

平成26年度医学部医学科入学者選抜

【学士入学（3年次編入学）】

第1次選抜試験問題

自然科学総合問題

注 意

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は4枚です。指示があってから確認してください。
- 3 解答はすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
- 4 問題紙は持ち帰ってください。

平成26年度入学者選抜

【学士入学（3年次編入学）】

自然科学総合問題

試験問題訂正

問題訂正

自然科学総合問題

1 ページ 問題 I の設問 1 の 10 行目

(誤) それぞれ

(正) それぞれ

問題 I 各設問に答えなさい。

設問 1 以下の文章を読み、文中の 内に当てはまる語句、文、記号、選択肢、または式を答えなさい。

空気中を進んできた光が水面に斜めに当たると、一部は反射し、一部は屈折して水中を進む。入射角、反射角、屈折角をそれぞれ、 i, j, r とし、波長 633 nm における空気と水の絶対屈折率をそれぞれ n_a, n_w とする。入射角と反射角、入射角と屈折角にはそれぞれ 1 2 の関係がある。 2 の関係は屈折に関する 3 の法則である。ここで中心 C 、半径 R の球に近似できる水滴に波長 633 nm の光が入射する場合について考える(図 1)。空気中の点光源 A から放射された光が水滴内の点 B に結像した。光軸と水滴表面が交わる点を O とし、 AO 間、 OB 間の距離をそれぞれ a, b とする。入射角、屈折角は、図 1 に示した角 θ, ϕ, ψ を使うと、それぞれ 4 , 5 と表されるので、 2 の関係より、 6 が得られる。光線の入射点が光軸に近い場合、入射点から光軸に下した垂線との交点は光軸上の水滴表面位置と一致していると近似できるので、垂線の長さ h とそれぞれの角 θ, ϕ, ψ との間には 7 , 8 , 9 の関係がある。微小角におけるテイラー展開を利用した近似を 6 ~ 9 に適用し、角 θ, ϕ, ψ を消去すると、 10 が得られる。これが球面による結像式である。より短い波長の光が点光源 A から放射された場合、 b は 11(ア: 長くなる、イ: かわらない、ウ: 短くなる) 。これは 12 によるためである。

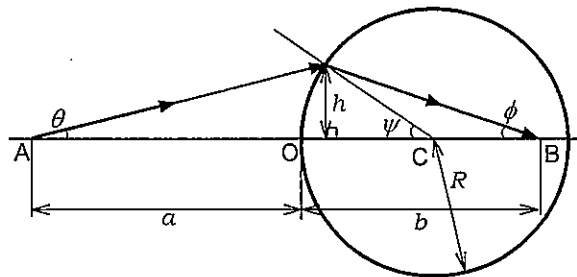


図 1

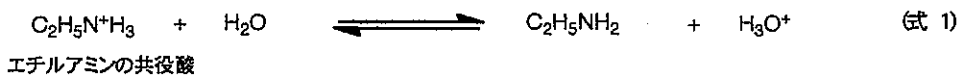
設問 2 振幅 A 、波長 λ 、周期 T 、初期位相 ϕ の正弦波について、各問いに答えなさい。

- 問 1 変位 y を位置 x と時刻 t の関数で表しなさい。ただし、波は x の正の方向に進む。
- 問 2 波の伝搬速度 v を求め、速度 v を含んだ波動方程式を導きなさい(変位の位置偏微分と時刻偏微分の関係を表す式)。
- 問 3 x の負の領域から進行してきた波が $x = 0$ の位置で固定端反射された。
- 反射波の変位 y を位置 x と時刻 t の関数で表しなさい。
 - 実際に観測される波は、 x の負の方向から進行してきた波と反射波の合成波になる。どのような挙動を示す波であるか、簡単に説明しなさい。
- 問 4 周期だけがわずかに異なる $(T + \delta T)$ 正弦波が重畳された。 $x = 0$ における変位を求め、横軸 t 、縦軸 y のグラフを描きなさい。

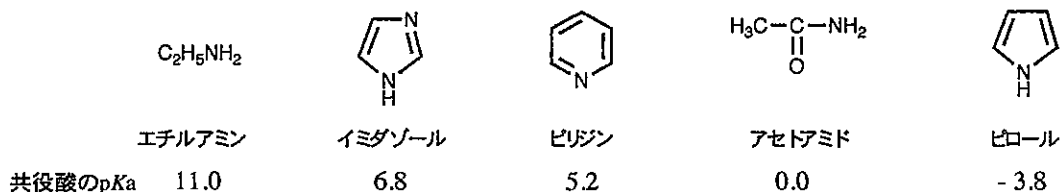
問題 II 以下の設問に答えなさい。

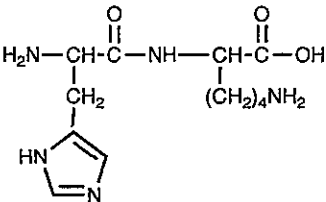
設問 1 以下の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。

