

(物理化学)

【No. 】 物理化学に関する I, II, III の設問に答えよ。

I. 熱力学に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 状態関数(状態量)について説明せよ。また、エントロピーが状態関数であることを示せ。
- (2) 圧力を P , モル体積を \bar{V} , 気体定数を R , 絶対温度を T とする。次の状態方程式

$$\left(P + \frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V} - b) = RT \quad (a, b \text{ は定数})$$

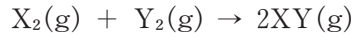
に従う気体 n [mol] を, 体積 V_1 から体積 V_2 へと等温可逆的に圧縮する際の仕事を求めよ。

- (3) 常温で液体である物質 A, B は, 363 K で, それぞれ 53.3 kPa, 20.0 kPa の蒸気圧を示す。この二つの物質のみからなる混合溶液は, 50.0 kPa において 363 K で沸騰した。このとき, 混合溶液中の A のモル分率及び蒸気中の A のモル分率はそれぞれいくらか。ただし, この二つの物質の混合物は, 液体, 気体のいずれの状態でも理想的に振る舞うものとする。

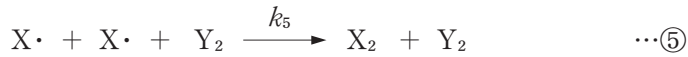
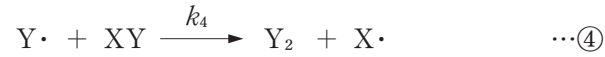
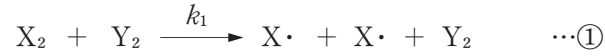
II. ある金属 M は面心立方格子をとり, その格子定数 a は 0.40 nm である。M の (100) 表面に気体 A の分子が衝突すると, ある確率で吸着が起こるものとする。以下の問いに答えよ。ただし, A は理想気体として振る舞うものとし, ボルツマン定数 $k_B = 1.4 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ とする。

- (1) M の (100) 表面に並んでいる原子の数は, 1 cm^2 当たりいくらか。
- (2) 絶対温度を T , A 分子の質量を m とすると, 確率分布を考慮した M の (100) 表面への A 分子の平均速度は, $\sqrt{\frac{k_B T}{2\pi m}}$ で与えられる。A の圧力が P のときの M に対する A 分子の衝突流束(単位面積に衝突する単位時間当たりの分子の数) Z_A を, k_B, T, m, P を用いて表せ。
- (3) A 分子の大きさは M の原子と等しく, $T = 280 \text{ K}$, $P = 1.5 \times 10^{-6} \text{ Pa}$, $m = 6.6 \times 10^{-23} \text{ g}$ とする。以下の問いに答えよ。
 - (a) M 表面 1 cm^2 , 1 秒間当たりに衝突する A 分子の数はいくらか。
 - (b) A による M の (100) 表面の被覆率が 1 になるのに要する最短時間を概算せよ。ただし, この概算のために行った現実とは異なる仮定についても説明すること。

III. 分子 X₂, Y₂間の反応



は、次の5段階で進行するとする。



ここで、X \cdot 、Y \cdot はラジカルであり、 $k_1 \sim k_5$ は各反応の速度定数である。これ以降、濃度は [] で表すものとする。以下の問いに答えよ。

(1) 中間体 X \cdot 、Y \cdot の濃度の時間変化 $\frac{d[\text{X}\cdot]}{dt}$, $\frac{d[\text{Y}\cdot]}{dt}$ を、それぞれ式で表せ。

(2) 定常状態の近似が、X \cdot 、Y \cdot に適用できるとする。以下の問いに答えよ。

(a) [X \cdot], [Y \cdot] を、それぞれ求めよ。

(b) $\frac{d[\text{XY}]}{dt}$ を、[X \cdot], [Y \cdot] を用いない式で表せ。

(3) 反応初期における XY の生成速度は、

$$\frac{d[\text{XY}]}{dt} = k_{\text{obs}}[\text{X}_2]^{\frac{1}{2}}[\text{Y}_2]$$

と表すことができる。このときの k_{obs} を求めよ。

(4) 式①の段階における Y₂の役割について説明せよ。

(薬理学)

