

入学試験問題(1次)

理 科

令和5年1月23日

10時50分—12時10分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き42ページ(物理1～10ページ、化学11～22ページ、生物23～42ページ)である。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理、化学、生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は、各設問ごとに一つだけ選び、解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は、消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は、左から物理、化学、生物の順番になっているので、マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って、問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し、解答用紙の指定欄に受験番号、受験番号のマーク、氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には、入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は、草稿用に使用してよい。ただし、切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は、持ち帰ってはならない。

受験番号				
------	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

化 学

設問ごとに与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つだけ選べ。(原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$, $Cl = 35.5$, $Cu = 63.5$, $Ag = 108$ とし, 理想気体の標準状態における 1 mol の体積は 22.4 L , ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

1 正しいものの組み合わせはどれか。

塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3 の水溶液を沸騰水に加えると【A : 黄褐色】の水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のコロイド溶液が得られる。このコロイド溶液を透析によって精製して【B : 水素イオン H^+ と塩素イオン Cl^- 】などを除いた後, 硫酸ナトリウム Na_2SO_4 水溶液を少量加えるとコロイド粒子と【C : ナトリウムイオン Na^+ 】の作用でコロイド粒子が集合して沈澱を生じる。このような金属水酸化物のコロイドの多くは【D : 疎水コロイド】である。タンパク質などのコロイド粒子は水中で安定に分散しているが, 多量の電解質を加えると電解質がコロイド表面の水分子を減少させるためにコロイド粒子は沈澱する。また疎水コロイドに親水コロイドを加えると, 疎水コロイドは親水コロイドの粒子によって取り囲まれ, 少量の電解質では沈澱しにくくなる。このような働きをするコロイドを【E : 会合コロイド】という。

㉠ AとC ㉡ BとD ㉢ CとE ㉣ DとA ㉤ EとB

2 濃硫酸(98%, 密度 1.9 g/cm^3)を水で希釈して 2.5 mol/L の希硫酸 500 mL をつくりたい。必要な濃硫酸の体積 $[\text{mL}]$ はいくらか。最も近い値を選べ。

㉠ 12 ㉡ 25 ㉢ 33 ㉣ 66 ㉤ 84

次の文章を読み、以下の問い(問題3, 4)に答えよ。

エタノール(分子量46)4.0 gを体積15 Lの真空密閉容器に入れて温度を60 °Cに保った(状態1)。次にこの容器を30 °Cまで冷却してそのまま放置した(状態2)。

以下の設問に答えよ。ただし60 °C, 30 °Cでのエタノールの飽和蒸気圧はそれぞれ 4.4×10^4 Pa, 1.2×10^4 Paで、容器内に液体が生じる場合はその体積は無視してよいものとする。

3 状態1における容器内の気体の圧力を求めよ。

- ㉖ 0.80×10^4 Pa ㉗ 1.6×10^4 Pa ㉘ 2.4×10^4 Pa
㉙ 3.2×10^4 Pa ㉚ 3.6×10^4 Pa

4 状態2にした際に容器内のエタノールはどうなったか。正しい記述を選べ。

- ㉛ 全て気体になった。
㉜ 0.17 gの液体のエタノールが生じた。
㉝ 0.35 gの液体のエタノールが生じた。
㉞ 0.52 gの液体のエタノールが生じた。
㉟ 0.70 gの液体のエタノールが生じた。

5 次のうち正しい組み合わせを選べ。

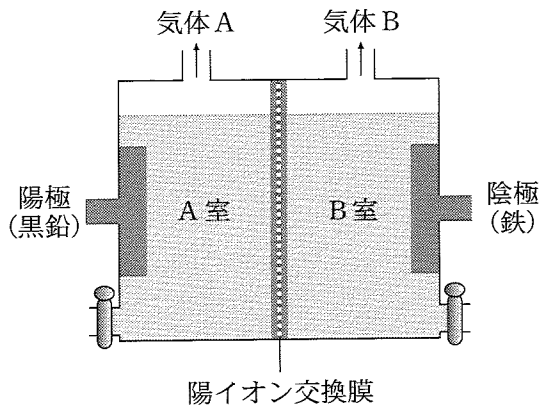
- A 原子が陽イオンになると、もとの原子より小さくなる。
- B 同族元素では原子番号が大きいほどイオンの大きさも大きくなる。
- C 同一周期内の元素ではイオン化エネルギーは希ガスが最も小さい。
- D 電子親和力が大きい原子ほど陰イオンになりにくい。
- E O^{2-} 、 F^{-} 、 Na^{+} 、 Mg^{2+} は同じ電子配置を取るが、大きさは O^{2-} が最も小さい。

