

2026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	6

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、5枚すべての解答用紙に受験番号を必ず記入すること。
2. 用事があるときは、だまって手をあげて監督者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、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上に置くこと。
5. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

問題 1

以下の問に答えなさい。必要に応じて以下の公式を使うこと。

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta \quad (\text{オイラーの式})$$

$$a \sin \theta + b \cos \theta = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\theta + \alpha), \quad \alpha = \tan^{-1} \frac{b}{a} + \begin{cases} 0 & \text{if } a \geq 0 \\ \pi & \text{if } a < 0 \end{cases}$$

$$\cos^2 \theta = \frac{1 + \cos 2\theta}{2}$$

$$\sum_{n=0}^N ar^n = \frac{a(1-r^{n+1})}{1-r} \quad (r \neq 1)$$

問 1 x 軸上で直線運動する質量 m の質点があるとする。質点は原点からの距離 $|x|$ に比例した力を受け単振動する。ただし、比例定数を k とする。以下の問題に答えなさい。

- (1) x 軸上の位置 x で質点の受ける力を答えなさい。
- (2) 質点の運動方程式を書きなさい。
- (3) 以下のように運動方程式の解を求める。以下の空欄(ア)～(カ)を埋めなさい。ただし、単振

動の振幅は a 、初期位相は α 、 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ とし、以下では ω をつかって答えなさい。

$$x = e^{\lambda t} \text{ とすると } \lambda \text{ を用いて, } \frac{d^2x}{dt^2} = \boxed{\text{ア}} \text{ と書ける。}$$

$$(2) \text{ の微分方程式に代入して: } \boxed{\text{イ}}$$

$$\text{よって } \lambda = \boxed{\text{ウ}}$$

$$\text{解は } A, B \text{ を積分定数として: } x = Ae^{i\omega t} + Be^{-i\omega t} \text{ と書ける。}$$

オイラーの式から:

$$x = \boxed{\text{エ}} \sin(\boxed{\text{オ}} t + \boxed{\text{カ}})$$

- (4) 単振動の周期を書きなさい。

問 2 波の合成に関して以下の問いに答えなさい。

振幅が a 、角振動数が ω で位相が γ だけ異なる 2 つの波、 $x_1 = ae^{i\omega t}$ 、 $x_2 = ae^{i(\omega t + \gamma)}$ について考える。

- (1) 2 つの波を合成したときの振幅を求めなさい。
- (2) $\gamma=0$ のときの合成波の振幅を求めなさい。
- (3) $\gamma=\pi$ のときの合成波の振幅を求めなさい。

振幅が a , 角振動数が ω で位相が γ だけ異なる N 個の波, $x_n = ae^{i(\omega t + n\gamma)}$ ($n = 0, 1, 2, \dots, N-1$) について考える。

(4) N 個の波を合成した波を以下のように求めた。㉑～㉓を埋めなさい。

$$\sum_{n=0}^{N-1} x_n = ae^{i\omega t} \sum_{n=0}^{N-1} e^{in\gamma} = ae^{i\omega t} \left(\frac{1 - e^{iN\gamma}}{1 - e^{i\gamma}} \right) = ae^{i\omega t} \frac{e^{iN\gamma/2} (e^{-iN\gamma/2} - e^{iN\gamma/2})}{e^{i\gamma/2} (e^{-i\gamma/2} - e^{i\gamma/2})} = ae^{i(\omega t + (N-1)\gamma/2)} \frac{\sin N(\gamma/2)}{\sin(\gamma/2)}$$