【No. 】 薬理学に関する I～V の設問に答えよ。

I. 全身麻酔薬に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 古典的な麻酔薬の場合、投与量と投与後の時間に応じて徐々に麻酔が深くなり、麻酔深度は、エーテル麻酔を基準として4段階に分けられている。各段階名と、それぞれの段階に特徴的な薬理作用を挙げよ。また、その薬理作用の発現に関係が深い代表的な脳領域を一つずつ挙げよ。
- (2) クロム親和性細胞腫の患者が腹部手術を受ける予定である。この患者の肺機能・腎機能は正常であるが、血圧は高く、血中カテコールアミン濃度が増加している。このような患者には麻酔薬としてハロタンの使用は避けるべきである。その理由を説明せよ。
- (3) バルビツール酸誘導体とハロタンについて、脳代謝、脳血流への作用の違いを説明せよ。また、脳外科手術に使えないのはどちらかについて、その理由とともに説明せよ。
- (4) 最小肺泡濃度(MAC)の定義を示せ。また、この値の高低が何を示すのかについて説明せよ。
- (5) 次の全身麻酔薬の作用機序及び特徴についてそれぞれ説明せよ。
 - (a) ケタミン
 - (b) プロポフォール
 - (c) レミフェンタニル

II. 利尿薬に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

「薬が利尿を起こす機序として糸球体での ㉞，尿細管での ㉟ が考えられる。
原尿は濃縮されるので，利尿薬としては ㉠ に作用する方が効果的である。」

- (1) ㉞，㉟には適切な字句を入れ，㉠には，糸球体・尿細管のうちから適切なものを選べ。
- (2) 下線部について，どの程度まで濃縮されるか示せ。
- (3) 代表的な浸透圧利尿薬の一つ挙げ，どのようなメカニズムで利尿効果をもたらすのか説明せよ。

III. 以下の用語について，知るところを述べよ。

- (1) 非臨床試験
- (2) 臨床試験
- (3) 余剰受容体

IV. アスピリンに関する以下の問いに答えよ。

- (1) アスピリンの作用機序及びアスピリンに対して薬物アレルギーが発現するメカニズムを，ロイコトリエンに着目して説明せよ。
- (2) 出血傾向が発現するメカニズムを説明せよ。

V. ドネペジルの作用機序及び特徴を説明せよ。

(食品学)

【No. 】食品学に関するⅠ，Ⅱの設問に答えよ。

Ⅰ. 食肉に関する次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

「と殺直後の家畜の筋肉は，収縮して硬直するので食肉として適さない。通常，と殺後の筋肉は一定の期間を経て食用や加工用の肉となる。

個体が死んでも細胞は一定期間生きているため ATP は消費され続け，筋肉中の ATP は，嫌氣的解糖作用によってのみ生産されるようになる。しかし，ATP は十分には供給されず，解糖系により産生された ㉗ が筋肉内に蓄積し，筋肉の pH は 5.5 程度まで低下する。このような ATP 濃度と pH の低下により筋小胞体から ㉘ イオンが漏出する。このイオンはトロポニンに結合するので，アクチンとミオシンの結合が促され，筋肉が収縮する。これが死後硬直である。

死後硬直が完了した筋肉を更に放置すると時間とともに軟化する。この現象を ㉙ という。この現象では，筋肉のタンパク質はカテプシンやカルパインなどの ㉚ によって分解されるといわれている。また，ATP も徐々に分解され，旨味成分の ㉛ が蓄積する。」

- (1) ㉗～㉛に適切な語句を入れよ。
- (2) 食肉のタンパク質を，組織中の存在位置や塩溶液への溶解性から 3 種類に分類し，それぞれ説明せよ。
- (3) 食肉の色に関する以下の問いに答えよ。
 - (a) 牛肉と豚肉で色合いが異なる理由について説明せよ。
 - (b) 食肉を空气中に放置したり，加熱すると色が変わる。このとき食肉の中で起こっていると考えられる変化について説明せよ。
- (4) 温度管理により食肉を保存する方法のうち，冷凍以外の方法を複数挙げ，それぞれの注意点について知るところを述べよ。
- (5) 魚肉は，食肉と比べて死後硬直の期間が短く，鮮度の低下が速い。また，魚肉は食肉よりもやわらかいといわれている。以下の問いに答えよ。
 - (a) 下線部の理由について説明せよ。
 - (b) 魚肉の鮮度低下を遅くするための一般的な方法を一つ挙げ，その方法が有効な理由について説明せよ。

