

医学部 一般・理科

《 注 意 事 項 》

1. 解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって〇の中を塗りつぶすこと。

(例) 受験番号10001の場合

| | |
|------|--|
| フリガナ | |
| 氏名 | |

| 受験番号 | | | | |
|-------|---|---|---|---|
| 万 | 千 | 百 | 十 | 一 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ① | ● | ● | ● | ① |
| ● | ① | ① | ① | ● |
| ② | ② | ② | ② | ② |
| ~~~~~ | | | | |
| ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ |

2. 出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

| 出題科目 | ページ | 選 択 方 法 |
|------|-------|--|
| 物 理 | 1~11 | 左の3科目のうちから2科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間(120分)の配分は自由です。 |
| 化 学 | 12~23 | |
| 生 物 | 24~33 | |

3. 解答方法は次の通りである。

(1) 各問題には、正しい答えは一つしかないので、最も適当と思われる答えを一つ選び、次の例にならって解答用紙に記入すること。

※一つの問に二つ以上解答した場合は誤りとなる。

(例) 問1 東北薬科大学のある都市は次のうちどれか。

1. 札幌市 2. 青森市 3. 秋田市 4. 山形市 5. 盛岡市
6. 福島市 7. 水戸市 8. 新潟市 9. 東京都 10. 仙台市

正しい答えは、10であるので解答用紙の

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| 解答 | 解 答 欄 | | | | | | | | | | |
| 番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 0 |
| 1 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ① |

のうち ⑩ を塗りつぶして

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| 解答 | 解 答 欄 | | | | | | | | | | |
| 番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 0 |
| 1 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ● | ① |

とすればよい。


この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- (2) に数字「8」、 に数字「0」と答える時は次のとおりマークしなさい。

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ● | ⑨ | ⑩ | ⑪ |
| 7 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ● |

/ のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 / に $3/4$ と答える時は次のとおりマークしなさい。

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | ① | ② | ● | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ |
| 9 | ① | ② | ③ | ● | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ |

- (3) 解答の作成にはH、F、HBの鉛筆を使用し、○の中を塗りつぶすこと。尚、解答以外に印をつけた場合は、必ず消しておくこと。
- (4) 答えを修正した場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消すこと**。鉛筆のあとが残ったり、のような消し方などした場合は、修正または解答したことにならないので注意すること。
- (5) 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意すること。

4. 問題の内容については、質問しないこと。

(問題冊子は回収しません)

化 学

化
学

問題訂正

物 理

【II】 (4) < 6 ページ >

(訂正前) 電源がソレノイドに電流を流すために要する仕事は $\boxed{17}$ である。

(訂正後) 電源のした仕事のうち、ソレノイドに対する値は $\boxed{17}$ である。

問題訂正

化 学

【I】 本文 1行目 < 12 ページ >

(相対質量 10.0) を加筆

13 族元素であるホウ素は、天然には ^{10}B と ^{11}B の 2 種類の同位体が～。

(相対質量 11.0) を加筆

【II】 問 11 選択肢 a < 17 ページ >

a 凝固点では、単位時間に凝固する～。

一般に を加筆

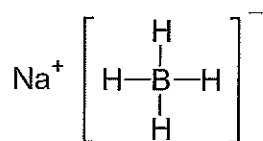
必要ならば、つぎの数値を用いなさい。

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, Al = 27, S = 32, K = 39, Ca = 40, Br = 80, Ag = 108, I = 127

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

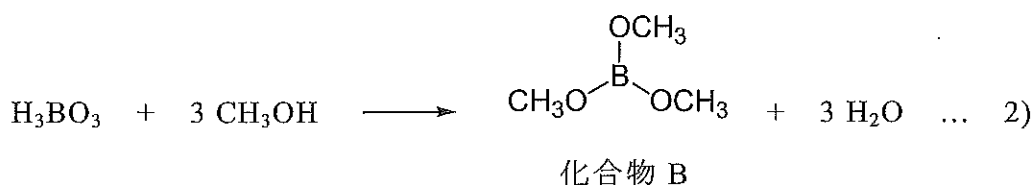
【I】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

