

平成 22 年 度

理 科

2 科目選択 時間 120 分

問 題 物 理 ページ：1～2

化 学 ページ：3～4

生 物 ページ：5～7

解答用紙 物理, 化学, 生物 各1枚

- 注 意
1. この中には上記の物が入っている。試験開始後確認すること。
 2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号を記入すること。
 3. 出願のときの選択に従って2 科目について解答すること。
 4. 試験終了時に、3 科目すべての解答用紙を回収する。

生 物 (全3の1)

1 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

哺乳類では血液の循環によって体内の各組織に栄養分や酸素を供給し、老廃物を排出する器官へ輸送する。哺乳類の血管系は末梢部において毛細血管となって動脈と静脈を結んでおり、このような血管系を(a)と呼ぶ。もし血管が傷ついて血液成分が血管外へ流出すると場合によっては生命の維持に支障をきたすため、血管に傷がついた場合速やかにそれを感知して血管から血液成分の流出を防ぐ血液凝固というメカニズムが存在する。

たとえば、血管が傷ついてその周囲にある結合組織が血液成分と接触するような状況が生じると、結合組織中に存在するコラーゲンに(b)が結合することによって(b)は細胞中からさまざまな物質を血液中に放出する。また結合組織中からトロンボプラスチンと呼ばれる因子が血中に放出される。それらの物質の働きによって、血中のプロトロンビンは(c)という活性化型の酵素となり、(c)は同じく血中に存在するフィブリノーゲンを加水分解して(d)に変える。(d)は繊維状になり互いに絡まりあってその中に赤血球を巻きこんで細胞が集まった塊となり、血栓(けっせん)が形成される。

血管内に形成された血栓が血流に乗って体内を循環するようになると、血管が細くなった部分に血栓が詰まって塞栓(そくせん)症を起こすことがある。長時間同じ姿勢をとっていると血液の流れが滞って大腿部の静脈において血栓が生じることがあり、これによって生じる塞栓症を静脈血栓塞栓症(いわゆるエコノミークラス症候群)という。

心臓には拍動が自動的に起こる刺激伝導系という仕組みがあり、起点となる右心房の洞房結節が(e)となり一定のリズムで活動電位を発生して心房を拍動させ、さらに房室結節からヒス束、プルキンエ繊維を経て心室を拍動させる。心房細動とは、この刺激伝導系がうまく機能しなくなり心房が一定のリズムで拍動することができなくなった状態である。心房細動が起こると左心房内で血流が滞り血栓ができることがあるが、左心房内でできた血栓は脳血管につまって脳梗塞(こうそく)(脳塞栓症)の原因となることが多い。

問1 (a)～(e)の中にあてはまる語句を入れなさい。

問2 下線部1について、大腿部の静脈で生じた血栓が血流に乗って体内を循環した場合、次のどの器官で最も塞栓症を起こしやすいと考えられるか。答えを(1)～(4)の中から選び、その理由を50字以内で述べよ。

- (1) 脳 (2) 肝臓 (3) 肺 (4) 腎臓

問3 下線部2について、その理由を50字以内で述べよ。

2 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

遺伝子の本体であるDNAは、糖、塩基と(a)からなる(b)が構成単位である。糖は、(c)と呼ばれる五炭糖である。塩基には4種類がある。DNAの複製のしくみは(d)と呼ばれる。これは、(e)と(f)によって実験で証明された。今、 ^{15}N をもつ塩化アンモニウムを唯一の窒素源とする培地Aと ^{14}N をもつ塩化アンモニウムの培地Bがある。A培地で何代も培養した大腸菌を、B培地に移して培養を続けた。

問1 文中の(a)から(f)の中に適切な名称を入れよ。

問2 文中の下線部について、4種類の塩基のうち、(g)と(h)、(i)と(j)はそれぞれ相補性をもち塩基対を形成する。g, h, i, jの塩基の名称を書け。ただし、略号ではなくカタカナでの名称を書け。

