

平成 22 年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	① ~ ③	1 ~ 4
化学	① ~ ④	5 ~ 11
生物	① ~ ③	12 ~ 18
地学	① ~ ④	19 ~ 24

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子または解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

生 物

1 次の文を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

生物は大きく分けて無機物から有機物を自ら合成できる独立栄養生物と、自らは合成できず有機物を他の生物に依存する従属栄養生物に二分される。独立栄養生物である緑色植物は、光合成により炭酸同化を行い、炭水化物を合成する。また、^{a)}土壤中に含まれている無機窒素化合物を吸収し、アミノ酸などの有機窒素化合物も合成できる。一方、従属栄養生物であるほ乳類は、必要^{b)}な有機物を食物として取り込む。このうち、炭水化物である多糖類は、消化酵素の働きにより^{c)}単糖類にまで分解され、小腸から吸収される。吸収された単糖類は、すぐに消費する必要がない場合には、肝臓や筋肉において、同化反応により多糖類であるグリコーゲンに変換され貯蔵される。さらに炭水化物がグリコーゲンとして貯蔵可能な量を超えて余分に吸収された場合には、脂肪に変換されて貯蔵される。

(問1) 下線部 a) に関する以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

- (ア) 光合成が行われている細胞内小器官を何とよぶか。
- (イ) 葉で合成された炭水化物は、必要に応じて根などの他の組織に運ばれる。この栄養分を輸送する組織を何とよぶか。
- (ウ) 緑色植物が有機窒素化合物の材料として根から吸収する土壤中の無機窒素化合物を二つ答えよ。
- (エ) ダイズは空気中の窒素を利用してアミノ酸を合成することができる。そのしくみを説明せよ。

(問2) 下線部 b) に関する以下の文中の [1] ～ [6] に適切な語句を入れよ。

食物として取り込んだ有機物を、酸素を用いて無機物にまで分解し、そのとき解放されたエネルギーを用いて化学エネルギー物質である ATP をつくる。この過程は、解糖系、[1]、[2] の3段階に分けられる。炭水化物はこれらの代謝系によって、最終的には [3] および [4] にまで分解される。脂肪が分解される場合には、まず加水分解されて、[5] と脂肪酸になる。[5] は解糖系に入り、脂肪酸はβ酸化を受け、その後 [1] に入り、最終的には [3] および [4] にまで分解される。炭水化物と脂肪が不足すると [6] が用いられる。

(問 3) 下線部 c)に関する以下の設問(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) 食物の消化に働くペプシンのように、生体で起こる化学反応に対して触媒として機能するタンパク質分子を酵素という。酵素に関する以下の設問(a)~(d)に答えよ。

(a) 酵素の働きを受ける物質を基質という。酵素は決まった基質にしか作用しない。この性質を何とよぶか。また、基質が結合する酵素の部位を何とよぶか。

(b) 酵素によっては金属や有機物が結合しなければ働かないものもある。この有機物を何とよぶか。

(c) 酵素の反応速度に大きな影響を与える要因として温度がある。それ以外にどのような要因があるか、一つ答えよ。また、ペプシンが効率よく働くのは、この要因がどのような条件のときか説明せよ。

(d) 酵素反応は化学反応により進行するため、温度が高くなると反応速度が大きくなる。しかし、ある温度をこえると反応速度は低下し、さらに温度が高くなると反応がみられなくなる。高温で酵素反応がみられなくなる理由を説明せよ。

(イ) 図 1 の破線(a)は一定量の酵素 A に対して、基質 B の濃度を次第に増大させたときの基質 B の濃度と反応速度との関係を示している。酵素の量を 2 倍にすると、基質 B の濃度と反応速度との関係はどのようなになるか。解答用紙の図に実線で書き入れよ。

また、破線(a)の場合と同じ量の酵素 A が存在する条件で、基質 B と立体構造がよく似た物質 C を一定量加えると、反応速度は破線(a)から実線(b)のようになった。基質 B の濃度が低いとき、物質 C を加えたときの反応速度が物質 C を加えなかったときよりも小さくなった理由を説明せよ。

