

平成 21 年度 入 学 試 験 問 題

理 科

	ページ
物 理	1～ 8
化 学	9～25
生 物	26～39
地 学	40～52

化学については、問題 **1** から問題 **5** までは必ず解答し、問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

地学については、問題 **1** と **2** を必ず解答し、問題 **3** ～ **5** の 3 問のうちから 2 問を選択して解答すること。

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

生 物

1 次の文章を読み、下の問に答えよ。

調製した細胞質に、ある種の核酸を加えて反応すると、試験管内でポリペプチドを合成できる。この反応系を無細胞翻訳系と呼ぶ。無細胞翻訳系を用いて以下の実験1～3を行った。タンパク質Aとタンパク質Bはともに100個のアミノ酸からなるポリペプチドで、タンパク質Bには補酵素が結合する。

【実験1】 タンパク質Aに対応する核酸と ^3H -アルギニンを無細胞翻訳系に加え、 30°C で10分間反応した。反応液を遠心して、核酸に結合している複合体と合成途中のポリペプチドを回収した。回収したポリペプチドをトリプシンで分解し、アルギニンあるいはリシンをカルボキシ末端に持つペプチドに分解した。引き続き、分解物であるペプチドを分子量に基づいて分離し、それらの放射能を測定した。それぞれの分解ペプチドのタンパク質Aの中での位置と放射能の関係は、図1に示す結果になった。

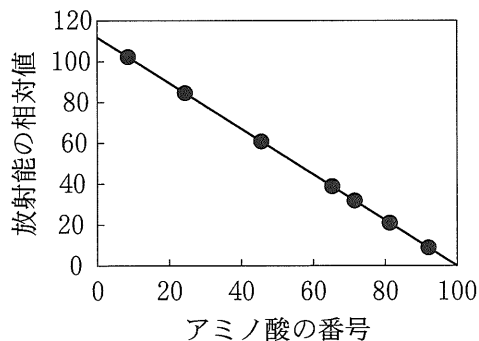


図1

【実験2】 タンパク質Aの遺伝子を鋳型として試験管内で核酸を合成した。この核酸を用いて【実験1】と同じ条件で反応させたが、ポリペプチドの合成は途中で止まった。

【実験3】 タンパク質 B について【実験1】と同じ方法で検討したところ、ポリペプチド合成の途中で補酵素が結合し、それ以降のポリペプチドの合成速度が遅くなることがわかった。

問 1 下線部 a の複合体の名称と、それを構成する物質を 2 つ記せ。

問 2 【実験1】に関する次の記載のうち、正しいものを 1 つ選び記号を記せ。

- (a) ポリペプチドの合成終了 10 分後に複合体は解離した。
- (b) タンパク質 A の合成速度は 30℃ と 20℃ で同じであった。
- (c) 添加した核酸 1 本あたり複数個の複合体が結合していた。
- (d) アミノ酸の単体がポリペプチド合成の基質として使われた。

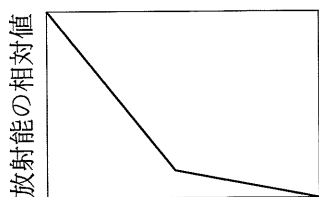
問 3 【実験1】の結果からタンパク質の合成の方向がわかる。その理由について述べた以下の文章中の ～ にあてはまる適当な語句を下記の語群から選び、記号で答えよ。

トリプシン分解ペプチドは少なくとも 1 個の を含むので、放射能は分解ペプチドの に比例する。回収されたポリペプチドは を含む種々の長さの合成途中のポリペプチドであるため、 に近い分解ペプチドほど放射能が高いことになる。図 1 の結果は、1 番のアミノ酸(アミノ末端)に近い分解ペプチドほど放射能が高く、100 番のアミノ酸(カルボキシ末端)に近い分解ペプチドほど放射能が低いことを示している。したがって、タンパク質合成の方向は から であるといえる。

- | | | |
|-----------|--------------------------|-----------|
| (a) アミノ末端 | (b) ³ H-アルギニン | (c) 位置 |
| (d) 核酸 | (e) カルボキシ末端 | (f) 合成開始端 |
| (g) 長さ | (h) 複合体 | (i) 分子数 |
| (j) 分子量 | (k) 密度 | (l) リシン |

