

B 4 化学

この冊子の問題は 1 ページから 26 ページまであります。

〔 注 意 〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 解答用紙には、解答用マークシート（1 枚）と記述解答用紙（4 枚）の 2 種類があります。
- (3) 解答は対応する解答欄にマーク及び記入しなさい。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは折り曲げてはいけません。
 - ② マークは、HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用しなさい。
 - ③ 誤ってマークした場合は消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取
り除いたうえで、新たにマークしなさい。
 - ④ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を読んでから
解答しなさい。
- (5) 試験開始の指示があったら、直ちに問題冊子のページ数を確認しなさい。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者
に知らせなさい。
- (6) 本問題冊子は、【1】～【4】を合計 200 点満点で作成しています。
- (7) 問題冊子の空白ページは、自由に使用しなさい。
- (8) 試験終了後に、問題冊子を持ち帰りなさい。

全ての問題【1】～【4】に答えなさい。

必要であれば次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, Li = 6.9, Be = 9.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, K = 39,
Ca = 40, Sr = 88, Ba = 137

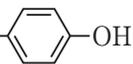
【1】

次の設問(1)～(3)に答えなさい。

(50点)

- (1) 下表のアミノ酸のうち3つのアミノ酸から構成されるペプチドAについて、設問(A)、(B)B1、(C)C1、(D)、(E)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(B)B2、(C)C2、(C)C3の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

表

名称	分子量	等電点	側鎖の構造式
グリシン	75	6.0	-H
アラニン	89	6.0	-CH ₃
リシン	146	9.7	-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -NH ₂
グルタミン酸	147	3.2	-CH ₂ -CH ₂ -COOH
メチオニン	149	5.7	-CH ₂ -CH ₂ -S-CH ₃
チロシン	181	5.7	-H ₂ C-  -OH

- (A) ペプチドAの水溶液に濃硝酸を加えて加熱後、アンモニア水を加えて塩基性にしたところ、橙黄色を呈した。ペプチドAに含まれ、呈色の原因と考えられるアミノ酸を解答群1より1つ選びなさい。

解答群1

- ① グリシン ① アラニン ② リシン
③ グルタミン酸 ④ メチオニン ⑤ チロシン

- (B) ペプチド A の水溶液に濃水酸化ナトリウム水溶液を加えて十分に加熱後、酢酸鉛(Ⅱ)の水溶液を加えたところ、黒色沈殿が生じた。

設問 B1

ペプチド A に含まれ、沈殿の原因と考えられるアミノ酸を解答群 2 より 1 つ選びなさい。

解答群 2

- | | | |
|----------|---------|--------|
| ① グリシン | ① アラニン | ② リシン |
| ③ グルタミン酸 | ④ メチオニン | ⑤ チロシン |

設問 B2

生成した黒色沈殿の化学式を記せ。

- (C) ペプチド A を加水分解し、得られたアミノ酸を pH = 7.0 の緩衝液で十分に浸潤させたろ紙を用いて電気泳動を行ったところ、2つのアミノ酸が陽極側に、1つのアミノ酸が陰極側に移動した。

設問 C1

陰極側に移動したアミノ酸を解答群 3 より 1 つ選びなさい。

解答群 3

- | | | |
|----------|---------|--------|
| ① グリシン | ① アラニン | ② リシン |
| ③ グルタミン酸 | ④ メチオニン | ⑤ チロシン |

設問 C2

陰極側に移動したアミノ酸について、pH = 2.0 の緩衝液に溶解したときの主要なイオン構造式を記しなさい。

設問C3

このアミノ酸が $\text{pH} = 7.0$ において陰極側に移動した理由を「電荷」という用語を用いて、40字以内で記しなさい。

- (D) ペプチドAの分子量を求めて提示の解答例に従って(ア)～(エ)のマークシートにマークしなさい。

ペプチドAの分子量は である。

(解答例：ペプチドAの分子量が123の場合、 のマークシートにそれぞれ、(0), (1), (2), (3) を選択)

- (E) 3つのアミノ酸から構成されるペプチドAのアミノ酸配列に関して何通りの組み合わせが考えられるか。その組み合わせの数について正しいものを解答群4より1つ選びなさい。ただし、アミノ酸の側鎖はペプチド結合の形成に関わらないものとする。

解答群4

- ① 1通り ① 2通り ② 3通り ③ 4通り ④ 5通り
⑤ 6通り ⑥ 7通り ⑦ 8通り ⑧ 9通り

- (2) 2つのアミノ酸から構成されるペプチドB、および3つのアミノ酸から構成されるペプチドCそれぞれの水溶液について、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、硫酸銅(II)の水溶液を少量加えたところ、一方の溶液では赤紫色を呈した。ただし、ペプチドの濃度などの実験条件は同じであった。設問(A)、(B)に答えなさい。なお、設問(A)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(B)の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

