



[令和 7 年度入学試験問題：後期]

化 学

(90 分)

人 間 文 化 学 部

生活栄養学科

注 意 事 項

1. 解答開始の合図があるまで、この問題冊子および解答用紙の中を見てはいけません。また、解答開始の合図があるまで、筆記用具を使用してはいけません。
2. 問題は 2 題で、7 ページあります。
3. 解答開始後、2 枚の解答用紙の所定欄に受験番号、氏名をはっきり記入しなさい。
4. 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に書きなさい。解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがあります。
5. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。解答用紙を持ち帰ってははいけません。

問題 I

次の文章を読んで、問1～問7に答えよ。必要であれば、原子量として $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ を用いよ。気体はすべて理想気体とする。解答の数値は有効数字2桁で示せ。解答の構造式は図1の例にならって記せ。

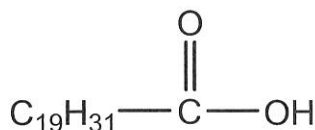


図1 構造式の例

油脂は我々の生活に身近な食品成分であり、主要なエネルギー源となるほか、廃食用油などの油脂を有効利用してインク原料やバイオディーゼル燃料がつくられている。この他、油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加え、加熱してできる化合物は ア と呼ばれる。 ア を使用する上での注意点として、硬水中で使用する(a)と洗浄力が低下することや、一般に羊毛製品の洗濯には推奨されていないことなどが挙げられる。

ヒトの代謝において、炭水化物や脂質などの栄養素は主要なエネルギー源となる。これら栄養素の利用状況を評価するために呼吸商(S)が用いられている。炭水化物や脂質を燃焼させたときのSは酸素 O_2 消費量に対する二酸化炭素 CO_2 発生量の物質量の比($S = \frac{\text{CO}_2 \text{ の物質量 }^{(b)}}{\text{O}_2 \text{ の物質量}}$)で表され、炭水化物と脂質ではSが異なる。グルコース1 mol の燃焼に対して6 mol の酸素 O_2 が消費され、6 mol の二酸化炭素 CO_2 が発生し、Sは1.0となる。油脂は3分子の高級脂肪酸に1分子のグリセリン(1, 2, 3-プロパントリオール)がエステル結合した化合物(トリグリセリド)である。高級脂肪酸がオレイン酸 $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ のみで構成されている油脂が完全燃焼したときの化学反応式^(d)は イ で表され、Sは ウ となる。Sを用いることにより、エネルギー代謝の状況を評価することができる。

問 1 ア にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)の理由について、下の語句をすべて用いて説明せよ。

タンパク質

加水分解

弱塩基性

問 3 下線部(b)について、酸素 O_2 は、 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、水 1.00 L に $1.30 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 溶ける。 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気が水と接しているとき、 1.00 L の水に溶けている酸素 O_2 の質量[g]を求めよ。導出過程も記せ。ただし、空気中の酸素 O_2 の体積百分率は 20.0% とする。

問 4 下線部(c)について、さまざまな温度や圧力における二酸化炭素 CO_2 の状態を表した状態図を図 2 に示している。この図を参考にして、圧力の増加とともに二酸化炭素 CO_2 の沸点はどのように変化するか、適切なものを(あ)~(う)から一つ選び、記号で記せ。また、その理由について、沸点と蒸気圧の関係を含めて記せ。