II. 野菜類の貯蔵と加工に関する以下の問いに答えよ。

(1) 野菜類の鮮度低下を抑制する貯蔵法に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

「CA貯蔵のCAとは、の略称であり、人為的に調節したガス環境下で食品を貯蔵する方法である。野菜類のCA貯蔵では、大気の組成よりも濃度を増加させ、濃度を低下させることにより、野菜の作用を抑制して品質の低下を防ぐ。」

(a) ア～エに適切な語句を入れよ。

(b) 野菜類の品質低下を防ぐために、CA貯蔵と併用すると効果的な貯蔵条件(貯蔵方法)を二つ以上挙げ、その条件(方法)が有効な理由についてそれぞれ説明せよ。

(2) 生鮮野菜は、そのままでは長期の保存ができないが、微生物の繁殖や生育が抑制されるような加工が施されると、比較的長期の保存が可能な食品となる。以下の野菜の加工品について、加工方法とそれが長期保存を可能にする原理についてそれぞれ簡潔に説明せよ。

(a) 塩蔵品(塩漬け)

(b) 酢漬け

(c) 冷凍野菜

(d) フリーズドライ野菜

(遺伝学)

【No. 】 遺伝学に関する I, II, III の設問に答えよ。

I. 遺伝学に関する以下の語句について、それぞれ説明せよ。

- (1) 共進化
- (2) 遺伝子流動 (gene flow)
- (3) キセニア

II. ヒトの遺伝に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

「極めてまれなヒトのある形質は、常染色体上にある遺伝子の劣性突然変異によって生じる。ここで、この遺伝子に関して優性の対立遺伝子を A 、劣性の対立遺伝子を a とする。この形質をもたない両親からこの形質をもった第一子が生まれた場合、その両親の遺伝子型の組合せは と であると考えられる。また、同じ両親から生まれる第二子がこの形質をもつ理論的な確率は % である。

この形質をもたない両親からこの形質をもった子供が生まれた家系を集めて、この形質をもった子供が生まれた確率を調査する。ここで注意しなければいけないのは、ヒトでは 1 組の夫婦から生まれる子供の数が多くないために起こる確率統計上の問題の存在である。このような調査から直接的に求められた確率は、この形質をもった子供が生まれる理論的な確率よりも一般的に大きくなる。」

- (1) ⑦と⑧に適切な遺伝子型を入れよ。
- (2) ⑨に適切な数字を入れよ。
- (3) 下線部のようになる理由をデータサンプリングという観点から説明せよ。
- (4) 下線部のような議論においては統計の考え方が重要になる。その一つである χ^2 検定の一般的な実施法について、次の語句を全て用いて説明せよ。ただし、用いた語句に下線を引くこと。

[語句： 帰無仮説, 自由度, 有意差]

III. 性染色体に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

「性染色体とは、雌雄によってその数に違いがみられる染色体で、性の決定に関係している染色体を指す。XY型ではX染色体とY染色体が相当し、一般に雌がXX、雄がXYの構成になっている。㉗X染色体は性の分化とは関係のない多くの遺伝子をもっているが、大部分の生物のY染色体には、雄の決定に関係するもの以外には遺伝子はほとんどみられない。

XY型の性決定をする哺乳類では、有袋類を除き、㉘任意に選択された1本のX染色体を除くX染色体が遺伝的に不活性化される。ある特定の体細胞で不活性化したX染色体は、その子孫細胞の全てで不活性化状態が維持される。」

- (1) 下線部㉗で示した、性染色体上にある遺伝子による遺伝様式を何と呼ぶか。また、この遺伝様式に従うヒトの遺伝病を挙げよ。
- (2) X染色体上にある遺伝子の変異を原因とする遺伝病をもつ男性がいる。この男性が、同遺伝子が全て野生型である女性との間に子をもうけた場合、同病は子にどのように遺伝するか。同病が優性形質である場合と劣性形質である場合に分けて説明せよ。
- (3) 下線部㉘の遺伝学的な意義について説明せよ。
- (4) ネコのX染色体上にある毛色の対立遺伝子Oとoについて、Oは毛色をオレンジ色に、oは毛色を黒色にし、Oはoに対して優性である。オレンジ色のパッチと黒色のパッチをもつさび色のネコは、一般に雌である。このような、さび色の雌が生まれる親の組合せについて説明せよ。また、さび色の雄が生まれた場合、どのような遺伝的背景をもつ可能性が高いかについて説明せよ。