(5) 合成波の振幅と初期位相を答えなさい。

N 個の同位相の波源があつて間隔 d で一直線上に並んでいるとする。波の波長を λ とする。波源の並ぶ直線に垂直な方向に対して角 θ の方向に進む波を考える。

(6) 隣り合う波源の間で角 θ の方向に進む波の位相差を求めなさい。

(7) N 個の波の合成波の振幅を求めなさい。

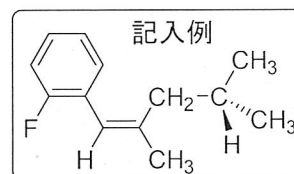
(8) N が十分に大きいとする。振幅が極大になる角 $\theta (> 0)$ について推測される式を過程を示しながら整数 m を使って表しなさい。

問題 2

以下の問に答えなさい。

なお、特に指示がない限り、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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Cu = 63.6$, $Ag = 107.9$, $Pt = 195.1$, $\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.099$, $\ln 5 = 1.609$, $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, 気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。



問 1 白金電極を用いて、硝酸銀水溶液に 1.00 A の電流を 193 秒 間流して電気分解したところ、陽極からガスが発生した (図 1)。この実験について以下の問に答えなさい。なお、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。数値を解答する場合は有効数字 3 桁で答えなさい。

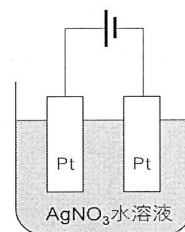


図 1

- (1) 陽極、および陰極で進行する半反応について、それぞれ反応式を示しなさい。
- (2) 陽極で発生するガスについて、 27°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 (m^3) を答えなさい。
- (3) 陰極の質量の変化 (g) を答えなさい。なお、質量が増加した場合は正の値で、減少した場合は負の値で答えること。

(4) 図 2 のような装置を用いて電気分解を行ったところ、電極①から 27°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で $3.69 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ のガスが発生した。電極①～④のなかで質量が減少した電極の番号を答えなさい。また、減少した質量 (g) を答えなさい。なお、計算過程を示しなさい。

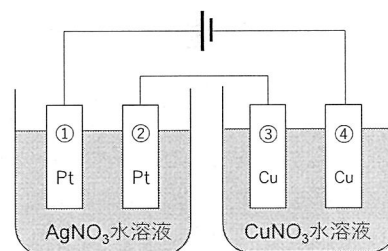


図 2

問 2 (1) 記入例にならって以下の化合物を酸性度が高い順番に並べ、記号で答えなさい。

- (ア) acetic acid, (イ) 2-methyl-2-propanol, (ウ) ethyne,
(エ) chloroacetic acid, (オ) phenol, (カ) 4-nitrophenol

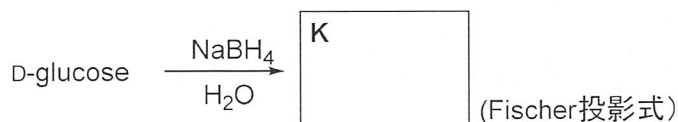
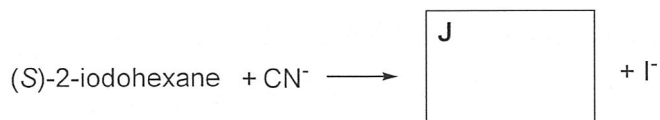
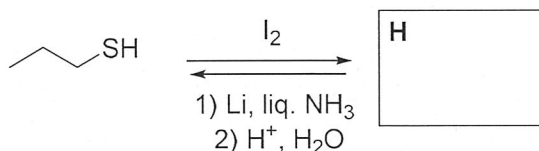
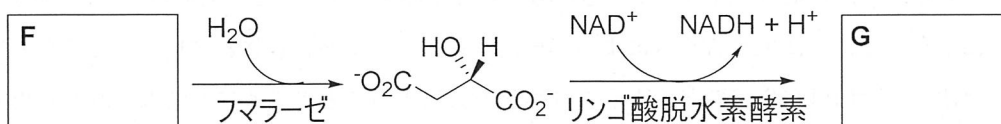
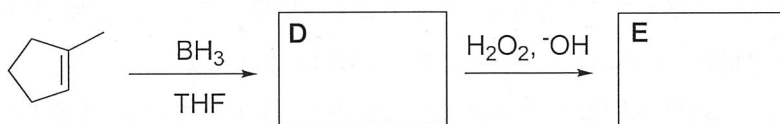
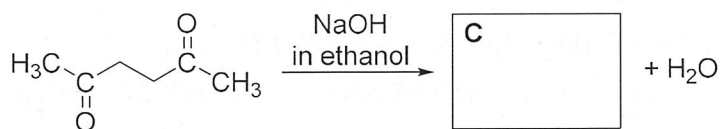
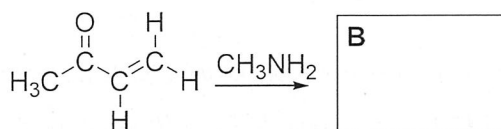
記入例
(ア) > (イ) > (ウ) ...

