

問題は、I から V までで、74 ページから 86 ページまであります。確かめなさい。

解答は、解答番号 1 から 28 までにマークしなさい。

必要があれば、原子量および定数は以下を使うこと。

H = 1.00, B = 10.8, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Mg = 24.3,

Al = 27.0, S = 32.0, Cl = 35.5, K = 39.0, Fe = 55.9, Cu = 63.5, Br = 79.9

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)で 1 mol の気体が占める体積は、22.4 L とする。

また、体積の単位記号 L は、リットルを表す。

I 次の問 1 ～ 5 に答えなさい。

問 1 元素の周期表に関して述べた以下の記述 A ～ C の正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

A 周期表の原型をつくったメンデレーエフは、ドイツの科学者である。

B 典型元素は、すべて非金属元素である。

C 周期表欄外の原子番号 57 ランタンから原子番号 71 のルテチウムまでは、ランタノイドと呼ばれている。これらは、地球上で存在量が少ないことから、別称としてレアメタルと呼ばれ、携帯電話や電池の材料として重要である。

		A	B	C
1	①	正	正	正
	②	正	誤	正
	③	正	正	誤
	④	正	誤	誤
	⑤	誤	正	正
	⑥	誤	誤	正
	⑦	誤	正	誤
	⑧	誤	誤	誤

問 2 質量パーセント濃度が 98.0 % の硫酸 5.00 g を純水で希釈して、希硫酸 500 mL をつくった。この希硫酸のモル濃度 [mol/L] として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 2 ① 1.00×10^{-2} ② 4.90×10^{-2} ③ 1.00×10^{-1} ④ 4.90×10^{-1}
 ⑤ 9.80×10^{-1} ⑥ 1.00 ⑦ 4.90 ⑧ 9.80

問 3 身近にある白色の化学物質 A に関する問題である。加熱により水分を飛ばしたものは、「焼」あるいは「焼き」と冠されることがある。次の(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) エタノールを含ませた脱脂綿に A の粉末をふりかけて点火すると赤紫色を観察できる。このとき、A の名称、および、化学式として最も適切な組み合わせはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

	A	化学式
3 ①	食塩	HCl
②	焼き塩	NaCl
③	焼き塩	NaOH
④	焼ミョウバン	$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$
⑤	焼ミョウバン	$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
⑥	ミョウバン	$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
⑦	焼セッコウ	$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
⑧	焼セッコウ	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
⑨	セッコウ	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(2) A を 10.0 g とり，40℃の純水に溶かして水溶液を作った。この水溶液を放置したところ，結晶が7.54 g 析出していた。この時の水溶液の温度は 20℃であった。また，純水の量は 100 mL であった。A の 20℃における溶解度 [g/100 mL 水] として最も適切なものを次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- 4 ① 0.24 ② 1.17 ③ 2.46 ④ 3.39
 ⑤ 4.10 ⑥ 5.90 ⑦ 6.67 ⑧ 9.36

問 4 理想気体と実在気体について述べた以下の記述 A～C の正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- A シャルルの法則は，絶対零度では気体の体積が 0 になることを示唆している。
 そのため，理想気体でも体積が比較的小さいモデルの場合のみ成り立つ。
 B 私たちの生活空間において，気体の状態方程式 ($pV = nRT$) は成り立たない。
 C 実在気体を理想気体に近づけるには，より高温・高圧にする。

		A	B	C
5	①	正	正	正
	②	正	誤	正
	③	正	正	誤
	④	正	誤	誤
	⑤	誤	正	正
	⑥	誤	誤	正
	⑦	誤	正	誤
	⑧	誤	誤	誤

問 5 「放射性炭素年代測定」で用いられる炭素の同位体である $^{14}_6\text{C}$ は，半減期が約 5700 年，天然の全炭素における存在比がおよそ 1 兆分の 1 である。いま，ある植物の化石を構成する炭素 1.00 g の中に 100 億個の $^{14}_6\text{C}$ がみつかった。このとき，この植物はどの年代に生存していたものと考えられるか。最も適切なものを次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- 6 ① 明治時代(1868～1912 年) ② 江戸時代(1603～1868 年)
 ③ 鎌倉時代(1185～1333 年) ④ 平安時代(794～1185 年)
 ⑤ 古墳時代(3～7 世紀) ⑥ 弥生時代(紀元前 4～3 世紀)
 ⑦ 縄文時代(1.5 万年前～紀元前 4 世紀) ⑧ 白亜紀(約 1 億年前)

