

化学

1. 次の問題に答えよ。

(1) 原子番号 28 のニッケル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) 高血圧の治療に用いられるスフェロフィシンは、重量百分率組成で、C : 60.56%、H : 11.18%、N : 28.26% から成る化合物で、分子量が 198 である。この化合物の分子式を求めよ。計算の過程も記せ。ただし、原子量は、C : 12.0、H : 1.0、N : 14.0 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。また分子そのものについても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_2 (b) $CHCl_3$

2. 一酸化窒素 (気体) と酸素 (気体) が反応すると二酸化窒素 (気体) が生成する。この反応は可逆的であり、最終的には平衡状態に達する。この反応に関して次の問題に答えよ。なお、 $^{\circ}C$ 、atm、cal、 ℓ の単位と国際単位系との関係は、それぞれ $t(^{\circ}C) = T(K) - 273.15$ 、 $1.00 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$ 、 $1 \ell = 10^{-3} \text{ m}^3$ である。気体定数は $0.082 \ell \cdot \text{atm} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とせよ (国際単位系では $8.31 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ である)。

(1) 平衡反応式を示せ。

(2) この反応は発熱反応を示す。平衡状態において、反応温度を下げると、(1) 式の平衡はどちらの方向に移動するか答えよ。

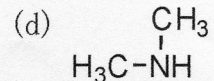
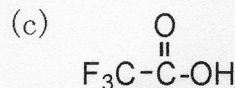
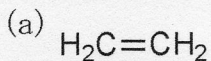
(3) ある条件で反応を開始させたところ以下の平衡濃度が観察された。平衡定数 K_{eq} の値を求めよ。

$$[NO] = 0.40 \text{ mol}/\ell, [O_2] = 4.6 \text{ mol}/\ell, [NO_2] = 5.0 \text{ mol}/\ell$$

(4) ある条件において平衡状態に達した時の NO_2 の体積は、 $40.0^{\circ}C$ 、 1.00 atm において 300 ml であった。 NO_2 の質量をグラム数で答えよ。なお元素の原子量は N : 14.0、O : 16.0 を用いよ。

3. 次の問題に答えよ。

(1) 化合物 (a) ~ (d) の名称を書きなさい。



(2) 分子式が C_3H_8O で表されるアルコール 2 個とエーテル 1 個の異性体の構造式を書きなさい。また、分子式が $C_3H_6O_2$ で表されるカルボン酸 1 個とエステル 1 個の異性体の構造式を書きなさい。

(3) メタノール、フェノール、2-メチル-2-プロパノールを酸性の高い順に並べ、その理由を説明しなさい。

生化学 I

1. 次の文章の空欄 (A) ~ (O) に適切な語句、または化学構造式を記入せよ

- (1) 2級アミノ基を有するアミノ酸は (A) である。
- (2) 鎖状グルコースの (B) 位の水酸基と1位の (C) 基がヘミアセタール結合して、環状グルコースになる。
- (3) トリペプチド Tyr-Ser-Asn の化学構造式は (D) である。そのN末端アミノ酸は (E) であり、またC末端アミノ酸は (F) である。
- (4) タンパク質が示す280 nmでの紫外線吸収に寄与しているアミノ酸は、フェニルアラニン、(G)、および (H) である。
- (5) DNAの二重らせんの塩基相補対はピリミジン塩基と (I) 塩基で成立する。
- (6) リジン、ヒスチジン、およびアルギニンは塩基性アミノ酸であり、生理的pHでは (J) の電荷をもつ。
- (7) 核酸は生理的pHでは (K) の電荷をもつ。
- (8) ホスホリパーゼA₂はリン脂質のC2につく (L) 残基を加水分解してリゾリン脂質を生じる。
- (9) α-グルコースの (M) はβ-グルコースである。
- (10) (N) 糖の水溶液にフェーリング液を加えると、Cu₂Oの赤色沈澱を生じる。
- (11) アミロースは数千の (O) 残基がα-(1-4)結合で結びついた鎖状ポリマーである。

2. 以下の問いに答えよ。

- (1) 精子核で見出されるヒストンスーパーファミリー生体分子の名前を記せ。
- (2) RNAポリメラーゼIIIによって集中的にrRNAの転写が行われている核内構造体の名前を記せ。
- (3) 核膜にある、RNAや様々な物質のやり取りを制御している特殊なタンパク質複合体構造の名前を記せ
- (4) タンパク質を生合成する細胞内構造体の名前を記せ。
- (5) オタマジャクシの変態時、尾の細胞の消化に働く酵素群が局在する細胞小器官の名前を記せ。
- (6) 生合成直後のタンパク質が、ゴルジ体へ行ってリン酸化や糖鎖付加などの翻訳後修飾や区分けを受けるために必要な構造因子は何か。
- (7) コルヒチンが細胞周期を止めるために、その集合を阻害する細胞骨格の代表的なタンパク質の名前を記せ。
- (8) ユビキチン化によって標的となったタンパク質が分解される細胞内構造体の名前を記せ。
- (9) TCAサイクル、脂肪酸酸化などに加えてミトコンドリアの主要な役割は何か。
- (10) 植物細胞において貯蔵を主な役割とする細胞小器官の名前を記せ。

3. 以下の問いに答えよ。

1958年、クリックにより提唱された「分子生物学のセントラルドグマ」とは何か、述べよ。また、1970年、テミンとバルチモアによる発見で「例外」が示されたが、何を発見し、どのような例外が示されたのか、述べよ。

医用生体工学

1. 薬理作用の1次作用と2次作用について述べよ。
2. 血液脳関門を通過しやすい物質と通過しにくい物質について例を述べよ。
3. 「対症療法」と「原因療法」について述べよ。
4. 薬物の半減期について述べよ。
5. 薬物の体内動態について説明せよ。

生命環境科学

以下の3問から1問だけを選択し、それについて答えよ。

1. 有機物を利用して生育する従属栄養微生物は、酸化還元電位の高い電子受容体の酸素が枯渇するにつれて、より電位の低い電子受容体を利用する様々な嫌気性呼吸が知られている。この嫌気性呼吸の種類をできるだけ多く記せ。また、それぞれの電子受容体（無機化合物）についても書け。
2. 生態系の微生物生物群集を調べるために分子生物学的方法が使われる。このなかで、リボソームRNA 遺伝子をターゲットにし、PCR を利用するいくつかの方法がある。これらについて説明せよ。
3. 地球の生物圏の窒素の循環は生物にとって、非常に重要なものである。この窒素の生物地球化学的循環について、それに関与する生物に着目し説明せよ。