

平成31年度採用

群馬県公立高等学校教員選考試験問題

生 物

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

— 注 意 事 項 —

- 1 「開始」の指示があるまでは、問題用紙を開かないでください。
- 2 問題は、1ページから5ページまであります。「開始」の指示後、すぐに確認してください。
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入してください。
- 4 「終了」の指示があったら、直ちに筆記具を置き、問題用紙と番号順に重ねた解答用紙を机の上に置いてください。
- 5 退席の指示があるまで、その場でお待ちください。
- 6 この問題用紙は、持ち帰ってください。

1 核酸に関する次の文章を読み、後の(1)～(7)の問いに答えなさい。

核酸は、①、②、塩基から構成されており、DNAとRNAに分けられる。DNAに含まれる①は③で、RNAに含まれる①は④である。塩基のうち、3種類はDNAとRNAで共通であるが、1種類は異なる。

RNAは、そのはたらきから3種類に分けられるが、このうち、タンパク質のアミノ酸配列を指定する遺伝情報をもっているのは、mRNAである。mRNAは、⑤という酵素によって、DNAの塩基配列を写し取るように合成されたのち、リボソームに付着する。そこで、tRNAによって運ばれてきたアミノ酸が順次結びつき、タンパク質が合成される。

生物の遺伝情報は、DNAの塩基配列で示されるが、ある生物のある遺伝子の塩基配列の始まり部分は、次のとおりである。

3' - AGGGCCGTTACCCGGTTCTCCTA ····· - 5'

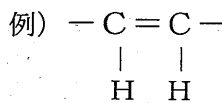
表 遺伝暗号表 (mRNA)

		2番目の塩基				
		U	C	A	G	
1番目の塩基	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U
		UUC	UCC	UAC	UGC	C
		UUA	UCA	UAA	UGA	A
		UUG	UCG	UAG	UGG	G
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U
		CUC	CCC	CAC	CGC	C
		CUA	CCA	CAA	CGA	A
		CUG	CCG	CAG	CGG	G
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U
		AUC	ACC	AAC	AGC	C
		AUA	ACA	AAA	AGA	A
		AUG	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	
	GUC	GCC	GAC	GGC	C	
	GUA	GCA	GAA	GGA	A	
	GUG	GCG	GAG	GGG	G	

- (1) 文章中の①～⑤に当てはまる最も適切な語句を書け。  
 (2) DNAに含まれる塩基を分子数の比で表したとき、生物種によって異なる値をとるものを、次のア～エのうちから1つ選び、記号で書け。

ア  $\frac{C}{G}$     イ  $\frac{A+C}{G+T}$     ウ  $\frac{A+G}{C+T}$     エ  $\frac{G+C}{A+T}$

- (3) アミノ酸どうしが結合するときの結合部の構造を、下の例を参考にして、書け。



- (4) 上の        内の遺伝子の3'末端、5'末端とは何か、説明せよ。  
 (5) メチオニンを指定するAUGというコドンは、タンパク質合成の開始点を指定するコドンとしてはたらくことがあり、タンパク質合成では、最初に出現するAUGが翻訳の開始点となる。上の        内の遺伝子をもとにつくられるタンパク質のアミノ酸配列の始まり部分はどうか。遺伝暗号表を参照し、下の( )に当てはまるアミノ酸を書け。

(メチオニン) - ( ) - ( ) - ( ) - ( ) -

- (6) ある突然変異個体では、この遺伝子の配列は下線部のCがAに変化していたとする。この場合、翻訳されるタンパク質のアミノ酸配列はどのように変化するか、説明せよ。

- (7) ヒトゲノムを構成するDNAには、 $3.0 \times 10^9$ 塩基対が含まれているとして、次の①、②の問いに答えよ。
- ① ヒトゲノムには20500個の遺伝子が存在し、タンパク質は平均450個のアミノ酸から構成されていると仮定したとき、DNAの塩基配列のうち、タンパク質のアミノ酸配列を指定している部分は何%になるか。ただし、小数第3位を四捨五入し、小数第2位まで答えよ。
  - ② DNAの10塩基分の長さを3.4nm(ナノメートル)とすると、ヒトの体細胞の核1個に含まれるDNA全体の長さは、何mになるか。ただし、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで答えよ。