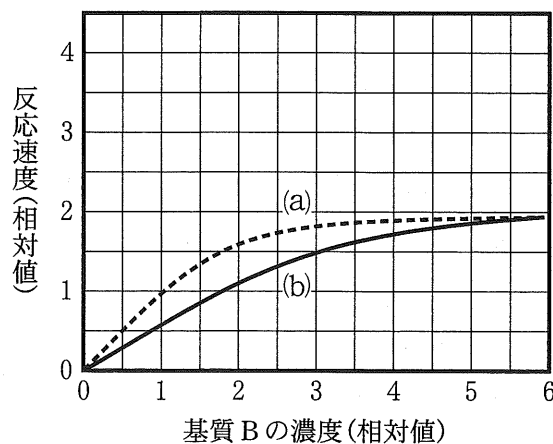


図 1

2 次の文を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

a) 動物は外界からのさまざまな刺激を受容して感覚を生じ、外界に適切に反応するよう運動を起こす。このような感覚・運動機能の発現には神経系が深く関与している。動物体内の多くの細胞は直接外界と接触せず、体液とよばれる液体に接している。この体液は外部環境に対して内部環境とよばれ、これを一定に保つ働きを恒常性という。その維持に自律神経系と内分泌系が重要な役割を果たしている。

(問1) 下線部 a) に関連した設問(ア)～(オ)に答えよ。

- (ア) 神経細胞は三つの部分に分けられる。その一つは軸索である。他の二つを答えよ。
- (イ) 神経細胞に活動電位が生じることを興奮という。神経細胞はある強さ以上の刺激で興奮するが、その最小値を何とよぶか。また、このとき刺激を強くしても興奮の大きさは変わらない。このような法則を何とよぶか。
- (ウ) 神経細胞の軸索では活動電位はどのように伝導するか、下記の【 】内の語句をすべて使って説明せよ。
- 【軸索表面 興奮部位 軸索内 プラス マイナス】
- (エ) 神経細胞の軸索部分に髄鞘がある場合とない場合では、伝導速度にどのような違いがあらわれるか、理由も含めて説明せよ。
- (オ) 運動をつかさどる骨格筋の筋節(サルコメア)とは、筋原繊維のどの部分からどの部分までの間か。

(問2) 下線部 b) に関連した次の文章を読み、設問(ア)～(エ)に答えよ。

体液の浸透圧が高張になると細胞体積は減少し、低張になると増加する。一方、動物細胞と異なり植物細胞は細胞壁を持つ。そのため細胞を等張液から蒸留水に移すと水が細胞内に流入して細胞体積がわずかに増加するが、それ以上体積は増加しない。また等張液から高張液に移すと、細胞膜の一部が細胞壁から離れ、時間とともに細胞膜に囲まれた部分の体積が減少し、ある体積になると変化しなくなる。

- (ア) 下線部 c) の現象が起こるのは細胞の吸水力を決める浸透圧ともう一つの力が等しくなるからである。それは何か。
- (イ) 下線部 d) のような状態になることを何とよぶか。
- (ウ) 下線部 e) のようになるのはなぜか。「体積」と「浸透圧」という語句を使って説明せよ。
- (エ) 濃度勾配に従い拡散によって水や溶質の分子が細胞膜を横切って移動することを何とよぶか。

(問 3) 下線部 b) に関連した次の文章を読み、設問(ア)～(ウ)に答えよ。

高校生の A 君と B 君はテニス部に所属しており、7月のある晴れた日の日中に野外で練習をしていた。練習後、A 君と B 君はのどが渴いたので飲水した。A 君は水道水を 1.0 リットル、B 君はアイソトニック飲料(浸透圧が体液と同じ飲料)を 1.0 リットルそれぞれ飲んだ。その後、二人に 1 時間毎に排尿させ、尿量を計測すると図 1 の

