

令和3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 内に当てはまる式、記号、語句、または文を答えなさい（図 1 参照）。

真空中に電荷量 Q_A を持つ点電荷 A からベクトル r_B の位置に電荷量 Q_B の点電荷 B がある。点電荷 B に働く力 F は 1 で表される。また、点電荷 A が点電荷 B の位置に作る電場 E は 2 で表される。次に、真空中に置かれた半径 a の金属球と、金属球の中心と一致した中心を持つ内側の半径が b 、外側の半径が c の金属球殻の組について考える。金属球だけに電荷量 Q の正電荷を与えたとき、金属球の中心から距離 r の位置における電場の強さは $r < a$ で 3 , $a < r < b$ で 4 , $b < r < c$ で 5 , $c < r$ で 6 である。金属球の表面の電位を V_a とすると、球殻内側表面の電位は 7 となる。これより、金属球と球殻で形成されるコンデンサーの静電容量は 8 である。金属球と球殻の空間に比誘電率 ϵ_r の物体が隙間なく詰まった状態では、金属球に接する誘電体表面に表面電荷密度 9 の分極電荷が生じるため、誘電体中の電場の強さが 10 し、その結果、静電容量は 11 と表される。

設問 2 図 2 を参考にして、半径 r 質量 m 慣性モーメント I のディスクの運動に関する以下の問い合わせ、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 ディスクが水平な平面上を一定の速さ v_1 で滑らず回転しながら進んでいる。ディスクの運動エネルギーを求めなさい。
- 問 2 ディスクが水平で滑らかな平面上を一定の速さ v_2 で回転せず滑りながら進んでいる。平面上のある地点から急に摩擦が生じる表面になり、ディスクが滑らず回転を始めた。ディスクが回転を始める直前の角運動量と、回転を始めた直後の角運動量から、回転時のディスクの水平移動速度 v'_2 を求めなさい。
- 問 3 ディスクの中心に糸を通し、半径 r_p 慣性モーメント I_p の定滑車を経て質量 M のおもりに糸をつないだ。ディスクが平面上を回転せずに滑り、つないだ糸も定滑車を滑り、滑車が回転しないとする。ディスクが移動する速さを求めなさい。
- 問 4 問 3 と同じ配置で、ディスクが平面上を滑らず回転し、糸も滑車上を滑らず滑車が回転するときの運動方程式を求め、おもりの位置を時間の関数として表しなさい。

図 1

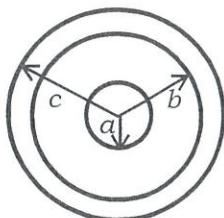
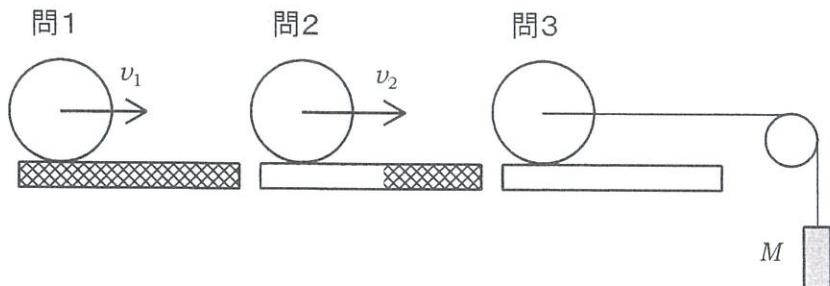
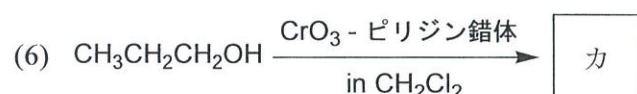
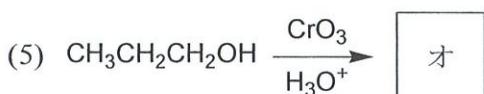
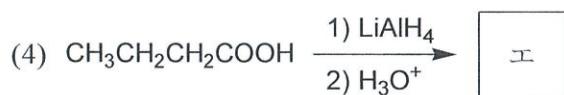
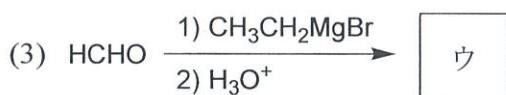
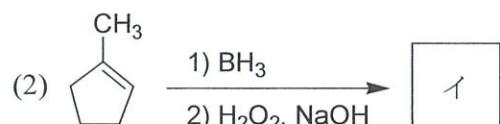
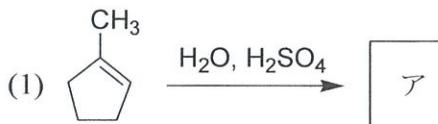


図 2



問題II 以下の設間に答えなさい。

設問1 アルコールはアルケン、カルボニル化合物、カルボン酸などから容易に合成でき、また、様々な化合物がアルコールから誘導できる。以下の反応のア～カに相当する構造式を書きなさい。なお、イでは、立体化学が分かるように構造式を書くこと。