13族元素であるホウ素は、天然には ^{10}B と ^{11}B の2種類の同位体が安定に存在する。 ^{10}B の存在割合が約 %であることから、ホウ素の原子量は約10.8と定められている。ホウ素と水素からなる化合物を水素化ホウ素化合物といい、水素の電気陰性度(2.2)がホウ素の電気陰性度(2.0)よりも大きいため、水素化ホウ素化合物の水素原子はわずかに負電荷(δ^-)を帯びている。水素化ホウ素化合物の錯塩である水素化ホウ素ナトリウム NaBH_4 は、水素陰イオン H^- を放出するため還元剤として広く使用されている。



水素化ホウ素ナトリウム

ホウ素の酸化物である三酸化二ホウ素 B_2O_3 を水に溶かすと、1)式によりオキソ酸である化合物Aを生成する。化合物Aとメタノールを脱水縮合すると、2)式により である化合物Bを生成する。化合物Bは無色透明の液体で、密度は 0.932 g/cm^3 である。



ホウ素と同族元素であるアルミニウムは、地殻中に最も多く存在する金属元素である。単体のアルミニウムは、原料鉱石のボーキサイトから得られる酸化アルミニ

ウムを炭素電極で融解塩（熔融塩）電解して製造される。このとき、一酸化炭素と二酸化炭素が排出される。アルミニウムは、ホウ素と異なり酸とも強塩基とも反応する両性元素である。また、酸化アルミニウムも酸や強塩基と反応する両性酸化物である。

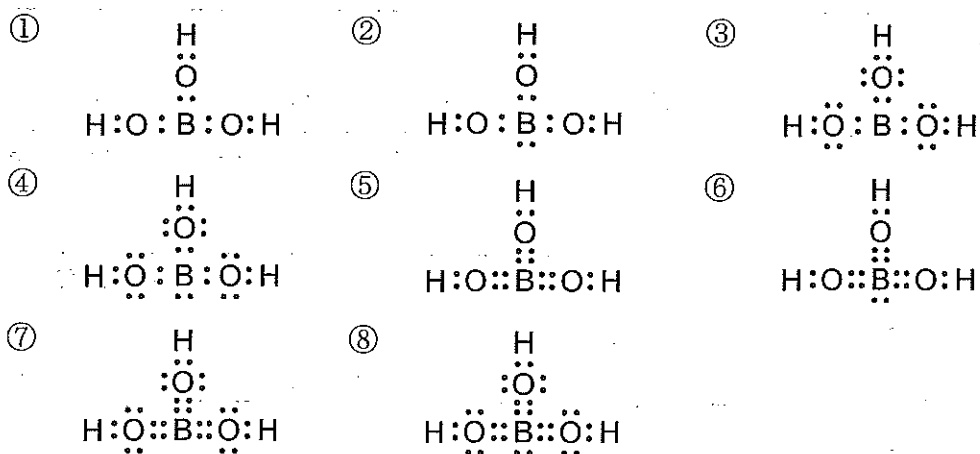
問 1 にあてはまる数値はどれか。

- ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 25
 ⑥ 30 ⑦ 35 ⑧ 40 ⑨ 45 ⑩ 50

問 2 水素化ホウ素ナトリウムにおける水素の酸化数はいくつか。

- ① +4 ② +3 ③ +2 ④ +1 ⑤ 0
 ⑥ -1 ⑦ -2 ⑧ -3 ⑨ -4

問 3 化合物 A の電子式はどれか。



問 4 にあてはまる語句はどれか。

- ① カルボン酸 ② エーテル ③ アルコール ④ エステル
 ⑤ アルデヒド ⑥ アミド ⑦ ケトン ⑧ アミン

問5 三酸化二ホウ素 3.48 g から生じる化合物 B は何 mL か。最も近い値はどれか。
ただし、1) 式、2) 式の反応は完全に進行して、用いた三酸化二ホウ素はすべて化合物 B になるものとする。また、ホウ素の原子量は 10.8 とする。

