化　　学

（制限時間：理科2科目90分［化学目安 45分］／マークシート選択方式・全3大問）

【解答上の注意】 1. 必要があれば次の値を用いること。原子量：H = 1.0，C = 12，N = 14，O = 16，Na = 23，P = 31，S = 32。ファラデー定数：9.65×10^4 C/mol。
2. 解答枠 **R1** ～ **R12** に入る最も適切なものを選択肢から選びなさい（問1のみ複数選択）。解答・解説はWebページの「そっくり類題セット」欄で確認できます。

1　リンとその化合物およびリン酸緩衝液に関する次の問い（問1，2）に答えよ。

問1　リン鉱石（主成分 $Ca_3(PO_4)_2$）にケイ砂 SiO_2 とコークス C を混合して電気炉で強熱すると，黄リン（白リン）P_4，ケイ酸カルシウム $CaSiO_3$，および一酸化炭素 CO が得られる。黄リンに関する記述として**正しいもの**を，次の①～⑤のうちから**すべて選び，一緒にマークせよ**。　**R1**

① 正四面体構造をもつ四原子分子 P_4 として存在する。

② 25 ℃，1.013×10^5 Pa において空気中で自然発火するため，水中に保存する。

③ 猛毒であり，皮膚に触れるとやけどなどの傷害を起こす。

④ 酸素を遮断して約 250 ℃ で加熱すると，同素体である赤リンを生じる。

⑤ 二硫化炭素 CS_2 にはまったく溶けない。

問2　リン酸二水素イオン $H_2PO_4^-$ とリン酸水素イオン HPO_4^{2-} の間には次の電離平衡が成り立つ。

$$H_2PO_4^- \rightleftarrows HPO_4^{2-} + H^+ \quad （電離定数\ K_a = 6.2 \times 10^{-8}\ mol/L）$$

25 ℃ で，0.50 mol/L の NaH_2PO_4 水溶液 500 mL に **R2** g の Na_2HPO_4 を加えて溶かし，さらに水を加えて全量を 1.0 L とした pH 7.0 の緩衝液をつくった。**R2** に入る数値として最も近いものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① 4.4　② 8.8　③ 11　④ 16　⑤ 22　⑥ 31

2　リン酸形燃料電池と水素の供給に関する次の問い（問1，2）に答えよ。

リン酸形燃料電池（電解質：H_3PO_4 水溶液）では，白金触媒をつけた多孔質の正極に酸素 O_2，負極に水素 H_2 を供給して発電を行う。ただし，エネルギー変換の効率は 100 % であるものとする。

問1　十分な量の H_2 と O_2 を供給し，この燃料電池を 9.65 A の一定電流で 2.0 時間（7200 秒）稼働させた。生成した H_2O の質量 [g] として最も適切な数値を，次の①～⑥のうちから1つ選べ。　**R3** g

① 1.8　② 3.2　③ 3.6　④ 6.5　⑤ 7.2　⑥ 13

問2　メタン CH_4 と水蒸気を反応させると H_2 と二酸化炭素 CO_2 が生成する。この反応により，0 ℃，1.013×10^5 Pa で 2.24 L の CH_4 を完全に反応させて H_2 を得た。反応によって得られたすべての H_2 を燃料電池に供給し，両電極で過不足なく反応させたときに放出されるエネルギー [kJ] として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし，1 mol の H_2 が完全燃焼し，液体の H_2O が生成するときに放出されるエネルギーを 286 kJ/mol とする。　**R4** kJ

① 28.6　② 57.2　③ 85.8　④ 114　⑤ 143　⑥ 229

【計算メモ欄（大問1・大問2）】

3 α-アミノ酸およびペプチドの構造決定に関する次の問い（問1，2）に答えよ。

問1　炭素，水素，酸素および窒素のみからなる α-アミノ酸 A′ がある。α-アミノ酸 A′ 0.266 g を分解して，A′ に含まれる窒素をすべてアンモニア NH_3 に変えると，2.00×10^{-3} mol の NH_3 が発生した。また，A′ を元素分析すると，炭素の質量百分率は 36.1 % であった。

(1) α-アミノ酸 A′ に含まれる窒素の質量百分率 [%] を求めよ。 R5 には十の位の数字， R6 には一の位の数字， R7 には小数第1位の数字をマークせよ（小数第2位を四捨五入せよ）。

R5 R6 . R7 %

(2) α-アミノ酸 A′ の側鎖 R の構造として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。 R8

① $-H$　② $-CH_3$　③ $-CH_2OH$　④ $-CH_2C_6H_5$　⑤ $-CH_2COOH$　⑥ $-(CH_2)_4NH_2$

問2　システイン（R が $-CH_2SH$），グルタミン酸（R が $-(CH_2)_2COOH$），グリシン（R が $-H$）およびフェニルアラニン（R が $-CH_2C_6H_5$）の 4 種類のアミノ酸それぞれ 1 つずつから構成される鎖状テトラペプチド Q′ がある。このペプチド Q′ について，次の実験 I～III を行った。

実験 I　ペプチド Q′ を加水分解して，C 末端にあった α-アミノ酸のみを精製して取り出し，構造を調べたところ，不斉炭素原子が存在しなかった。

実験 II　ペプチド Q′ を加水分解して，N 末端にあった α-アミノ酸のみを精製して取り出し，水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。

実験 III　ペプチド Q′ をある条件で加水分解すると，特定の 1 箇所のペプチド結合のみが加水分解され，2 種類のジペプチド Y′（N 末端側）と Z′（C 末端側）を生じた。Y′ と Z′ のそれぞれの水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると，Z′ の水溶液のみが黄色に変化した。

ペプチド Q′ について，N 末端を左側としてアミノ酸を並べたとき，次の R9 ～ R12 に入るアミノ酸として最も適切なものを，後の①～④のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

アミノ酸配列　（N末端） R9 − R10 − R11 − R12 （C末端）

① システイン　② グルタミン酸　③ グリシン　④ フェニルアラニン

📝 **自己採点・時間記録用マークシート欄（目標時間：全12枠 30分 ／ 目標正解数：10枠以上）**

枠	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
解答												

【計算メモ欄（大問3）】

解説：Sora先生（TMPS医学館）　　**※解答・ステップ解説はWebページの「そっくり類題セット」を開いて確認してください。**