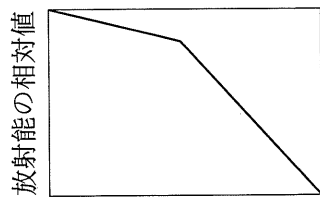
問 4 【実験 2】でポリペプチドの合成が止まった理由を 60 字以内で述べよ。

問 5 【実験 3】の結果を示すグラフは図(ア)~(ウ)のどれか。記号を記せ。



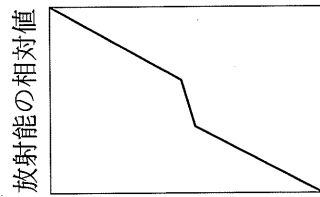
アミノ酸の番号

(ア)



アミノ酸の番号

(イ)



アミノ酸の番号

(ウ)

2 次の文章を読み、下の問に答えよ。

ヒトの血管系は、多くの無脊椎動物でみられる開放血管系と異なり、動脈と静脈の間が [1] でつながっている閉鎖血管系であり、血液の循環は体循環と [2] 循環に分けられる。体循環では、血液が左心室から大動脈に押し出され、この血液は、 [1] で組織に酸素を供給し、二酸化炭素などを受け取り、大静脈をへて右心房にもどる。一方、 [2] 循環の血液は、右心房から右心室へ、さらに [ア] をへて左右の肺に送られる。肺で血液は、二酸化炭素を放出し、酸素を受け取り、 [イ] を通って左心房にもどり、ふたたび左心室に至り、大動脈に送り込まれる。血液成分の赤血球に含まれるヘモグロビンは、酸素と結合して末梢の組織に酸素を運ぶ。このヘモグロビンは、2種類のタンパク質の構成単位が組み合わさった [3] 構造で、 [4] イオンを含む色素の [5] が存在している。

血液は、酸素や二酸化炭素の運搬だけでなく、栄養分を運ぶ役割もある。肝臓では、運ばれてきたグルコースを [6] に合成したり、タンパク質や脂肪の合成・分解を行ったりする。また、有害物質を無害物質に変える解毒の働きや、肝臓に血液を貯蔵して [7] 量を調整する働きがある。

問 1 文章中の [1] ~ [7] に適切な語句を記せ。

問 2 文章中の [ア] および [イ] に適切な血管名を記せ。

問 3 大動脈から右心房までの血液循環の経路を下記に記載している。 []

内は臓器の名前である。健康なヒトにおける体循環で、正しい血液の流れの経路を(a)~(d)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 大動脈 — [食道] — 肝静脈 — [肝臓] — 肝門脈 — 下大静脈 — 右心房
- (b) 大動脈 — [小腸] — 肝門脈 — [肝臓] — 肝静脈 — 下大静脈 — 右心房
- (c) 大動脈 — [大腸] — 肝静脈 — [肝臓] — 肝門脈 — 下大静脈 — 右心房
- (d) 大動脈 — [大腿筋] — 肝門脈 — [肝臓] — 肝静脈 — 下大静脈 — 右心房

問 4 下線 a に関して，組織で放出される二酸化炭素のほとんどを受け取り，肺に運ぶ役割を担っている血液の成分を答えよ。

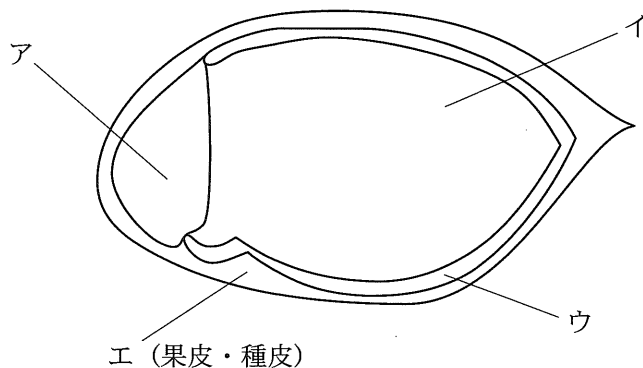
問 5 ヒトが立っている場合，正常の下肢(足)では，静脈血は重力にさからい，逆流することなく心臓の方向にむかって上に流れている。この静脈血が逆流しない理由を，40 字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、下の問に答えよ。