- ㊦ AとB ㊧ BとC ㊨ CとE ㊩ DとE ㊪ EとA

実験1と2について、以下の問い(問題6～8)に答えよ。ただし、電気分解で溶液の体積は変わらず、生成した気体は水溶液に溶けないものとする。

実験1 図のように、陽イオン交換膜で仕切ったA室とB室に0.500 mol/L塩化ナトリウム水溶液を400 mLずつ入れ、陽極に黒鉛、陰極に鉄を用いて電気分解を行ったところ、7720 Cの電気量が流れた。

実験2 実験1の後、2.00 Aの電流を流して電気分解を再開したところ、標準状態で0.224 Lの気体がB室から生成した。



6 実験1の電気分解について正しいのはどれか。

- ア 気体Aは H_2 である。
- イ 気体Bは Cl_2 である。
- ウ A室では Na^+ の濃度が高くなる。
- エ B室では OH^- の濃度が低くなる。
- オ 陰極側に移動するイオンは Na^+ のみである。

7 実験1の電気分解で生成した気体Aは何molか。

- ア 0.010
- イ 0.020
- ウ 0.040
- エ 0.080
- オ 0.016

8 実験2の電気分解で通電した時間は何秒間か。最も近いものを選べ。

- ア 322
- イ 482
- ウ 644
- エ 965
- オ 1930

次の文章を読み、以下の問い(問題9, 10)に答えよ。ただし、塩化銀、塩化ナトリウムの溶解による水溶液の体積変化は無視できるものとし、 $\sqrt{1.8} = 1.3$ とする。

塩化銀は水に溶けにくいいため、ごくわずかだけ溶けて飽和水溶液となる。このような塩化銀の沈澱と平衡状態にある水溶液では、25℃において次の関係が成り立つ。

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

9 水 1 L に塩化銀を 0.0143 g 加えた水溶液中の銀イオンの濃度は何 mol/L か。

- ㉞ 1.0×10^{-4} ㉟ 1.0×10^{-8} ㊱ 1.8×10^{-5}
㊲ 3.0×10^{-5} ㊳ 1.3×10^{-5}

10 問題9の水溶液に塩化ナトリウムを 0.585 g 加えると銀イオンの濃度は何 mol/L になるか。

- ㉞ 1.8×10^{-8} ㉟ 1.8×10^{-7} ㊱ 1.3×10^{-5}
㊲ 3.0×10^{-8} ㊳ 3.0×10^{-7}

11 以下の記述で誤っているのはどれか。

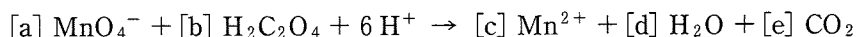
- ㉞ ハロゲンの酸化力は原子番号が大きくなると弱くなる。
㉟ ヨウ化カリウムに臭素水を加えるとヨウ素が遊離する。
㊱ フッ素 < 塩素 < 臭素の順に単体の沸点は高くなる。
㊲ フッ化水素はガラス (SiO_2) を溶かす強酸である。
㊳ ヨウ素はヨウ化カリウム水溶液に三ヨウ化物イオン I_3^- を生じて溶ける。

12 以下の記述で正しいのはどれか。

- ㉗ 溶鉱炉に投入されるコークスが燃焼することで生じた二酸化炭素によって鉄の酸化物が還元され、銑鉄が得られる。
- ㉘ 銑鉄は炭素成分を含み、鋼よりもろく割れやすい。
- ㉙ 溶鉱炉では、上部の鉄ほど酸化数が小さく、下部になるほど酸化数は大きい。
- ㉚ 鉄は金属元素のうち、地殻中に銅に次いで多く存在する元素である。
- ㉛ 鉄の表面に生じた四酸化三鉄は鉄器全体をもろくする。

次の文章を読み、以下の問い(問題 13~15)に答えよ。

硫酸酸性下にて、シュウ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ による過マンガン酸カリウム KMnO_4 の滴定を実施した。この滴定反応におけるイオン反応式 1 は以下のようになる。



$1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ に調製した KMnO_4 溶液 3.0 mL を溶液 X と混合し、X に含まれる分子をすべて酸化した。ここに $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ に調製した $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を 5.0 mL 添加した後、 $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の KMnO_4 溶液で滴定したところ、2.0 mL を添加したところで終点に至った。

13 この滴定反応やマンガンに関する記述として正しいのはどれか。

- ㉗ KMnO_4 は中性下や塩基性下において、酸性下より強い酸化剤となる。
- ㉘ 滴定反応において硫酸は酸化剤にも還元剤にもならない。
- ㉙ 酸性下のマンガンの酸化数は +5 である。
- ㉚ KMnO_4 の固体は赤紫色を示す。
- ㉛ マンガンはもろい金属であるため、合金の成分としての需要はない。

14 イオン反応式 1 における [a] と [b] の係数として適切な組み合わせを選べ。

- ア $a = 1, b = 2$ イ $a = 1, b = 4$ ウ $a = 2, b = 3$
エ $a = 2, b = 5$ オ $a = 2, b = 7$

