

総合型選抜
公募型学校推薦選抜
英 公募型学校推薦選抜 語
数 公募型学校推薦選抜 学
生 公募型学校推薦選抜 物
化 公募型学校推薦選抜 学
国 公募型学校推薦選抜 語
一般選抜
一般選抜英語
一般選抜日本史
一般選抜世界史
一般選抜生物
一般選抜化学
一般選抜数学
一般選抜国語
音楽実技

一般選抜 出題傾向／対策・出題のねらい

化 学

〈出題傾向〉

大問は3～4題で構成されているが、大問の一部がA、Bに分かれて中間形式になっていることがある。

解答形式は、A方式では記述式、B方式ではマーク式である。A方式の計算問題では、途中の計算過程を記述させる問題が多い。記号選択の問題は、A方式のⅠAでは4つから2つの正解を組み合わせたものを答えさせる形式で、B方式では、Ⅰで3つの記述から正しいものの組み合わせを答えさせる形式、その他の大問で1つの正解を答えさせる形式である。

出題分野は、A方式、B方式のすべてで、小問集合、理論化学、無機化学、有機化学で構成されている。各分野からまんべんなく出題される傾向は、近年変化はない。

理論化学では、反応熱、化学平衡、浸透圧、電解精錬、電池、実在気体など、無機化学では、窒素、銅、金属イオンの分離など、有機化学では、フェノール、アルケン、サリチル酸、有機化合物の構造の決定などが出題された。

近年、問題の難易度に変化はなく、基本的な問題や標準的な問題が多いものの、思考力を要求される問題もある。制限時間は問題の分量に対して十分であるので、基本的な問題や標準的な問題を中心に解答していけば、合格点に達することができるであろう。計算問題では、条件をあらためて確認し、計算を再度行うことでミスをなくすことも大切である。有効数字にも注意が必要である。

〈出題のねらい〉

全体を通して

A方式(1/29・30)は大問3題(Ⅰ～Ⅲ)構成、B方式は大問4題(Ⅰ～Ⅳ)構成で、それぞれ理論を含む基礎、無機、有機の範囲から出題しています。基本的な知識を問う問題に加えて、思考力、計算力、説明力を必要とする問題も含まれています。教科書を中心に知識や考え方をしっかりと学べば、解答することができるという観点で出題しています。

なお、A方式(1/29・30)は、計算過程、理由の記述、構造式を答えさせるなど、記述解答式となっています。B方式は、すべてマークシート式です。

前期A方式(1月29日)

Ⅰ：小問集合、理論化学

Aは、物質の構造・変化と平衡の分野について、小問形式で基礎的な知識と理解をみる問題です。6設問あり、4つの文の正誤組合せを答える形式ですが、紛らわしい文もありますので、正確な知識と理解が必要です。

Bは、酢酸の電離平衡をテーマに、電離度、電離定数、緩衝溶液の原理などについて標準的な内容からやや応用的な内容まで、幅広い理解をみる問題です。

問3では、酢酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を、中和に必要な量の半分を加えたときの水素イオン濃度を問うており、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ であることを使って $[\text{H}^+]$ を求めますが、平衡定数の深い理解が必要な問題でした。問5では、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えたときの水素イオン濃度を問うており、過剰の OH^- によって加水分解が抑えられることが理解できることが必要です。

Ⅱ：無機化学、理論化学

Aは、窒素の単体や化合物をテーマに、知識と理解をみる標準的な問題です。問2ではアンモニアの捕集法と乾燥法につい

〈学習対策〉

1. 理論化学・無機化学・有機化学のいずれの分野においても、要求されている知識は、教科書に掲載されている内容が中心である。しかし、よく練られた問題も出されており、あいまいな知識だけでは合格点に達することは難しいと思われる。教科書をよく読んで理解することが大切である。その後、基本レベル～標準レベルの問題集を用いて、知識が身についているか、内容を理解できているかを1つひとついねいに確認していくとよい。
2. 理論化学では、計算問題が多く出されている。計算問題を演習する際は、途中の計算過程を書いて解き進めていくよう意識して取り組むとよい。そうすることで理解が深まり、また、間違えた際はどこを間違えたのか確認しやすいので、効果的な学習が期待できる。
3. 無機化学では、化学反応式をしっかりと覚えておきたい。化学反応式は単に暗記するだけではなく、その反応が物質のどのような性質に基づいて起こるのかを理解しておくことが重要である。また、理論化学と絡めた問題が出されることも多いので、過去に出題された問題などを用いて対策をしておくとうい。
4. 有機化学では、芳香族化合物に関する問題が出されることが多いので、教科書などを用いて、ベンゼンの反応やフェノールの反応をはじめとした知識を確認しつつ、有機化合物の分離に関する問題、構造決定に関する問題を中心に練習をしておくとうい。

て、問5ではオストワルト法による硝酸の製造工程の理解をもとに、反応の量的な関係を問うています。このような基本的な計算を、確実にできるようにしておいてほしいと思います。

Bは、塩化ナトリウム水溶液の電気分解と、発生する気体(塩素)の酸化還元滴定に関する、応用的な問題です。

問3は、還元剤としてのチオ硫酸ナトリウムが、塩素によって酸化されたヨウ化物イオンと反応するという、やや複雑な関係を理解できるかどうかのポイントです。やや難しい問題ですが、でんぶん水溶液を加えることや、問4で反応の終点の判断方法を問うていることから、ヨウ素デンプン反応が推測できれば、 KI から I_2 が生成する反応を考えることができるでしょう。

Ⅲ：有機化学

Aは、フェノールの性質や、2種類のフェノール合成法に関する問題です。問われている内容は基本的なのですが、問2では物質(アセトン)の構造式を、問3ではトリプロモフェノール生成の化学反応式を、問4ではフェノールと安息香酸の分離の方法と結果を記述式で解答させるので、正確な知識・理解が必要となります。

Bは、アルケンをテーマに、水を付加したときの生成物質、臭素を付加したときの生成物質とその立体的な異性体について問うています。後半の立体異性体については、ほとんど見たことがない物質だと思いますが、解き進めるのに必要な知識は、問題文や各設問の流れの中に書かれています。

問2は、 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ に水を付加するとき、 H_2O が $\text{H}-\text{OH}$ 、 $\text{HO}-\text{H}$ の2つの付加のしかたがあることから、2種類のアルコールが生成します。このような考え方と、問4の前の立体異性体に関する説明文が問4のヒントとなっています。問題集などでもほとんど見たことがない問題かもしれませんが、既存の知識と問題文での説明を組み合わせることで、解答の糸口が見つけられるかを問いました。

有機化合物の立体構造を考えることは、食品の成分や医薬品などの分析で重要です。

前期A方式(1月30日)

I：小問集合、理論化学

Aは、物質の構造・変化と平衡の分野について、小問形式で基礎的な知識と理解をみる問題です。6設問あり、4つの文の正誤組合せを答える形式ですが、紛らわしい文もありますので、正確な知識と理解が必要です。