動物の受精卵はいったん発生を開始すると、成体になるまで連続して成長する。それに対し、高等植物の場合は発生の過程で種子を形成し、しばらく休眠することが多い。その後、条件を整えば発芽を開始し、成体へと成長を続ける。これは、植物が生き残るために、環境の変化を感知し、環境に適応するように進化したためと考えられる。なぜなら、植物はいったん根をおろすと移動することができないからである。このように植物の成長などの制御には環境要因が大きな影響を与えており、植物の体内では植物ホルモンがその調節の過程に深くかかわっている。

問 1 下線 a について、種子の休眠を促進、維持するように働く植物ホルモンを記せ。

問 2 下図はオオムギの種子の断面の模式図である。ア～ウまで各組織の名称を記せ。



問 3 下線 b について記述した，以下の文章中の と に適切な語句を入れよ。また， と には問 2 のア～エの中から適切な記号を選んで入れよ。

種子の発芽に必要な環境条件として，適当な温度，水，そして があげられる。種子の発芽は植物ホルモンの によって促進される。問 2 に示したオオムギの場合，このホルモンは から放出され， に作用して，発芽に必要な一連の反応が始まる。

問 4 問 3 の について，発芽になぜ必要なのか，理由を 40 字以内で記せ。

4 次の文章を読み、下の問に答えよ。

すべての生物は細胞が基本的な構造と機能の単位として成り立っており、一般的な動物細胞と植物細胞の間でいくつかの共通した構造が見られる。それらは細胞の働きを保つのに中心的な役割を果たす や、細胞への物質の出入りを調節して、情報を伝える役割を持つ 、細胞内小器官の間をうめている部分で、さまざまな生体成分を含む細胞質基質などである。このほかに共通の細胞内小器官として、呼吸に関する酵素を含み、酸素を使って有機物からエネルギーを取り出す や、細胞内で作られたタンパク質などを細胞外へ分泌するために、細胞内の適切な場所に運搬する がある。細胞には肉眼で見えるものや、顕微鏡を用いなければ見えないものまで多様な大きさや形があるが、いずれも外部から必要な物質を細胞内に取り込み、エネルギーを取り出して生命活動を維持している。

問 1 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 植物細胞に特徴的な構造と機能に関する下記の(1)～(3)の文章には、それぞれ 1箇所ずつ誤りがある。それを指摘し、正しい語句に訂正せよ。

- (1) 葉緑体は光エネルギーを使って有機物を酸化分解する。
- (2) 液胞は細胞液で満たされており、細胞の成長とともに小さくなる。
- (3) 細胞壁はデンプンを主成分とし、細胞を保護する。

問 3 肉眼では 0.1 mm まで、光学顕微鏡を用いれば 0.2 μm まで、電子顕微鏡では 1 nm まで識別できるとして、次の(a)～(l)の中から肉眼でも見えるものを 3つ、電子顕微鏡でなければ見えないものを 2つ選び、記号を記せ。

- | | | |
|-----------------|----------------|-------------|
| (a) インフルエンザウイルス | (b) 花粉粒子(マツ) | (c) 酵母菌 |
| (d) 座骨神経(ヒト) | (e) 赤血球(ヒト) | (f) ゾウリムシ |
| (g) ナトリウム原子 | (h) 2本鎖 DNA 分子 | (i) 乳酸菌 |
| (j) 白血球(ヒト) | (k) 葉緑体 | (l) 卵細胞(ヒト) |

問 4 問 3 の(a)～(1)の中から，原核生物を選んで，その記号を 1 つ記し，さらにその細胞構造の特徴を 30 字以内で記せ。

問 5 細胞が取り出したエネルギーは細胞内で主にアデノシン 3 リン酸(ATP)として蓄えられ，さまざまな生命活動に用いられる。ATP によるエネルギーの蓄積と放出の過程を ATP の構造に即して 100 字以内で記せ。また，ATP のエネルギーを直接用いる生命活動の具体例を 1 つ挙げよ。




