

平成30年度

香川大学医学部医学科第2年次
編入学試験問題冊子

教科等	ページ数
自然科学総合問題	7

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

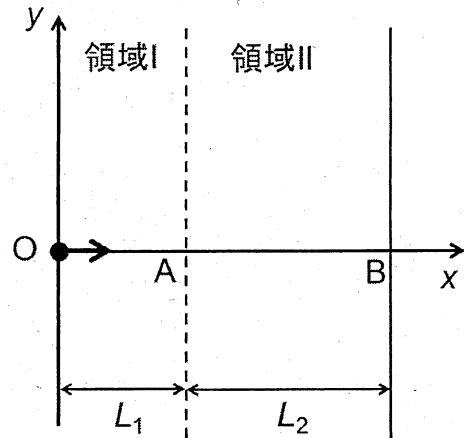
1. 解答は、解答用紙の所定の欄に、横書きではっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。

注意事項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙（6枚）に受験番号を必ず書くこと。
2. 用事があるときは、だまって手をあげて監督員の指示を受けること。
3. 試験が始まると、途中退室はできない。
4. 試験終了時には、解答用紙を順番に重ね机上の右側に置くこと。
5. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

問題 1

問 1 右図のような領域を考える。図で OA 間の距離を L_1 , AB 間の距離を L_2 とする。 $0 < x < L_1$ の領域を領域 I とし, $L_1 < x < L_2$ の領域を領域 II とする。質量 m , 電荷 q ($q > 0$) の荷電粒子を原点 O から x 軸正方向に速さ v で入射した。粒子は以下でかける電場または磁場以外から力を受けないものとする。以下の間に答えなさい。



- (1) 入射後, 粒子が OA 間および AB 間で要する時間を求めなさい。

領域 I に y 軸正方向に一様な電場 E をかけた。

- (2) 粒子が受ける力の大きさを求めなさい。
 (3) 粒子の位置が $x = L_1$ の時の y 方向の速さおよび位置を求めなさい。
 (4) 粒子の位置が $x = L_1 + L_2$ の時の y 方向の位置を求めなさい。

再び, 粒子を原点から x 軸正方向に速さ v で入射するとする。領域 I に xy 面と垂直に一様な磁場 B を紙面表から裏の方向にかけた。 L_1 が十分短いとき, 粒子の位置は $x = L_1 + L_2$ において, 近似を用いて $y = \frac{qB}{mv} L_1 \left(\frac{1}{2} L_1 + L_2 \right)$ であった。

- (5) 領域 I において粒子は等速円運動すると考えられるが, その時の半径を求めなさい。
 (6) 粒子の位置が $x = L_1$ の時の y 方向の位置を求めなさい。
 (7) 粒子の位置が $x = L_1$ の時の x 方向および y 方向の速さを求めなさい。
 (8) 粒子の位置が $x = L_1 + L_2$ の時の y 方向の位置を求めなさい。

問2 体積 V の2つの容器 A, B を体積の無視できる細い管で連結し温度 T_0 で気圧 p_0 の単原子理想気体を入れ密封した。気体定数を R , 単原子分子理想気体にたいし定積モル比熱 $C_V = \frac{3}{2}R$ とする。以下で温度は $T_0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ とする。以下の問に答えなさい。

(1) 気体の全モル数を求めなさい。

過程1 容器 A の気体を温度 T_0 , 容器 B の温度を T_1 に保った。容器 A, B 内で気体は単原子分子であったとする。

(2) 管内の圧力を求めなさい。

(3) 容器 A, B 全体での内部エネルギーの増加量を求めなさい。

過程2 容器 B の温度を T_2 に保った。気体は温度 T_2 で40%が化学反応により2原子分子(理想気体)になり, 残りは単原子分子であったとする。また反応は可逆で温度 T_0 において気体は全て単原子分子であるとする。

(4) 管内の圧力を求めなさい。

過程3 容器 B の温度を T_3 に保った。気体は温度 T_3 以上で全て化学反応により2原子分子(理想気体)になるとする。更に容器 B の温度を上昇させ T_4 に保った。