(2) ある条件で propanoic acid の $\text{p}K_a$ は 4.86 である。この条件下、 7.40 g の propanoic acid と、 4.80 g の sodium propanoate を水に加えて、 1.00 dm^3 の緩衝溶液を調製した。この溶液の pH を小数点以下 2 桁まで答えなさい。なお、計算過程を示しなさい。

問 3 ある化学反応について、反応温度を 300 K から 320 K に上げたところ、反応速度定数 k が 5.0 倍になった。この反応の活性化エネルギー (kJ mol^{-1}) を有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 大気圧下，沸点 360 K，定圧熱容量 $C_p = 120 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ，沸点における蒸発エンタルピー $\Delta H_{\text{vap}} = 30.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ である仮想的な有機化合物 A を考える。物質量 0.80 mol の A を 300 K から沸点まで昇温し，360 K の気体に完全に変換した際の，(1)エンタルピー変化(kJ)，および(2)エントロピー変化 (J K^{-1}) を，それぞれ有効数字 2 桁で答えなさい。なお，計算過程を示しなさい。

問 5 以下の反応によって主生成物として得られる，あるいは原料となる有機化合物 (B) ～ (K) の構造式を示しなさい。なお，化合物 J については立体構造がわかるように示し，化合物 K は Fischer 投影式を示しなさい。他の化合物について鏡像異性体が生成する場合は，それらを区別して示さなくても良い。



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。

なお、必要であれば、解答欄に適切な図を書き入れて説明の補助としてもよい。

ヒトとチンパンジーのゲノム DNA の塩基配列は 98.8%が同じです。日常生活では「99%同じ」という表現は「ほぼ同一」というニュアンスで使われることが多いでしょう。ましてや、ヒトそれぞれのゲノム DNA の個人間の違いなど些細なもの、と思われるかもしれませんが、しかしながら、人の顔つき・体つきがそれぞれ異なっていることからわかるように、この些細な違いが考慮すべき意味をもつこともあります。

こうした事例の一つにクスリの効き方の個人差があります。同じクスリを同じように投与しても、効きにくい人・効き過ぎてしまう人が出てくることのあるのです。その原因は多岐にわたりますが、そのうちの一つとして、クスリが標的とするタンパク質の構造に個人差がある、ということがあります。