Bは、U字管による浸透圧の実験をテーマに、基礎的な内容からやや応用的な内容まで、幅広い理解をみる問題です。

問4は、ファントホッフの法則 $\Pi V = (m/M)RT$ に、問2で求めた浸透圧 Π などを代入して分子量 M を求めますが、体積 V が109mLに増えていることに注意が必要です。日ごろの問題演習で、このような緻密さも身に着けておいてほしいと思います。

II：無機化学、理論化学

Aは、銅とその化合物をテーマに、銅の化合物やイオンの性質、電解精錬などに関する理解をみる、標準的な問題です。

問6では、金属イオンが電解液に溶解するかどうかに関する知識を前提として、粗銅の減少量 (Cu^{2+} 、 Zn^{2+} となり溶解、 Ag は陽極泥)、電解液中の Cu^{2+} の減少量を整理して関係式をつくれば、解くことができます。公式を用いて要領よく解こうとしても、行き詰まってしまうので、日ごろの地道な問題演習が大切です。

Bは、 $[\text{S}^{2-}]$ を変化させたときの、 ZnS の沈殿量をテーマに、 Zn の性質、 ZnS の溶解度積、 pH と $[\text{S}^{2-}]$ の関係などを問うています。

金属イオンが硫化物の沈殿をつくる条件は、「酸性下ではどのイオンが沈殿、塩基性下ではどのイオンが沈殿する」というように操作的に暗記している人がいると思います。ここでは、 H_2S の電離平衡が $[\text{H}^+]$ によってどちらに傾くかという原理を問いました。電離平衡の原理は化学として重要な内容ですので、確実に理解をしておく必要があります。

III：有機化合物

Aは、医薬品として用いられていたサリチル酸のエステル、およびアセトアミノフェンをテーマに、エステル化、アセチル化などについての理解をみる問題です。アセトアミノフェンの合成反応は教科書にはあまり記載がないと思いますが、問題文の合成経路の図と、官能基の反応の原理から解くことができます。

Bは、 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ という、教科書には掲載されていない物質の構造を考える問題ですが、教科書の知識を組み合わせることで構造を決定することができます。分子式から不飽和結合があることがわかりますので、鎖状で $\text{C}=\text{C}$ 結合があるもの、環状で二重結合がないもの、炭素鎖に $=\text{O}$ が結合したものが考えられます(鎖状のものと環状のものがあることは、情報1～3にも示しています)。

異性体を書きだすことができれば、一般的な有機構造決定の問題と同じ解き方で、構造式を決定することができます。

前期B方式(1月31日)

I：物質の構造

小問集合形式で、幅広い知識と理解をみる問題です。

問3は3つの溶液の pH に関する問題でしたが、電離平衡に関する総合的な理解が必要で、正解率は3割程度でした。大問Iは、例年3つの文章に関する正誤組合せ問題で、一つ一つは難問ではないのですが、問われている3つのことがらのすべてを正しく理解していないと正解できないので、基礎事項を確実に理解しておきましょう。

II：無機化学、理論化学

Aは、5種類の金属イオンの系統分離をテーマに、試薬による沈殿反応や色の変化などから、各イオンがどのように分離されていくかを問う問題です。

問1、2は標準的な問題で、いずれも正解率は7～8割と比較的よくできていました。

Bは、リン酸を用いた水素－酸素燃料電池に関する問題です。各電極での反応、生成物質の量、流れた電気量などについて問いましたが、問1～3は正解率が8割以上とよくできていました。問4は環境問題を意識して、化学エネルギーの何%が電気エネルギーとして取り出せるかの効率について問いました。化学エネルギーと電気エネルギーをそれぞれ計算して比率を求めるのですが、リード文で計算方法を示しましたので、比較的よくできていました。

III：理論化学

理想気体の状態方程式について問いましたが、やや難解な内容なので、ていねいな説明をつけて問題を誘導しました。説明のリード文が1.5ページとボリュームがありますが、8割以上の人が確実に読み取れており、正解できていました。公式や知識を覚えて問題を解くだけでなく、説明文を読んで理解し、活用できる力は大学に入学してからでも重要です。

IV：有機化学

Aは、小問集合形式で、シクロアルカンの一般式、油脂のけん化、セッケンの性質などに関する理解をみる問題です。問2の分子内の炭素骨格の立体構造の問題では、二重結合を形成する炭素原子と、それに直接結合する原子は常に同一平面状に存在することがポイントです。物質名から構造式が思い浮かべられない人もいたと思われ、正解率は4割以下にとどまりました。

Bは、 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ で表されるエステルの構造を決定する問題で、官能基の反応、ヨードホルム反応など特定の構造がわかる反応、考えられる異性体の書き出しなど、多くの事項を組み合わせる必要があります。

問5では、エステルの構造を、 $\text{R}_1-\text{CO}-\text{O}-\text{R}_2$ のように表して R_1 と R_2 を選ばせる形式で、まぐれ当たりがほとんどなかったと思われます。マーク式であっても、日ごろから記述で答えられるように問題演習をしておきましょう。

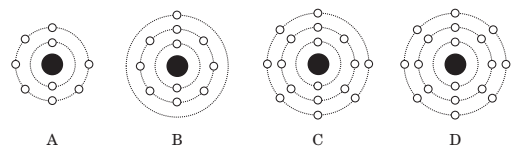
総合型選抜	公募型学校推薦選抜	英語	数	生	物	化	学	国	語	一般選抜	一般選抜英語	一般選抜日本史	一般選抜世界史	一般選抜生物	一般選抜化学	一般選抜数学	一般選抜国語	音楽実技
-------	-----------	----	---	---	---	---	---	---	---	------	--------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	------

A 1 化 学

I 次の問題A・Bに答えなさい。

A 次の問1～問6について、(a)～(d)の中から適当なものだけを2つ選んだ組み合わせを、それぞれア～カの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

問1 下図はそれぞれ原子A～Dの電子配置の模式図を表しており、中心の●は原子核を、その周囲の点線の円は中心からK殻、L殻、M殻の電子殻を、その電子殻上にある○は電子を表している。この原子A～Dについての次の記述のうち、正しいもの。



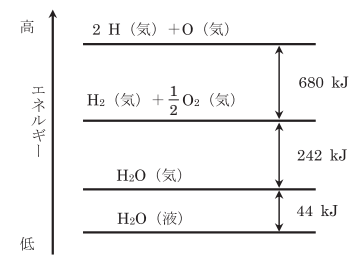
- (a) 原子A～Dのうち、電子親和力が最も大きいのは原子Aである。
(b) 原子A～Dのうち、第一イオン化エネルギーが最も小さいのは原子Bである。
(c) 原子A～Dのうち、電気陰性度が最も大きいのは原子Cである。
(d) 原子A～Dのうち、価電子数が最も小さいのは原子Dである。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

- 問2 化学結合についての次の記述のうち、正しいもの。
- (a) 典型元素の金属結合は、構成する原子1個あたりの自由電子の数が多いほど、その結合が強くなる。
(b) イオン結合は陽、陰イオンの価数(電荷の絶対値)が大きいくほど、また隣接する陽、陰イオン間の距離が短いほど、その静電的引力は強くなる。
(c) 共有結合している原子間の距離は、それぞれの原子半径の和に等しい。
(d) 配位結合は、非共有電子対を双方の原子から提供されて形成される共有結合である。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