- ① 2.78 ② 3.32 ③ 4.84 ④ 5.57 ⑤ 6.63
⑥ 7.26 ⑦ 8.36 ⑧ 9.67 ⑨ 11.1 ⑩ 13.3

問6 下線部の融解塩（溶融塩）電解について、陰極と陽極のイオン反応式の正しい組合せはどれか。

| | |
|---|--|
| ① | 陽極 $\text{Al}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ 陰極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ |
| ② | 陽極 $\text{Al}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ 陰極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $2\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ |
| ③ | 陽極 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ 陰極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ |
| ④ | 陽極 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ 陰極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $2\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ |
| ⑤ | 陽極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ 陰極 $\text{Al}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ |
| ⑥ | 陽極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $2\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ 陰極 $\text{Al}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ |
| ⑦ | 陽極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ 陰極 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ |
| ⑧ | 陽極 $\text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$, および $2\text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ 陰極 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ |

問 7 水素 H_2 を発生させずに、アルミニウムからテトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム $Na[Al(OH)_4]$ を生成する方法はどれか。

- ① アルミニウムを塩化水素と反応させた後、水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ② アルミニウムを濃塩酸に加えた後、水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ③ アルミニウムを室温で水酸化ナトリウム水溶液に加える。
- ④ アルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液に加えた後、加熱する。
- ⑤ アルミニウムを水に加え加熱した後、水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ⑥ アルミニウムを炭酸水素ナトリウム水溶液に加えた後、加熱する。
- ⑦ アルミニウムを炭酸ナトリウム水溶液に加えた後、加熱する。
- ⑧ アルミニウムを高温水蒸気と反応させた後、水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ⑨ アルミニウムを酸素中で完全燃焼させた後、水酸化ナトリウム水溶液に加える。

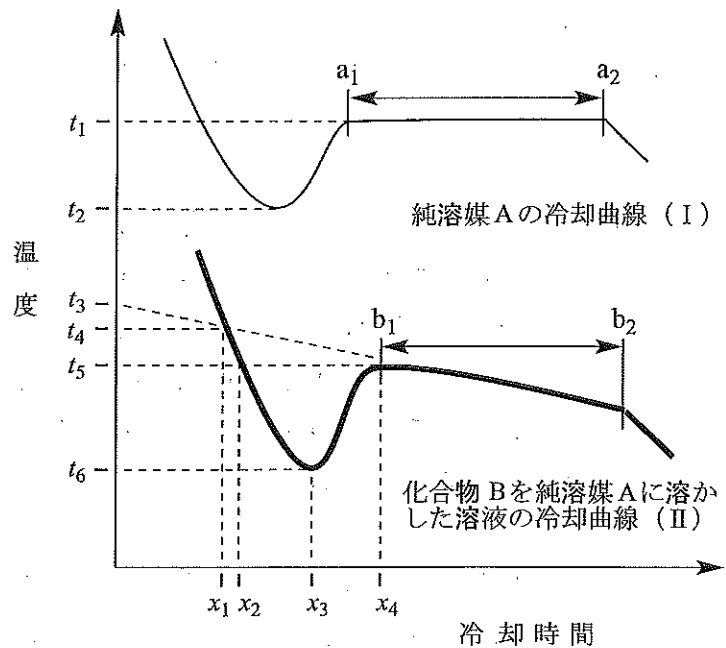
問 8 酸化アルミニウムが 55.0 % 含まれたボーキサイト 1000 kg から融解塩（溶融塩）電解によりアルミニウムを製造した。このとき排出された一酸化炭素と二酸化炭素の物質質量比は 1 : 3 であった。排出された一酸化炭素と二酸化炭素の全体積は標準状態で何 L か。最も近い値はどれか。ただし、ボーキサイトに含まれている酸化アルミニウムはすべて取り出され、融解塩電解は完全に反応が進行したものとする。

- ① 1.21×10^5 ② 2.07×10^5 ③ 2.42×10^5 ④ 3.29×10^5 ⑤ 3.62×10^5
- ⑥ 4.15×10^5 ⑦ 4.83×10^5 ⑧ 5.61×10^5 ⑨ 6.19×10^5 ⑩ 7.24×10^5

【Ⅱ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。ただし、水のモル凝固点降下 K_f は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とする。

