

令和2年度医学部医学科入学者選抜

【学士入学（2年次編入学・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 問題紙は表紙を除き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。

問題Ⅰ 以下の設問に答えなさい。太字で書かれた物理量はベクトル量である。

設問1 以下の文章を読み、文中の  内に当てはまる記号、語句、または文を答えなさい。

放射性物質が出す3種類の主な放射線はそれぞれギリシャ文字で名付けられている。これらを物質の透過力の大きい順に並べると、  1  >  2  >  3 となる。それぞれの正体は、  1  が  4  ,  2  が  5  ,  3  が  6  である。原子から  1  が放出されると放出前の原子核が  7  に変化し、  2  が放出されると放出前の原子核が  8  に変化し、  3  が放出されると放出前の原子核が  9  に変化する。また、物質に高速で電子を照射すると、連続X線と固有X線が発生する。連続X線の発生原理は  10  であり、固有X線の発生原理は  11  である。

設問2 下図（一部が省略してある図もある）を参考にして、衝突に関する以下の問いに、簡単な導出過程とともに答えなさい。解答に必要な物理定数は各自で定義して使用すること。

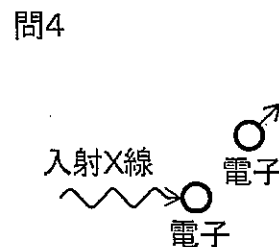
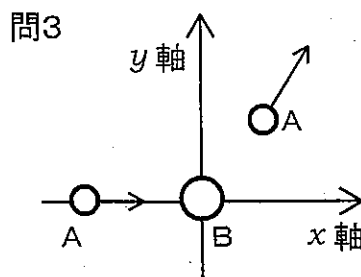
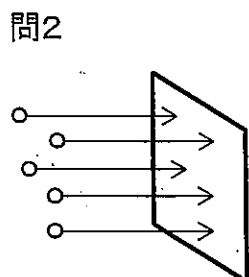
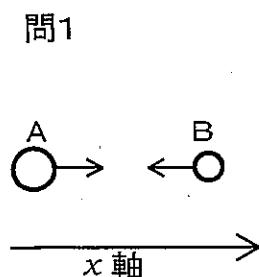
問1  $x$  軸の正の向きに  $10.0 \text{ m/s}$  の速度を持つ質量  $3.0 \text{ kg}$  の物体Aに、 $x$  軸の負の向きに  $6.0 \text{ m/s}$  の速度を持つ質量  $1.0 \text{ kg}$  の物体Bが向かってきて衝突した。衝突後、物体Aの速度が  $x$  軸の正の向きに  $2.0 \text{ m/s}$  になった。この衝突により失われたエネルギーを求めなさい。

問2 質量  $m \text{ kg}$  のどの粒子も面積  $A \text{ m}^2$  の平らで滑らかな平板に速度  $v \text{ m/s}$  で垂直に衝突し、同じ速さで跳ね返ってくる。時間  $T \text{ s}$  の間に  $N$  個の粒子がこの平板に均等に衝突したとき、平板が衝突によって受ける平均の圧力を求めなさい。ここで、 $N$  は十分大きな数であるとする。

問3 滑らかな平面上で  $x$  軸上を正の向きに  $10.0 \text{ m/s}$  の速度を持つ質量  $1.0 \text{ kg}$  の物体Aが、原点Oで静止している質量  $6.0 \text{ kg}$  の物体Bに衝突した。衝突後、物体Aの速度が  $x$  軸の正の向きとなす角  $60$  度の方向に  $2.0 \text{ m/s}$  の速さで進んだ。衝突後の物体Bの速度の  $x, y$  成分を求めなさい。

問4 波長  $\lambda_0$  のX線を静止した電子に照射したところ、電子が速度  $v$  で散乱されてきた。電子に衝突した後のX線の波長  $\lambda$  を求めなさい。

図

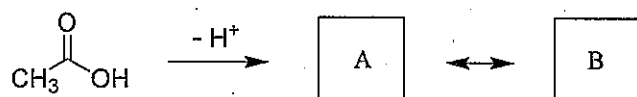


問題Ⅱ 以下の設問に答えなさい。

設問1 カルボン酸とその誘導体について、以下の問いに答えなさい。

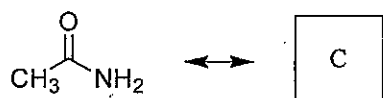
問1 酢酸（分子量 60、沸点 118 °C）の沸点は、ほぼ同じ分子量をもつ 1-プロパノール（分子量 60、沸点 97 °C）の沸点よりもかなり高く、アルカンではオクタン（分子量 114、沸点 125 °C）の沸点に近い。酢酸は主にどのような化学種として気化していると考えられるか、その化学種の構造式を書きなさい。

問2 酢酸は、エタノールよりはるかに強い酸である。下の式中の A、B に相当する共鳴構造を書き、その理由を説明しなさい。

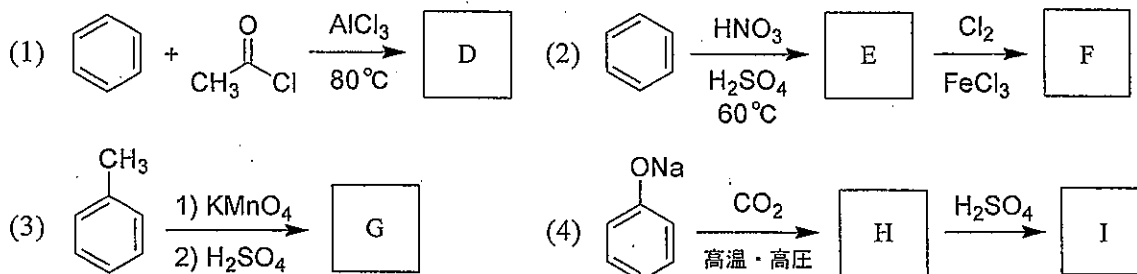


問3 酢酸エチルは 2 当量の  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  と反応し、最終的に  $\text{H}_3\text{O}^+$  で処理することによりアルコールを生成する。最初の 1 当量の  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  との反応（第 1 段階）の反応式及び次のもう 1 当量の  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  との反応（第 2 段階）の反応式をそれぞれ書きなさい。