- 問3 無機化学工業についての次の記述のうち、正しいもの。
- (a) 銅の製造では、溶鉱炉から得られる銑鉄を還元することにより鉄の純度を高める。
(b) 溶融塩電解によるアルミニウムの製造では、氷晶石 Na_3AlF_6 は酸化剤としてはたらく。
(c) イオン交換膜法による水酸化ナトリウムの製造では、陰極側で高濃度の水酸化ナトリウム水溶液が得られる。
(d) 接触法による発煙硫酸の製造では、二酸化硫黄を酸化して得られる三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させる。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

- 問4 コロイド溶液についての次の記述のうち、正しいもの。
- (a) コロイド粒子は、直径が $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ 程度の大きさをもつ粒子である。
(b) ゼラチンのコロイド溶液に多量の電解質を加えても、ゼラチンは沈殿しにくい。
(c) コロイド粒子の不規則な運動をブラウン運動といい、主にコロイド粒子に不規則な方向から衝突する分散媒分子によるものである。
(d) 透明なコロイド溶液に横から強い光を当てても、光の進路は確認できずに透明な溶液のままである。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

問5 次のエネルギー図についての下の記述のうち、正しいもの。



- (a) 上のエネルギー図から、 H_2O (液) の生成熱は 965 kJ/mol であることがわかる。
(b) 上のエネルギー図から、 H_2O (液) の蒸発熱は 44 kJ/mol であることがわかる。
(c) 上のエネルギー図から、水分子内の O-H 結合の結合エネルギーは 483 kJ/mol であることがわかる。
(d) H_2 の解離エネルギーを 432 kJ/mol とすると、酸素分子内の O=O 結合の結合エネルギーは 496 kJ/mol であることがわかる。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

総合型選抜
公募型学校推薦選抜
英 公募型学校推薦選抜 語
数 公募型学校推薦選抜 学
生 公募型学校推薦選抜 物
化 公募型学校推薦選抜 学
国 公募型学校推薦選抜 語
一般選抜
一般選抜英語
一般選抜日本史
一般選抜世界史
一般選抜生物
一般選抜化学
一般選抜数学
一般選抜国語
音楽実技

総合型選抜
公募型学校推薦選抜
英 公募型学校推薦選抜 語 英
数 公募型学校推薦選抜 学 数
生 公募型学校推薦選抜 物 生
化 公募型学校推薦選抜 学 化
国 公募型学校推薦選抜 語 国
一般選抜
一般選抜英語
一般選抜日本史
一般選抜世界史
一般選抜生物
一般選抜化学
一般選抜数学
一般選抜国語
音楽実技

化学〔前期 A 方式 1 / 29〕

問 6 化学反応についての次の記述のうち、下線部が正しいもの。

(a) 温度を上げて反応速度が大きくなるのは、活性化エネルギーがより小さくなるからである。

(b) 濃度を高くして反応速度が大きくなるのは、単位時間あたりの反応する分子の衝突回数が増えるからである。

(c) 発熱反応においては、正反応の活性化エネルギーよりも逆反応の活性化エネルギーの方が大きい。

(d) 反応 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HI}$ においては、活性化エネルギーは H_2 と I_2 の結合エネルギーの和より大きい。

ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)

エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

問題は次に続きます。

B 次の文章を読んで、後の問 1 ～問 5 に答えなさい。ただし、滴定中の温度は一定とし、酢酸の電離定数 K_a 、水のイオン積 K_w は以下の値とする。

$$K_\text{a} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$K_\text{w} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$$

0.10 mol/L 酢酸 CH_3COOH 水溶液 10 mL に、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下して得られる水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ の変化を考える。

まず、 NaOH 水溶液を滴下する前の CH_3COOH 水溶液の $[\text{H}^+]$ は、その電離度を α とすると、 mol/L と表せる。

次に、 CH_3COOH 水溶液に NaOH 水溶液を 5.0 mL 滴下したときの溶液（溶液①とする）は、その溶液中に未反応の CH_3COOH と、中和反応で生じた酢酸ナトリウム CH_3COONa が同物質量存在していると見なせ、この溶液の体積を 15 mL とすると、その $[\text{H}^+]$ は mol/L である。

さらに、 NaOH 水溶液を 10 mL 滴下したときの溶液（溶液②とする）は、滴下前から存在していた CH_3COOH と、滴下した NaOH が過不足なく中和した CH_3COONa 水溶液と見なせる。

最後に、 NaOH 水溶液を 15 mL 滴下したときの溶液の体積を 25 mL とすると、その $[\text{H}^+]$ は mol/L である。

問 1 に当てはまる数式として最も適当なものを、次のア～オの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア. 0.10α イ. $0.10 \alpha^2$ ウ. $\sqrt{0.10 \alpha}$

エ. $\frac{0.10}{\alpha}$ オ. $\frac{0.10}{\alpha^2}$

問 2 溶液①に、少量の塩酸を加えても pH がほとんど減少しない。その理由を 50 字程度で説明しなさい。

問 3 に当てはまる数値を有効数字 2 桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。

問 4 溶液②の液性として最も適当なものを、次のア～ウの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、解答した液性を示す反応をイオン反応式で書きなさい。

ア. 酸性 イ. 中性 ウ. 塩基性

問 5 に当てはまる数値を有効数字 2 桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。

Ⅱ 次の問題A・Bに答えなさい。ただし、原子量はH=1.0、N=14、O=16とします。

A 次の文章を読んで、後の問1～問5に答えなさい。

単体の窒素は、大気中に体積で約 ① %存在し、2個の窒素原子が ② 結合で結びついている。常温では化学反応を起こしにくい。四酸化三鉄を触媒として窒素と水素を高温・高圧下で反応させることにより工業的にアンモニアを合成することができる。実験室でアンモニアを合成する際には、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を試験管の底に入れ加熱する。アンモニアは ③ 形の分子の形をもつ ④ 分子であり、水に極めてよく溶けて、弱塩基性を示す。

硝酸は、無色で酸化力の強い液体であり、工業的にはアンモニアを原料として次の工程1～3を経て合成される。この硝酸の工業的製法は ⑤ 法と呼ばれる。

【工程1】 触媒として ⑥ を用いて高温下でアンモニアと酸素を反応させ、 ⑦ と水を得る。

【工程2】 ⑦ を室温付近まで冷却したあと空気に触れさせると、二酸化窒素が生じる。

【工程3】 二酸化窒素を水と反応させると、 ⑦ を発生しながら硝酸が生じる。発生した ⑦ は工程2へ送る。

工程1～3で起こる反応を一つの式にまとめると、次式で表せる。



問1 ① ～ ⑦ に入れるのに最も適当な語句または数値を、それぞれ次のア～エの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を繰り返し選んではいけない。