自動車のエンジンを冷却する冷却水にはエチレングリコールが含まれている。水にエチレングリコールを溶かすと、その水溶液は 0°C になっても凝固しないためである。このように溶液の凝固点が純溶媒よりも低くなる現象を凝固点降下といい、純溶媒と溶液のそれぞれの凝固点の差 Δt [K] を凝固点降下度という。希薄溶液の凝固点降下度 Δt [K] は、溶質の種類に無関係で、溶液の質量モル濃度 m [mol/kg] に比例し、 $\Delta t = K_f m$ で表される。比例定数である K_f は濃度が 1 mol/kg のときの溶液の凝固点降下度で、モル凝固点降下という。

物質を冷却するとき、物質の温度と冷却し始めてからの時間の関係を示したものを冷却曲線という。図中の曲線は、純溶媒 A の冷却曲線 (Ⅰ) と化合物 B を純溶媒 A に溶かした溶液の冷却曲線 (Ⅱ) である。図中の $t_1 \sim t_6$ は温度、 $x_1 \sim x_4$ は冷却時間を表す。冷却曲線 (Ⅱ) より、化合物 B の溶液の凝固は冷却時間 で始まり、化合物 B の溶液の凝固点は である。また、化合物 B の溶液の凝固点降下度は $\Delta t =$ で表される。



問 9 と にあてはまるものの正しい組合せはどれか。

| | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> | | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | x_1 | t_3 | ⑤ | x_3 | t_4 |
| ② | x_1 | t_6 | ⑥ | x_3 | t_5 |
| ③ | x_2 | t_5 | ⑦ | x_4 | t_3 |
| ④ | x_2 | t_6 | ⑧ | x_4 | t_4 |

問 10 ウ にあてはまる正しい式はどれか。ただし、 $-$ はマイナスを示す。

- ① $t_1 - t_3$ ② $t_1 - t_4$ ③ $t_1 - t_5$ ④ $t_1 - t_6$
⑤ $t_2 - t_3$ ⑥ $t_2 - t_4$ ⑦ $t_2 - t_5$ ⑧ $t_2 - t_6$

問 11 つぎの記述のうち、誤っているものの組合せはどれか。

- a 凝固点では、単位時間に凝固する溶媒分子の数は融解する溶媒分子の数より多い。
b 冷却曲線 (I) の a_1 から a_2 の領域では、純溶媒 A の固体のみが存在している。
c 冷却曲線 (I) の a_1 から a_2 の領域では、凝固熱と冷却によって奪われる熱量は等しい。
d 冷却曲線 (II) の b_1 から b_2 の領域では、溶液の濃度は徐々に大きくなっている。
e 冷却曲線 (II) について、多量の凝固熱が発生して、一時的に温度 t_5 まで上昇する。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問 12 3.00 g の硫酸マグネシウム MgSO_4 を 100 g の水に溶かした溶液の凝固点降下度は何 K か。最も近い値はどれか。ただし、硫酸マグネシウムの電離度は 0.400 とする。

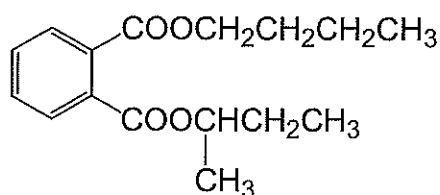
- ① 0.740 ② 0.185 ③ 0.256 ④ 0.370 ⑤ 0.463
⑥ 0.555 ⑦ 0.648 ⑧ 1.30 ⑨ 2.41 ⑩ 4.81

問 13 尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ を 200 g の水に溶かした溶液の凝固点降下度は 0.463 K であった。この尿素の水溶液を -1.20°C まで冷却したときに生じる氷は何 g か。最も近い値はどれか。