2 葉緑体と光合成に関する次の文章を読み、後の(1)~(5)の問いに答えなさい。

緑色植物の葉緑体の内部には、光合成色素が含まれている①と呼ばれるへん平な袋状の小胞が層状に多数存在している。また、葉緑体内部を満たしている基質は②と呼ばれ、(a)二酸化炭素の還元反応に関わる酵素が含まれている。

光合成は、様々な環境要因に影響される。重要な環境要因の一つである光強度についてみると、(b)光補償点以下の環境においては、植物は生育できない。

光合成が盛んなとき、光合成によって植物の葉でつくられた有機物は、③として葉緑体の中に一時的に貯蔵されることが多い。その後、③は分解されて、多くの場合、④に変化して師管を通過して各部に運ばれる。このように有機物などが別の部位に輸送されることを⑤という。

- (1) 文章中の①~⑤に当てはまる最も適切な語句を書け。
- (2) 気孔から取り入れられた二酸化炭素1molは、下線(a)の反応においてどのように取り込まれるか。次のア~オのうちから正しいものを1つ選び、記号で書け。
  - ア  $C_6$ 化合物1molと反応して、 $C_7$ 化合物が1molつくられる。
  - イ  $C_6$ 化合物1molと反応して、 $C_3$ 化合物と $C_4$ 化合物が1molずつつくられる。
  - ウ  $C_5$ 化合物1molと反応して、 $C_6$ 化合物が1molつくられる。
  - エ  $C_5$ 化合物1molと反応して、 $C_3$ 化合物が2molつくられる。
  - オ  $C_3$ 化合物1molと反応して、 $C_4$ 化合物が1molつくられる。
- (3) 光合成全体の化学反応式は、次のような反応式で表されることが多い。なぜ、 $6H_2O$ を両辺から引いた形で書かないのか、その理由を簡潔に説明せよ。
 
$$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$
- (4) 下線(b)について、光補償点以下の環境では、植物が生育できない理由を答えよ。
- (5) 授業で、長方形の展開用ろ紙を用いたペーパークロマトグラフィーにより、アオジソ(大葉)に含まれる光合成色素の分離実験を行いたい。次の①~③の問いに答えよ。
  - ① ペーパークロマトグラフィーの原理を簡潔に説明せよ。
  - ② 実験において、色素を展開させるときに留意することを2つ書け。
  - ③ アカジソを材料にして同様に実験した場合、分離された色素にどのような違いが生じると予想されるか、簡潔に説明せよ。

- 3 下表は、ある湖での各栄養段階における年間のエネルギー収支を示している。これについて、後の(1)～(5)の問いに答えなさい。

表 単位：J / (cm<sup>2</sup>・年)

	生産者	一次消費者	二次消費者
総生産量(同化量)	466.0	62.0	13.0
(A)		18.4	7.5
純生産量	368.0		
死滅量、被食量など	73.7	14.3	0.1
成長量		(ア)	5.4

※ 問題作成上、一部空欄にしてある

- (1) 表中の(A)は、各栄養段階におけるエネルギー消費の一部である。何による消費量か、書け。
- (2) 表中の(ア)に当てはまる数字を書け。
- (3) この湖に入射する太陽の光エネルギーを、年間497600 J / (cm<sup>2</sup>・年)とすると、この湖の生産者の光合成によって利用されるエネルギーは、入射する太陽の光エネルギー量の何%になるか。ただし、小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで答えよ。
- (4) エネルギー効率を、一般に栄養段階が上がるとどのように変化するか、書け。
- (5) 次の文章を読み、後の①、②の問いに答えよ。

湖や川に流れ込む有機物は、その量が少ないときは、微生物のはたらきで分解され、無機物に変わる。これを ア という。しかし、有機物の量が多くなると、植物プランクトンが異常繁殖することで、イ が発生することがある。また、化学物質が食物連鎖を通して、上位の生物に高濃度に蓄積することがある。これを ウ という。