- | | | |
|-----------|--------------|---------------|
| ア. 20 | イ. 40 | ウ. 80 |
| エ. 単 | オ. 二重 | カ. 三重 |
| キ. 折れ線 | ク. 三角錐 | ケ. 正四面体 |
| コ. 極性 | サ. 無極性 | シ. 接触 |
| ス. オストワルト | セ. ハーバー・ボッシュ | ソ. 酸化バナジウム(V) |
| タ. 白金 | チ. 酸化亜鉛 | ツ. 四酸化二窒素 |
| テ. 一酸化窒素 | ト. 一酸化二窒素 | |

問2 下線部i)について、実験装置の模式図を次の図1に示す。このとき、図中の A に入れる乾燥剤として最も適当な物質の名称を、下のア～ウの中から1つ選び、記号で答えなさい。

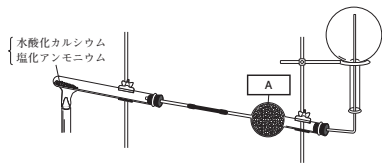


図1

- ア 十酸化四リン イ 塩化カルシウム ウ ソーダ石灰

問3 下線部ii)に関連して、硝酸が酸化剤としてはたらいっている反応を、次のア～エの中からすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
イ. $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$
ウ. $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
エ. $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$

問4 工程1で起こる反応を、化学反応式で書きなさい。

問5 ⑤ 法により、質量パーセント濃度63%、密度 1.4 g/cm^3 の濃硝酸を10.0 L合成するのに必要なアンモニアの、 0°C 、 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ での体積 (L) を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。

B 次の文章を読んで、後の問1～問4に答えなさい。

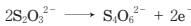
食塩水(塩化ナトリウム水溶液)を、炭素電極を用いて電気分解すると、陽極ⁱ⁾からも、陰極からも気体が発生した。両極から発生した気体を集め、よく混合して紫外線を照射すると激しく反応し、別の気体Xが生成した。この気体を水に通じると極めてよく溶けて、強酸性の水溶液に変化した。次に、陽極から発生した気体のみを捕集し、これをヨウ化カリウム水溶液に通じるとすべて反応して水溶液の色は褐色になった。この水溶液にでんぶん水溶液を少量加え、ここにビュレットから 0.020 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下していくと、 20 mL 加えたところで終点ⁱⁱⁱ⁾に到達した。

問1 下線部i)で起こる反応を、1つの化学反応式で書きなさい。

問2 気体Xを実験室で合成するとき、最も適当な方法を次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。また、その実験室的製法の化学反応式も書きなさい。

- ア. 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。
イ. 酸化マンガン(IV)と塩素酸カリウムの混合物を加熱する。
ウ. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
エ. 亜硫酸ナトリウムに希塩酸を加える。

問3 下線部ii)で捕集した気体の物質量 (mol) を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。なお、滴定時にチオ硫酸イオンは還元剤としてはたらく。次式にしたがって変化する。



問4 下線部iii)の終点の判断の方法について述べなさい。

化学〔前期A方式 1/29〕

Ⅲ 次の問題A・Bに答えなさい。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16、Br=80とします。

A 次の文章を読んで、後の問1～問5に答えなさい。

フェノールは医薬品や染料、合成高分子化合物の原料などとして広く用いられており、工業的に重要な化合物の一つである。フェノールは特有のにおいをもつ無色の結晶であり、水に少し溶けてその水溶液は ① を示す。また、フェノールに ② 水溶液を加えると紫色の呈色反応を示し、フェノールと金属ナトリウムが反応すると ③ が発生する。

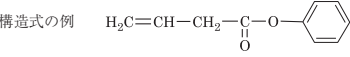
フェノールは工業的にクメン法で合成されており、クメン法では、ベンゼンと ④ から触媒を用いてクメンをつくり、これを酸化したのち、硫酸で分解してフェノールを得る。このとき、フェノールとともに有機化合物Xが生成する。また、フェノールは、 ⑤ と水酸化ナトリウムのアルカリ融解や高温・高圧において ⑥ を水酸化ナトリウム水溶液中で分解する方法でも合成されていたが、現在ではこれらの方法は行われていない。

フェノールに濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）を加えて加熱すると、最終的には ⑦ が得られ、この化合物は爆薬の原料として使用されていた。また、フェノールに臭素水を十分に加えると、フェノールと臭素が反応して白色の沈殿を生じる。

問1 ① ～ ⑦ に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ次のア～テの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を繰り返し選んではいけません。

- | | | |
|-------------------|------------|------------|
| ア. 弱酸性 | イ. 弱塩基性 | ウ. 中性 |
| エ. 硫酸銅(Ⅱ) | オ. さらし粉 | カ. 塩化鉄(Ⅲ) |
| キ. 二酸化炭素 | ク. 酸素 | ケ. 水素 |
| コ. 窒素 | サ. メタン | シ. エタン |
| ス. エチレン | セ. プロパン | ソ. プロペン |
| タ. ピクリン酸 | チ. ニトロベンゼン | ツ. クロロベンゼン |
| テ. ベンゼンスルホン酸ナトリウム | | |

問2 有機化合物Xの構造式を、次の例にならって書きなさい。



問3 下線部で起こる反応を、化学反応式で書きなさい。構造式は問2の例にならって書きなさい。

問4 フェノールと安息香酸が溶解したジエチルエーテル溶液からフェノールを分離したい。下に示した【試薬】のうちから必要なものを用いて、分離の方法とその結果を簡潔に説明しなさい。

【試薬】 水酸化ナトリウム水溶液 塩酸
炭酸水素ナトリウム水溶液 塩化ナトリウム水溶液

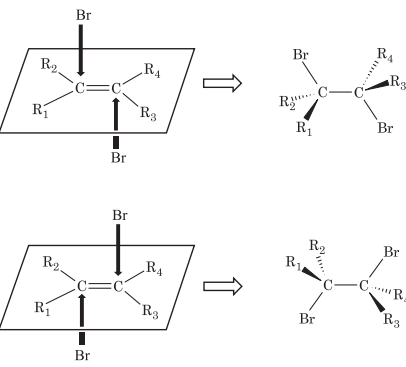
問5 フェノールと無水酢酸が反応すると、酢酸フェニルが得られる。酢酸フェニルが6.8g得られるとき、必要なフェノールの質量(g)を有効数字2桁で求めなさい。ただし、反応は完全に進行したとする。

B 次の文章を読んで、後の問1～問5に答えなさい。

アルケンの一般式はC_nH_{2n}と表される。アルケンは分子内に炭素間二重結合を1つもち、付加反応を起こしやすい。例えば、エチレンに水素を付加すると、エタンが生成し、エチレンに水を付加すると化合物Xが生成する。また、アルケンと臭素が反応すると臭素の赤褐色が消失するため、この反応はアルケンの検出に利用される。

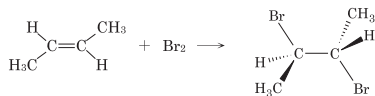
- 問1 化合物Xの構造式を、次の例にならって書きなさい。
- 構造式の例 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
- 問2 1-ブテンに水を付加したとき、生成する化合物として考えられるものをすべて構造式で書きなさい。ただし、立体異性体は区別せず、構造式は問1の例にならって書きなさい。
- 問3 あるアルケンAに臭素を付加したところ、生成した化合物の分子量はアルケンAの分子量の3.3倍であった。アルケンAの分子式を書きなさい。

