

化学

1. 次の問題に答えよ。

(1) 原子番号 22 のチタンの中性原子について、以下の問いに答えよ。

- (a) M 殻の電子数 (b) N 殻の電子数 (c) s 軌道電子の総数 (d) p 軌道電子の総数
(e) d 軌道電子の総数

(2) クエン酸サイクルの中間体であるフマル酸は、重量百分率組成で、C : 41.4%、H : 3.4%、O : 55.2% から成る化合物で、分子量が 116 である。この化合物の実験式と分子式を求めよ。計算の過程も記せ。ただし、原子量は、H : 1.0、C : 12.0、O : 16.0 とする。

(3) 次の分子の構造式を書き、分子中のすべての結合について極性か無極性か答えよ。また分子そのものは極性か無極性か答えよ。ただし、電気陰性度は、H : 2.1、C : 2.5、Cl : 3.0 とする。

(解答例 A-B の結合 : 極性、分子 : 無極性)

- (a) C_2H_4 (b) CCl_4

2. 次の問題に答えよ。なお、 $^{\circ}C$ 、atm、 l の単位と国際単位系との関係は、それぞれ $t(^{\circ}C) = T(K) - 273.15$ 、 $1.00 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$ である。気体定数は $0.082 \text{ l} \cdot \text{atm} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とせよ (国際単位系では $8.31 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ である)。ただし、原子量は、H : 1.0、C : 12.0、O : 16.0 を用いよ。

(1) プロパン (C_3H_8) を完全燃焼したところ、水と炭酸ガスが生成した。この反応式を示せ。

(2) プロパン 1.0 g を完全燃焼させた。必要な酸素の g 数を求めよ。併せて生成する炭酸ガスと水の g 数もそれぞれ示せ。

(3) 炭酸ガスの固体はドライアイスである。ドライアイスは大気圧下の室温で直接気体となる。この現象を何というか答えよ。

(4) 生成した水を $25^{\circ}C$ においてすべて回収し、大気圧下で、この水を $100^{\circ}C$ ですべて蒸発させた。この水蒸気の体積は、水の体積に比べて何倍になるか求めよ。計算の過程も記せ。なお $25^{\circ}C$ での水の密度は 1.0 g/cm^3 とせよ。

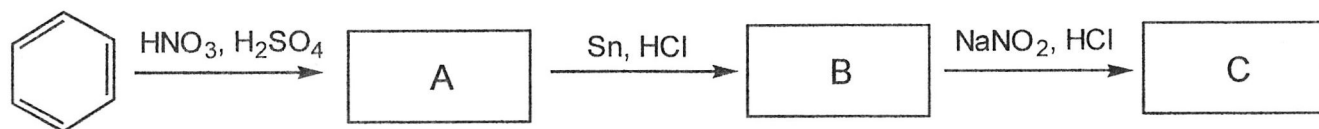
3. 次の問題に答えよ。

(1) 化合物 (a) ~ (d) の名称を書きなさい。

- (a) $HC \equiv CH$ (b) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2-OH$ (c) $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$ (d) $CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3$