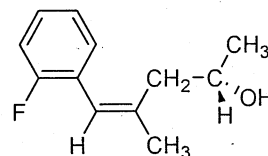
(5) 容器 B の温度を T_3 から T_4 に上昇させる過程における, 容器 A, B 全体での内部エネルギーの増加量を求めなさい。

問題2 以下の問に答えなさい。

なお、特に指示のない限り、構造式は右に示した記入例にならって書きなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Cl = 35.5$, 気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。また、必要に応じて以下の値を用いなさい。

$\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.099$, $\ln 5 = 1.609$

記入例



問1 以下の問に答えなさい。

(1) (*S*)-3-bromohexane とシアン化ナトリウム間の S_N2 反応を行った。原料である (*S*)-3-bromohexane と、生成すると予想される有機化合物の構造式を、立体構造が分かるようにそれぞれ書きなさい。

(2) 上記(1)に示した反応について、溶媒を追加して (*S*)-3-bromohexane とシアン化ナトリウムの濃度をともに $1/2$ とした。この際、反応速度はどのように変化すると予測されるか、答えなさい。

(3) ある化学反応 $A \rightarrow B$ の反応速度は、基質 A の濃度 $[A]$ について一次である。300 K において、A の初濃度 $[A]_0$ が 1.0 mol dm^{-3} 、速度定数 k が 0.020 s^{-1} であるとき、A の 75% が転化するのに要する時間(s)を求めなさい。

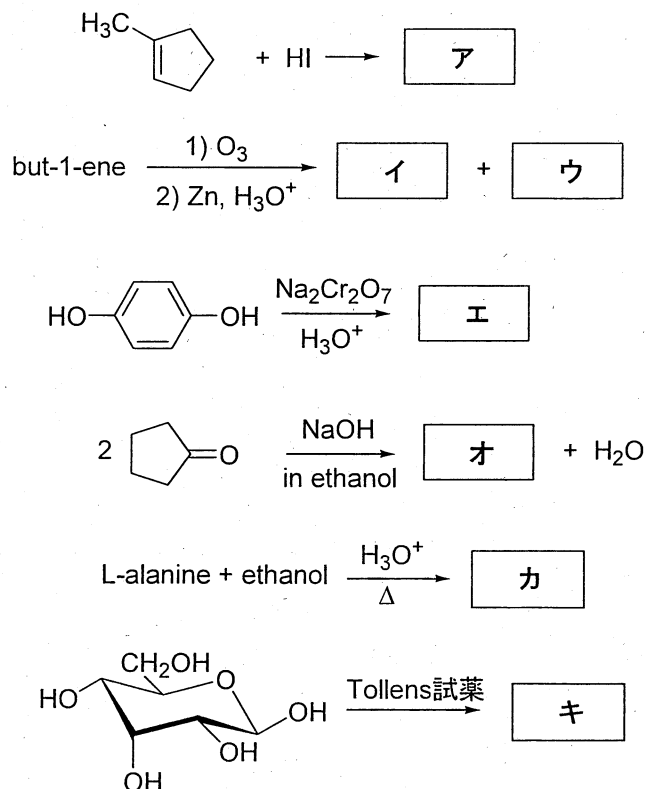
(4) ある一次反応について、反応温度を 300 K から 310 K まで上昇させると反応速度が 2.0 倍になることが判明した。この反応の活性化エネルギー E_a (kJ mol^{-1}) を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問2 以下の問に答えなさい。

(1) 100.0 g の水に 20.5 g のスクロース ($C_{12}H_{22}O_{11}$) を加えて得られる溶液について、300 K における蒸気圧 (kPa) を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。ただし、300 K における純粋な水の蒸気圧を 3.54 kPa とする。

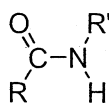
(2) 大気圧のもとで 1.0 mol の水を 300 K から 360 K までゆっくり加熱した。この過程における水のエンタルピー変化 (J K^{-1}) を答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。ただし、水のモル定圧熱容量はこの温度範囲では $75 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ で一定であるとする。

問3 以下の反応において主生成物として得られる有機化合物（ア～キ）の構造式を書きなさい。なお、（カ）は立体構造が分かるように答え、（キ）については Fischer 投影式で答えなさい。