アルケンに臭素が付加する反応では、下図に示すように臭素原子は炭素間二重結合を含む平面に対して反対側から結合することが知られている。



（ R₁ ～ R₄ は水素原子またはアルキル基を表す。また、 は紙面上にある結合を、 は紙面より手前にある結合を、 は紙面の奥にある結合を表す。）

問4 トランス-2-ブテンに臭素を付加したとき、次のように1種類の化合物が生成する。



この化合物には鏡像異性体が存在しない。鏡像異性体が存在しないことに関して、この化合物の構造上の特徴を「不斉炭素原子」「対称面」という語句を用いて25字程度で説明しなさい。

問5 シス-2-ブテンに臭素を付加したとき、2種類の化合物が生成する。それぞれの化合物の構造を、立体的な構造の違いがわかるように問4の生成物の書き方にならって書きなさい。

(化学問題 おわり)

化学〔前期A方式 1 /30〕(時間80分)

A 2 化 学

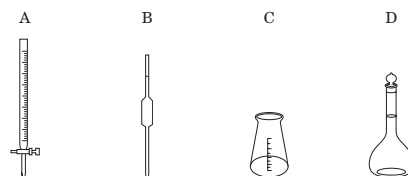
I 次の問題A・Bに答えなさい。ただし、原子量は、C=12、P=31、また、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

A 次の問1～問6について、(a)～(d)の中から適当なものだけを2つ選んだ組み合わせを、それぞれア～カの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

問1 物質量についての次の記述のうち、正しいもの。

- (a) 1 mol のメタンには 6.0×10^{23} 個の水素原子が含まれている。
 (b) 1.8×10^{24} 個の水素原子を含むアンモニアの物質量は1 mol である。
 (c) 12 g のフラレン C_{60} には 6.0×10^{23} 個の炭素原子が含まれている。
 (d) 6.0×10^{23} 個のリン原子を含む黄リン(白リン) P_4 は124 g である。
 ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
 エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

問2 下図はそれぞれ酸塩基反応や酸化還元反応の滴定に用いられる実験器具である。A～Dの実験器具の洗浄法や乾燥法に関する次の記述のうち、正しいものの。



- (a) 器具Aを洗浄してすぐに滴定に用いたい場合、この器具に使用する溶液で数回洗浄してから使用する。
 (b) 器具Bを洗浄してすぐに滴定に用いたい場合、内壁が純水で濡れていても使用できる。
 (c) 器具Cを洗浄してすぐに滴定に用いたい場合、これらの器具に使用する溶液で数回洗浄してから使用する。
 (d) 純水で洗浄した後の器具Dを乾燥する際には、加熱乾燥はできない。
 ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
 エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

化学〔前期A方式 1/30〕

問3 電池についての次の記述のうち、正しいもの。

- (a) マンガン乾電池やアルカリマンガン乾電池の負極では、亜鉛が酸化されてイオンに変化する。
- (b) 鉛蓄電池を放電すると、負極に付着している硫酸鉛(Ⅱ)は鉛に戻る。
- (c) 燃料電池は燃焼熱に相当するエネルギーを、電気エネルギーにして取り出す装置であり、負極活物質には水素を用いたものがよく知られている。
- (d) リチウムイオン電池は二次電池であり、電解液には希硫酸が用いられている。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
- エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

問4 水に対する気体の溶解度についての次の記述のうち、正しいもの。

- (a) 水に対する気体の溶解度は、一般に温度が高くなると小さくなる。
- (b) 温度が一定ならば、一定量の水に溶解する気体の体積は圧力に関係なく一定である。
- (c) 温度が一定ならば、一定量の水に溶解する気体の物質量は圧力に関係なく一定である。
- (d) 温度が一定ならば、一定量の水に溶解する気体の質量は圧力に関係なく一定である。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
- エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

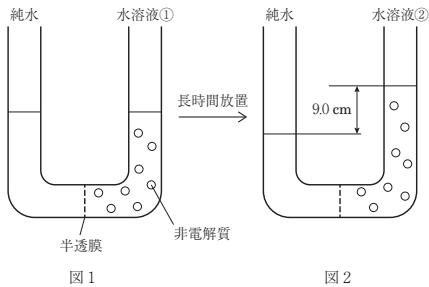
問5 反応熱についての次の記述のうち、正しいもの。

- (a) 溶解熱とは、物質1 mol を多量の溶媒に溶かしたときに発生する熱量であり、物質によらず常に正の値である。
- (b) 燃焼熱とは、物質1 mol を完全燃焼させたときに発生する熱量であり、物質によらず常に正の値である。
- (c) 反応熱とは、反応物の生成熱の総和から生成物の生成熱の総和を引いた値である。
- (d) 強酸と強塩基の希薄溶液の中和熱は、酸と塩基の種類やその価数によらず常に一定である。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
- エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

問6 平衡移動についての次の記述のうち、正しいもの。

- (a) 水と氷が平衡状態にあるとき、圧力を高くすると氷が融解する。
- (b) ベンゼンの液体と固体が平衡状態にあるとき、圧力を高くするとベンゼンが凝固する。
- (c) アンモニア水に純水を加えると、溶液中のアンモニウムイオンが減少する。
- (d) アンモニア水に気体の塩化水素を吸収させると、溶液中のアンモニウムイオンが減少する。
- ア. (a), (b) イ. (a), (c) ウ. (a), (d)
- エ. (b), (c) オ. (b), (d) カ. (c), (d)

B 次の文章を読んで、後の問1～問5に答えなさい。ただし、大気圧は 1.0×10^5 Pa、溶液の温度は27℃で一定とし、気体定数は 8.3×10^3 [Pa・L/(K・mol)] とする。



中央を半透膜で仕切ったU字管(管の断面積は一定で 2.0 cm^2)がある。図1のように左側に純水100 mLを入れ、右側に半透膜を透過できない非電解質20 mgが溶けた水溶液100 mL(水溶液①とする)を入れた。その後、大気圧下で長時間放置すると、図2のように左右の液面の差が9.0 cmになって変わらなくなったので、図2のU字管右側の水溶液(水溶液②とする)の浸透圧が Pa であることがわかった。よって、 の法則を用いると、この非電解質の分子量は、 と求められる。

問1 下線部に関連して、次のア～オのうち非電解質として最も適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。

ア. 硝酸 イ. 水酸化バリウム ウ. グルコース

エ. 硫酸マグネシウム オ. 塩化ナトリウム

問2 にあてはまる数値を有効数字2桁で求めなさい。なお、水溶液②の液面差1000 cm分の圧力が 1.0×10^5 Paに等しいものとし、答を求めるための過程も書きなさい。