5 次の文章を読み、下の問に答えよ。

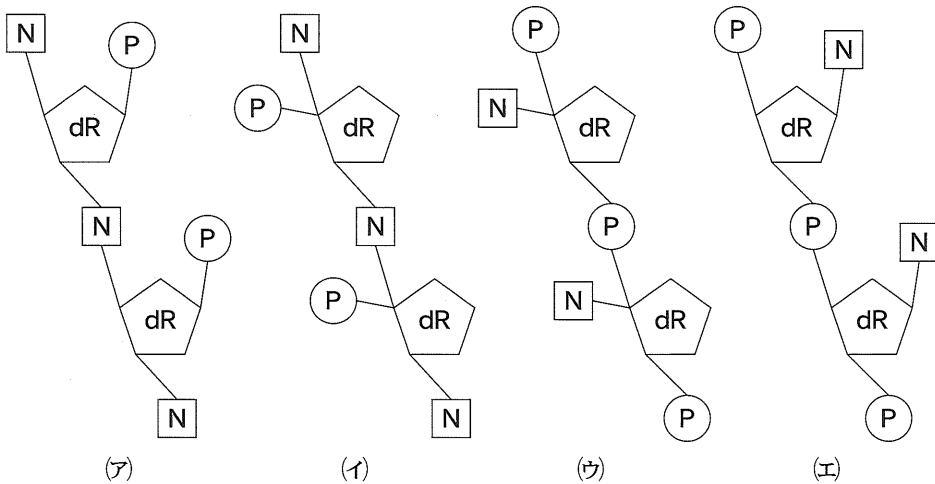
細胞の遺伝情報をもつ物質である DNA は、糖、リン酸基、塩基の 3 つの成分から構成される。DNA に含まれる塩基は、^aアデニン、グアニン、シトシン、チミンの 4 種類である。この 4 種類の塩基で 20 種類のアミノ酸を指定するには、^b少なくとも 3 つの塩基の組み合わせ(トリプレット)が必要となる。^c

現在では常識となった「DNA の モデル」は、ワトソンとクリックによって 1953 年に提唱された。細胞が分裂する時には、この がほどこけて が進行し、もとと全く同じ配列をもった DNA が 2 本できる。この DNA の が 的に行われることは、1958 年にメセルソンとスタールの実験によって確かめられた。これは、DNA 2 本鎖のうちの 1 本の鎖を鋳型にして、もう 1 本が新たにつくられていることを意味している。現在では、このしくみを実証されており、DNA の には という酵素が働くことが明らかになっている。

問 1 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 下線 a に関して、次の問に答えよ。DNA はヌクレオチドという基本単位が次々につながった巨大分子である。この構造を形成するために、3 つの成分はどのように結合しているか。正しく図示されたものを、(ア)～(エ)の中から選び、記号で答えよ。

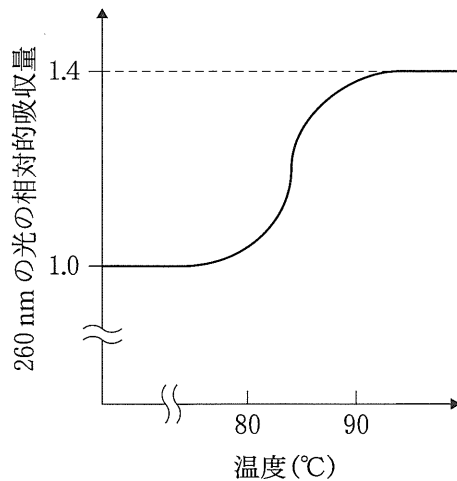
ただし、: 糖, : リン酸基, : 塩基とする。



問 3 下線 b に関して、次の問に答えよ。

1) 20 塩基対の DNA 断片にアデニンが 8 塩基ある場合、チミン、グアニンはそれぞれ何塩基含まれているか。

2) 核酸を構成する塩基は、波長 260 nm の紫外線を吸収する。したがって、DNA も同様の吸収を示す。また、2 本鎖 DNA によって吸収される光量を 1.0 とすると、1 本鎖 DNA の場合は約 1.4 となる。ある 2 本鎖 DNA を含む溶液の温度を上昇させたところ、右図のように波長 260 nm における光の吸収が増加した。この変化について 50 字以内で説明せよ。



問 4 下線 c の理由を 100 字以内で説明せよ。

6 次の文章を読み、下の問に答えよ。

人体は環境からの刺激を [1] 器で感知し、その情報を効果器に伝達している。神経系は [1] 器と効果器を結びつけており、その情報の伝わり方には電気的な信号が関係していて、じん速に効果が表れる。もう一つの情報の伝達系は [2] 系であり、ゆっくり効果が表れる。 [2] 腺から出されるホルモンという化学物質が血流により効果器まで運搬され、情報を伝達する。ホル^aモンが作用する効果器あるいは細胞は、特に [3] 器官あるいは [3] 細胞という。ホルモンは外部環境が変動しても内部環境を一定に保つしくみや、^b生殖腺の発達にもかかわっている。