15 溶液 X との酸化反応で使われた KMnO_4 の量 [mol] として正しいものを選べ。

- ア 1.5×10^{-5} イ 3.0×10^{-5} ウ 4.5×10^{-5}
エ 6.0×10^{-5} オ 9.0×10^{-5}

16 文中の A から D の語句について、正しいものの組み合わせを選べ。

油脂は、1 個のグリセリン分子に 3 個の高級脂肪酸が【A：エステル結合】した物質である。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂は【B：脱重合】され、高級脂肪酸のナトリウム塩とグリセリンを生成する。生成された高級脂肪酸のナトリウム塩は、【C：界面活性剤】と呼ばれ、水と油をなじませる作用を有する。この水溶液に油を加えてよく混合すると、油滴は微粒子となって分散する。これを【D：凝析】という。

- ア A と B イ A と C ウ A と D エ B と C オ C と D

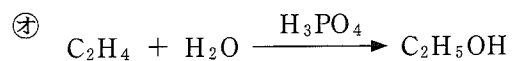
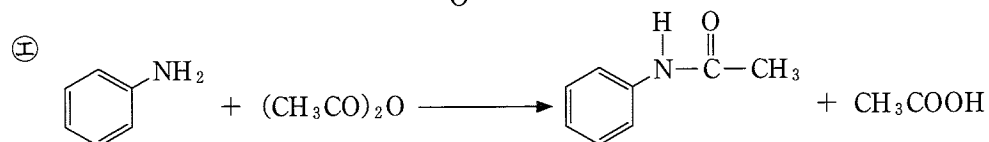
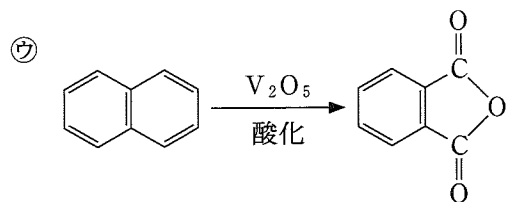
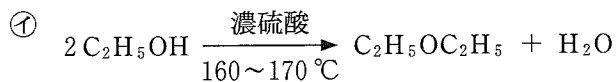
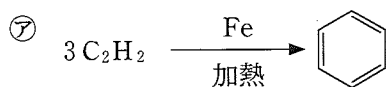
17 油脂 A (分子量 890) は、単一の飽和脂肪酸を含む。油脂 A 8.90 g を 0.300 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL 中で加熱し、十分に反応させた。その後、この反応液をセロハン膜に包んで、900 mL の蒸留水の入ったビーカーに浸した。この反応液の浸透圧を 27 °C で測定したところ、 2.50×10^3 Pa だった。浸透圧、溶液の体積、脂肪酸ナトリウム塩を含むミセルの物質量、絶対温度の間にはファント・ホッフの法則が成立する。ミセル 1 個が含む脂肪酸ナトリウム塩の平均数に最も近い数値を下から選べ。ただし、未反応の水酸化ナトリウムは無視できるレベルであり、油脂は完全に反応し、セロハン膜からミセルの漏出はないものとする。

- ㉞ 1.00×10^2 ㉠ 3.00×10^2 ㉡ 1.00×10^3
㉟ 3.00×10^3 ㉢ 1.00×10^4

18 C_3H_8O の化学式を持つ化合物について正しい文章はどれか。

- ㉞ 構造異性体は 2 種類である。
㉠ ナトリウムと反応して水素を発生する構造異性体は 1 種類である。
㉡ 酸化により得られる化合物の中で、還元性を示す構造異性体は 1 種類である。
㉟ ヨウ素を反応させると、黄色沈殿を生ずる構造異性体は 1 種類である。
㉢ エタノールの縮合反応によりできる構造異性体は 1 種類である。