Ⅱ 次の問 1 と 2 に答えなさい。

問 1 ハロゲンについての問題である。次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

(1) ハロゲン単体の酸化力の強さの関係を示したものとして最も適切なものを次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 7 ① ヨウ素＞臭素＞塩素＞フッ素 ② 臭素＞ヨウ素＞塩素＞フッ素
 ③ フッ素＞塩素＞臭素＞ヨウ素 ④ フッ素＞ヨウ素＞臭素＞塩素
 ⑤ 塩素＞フッ素＞ヨウ素＞臭素

(2) 単体の臭素の常温・常圧での状態とその色の組み合わせとして最も適切なものを次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

		状態	色
8	①	固体	黒褐色
	②	気体	黄緑色
	③	液体	赤褐色
	④	気体	青色
	⑤	固体	紫色
	⑥	液体	淡黄色

(3) 単体の塩素に該当する水素との反応と水との反応との組み合わせはどれか。最も適切なものを次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

		水素との反応	水との反応
9	①	低温・暗所でも爆発的に反応する。	激しく反応して酸素が発生する。
	②	常温で光を当てると爆発的に反応する。	水に少し溶け、その一部が水と反応する。
	③	高温にすると反応する。	水に溶けにくく反応しにくい。
	④	高温で一部が反応する。	水によく溶け、反応しにくい。
	⑤	反応しにくい。	水に溶けにくく反応しにくい。

- (4) ハロゲン化水素の融点, 沸点, 水溶液の性質を示した表である。フッ化水素(HF)に該当するハロゲン化水素はどれか。最も適切なものを次の中から一つ選び, その番号をマークしなさい。

		融点(℃)	沸点(℃)	水溶液の性質
10	①	−83	20	弱い酸性
	②	−114	−85	弱い酸性
	③	−89	−67	強い酸性
	④	−51	−35	強い酸性

問 2 貴ガス(希ガス)元素についての問題である。次の(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) 貴ガス(希ガス)の価電子数はいくつか。最も適切なものを次の中から一つ選び, その番号をマークしなさい。

11 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

- (2) すべての物質の中で最も沸点が低いので, 極低温の実験やリニアモーターカーの超伝導体の冷却剤として使用される貴ガス(希ガス)元素はどれか。最も適切なものを次の中から一つ選び, その番号をマークしなさい。

12 ① ヘリウム ② ネオン ③ アルゴン ④ クリプトン

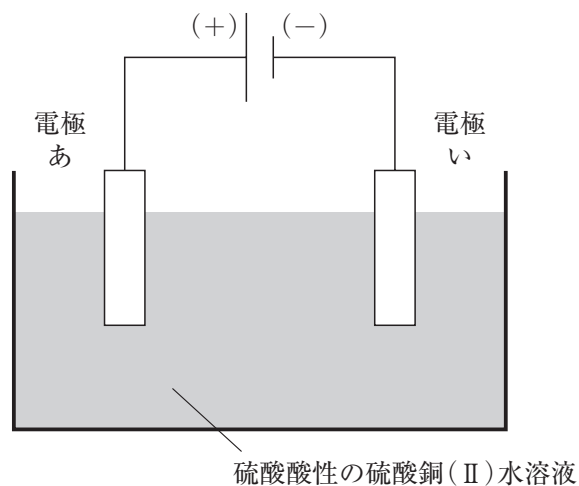
Ⅲ 次の問 1 ～ 3 に答えなさい。

問 1 以下の文を読んで(1)～(3)の問いに答えなさい。

銅の電解精錬を実験室で再現するため、下図のような装置を作製した。電極に粗銅(ニッケル, 亜鉛, 銀だけを不純物として含む)と, 純銅を用いた。電解槽には硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を 2.000 L 入れて低電圧で電気分解を行ったところ, 片方の電極の下に沈殿が生じた。