問3 大腸菌をB培地に移した後、1回目の分裂直後の2本鎖DNAの中で、 ^{15}N と ^{14}N の両方を含む2本鎖DNAの比率を求めよ。

問4 n回目の分裂直後の2本鎖DNAの中で、 ^{15}N と ^{14}N の両方を含む2本鎖DNAの比率を求めよ(ただし、nは2以上の自然数とする)。

問5 文中の(d)と呼ばれるDNAの複製のしくみの合理的な点を60字以内で記述せよ。

生 物 (全3の2)

3 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

飲酒によってヒトが体内に摂取したエチルアルコールは、胃や十二指腸、小腸で大部分が吸収されて血液中に取り込まれ (a) を通って (b) へ送られる。エチルアルコールの大部分は (b) で酢酸と二酸化炭素に分解される。(b) では、まずエチルアルコールはアルコール脱水素酵素によって分解されてアセトアルデヒドとなり、さらにアセトアルデヒドはアルデヒド脱水素酵素によって分解されて酢酸となる。(b) の細胞中には主に2種類のアルデヒド脱水素酵素が含まれており、1つは細胞質中に存在するALDH1、もう1つはミトコンドリア中に存在するALDH2であるが、エチルアルコールの代謝にはALDH2が主に働いていると考えられる。

下の図はヒトのALDH2のアミノ酸配列を決めている遺伝子(ALDH2遺伝子)から転写されたmRNAの塩基配列のうちの一部を示している。ヒトのALDH2遺伝子には下線部の1ヶ所の塩基がG、Aのどちらであるかによって2種類の遺伝子があり、それぞれの遺伝子が転写・翻訳されてできるALDH2は、この1塩基の違いによってALDH2のアミノ酸配列全517個のうち487番目のアミノ酸の種類が変化し、アルデヒド脱水素酵素としての酵素活性が異なるものになるということが分かっている。この塩基がAであるとアセトアルデヒド脱水素酵素の活性が極めて弱くなり、アセトアルデヒドを効率よく分解することができなくなる。アジア系以外の人種が持つALDH2遺伝子では上記の塩基はほとんどGであり、アジア系の人種の一部にAの塩基を持つALDH2遺伝子を持つ人が存在する。

.... GCAGGCAUACACUGAAGUGAAAACUGUGAGUGUGG....
注)左から右の方向へ塩基配列を読みながらアミノ酸に翻訳されるものとする

図 ALDH2遺伝子のmRNAの一部

- 問1 (a)には適切な血管名を、(b)には適切な器官名を入れなさい。
 問2 図の塩基配列の中の下線部の塩基がGおよびAの場合、下線部の塩基を含むコドンに対応するアミノ酸はそれぞれ何になるか。下の遺伝暗号表を参考にして答えなさい。
 問3 文中の下線部1について、日本人においてはAの塩基を持つALDH2遺伝子のホモ接合体である人が全体の9%を占め、ハーディ・ワインベルグの法則が成立すると仮定して、日本人の集団におけるGの塩基を持つALDH2遺伝子の遺伝子頻度を求めよ。

		第2番目の塩基				
		U	C	A	G	
第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
		UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C
		UUA ロイシン	UCA セリン	UAA (終止)**	UGA (終止)	A
		UUG ロイシン	UCG セリン	UAG (終止)	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 ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C
		CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A
		CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	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 イソロイシン	ACCトレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C
		AUA イソロイシン	ACAトレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン	A
		AUG メチオニン(開始)*	ACGトレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン	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 バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C
		GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A
		GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G

*開始コドン…AUGはメチオニンに対応するが、同時にタンパク質の合成開始の信号となっている。
 **終止コドン…UAA, UAG, UGAは、対応する転移RNAがなく、このトリプレットでタンパク質の合成を停止する。

生 物 (全3の3)