- ① 26.7 ② 37.6 ③ 61.5 ④ 75.2 ⑤ 84.5
⑥ 96.2 ⑦ 110 ⑧ 123 ⑨ 135 ⑩ 149

【Ⅲ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

化合物 A は不斉炭素原子をもち、一对の鏡像異性体の一方である。化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液に加え完全にけん化した後、反応液を分液漏斗へ移し、ジエチルエーテルを加えよく振り混ぜた。分液漏斗を静置してしばらくすると、ジエチルエーテル層と水層の 2 層になった。水層とジエチルエーテル層を分離し、水層に希塩酸を加えると白色沈殿が生じた。白色沈殿を取り出し、再結晶により精製したところ、化合物 B の水和物が得られた。この化合物 B の水和物を加熱すると、脱水反応が進行し化合物 C が得られた。ジエチルエーテル層からは、化合物 D および化合物 E の混合物が得られた。化合物 E は不斉炭素原子をもち、一对の鏡像異性体の一方である。化合物 D および化合物 E は完全にジエチルエーテル層へ移動したものとす。



化合物 A

問 14 化合物 A の純度を確かめるために、6.95 mg の化合物 A を乾燥酸素中で完全燃焼させた。このとき生成したすべての気体を塩化カルシウム管、ソーダ石灰管の順に通し、各吸収管の質量の増加量を正確に測定したところ、化合物 A は純粋なものであることがわかった。塩化カルシウムが吸収した気体の質量は何 mg か。最も近い値はどれか。

- ① 2.70 ② 4.95 ③ 5.57 ④ 7.56 ⑤ 9.90
⑥ 11.1 ⑦ 15.1 ⑧ 17.6 ⑨ 22.3 ⑩ 29.7

問 15 化合物 B の水和物について、元素分析の結果は質量百分率で C 54.9 %、H 4.0 %、O 41.1 %であった。このとき、化合物 B の 1 分子あたりに結合している水分子は何個か。

- ① 0.5 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0 ⑤ 2.5
⑥ 3.0 ⑦ 3.5 ⑧ 4.0 ⑨ 4.5 ⑩ 5.0

問 16 化合物 C とグリセリンからつくられる高分子化合物はどれか。

- | | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| ① メラミン樹脂 | ② レーヨン | ③ アルキド樹脂 |
| ④ フェノール樹脂 | ⑤ ポリスチレン | ⑥ アセテート繊維 |
| ⑦ ビニロン | ⑧ シリコーン樹脂 | ⑨ ナイロン 66 |
| ⑩ ポリエチレンテレフタレート | | |

問 17 ジエチルエーテル、化合物 D、化合物 E を、同圧下の沸点が低い方から並べたとき、正しい関係のものはどれか。

- ① ジエチルエーテル < 化合物 D < 化合物 E
- ② ジエチルエーテル < 化合物 E < 化合物 D
- ③ 化合物 D < 化合物 E < ジエチルエーテル
- ④ 化合物 D < ジエチルエーテル < 化合物 E
- ⑤ 化合物 E < 化合物 D < ジエチルエーテル
- ⑥ 化合物 E < ジエチルエーテル < 化合物 D

問 18 化合物 D の異性体は、化合物 D を含めて何種類あるか。ただし、鏡像異性体を考慮するものとする。

- | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|
| ① 3 | ② 4 | ③ 5 | ④ 6 | ⑤ 7 |
| ⑥ 8 | ⑦ 9 | ⑧ 10 | ⑨ 11 | ⑩ 12 |