(A) 呈色したペプチドはどちらか。解答群 5 より 1 つ選びなさい。

解答群 5

① ペプチド B

② ペプチド C

(B) この呈色反応の名称を答えなさい。

(3) タンパク質は多数のアミノ酸が結合したポリペプチドである。タンパク質はヒトの栄養素として重要であるため、食品中のタンパク質の含有量の測定が必要である。一般的には、タンパク質中に一定量含まれ、比較的容易に測定ができる窒素の含有量からタンパク質の含有量を算出する。窒素の測定法の一つであるケルダール法では、食品を熱濃硫酸で分解し、タンパク質中の窒素を硫酸アンモニウムとして反応液中に残留させる。この硫酸アンモニウムからアンモニアを発生させ、その生成量を測定して、タンパク質の含有量を算出する。

ある食品 0.70 g を用いて、この分析操作を行ったところ、0.034 g のアンモニアが測定された。タンパク質中の窒素の質量百分率を 16 % とし、窒素は全てタンパク質に由来したとして、この食品中のタンパク質の質量百分率 (%) を計算し、提示の解答例に従って解答用マークシートにマークしなさい。なお、答えは整数で答えなさい。

この食品中のタンパク質の質量百分率 (%) は、

ア	イ	ウ
---	---	---

 % である。

(解答例：タンパク質の質量百分率 (%) が 3 % の場合、

ア	イ	ウ
---	---	---

 のマークシートにそれぞれ、(0), (0), (3) を選択)

計 算 欄

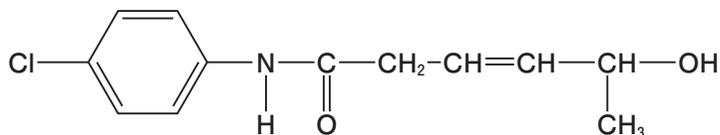
【2】

次の設問(1)，(2)に答えなさい。

(50点)

なお，構造式を書く際には以下の例にしたがって書くこと。

(例)



- (1) 次の文章を読み，設問(A)～(J)に答えなさい。なお，設問(A)，(C)，(F)，(G)，(H)，(I)，(J)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(B)，(D)，(E)の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

フェノールは，ベンゼンの水素原子の1つをヒドロキシ基で置換した化合物で，プラスチック，染料，医薬品などの原料として利用されている。図1に，ベンゼンを出発原料としたフェノールの合成経路を示す。

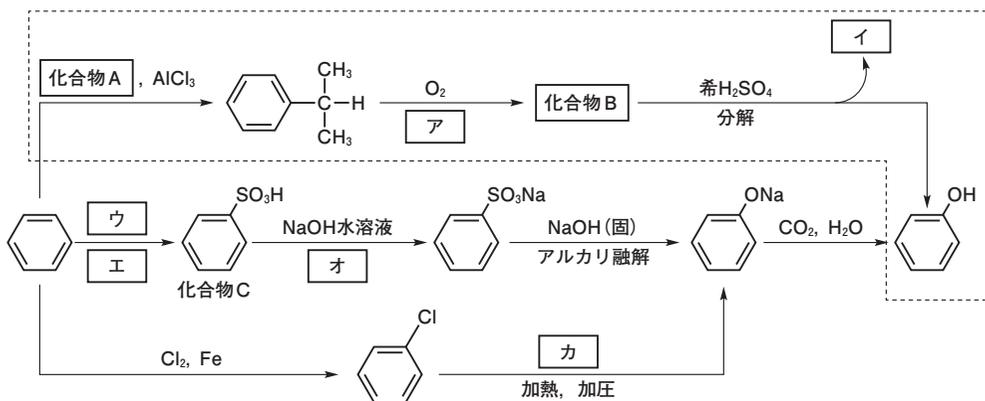


図1

フェノールの合成樹脂への利用として、フェノールからベークライトともよばれるフェノール樹脂が得られる。すなわちフェノールとホルムアルデヒドを **キ** 触媒を用いて付加縮合させると、**ク** とよばれるやわらかい固体の中間生成物を生じ、これに硬化剤を加えて加熱するとフェノール樹脂となる。一方、**ケ** 触媒を用いてフェノールとホルムアルデヒドを付加縮合させると、**コ** とよばれる液体の中間生成物を生じ、これは加熱するだけでフェノール樹脂になる。