問1 タンパク質の構造の個人差は、そのコーディング領域の塩基配列に差異があることによる。

- (1) ヒトのゲノムを個人間で比較すると、1,000 塩基に 1 個程度の割合で、塩基の違いが認められる。
こうした個人間で見られる 1 塩基単位での塩基配列の違いを何と呼ぶか、記せ。
- (2) ヒトゲノムを構成する DNA の種内における遺伝的多様性は高い。
 - (i) ヒトのゲノムはおよそ何塩基対で構成されているか、有効数字一桁で記せ。
 - (ii) 遺伝的多様性の高さは、種の存続にとって一般的には有利となるが、その理由を説明せよ。
 - (iii) その一方で単為生殖をおこなう種や系統もしばしば出現している。短期的に見れば単為生殖が有性生殖より優れている点もあるからだが、それは何か、記せ。
 - (iv) 多くの単為生殖系統は進化的な時間のなかでは短命に終わっている。しかしながら、中には数十万年以上にわたって存続していると考えられる種も存在し、これらの種では、「発生のエラー」によりごくまれに生じるオスによって単為生殖のコストが緩和されている。こうしたごくまれなオスの産出は発生中のどのような「エラー」によってどのようにしてなされうると考えるか、記せ。
 - (v) 日本で一般的に見られるナナフシ（ナナフシモドキ）は 30 年以上単為生殖により種が維持されていると考えられているが、ごくまれに生じるオスには生殖能力がなく、交尾後に得られた卵から生まれた個体にはオス由来の遺伝子が含まれていないことが明らかにされた。すなわち、単為生殖のみで種を数十万年の間成功裏に維持していることになる。では、ナナフシモドキはどのようにして種を長期間安定に保っているのだろうか、あなたの考えを記せ。
- (3) タンパク質の構造を議論するとき、一次構造・二次構造・三次構造という術語を使うことがある。それぞれ何を指しているのか、記せ。
- (4) 二次構造の一つに α ヘリックスがある。以下の 1 文字表記で表したアミノ酸のうち、 α ヘリックス内に認められることが最も少ないものを選び、その名称（例：グリシン）と選んだ理由を記せ。

A F I L M P V W

問2 どの程度の割合でクスリの効き方が違う人が出てくるのかを見積もった研究がある。

(1) 体内の様々なタンパク質がクスリの標的となっているが、この研究グループは上市されている医薬品の標的となっている 108 種の GPCR を解析対象に選んだ。

(i) GPCR は略号である。正式名称を英語で記せ。

(ii) GPCR に共通して認められる構造的特徴を記せ。

(iii) GPCR へのリガンドの結合によって細胞のプロテインキナーゼ A (PKA) が活性化された。リガンドの GPCR への結合がどのようにして PKA の活性化をもたらしたのか、説明せよ。

(iv) PKA の基質の一つが CREB である。リン酸化された CREB には酵素活性を有したタンパク質が結合して働くことがあるが、そのタンパク質が有しているのはどのような酵素活性か記せ。

(v) 上記 (問2-(1)-(iv)) の酵素活性によって転写の活性化が促されるが、それはどのような機構によるのか、説明せよ。

(2) 健康な 2,504 人のゲノムを調べたところ、1人あたり平均して 68 のミスセンス突然変異が 36 種の GPCR のコーディング領域に入っていることがわかった。このうちクスリの効き方に影響を与えることがこれまでの解析により明らかになっている変異は、平均して1人あたり9のミスセンス突然変異が6種の GPCR に入っていることがわかった。なお、以下の解答にあたっては GPCR 間での変異の入りやすさおよび浸透度に差異はなく、対立遺伝子の一方に変異が入っていればクスリの効き方は変わるものとする。

(i) ミスセンス突然変異とはどのような突然変異か、説明せよ。

(ii) GPCR を標的とするクスリを投与した場合、何%くらいの割合でクスリの効き方が他の多くの人と異なる人がいるものと想定されるか、そのように想定する理由とともに有効数字1桁で記せ。なお、想定を導くために必要ならば題意に反しない限り任意の仮定をおいても良い。

(3) こうした GPCR のミスセンス突然変異がどれくらいの割合で新たに生まれてくるかを見積もるために、1,762組の夫婦から生まれた子供のそれぞれ1人についてこれら GPCR で両親にはないミスセンス突然変異が認められる例を検索したところ、9例の変異が6種の GPCR において見出された。1万人の子供が生まれたとき、そのうちのおよそ何人がクスリの効き方が他と異なる変異を新たに有することになるものと想定されるか、有効数字1桁で見積もるとともに、そのように見積もった理由を記せ。なお、見積もりを行う上で必要ならば題意に反しない限り任意の仮定をおいても良い。