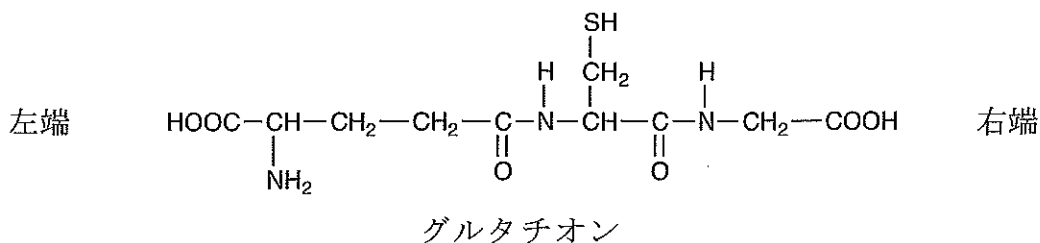
問 19 化合物 E に関するつぎの記述のうち、正しい組合せはどれか。

- a 化合物 E とその鏡像異性体は、互いに光学的性質と沸点が異なる。
- b 化合物 E とその鏡像異性体は、互いに光学的性質と水に対する溶解性が異なる。
- c 化合物 E とその鏡像異性体は、互いにナトリウムに対する反応性と沸点が異なる。
- d 化合物 E を酸化して得られる化合物とその異性体のうち、カルボニル基を含むものは 3 種類ある。
- e 化合物 E を酸化して得られる化合物とその異性体のうち、エーテル結合を含むものは 5 種類ある。ただし、環状化合物は除く。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① (a, b) | ② (a, c) | ③ (a, d) | ④ (a, e) | ⑤ (b, c) |
| ⑥ (b, d) | ⑦ (b, e) | ⑧ (c, d) | ⑨ (c, e) | ⑩ (d, e) |

【IV】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

カルボキシ基とアミノ基との間で脱水縮合が起こるとアミド結合ができる。特に、アミノ酸どうしから生じたアミド結合をペプチド結合といい、この結合をもつ物質をペプチドという。ペプチドはすべての生物の細胞中に存在し、生命活動を支えている。3つのアミノ酸がペプチド結合したグルタチオンは、SH基を利用し生体内の毒物を除去する働きがある。たとえば、老化や生活習慣病、癌などに関係している酸化性物質が生体内で生じると、グルタチオンのSH基がS-S結合へ され、グルタチオンジスルフィドを生成することで、酸化性物質を体内から除去している。

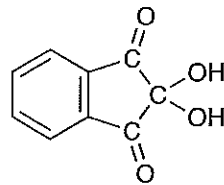


アミノ酸が縮合重合したポリペプチドをタンパク質といい、球状のものや繊維状のものが知られている。ヘモグロビンは血液中に存在するタンパク質で、4本のポリペプチド鎖が集合した四次構造を形成している。ヘモグロビンを形成している1本のポリペプチド鎖には、 の2個の陽イオンを1つ含み、それに1分子の酸素が配位結合し、生体内の各組織に酸素が運搬される。ヘモグロビンは酸素の運搬のほか、化学反応の触媒として作用する。ルミノールは、ヘモグロビンが触媒となり過酸化水素と反応し、青色の発光を示す（ルミノール反応）。このような化学反応による発光を化学発光とよび、ルミノール反応は科学捜査における血痕の検出などに利用されている。

体の中には、体を病気から保護する働きをするタンパク質もある。体の中に侵入した病原菌やウイルス、体の中に存在する特定のタンパク質や分子に結合するタンパク質を抗体という。抗体は糖を含む タンパク質である。1つの抗体は、ある特定の物質だけに結合し、抗体と結合した物質は、さまざまな作用により体から除去される。最近では、抗体の性質を利用し、タンパク質でできた医薬品（抗体医薬品）の開発が進められている。抗体医薬品は、病気の原因となる物質だけに結合するため、副作用が少なく、効果的に病気を治療できる医薬品として期待されている。

これらタンパク質は、熱や酸、塩基、アルコール、重金属イオンなどを作用さ

せると立体構造を保っている水素結合などが切れ、分子の形状と性質が変わる。これをタンパク質の変性という。また、タンパク質は特有の呈色反応を示す。たとえば、タンパク質に化合物 A の水溶液を加えて温めると、赤紫色を呈する。これを エ 反応とよぶ。



化合物 A

問 20 ア ~ エ にあてはまる語句の正しい組合せはどれか。

| | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|---|----|-----------|
| ① | 還元 | 鉄 | 単純 | ビウレット |
| ② | 還元 | 鉄 | 複合 | ニンヒドリン |
| ③ | 還元 | 銅 | 単純 | キサントプロテイン |
| ④ | 還元 | 鉄 | 複合 | ビウレット |
| ⑤ | 還元 | 銅 | 単純 | ニンヒドリン |
| ⑥ | 酸化 | 銅 | 単純 | ビウレット |
| ⑦ | 酸化 | 銅 | 単純 | ニンヒドリン |
| ⑧ | 酸化 | 銅 | 複合 | キサントプロテイン |
| ⑨ | 酸化 | 鉄 | 複合 | ビウレット |
| ⑩ | 酸化 | 鉄 | 複合 | ニンヒドリン |