- ① 文章中の ア ～ ウ に当てはまる最も適切な語句を書け。
- ② 下線の現象を引き起こしやすい化学物質は、どのような性質をもっているか、簡潔に書け。

- 4 発生のおしきに関する次の文章を読み、後の(1)～(3)の問いに答えなさい。

シュペーマンは、イモリの初期原腸胚の原口背唇部を、ほかの初期原腸胚の胞胚腔内に移植すると、本来の胚(一次胚)とは別に、第二の胚(二次胚)が形成されることを明らかにした。

- (1) 下線のように、胚のある部分がほかの部分に働きかけて、一定の分化を引き起こすことを何というか、書け。また、原口背唇部のように、このようなはたらきをもつ部分を何というか、書け。
- (2) 二次胚を調べたところ、神経管、脊索、体節、腸管などの構造が観察された。これらの構造に関する説明として、正しく述べたものを、次のア～エのうちから1つ選び、記号で書け。  
 ア 神経管は、移植した原口背唇部から生じた構造である。  
 イ 脊索は、一次胚の脊索と遺伝的に等しい構造である。  
 ウ 体節からは、将来、真皮が分化する。  
 エ 腸管は、中胚葉由来である。
- (3) イモリの胞胚を、比較的濃度の高い食塩水中で発生させたところ、原口陥入が起こらない異常胚が生じた。この胚では神経組織が形成されない理由を説明せよ。

5 腎臓に関する次の文章を読み、後の(1)～(3)の問いに答えなさい。

腎臓は、セキツイ動物の主な排出器官であり、窒素を含む老廃物や塩類などを尿として体外に排出する。腎臓の機能的な単位はネフロン(腎単位)と呼ばれ、ネフロンは腎小体と①からなる。腎小体はさらに、毛細血管の集まりである②とそれを包み込む③に分けられる。ネフロンでは、ろ過や再吸収などにより、尿が生成される。

- (1) 文章中の①～③に当てはまる最も適切な語句を書け。  
 (2) 下線部について、次の①、②の問いに答えよ。

- ① タンパク質などの分解によって生じるアンモニアが、比較的毒性の低い尿素に変えられる反応回路を何というか、書け。また、その反応が行われる臓器の名称を書け。  
 ② ヒトの1日当たりの尿素生成量が25gであったとすると、この尿素をつくるのに必要なATPは何gか、求めよ。ただし、尿素の分子量を60、ATPの分子量を500とし、尿素1molを合成するのにATPが3mol必要であったとする。

- (3) 次の表は、ヒトにおける各物質の血しょう中の成分、原尿中の成分、尿中の成分の量(mg/mL)を示したものである。後の①、②の問いに答えよ。なお、イヌリンはキク科植物などに含まれる物質であり、ヒトの血管に注射すると、ろ過はされるが、再吸収や分泌はされないものとする。

表	単位：mg/mL		
	血しょう	原尿	尿
尿素	0.3	0.3	20
尿酸	0.04	0.04	0.5
クレアチニン	0.01	0.01	0.75
イヌリン(注射)	0.1	0.1	12

- ① クレアチニンの濃縮率を求めよ。  
 ② 1時間に80mLの尿が生成される時、1時間での原尿量(L)を求めよ。また、1時間に再吸収される尿素の量(g)を求めよ。

6 進化に関する次の文章を読み、後の(1)～(4)の問いに答えなさい。

地球は、約46億年前に誕生したと考えられている。生命の誕生前には、(a)無機物からアミノ酸、タンパク質、核酸などの有機物に変化する段階があったと考えられている。また、(b)地球上における生命の誕生は一度だけであったと考えられているが、最初に出現した生物は原核生物であった。その後、世界各地で(c)ストロマトライトが形成されていったが、(d)30億年以上もの間、単細胞生物の時代が続いた。多細胞生物が出現したのは、およそ10億年前～6億年前であったと考えられている。

- (1) 下線(a)について、この過程を何というか、書け。  
 (2) 下線(b)について、そのように考えられている一つの根拠を、「DNA」、「塩基」、「アミノ酸」という語をすべて用いて説明せよ。  
 (3) 下線(c)について、この時期の地球の大気の変化について、ストロマトライトの形成に関わった生物のはたらきに着目して、説明せよ。  
 (4) 下線(d)について、マーグリストラが唱えた、この間に起こったとされる現象について説明した説を何というか、書け。また、その内容を説明せよ。

