

3枚のうち1

受験番号 MC-

次の1. 無機分析化学、2. 物理化学および3. 生物化学の3問の中から2問を選び、それぞれ所定の答案用紙を使用して解答せよ。解答しない問題の答案用紙には、問題番号に×を記すこと。解答を書ききれない場合は、答案用紙の裏面を使用してよいが、その場合は「裏に続く」と明示せよ。なお、必要に応じて下書用紙を使用してよいが、採点対象にはならない。

1. 無機分析化学

以下の問い〔1〕～〔4〕に答えよ。

〔1〕以下の問いに、150字程度で答えよ。

- (1) 周期表における第2、第3周期の元素には、斜めの類似または対角関係と呼ばれる関係がある。斜めの類似が生じている理由を述べよ。
- (2) 遷移元素が全て金属元素である理由を述べよ。
- (3) 炭素の融点がケイ素の融点より高い理由を述べよ。

〔2〕Cu、S、Oからなるモル質量159の化合物は、39.62 wt%のCuと20.13 wt%のSを含むことがわかった。この化合物の分子式を求めよ。原子量はCu=63、S=32、O=16とする。答えを導く過程を、式などを用いて説明せよ。

〔3〕質量分析計では、イオンはどのような機構によって分離されるか説明せよ(100字程度)。

〔4〕実験で生じた複数の試料溶液に対して、紫外・可視吸光光度法を用いて水溶液中の目的物質aを既知の λ_{\max} (吸光度の極大を与える波長)の吸収により定量しようとしたところ、得られた吸光度の値はすべて2から3までの範囲であった。これらの結果はaの定量に不適切である理由を述べよ。また、適切に定量するために必要な実験上の工夫を述べよ(150字程度)。

3枚のうち2

受験番号 MC-

2. 物理化学

次の文章を読んで問〔1〕～〔4〕に答えよ。

純物質の液体を Δp だけ加圧したとき、その飽和蒸気圧は

$$p = p^* \cdot \exp[V_m(l) \Delta p / (RT)] \quad \cdots \text{式 A}$$

に従うことが知られている。ここで、 p^* は無加圧時の純物質液体の蒸気圧、 V_m はモル体積、 R は気体定数、 T は絶対温度を表す。また、液体を(l)、気体を(g)で表す。 $\text{H}_2\text{O}(l)$ の密度 $1.00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ および表面張力 $\gamma = 72.75 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ は温度によらず一定とする。 H_2O の分子量は 18.0 とし、 $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^2 \text{ kPa}$ における飽和水蒸気圧は 3.17 kPa である。

van der Waals 状態方程式 $p = RT/(V_m(g) - b) - a/V_m(g)^2$ に対して、 H_2O の van der Waals パラメータは $a = 5.54 \times 10^{-4} \text{ kPa}\cdot\text{m}^6\cdot\text{mol}^{-2}$ 、 $b = 3.05 \times 10^{-5} \text{ m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ である。

〔1〕 純物質を等温で dp だけ加圧したとき、その化学ポテンシャル変化 $d\mu$ を dp を用いて表せ。

〔2〕 〔1〕で求めた式、および、平衡状態において液相と気相の化学ポテンシャルの変化量が等しいことを用いて、式 A を導け。ただし、気体は完全気体として扱うことができるとする。

〔3〕 液体の中に半径 r の気泡が発生したとき、気泡内部の圧力は、外部の圧力よりも $2\gamma/r$ だけ大きくなることが知られている。 1.00 bar 、 $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ の純水 ($\text{H}_2\text{O}(l)$) 中において $r = 10 \text{ nm}$ の気泡が発生したとき、気泡内部の飽和水蒸気圧[kPa] を求めよ。答えを導く過程も記述すること。

〔4〕 気体の圧力は、分子の個数密度 N と分子の平均速度 $\langle v \rangle$ の積に比例することが知られている。 H_2O が van der Waals 状態方程式に従うとき、温度 $T = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_m(g) = 1.00 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ における H_2O 分子の平均速度は、同じ T 、 $V_m(g)$ の状態にある完全気体 (理想気体) に比べて何%速い、もしくは遅いかを答えよ。答えを導く過程も記述すること。また、この結果は分子サイズ、分子間力の観点からどのように解釈されるか。根拠と共に答えよ。

3枚のうち3

受験番号 MC-

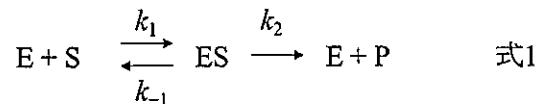
3. 生物化学

以下の問〔1〕および〔2〕に答えよ。

〔1〕タンパク質および酵素に関する以下の問(1)および(2)に答えなさい。

(1) タンパク質の一次、二次、三次および四次構造とは何か、それぞれ30字以内で説明しなさい。

(2) 酵素Eと基質Sとの結合により、酵素-基質複合体ESを経由して、生成物Pが生成する酵素反応(式1)において、ミカエリス・メンテンの式(式2)を導出しなさい。なお、 k_1 は基質と酵素の結合速度定数 [$\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$]、 k_{-1} は酵素-基質複合体の解離速度定数 [s^{-1}]、 k_2 は生成物の生成速度定数 [s^{-1}]である。 V は生成物Pの生成初速度 [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$]、 $[\text{S}]$ は基質濃度 [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$]、 V_{max} は最大反応速度 [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$]、 K_m はミカエリス定数 [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$]である。



$$V = \frac{V_{\text{max}}[\text{S}]}{K_m + [\text{S}]} \quad \text{式2}$$

〔2〕遺伝情報に関する以下の問(1)～(4)に答えなさい。

(1) ゲノムとは何か、10字以内で説明しなさい。

(2) 次の文章の(ア)～(エ)に入る語句を答えなさい。

原核細胞のDNAは、一般的に(ア)状の二本鎖である。一方、真核細胞では、DNAは(イ)状の二本鎖であり、(ウ)の中で(エ)として存在している。

(3) DNAからタンパク質合成に関わるmRNA、tRNAおよびリボソームの役割を、それぞれ30字以内で説明しなさい。なお、リボソームの役割の説明文には「mRNA」および「tRNA」の語句を含むこと。

(4) DNA1分子を、電気泳動で検出できる量まで増幅するためのPCRのサイクル数 n を求める式を導出しなさい。DNAの分子量は m [$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$]、電気泳動の検出限界を b [g]、アボガドロ数を N [mol^{-1}]としなさい。なお、もともとのDNAの塩基配列長とPCRで増幅される塩基配列長は同一であるとする。