4 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

脊椎動物の体液は、血液、(a)、(b)に分けられる。血液は有形成分である赤血球、(c)、(d)、と液体成分の(e)からできている。赤血球は、(f)という赤い色素タンパク質を含む細胞であり、酸素を全身へ供給する。哺乳類において、胎児は酸素を胎盤の組織を経由して母体の血液から得ている。

問 1 上の文中の(a)から(f)に適切な語句を書け。

問 2 図 1 は、3つの異なる二酸化炭素分圧に対して、本文中の(f)と酸素が結合した割合(酸素飽和度)と酸素分圧との関係を示した図である。この図は何と呼ばれるか。

問 3 図 1 において、肺胞での酸素分圧が 90 mmHg、二酸化炭素分圧が 40 mmHg、組織での酸素分圧が 20 mmHg、二酸化炭素分圧が 60 mmHg であるとき、運ばれてきた酸素の何%が組織において放出されるか。

問 4 図 2 は酸素飽和度と酸素分圧との関係を表した模式図である。本文中の(e)が pH 7.0 のときの曲線が(B)であるとき、pH 6.5 のときの曲線は(A)、(B)、(C)のうちどれか。

問 5 哺乳類の胎児は、成人とは異なる性質の(f)をもっている。図 2 において、母体の(f)の曲線が(B)であるとき、胎児の(f)の曲線は(A)、(B)、(C)のうちどれか。

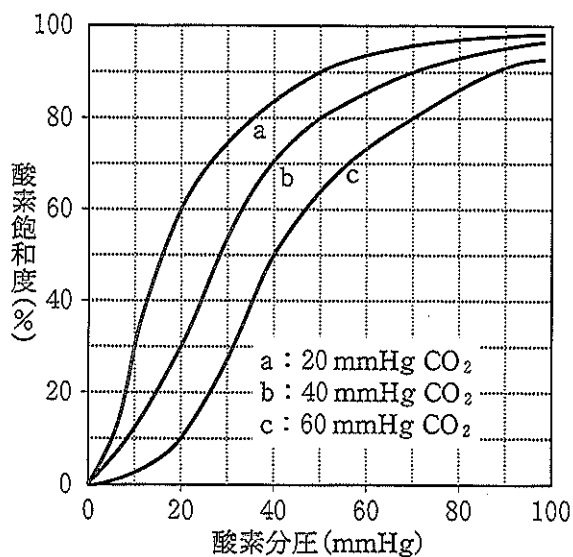


図 1

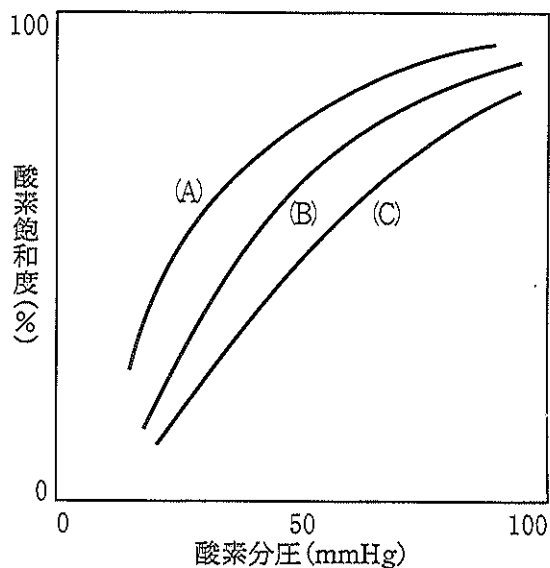


図 2

--

時 間 120 分 (2 科目)

生 物 採 点 欄 ()

1	問 1	a		b		c	
		d		e			
問 2	器官						
	理由						
問 3	理由						

2	問 1	a		b		c		
		d		e		f		
問 2	g	h	i	j				
問 3				問 4				
問 5								

3	問 1	a		b	
		G		A	
問 3					

4	問 1	a		b		c		
		d		e		f		
問 2			問 3			問 4		
						問 5		