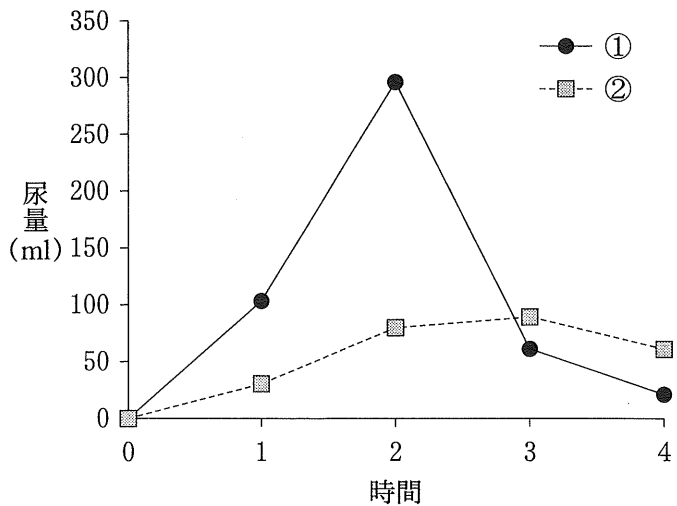


図 1

ようになった。ただし、二人とも健康で腎機能、内分泌機能は正常である。

(ア) 体液量の調節は、主に腎臓における水分と無機塩類の排出、再吸収により制御されている。無機塩類の排出、再吸収を調節しているホルモンは何か。

(イ) A 君の尿量変化は、図 1 中の①、②のいずれか答えよ。

(ウ) 同じ量の飲水をしたにもかかわらず、飲水後の二人の尿量が異なる理由についての説明文である以下の文章を読み、設問(a)と(b)に答えよ。

テニスなどの激しい運動をすると発汗により体液量が する。その結果、体液の浸透圧は する。そして、細胞内液と体液間で水分の移動が起き、浸透圧差がなくなる。このとき多量の水道を飲むと体液の浸透圧は する。それによりホルモンである の分泌が減少する。一方、アイソトニック飲料を飲むと一定量の が分泌される。このような機構により二人の尿量が異なってくる。このような体液の浸透圧調節の中樞は、間脳の にある。

(a) ～ にあてはまる適切な語句は何か。(i)～(vi)より選べ。

- (i) 減少 低下 低下
- (ii) 減少 低下 上昇
- (iii) 減少 上昇 低下
- (iv) 増加 上昇 低下
- (v) 増加 上昇 上昇
- (vi) 増加 低下 低下

(b) と に適切な用語を入れよ。

3 次の文を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

脊椎動物個体の一生は、精子と卵子の細胞融合(受精)により始まる。卵割を終えて原腸胚期になると、一部の細胞が胚内へと移動を始める。神経胚になると、表皮や神経管といった外胚葉性器官、体節や側板などの中胚葉性器官、腸管などの内胚葉性器官が形成される。その後、神経管からは脳や脊髄が、体節からは骨や骨格筋が分化し、体を構成するいろいろな器官が徐々にできってくる。この過程で心臓、血管、血球なども分化してきて、体を構成する細胞に酸素を供給するようになると共に、体に侵入してきた細菌やウイルスなどの病原体や異物を排除するしくみができってくる。

(問1) 下線部 a) に関して、ウニ卵が海水中に産み出されると、化学物質がゼリー層からにじみでてくる。精子はこの物質の濃度が高い方へと泳ぐことにより、卵に到達することができる。この現象としくみをもっとも似ている動物の行動を示したものを(i)～(iv)から選び、記号で答えよ。

- (i) アヒルのひなの刷込み
- (ii) イトヨのオスによるメスの誘導
- (iii) カイコガのメスによるオスの誘引
- (iv) ネズミの迷路学習

(問2) 下線部 b) について、イモリ胚を用いて移植実験を行った。まず、図1aに示したように、中期原腸胚の予定表皮域の一部(黒塗り部分)を除去した後、別個体から切り出した予定神経板域の一部(斜線部分)を移植した。これを神経胚期まで発生させたところ、移植した組織は神経板に分化した。次に、図1bに示したように、中期原腸胚の予定表皮域の一部(黒塗り部分)を除去した後、別個体から切り出した予定神経板域の一部(斜線部分：図1aとは別の部分)を移植した。これを神経胚期まで発生させたところ、移植した組織は表皮に分化した。灰色で示した部分は初期原腸胚期において原口背唇にあった部分である。この実験結果は、予定神経板域も条件によっては表皮に分化することを示している。予定神経板域が神経板に分化するために必要な条件を説明せよ。

