

平成29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5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。

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、または式を答えなさい。

半径 A の円周上を一定の速さで質量 m の物体が運動している。この運動を 1 と呼ぶ。質点と円の中心とを結ぶ線分が単位時間あたりに回転する角度 ω を 2 という。ここで、円の中心を原点とした $x-y$ の直交座標系を指定する。時刻 $t=0$ の時に質点が $(A, 0)$ の位置にあり、その点から左回りに ω で回っている場合、質点の x 座標、 y 座標はそれぞれ式 3 、 4 で表される。これらからの式から計算すると、質点の瞬間の速さ v は式 5 で表わされる。質点は一定の速さで運動しているが、 6 ので、加速度運動していることになる。この時の加速度は 7 であり、加速度運動をさせるための力は 8 と呼ばれ、向きが 9 で、大きさが 10 である。

設問2 全く磁束を外に漏らさない環状の鉄芯に自己インダクタンス L_1 の1次コイル (N_1 巻き) と自己インダクタンス L_2 の2次コイル (N_2 巻き) を巻き付けたエネルギーロスのない理想的な変圧器 (図1) について以下の問いに答えなさい。コイルには抵抗がないとする。

- 問1 2次コイルは開放のまま、1次コイルに抵抗値が R_1 の抵抗を直列に接続した。時刻 $t=t_0$ で電圧0から一定の割合で増加し、時刻 $t=t_1$ で電圧 e に達し、その後保持するような電圧 (図2) を、この直列回路に印加した。1次コイルに流れる電流変化を図示しなさい。
- 問2 2次コイルは開放のまま、1次コイルに $V_0 \cos \omega t$ の交流電源を接続したところ、1次コイルに交流電流 I が流れた。鉄芯内に発生する磁束 ϕ_1 および1次コイルに発生する誘導起電力を I を用いて表しなさい。
- 問3 1次コイル $V_0 \cos \omega t$ の交流電源を接続し、2次コイルに抵抗値 R_2 の抵抗を接続したところ、1次コイルに電流 I_1 が、2次コイルに電流 I_2 が流れた。この時の鉄芯内の磁束 ϕ_2 を求めなさい。
- 問4 各コイルに生じる誘導起電力 V_1 、 V_2 を I_1 を用いて表したうえで、 I_1 と I_2 を求めなさい。
- 問5 2次コイル側の回路に容量 C のコンデンサを直列に入れた (図3)。 R_2 の電圧がコンデンサを入れる前に比べ、 $1/\sqrt{2}$ 倍になる時のコンデンサの容量を求めなさい。

図1

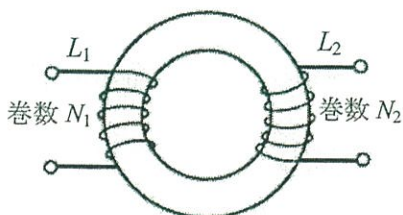


図2

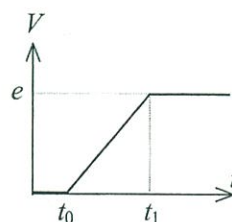
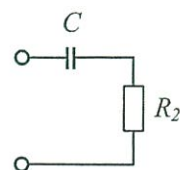


図3



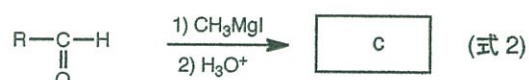
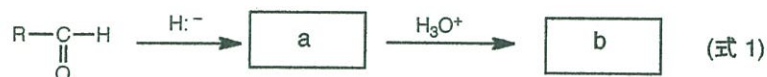
問題 II 以下の設問に答えなさい。

設問 1 電気陰性度とは原子が結合電子をどのくらい強く自分の方に引きつけることができるかを数字で表した尺度である。主な元素のPaulingによる電気陰性度値を以下に示した。

H: 2.2, Li: 1.0, B: 2.0, C: 2.5, O: 3.5, Na: 0.9, Mg: 1.2, Al: 1.5, I: 2.5

このことを参考にして問1から問3に答えなさい。

アルデヒドおよびケトンにおいて、求核剤のカルボニル基への求核付加反応は容易に進行する。求核剤としてヒドライドイオン (H^-) が反応した場合が還元であり (式1)、ヒドライドイオン供与体としては水素化ホウ素ナトリウム (NaBH_4) や水素化アルミニウムリチウム (LiAlH_4) が知られている。一方、Grignard 反応剤 (RMgX) は炭素アニオンの供与体として知られている (式2)。