(あ) 下降する

(い) 上昇する

(う) 変わらない

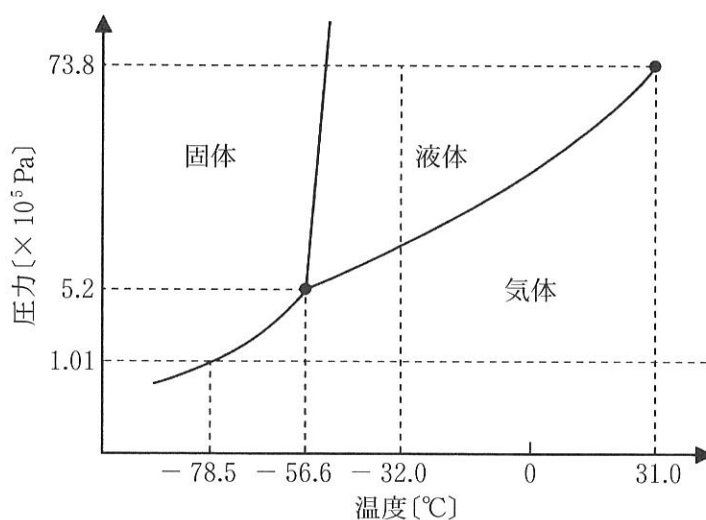


図 2 二酸化炭素 CO_2 の状態図

問 5 下線部(d)の油脂の構造式を記せ。

問 6

イ

 に適切な化学反応式を,

ウ

 に適切な数値を記せ。

問 7 次の文章を読んで、以下の i)～iii)に答えよ。なお、トリグリセリドを構成する脂肪酸は、オレイン酸のみとする。

以下の操作 1～3 を行うことによって、血液中のトリグリセリドの濃度を測定することができる。この測定方法ではトリグリセリドの加水分解からはじまる一連の化学反応を利用し、最終的に NADH という化合物の減少量を測定する。この NADH は、反応が進むにつれて減少する。反応溶液中の 1.00 mol のトリグリセリドがすべて反応すると、1.00 mol の NADH の減少が観察される。なお、反応に必要な酵素、基質、NADH はじゅうぶんにあるものとする。試料溶液にはトリグリセリド以外に NADH 量に影響する物質は含まれていないものとする。

操作 1 複数の酵素、基質、NADH が一定量入った試験管に試料溶液を加え、じゅうぶんに混ぜ合わせる。

操作 2 試験管を 37℃ で 30 分間置き、反応を完全に終了させる。

操作 3 試験管内の NADH の減少量を測定する。

i) 酵素は触媒の一つである。触媒に関する記述について、適切なものを(か)~(こ)からすべて選び、記号で記せ。

(か) 触媒は反応熱を小さくする。

(き) 触媒が固体のとき、固体の粒が細かいほど反応速度は大きくなる。

(く) 触媒は反応物と必ず均一に混じりあう。

(け) 触媒は活性化エネルギーの値を小さくする。

(こ) 反応前と比べ、反応後の触媒の物質量は少なくなる。

ii) 9.73×10^{-2} mg のトリグリセリドを含む試料溶液を操作 1 で加え、操作 2 と操作 3 を行ったところ、反応終了後の NADH の物質量は 3.90×10^{-4} mmol であった。操作 1 で扱った反応前の NADH の物質量 [mmol] を求めよ。導出過程も記せ。

iii) ii) で使ったトリグリセリドの代わりに、ある血液 0.100 mL を含む試料溶液を操作 1 で加え、操作 2 と操作 3 を行ったところ、反応終了後の NADH の物質量は 4.00×10^{-4} mmol であった。血液中のトリグリセリド濃度 [mg/mL] を求めよ。導出過程も記せ。

問題 II

次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。必要であれば、原子量として $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Ca = 40.0$, $Zn = 65.4$ を、気体定数として $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いよ。気体はすべて理想気体とし、標準状態における 1.00 mol の気体の体積を 22.4 L とする。解答の数値は有効数字2桁で示せ。

食品に含まれている栄養素のうち、微量栄養素であるミネラルは炭素、水素、酸素、窒素以外の必須の元素であり、生体成分の構成やさまざまな生体機能の調整に重要となる。ナトリウムは体内で水分量の調整や pH の維持に関与しており、主に調味料から塩化ナトリウムとして摂取される。カルシウムは生体内で最も多い無機物質であり、骨や歯の形成だけでなく筋肉の収縮や神経の伝達においても、重要な役割を果たしている。亜鉛は細胞の増殖や成長に関与し、亜鉛の欠乏は味覚障害を引き起こす。

同じく微量栄養素であるビタミンは人体の機能を正常に保つために必要な有機化合物であり、多様な生理作用を示す。水溶性ビタミンであるビタミンCは分子式 $C_6H_8O_6$ で表され、その化合物名をアスコルビン酸という。アスコルビン酸は強い還元作用をもっており、生体内の抗酸化作用に関与している。アスコルビン酸は酸化されると、1分子につき水素原子2個を失い、デヒドロアスコルビン酸となる。

