の原基で、内部に腔所Cが見られる。体節は、脊索の側方に位置し、規則正しく分節している。側板は、体腔とよばれる腔所をつくる。図2の時期に見られた腔所Bは腔所Dになる。



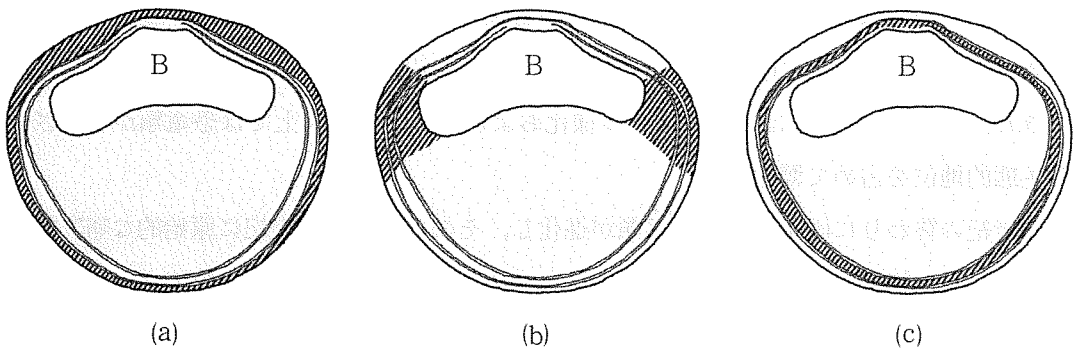
問1 図1の胚の名称を答えよ。

問2 図2の腔所Bの名称を答えよ。

問3 図1の腔所Aおよび図2の腔所Bが形成される過程として、それぞれ最も適切なものを(a)~(c)の中から選び、記号で答えよ。

- (a) 胚の表面に現れたくぼみや溝が、内部に落ち込むことで形成される。
- (b) 胚の内部を占める多数の細胞が、死んで失われることで形成される。
- (c) 胚の内部にある細胞と細胞のすき間が、徐々に広がることで形成される。

問4 図2の点線を通る断面について、中胚葉を斜線で示した模式図として最も適切なものを(a)~(c)の中から選び、記号で答えよ。



問5 図3の点線を通して胚を前後に分ける断面の模式図を描け。なお、その模式図には、中胚葉に由来する領域を斜線で示せ。さらに腔所C、腔所D、神経管、体節、脊索、および側板について、それらの名称をそれぞれ図に書き込め。

問6 正常な胚において、将来、神経管を形成する胚の部域を、神経管の予定域という。神経管の予定域に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

- (1) 解答用紙に示された図2の点線を通る断面の模式図に、神経管の予定域を斜線で示せ。
- (2) 神経管の予定域が神経板となり、神経溝をつくり、さらに神経管になるようすを、図を描いて説明せよ。

生 物

第 4 問 (25点)

脊椎動物の進化に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

現生の動物門の多くが (ア) 代のカンブリア紀に出現した。この時期に最初の脊椎動物として無顎類が現れ、その中から顎を獲得した魚類が進化した。デボン紀になると、さまざまな魚類が出現し、繁栄した。①当時、硬骨魚類は淡水域に暮らし、原始的な肺を持っていた。デボン紀末には、ひれの内部に硬い骨をもつ②肉鰭類のなかまから陸上生活をする原始的な両生類が進化した。

続く石炭紀には両生類の多様なグループが繁栄し、そのなかから爬虫類が進化した。③両生類の生活の場は水辺に限られていたが、爬虫類は水辺から離れ、陸上の広い範囲で生活できた。(イ) 代には、爬虫類が多様化および大形化し、陸上では恐竜類がさまざまな生態的地位を占めて繁栄した。

石炭紀の終わりに両生類から単弓類が進化し、そのなかまが三畳紀に原始的な哺乳類へと進化した。④初期の哺乳類は現生のカモノハシのような単孔類に近い動物であった。その後、現生のカンガルーのような有袋類が出現し、ジュラ紀の後期には真獣類が出現した。白亜紀末に地球規模の大量絶滅が起こり、恐竜類や翼竜類、大形の海生爬虫類などが絶滅した。(ウ) 代に入ると、絶滅した恐竜類などに代わり、⑤真獣類が適応放散して繁栄した。

問1 文章中の空欄 (ア) ~ (ウ) に入る最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、原始的な肺と相同で、現生の硬骨魚類が持っている器官の名称を答えよ。

問3 下線部②に関して、肉鰭類の現生種は生きている化石と呼ばれる。肉鰭類の現生種を1つ答えよ。

問4 下線部③に関して、両生類から進化した爬虫類が生活圏を陸上に大きく広げることができた理由を、2つ述べよ。

問5 下線部④に関して，単孔類，有袋類，真獸類の間での，繁殖方法（産み方や育て方）における共通点と相違点を述べよ．

問6 下線部⑤に関して，(1)と(2)の問いに答えよ．

(1) 適応放散とはどのような現象か，説明せよ．

(2) オーストラリアの有袋類でも適応放散が起こった．その結果生じた，真獸類と有袋類の生態的同位種の組み合わせの例を1つ答えよ．