酸の強さは酸解離指数 (pK_a) で表わされる ($pK_a = -\log K_a$ (K_a は酸解離定数))。一方、塩基の強さはその共役酸の pK_a で議論することが多い。例えば、エチルアミンでは式 1 に示したようなエチルアミンの共役酸の酸解離を考え、その酸解離指数 (pK_a) を用いる。



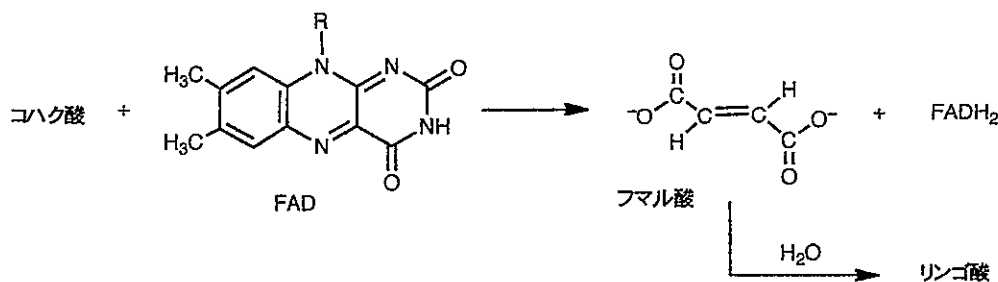
以下に、5 種類の含窒素有機化合物についてその共役酸の pK_a を示した。



- 問 1 アセトアミドは右図にしたような二つの共鳴構造の共鳴混成体として存在する。四角に相当する構造式を示しなさい。非共有電子対や形式電荷がある場合には省略せずどの原子上にあるかがわかるように書くこと。
- $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2 \longleftrightarrow \boxed{\phantom{\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2}}$
- 問 2 アセトアミドの塩基性がエチルアミンに比べ弱いのは、アセトアミドは問 1 に示したような共鳴混成体として存在するためである。このことはピリジンとピロールの塩基性の違いを考えるうえでも重要なヒントとなる。ピリジンとピロールで塩基性の強さに大きな違いがある理由を論じなさい。
- 問 3 酢酸 ($pK_a = 4.7$) とイミダゾールを水に溶かした時に起こる酸-塩基反応を反応式で書きなさい。その濃度が希薄な場合の平衡定数を計算しなさい (計算過程も書くこと)。
- 問 4 ジペプチド A が溶けている pH が 1 の水溶液がある。この時、ジペプチド A は主に 3 価の正電荷を持つイオンとして存在している。これを構造式で描きなさい。また、この水溶液の pH を 1 から徐々に大きくしていくとジペプチドのイオンの形も変化するが、1 価の正電荷を持つジペプチド A を構造式で描きなさい。
- 

ジペプチド A
- 問 5 ジペプチド A を構成している N-末端のアミノ酸、C-末端のアミノ酸の名称を答えなさい。

設問 2 生体内での重要な一連の触媒反応として、フラビンアデニンジヌクレオチド補酵素 (FAD) によるコハク酸のフマル酸への酸化とそれに引き続く水の共役付加によるリンゴ酸の生成が知られている。下の式を参考にして、コハク酸、リンゴ酸、 FADH_2 をそれぞれ構造式で示しなさい。それぞれの立体構造は考えなくてよい。



問題Ⅲ 以下の文章を読み、設問に答えなさい。

ヒト胃がん由来の細胞株 A と細胞株 B での遺伝子発現の相違を網羅的に調べたところ、あるタンパク質 SUFM をコードする *SUFM* 遺伝子が細胞株 A では高発現しているのに対して細胞株 B ではほとんど発現していないことが判った。そこで、RNA 干渉法を用いて *SUFM* 遺伝子の発現を抑制した細胞株 A⁻及び発現ベクターを用いて *SUFM* 遺伝子を強制発現させた細胞株 B⁺を作製し、遺伝子発現の程度とその性状を調べ、表 1 の結果を得た。

表 1 各細胞株における *SUFM* 遺伝子の発現と性状

	細胞株 A	細胞株 B	細胞株 A ⁻	細胞株 B ⁺
<i>SUFM</i> 遺伝子の発現				
RT-PCR 法による検討	高い	低い	低い	高い
ウェスタンブロット法による検討	高い	低い	低い	高い
性状				
フィブロネクチンへの接着性	高い	低い	(ア)	(イ)
足場非依存性増殖能	低い	高い	(ウ)	(エ)
浮遊培養における細胞死の割合	高い	低い	(オ)	(カ)