アルデヒドの酸化においてはカルボニル基への水の求核付加により先ず 1, 1-ジオール中間体が生じ、これが酸化されてカルボン酸になる (式3)。

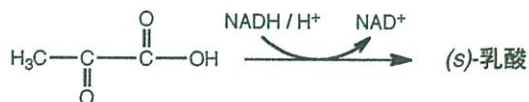
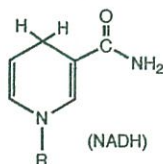


- 問1 求核剤のカルボニル基への付加が容易に進行する理由を説明しなさい。
 問2 NaBH_4 はナトリウムイオン (Na^+) と水素化ホウ素イオン (BH_4^-) よりなる化合物である。 NaBH_4 がヒドライドイオン供与体となる理由を説明しなさい。
 問3 式1、式2、式3の a ~ e に相当する構造式を描きなさい。

設問 2 以下の問1、問2に答えなさい。

問1 生体内での最も重要な還元剤に還元型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド (NADH) がある。NADH がアルデヒドやケトン還元すると自らは酸化されてニコチンアミドアデニンジヌクレオチド (NAD^+) となる。例えば、乳酸脱水素酵素の存在下でピルビン酸は NADH により (S)-乳酸に還元される。

NADH は複雑な構造をもつ分子であるが、これを下の図のように簡略化して描いた時、 NAD^+ はどのように描くことができるかを答えなさい。また、(S)-乳酸を構造式で描きなさい ((S)配置であることがわかるように描くこと)。



- 問2 1級アミンはアルデヒドまたはケトン還元剤の存在下でアンモニアと反応させることで合成できる (還元的アミノ化)。アミノ酸 A が還元的アミノ化で生成する過程は正味の反応としては下に示したようにまとめることができる。下に示した式中の 1、2 に相当する構造式を描きなさい。また、1 に相当する化合物とアミノ酸 A の名称を答えなさい。

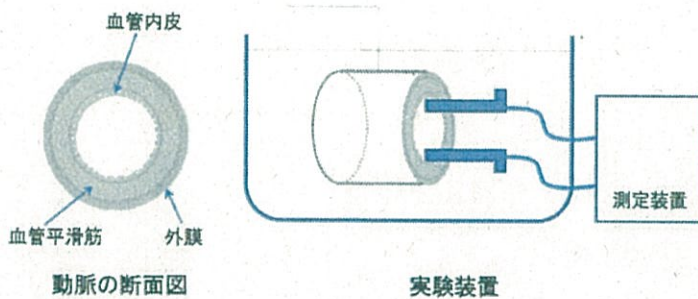


問題Ⅲ

設問 以下に示す文章と図をもとに、問に答えなさい。

ある研究者が血管の機能を調べるために、図1に示すような実験装置を作製した。すなわちウサギの大動脈から血管のリング状標本（血管を筒状に切り出したもの）を作製し、クレブス液を満たした容器の中に図1のように吊るした。血管の内側に測定装置に連動した器具を装着し、血管の収縮・弛緩が経時的に記録できるようにセットした。図1の左側には大動脈の断面図を示す。

図1



次に容器の中の溶液中に濃度が 1×10^{-8} mol/L になるようにノルアドレナリンを添加すると、収縮反応が認められた。この溶液の中にアセチルコリンの濃度が 1×10^{-8} mol/L、 1×10^{-7} mol/L、 1×10^{-6} mol/L、となるように添加していったところ、図2の左側に示すような反応が記録された。そこで血管の内側にある血管内皮を取り除き、先ほどと同じ手順でノルアドレナリンとアセチルコリンを添加したところ、今度は図2の右側に示すような反応が認められた。

図2

(この部分につきましては、著作権の関係により、公開しません。)

