

平成22年度 大阪市立大学個別学力検査

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、「空白」1ページ、「物理」6ページ、「化学」9ページ、「空白」1ページ、「生物」10ページ、「地学」10ページ、合計37ページである。解答用紙は、「物理」5枚、「化学」3枚、「生物」5枚、「地学」3枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
- 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無効とすることがある。
- 6 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (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2科目を選択解答すること。
 - (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。
- 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 8 医学部の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
- 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」を解答すること。
- 10 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
- 11 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。

生 物

第 1 問 (25点)

遺伝子組換えに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

遺伝子組換え技術により、成長ホルモンをはじめとするヒトの有用タンパク質を大腸菌を用いて大量に生産することが可能となった。^① ヒトの成長ホルモンを大腸菌を用いて生産する場合には、次のような方法が用いられる。まず、ヒトの成長ホルモン遺伝子を含む DNA を制限酵素によって切り出す。また、大腸菌由来の小さな環状の DNA である (ア)^② を同じ制限酵素で切断する。切断部分を接着させるはたらきをもつ酵素である (イ) により、成長ホルモン遺伝子を (ア) の中に組み込む。このようにして作製した (ア) を大腸菌に導入すると、成長ホルモン遺伝子が転写、翻訳されて、成長ホルモンが生産される。^③

問 1 文章中の空欄 (ア) と (イ) に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部①に関して、成長ホルモン以外の大腸菌を用いて生産される代表的なヒトの有用タンパク質の名称を 1 つ答えよ。また、そのタンパク質の生体内での主な作用を述べよ。

問 3 下線部②に関して、制限酵素は DNA をどのように切断するか、その反応の特徴を述べよ。

問 4 下線部③に関して、表に示すように、遺伝暗号であるコドンが 2 つの塩基の組合せではなく、3 つの塩基の組合せでできている理由を説明せよ。

問 5 下線部③に関して、表に示すように、UAA, UAG, UGA の 3 つのコドンはアミノ酸を指定していない。これらのコドンはどのようなはたらきをしているか、述べよ。

問6 ヒト由来のタンパク質Xを大腸菌を用いて生産したところ、正常なタンパク質が合成されたが、その生産量は低かった。タンパク質Xにはアルギニンが多く含まれていた。タンパク質XのすべてのAGGコドンをCGCコドンに変えたところ、タンパク質Xの生産量は大幅に増加した。生産量の増加はどのような理由によると考えられるか、説明せよ。

表 伝令RNAの遺伝暗号

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

生 物

第 2 問 (25点)

植物のバイオテクノロジーに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物のバイオテクノロジーの1つとして、組織培養がさかんに行われている。植物体の一部から取りだした組織片を、必要な栄養分と2種類の植物ホルモン（植物ホルモンAと植物ホルモンB）を含む寒天培地で無菌的に培養すると、未分化の細胞の塊である（ア）が形成された。このように、すでに分化した細胞が未分化の細胞になることを（イ）という。次に、2種類の植物ホルモンの濃度をさまざまに変えた寒天培地に（ア）を植えかえると、不定根あるいは不定芽が形成された。さらに、このような植えかえを行うことで、完全な植物体ができた。この結果は、分化した細胞にも、植物体を構成するすべての細胞をつくり出す能力が保持されていることを示しており、このような能力を（ウ）という。上記のような組織培養によってつくられる植物体は、親と同じ遺伝子をもつ（エ）植物である。

組織培養に加えて、プロトプラストを用いて細胞どうしを合体させる細胞融合の研究もさかんに行われている。異なる2種のプロトプラストを細胞融合させて、新しい雑種をつくりだす試みがなされている。

問1 文章中の空欄（ア）～（エ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①に関して、植物ホルモンAは、葉の老化を抑制するはたらきや側芽の成長を促進するはたらきをもつ。一方、植物ホルモンBは、植物細胞の成長（伸長）を促進するはたらきや頂芽優勢をもたらすはたらきをもつ。植物ホルモンAとBの名称を答えよ。

問3 一般に、組織培養の実験では、微生物などの混入を防ぐために、使用する溶液に加熱処理（たとえば、121℃で20分間処理）をする。しかし、植物のプロトプラストをつくるために用いるセルラーゼやペクチナーゼを含む溶液には、このような処理を行うことができない。その理由を述べよ。

問4 下線部②に関して、プロトプラストどうしを細胞融合させる方法を1つ答えよ。

問5 下線部②に関して、ある植物の葉からつくったプロトプラストどうしを細胞融合させて得られた細胞から、完全な植物体ができる。この植物体と通常の受精過程を経てできた植物体との違いを、染色体数の点から説明せよ。

問6 組織培養の手法を用いて、花粉由来の完全な植物体を得た。この植物体は、突然変異の研究において有用である。その理由を述べよ。

生 物

第 3 問 (25点)

