

(一般前期)

平成 22 年度 入学 試験 問題

(2 科目 選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

注 意 事 項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること.
2. 物理, 化学, 生物の中から 2 科目のみ解答すること.

(一般前期)

生 物 (問題用紙 1)

< 問題用紙は3枚ある >

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

生物体は生物に特有な有機化合物を含んでおり、地殻とは異なった元素組成をもつ。地殻に存在する元素は約100種類あるが、すべての生物に共通して見出される元素は16種類にすぎない。大部分の細胞では [ア]、[イ]、[ウ]、[エ] の4元素で質量の99%を占める。そのうち [ア] は、さまざまな有機化合物を構成する際に、その骨格となる元素である。これら4元素の他、[オ] はATPや核酸、[カ] はシステインやメチオニンの構成元素として重要である。

酵素の働きを受けて反応する物質を [キ] という。酵素は特定の [キ] にだけ作用する性質をもっており、これを [ク] という。それぞれの酵素にはそれが働くための最適な条件がある。酵素に熱を加えていき、一定の温度を超えると活性を失う。

酵素にはさまざまな種類がある。分子に水を加えて分解する反応を触媒する酵素を [ケ] とよぶ。この仲間には、デンプンをマルトースに分解する [コ]、マルトースをグルコースに分解する [サ] や、胃から分泌されタンパク質を分解する [シ]、ATPを分解する [ス] などがある。酵素の種類によっては、特別な低分子化合物である [セ] を必要とするものがある。多くの場合、[セ] の成分はニコチン酸などの [ソ] である。

問1. 文章中の [ア] ~ [ソ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問2. 下線部の理由を40字以内で答えよ。

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

神経細胞は、一般に、核が存在し膨らんでいる [ア] から、1本の長く伸びた軸索と、短く枝分かれした多数の [イ] が突き出した形をしている。軸索部分は、[ウ] の有無で ① 有髄神経繊維と無髄神経繊維とに区別される。軸索の末端は、他の神経細胞や効果器の細胞などと、わずかなすき間を介して接続している。この接続部分を [エ] とよぶ。興奮が軸索の末端まで伝わると、軸索の末端にカルシウムイオンが流入し、② カルシウムイオンが増えることがきっかけとなって、軸索の末端の [オ] に含まれていた神経伝達物質がすき間へ分泌される。分泌された神経伝達物質は、すき間を横切って接続する細胞に到達し、その細胞に存在する [カ] に結合する。その後、分泌された神経伝達物質は分解されて、速やかに除去される。

運動神経が筋繊維と接続する [エ] では、興奮が伝わると、運動神経の軸索の末端から、神経伝達物質としてアセチルコリンが分泌される。分泌されたアセチルコリンは、筋繊維の細胞膜に存在するアセチルコリンの [カ] に結合する。アセチルコリンの [カ] には、結合部位と [キ] 部位があり、結合部位にアセチルコリンが結合すると、[キ] が開き、ナトリウムイオンなどが通過できるようになる。それにより、③ ナトリウムイオンが細胞膜を通過して、④ 細胞膜の電位が変化し、筋繊維に活動電位が発生して、筋肉が収縮する。作用したアセチルコリンは、アセチルコリンエステラーゼという酵素により速やかに分解され、アセチルコリンの作用が終了する。ある種の農薬Aは、このアセチルコリンエステラーゼの働きを抑えるため、もしも ⑤ この農薬Aが体内で作用すると、アセチルコリンが分解されずにいつまでも作用し、筋肉が適切に収縮しなくなってしまう。

自律神経系は、交感神経と副交感神経からなり、各器官に対して相互にきつ抗的に作用して、器官の働きを調節している。たとえば、交感神経は、血圧を [ク] させ、胃腸の運動を [ケ] するが、副交感神経はそれぞれ逆に作用する。交感神経の末端からは [コ] が分泌され、副交感神経の末端からはアセチルコリンが分泌されて、効果器に作用する。副交感神経の末端から分泌されるアセチルコリンも、上述したアセチルコリンエステラーゼにより分解される。