Nature 288, 373-376 (1980) より一部改変

問1 アセチルコリンの血管に対する一般的な作用を簡潔に説明しなさい。

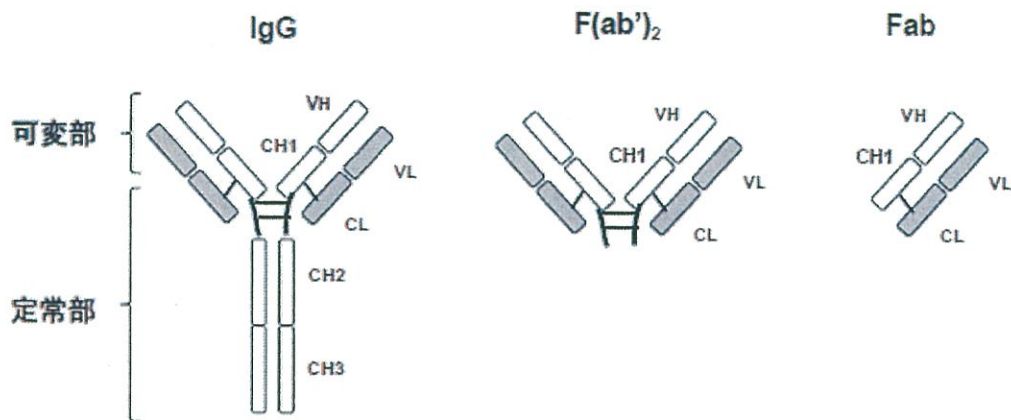
問2 生体内でアドレナリン（注：ノルアドレナリンではない）が産生される主な部位はどこか。答えなさい。

- 問 3 この実験の結果から、この研究者は次のような説を導き出した。すなわち、「ノルアドレナリンの（ ア ）は血管平滑筋に存在するが、アセチルコリンの（ ア ）は血管内皮に存在し、血管平滑筋には存在しない。アセチルコリンが血管内皮に作用することにより血管内皮から（ イ ）作用を持つ物質が生成され、それが血管平滑筋に作用することにより血管が（ ウ ）する」、という説である。（ ア ）～（ ウ ）に入る最も適切な語句を答えなさい。
- 問 4 これまでの結果から、この研究者は「アセチルコリンが効果を示すためには血管内皮が重要である」と考えた。これを証明するためには更にどのような実験を行えばよいと考えられるか。あなた自身が考えた実験系を図示して説明しなさい。
- 問 5 血管内皮から生成される（ イ ）作用を持つ物質にあなた自身が名前を付けるとすれば、どのような名前が適当だと考えますか。理由を含めて答えなさい。
- 問 6 今回の実験結果でみられた血管内皮の作用をもとにして「薬」を作るとすれば、あなたならどのような「薬」を作りたいか、理由を含めて答えなさい。

問題 IV 以下の文を読み、各設問に答えなさい。

図1に示すように、IgG抗体を酵素処理すると可変部を含む部分は、F(ab')₂やFabのように断片化される。VLとCLは、軽鎖の可変部と定常部である。VHとCH1/CH2/CH3は、重鎖の可変部と定常部である。

図1



設問1 マウス T 細胞に発現する CD3 分子に対する マウス由来 IgG 抗体をマウスの全脾細胞 (T 細胞、B 細胞、マクロファージ、NK 細胞などを含む) とともに培養した。どのようなことが起きるか、その理由とともに説明しなさい。

設問2 マウス T 細胞に発現する CD3 分子に対する マウス由来 IgG 抗体を酵素処理して準備した F(ab')₂ をマウスの全脾細胞とともに培養した。どのようなことが起きるか、その理由とともに説明しなさい。

設問3 マウス T 細胞に発現する CD3 分子に対する ラット由来 IgG 抗体と酵素処理で準備した F(ab')₂ をそれぞれマウスに静脈内投与した。生体内でどのようなことが起きるか、その理由とともに説明しなさい。

設問4 マウス T 細胞に発現する CD3 分子に対する ラット由来 IgG 抗体または酵素処理で準備した F(ab')₂ を結合させたマウスの T 細胞系の白血病細胞を、10% ウサギ血清入りの培養液とともに 37°C で 60 分間培養した。その結果、どのようなことが起きるか、その理由とともに説明しなさい。

設問5 設問4において、ウサギ血清を 56°C で 30 分間前処置しておくこと、どのような結果になるか。その理由とともに説明しなさい。