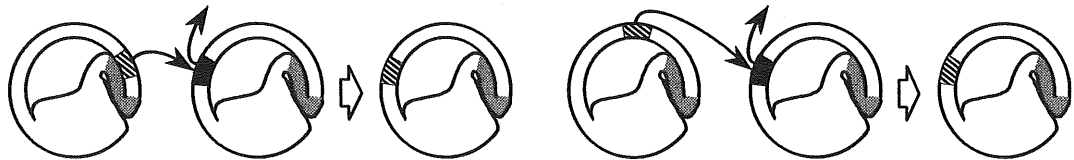


図1 a

図1 b

(問 3) 下線部 c) について、脊椎動物の初期発生過程での形態は、魚類からは哺乳類にいたるまでよく似ている。この類似性は、脊椎動物が共通の祖先から進化したことを示す証拠であり、系統関係の推定に用いられてきた。このことに関する以下の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

(ア) 下に示した(i)~(iv)の説明があてはまる脊椎動物を【 】内の動物からすべて選択し、番号で答えよ。

- (i) 胚発生時に、胚のまわりを羊膜が囲む動物群
- (ii) 発生過程を含めて、一生のうち少なくとも一時期に脊索をもつ動物群
- (iii) 遊泳に適した胸びれをもつ動物群
- (iv) 胎生で、メスが乳汁を分泌して子供を育てる動物群

【①カエル ②クジラ ③ナメクジウオ ④トカゲ ⑤メダカ ⑥コウモリ】

(イ) (ア)の(i)~(iv)の中で、系統関係を反映していないまとめ方はどれか。最も適当なものを一つ選び、その記号を答えよ。

(ウ) 進化のしくみについては、古くからさまざまな説が唱えられてきた。そのうちの一つであるラマルクの「用不用説」は、現在では否定されている。その理由を述べよ。

(問 4) 下線部 d) に関する次の文を読み、設問(ア)と(イ)に答えよ。

大腸菌に寄生するウイルスの一種に T₂ ファージがある。T₂ ファージは、頭部の外殻や尾部などを構成するタンパク質と、頭部外殻タンパク質に守られてその中に存在する DNA とからできている。T₂ ファージが尾部で大腸菌を認識し結合すると、DNA を大腸菌内に注入する。この DNA をもとに、T₂ ファージの DNA とたんぱく質が大腸菌の合成系によって合成され、多数の子ファージが産み出される。ウイルスの中にはヒト免疫不全ウイルス(エイズウイルス)のように、遺伝物質として RNA を用いているものもある。

(ア) 下線部 e) について、タンパク質を ^{f)}³⁵S で、DNA を ³²P で標識した T₂ ファージを大腸菌に感染させる実験を行った。

(a) 標識した T₂ ファージを大腸菌液に加え、感染成立に十分な時間がたった後、大腸菌が壊れない程度に攪拌して T₂ ファージの尾部と頭部外殻を大腸菌からはずした。これを大腸菌だけが沈殿する条件で遠心分離した。このとき、³⁵S および ³²P は沈殿と上清のどちらに多く含まれるか。

(b) 標識した T₂ ファージをタンパク質分解酵素で処理し、あとは(a)と同じ操作を行った。³⁵S および ³²P は沈殿と上清のどちらに多く含まれるか。

(イ) 下線部 f)について、ヒトの細胞に含まれる酵素 A は、DNA を鋳型に RNA を合成する酵素である。この酵素 A の活性を阻害する阻害剤 B で細胞を処理すると、転写は起らないが、酵素 A 以外のすべての酵素の活性には影響がないことがわかっている。阻害剤 B で処理したヒト細胞にエイズウイルスを感染させたところ、エイズウイルス RNA の細胞内注入は確認できたが、この RNA の増幅は観察されなかった。この結果から考えられるエイズウイルス遺伝子の増幅機構の特徴について説明せよ。