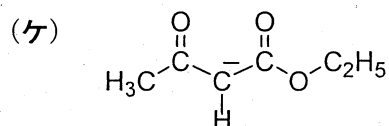
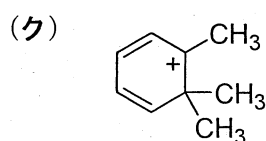


問4 以下の問に答えなさい。

(1) 一般に以下に示したようなアミドにおいて、炭素-窒素結合のまわりの自由回転は妨げられている。その理由について、適切な図を用いて、解答欄内に簡潔に説明しなさい。



(2) 以下の陽イオンおよび陰イオンについて、それぞれの共鳴構造式の一つを示してある。他の可能な共鳴構造式を全て示しなさい。



問題3 以下の文章を読んで問に答えなさい。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。ただし、アルファベットやギリシャ文字はそれぞれ1文字とし、句読点は字数に含まない。

我々を含む生物がどのように身体をつくり環境に対応し子孫を残していくのかについての戦略は、不測の事態に対する対応も含めてゲノムDNAに4つの塩基の配列として書きこまれており^①、この情報を適宜読み出すのに中心的な役割を果たしているのが転写制御因子^②である。個体を構成する各細胞における転写制御因子の発現の違いにより、それぞれ異なる遺伝子が異なる時期に発現することで、その形態・機能^③に多様性が生まれ、変化する環境に対して適切な対応^④をしていくことができる。どの遺伝子がいつどの程度発現するかについての情報は前述のようにゲノムDNAに書きこまれているのだが、真核生物には、こうした情報の発現を、その塩基配列を変更することなく修飾する機構が備わっている。こうしたエピジェネティックな制御^⑤を利用して、環境からの情報を遺伝情報の改変を伴うことなく細胞に「記録」することにより、不時の環境の変化に対しても適切に対応していくことができる^⑥ようになっているのである。

問1 下線部①について

- (1) DNAは略称である。正式な名称を英語で記せ。
- (2) 4つの塩基の名称を分子量の小さい方から順に、英語もしくは英語を音写したカタカナで記せ。
- (3) ゲノムDNAは種のアイデンティティそのものであり、正確に複製されなければならない。
 - (i) DNAの複製時にRNAが合成される局面があるが、このRNAはどのように用いられているのか、25字以内で記せ。
 - (ii) 複製が終了したDNAにはRNAは見られない。合成されたRNAと、このRNAに「複製」された配列情報はどうなったのか、60字以内で記せ。
 - (iii) (ii)の機構により線状DNAの末端の配列情報は複製ごとに失われていく。これを防ぐために原核生物ではどのような戦略をとっているのか、10字以内で記せ。

問2 下線部②について

- (1) 転写制御因子の多くは特異的な塩基配列を「認識」して結合するDNA結合タンパク質である。これらのタンパク質はどのようにして特異的な塩基配列を「認識」しているのか、40字以内で記せ。
- (2) タンパク質はアミノ酸の重合体である。タンパク質を構成する20種のアミノ酸のうち、分子量が最も大きいものと2番目に小さいものの名称をそれぞれ記せ。
- (3) ヒトのホルモン受容体の一部は転写制御因子として機能している。以下のホルモンのうち、その受容体が転写制御因子であるものを選び出して解答欄に記せ。

アドレナリン インスリン エストロゲン オキシトシン ソマトスタチン テストステロン バソプレッシン プロラクチン

問3 下線部③について

- (1) 細胞の形態形成と維持に中心的な役割を果たしているのが細胞骨格を構成するタンパク質群であり、アクチンフィラメント・微小管・中間径フィラメントの3種に分類される。
 - (i) 微小管を構成するタンパク質の名称を記せ。