問3 に入れるのに最も適当な語句を、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

ア. アボガドロ イ. ファントホッフ ウ. ヘス

エ. ヘンリー オ. シャルル

問4 にあてはまる数値を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。

問5 はじめに用いた水溶液①の水面を純水と同じ高さに保つには、最低何Paの圧力を水溶液①に加える必要があるか。問2で求めた値を x [Pa]とし、加える圧力を x を用いて表した数式として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. $x \times \frac{100}{100 + 2 \times 9.0}$ イ. $x \times \frac{100}{100 + 9.0}$ ウ. x
- エ. $x \times \frac{100 + 9.0}{100}$ オ. $x \times \frac{100 + 2 \times 9.0}{100}$

Ⅱ 次の問題A・Bに答えなさい。ただし、原子量はCu=64、Zn=65、Ag=108とします。

A 次の文章を読んで、後の問1～問6に答えなさい。

銅は元素の周期表の11族に属する ① 元素であり、イオン化傾向が ② ため、希塩酸や希硫酸とは反応せず溶解しないが、熱濃硫酸とは反応して溶解し、 ③ 色の水溶液になる。また、銅線をガスバーナーの炎で加熱すると、表面が酸化されて ④ 色の酸化銅(Ⅱ)に変化する。この酸化銅(Ⅱ)が付着した銅線を希硫酸につけると反応し、青色の水溶液になる。この水溶液にアンモニア水を少量ずつ加え中性に近づけると、青白色の沈殿が生じるが、さらに多量のアンモニア水を加えると沈殿は溶解し、深青色の水溶液になる。

黄銅鉱にコークスと石灰石を混合し、高温の溶鉱炉内で ⑤ して硫化銅(Ⅰ)を得てからこれを転炉に移し、強熱下で空気を送り込むと、次の反応式(1)により粗銅(不純物を含む銅)が得られる。



この粗銅を ⑥ 極、純銅をもう一方の電極に接続し、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解すると、純銅の表面に新たな銅が析出する。これを銅の電解精錬という。

問1 ① ～ ⑥ に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ次のア～ソの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を繰り返し選んではいけない。

- | | | |
|--------|-------|--------|
| ア. 典型 | イ. 遷移 | ウ. 大きい |
| エ. 小さい | オ. 無 | カ. 青 |
| キ. 赤 | ク. 黄 | ケ. 白 |
| コ. 黒 | サ. 酸化 | シ. 還元 |
| ス. 中和 | セ. 陽 | ソ. 陰 |

— 47 —

A 2 (選)

問2 下線部i)で起こる反応を、化学反応式で書きなさい。

問3 反応式(1)中の a ・ b に当てはまる最も適切な化学式をそれぞれ記し、化学反応式を完成させなさい。

問4 下線部ii)について、青白色の沈殿の名称を答えなさい。

問5 下線部iii)について、深青色の水溶液中に含まれる銅の錯イオンの化学式を書きなさい。

問6 下線部iv)について、不純物として亜鉛と銀のみを含む粗銅100.00 gを用い、銅(Ⅱ)イオンを0.300 mol/L含む電解液1.00 L中で電解精錬を行った。すると、粗銅の質量は67.5 gとなり、粗銅の下には0.65 gの沈殿物が析出し、電解液中の銅(Ⅱ)イオンは0.260 mol/Lになった。このとき、粗銅に含まれていた銅の割合(質量パーセント)を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。ただし、電気分解の前後で電解液の体積は変化せず、粗銅中の金属は均一に存在しているものとする。

— 48 —

A 2 (選)

B 次の文章を読んで、後の問1～問4に答えなさい。

亜鉛イオン Zn^{2+} を含む水溶液に硫化水素 H_2S を飽和させた状態でpHを変化させ、硫化物イオン濃度 $[\text{S}^{2-}]$ を大きくしていくと、硫化亜鉛 ZnS の沈殿が生じる。 Zn^{2+} を $3.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 含む水溶液中で $[\text{S}^{2-}]$ を大きくしていくと、次の図1のように亜鉛イオン濃度 $[\text{Zn}^{2+}]$ が変化した。

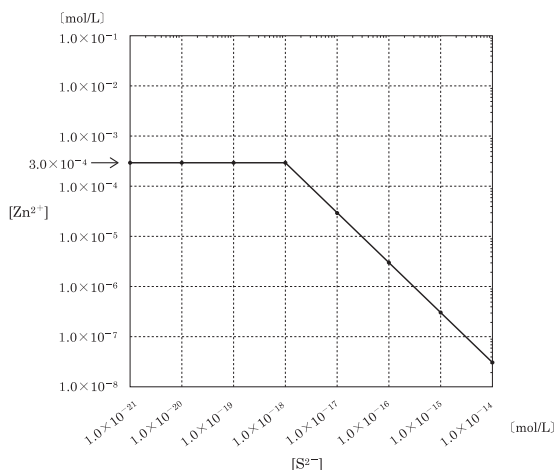


図1

問1 ZnSの沈殿の色として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 黒 イ. 黄 ウ. 淡桃 エ. 白 オ. 青

— 49 —

A 2 (選)

問2 図1のグラフより、ZnSの溶解度積 $K_{\text{sp}} \text{ [(mol/L)}^2]$ の値を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。ただし、ZnSの溶解度積は $K_{\text{sp}} = [\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}]$ で表される。

問3 純水にZnSを加えて飽和溶液を作ったとき、飽和溶液1 L中のZnSの物質質量(mol)を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。ただし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

問4 下線部について、この水溶液中の $[\text{S}^{2-}]$ を大きくしていく場合、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液ではどちらを加えていくべきか。その理由を50字程度で述べなさい。

— 50 —

A 2 (選)

化学〔前期A方式 1 / 30〕

Ⅲ 次の問題 **A・B** に答えなさい。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $N=14$ 、 $O=16$ とします。

A 次の文章を読んで、後の問1～問5に答えなさい。

サリチル酸は、ナトリウムフェノキシドから合成される。次の図1は、サリチル酸の合成経路を表したものである。



図1 サリチル酸の合成経路

サリチル酸は分子内にカルボキシ基とヒドロキシ基をもち、カルボン酸とフェノール類の両方の性質をもつ。濃硫酸を触媒としてサリチル酸と ① を反応させると、サリチル酸メチルが生成する。サリチル酸メチルは芳香のある無色の ② であり、③ として外用塗布薬に用いられる。また、濃硫酸を触媒としてサリチル酸と無水酢酸を反応させると、アセチルサリチル酸が生成する。アセチルサリチル酸は白色の ④ であり、⑤ として経口薬に用いられる。⑤ としてはアセチルサリチル酸（アスピリン）以外にもアセトアミノフェンが広く用いられており、アセトアミノフェンはアセトアニリドの誘導体である。アセトアミノフェンの分子内にはアセトアニリドと共通の構造があり、次の図2は、アセトアミノフェンの合成経路の1つを表したものである。

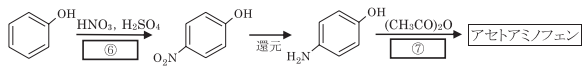
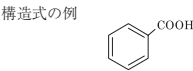


図2 アセトアミノフェンの合成経路

問1 ① ～ ⑦ に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ次のア～ソの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を繰り返し選んではいけない。

