

平成26年度 入学試験問題

医学部 (I期)

理科

注意事項

1. 試験時間 平成26年1月31日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。
確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

生 物 (その1)

1 以下の文章を読んで質問に答えなさい。

(1) 細胞分裂には体細胞が行う体細胞分裂と生殖細胞が作られる時に起こる(ア)分裂がある。いずれにおいても分裂前の細胞を(イ)細胞, 分裂して出来た細胞を(ウ)細胞という。体細胞では多くの場合 DNA 複製と細胞分裂が交互に起こる。この DNA 複製と細胞分裂の周期を細胞周期と呼ぶ。1 回の細胞分裂の終了から次の細胞分裂の終了までが 1 細胞周期である。細胞周期は DNA の複製が始まるまでの準備期(G_1 期); DNA 合成期(S 期), 分裂が始まるまでの準備期(G_2 期), 分裂期(M 期)の順に進行する。細胞は自らの細胞周期が正しく進行しているかどうかをチェックする機能を持っており, 各期にチェックポイントがある。さらに分裂期(M 期)は前期, 中期, 後期, 終期に分けられる。前期には(エ)と(オ)が消失し, (カ)が凝縮する。中期には(カ)が赤道面に整列する。後期には(カ)が縦裂面で分離し, 両極へ移動する。終期には(エ)と(オ)が出現する。次いで細胞質が分裂して細胞が 2 分割される。細胞質の分裂は動物細胞と植物細胞では異なる。動物細胞では外側からくびれることで細胞質が分割され, 植物細胞では赤道面に出来た細胞板が形成されることにより内側から分割される。

問 1 (ア)~(カ)に適切な語句を入れなさい。ただし, (エ)と(オ)の順番は問わない。

問 2 下線部 A に関して, G_2 期から M 期に移行する際には DNA が正確に複製されたかどうか, がチェックされる。 G_1 期から S 期に移行する際のチェックポイントは何か。20 字以内で書きなさい。

問 3 下線部 B に関して動物細胞における「くびれ」, 植物細胞における「細胞板」の化学的主成分は何か, 書きなさい。

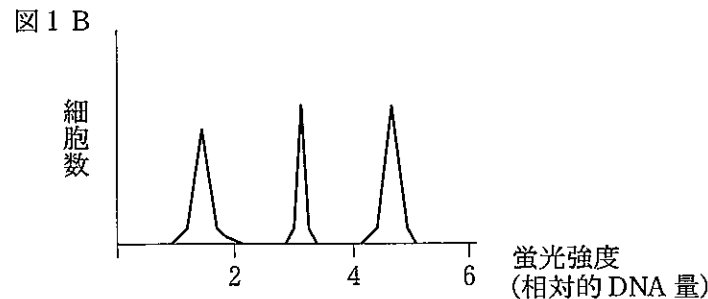
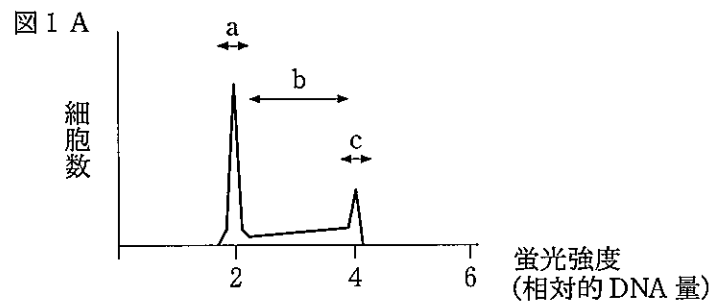
(2) S 期の細胞にチミジンの中の水素(H)を放射性同位体の ^3H で置き換えた ^3H チミジンを与えると, ^3H チミジンは複製中の DNA に取り込まれ, DNA を標識することが出来る。いま盛んに分裂増殖し, 細胞周期の様々な時期を進行中の多数の細胞を含む培養液に ^3H チミジンを加え DNA を短時間標識した。その後, 細胞を洗浄し, ^3H チミジンがない培養液にもどして細胞周期を進行させた。標識後, 一定時間ごとに細胞を取り出し, M 期の細胞における ^3H チミジン陽性細胞の割合を調べた。標識 4 時間後から ^3H チミジン陽性細胞が M 期に出現し, 5 時間後には M 期の細胞の 50 % が ^3H チミジン陽性細胞であった。その後, M 期の細胞の 100 % が ^3H チミジン陽性細胞となった。その後, M 期における ^3H チミジン陽性細胞割合は減少し, 10 時間後には再び 50 % になった。やがて ^3H チミジン陽性細胞は M 期には観察出来なくなった。しかし, そのまま培養を続けたところ, 標識 18 時間後に再び ^3H チミジン陽性細胞が M 期にみられるようになった。