体液の恒常性に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

①動物には、体液の浸透圧をほぼ一定に保つ能力をもつものともたないものがある。一部の動物は、腎臓で尿の排出量とその組成を調節することで体液の浸透圧調節を行っている。腎臓には（ア）とよばれる構造が多く存在し、これが尿をつくる基本構造となっている。（ア）は（イ）と、それにつづく腎細管からできている。（イ）は多数の毛細血管が集まった（ウ）とそれを包みこむボーマンのうからできており、ここで血しょうとそれに溶けている低分子成分がこし出される。尿の形成と老廃物の濃縮のしくみを調べるために、イヌリンが用いられる。イヌリンは体内では利用されないため、静脈に注射するとすべてろ過され、再吸収されずに尿中に排出される。

問1 文章中の空欄（ア）～（ウ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①に関して、生息場所の異なる2種類のカニ（カニAとカニB）を、さまざまな浸透圧の外液中においた場合の体液と外液の浸透圧の関係を図に示す。これらのカニは、それぞれどのような環境に生息していると考えられるか、述べよ。

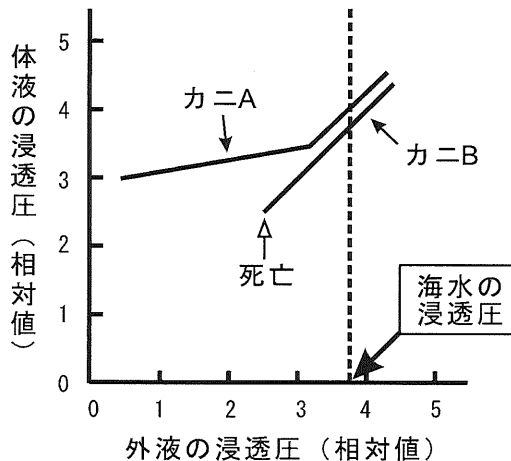


図 カニの体液と外液の浸透圧の関係

問3 下線部②に関して、ヒトにイヌリンを静脈注射し、血中濃度が一定になったのち、左右の腎うに集まる尿をすべて回収した。10分間に回収された尿の体積は12.0 mlであった。血しょうと尿における尿素とイヌリンの濃度を測定したところ、表に示す値が得られた。

- (1) イヌリンの濃縮率を求めよ。
- (2) 10分間にろ過された血しょうの体積 (ml) を求めよ。
- (3) 10分間に再吸収された尿素の量はろ過された量の何%か、小数第2位を四捨五入した値で答えよ。

表 血しょうと尿における尿素とイヌリンの濃度

	尿素濃度 (mg/ml)	イヌリン濃度 (mg/ml)
血しょう	0.3	0.1
尿	20.4	12.0

問4 ヒトが海で漂流した場合を考えよう。飲み水がなく、水が欠乏する状況であっても海水を飲んではいられないといわれている。海水を飲むと、体液中の水をさらに失うからである。このことは、腎臓がろ過された血しょう中の塩分を濃縮して尿をつくる能力と関係がある。海水を飲むと体液中の水がさらに失われるのはなぜか、説明せよ。

生 物

第 4 問 (25点)

以下の選択問題 1 または選択問題 2 のいずれかを選択し解答せよ。解答にあたっては、
選択する問題の 1・2 の別を **問題選択欄** に示すこと。

【選択問題 1】

生態系に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生物の間にみられる、捕食・被食の関係を食物連鎖という。図は、食物連鎖にともなう栄養段階の間のエネルギーの移動を模式的に示している。森林や草原のような陸上の植物群落では、太陽の光エネルギーが、緑色植物の光合成によって炭水化物などの化学エネルギーとして蓄えられる。このように、無機物から有機物を合成し、独立栄養を営む生物を生産者という。さらに、生産者が生産した有機物を直接または間接に食べ、従属栄養を営む動物を消費者という。消費者は、栄養段階によって一次消費者、二次消費者、三次消費者などに区別される。①生産者が一次消費者に食べられたり、一次消費者が二次消費者に食べられたりすることで、化学エネルギーの一部が高次の栄養段階に移動する。また、生態系の中では、菌類や細菌類などが分解者としてはたらいっている。

食物連鎖によって、物質も栄養段階の間を移動する。その際、生物が体内に取り入れた物質のうち、特定の物質が外部の環境よりも高い濃度に蓄積されることがある。また、②栄養段階の高い生物ほど、物質が高濃度に濃縮される場合がある。このような現象は、生物濃縮とよばれる。有機水銀や DDT などの有機塩素系化合物が生態系の中で生物濃縮され、生物個体に悪影響をもたらした例が知られている。したがって、そのような物質を生態系に放出することは、たとえ微量であっても危険である。