(2) 分子式が C_3H_9N で表される第一級アミン、第二級アミン、第三級アミンの構造式をそれぞれ 1 個書きなさい。

(3) 次の反応式において生成するベンゼン誘導体 \boxed{A} ~ \boxed{C} の構造式を書きなさい。



(4) ブタン、2-メチルプロパン (イソブタン)、ペンタンについて、沸点の高い順に構造式を並べ、その理由を説明しなさい。

生化学 I

1. 次の文章の空欄 (①) - (⑳) に入る適切な語句を、解答用紙に番号 (①~⑳) と共に記せ。

- (1) DNA の二重らせんの塩基相補対は (①) 塩基と (②) 塩基で成立する。
- (2) アミノ酸の中で唯一、不斉炭素原子を持たないアミノ酸は (③) である。
- (3) Ala、Gly、His、Lys、Val 各 1 残基を含むペプタペプチドは (④) 種類ありうる。
- (4) 1 mM の(a)Gln-Leu-Glu-Phe-Thr-Tyr-Val および(b)Trp-Asp-Phe-Gly-Tyr-Trp-Ala の 2 種類のペプチド溶液のうち、280 nm でより大きな吸光度を示すものは (⑤) である。
- (5) タンパク質の規則的二次構造には (⑥) と (⑦) がある。
- (6) 高分子を抗原とする抗体は、通常、抗原と混ぜると抗原抗体複合体を形成し沈殿するが、小さな分子に対して作成した抗体を、その抗体と混ぜても沈殿しない。これは小分子の抗原は通常 (⑧) を 1 個持つだけで、同時に 2 分子の抗体と結合できないためである。
- (7) 生物界に存在する単糖類の光学異性体は、ほとんど (⑨) 型である。
- (8) グルコースのアルデヒド基は C-(⑩) の水酸基と反応して、ヘミアセタールをつくり 6 員環となる。
- (9) 還元糖の水溶液にフェーリング液を加えると、(⑪) の赤色沈殿を生じる。
- (10) 糖タンパク質において、糖が結合しうるアミノ酸残基には (⑫) 残基やスレオニン残基 (O 型結合) と (⑬) 残基 (N 型結合) がある。
- (11) トリアシルグリセロール (トリグリセリド) は主要な (⑭) 物質であり、グリセロリン脂質 (ホスホグリセリド) は (⑮) の主要な成分である。
- (12) 飽和脂肪酸は、炭素数が増えると融点は (⑯) くなり、また、同じ炭素数の不飽和脂肪酸に比べて融点が (⑰) い。
- (13) 生体触媒には (⑱) からなる酵素と、(⑲) からなるリボザイムがある。
- (14) 酵素反応において Michaelis 定数 (Km 値) が大きいほど酵素の基質に対する親和性は (⑳) い。

2. 次の酸 (弱酸) の解離反応式をもとに pKa の意味を説明する文章を完成させる語句を解答用紙に番号と共に記せ。



平衡定数 K は、
$$K = [\text{ ① }] \times [\text{ ② }] / [\text{ ③ }] \times [\text{ ④ }] \quad (2)$$

ここで、[H₂O]は溶質の濃度に対して大過剰なので一定と考え、左辺を定数とすると(2)式は以下のようになり、

$$K \times [\text{ ⑤ }] = [\text{ ⑥ }] \times [\text{ ⑦ }] / [\text{ ⑧ }] \quad (3)$$

さらに、左辺を酸解離定数 Ka として(3)式の両辺の常用対数をとって-をかけると、

$$-\log K_a = -\log [\text{ ⑥ }] - \log [\text{ ⑦ }] / [\text{ ⑧ }] \quad (4)$$

となる。-logKa を pKa とし、-log[H₃O⁺]は pH であることから、[HA] = [A⁻]の時、

$$\text{pKa} = [\text{ ⑨ }]$$

となる。即ち、酸の [⑩] が解離した時の溶液の pH がその酸の pKa の値である。

3. 筋肉におけるグルコースの異化代謝は、安静時や軽い有酸素運動をしている場合 (好気条件) と短・中距離走のように酸素の供給が十分でない場合 (嫌気条件) とで異なる。好気条件と嫌気条件におけるグルコースの異化代謝の概略を示し、何が異なるかを説明せよ。

生命情報科学

生命情報科学は以下の1または2のいずれかを選択すること。

1. 生命情報科学 A (進研究室)

以下の問題の中から2問を選択して答えよ。

1. MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌) 感染症の第1選択薬として用いられる抗生物質は何か。また、この抗生物質の抗菌作用の機序を簡潔に記せ。
2. ヒトの胃壁の構造について簡潔に記せ。
3. 細胞膜の構造に関する「流動モザイクモデル」について、模式図を描き、簡潔に説明せよ。

2. 生命情報科学 B (武谷研究室)

