

※物理・化学・生物から1科目選択

試験時間 60分

【注意事項】

- 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 試験時間は60分です。
- この問題冊子は1ページから6ページまであります。
- 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
- 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
- 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し、さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
- 試験監督の指示により、問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
- 解答用紙(マークシート)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に注意しなさい。
- 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
- 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
- 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはけません。

注意：必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H:1.0 C:12.0 O:16.0 K:39.0 Cu:63.5 I:127
アボガドロ定数: $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$
ファラデー定数: $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$
水のイオン積(25℃): $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$
標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)における理想気体1molの体積: 22.4 L
問題文中の気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

I 次の問1～問5に答えよ。

問1 次のうちから、下線をつけた原子の酸化数が同じである物質の組み合わせを選べ。 [1]

- ① $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 ② KMnO_4 , MnSO_4 ③ HNO_3 , NO_2
④ MnO_2 , MnCl_2 ⑤ KBr , Br_2 ⑥ $(\text{COOH})_2$, CO_2

問2 次の気体のうちから、無色であり、水上置換での捕集が適切なものをすべて選べ。 [2]

- ① アンモニア ② 一酸化窒素 ③ エチレン(エテン)
④ 塩素 ⑤ 二酸化硫黄 ⑥ 二酸化窒素

問3 次の物質の水溶液を混合して緩衝液を調製することができるものをすべて選べ。 [3]

- ① HCl , NaCl ② CH_3COOH , CH_3COONa
③ HNO_3 , NaNO_3 ④ KCl , KOH
⑤ CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ⑥ NH_4Cl , NH_3

問4 次のうちから、銅およびその化合物に関する記述として正しいものを選べ。 [4]

- ① テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンは、テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンとは形が異なる。
② 銅に熱濃硫酸を反応させると、水素が発生する。
③ 銅は、硝酸にも塩酸にもよく溶ける。
④ 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液に銅片を浸すと、銅片の表面に鉛が樹状に析出する。
⑤ 酸化銅(Ⅰ)を1000℃以上で加熱すると、酸化銅(Ⅱ)になる。
⑥ 銅と亜鉛との合金を青銅という。

問5 次のうちから、鉛蓄電池に関する記述として誤っているものを選べ。 [5]

- ① 鉛蓄電池は放電するにつれて、両極の表面が共に白色の化合物で覆われていく。
② 鉛蓄電池を充電するときは、正極を外部電源の正極に、負極を外部電源の負極につなぐ。
③ 鉛蓄電池は放電するときに、負極で鉛が酸化されて硫酸鉛(Ⅱ)となる反応が起こる。
④ 鉛蓄電池の起電力は、マンガン電池の起電力より大きい。
⑤ 鉛蓄電池は、二次電池である。
⑥ 鉛蓄電池は放電するにつれて、電解液の硫酸の濃度が増加する。

II 次の問1～問5に答えよ。

問1 2本の炭素棒を電極として塩化銅(Ⅱ)水溶液を3.00 Aの電流で電気分解したところ、陰極の質量が1.905 g増加した。このとき、電気分解で電流が流れた時間[秒]として最も適当なものを、次のうちから選べ。ただし、塩化銅(Ⅱ)水溶液は十分に存在するものとする。 [1]

- ① 4.83×10^2 ② 9.65×10^2 ③ 1.45×10^3
④ 1.93×10^3 ⑤ 3.86×10^3 ⑥ 5.79×10^3

問2 二酸化炭素(気体)、水(液体)、エタノール(液体)の生成熱は、それぞれ394 kJ/mol、286 kJ/mol、278 kJ/molである。エタノール(液体)の燃焼熱[kJ/mol]として最も適当なものを、次のうちから選べ。ただし、燃焼によって生成する水は液体であるものとする。 [2]

- ① 402 ② 958 ③ 1368 ④ 1924 ⑤ 2736 ⑥ 3848

問3 0.020 mol/L塩酸500 mLと0.020 mol/L水酸化バリウム水溶液500 mLを混合した。この混合溶液のpHとして最も適当なものを、次のうちから選べ。ただし、水溶液の温度は、25℃とする。 [3]

- ① 7 ② 8 ③ 9 ④ 10 ⑤ 11 ⑥ 12

問4 ある温度に保たれた内容積一定の密閉容器中で、水素4 molと窒素2 molを反応させ、アンモニアを生成させた。この反応は可逆反応であり、開始してから十分に時間が経過したところで平衡状態に達し、容器内の圧力が一定となった。このとき、容器内の窒素の物質量は1 molであった。平衡時の容器内の圧力は、反応開始前の圧力の何倍となったか。最も適当なものを、次のうちから選べ。 [4]

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ $\frac{5}{4}$ ⑤ $\frac{4}{3}$ ⑥ $\frac{3}{2}$

問5 標準状態の空気10 cm³に含まれる窒素の分子数(個)として最も近いものを、次のうちから選べ。ただし、空気中における窒素の体積パーセント濃度は80%とする。 [5]

- ① 2.1×10^{19} ② 4.2×10^{19} ③ 5.4×10^{19}
④ 2.1×10^{20} ⑤ 4.2×10^{20} ⑥ 5.4×10^{20}