この実験で粗銅を用いるのは で, 不純物中の金属のうち, 生じた沈殿に含まれずに電極からイオンとなって溶出したものは である。

電気分解の結果, 粗銅が 67.14 g 減少し, 純銅は 66.54 g 増加した。また, 沈殿の質量は 0.3300 g で, 電気分解後の溶液中の銅(Ⅱ)イオン濃度は 0.02000 mol/L だけ減少した。ただし, 電気分解の前後で電解槽の水溶液の体積は変わらないものとする。



(1) 空欄 と にあてはまるものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び, その番号をマークしなさい。

		A	B
13	①	電極あ	ニッケルと銀
	②	電極あ	ニッケルと亜鉛
	③	電極あ	亜鉛と銀
	④	電極い	ニッケルと銀
	⑤	電極い	ニッケルと亜鉛
	⑥	電極い	亜鉛と銀

- (2) 粗銅から溶出した銅(Ⅱ)イオンはすべて純銅として析出したとすると、この電気分解の結果得られた純銅のうち、粗銅に由来する割合〔%〕として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

14 ① 7.63 ② 15.3 ③ 61.5 ④ 82.3 ⑤ 96.2 ⑥ 99.7

- (3) 粗銅からイオンとなって溶出した不純物の質量〔g〕として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

15 ① 0.600 ② 0.930 ③ 2.54
④ 2.81 ⑤ 3.14 ⑥ 3.47

- 問 2 アルミニウムに関する以下の記述のうち、最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 16 ① アルミニウムの精錬は、 Al^{3+} の水溶液を用いて電気分解を行う。
② アルミニウムは、水素よりイオン化傾向が小さい。
③ 氷晶石とアルミナの混合物は、アルミナより融点下がる。
④ アルミニウムは、冷水と反応して水素を発生する。
⑤ ステンレス鋼は、アルミニウムを主成分とする合金である。

- 問 3 ケイ素とその化合物について述べた以下の記述A～Cの正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- A 高純度のケイ素の単体は絶縁体としてコンピューターや太陽電池の部品に用いられる。
B 高純度の二酸化ケイ素を融解して繊維状にしたものが光ファイバーである。
C ケイ酸を加熱して脱水したものは、吸着剤や乾燥剤として用いられる。

		A	B	C
17	①	正	正	正
	②	正	誤	正
	③	正	正	誤
	④	正	誤	誤
	⑤	誤	正	正
	⑥	誤	誤	正
	⑦	誤	正	誤
	⑧	誤	誤	誤

IV 次の問 1 ～ 4 に答えなさい。

問 1 分子式 $C_5H_{12}O$ の化合物 A, B, C について, 以下の実験(ア)～(オ)を行った。次の(1)と(2)の問いに答えなさい。

実験(ア) 化合物 A, B, C に金属ナトリウムを加え反応させると, いずれの化合物も水素が発生した。

実験(イ) 不斉炭素原子の有無を調べたところ, 化合物 A と化合物 B は不斉炭素原子をもっていた。

実験(ウ) 化合物 A, B, C を塩基性の条件下でヨウ素を反応させると, 化合物 A のみ黄色沈殿が得られた。

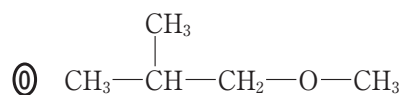
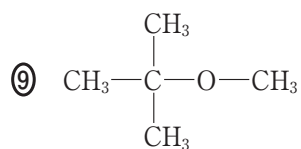
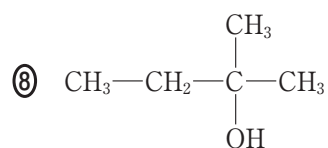
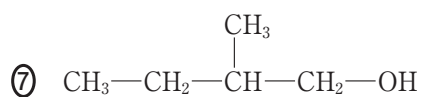
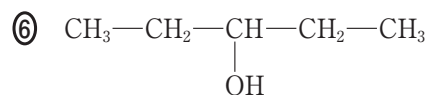
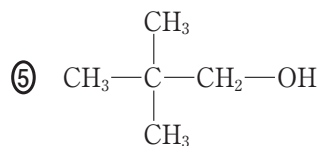
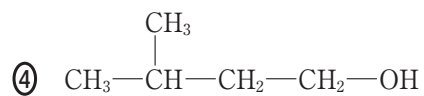
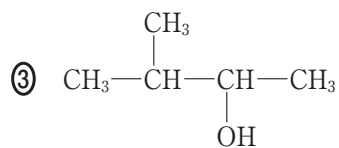
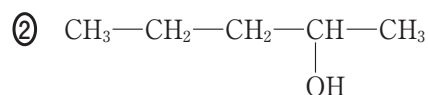
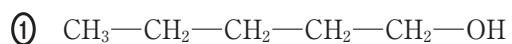
実験(エ) 化合物 A, B, C を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液と反応させると, 化合物 A と化合物 B のみ酸化され, 化合物 C は酸化されなかった。化合物 A からは化合物 D が, 化合物 B からは化合物 E を経て化合物 F が得られた。化合物 D, E, F は全て異なる官能基をもっており, 化合物 F に飽和炭酸水素ナトリウム溶液を滴下すると, 二酸化炭素が発生した。