問 4 下線部Cに関して、M期の細胞はどのようにして同定するか、20字以内で書きなさい。

問 5 この培養細胞での細胞周期の長さ、M期の通過時間はそれぞれ何時間か書きなさい。

(3) 生理食塩水に浮遊させた細胞を1個ずつ細い通路を高速で流し、横からレーザー光をあて、その散乱光や蛍光をコンピューターで検出することにより細胞の表面抗原、内部構造、含有物質の種類、量を知る事が出来る。この手法はフローサイトメトリー法と呼ばれ、細胞生物学の研究では重要な手法である。

現在、細胞内DNAを染めることが出来る蛍光色素があり、この色素で細胞を染色すると、フローサイトメトリーにより個々の細胞内に存在するDNAの相対量を知る事が出来る。いま盛んに分裂増殖し、細胞周期の様々な時期を進行中の多数の細胞を含む、ある細胞株のDNAを染色し、フローサイトメトリーで測定したところ図1Aのような結果が得られた。



問 6 図1Aで相対DNA量が2付近の分画a、4付近の分画c、およびその間に分布している分画bの細胞はそれぞれ細胞周期の何期にあるか、G₁、S、G₂、Mで書きなさい。

問 7 この細胞株の培養液の中にノコダゾールという薬剤を加えた。この薬剤は細胞周期をM期で同調し、細胞分裂をM期中止させることが知られている。ノコダゾール存在下で長時間培養した細胞のDNAを染色し、フローサイトメトリーで計測するとどのような結果が得られるか、図で示しなさい。

問 8 通常の細胞であれば図 1 A に示したように、個々の細胞の相対 DNA 量は 2, 4 及びその間に分布する。しかし、細胞によっては図 1 B に示したように、正常細胞の増殖ではありえないところにピークを持つ細胞もあり、DNA 異数倍数体と呼ばれる。その多くはがん細胞である。がん細胞でこのような DNA 異数倍数体が検出される理由はなぜか、がん細胞の染色体に注目し 20 字以内で書きなさい。

2 以下の文章を読んで質問に答えなさい。

- (1) 細胞膜は脂質二重層からなる膜に種々のタンパク質がモザイク状に分布している。脂質二重膜は親水性の部分を外側に、^A疎水性部分^Bを内側にした2層の膜からなっている。細胞膜にあるタンパク質は物質の輸送や外部からの刺激などに対応する重要な役目を持っている。例えば、イオンは細胞膜を通して自由に行き来することが出来ない。細胞の内外でのナトリウム、カリウムイオンの移動には(ア)、ナトリウムチャンネル、カリウムチャンネルの3つの膜タンパク質が関係している。(ア)は(イ)分解酵素として働き、この時得られるエネルギーを用いてナトリウムを細胞(ウ)へ、カリウムを細胞(エ)へ移動させる。イオンの移動の他にも、水の移動を行うチャンネルである(オ)などもある。

問1 (ア)～(オ)に適切な語句を入れなさい。但し(ウ)、(エ)には内、外のいずれかを入れなさい。

問2 下線部Aに関して、膜タンパク質は固定されたものではなく、膜内を自由に動き回れるものと考えられている。このような細胞膜の構造モデルは何と呼ばれるか書きなさい。

問3 下線部Bに関して、疎水性部分の主要な成分は何か、書きなさい。

問4 平常時には細胞内は通常、負に荷電している。その理由をナトリウムチャンネル、カリウムチャンネルの開閉に注目して40字以内で書きなさい。なおナトリウムチャンネルはNC、カリウムチャンネルはKCと書きなさい。

- (2) チャンネルなどを通れないような大きな物質の細胞内外の移動には膜動輸送と呼ばれる方法が用いられる。このうち物質を細胞内へ取り込む作用を(カ)、細胞外へ放出するのを(キ)と呼ぶ。(カ)はさらに取り込む物質の大きさにより2つに分けられ、大きな物質を取り込むのは(ク)、小さな物質を取り込むのはピノサイトーシス(飲作用)と呼ばれる。(ク)の例として、^C食細胞によるバクテリアの取り込みがある。^D食細胞がバクテリアを異物として認識すると、これを(ク)により取り込み袋の中に閉じ込める。この袋は(ケ)と呼ばれる。(ケ)はその後、ゴルジ体で作られた(コ)と融合し、(コ)の中にある種々の酵素を用いてバクテリアを分解する。