III 次の操作(a)～(h)によって主に生成する有機化合物を、下記の<選択肢>から選べ。ただし、同一の<選択肢>を複数回用いてもよい。

- (a) 酢酸ナトリウム(無水塩)と水酸化ナトリウム(またはソーダ石灰)を乾いた試験管に入れて、バーナーで加熱する。 [1]
(b) 硫酸酸性にした二クロム酸カリウム水溶液を、2-プロパノールに加える。 [2]
(c) 赤熱した銅線を、試験管に入れたメタノールの液面に近づける。 [3]
(d) 濃硫酸を130～140℃に加熱しながら、エタノールを加える。 [4]
(e) エタノールと酢酸の混合物に、少量の濃硫酸を加えて約70℃に加熱する。 [5]
(f) 鉄粉を触媒として、ベンゼンに塩素を作用させる。 [6]
(g) ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱する。 [7]
(h) 空気を遮断して酢酸カルシウムを加熱(乾留)する。 [8]

<選択肢>

- ① アセトアルデヒド ② アセトン
③ エタノール ④ エタン
⑤ エチレン(エテン) ⑥ クロロベンゼン
⑦ 酢酸エチル ⑧ ジエチルエーテル
⑨ ニトロベンゼン ⑩ フマル酸
⑪ 1-ブテン ⑫ 2-ブテン
⑬ 2-プロパノール ⑭ 1,2,3,4,5,6-ヘキサクロシクロヘキサン
⑮ ベンゼンスルホン酸 ⑯ ホルムアルデヒド
⑰ マレイン酸 ⑱ メタン

IV 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

油脂は、グリセリン(分子量92)と種々の脂肪酸が 結合した化合物であり、構成する脂肪酸の種類によって性質が異なる。油脂を構成する脂肪酸のうち、炭素数18のものには、ステアリン酸(分子量284)のような 脂肪酸と、リノール酸(分子量280)のような炭素原子間に二重結合をもつ 脂肪酸がある。油脂の融点は、構成する脂肪酸の炭素原子数が多いほど 、炭素原子間の二重結合が多いほど なる。常温で液体の脂肪油に、ニッケルを触媒として水素を付加すると、油脂を構成する 脂肪酸が 脂肪酸に変わる。

問1 文中の ～ に当てはまる語句を、次のうちから選べ。

- | | | | |
|----------|--------|------|--------|
| ① エステル | ② エーテル | ③ 固く | ④ 高級 |
| ⑤ ジスルフィド | ⑥ 高く | ⑦ 低級 | ⑧ 低く |
| ⑨ 不飽和 | ⑩ ペプチド | ⑪ 飽和 | ⑫ 柔らかく |

問2 脂肪酸の構成比率として、10.0%のステアリン酸、10.0%のオレイン酸(分子量282)および80.0%のリノレン酸(分子量278)からなる油脂の平均分子量はどれか。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 871 | ② 873 | ③ 875 | ④ 877 |
| ⑤ 925 | ⑥ 927 | ⑦ 929 | ⑧ 931 |

問3 けん化価とは、油脂1gをけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量[mg]の数値である。ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸およびリノレン酸のいずれかのみからなる油脂のけん化価を調べたところ、190であった。次のうちから、この油脂を構成する脂肪酸を選べ。



- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| ① ステアリン酸 | ② オレイン酸 | ③ リノール酸 | ④ リノレン酸 |
|----------|---------|---------|---------|

問4 ヨウ素価とは、油脂100gに吸収されるヨウ素I₂の質量[g]の数値である。リノール酸のみからなる油脂に水素H₂を付加し、硬化油を作ったところ、平均分子量が888となった。この硬化油のヨウ素価を調べたところ、28.6であった。油脂1molと反応した水素H₂の物質質量[mol]はいくらか。次のうちから選べ。

- | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

V 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合しているアミノ酸をα-アミノ酸とよび、一般式 R-CH(NH₂)-COOH で表される。置換基Rの違いにより、α-アミノ酸の性質が決定される。置換基Rが以下の①～⑨のように表される9種類のα-アミノ酸がある。

- | | | |
|--------------------------|--|--|
| ① -H | ② -CH ₃ | ③ -CH ₂ OH |
| ④ -CH ₂ -SH | ⑤ -(CH ₂) ₄ -NH ₂ | ⑥ -(CH ₂) ₂ -COOH |
| ⑦ -CH ₂ -COOH | ⑧ -CH ₂ -  | ⑨ -CH ₂ -  |

問1 上記の9種類の中でキサントプロテイン反応を示すα-アミノ酸がもつ置換基Rはどれか。その置換基Rを①～⑨からすべて選べ。

問2 上記の9種類の中で等電点の値が最も大きいα-アミノ酸がもつ置換基Rはどれか。その置換基Rを①～⑨から選べ。

問3 上記の9種類の中から異なる種類のα-アミノ酸を選択し、ジペプチドを合成した。合成したジペプチドを触媒存在下でメタノールを作用させて完全にエステル化したところ、分子量が42増加した。合成したジペプチドを構成するα-アミノ酸がもつ置換基Rを、①～⑨からすべて選べ。