問 21 ~ 23 図に示したグルタチオンを構成する 3 つのアミノ酸について、以下の問いに答えよ。

問 21 左端のアミノ酸の名称はどれか。

問 22 中央のアミノ酸の名称はどれか。

問 23 右端のアミノ酸の名称はどれか。

【問 21 ~ 23 の解答群】

- | | |
|-----------|------------|
| ① アスパラギン酸 | ② アラニン |
| ③ グリシン | ④ グルタミン酸 |
| ⑤ システイン | ⑥ セリン |
| ⑦ チロシン | ⑧ フェニルアラニン |
| ⑨ メチオニン | ⑩ リシン |

問 24 血液中のヘモグロビン濃度は 120 ~ 170 g/L である。このとき、血液 100 mL 中のヘモグロビンに結合できる酸素の物質量 (mol) の範囲は理論的にどれか。ただし、ヘモグロビンの分子量は 64500 とする。

- | | |
|--|--|
| ① $1.86 \times 10^{-4} \sim 2.64 \times 10^{-4}$ | ② $4.65 \times 10^{-4} \sim 6.59 \times 10^{-4}$ |
| ③ $7.44 \times 10^{-4} \sim 1.05 \times 10^{-3}$ | ④ $1.86 \times 10^{-3} \sim 2.64 \times 10^{-3}$ |
| ⑤ $4.65 \times 10^{-3} \sim 6.59 \times 10^{-3}$ | ⑥ $7.44 \times 10^{-3} \sim 1.05 \times 10^{-2}$ |
| ⑦ $1.86 \times 10^{-2} \sim 2.64 \times 10^{-2}$ | ⑧ $4.65 \times 10^{-2} \sim 6.59 \times 10^{-2}$ |
| ⑨ $7.44 \times 10^{-2} \sim 0.105$ | ⑩ $0.186 \sim 0.264$ |

問 25 化学発光の原理として正しい説明はどれか。

- ① 物質が化学反応によりエネルギーの低い状態になり、そこからエネルギーの高い状態に移るとき、そのエネルギー差を光として放出する。
- ② 物質が化学反応によりエネルギーの高い状態になり、そこからエネルギーの低い状態に移るとき、そのエネルギー差を光として放出する。
- ③ 化学反応により生じた燃焼熱を、光として放出する。
- ④ 化学反応により生じた中和熱を、光として放出する。
- ⑤ 化学反応により生じたイオン化エネルギーを、光として放出する。
- ⑥ 物質が光を吸収し、エネルギーの異なる光を放出する。

問 26 タンパク質の 1 つである酵素が示す性質について、正しい記述の組合せはどれか。

- a 基質の形に合わせて酵素の立体構造が柔軟に変化するため、多種多様な基質と結合する。
- b 酵素は基質に触媒として作用する。
- c 酵素は高温になると失活するので、低温ほど反応速度は大きくなる。
- d 高温で失活した酵素は、室温に戻すとその活性が回復する。
- e 酵素が最もよく働く最適な pH が存在し、その値が 1.5 ~ 2 の酵素も存在する。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問 27 グルタチオンを構成するアミノ酸と同じ名称の 3 種類のアミノ酸から構成される直鎖状トリペプチドは、グルタチオンを含めて全部で何種類あるか。ただし、アミノ酸の鏡像異性体を考慮すること。

- ① 12 ② 18 ③ 24 ④ 30 ⑤ 36
⑥ 40 ⑦ 48 ⑧ 60 ⑨ 72 ⑩ 96

問 28 グルタチオンを構成するアミノ酸と同じ名称の 3 種類のアミノ酸から構成されるグルタチオンを含むすべての直鎖状トリペプチドが、2 分子間で S-S 結合したときに生じる分子は全部で何種類あるか。S-S 結合を形成する 2 つのトリペプチドは、同一および異なる場合をすべて考慮すること。ただし、アミノ酸の鏡像異性体は考慮しなくてよい。

- ① 21 ② 24 ③ 36 ④ 48 ⑤ 55
⑥ 66 ⑦ 78 ⑧ 85 ⑨ 108 ⑩ 144