(A) 破線で囲まれたフェノールの工業的製造法の名称として、正しいものを解答群 1 から 1 つ選びなさい。

解答群 1

- | | | |
|--------------|---------|---------|
| ① オストワルト法 | ① ソルベー法 | ② 融解塩電解 |
| ③ ハーバー・ボッシュ法 | ④ クメン法 | ⑤ 接触法 |

(B) 化合物 A (図 1) にあてはまる物質の構造式を、記述解答用紙【2】(1) (B) に記入しなさい。

(C) **ア** および **オ** にあてはまる反応の名称として、最も適するものを解答群 2 からそれぞれ 1 つずつ選びなさい。なお、同じ番号を何度選んでもよい。

解答群 2

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 酸化反応 | ① 還元反応 | ② 置換反応 |
| ③ 付加反応 | ④ 中和反応 | |

(D) 化合物 B (図 1) にあてはまる物質の構造式を、記述解答用紙【2】(1) (D) に記入しなさい。

(E) **イ** にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、酢酸ナトリウムと特異臭を有する黄色固体が生じる。この反応の化学反応式を記述
解答用紙【2】(1)(E)に記入しなさい。

(F) ベンゼンに物質 **ウ** を加えて加熱すると、化合物 **C** (図1) が生成する。
ウ にあてはまる最も適する物質を解答群3から1つ選びなさい。

解答群3

- ① Na_2SO_4 ① H_2S ② 希 H_2SO_4
③ 濃 H_2SO_4 ④ 濃 H_2SO_4 + 濃 HNO_3

(G) **エ** にあてはまる反応の名称として、最も適するものを解答群4から1つ選びなさい。

解答群4

- ① ジアゾ化 ① けん化 ② スルホン化
③ ニトロ化 ④ ハロゲン化 ⑤ エステル化

(H) **カ** にあてはまる物質として、最も適するものを解答群5から1つ選びなさい。

解答群5

- ① NaOH 水溶液 ① Na_2CO_3 水溶液 ② CH_3COOH
③ H_2O_2 水溶液 ④ H_2O ⑤ O_2

(I) **キ** ~ **コ** にあてはまる語句の正しい組み合わせはどれか。解答群6から1つ選びなさい。

解答群6

キ	ク	ケ	コ
⑥ 酸	レゾール	塩基	ノボラック
① 酸	メラミン	塩基	アラミド
② 酸	ノボラック	塩基	レゾール
③ 酸	アラミド	塩基	レゾール
④ 塩基	レゾール	酸	ノボラック
⑤ 塩基	レゾール	酸	メラミン
⑥ 塩基	ノボラック	酸	レゾール
⑦ 塩基	アラミド	酸	メラミン

(J) フェノールとホルムアルデヒドが過不足なく反応して、**図2**に示すフェノール樹脂336gと水が得られた。このとき、理論上ホルムアルデヒドは何g必要か。必要なホルムアルデヒドの質量を、提示の**解答例**に従ってマークしなさい。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入しなさい。

(解答例：答えが「10」gの場合、(0), (1), (0) を選択)

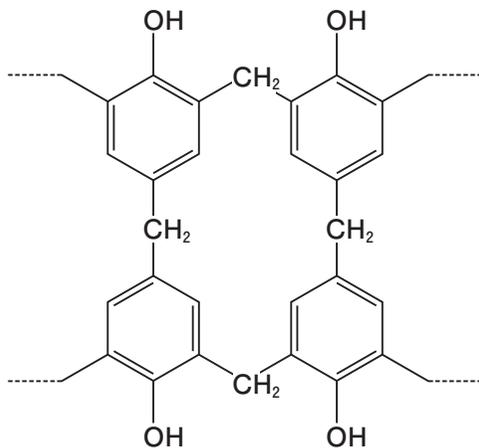


図2

(2) 次の文章を読み、設問(A)～(E)に答えなさい。なお、設問(A)～(E)の全ての解答を解答用マークシートにマークしなさい。

メタン CH_4 やエタン C_2H_6 のように鎖状飽和炭化水素を総称してアルカンという。アルカンの分子式は、共通の一般式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ (n は分子中の炭素原子の数) で表される。このような一連の化合物を同族体という。 $n = 4$ 以上のアルカンには、分子の構造が異なる異性体が存在する。 C_4H_{10} では **a** 種類、 C_5H_{12} では **b** 種類、 C_6H_{14} では **c** 種類の異性体が存在する。一般に、アルカンの沸点は、直鎖状の同族体では分子量が大きいほど **ア**、枝分かれ状のアルカンでは、同じ炭素数の直鎖状のアルカンより沸点が **イ**。アルカンは一般には水には **ウ** が、極性の小さい有機溶媒には **エ**。