実験(オ) 化合物 A に硫酸を加えて加熱するとアルケンが得られた。そのアルケンにはシス-トランス異性体が存在した。

(1) 化合物 A と化合物 B について, 下記の I と II の問いの答えとして最も適切なものはどれか。次の中から一つずつ選び, その番号をマークしなさい。

18 I 化合物 A の構造式はどれか。

19 II 化合物 B の構造式はどれか。



(2) 化合物A～Fについて、下記のⅢとⅣの問いの答えの組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

Ⅲ 化合物A～Fのうち、フェーリング液を還元するものはいくつあるか。

Ⅳ 化合物Bとプロピオン酸(プロパン酸)を脱水縮合させて、得られる化合物の分子量はいくつか。

		Ⅲ	Ⅳ
20	①	0	162
	②	1	130
	③	2	102
	④	3	144
	⑤	0	130
	⑥	1	144
	⑦	2	162
	⑧	3	102

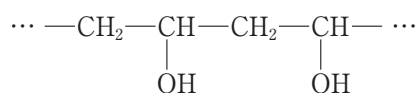
問 2 芳香族化合物に関する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 21 ① トルエンを過マンガン酸カリウム溶液と反応させると、フタル酸が生成する。
 ② エチルベンゼンを還元すると、安息香酸が生成する。
 ③ サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると、サリチル酸メチルが生成する。
 ④ アセチルサリチル酸に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、赤紫色に呈色する。
 ⑤ フェノールと無水酢酸を反応させると、酢酸フェニルが生成する。

問 3 合成樹脂であるポリ塩化ビニル、ナイロン 66、ポリメタクリル酸メチルの重合反応の種類の組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

		ポリ塩化ビニル	ナイロン 66	ポリメタクリル酸メチル
22	①	付加重合	開環重合	縮合重合
	②	付加重合	付加重合	縮合重合
	③	付加重合	縮合重合	付加重合
	④	縮合重合	付加重合	付加重合
	⑤	縮合重合	縮合重合	開環重合
	⑥	縮合重合	付加重合	開環重合
	⑦	開環重合	開環重合	縮合重合
	⑧	開環重合	縮合重合	付加重合
	⑨	開環重合	付加重合	縮合重合

問 4 ポリビニルアルコール 35.2 g を質量パーセント濃度 20.0 % のホルムアルデヒド水溶液で処理したところ、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の 50.0 % がアセタール化されたビニロンが得られた。この合成の際、必要な 20.0 % ホルムアルデヒド水溶液の質量は何 [g] か。最も適切なものを次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。



ポリビニルアルコール

- 23 ① 18.6 ② 24.5 ③ 30.0 ④ 37.6 ⑤ 44.2

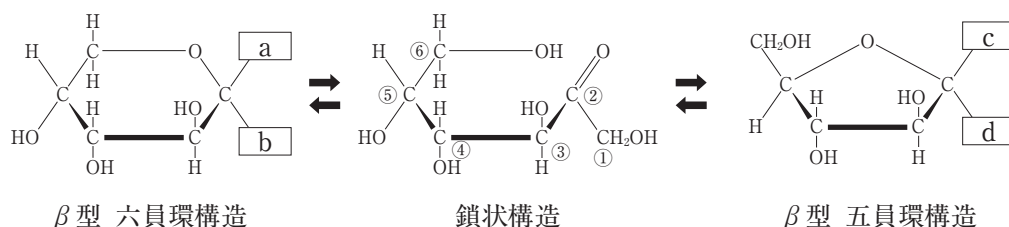
V 次の問 1 ～ 3 に答えなさい。

問 1 次の文の空欄 A ～ C に入るものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。
次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