7 膜電位に関する次の文章を読み、後の(1)～(5)の問いに答えなさい。

静止電位が生じるしくみについて、単純化した系を想定して考えてみることにする。図のように、中間を膜で仕切ったU字管があり、A側、膜、B側がそれぞれ細胞内、細胞膜、細胞外に対応するものとする。U字管のA側とB側に、それぞれ各イオンのモル濃度が表1となるような水溶液を入れて放置したところ、膜をはさんで、A側がB側に対してマイナスとなる電位差を生じた。

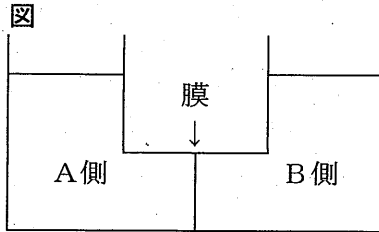


表1 単位： $10^{-3}\text{mol/L}$

	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
A側	100	10	100
B側	10	100	100

- (1) 静止電位とは何か、簡潔に説明せよ。
- (2) この系をもとに、静止電位が生じるしくみを、細胞膜の性質に着目して、説明せよ。
- (3) U字管のA側とB側に、それぞれ各イオンのモル濃度が表2となるような水溶液を入れて放置した。このとき生じる電位差は、各イオンのモル濃度が表1となるような水溶液を入れたときと比較してどうなるか。最も適当なものを、次のア～エのうちから1つ選び、記号で書け。

表2 単位： $10^{-3}\text{mol/L}$

	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
A	400	10	300
B	10	400	300

- ア A側とB側の電位差が生じなくなる。  
 イ A側がB側に対してプラスとなる電位差を生じる。  
 ウ A側がB側に対してマイナスとなるが、電位差は表1の水溶液を入れたときより小さくなる。  
 エ A側がB側に対してマイナスとなるが、電位差は表1の水溶液を入れたときより大きくなる。
- (4) 一般に、生体膜の内外で、イオン濃度勾配と膜電位勾配がつり合っているとき、次の式が成り立つことが知られている。

式

$$\text{膜電位 (mV)} = 58 \times \log \left( \frac{\text{細胞外のイオン濃度 (} 10^3 \text{mol/L)} }{\text{細胞内のイオン濃度 (} 10^3 \text{mol/L)} } \right)$$

(3)のときもこの式が成り立つとすると、カリウムイオンによる膜電位はいくらになるか、求めよ。ただし、必要ならば、以下の値を用いよ。

$$\log 4 = 0.6, \log 8 = 0.9, \log 40 = 1.6$$

- (5) 神経細胞は、ほかの細胞からの信号を受け取ると、その部分の膜電位が急速に変化するが、これは、イオンチャネルがもつ特性による。イオンチャネルがもつ特性を、次の2つに加えてもう1つ説明せよ。

- ・イオン選択性がある
- ・開閉状態が調節されている

科 目	生物解答用紙	2枚中の 1	受験 番号		氏 名	
--------	--------	--------	----------	--	--------	--

(31年)

1

(1)	①	②	③	④	⑤
(2)		(3)		(4)	
(5)	(メチオニン) - ( ) - ( ) - ( ) - ( ) -				
(6)					
(7)	①	②			

2

(1)	①	②	③	④	⑤
(2)		(3)			
(4)					
(5)	①				
	②				
	③				

3

(1)		(2)		(3)	
(4)					
(5)	①ア	イ	ウ		
	②				

科目	生物解答用紙	2枚中の2	受験番号	氏名	(31年)
----	--------	-------	------	----	-------

4

(1)		(2)	
(3)			

5

(1)	①	②	③
(2)	①		②
(3)	①	②	

6

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	(説)
	(内容)

7

(1)				
(2)				
(3)		(4)		(5)



以下はあくまでも解答の一例です。

科 目	生物解答用紙	2枚中の1	受験 番号	氏 名	(31年)
--------	--------	-------	----------	--------	-------