アルカンは特殊な条件下で塩素 Cl_2 と反応する。正四面体構造の CH_4 の水素原子 H が塩素原子 Cl と反応していくと、クロロメタン CH_3Cl 、ジクロロメタン CH_2Cl_2 、トリクロロメタン CHCl_3 、テトラクロロメタン CCl_4 の4種類の塩素置換体の化合物を生成し得る。このように、分子中の原子が他の原子や原子団に置き換わる反応を置換反応という。同様に、 C_2H_6 の H が Cl と反応していくと、**d** 種類の塩素置換体の化合物が生成し得る。また、テトラクロロプロパン $\text{C}_3\text{H}_4\text{Cl}_4$ には、鏡像異性体も考慮して **e** 種類の異性体が考えられる。

C_nH_{2n} の一般式で表されるものにはシクロアルカンとアルケンが考えられる。シクロアルカンの場合 $n = 3$ 以上で考えられ、シクロプロパン C_3H_6 、シクロブタン C_4H_8 、シクロペンタン C_5H_{10} 、シクロヘキサン C_6H_{12} がある。シクロプロパンやシクロブタンはシクロヘキサンと比較して **オ** であり、臭素 Br_2 と **カ**。シクロヘキサンは立体的な形が異なる立体異性体として、いす形と舟形が知られているが、常温ではほとんど **キ** で存在している。

C_nH_{2n} で表されるアルケンは、分子中に炭素原子間における二重結合を1つもつ。アルケンの二重結合は **ク** されやすく、弱塩基性の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液にエチレン C_2H_4 を通じると過マンガン酸イオン MnO_4^- の **ケ** が消え、**コ** の酸化マンガン(IV) MnO_2 が生じる。

(A) 文章中の **a** ~ **c** にあてはまる数字を、提示の**解答例**に従ってマークしなさい。

(解答例：答えが「1」の場合、(0), (1) を選択)

(B) **ア** ~ **エ** にあてはまる語句の正しい組み合わせはどれか。**解答群7**から1つ選びなさい。

解答群7

ア	イ	ウ	エ
① 低く	高い	よく溶ける	溶けにくい
② 低く	高い	溶けにくい	よく溶ける
③ 低く	低い	よく溶ける	溶けにくい
④ 低く	低い	溶けにくい	よく溶ける
⑤ 高く	高い	よく溶ける	溶けにくい
⑥ 高く	高い	溶けにくい	よく溶ける
⑦ 高く	低い	よく溶ける	溶けにくい
⑧ 高く	低い	溶けにくい	よく溶ける

(C) 文章中の **d**, **e** にあてはまる数字を、提示の**解答例**に従ってマークしなさい。

(解答例：答えが「1」の場合、(0), (1) を選択)

- (D) **オ** ~ **キ** にあてはまる語句の正しい組み合わせはどれか。解答群 8 から 1 つ選びなさい。

解答群 8

オ	カ	キ
① 安定	反応する	いす形
① 安定	反応する	舟形
② 安定	反応しない	いす形
③ 安定	反応しない	舟形
④ 不安定	反応する	いす形
⑤ 不安定	反応する	舟形
⑥ 不安定	反応しない	いす形
⑦ 不安定	反応しない	舟形

- (E) **ク** ~ **コ** にあてはまる語句の最も適切な組み合わせはどれか。解答群 9 から 1 つ選びなさい。

解答群 9

ク	ケ	コ
① 酸化	赤紫色	白色
① 酸化	赤紫色	黒色
② 酸化	淡黄色	白色
③ 酸化	淡黄色	黒色
④ 還元	赤紫色	白色
⑤ 還元	赤紫色	黒色
⑥ 還元	淡黄色	白色
⑦ 還元	淡黄色	黒色

計 算 欄

【3】

次の設問(1)，(2)に答えなさい。

(50点)