問1 下線部(a)について、以下の i), ii) に答えよ。

i) 塩化ナトリウムや塩化水素のように水に溶けたときに電離する物質の総称を答えよ。

ii) 塩化ナトリウムの飽和水溶液に塩化水素を通じると塩化ナトリウムが析出する。このとき、塩化水素を通じることで塩化ナトリウムが析出する理由について、下記の語をすべて用いて説明せよ。

電離

Cl^-

平衡

問 2 下線部(b)について、以下の i), ii) に答えよ。

i) 水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、白色の沈殿を生じ
①
る。さらに、二酸化炭素を過剰に通じるとこの沈殿が溶解し、再び透明な水溶
②
液となる。 下線部①、②の現象を化学反応式でそれぞれ記せ。

ii) 27℃, 大気圧 1.013×10^5 Pa において、ある濃度の水酸化カルシウム水溶液 0.500 L に二酸化炭素を通じると沈殿が生じ、さらに二酸化炭素を過剰に通じると沈殿がすべて溶解した。この沈殿の生成と溶解に使われた二酸化炭素の量を測定したところ、標準状態に換算して 0.672 L であった。二酸化炭素を通じる前の水酸化カルシウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求めよ。導出過程も記せ。

問 3 下線部(c)について、以下の i), ii) に答えよ。

i) 単体の亜鉛と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、水素と錯塩であるテトラヒドロキシド亜鉛(II)酸ナトリウムを生じる。この現象を化学反応式で記せ。

ii) 単体の亜鉛を水酸化ナトリウム水溶液に溶かしたところ、27℃, 1.03×10^5 Pa において 0.500 L の水素が得られた。このとき、水酸化ナトリウム水溶液に溶けた亜鉛の質量 [g] を求めよ。導出過程も記せ。ただし、生じた水素は水上置換で捕集し、27℃での水の水蒸気圧を 3.00×10^3 Pa とする。また、生じた水素は完全に捕集され、水素の水への溶解は無視できるものとする。

問 4 食品中のビタミンの量を測定するとき、希硫酸を用いて抽出することが多い。希硫酸を調製する方法として、適切ではない方法を以下の(ア)、(イ)から一つ選び、記号で記せ。また、その方法が適切ではない理由を記せ。

(ア) 水に濃硫酸を少量ずつ加える。

(イ) 濃硫酸に水を少量ずつ加える。

問 5 下線部(d)について、次の文章を読んで以下の i)～iii)に答えよ。

食品中のアスコルビン酸の量を決定する方法の一つに、デンプンとヨウ素 I_2 を含む青紫色の水溶液にアスコルビン酸を含む試料溶液を加え、ヨウ素 I_2 が反応して水溶液が無色となったところを終点とする酸化還元滴定がある。

ある食品 10.0 g を水に懸濁して均一な溶液にしたのちに、水を加えて正確に 100 mL に調製し、これを試料溶液とした。^③ 2.00×10^{-4} mol/L のヨウ素 I_2 を含む水溶液 5.00 mL にこの試料溶液を加えたところ、10.0 mL を加えたところで酸化還元滴定の終点となった。

i) この酸化還元滴定に関わる酸化還元反応において、酸化剤のはたらきを示す物質の化学反応について、電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。

ii) 下線部③の操作を行うために必要な実験器具として、最も適切なものを以下の(あ)～(お)から一つ選び、記号で記せ。また、その実験器具の内部が水でぬれていた場合、そのまま使用すると試料溶液の調製に影響するかどうか、解答欄の記述のうち、正しいものを○で囲んで記せ。そのように考えた理由も記せ。

- (あ) 100 mL ホールピペット
- (い) 100 mL コニカルビーカー
- (う) 100 mL ビュレット
- (え) 100 mL メスフラスコ
- (お) 100 mL 三角フラスコ

iii) この食品 100 g に含まれるアスコルビン酸の質量[mg]を求めよ。導出過程も記せ。ただし、食品中のアスコルビン酸はすべて試料溶液中に抽出されたものとする。また、酸化還元反応において、アスコルビン酸はヨウ素 I_2 と過不足なく反応し、アスコルビン酸以外にヨウ素 I_2 と反応する物質は含まれていないものとする。