- (ii) アクチンフィラメントや微小管の形成制御にはヌクレオチドの結合とその分解が重要な役割を担っている。アクチンフィラメントと微小管が結合・分解するヌクレオチドの名称をそれぞれ記せ。
 - (iii) 上記の性質により、細胞内の微小管には「dynamic instability」と呼ばれる現象が観察される。どのような現象か、20字以内で記せ。
 - (iv) 細胞内小器官の形態にもこれら細胞骨格系のタンパク質群は関与しており、核の形態は中間径フィラメントに属するラミンによって維持されている。細胞分裂時においてラミンはリン酸化されて脱重合し核膜は崩壊するが、この時ラミンをリン酸化する主たるリン酸化酵素の名称を記せ。
- (2) 上皮を構成する細胞群は特徴的な接着装置を用いて隣接する細胞や基底膜と結合している。
- (i) 隣接する細胞間に認められる4種の細胞間接着装置の名称を記せ。
 - (ii) 4種のうち最も頂端側に位置する接着装置は、その特質により上皮系細胞の極性の形成と維持に重要な役割を果たしている。どのような特質か、40字以内で記せ。
 - (iii) 形成・維持された極性は細胞の機能に重要な役割を果たしており、例えば小腸腸管上皮の吸収細胞の頂端側の細胞膜にはナトリウム-グルコース共輸送体が局在して腸管内のグルコースを細胞内に取り込んでいる。この輸送体による腸管でのグルコースの取り込みにはエネルギーは不要だが、それはなぜか、30字以内で記せ。
 - (iv) 基底膜を構成するタンパク質のうち、3重らせん構造をとっているものの名称を記せ。
 - (v) (iv) のタンパク質に結合するヘテロ2量体型の細胞膜タンパク質の名称を記せ。

問4 下線部④に関連して、細胞が他の細胞や組織からの情報を受け取って適切な対応をするにあたっては、細胞膜にある様々な受容体がこうした情報の受け手として重要な役割を果たしている。

- (1) このなかには膜貫通領域が7つあるという構造的特徴をもつ一群の受容体がある。この受容体が直接働きかけて活性化させる分子の名称を記せ。
- (2) (1) の分子の不活性化はどのようにしてなされるのか、30字以内で記せ。
- (3) (1) の分子の活性化により細胞内カルシウムイオン濃度が上昇した。このとき(1)の分子が直接働きかけて活性化した酵素の名称を記せ。
- (4) 細胞内カルシウムイオン濃度は低値に保たれている。この機構に最も関連の深い細胞内小器官の名称を記せ。

問5 下線部⑤に関連した例として、ある種のクワガタムシは幼虫時代の栄養状態が悪いと小さめの成虫になるとともに、身体に比して大あごは小さくなり羽根は長くなるのに対し、栄養状態が良いと大きめの成虫となり、大あごは身体に比してより大きくなり羽根はより短くなることが知られている。

- (1) 変態期における成長は増殖因子様のタンパク質の発現によって調節されており、その受容体は「自己リン酸化」により活性化される。「自己リン酸化」とは何か、20字以内で記せ。
- (2) こうした大あごと羽根の変化はこの種のクワガタムシにとってどのようなメリットがあるか、100字以内で記せ。
- (3) このクワガタムシに対して2種類のヒストン脱アセチル化酵素のうち1種類の発現を人為的に抑えると栄養状態が悪い時と同様の、また、別の1種類を抑えると栄養状態が良いときと同様の形態変化が観察

され、この形態変化がエピジェネティックな制御によるものであることが示された。

(i) 発現の人為的抑制はこの遺伝子の一部と同じ配列をもつ2本鎖RNAの細胞内導入によりおこなった。

こうした発現抑制方法の総称をアルファベット4文字で記せ。

(ii) ヒストンとDNAは会合しやすいが、これは両者のどのような性質によるのか、40字以内で記せ。

(iii) ヒストン脱アセチル化酵素の阻害により遺伝子の発現は一般的にはどのようなようになるか、10字以内で記せ。

(iv) (iii) のようになるのはなぜか、30字以内で記せ。

(v) 2種類のヒストン脱アセチル化酵素は同じ酵素活性をもちながら、その発現の抑制によりそれぞれ異なる表現形が生じた。この理由としてどのような事が考えられるか、40字以内で記せ。

(vi) このようなエピジェネティックな制御において、ヒストンとDNAが同種の修飾を受けることがある。どのような修飾か、記せ。

(vii) (vi) の修飾をうけるDNAの塩基の名称を記せ。