多くのホルモンは [4] 組織の細胞から排泄管を介さずに毛細血管に分泌^cされる。脳下垂体の前葉は [4] 組織の細胞から構成されていて、副腎皮質刺激ホルモンなどを分泌する。一部のホルモンは神経組織の神経細胞から毛細血管に分泌される。脳下垂体の後葉は神経細胞の構造の一部である [5] から構成されていて脳下垂体後葉のホルモンを分泌するが、その神経細胞の細胞体は間脳の視床下部に存在する。また、視床下部には脳下垂体前葉のホルモンの分泌を調節する [6] ホルモンと [7] ホルモンを産生する神経細胞もある。これらのホルモンは脳下垂体の毛細血管に分泌されて前葉に運ばれ、きつ抗的に働いている。

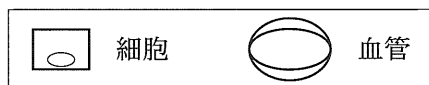
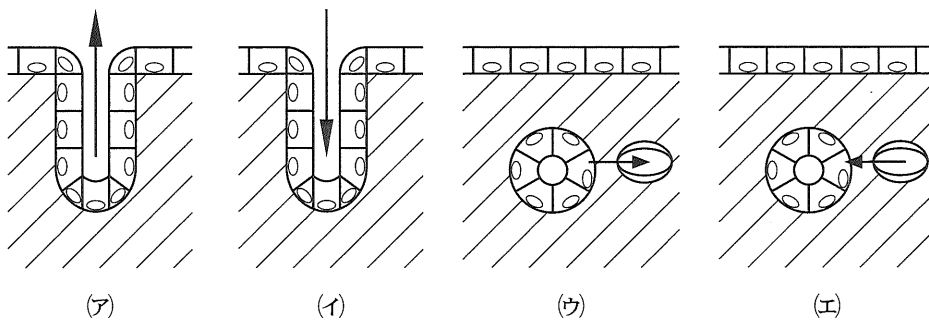
寒冷や低血糖などのストレスは視床下部から副腎皮質刺激ホルモン [6] ホルモンを血液中に分泌させ、その結果、脳下垂体前葉から副腎皮質刺激ホルモンの分泌が増加する。続いて、副腎皮質が刺激されて大きくなった細胞から糖質コルチコイドが分泌される。糖質コルチコイドは肝臓でグルコースを生成して血糖量を増加させ、またストレスに対する抵抗力を高める作用をする。血液中の糖質コルチコイド量が多くなると、糖質コルチコイドは視床下部や脳下垂体前葉に [7] 的に働き、副腎皮質刺激ホルモンの分泌が低下してくる。このように、調節されるものが調節するものに働きかけることにより、適正な範囲を保つ調節のしかたを [8] による調節という。

問 1 文章中の 1 ~ 8 に適切な語句を入れよ。

問 2 下線 a に関して、ホルモンの作用が特定の器官の特定の細胞に限られるのはなぜか、そのメカニズムを 40 字以内で説明せよ。

問 3 下線 b の性質を 8 文字以内で記せ。

問 4 下線 c に関して、ホルモンが産生されて分泌される経路を示す正しい模式図はどれか、1 つ選び記号で答えよ。ただし、矢印はホルモンが移動する方向を示す。



問 5 と にあてはまる適切な語句を下記から1つずつ選び、記号で答えよ。

ホルモンの作用を調べるために、ネズミを1)～4)群に分けた。

- 1) 脳下垂体を手術で切除し、2週間経過したネズミ
- 2) 脳下垂体を切除していないネズミ
- 3) 1)にさらに副腎皮質刺激ホルモンを注射し、1週間経過したネズミ
- 4) 1)にさらに生理食塩水を注射し、1週間経過したネズミ

この実験の結果、1)のネズミの副腎皮質の大きさは、2)のネズミの副腎皮質の大きさと比較して 。また、3)のネズミの副腎皮質の大きさは、4)のネズミの副腎皮質の大きさと比較して 。

- (a) 小さくなった
- (b) 変わらなかった
- (c) 大きくなった