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| ア. メタン | イ. メタノール | ウ. エタノール |
| エ. 固体 | オ. 液体 | カ. 気体 |
| キ. 殺菌剤 | ク. 解熱鎮痛剤 | ケ. 消炎鎮痛剤 |
| コ. スルホン化 | サ. ニトロ化 | シ. アルカリ融解 |
| ス. ジアゾ化 | セ. アセチル化 | ソ. カップリング |

問2 化合物 **X** の構造式を、次の例にならって書きなさい。



問3 下線部で起こる反応を、化学反応式で書きなさい。有機化合物の構造式は問2の例にならって書きなさい。

問4 アセトアミノフェンの構造式を、問2の例にならって書きなさい。

問5 アセトアミノフェンの合成経路において、フェノールから *p*-ニトロフェノールを合成したとき、フェノール 4.7 g を用いたところ、得られた *p*-ニトロフェノールの質量は 1.39 g であった。このとき、用いたフェノールのうち *p*-ニトロフェノールに変化した割合（％）を有効数字2桁で求めなさい。答を求めるための過程も書きなさい。

B 次の文章を読んで、後の問1～問3に答えなさい。

化合物 **A**、**B**、**C** の分子式はいずれも C_8H_8O であり、これらについて以下の情報1～3をもとにその構造を決定した。

【情報1】 化合物 **A** は鎖状構造をもち、シス-トランス異性体が存在する。化合物 **B** は鎖状構造をもち、立体異性体は存在しない。

【情報2】 **A** に水素を付加した化合物を、二クロム酸カリウム水溶液を用いておだやかに酸化すると **B** が得られる。**B** はフェーリング液を還元し、その反応によって赤色沈殿が生じる。

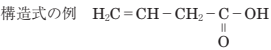
【情報3】 化合物 **C** は炭素原子3個と酸素原子1個からなる環状の構造をもち、ナトリウムと反応しない。また、**C** には不斉炭素原子が存在する。

問1 下線部の赤色沈殿の化学式を書きなさい。

問2 化合物 **A** および **B** がもつ構造として最も適当なものを、それぞれ次のア～オの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | |
|------------------|----------------|
| ア. 第一級アルコールの構造 | イ. 第二級アルコールの構造 |
| ウ. 第三級アルコールの構造 | エ. エーテル結合 |
| オ. ホルミル基（アルデヒド基） | |

問3 化合物 **A**、**B**、**C** の構造式をそれぞれ書きなさい。ただし、立体異性体は区別せず、構造式は次の例にならって書きなさい。



（化学問題 おわり）

B 化 学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。
原子量 H=1.0 C=12 O=16 K=39
0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。
また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。
ファラデー定数は、 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、
気体定数は、 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

I 次の問 1 ～問 5 に答えなさい。解答番号は 1 ～ 5。

- 問 1 原子の構造に関する記述ア～ウについて、正しいものの組み合わせを、後の①～⑦の中から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 1。
- ア 原子の中心には正電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子からなる原子核が存在し、それを取り巻くように負電荷をもつ電子が存在している。
- イ 電子の質量は極めて小さく、原子の質量は陽子と中性子の質量が大部分を占める。
- ウ 原子核中の陽子の数を原子番号といい、原子番号が同じ原子であっても質量数が異なる原子を、互いに同位体という。
- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ
④ ア、イ ⑤ ア、ウ ⑥ イ、ウ ⑦ ア、イ、ウ

- 問 2 分子間にはたらく力に関する記述ア～ウについて、正しいものの組み合わせを、後の①～⑦の中から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 2。
- ア ファンデルワールス力は分子同士にはたらく引力であり、その強弱は分子の質量に関係なく一定である。
- イ ファンデルワールス力は固体だけではなく、気体や液体の分子間でもはたらく。
- ウ 塩化水素分子間には、ファンデルワールス力に加えて、塩素原子と水素原子間の結合の極性に基づく静電氣的引力がはたらく。
- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ
④ ア、イ ⑤ ア、ウ ⑥ イ、ウ ⑦ ア、イ、ウ

- 問 3 pH に関する記述ア～ウについて、正しいものの組み合わせを、後の①～⑦の中から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 3。
- ア とともに pH が 3.0 である塩酸と酢酸水溶液の電離する前の濃度を比較すると、酢酸水溶液の方が大きい。
- イ とともに pH が 3.0 である塩酸と希硫酸の電離する前の濃度を比較すると、塩酸の方が大きい。
- ウ 25℃で pH 7.0 の純水の温度を上げると、平衡移動により水のイオン積の値が増加して、pH は大きくなる。
- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ
④ ア、イ ⑤ ア、ウ ⑥ イ、ウ ⑦ ア、イ、ウ

- 問 4 状態変化に関する記述ア～ウについて、正しいものの組み合わせを、後の①～⑦の中から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 4。
- ア 圧力が高くなると、すべての固体で融点は高くなる。
- イ 圧力が高くなると、すべての液体で沸点は高くなる。
- ウ 常温（25℃）において、分子は固体中でも必ず熱運動をしている。
- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ
④ ア、イ ⑤ ア、ウ ⑥ イ、ウ ⑦ ア、イ、ウ

- 問 5 反応速度に関する記述ア～ウについて、正しいものの組み合わせを、後の①～⑦の中から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 5。
- ア 温度が上昇すると、可逆反応における正反応と逆反応の速度定数はともに大きくなる。
- イ 温度一定のままで反応物の濃度を大きくすると反応速度は大きくなるが、これは活性化エネルギーを上回る分子の割合が増加するためである。
- ウ 温度が 10 K 上昇すると反応速度が 2 倍になる反応がある。このとき温度が 40 K 上昇すると反応速度は 8 倍になる。
- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ
④ ア、イ ⑤ ア、ウ ⑥ イ、ウ ⑦ ア、イ、ウ

第 II 問は次のページから始まります。

総合型選抜
公募型学校推薦選抜
英 公募型学校推薦選抜 語
数 公募型学校推薦選抜 学
生 公募型学校推薦選抜 物
化 公募型学校推薦選抜 学
国 公募型学校推薦選抜 語
一般選抜
一般選抜英語
一般選抜日本史
一般選抜世界史
一般選抜生物
一般選抜化学
一般選抜数学
一般選抜国語
音楽実技

化学〔前期B方式 1 /31〕

Ⅱ 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 6 ～ 16。

A 次の文章を読んで、後の問1～問3に答えなさい。

5種の金属イオン（ Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} ）を含む水溶液に、次の操作を行って、金属イオンの分離を行った。

【操作1】水溶液に希塩酸を加えると沈殿が生じたので、ろ過により沈殿aと、ろ液bに分離した。

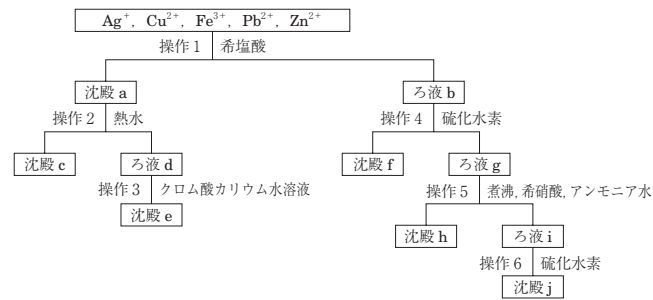
【操作2】沈殿aに熱水をかけると一部が溶解したので、ろ過により沈殿cと、ろ液dに分離した。