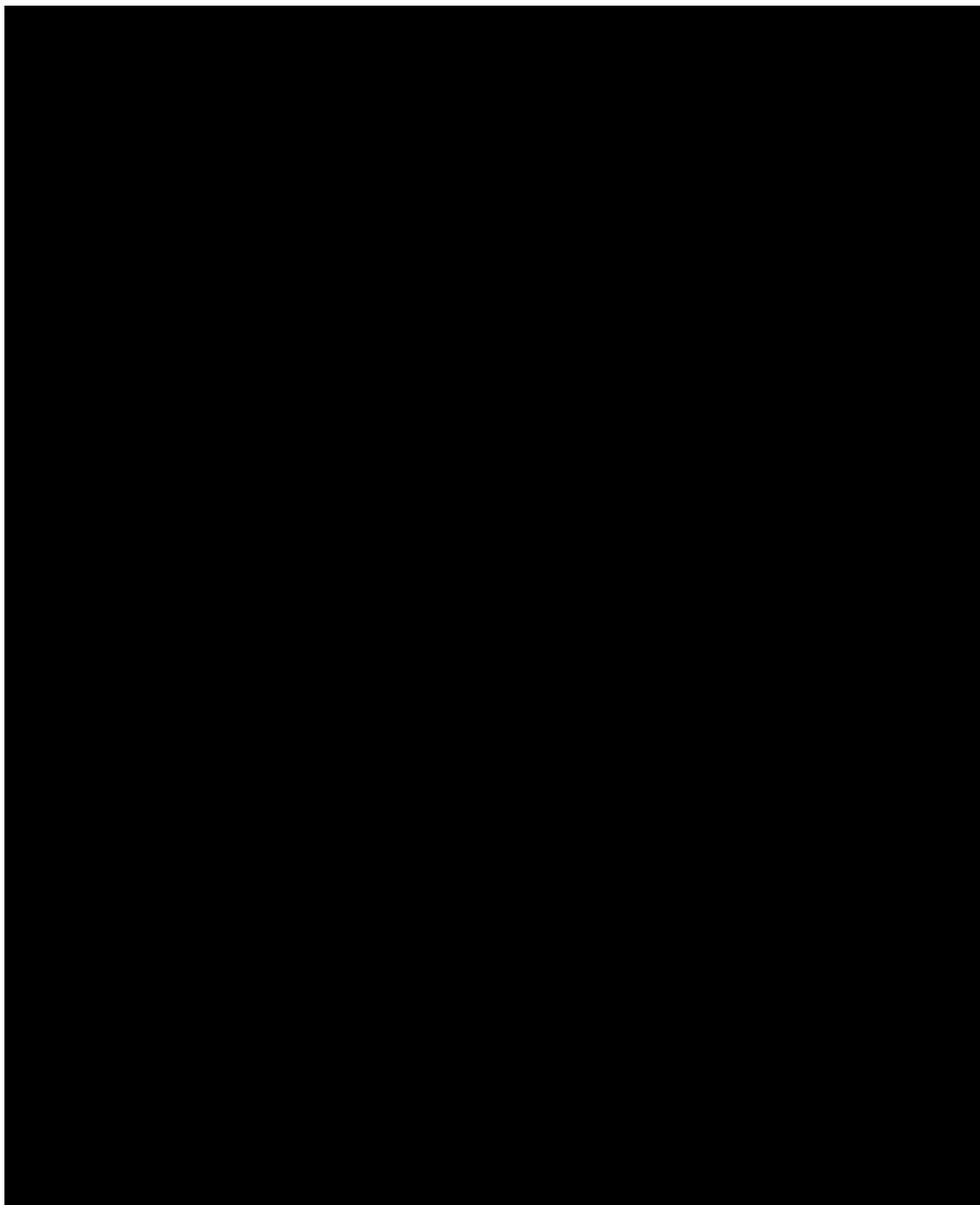
(1) 次の文章ならびに、次ページの資料1を読み、設問(A)～(F)に答えなさい。

なお、設問(A)，(C1)～(C3)，(F)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(B)，(D)，(E)の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

ヒトの胃は、胃から分泌される胃酸（主に塩酸）を利用して強酸性に保たれる。胃にヘリコバクター・ピロリ（ピロリ菌）という微生物が感染すると、胃潰瘍^{かいよう}の原因となることが知られている。ピロリ菌がつくる酵素ウレアーゼは分子内に(i)ニッケルを含有しており、胃内の(ii)尿素をアンモニアと二酸化炭素に加水分解する反応を促進する。生じたアンモニアが局所的に胃酸を中和することで、ピロリ菌は胃内で死なずに増えることができる。なお、生じた二酸化炭素は血中に移行した後、呼気として肺から排出される。そこで、この原理を利用した(iii)尿素呼気試験でピロリ菌の感染を診断することができる。

また胃潰瘍は、胃酸が多すぎる状態（胃酸過多）を放置しても起こることがある。制酸（胃酸の中和）作用を持つ医薬品の中には、とあるアルカリ土類金属（金属Aとする）の酸化物（化合物Bとする）を主成分とするものもある。金属Aは空気中で燃焼させると白色の化合物Bを生じ、(iv)二酸化炭素中で燃焼させると化合物Bならびに黒鉛が生じる。金属Aは熱水と反応するが、常温の水とはほとんど反応せず、炎色反応もない。

資料1 添付文書（医師・薬剤師向けの医薬品説明書）



- *1 感染 病気の原因となる菌などがヒトの体に侵入し、増え続けられる状態のこと
- *2 経口投与 口から薬を与えること
- *3 呼気 吐き出す息のこと
- *4 服用 薬を飲むこと
- *5 血中 血液の中のこと