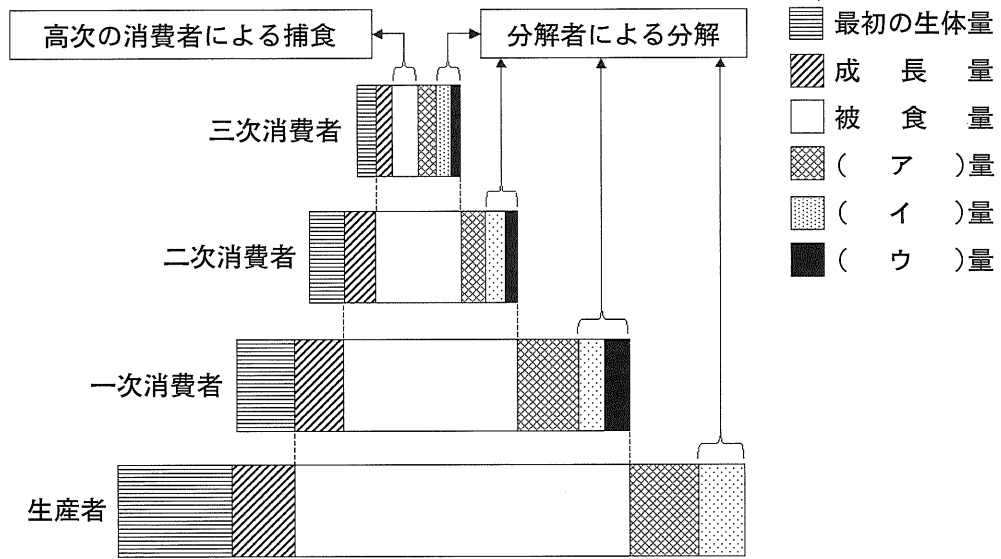


図 栄養段階の間のエネルギーの移動

問 1 図の空欄 (ア) ~ (ウ) に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部①に関して、ヒトは、穀物を食べる場合は一次消費者であり、穀物食べて育った家畜の肉を食べる場合は二次消費者である。穀物と肉のどちらを食べるほうが、太陽の光エネルギーを効率よく取り込むことになるか、その理由を含めて答えよ。

問 3 下線部①に関して、森林においては、草原と比べて生産者が光合成によって獲得したエネルギーのうち消費者に移動する割合は少ない。その理由を述べよ。

問 4 食物連鎖は、直線的なつながりではなく、複雑な網目状の関係になることが多い。その理由を述べよ。

問 5 下線部②に関して、食物連鎖を通して物質が栄養段階の低い生物から栄養段階の高い生物へとつぎつぎに移動する過程で、より高濃度に濃縮される理由を述べよ。

【選択問題 2】

生物の進化に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生命が出現したのは約 40 億年前の原始の海だと考えられている。原始の海や大気には酸素 (O_2) はほとんど存在せず、この時代の原核生物は (ア) 呼吸をしていた。約 30 億年前に光合成をする原核生物の (イ) が現れ、その後約 10 億年にわたり繁栄した。この生物の光合成によって放出された酸素は、しだいに水中に溶け込んでいった。その結果 (ウ) 呼吸が可能な環境がつくられ、(ウ) 性の原核生物が現れた。そして、約 20 億年前に真核生物が出現した。真核生物は多様な系統に枝分かれしていった。^①その系統の多くは単細胞の生物であり、(エ) としてまとめられている。これに対し、動物・植物・菌類の各系統は (オ) 化の道を進んだ。(エ) およびこれら 3 つの系統は、それぞれ (カ) という分類階級にまとめられる。

^②(キ) 代初期の(ク) 紀の地層からは、多種多様な水生の動物の化石がまとまって見つかっている。このような急激な多様化によって、ほとんどの動物の門が出現した。この頃になると、^③大気中にも酸素が蓄積し、生物が陸上に進出できる環境条件が整っていた。やがて、植物が、ついで動物が陸上に進出していった。^④(キ) 代中期には魚類から両生類が、末期には両生類からハ虫類が進化した。

問 1 文章中の空欄 (ア) ~ (ク) に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部①に関して、「真核生物の細胞は原核生物が共生することによって生じた」とする考え (細胞内共生説) が有力である。

- (1) 原核生物の共生により生じたと考えられる細胞小器官を 2 つ答えよ。
- (2) この説を支持する根拠の 1 つに、これら細胞小器官が二重の膜構造をもつことがあげられる。この説を支持する他の根拠を答えよ。
- (3) これら細胞小器官は、どのような理由で二重の膜構造をもつと考えられるか述べよ。

問 3 下線部②の水生動物群は何とよばれるか、答えよ。また、その水生動物の 1 つである三葉虫が属する門の名称を答えよ。

問4 下線部③に関して、呼吸にかかわる条件以外でもっとも重要な環境条件について述べよ。

問5 下線部④の進化では、陸上生活への適応が認められる。両生類からハ虫類へと進化するにつれ、乾燥した場所でも生息できるようになった。この乾燥に対する適応について、呼吸、皮膚、繁殖、老廃物の点から述べよ。