問4 アセトアミド  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$  は、アンモニア  $\text{NH}_3$  よりはるかに弱い塩基である。下の式中の C に相当する共鳴構造を書き、その理由を説明しなさい。

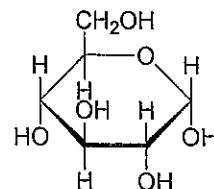


設問2 次の各反応の D~I に相当する構造式を書きなさい。



設問3 グルコースに関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

右に構造式を示した  $\alpha$ -グルコースを水に溶かすと、その一部は鎖状構造のグルコースを経由して  $\alpha$ -グルコースよりも安定な  $\beta$ -グルコースに異性化し、最終的にそれら三種類のグルコースの平衡混合物となる。



問1 グルコースの水溶液は還元性を示す。その理由を説明しなさい。

問2  $\alpha$ -グルコースには、理論的に可能な立体異性体は何種類あるか、答えなさい。

問3  $\beta$ -グルコースのより安定ないす形配座を書き、 $\beta$ -グルコースが  $\alpha$ -グルコースよりも安定である理由を説明しなさい。

問題 III 以下の設問に答えなさい。

設問 以下の文を読み、各問いに答えなさい。

神経新生(\*)は胎児期に最も活発であり、脳の発達とともにおこりにくくなる。

完成した大脳皮質の神経細胞は脳表面に平行な①多層構造をつくって配列している。各層は線維連絡の様式にも特徴があり、(ア)層の(イ)細胞が多く含まれる層は、皮質下への投射神経細胞を多く含んでいる一方、IV層の細胞層は、(ウ)からの投射を受ける。従って、層の厚みは、それぞれの皮質の機能によって異なり、大脳の中心溝の前にある一次(エ)野では、(ア)層の(イ)細胞が豊富に存在するため(ア)層が厚い。そして、中心溝の後ろにある一次(オ)野では、IV層が厚く、(ウ)からの入力豊富であることと大きく関係している。

一方、1960年代から、アルトマンらによる②トリチウム化チミジンを使用した齧歯類の研究で、成体脳でも神経細胞が生み出されていることが報告された。放射性同位体とそれを検出する装置を用いて、チミジンが取り込まれた新たに生み出された細胞は、神経細胞であると考えられた。しかし、脳内には、神経細胞以外にも、③グリア細胞が豊富に存在し、それらの細胞が標識された可能性は否定できなかった。

最終的に、齧歯類の成体脳で、グリア細胞ではなく、神経細胞が生み出されていることを証明できる方法が開発された。プロモデオキシウリジン(BrdU)を投与すると、チミジンと同様、新たに生み出された細胞を標識することができるようになった。このBrdUに対する抗体が開発されたことにより、実際に生み出された細胞が④神経細胞であることが明らかになった。さらに、少なくとも⑤海馬の歯状回で、神経細胞が新しく生み出されていることが見いだされた。

(\*) 神経新生とは、神経細胞があらたにつくられることを指す。

- 問1 ①について、哺乳類の新皮質の大脳皮質は何層構造か記入しなさい。
- 問2 (ア)から(オ)に適切な数字、言葉を記入しなさい。
- 問3 ②のトリチウムとはなにか述べなさい。
- 問4 トリチウム化チミジンが新しく生み出された神経細胞を標識できるのはなぜか述べなさい。
- 問5 ③の細胞を3種類記載し、それぞれの機能について述べなさい。
- 問6 ④について、BrdU抗体を用いて、どのような実験を行えば、BrdU陽性細胞が神経細胞であることを証明できるか述べなさい。
- 問7 ⑤の部位で、新たに生まれた神経細胞は、神経回路に組み込まれる。このことは、どのような機能を持つか、海馬の機能から類推して述べなさい。

問題 IV 以下の設問に答えなさい。

設問 1 以下の文を読み、各問いに答えなさい。

問 1

通常の獲得免疫応答においてナイーブ CD4 陽性細胞がヘルパー T 細胞となる必須条件を述べなさい。

問 2

T 細胞のがん抗原認識における免疫寛容のパターンを挙げなさい。

設問 2 以下の文を読み、各問いに答えなさい。

加齢黄斑変性は、加齢により網膜の中心部にある黄斑に障害が生じ、見ようとするところが見えにくくなる疾患である。この疾患は血管内皮増殖因子 (vascular endothelial growth factor ; VEGF) が関与しており、治療には VEGF を分子標的とした薬剤が使用されている。

代表的な薬剤として A 薬と B 薬がある。A 薬は VEGF の中和抗体 (免疫グロブリン) であるが Fc 領域 (免疫グロブリンの不変領域) を持たない Fab (免疫グロブリンの可変領域) 断片のみで分子量は約 50kDa である。B 薬は VEGF 受容体と Fc 領域の可溶性融合タンパク質で分子量は約 110kDa である。

問 1 血管内皮増殖因子の作用を 3 つ述べなさい。

問 2 A 薬と B 薬の薬理作用の違いを述べなさい。

問 3 A 薬と B 薬の分子量の違いによる薬物動態の違いを述べなさい。