出典：PMDA 添付文書 7290005F1037_1_13 を抜粋・改変

- (A) 文章中の下線部(i)について、Niの性質でないものを解答群1の中から1つ選びなさい。

解答群1

- ① 最外殻の電子の数は2である。
- ① Ni^{2+} に Cl^- を加えると沈殿を生じる。
- ② 中性溶液中で Ni^{2+} に H_2S を通じると沈殿を生じる。
- ③ 濃硝酸に溶けにくい。
- ④ 硫酸塩の水溶液は緑色である。

- (B) 文章中の下線部(ii)の反応式を記述解答用紙【3】(1)(B)に記入しなさい。なお、尿素は示性式で表し、同位体は考えなくて良い。

- (C) 文章中の(iii)について、資料1に示す医薬品を用いて、ある患者に尿素呼吸試験を実施した。次の設問C1～C3に答えなさい。

設問C1

炭素の自然界に存在する同位体の性質として正しい組み合わせを解答群2の中から1つ選びなさい。

解答群2

放射性同位体	放射性でない同位体 (安定同位体)
① なし	^{12}C , ^{13}C , ^{14}C
① ^{12}C	^{13}C , ^{14}C
② ^{13}C	^{12}C , ^{14}C
③ ^{14}C	^{12}C , ^{13}C
④ ^{12}C , ^{13}C	^{14}C
⑤ ^{12}C , ^{14}C	^{13}C
⑥ ^{13}C , ^{14}C	^{12}C
⑦ ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C	なし

設問C2

医薬品服用前の呼気に含まれる二酸化炭素濃度を体積百分率で $a(\%)$ 、この呼気における $^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$ 比を R_1 とするとき、この呼気に含まれる $^{13}\text{CO}_2$ 濃度(%)を a ならびに R_1 を用いて表すと、

$$\frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}} \text{である。}$$

$\boxed{\text{ア}}$ 、 $\boxed{\text{イ}}$ にあてはまるものを解答群3の中から1つずつ選んで答えなさい。十の位と一の位をそれぞれマークすること。なお、 ^{12}C 、 ^{13}C 以外の同位体は無視して良い。

解答群3

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|-------------|
| ①① $a + R_1$ | ①② $a - R_1$ | ①③ $R_1 - a$ | ①④ aR_1 |
| ②① $2a + R_1$ | ②② $2a - R_1$ | ②③ $R_1 - 2a$ | ②④ $2aR_1$ |
| ③① $a + 2R_1$ | ③② $a - 2R_1$ | ③③ $2R_1 - a$ | ③④ a^2R_1 |
| ④① $1 + R_1$ | ④② $1 - R_1$ | ④③ $R_1 - 1$ | ④④ R_1 |

設問C3

医薬品服用 20 分後の呼気における $^{13}\text{CO}_2 / ^{12}\text{CO}_2$ 比を R_2 とするとき、医薬品服用前と医薬品服用 20 分後の呼気における $^{13}\text{CO}_2 / ^{12}\text{CO}_2$ 比の変化量 $\Delta^{13}\text{C}(\%)$ を

$$\Delta^{13}\text{C}(\%) = \left(\frac{R_2}{R_1} - 1 \right) \times 100 \text{ と表す。}$$

このとき、もし、ピロリ菌陽性と判定される場合には、

$$R_2 \geq \boxed{\text{ウ}} . \boxed{\text{エ}} \boxed{\text{オ}} \boxed{\text{カ}} \boxed{\text{キ}} R_1 \text{ の関係が成り立つ。}$$

$\boxed{\text{ウ}} \sim \boxed{\text{キ}}$ にあてはまる数値を選んで答えなさい。なお、 ^{12}C 、 ^{13}C 以外の同位体は無視して良い。

(D) 文章中の下線部(iv)の反応式を、記述解答用紙【3】(1)(D)に記入しなさい。

(E) 文章中の化合物 B は胃内において制酸作用をもつ。この作用の最も主要な反応の化学反応式を記述解答用紙【3】(1)(E)に記入しなさい。

(F) 文章中の化合物 B 1.00 g を用いて中和できる 0.100 mol/L 塩酸の体積を整数で求めると、

mL である。

~ にあてはまる数値を、提示の解答例にしたがってマークしなさい。

(解答例：答えが「19 mL」の場合、(0), (1), (9) を選択)