1

(1)	① 糖(五炭糖) ② リン酸 ③ デオキシリボース ④ リボース ⑤ RNAポリメラーゼ	各1点
(2)	エ 1点	(3) (例) $\begin{array}{c} -C-N- \\    \quad   \\ O \quad H \end{array}$ 2点
(4)	(例) 糖の向きで決まるヌクレオチド鎖の方向性であり、リン酸側を5'末端、糖側を3'末端という。	2点
(5)	(メチオニン) - (グリシン) - (グルタミン) - (グルタミン酸) - (アスパラギン酸) -	3点
(6)	(例) グルタミン酸を指定していたコドンがUAGで終止コドンとなり、翻訳が停止し、アミノ酸配列は、(メチオニン) - (グリシン) - (グルタミン) となる。	3点
(7)	① 0.92% 3点 ② 2.0m 3点	22点

2

(1)	① チラコイド ② ストロマ ③ デンプン(同化デンプン) ④ スクロース ⑤ 転流	各1点
(2)	エ 2点	(3) (例) 左辺のH <sub>2</sub> Oは、チラコイドにおいて分解されるものであり、右辺のH <sub>2</sub> Oは、ストロマにおいて新たに生成されるものであるため。
(4)	(例) 植物体全体として、呼吸による有機物分解量が光合成による同化量を上回るため。	2点
(5)	① (例) 展開液が上昇する際、展開液に溶けやすい色素ほど速く、展開液に溶けにくい色素ほどゆっくりと上昇するため、色素の分離が起こる。	2点
	② (例) 容器に事前に展開液を入れ、内部を展開液の蒸気で飽和させておく。	2点
	(例) 展開しているときには容器や紙を動かさない。など	2点
	③ (例) アカジソでは、クロロフィル、カロテン、キサントフィルのほかに赤紫色の色素であるアントシアンが確認される。	2点

19点

3

(1)	呼吸量 1点	(2) 29.3 2点	(3) 0.1% 2点
(4)	大きくなる。 2点		
(5)	①ア 自然浄化 イ アオコ(水の華) ウ 生物濃縮 各1点		
	② (例) 生体内で分解されにくく、排出されにくい。		2点

12点

科 目	生物解答用紙	2枚中の2	受験 番号	氏 名	(31年)
--------	--------	-------	----------	--------	-------

4

(1)	誘導	形成体	各1点	(2)	ウ	2点
(3)	<p>(例) 原口背唇部を含む中胚葉域が予定外胚葉域を裏打ちせず、形成体から分泌される阻害タンパク質によるBMPの働き の抑制が起こらないから。</p>					3点

7点

5

(1)	① 細尿管	② 糸球体	③ ボーマンのう	各1点	
(2)	① オルニチン回路	肝臓	② 625g	各1点 3点	
(3)	① 75倍	2点	② 9.6 L	③ 1.28g	各2点 14点

6

(1)	化学進化	2点	
(2)	<p>(例) すべての生物は、遺伝子の本体としてDNAを持ち、4種類の塩基（アデニン、シトシン、チミン、グアニン）か らなる遺伝暗号により、アミノ酸を指定するから。</p>		3点
(3)	<p>(例) シアノバクテリア（ラン藻類）による光合成のはたらきにより、大気中の二酸化炭素濃度が減少し、酸素濃度が上 昇した。</p>		3点
(4)	(説) 共生説	2点	
	<p>(内容) (例) 真核生物の細胞構造のうち、ミトコンドリアは好気性細菌が、葉緑体はシアノバクテリアがそれぞれ細胞内に共生 することのできたとする説。</p>		3点

13点

7

(1)	(例) 静止状態で細胞膜の内外に生じている電位差。			2点
(2)	<p>(例) 細胞膜にはイオンを透過させるしくみがあるが、静止状態では、<math>K^+</math>の透過性に比べ、<math>Na^+</math>の透過性は著しく 低い。その結果、<math>K^+</math>が細胞外に多く流出することになり、細胞外がプラス、細胞外を基準にすると細胞内がマイナ スという電位差（静止電位）が生じることになる。</p>			4点
(3)	エ	2点	(4) $-92.8mV$	3点
	(5)	(例) 瞬時に開閉されるものがある。		2点

13点