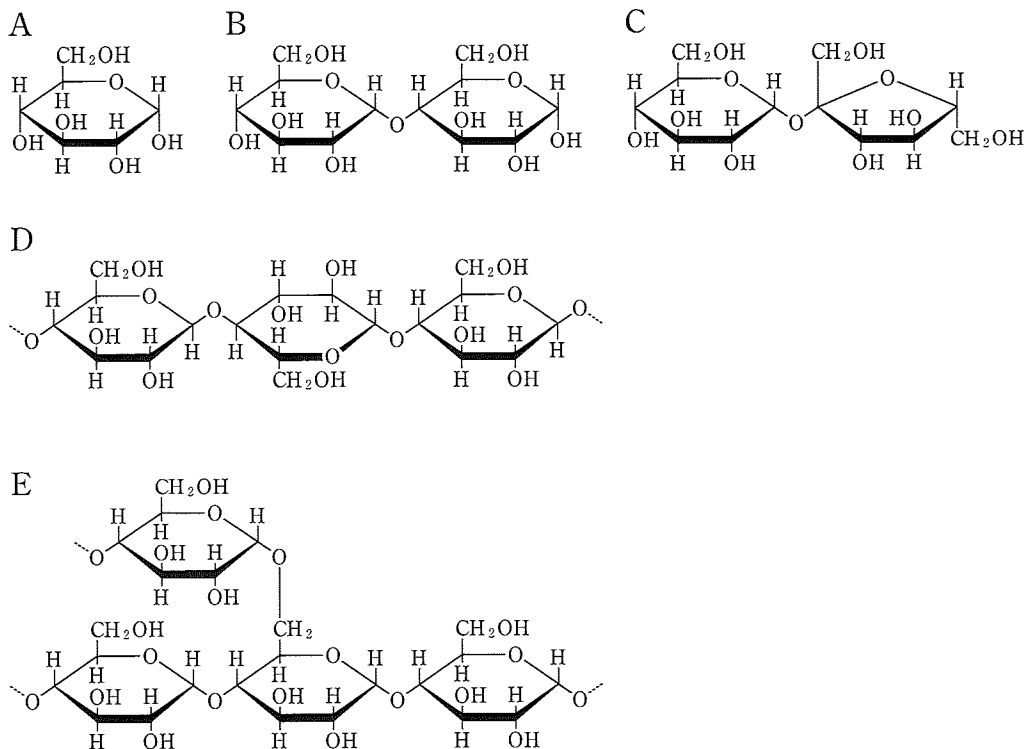
19 誤っている反応式はどれか。



20 以下の記述で、誤っているものはどれか。

- ㉞ ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を加えて加熱すると、ニトロベンゼンが生じる。
- ㉟ アニリンは、さらし粉水溶液を加えると酸化され、赤紫に呈色する。
- ㊱ フェノールは水に少し溶け、水溶液は弱酸性を示す。
- ㊲ アセチルサリチル酸は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液によって赤紫色を呈する。
- ㊳ 安息香酸は、トルエンを過マンガン酸カリウム水溶液中で酸化することにより得られる。

糖類の構造または構造の一部を示したA~Eについて、以下の問い
(問題 21, 22)に答えよ。



21 次の中で、正しい記述はいくつあるか。

- ・ 1 mol の糖類 A をアルコール発酵させると 2 mol のメタノールが得られる。
- ・ 脱水縮合した A の構造をもつのは B, C, E である。
- ・ D で示す構造をもつ糖類は、ヨウ素デンプン反応を示さない。
- ・ D で示す構造を 1×10^4 回繰り返さず糖類 1 分子を完全にアセチル化するために
は、 6×10^4 個の無水酢酸分子が必要である。
- ・ E で示す構造をもつ糖類は、温水に不溶である。

㉗ 1 ㉘ 2 ㉙ 3 ㉚ 4 ㉛ 5

22 糖類 B と糖類 C の混合物に下記の操作を施した。

- 1) 混合物の半量にマルターゼを反応させ、基質を完全に分解させた後、十分量のフェーリング液を加えて加熱すると 2.86 g の酸化銅 (I) Cu_2O が得られた。
- 2) 残りの混合物にスクラーゼを反応させ、基質を完全に分解させた後、フェーリング液で同様に反応させると、8.58 g の Cu_2O が得られた。

元々の混合物中に糖類 C は何 g 含まれていたか。ただし、1 mol の Cu_2O は 1 mol の還元糖より生成され、酵素は Cu_2O の生成に関与しないものとする。

- ア 3.42 イ 6.84 ウ 8.55 エ 17.1 オ 20.5

23 合成したナイロン 66 の 1 分子中に平均 6.00×10^3 個のアミド結合が存在する場合、このナイロン 66 の平均分子量の値に最も近いものを選び。

- ア 3.39×10^4 イ 6.78×10^4 ウ 6.78×10^5
エ 13.6×10^4 オ 13.6×10^5

24 アミノ酸、ペプチド、タンパク質についての記述で、誤っているものはいくつあるか。

- ・アミノ酸をエステル化すると酸の性質を失う。
- ・グリシン水溶液が pH 11 の場合、陽イオン化したグリシンが最も多い。
- ・2 つ以上のペプチド結合をもつ分子はビウレット反応を示す。
- ・チロシンを含むペプチドはキサントプロテイン反応を示す。
- ・システイン間のジスルフィド結合はタンパク質の三次構造形成に関わる。

- ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

25 次の中で，付加縮合によって得られる合成樹脂はいくつあるか。

- ・ポリエチレンテレフタレート
- ・メラミン樹脂
- ・ポリ塩化ビニル
- ・アルキド樹脂
- ・ベークライト

㉞ 1

㉟ 2

㊱ 3

㊲ 4

㊳ 5