A をもつ化合物を、その還元性に基づき検出する方法として、銀鏡反応がある。この反応では A によりアンモニア性硝酸銀水溶液の Ag^+ が還元されて B が析出する。例えば、C のグルコースは A をもつので、銀鏡反応を示す。

		A	B	C
24	①	ホルミル基 (アルデヒド基)	酸化銀	鎖状構造
	②	ホルミル基 (アルデヒド基)	酸化銀	環状構造
	③	ホルミル基 (アルデヒド基)	銀の単体	鎖状構造
	④	ホルミル基 (アルデヒド基)	銀の単体	環状構造
	⑤	カルボキシ基	酸化銀	鎖状構造
	⑥	カルボキシ基	酸化銀	環状構造
	⑦	カルボキシ基	銀の単体	鎖状構造
	⑧	カルボキシ基	銀の単体	環状構造

問 2 フルクトースは水溶液中で、図の 3 種類の構造からなる平衡状態をとっている。(1)～(3)の問いに答えなさい。



- (1) 図の空欄にあてはまるものの組み合わせとして、最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

		a	b	c	d
25	①	CH ₂ OH	OH	CH ₂ OH	OH
	②	CH ₃	OH	OH	CH ₃
	③	CH ₂ OH	OH	OH	CH ₃
	④	CH ₂ OH	CH ₃	CH ₃	CH ₂ OH
	⑤	CH ₃	CH ₂ OH	CH ₃	CH ₂ OH
	⑥	OH	CH ₂ OH	CH ₂ OH	OH
	⑦	CH ₃	CH ₂ OH	CH ₂ OH	CH ₃
	⑧	OH	CH ₃	OH	CH ₃
	⑨	OH	CH ₂ OH	OH	CH ₂ OH
	⑩	OH	CH ₃	CH ₃	OH

- (2) 次の文の空欄 A ～ D に入るものの組み合わせとして、最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

図の鎖状構造にある①～⑥までの数字は炭素の位置を示している。図の六員環構造は、鎖状構造の A 位の炭素に結合しているヒドロキシ基の B と2位の炭素の結合により形成される。また図の五員環構造は、鎖状構造の C 位の炭素に結合しているヒドロキシ基の D と2位の炭素の結合により形成される。

		A	B	C	D
26	①	6	酸素	5	酸素
	②	6	酸素	5	水素
	③	6	水素	6	酸素
	④	6	水素	6	水素
	⑤	5	酸素	5	酸素
	⑥	5	酸素	5	水素
	⑦	5	水素	6	酸素
	⑧	5	水素	6	水素

- (3) 鎖状構造のフルクトースは、塩基性の水溶液中では、還元性を示す。図の鎖状構造の中で還元性を示すように変化する最小限の部分に含まれる炭素の位置として、最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 27 ① 1 位 ② 2 位 ③ 3 位 ④ 1 位, 2 位
⑤ 2 位, 3 位 ⑥ 1 位, 2 位, 3 位 ⑦ 6 位 ⑧ 5 位, 6 位

問 3 天然高分子化合物に関する正しい記述の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- a デンプンとグリコーゲンの構成単位となる分子は異なる。
- b デンプンは、枝分かれ構造をもつアミロースと枝分かれ構造をもたないアミロペクチンの混合物である。
- c 加熱によりヨウ素デンプン反応による呈色が消失する理由は、アミロースとアミロペクチンのらせん構造の乱れである。
- d セルロースは α -グルコースが、グリコシド結合で縮合した多糖である。
- e グリコーゲンは、ヨウ素デンプン反応を示さない。
- f セルロースは還元性を示さない。

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

(以上で問題は終わりです。解答番号 29 以降は使用しません。)