問1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問2. 下線部 ① の、有髄神経繊維における興奮の伝わり方を何とよぶか。

問3. 下線部 ② に関連して、神経伝達物質の分泌の他に、カルシウムイオンが調節している生体現象を1つあげよ。

問4. 下線部 ③ について、ナトリウムイオンは細胞膜をどちら側からどちら側へ通過するか。

問5. 下線部 ④ について、細胞膜の電位はどう変化するか。

問6. 下線部 ⑤ のように、農薬Aが体内で作用すると、自律神経系の働きはどうなるか。理由を含め、50字以内で答えよ。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 2)

Ⅲ.

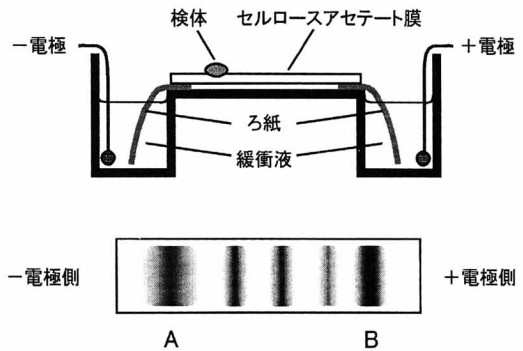
次の文章を読んで下の問いに答えよ。

植物細胞における光合成の場である **ア** の内部には、扁平な袋状の **イ** と、その間を埋める基質であるストロマがある。光合成に必要な光エネルギーを吸収するのは **イ** の膜に含まれる **ウ** や **エ** などの色素である。 **ウ** には3種類があり、どの **ウ** を持つかは植物の系統によって異なっている。また、 **エ** は黄・橙・赤などの補助色素で、ニンジンやトマトに含まれる **オ** 類と、緑色の葉などに含まれる **カ** 類に分けられる。

植物の葉からこれらの色素を分離する方法として、ろ紙と展開液を用いて行う **キ** や、シリカゲルを塗ったプラスチックまたはアルミのシートと展開液を用いる **ク** がある。例えば乾燥させたシロツメクサの葉を乳鉢ですりつぶし、エチルエーテルを加えて抽出液を作る。これをシリカゲルを塗ったシートの下端から少し離れた一点に付け、よく乾かしてからシートの下端を有機溶媒を混ぜた展開液に浸けると、液が浸透するに従って色の異なる色素が分離していく。一般に **カ** 類は原点の近くに留まり、 **オ** は **ケ** の近くに移動し、 **ウ** はそれらの間に移動する。

光合成色素は有機溶媒に溶けやすい性質があるが、タンパク質は有機溶媒に **コ**。しかしタンパク質は塩類の水溶液にはよく溶けるので、塩類を含んだ緩衝液に浸したろ紙を用いてその両端から電流を流し、これに沿ってタンパク質を移動させる電気泳動という方法が用いられる。新鮮なヒトの血液をガラスの試験管に採り、しばらく放置すると **サ** や **シ** などの細胞成分が **ス** 中のタンパク質といっしょに固まって **セ** を形成する。 **セ** が収縮すると上清は細胞成分を含まない黄色味を帯びた液体となり、これを **ソ** とよぶ。

ヒトの **ソ** の一滴を細長いセルロースアセテートの膜に置き、その両端をやや酸性の緩衝液に浸して片側をプラスの電極に、反対側をマイナスの電極につなぐ。こうして膜を横切るように電流を流すと、 **ソ** の中のタンパク質が電流の流れに沿って移動する。しばらく電流を流した後に膜を染色液に浸け、タンパク質に色を付けると、光合成色素を **キ** や **ク** で分離した時のように、いくつかのスポットが見える(右の図)。



問 1. 文章中の **ア** ～ **ソ** に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部は、タンパク質を構成する成分に水分子と親和性が高いものが多いことが、その理由である。タンパク質を構成する単位となる成分を、一般に何とよぶか。また、タンパク質を構成するその成分には、何種類があるか。