問5 (カ)～(コ)に適切な語句を入れなさい。

問6 下線部Cに関して、食細胞とは具体的にはどのような細胞を指すのか、細胞名を1つ書きなさい。

問7 下線部Dに関して、食細胞はどのようにしてバクテリアを異物と認識するのか、20字以内で書きなさい。

(3) 細胞膜の外側には糖鎖，糖タンパク質などが結合している。これら細胞表面または細胞外に存在する物質は細胞外マトリックスと総称され，細胞と細胞，あるいは細胞と細胞外を結びつけるのに重要な働きをしている。細胞外マトリックスは細胞間接着において重要な働きをしめす。細胞接着の1つにデスモソームによる細胞接着がある。この結合様式では隣り合う細胞のフィラメントを(サ)と呼ばれる糖タンパク質が連結している。なお，(サ)の立体構造の維持には(シ)イオンが必要である。

問 8 (サ)～(シ)に適切な語句を入れなさい。

問 9 ヒトの皮膚の表皮細胞はデスモソームによって強力に結合している。皮膚疾患の1つである尋常性天疱瘡(じんじょうせいてんぼうそう)という病気はデスモソームに対する自己抗体が出来，デスモソームが破壊される。ヒト表皮のデスモソームが破壊されるとどのような症状が現れるか，その1つを20字以内で書きなさい。

生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～7に答えなさい。

緑色植物は光合成を(1)という細胞小器官で行う。(1)の構造は、(A)枚の膜で被われており、内部は(2)という基質の部分と(3)という(4)が重なった部分からなる。この(1)における光合成は、二段階に分かれており、第一段階は、(5)Ⅱから(5)Ⅰへとつながる電子伝達で(6)エネルギーによって引き起こされる。第二段階は、(7)回路と呼ばれる反応経路による(8)同化である。多くの植物は、(9)を通して取り込んだ(10)をそのまま、この(7)回路によって(8)同化をしているが、一部の植物は、(10)の(11)を段階的に行うことで高温で(6)が強い環境や(12)した環境に適応している。サトウキビやトウモロコシは、(B)段構えの(8)同化を行っている。さらに(12)した地域で生育しているバンケイソウやサボテンは、(13)間に(9)を開くと(14)が失われてしまうため、(10)の吸収と光合成に(15)差をもうけている。したがって、これらの植物では(16)間に(9)より(10)を取り込んで、(13)間に光合成を行っている。

問1 文中の(1)～(16)に適切な語句を入れなさい。

問2 文中の(A)と(B)に適切な数字を入れなさい。

問3 (1)の中で光が直接関係しない反応を行っている部分はどこか、書きなさい。

問4 下線アの植物を総称して何というか、書きなさい。

問5 下線アの植物では、Cという細胞内でDという化合物が(10)とピルビン酸に分解される。その細胞Cと化合物Dの名称は何か、書きなさい。

問6 下線イの植物を総称して何というか、書きなさい。

問7 植物に光を当てると、(1)が存在している部分でしかデンプンが作られないことを見出したのは誰か、下記の中から記号で答えなさい。

ア. ザックス

イ. ソシュール

ウ. インゲンハウス

エ. プリーストリー

オ. ファン・ヘルモント

4 次の文章を読み、問1～7に答えなさい。

ヒトの肝臓は、1 mm ほどの大きさで中心部分に中心(1)を有する(2)が約 50 万個集まってできており、1つの(2)は約 50 万個の(3)により形成されている。肝臓に流入している血管は、(4)と(5)と(6)であり、このうち、心臓から出た血液量の約 $\frac{1}{4}$ が(5)と(6)から肝臓に流入する。(5)は消化管から出た血管が合流したものであり、(7)血で(8)分に富んでいる。肝臓のおもな働きとしては、(ア)の貯蔵、血しょう中に含まれる(9)の合成、(10)作用、(11)管から十二指腸に分泌される(12)汁の生成、(13)の維持である。

問 1 文中の(1)～(13)に適切な語句を入れなさい。

問 2 (ア)に相応しい語句を 3 つ書きなさい。

問 3 (10)作用によって、アルコールは水と二酸化炭素に分解される前に、肝臓内でどのような物質に置き換えられるか、物質名を 2 つ書きなさい。

問 4 また、(10)作用によって、アンモニアは何回路によってどういう物質に変換されるか、回路名と変換された物質名を書きなさい。

問 5 (12)汁中の何が脂肪を乳化して消化を助けているか、物質名を書きなさい。

問 6 (12)汁色素は何の分解産物であるか、書きなさい。

問 7 (12)汁を濃縮している臓器は何か、名称を書きなさい。