設問 1 *SUFM* 遺伝子の発現の程度がヒト胃がんの発生と密接に関連しているとした場合、表中の (ア) ~ (カ) の性状はどうなると予想されるか記入しなさい。

設問 2 *SUFM* 遺伝子の発現量を調べるために RT-PCR (逆転写-ポリメラーゼ連鎖反応) 法とウェスタンブロット法を用いた。この遺伝子の発現を特異的に検出したことに注意して、それぞれの方法を簡単に説明しなさい。

設問 3 細胞株 A の細胞死がネクロシスではなくアポトーシスによるものであることを形態学的及び生化学的に証明したい。どのような実験を行えばよいか、それぞれ一例ずつ述べなさい。

設問 4 細胞株 A と細胞株 B のどちらがより悪性度が高いかを証明したい。どのような実験を行えばよいか述べなさい。

設問 5 表 1 の結果から、タンパク質 SUFM はどのような機能を持つと考えられるか、いろいろな可能性について自由に考察しなさい。

設問 6 細胞株 B の *SUFM* 遺伝子の塩基配列を調べたところ正常であることが判った。この細胞株では、どのようなメカニズムで *SUFM* 遺伝子の発現が抑制されていると考えられるか具体的に述べなさい。また、その可能性を検証するためには、どのような実験をすればよいか述べなさい。

問題 IV 以下の文を読み、各設問に答えなさい。

主要組織適合抗原遺伝子複合体 major histocompatibility complex (MHC) は、移植拒絶を起こす免疫反応を支配する遺伝子として発見され、マウスでは H-2 と呼ばれている。H-2 をコードする遺伝子は、父方と母方からのペアで構成されており、H-2 のタイプが a のマウスは、 $H-2^{a/a}$ と表記される。 $H-2^{a/a}$ の A マウスと $H-2^{b/b}$ の B マウスを交配して生まれた F1 マウスは $H-2^{a/b}$ と表記される。また、免疫細胞である T 細胞は、自己と異なる H-2 のタイプに反応して活性化できる受容体を発現しているが、ナチュラルキラー (NK) 細胞の場合は、H-2 とは無関係に活性化できる受容体以外に、自己と同じ H-2 のタイプに反応 (認識) して (活性化を阻害する) 抑制性シグナルを伝える受容体を発現している。図 1 は、親マウスと F1 マウスの間で皮膚片を移植する実験系を、図 2 は、F1 マウスに A マウスの骨髄細胞または T 細胞を移植する実験系を示している。

図 1

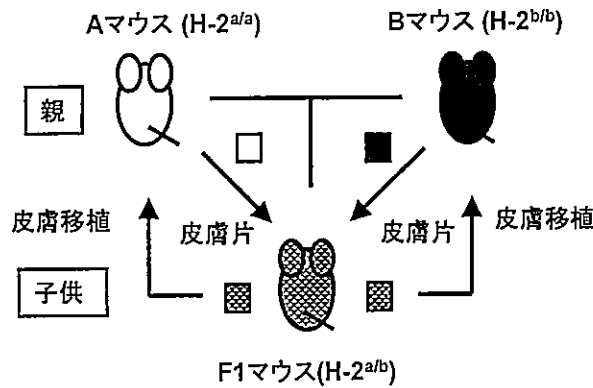
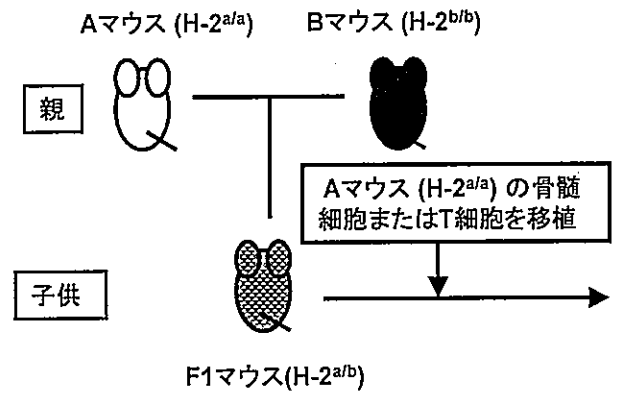


図 2



設問 1 図 1 において、F1 マウスの皮膚片を A マウスまたは B マウスに移植すると拒絶された。どのような機序が考えられるか説明しなさい。

設問 2 図 1 において、A マウスまたは B マウスの皮膚片を F1 マウスに移植するとどのような結果になるか答えなさい。また、その機序について説明しなさい。

設問 3 図 2 において、F1 マウスに A マウスの骨髄細胞を移植 (移入) するとどのような結果になるか答えなさい。また、その機序について説明しなさい。

設問 4 図 2 において、F1 マウスに A マウスの T 細胞を移植 (移入) するとどのような結果になるか答えなさい。また、その機序について説明しなさい。