問 3. 図のスポットAは原点からほとんど動いていないが、スポットBは原点からプラス極方向に大きく動いている。スポットAに対応するタンパク質と、スポットBに対応するタンパク質にはどのような違いがあると考えられるか。75字以内で答えよ。

問 4. ニワトリの卵白は多量のタンパク質を含んでいるが、皮内に少量注射されても体内で分解され、血液中に現れることはない。ウサギの皮内にニワトリの卵白を繰り返し注射して、注射を始める前の **ソ** と注射を繰り返した後の **ソ** を電気泳動法によって比較したところ、注射を繰り返した後ではスポットAがより大きく、濃く染まるようになっていた。一方、スポットBの大きさや濃さには変化がなかった。スポットAにはどのようなタンパク質が含まれるか。

問 5. ある病気で入院中の子の **ソ** を用いて電気泳動法による検査が行われた。この子の **ソ** では、通常見られるはずのスポットAが全く観察されなかった。前問の答えと考え合わせ、この子にはどのような健康上の傾向があると予想されるか。25字以内で答えよ。

問 6. あるウイルスの感染が起こったと疑われる患者の **ソ** を用いて、 **キ** や **ク** に似た手法で感染の有無を調べる検査がある。この検査では、ろ紙の中央部に調べようとするウイルス粒子を線状に結合させておき(これを「検出線」とよぶ)、一端から検体である **ソ** を緩衝液で薄めたものを染み込ませる。 **ソ** がろ紙に沿って浸透していく途中、その中にウイルスと結合するあるタンパク質があれば、そのタンパク質は検出線に集まる。 **ソ** の中の、ウイルスと結合するタンパク質が検出線に集まったことを知るには、どのような方法を用いたら良いか。75字以内で答えよ。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 3)

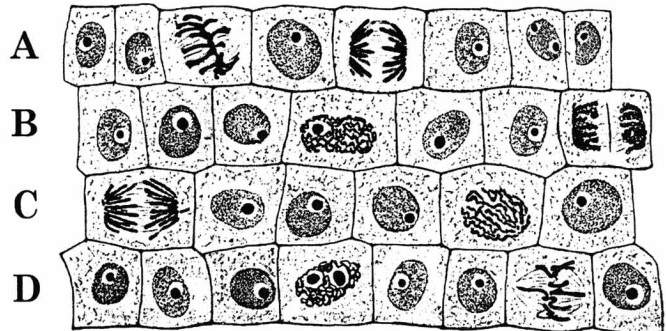
IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

右の図は、ある種の生物の組織を光学顕微鏡で観察したとき見られる、体細胞分裂のスケッチである。

核の内部に描かれた1個～2個の黒丸は である。体細胞分裂は、 分裂と、それに続いて起こる 分裂の2つの過程からなる。この図に描かれた29個の細胞のうち、 個は 期の細胞であり、残りのすべては分裂期の細胞である。分裂期のある時期に、それぞれの染色体の特定の部位にある に、両極付近から伸びてきた が結合することで が形成される。

図中の各細胞を、次のような記号で表す。上から順にA列、B列、C列、D列、各列の左から順に1、2、3…とし、各細胞を、例えばA列の左端の細胞であれば「A1」、B列の左から5番目の細胞であれば「B5」とする。



問 1. 文章中の ～ に入る最も適切な語句または数値を、解答欄に記入せよ。

問 2. 図中の分裂期の細胞のうち、前期の細胞のすべてを、また後期の細胞のすべてを、それぞれ記号で答えよ。

問 3. 図は、動物の組織、植物の組織のどちらか。また、それを判断した根拠を25字以内で答えよ。

問 4. 図中のC1に相当する時期の細胞から、特別な方法を用いて中央部に見える棒状の構造体を1つ1つ分離し数えたところ、全部で36本あった。この生物の染色体数(2n)はいくつか。

問 5. 分裂期を通じて、染色体の に結合した には2つの重要な働きがある。その1つは染色体を極に移動させることである。あと1つは何か。20字以内で答えよ。

問 6. 中期の染色体の1個について、その特徴がはっきりわかるような図を解答欄に描け。また、その図中に の位置を矢印で示せ。