設問2 右に D-グルコースの構造（直鎖）を、Fischer 投影式を用いて示した。

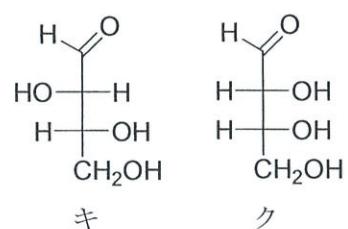
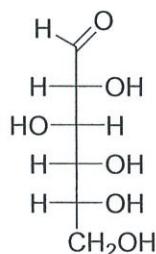
以下の問い合わせに答えなさい。

問1 L-グルコースの構造（直鎖）を、Fischer 投影式を用いて書きなさい。

問2 D-グルコースの希水酸化ナトリウム水溶液を放置すると、一部が D-フルクトースに変化する。この反応の機構を、必要であれば中間体の Fischer 投影式を示して説明しなさい。

問3 D-グルコースの4位のエピマーの構造（直鎖）を、Fischer 投影式を用いて書きなさい。

問4 ある D-アルドテトロースを硝酸酸化すると光学活性なアルダル酸が得られた。この D-アルドテトロースは、右の Fischer 投影式キ、クのどちらであると考えられるか、説明しなさい。



設問3 次の文中のケ～サ、ソに相当する語句、シ、スに相当する化学式、セ、タ、チに相当する構造式を書きなさい。なお、セ、タ、チでは、立体化学が分かるように構造式を書くこと。

アミノ酸は、分子中に酸性の 基と塩基性の 基をもつ化合物の総称である。このうち、同じ炭素原子に 基と 基が結合したものを -アミノ酸といい、一般式 $R-CH(\text{シ})-\text{ス}$ で表される。

L-アラニン ($R=CH_3$) は、結晶中では構造式 で表される イオンになっているが、酸性、塩基性水溶液中ではそれぞれ主に構造式 、 で表される構造をとる。

問題 III

ヒトの身体の中には複数の器官系が精妙に配置されて、それぞれの機能を果たし、それらの機能が統合されることによりヒトは生きている。各「系」は複数の器官からなり、全体としてその系の機能を実現している。一般的にヒトの器官系は、動物機能に関するものと植物機能に関するものに大別される。ヒトの器官系について、以下の問い合わせに答えなさい。

問 1 動物機能、植物機能とは、それぞれどのような機能か、簡潔に説明しなさい。

問 2 植物機能を担う器官系を一つあげて、それを構成する器官名を「系」の構成がわかる順番(配置)にあげ、それぞれの器官が器官系全体の機能の中で何を分担するのか、簡潔に説明しなさい。

問 3 問 2 で答えた器官のうち任意の二つについて、その器官が機能を果たすために持つ特徴的な構造(肉眼レベルまたは顕微鏡レベル)について説明しなさい。

問題IV 以下の文を読み、問い合わせに答えなさい。

免疫は感染細胞や外来異物などを認識し攻撃して排除するとともに、自己に対しては攻撃をおこなわないといった基本原則をもっている。

免疫細胞である T 細胞は、細胞表面に T 細胞レセプター (TCR) を発現しており、TCR を介して抗原を認識する。しかし、T 細胞が抗原を認識する時には、抗原を提示する細胞の表面において、主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) 抗原に抗原が結合している必要がある。また、T 細胞は他者の MHC を有する細胞を異物として認識する。

一方、NK 細胞は T 細胞と異なり、自己の MHC でも他者の MHC でも関係なくがん細胞を認識し傷害することから、MHC 非拘束性の認識機構があるのではないかと考えられていた。現在では、活性化レセプターと抑制性レセプターの 2 種類で NK 細胞は標的の細胞を認識するというミッシングセルフ仮説が正しいものと考えられてきている。MHC クラス I 分子は NK 細胞の抑制性レセプターと結合し、NK 細胞からの攻撃を抑制する分子の一つとして知られている。さらに、NK 細胞の細胞表面には Fc_y レセプターが存在しており、IgG 抗体の Fc 領域と結合し、抗体が認識したものを傷害する抗体依存性細胞傷害 (ADCC) という機能を持っている。

問1 通常、ヒト由来のがん細胞をマウスに移植をおこなった場合に、がん細胞はマウスに生着しない。これはどのような理由によるものか答えなさい。

問2 ヒト由来のがん細胞をマウスに生着させて抗癌剤の効果を調べる研究をおこないたい場合、がん細胞を生着させるための方法を簡潔に二つ答えなさい。

問3 臓器移植において移植片対宿主病 (GVHD) が生じた場合について、攻撃を受ける組織と攻撃する細胞がレシピエントまたはドナーのどちらに由来するものかを明確にし、なぜ GVHD が生じるか説明しなさい。

問4 がん細胞排除における T 細胞と NK 細胞の役割の違いを説明しなさい。

問5 抗体に関して、以下の文中の (ア) から (エ) にあてはまる語句を答えなさい。

抗体には五つのクラスが存在しており、感染初期に產生されるクラスは (ア) であり、2 度目以降の感染において速やかに増えてくるクラスは (イ) である。健常者において最も血中濃度が低いクラスは (ウ) である。また、母乳中や腸液中に分泌されるクラスは (エ) である。

問6 ウィルス感染の病態把握における抗原検査と抗体検査の違いについて説明しなさい。