DNA 塩基配列の決定法のうち、サンガー法の概要を説明せよ。

医用生体工学

1. 血液脳関門について述べよ。
2. 肺がんの原因および治療について述べよ。
3. 経口投与による薬物血中濃度について説明せよ。
4. 薬剤耐性について説明せよ。
5. 薬物の体内動態について述べよ。

細胞工学

- I. ある細菌を、グルコースを単一炭素源とする培地で細胞濃度を 10(g/L)に調整して、好気的および嫌氣的に培養した。対数増殖 2 時間後の菌体、生産物やグルコースの培養液 1 L 当たりの生成量、消費量は以下ようになった。以下の質問に答えよ。

	菌体増殖量 ΔX (g)	基質(グルコース)消費量 ΔS (mol)	生産物(酢酸)生成量 ΔP (mol)
嫌気培養	2.5	0.15	0.11
好気培養	4.5	0.055	0

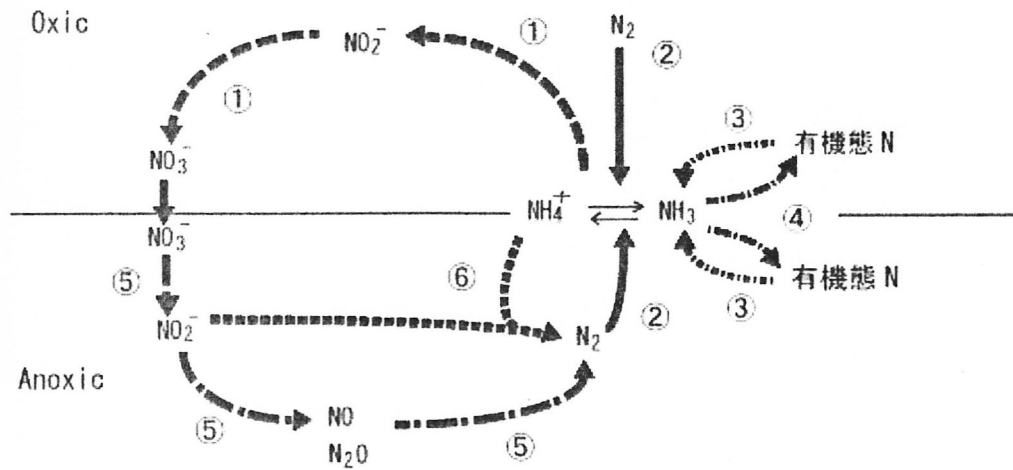
1. 嫌気培養、好気培養のそれぞれで、基質消費量当たりの菌体収率 $Y_{X/S}$ を消費基質 g 当たりで求めなさい。
2. 嫌気培養での生産物収率 $Y_{P/S}$ を消費基質 mol 当たり生産量 mol と、消費基質 g 当たり生産量 g の両方で求めなさい。
3. この細菌の菌体濃度 X (g/L)は比増殖速度を μ として、次の微分方程式に従う。
$$dX/dt = \mu X \quad (\mu \text{は一定とする})$$
これを初期条件 ($t=0$ で $X=X_0$) の下で解き、時刻 t_1 における菌体濃度 X_1 を求めなさい。
4. この関係を使って、上のデータから好気培養における μ を求めなさい。必要なら $\ln(1.45)=0.37, \ln(4.5)=1.5$ を使って良い。

II. 次の質問に簡単に答えなさい。

1. ケモスタットにおけるウォッシュアウトについて説明せよ。
2. Monod 式の特徴と Lineweaver-Burk プロットによるパラメータ推定について説明せよ。

生命環境科学

1. 図は oxic と anoxic の条件での地球の窒素循環について簡単に描いたものである。図中の①～⑥の各過程は何と呼ばれているか、それぞれについて記せ。



2. 微生物生態系の分析のため、16S rRNA 遺伝子を調べることが多い。この時に利用する技術の一つに PCR 法がある。PCR 法について分かり易く説明せよ。