(2) 次の文章を読み、設問(A)～(D)に答えなさい。なお、設問(A)～(D)のいずれの解答も**解答用マークシート**にマークしなさい。

金属結晶は、金属元素の原子が金属結合によって規則正しく配列した固体である。金属結合は、(サ) が金属全体を自由に動くことで金属原子に共有され、金属原子どうしを結びつけることでなされる。金属は電気や熱の (シ) 性にすぐれる。これは、(サ) が金属結晶の中を移動することで電気や熱を伝えるためである。したがって、電気を通しやすいものほど熱が伝わり (ス)。金属は原子どうしが少々ずれたとしても (サ) によって結合が保たれる。このため金属は、うすく広げたりできる (セ) や、線状に延ばしたりできる (ソ) にすぐれる。

(i) アルミニウム、銅などがとる結晶格子を (タ) とよぶ。 (タ) の単位格子を想定すると、(チ) 各面の中心と各頂点に原子が配列している。このことから、単位格子 (チ) 中に含まれる原子は (ツ) 個であり、配位数は (テ) である。

(A) 文章中の (サ) ～ (チ) にあてはまる最も適した語句を**解答群 4**の中から1つずつ選びなさい。十の位と一の位をそれぞれマークすること。

解答群 4

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|--------|
| ①① 原子核 | ①② 自由電子 | ①③ 不対電子 | ①④ 伝導 |
| ①⑤ 絶縁 | ①⑥ やすい | ①⑦ にくい | ①⑧ 陽子 |
| ①⑨ 中性子 | ①⑩ 塩基性 | ①⑪ 延性 | ①⑫ 展性 |
| ①⑬ 体心立方格子 | ①⑭ 面心立方格子 | ①⑮ 六方最密構造 | |
| ①⑯ 正六角柱 | ①⑰ 四角柱 | ①⑱ 直方体 | ①⑲ 立方体 |

(B) 文章中の (ツ), (テ) にあてはまる数字を、提示の**解答例**にしたがってマークしなさい。

(解答例：答えが「9」の場合、(0), (9) を選択)

(C) 下線部(i)について、円周率を π として、銅の結晶格子の充填率 P(%) を求めると、

$$P(\%) = \frac{\boxed{\text{ト}} \boxed{\text{ナ}} \sqrt{\boxed{\text{ニ}} \boxed{\text{ヌ}}}{\boxed{\text{ネ}} \boxed{\text{ノ}}} \pi \text{ である。}$$

$\boxed{\text{ト}} \sim \boxed{\text{ノ}}$ にあてはまる数値を、提示の解答例にしたがってマークしなさい。なお、根号内はなるべく簡単な数にするとともに、 $\boxed{\text{ト}} \boxed{\text{ナ}}$ と $\boxed{\text{ネ}} \boxed{\text{ノ}}$ は互いに素とする。

(解答例：答えが「9」の場合、(0), (9) を選択)

(D) 下線部(i)について、銅の結晶の密度を $d(\text{g/cm}^3)$ 、結晶格子の一辺の長さを $L(\text{cm})$ 、アボガドロ定数を $N(\text{/mol})$ として、銅のモル質量 $M(\text{g/mol})$ を求めると、

$$M(\text{g/mol}) = \boxed{\text{ハ}}^{\boxed{\text{ヒ}} \boxed{\text{フ}}} d^{\boxed{\text{ヘ}} \boxed{\text{ホ}}} L^{\boxed{\text{マ}} \boxed{\text{ミ}}} N^{\boxed{\text{ム}} \boxed{\text{メ}}} \text{ である。}$$

$\boxed{\text{ハ}} \sim \boxed{\text{メ}}$ に当てはまる数値あるいは符号をマークしなさい。なお、 $\boxed{\text{ハ}}$ は素数とするとともに、 $\boxed{\text{ハ}} \sim \boxed{\text{メ}}$ は提示の解答例にしたがってマークしなさい。

(解答例：解答が $\frac{d^2 L^9 N^{-9}}{9}$ の場合、 $3^{-2} d^{+2} L^{+9} N^{-9}$ と変形したうえで、

$\boxed{\text{ハ}}$	$\boxed{\text{ヒ}}$	$\boxed{\text{フ}}$	(3), (-), (2) を選択
$\boxed{\text{ヘ}}$	$\boxed{\text{ホ}}$		(+), (2) を選択
$\boxed{\text{マ}}$	$\boxed{\text{ミ}}$		(+), (9) を選択
$\boxed{\text{ム}}$	$\boxed{\text{メ}}$		(-), (9) を選択

このとき、 $9^{-1} d^{+2} L^{+9} N^{-9}$ は 9 が素数でないため不可とする)

計 算 欄

【4】

次の設問(1)～(3)に答えなさい。

(50点)

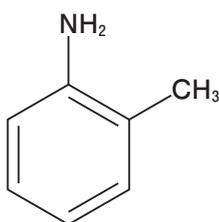
(1) 原子番号36までの元素について、次の(A)～(F)にあてはまるものを元素記号で記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。なお、あてはまるものが複数ある場合には、あてはまる元素を全て答え、あてはまるものがない場合には「該当なし」と答えなさい。

- (A) 1価のイオンになったとき、クリプトンと同じ電子配置を示す。
- (B) 岩石や鉱物の成分元素として存在し、その酸化物はガラスの主成分である。
- (C) 地球の大気中に体積百分率で10%以上含まれている。
- (D) 典型元素であり、最外殻に2個の電子が入っている。
- (E) 常温、常圧において単体の分子は刺激臭をもつ黄緑色の有毒な気体で存在する。
- (F) 酸素よりも電気陰性度が大きい。

(2) フェノール消毒薬は19世紀に開発され、現代においても手術器具などの消毒に用いられており、フェノール消毒薬中には一定量のフェノールが含まれている。次のi~vは、フェノール消毒薬中のフェノールの定量法について示している。以下の設問(A)~(E)に答えなさい。なお、設問(A)、(B)、(C)については記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。設問(D)、(E)については解答用マークシートにマークしなさい。

- i 量りとったフェノール消毒薬を水で溶かし1.00 Lにする。
- ii 溶かしたフェノール消毒薬水溶液 20.00 mL を量り取り、一定過量の臭素液および塩酸を加えて密栓をして一定時間放置する。
- iii 放置後、一定過量のヨウ化カリウム水溶液を加えて一定時間放置する。
- iv 生成した ア をチオ硫酸ナトリウムで滴定する。
- v フェノール消毒薬の代わりに同量の水を用いて空試験（ブランクテスト）を行う。

(A) ii では、フェノールと臭素の反応により2,4,6-トリブロモフェノールと臭化水素が生成する。この反応式を書きなさい。ただし、フェノールおよび2,4,6-トリブロモフェノールは例に示すような構造式で記すこと。



例

(B) ア 内にあてはまる物質を化学式で書きなさい。

(C) i ~ ivの操作を「本試験」としたとき、本試験と空試験（ブランクテスト）で滴定に用いられるチオ硫酸ナトリウムの量が多くなるのはどちらか。本試験または空試験のどちらかを選び、[臭素]および[未反応]という用語を両方用いて15文字程度で簡潔に説明しなさい。

(D) ivの滴定で用いられる指示薬について、正しいものを以下の**解答群1**の中から1つ選びなさい。

解答群1

- ① メチレンブルー
- ① フェノールフタレイン
- ② 塩化鉄(Ⅲ)
- ③ プロモチモールブルー
- ④ デンプン

(E) iで量りとしたフェノール消毒薬の質量を0.960 g、滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムのモル濃度を0.100 mol/L、空試験（ブランクテスト）および本試験で滴定に消費されたチオ硫酸ナトリウムの体積が、25.5 mLもしくは13.5 mLのとき、iで量りとしたフェノール消毒薬に含まれるフェノールの含有量（質量パーセント濃度）を小数点第一位まで求めると . %であった。なお、フェノール消毒薬中にはフェノール以外に臭素と反応する化合物が存在していないものとする。

~ にあてはまる数値を選んで答えなさい。

(3) 次の設問(A)・(B)に答えなさい。なお、設問(A)については記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。設問(B)については解答用マークシートにマークしなさい。

(A) エチレン(C_2H_4)に水素が付加することによりエタン(C_2H_6)となる。この反応の反応エンタルピーを求めなさい。必要に応じて次の燃焼エンタルピーを参考にする。なお、エチレンおよびエタンの燃焼によって得られる水は液体であるとする。

エチレン (気体) の燃焼エンタルピー	-1412 kJ
エタン (気体) の燃焼エンタルピー	-1561 kJ
水 (液体) の生成エンタルピー	-286 kJ

(B) 前問(A)の反応式は可逆反応である。この反応が、ある容器内で平衡状態に達しているとき、①~⑤のように条件を変化させた。変更後に再び平衡状態となったとき、エタンの生成量が確実に増えると予測されるのは①~⑤のうちどれか。解答群2から2つ選びなさい。

解答群2

- ① 温度と圧力を一定に保ち、水素を加える。
- ① 温度と圧力を一定に保ち、窒素を加える。
- ② 温度と容器の体積を一定に保ち、窒素を加える。
- ③ 圧力を一定に保ち、温度を下げる。
- ④ 圧力を一定に保ち、水素を加えながら温度を上げる。
- ⑤ 触媒として白金を加える。