【操作3】ろ液dにクロム酸カリウム水溶液を加えると沈殿eが生じた。

【操作4】ろ液bに硫化水素を十分に吹き込むと沈殿が生じたので、ろ過により沈殿fと、ろ液gに分離した。

【操作5】ろ液gを煮沸した後、希硝酸を加えた。その後、アンモニア水を十分に加えると沈殿が生じたので、ろ過により沈殿hと、ろ液iに分離した。

【操作6】ろ液iに硫化水素を十分に吹き込むと、沈殿jが得られた。



— 73 —

B（選）

問1 沈殿cと沈殿eの色として最も適当なものを、それぞれ次の①～⑧の中から1つずつ選び、マークしなさい。

解答番号は沈殿cが 6、沈殿eが 7。

- ① 白 ② 黒 ③ 赤褐 ④ 暗褐
⑤ 濃青 ⑥ 青白 ⑦ 緑白 ⑧ 黄

問2 沈殿f、沈殿h、沈殿jに含まれる金属イオンとして最も適当なものを、それぞれ次の①～⑤の中から1つずつ選び、マークしなさい。

解答番号は沈殿fが 8、沈殿hが 9、沈殿jが 10。

- ① Ag^+ ② Cu^{2+} ③ Fe^{3+} ④ Pb^{2+} ⑤ Zn^{2+}

問3 ろ液iには錯イオンが含まれている。ろ液iの色と錯イオンの形の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 11。

	ろ液の色	錯イオンの形
①	無色	正四面体
②	無色	正方形
③	黄褐色	正四面体
④	黄褐色	正八面体
⑤	深青色	正方形
⑥	深青色	正八面体

— 74 —

B（選）

B 次の文章を読んで、後の問1～問4に答えなさい。

環境への負荷が小さい動力源として、水素-酸素燃料電池があり、その模式図を図1に示す。電極AとBは白金Ptを含む多孔質電極であり、その間にはリン酸水溶液が入っている。水素を電極A側に、酸素を電極B側に送ると、電流が発生する。

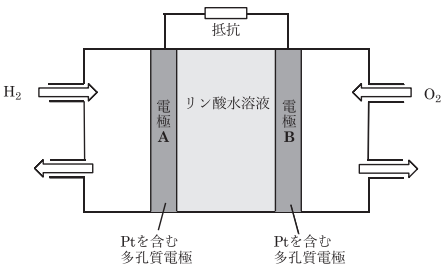


図1 水素-酸素燃料電池

問1 電極Aと電極Bで起こる反応として最も適当なものを、それぞれ次の①～⑥の中から1つずつ選び、マークしなさい。

解答番号は電極Aが 12、電極Bが 13。

- ① $\text{Pt} \longrightarrow \text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^-$
② $\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
③ $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
④ $\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pt}$
⑤ $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
⑥ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$

問2 電極Aで標準状態（0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）に換算して22.4 mLの H_2 が反応したとき、電極Bで反応した O_2 は標準状態に換算して何mLか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 14。

- ① 5.60 mL ② 11.2 mL ③ 22.4 mL
④ 44.8 mL ⑤ 67.2 mL ⑥ 89.6 mL

問3 電極Aで H_2 が1 mol 反応するとき、抵抗を流れる電気量は何 C か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 15。

- ① $4.83 \times 10^4 \text{ C}$ ② $7.24 \times 10^4 \text{ C}$ ③ $9.65 \times 10^4 \text{ C}$
④ $1.29 \times 10^5 \text{ C}$ ⑤ $1.45 \times 10^5 \text{ C}$ ⑥ $1.93 \times 10^5 \text{ C}$

問4 水素の完全燃焼で放出される化学エネルギーに対する、燃料電池から得られる電気エネルギーの割合をエネルギー変換効率という。この燃料電池の電圧が1.0 Vであったとき、エネルギー変換効率は何％か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。ただし、水素の燃焼熱は286 kJ/molであり、電気エネルギー〔J〕＝電気量〔C〕×電圧〔V〕である。解答番号は 16。

- ① 34 % ② 45 % ③ 67 % ④ 89 % ⑤ 100 %

— 75 —

B（選）

— 76 —

B（選）

Ⅲ 次の文章を読んで、後の問1～問4に答えなさい。なお、文中の ア ～ エ には、「+」もしくは「-」が入る。解答番号は 17 ～ 20。

n [mol] の理想気体の温度が T [K]、圧力が P [Pa]、体積が V [L] であるとき、

$$PV = nRT \quad \cdots \cdots \text{(式1)}$$

が成り立つ (R [Pa・L/(K・mol)] は気体定数)。理想気体では、分子自身に体積がなく、分子間力がないと仮定されているが、 実在する気体の多くはこの仮定は厳密には成り立たない。これに対して、ファンデルワールスは分子自身の体積と、分子間力を考慮して、(式1)を補正し、実在気体によくあてはまる状態方程式を導き出した。

ここでは1 molの実在気体について考えてみることにする。まず、実在気体の分子には体積があるので、分子が自由に動くことのできる空間の体積を等しくしたとき、実在気体の体積は理想気体の体積に比べて大きくなる。したがって、実在気体の体積 V_r は、理想気体の体積 V と分子自身の体積を表す正の定数 b を用いて、

$$V_r = V \text{ ア } b \quad \cdots \cdots \text{(式2)}$$

と表すことができる。

また、実在気体には分子間に引力がはたらくので、その圧力は理想気体に比べて小さくなる。その引力の効果は、1 molの気体の体積が小さくなるほど大きくなり、 V_r の2乗に反比例することが知られている。したがって、実在気体の圧力 P_r は、理想気体の圧力 P と、分子間にはたらく引力の効果を表す正の定数 a の値を用いて、

$$P_r = P \text{ イ } \frac{a}{V_r^2} \quad \cdots \cdots \text{(式3)}$$

と表すことができる。

以上の(式2)、(式3)より、1 molあたりの実在気体について、 P_r 、 V_r 、 a 、 b を用いると、以下の関係式(式4)が導き出される。

$$\left(P_r \text{ ウ } \frac{a}{V_r^2} \right) \times \left(V_r \text{ エ } b \right) = RT \quad \cdots \cdots \text{(式4)}$$

この(式4)はファンデルワールスの状態方程式、定数 a 、 b はファンデルワール

ス定数と呼ばれており、各気体固有の値であることが知られている。

1 molの理想気体では、(式1)の右辺と左辺との比の値 $\frac{PV}{RT}$ は常に x の値を示す。この比は圧縮率因子と呼ばれ、 Z で表されることが多い。

$$Z = \frac{PV}{RT} = \text{ x }$$

しかし実在気体については、下線部 i) の仮定が成り立たないため、 Z の値は x の値からずれる。次の図1は、ある気体の温度 T_1 [K]、および T_2 [K]、 T_3 [K] における圧力 P [Pa] と Z の値の関係を示したグラフである。なお、図1の温度および圧力範囲では、気体状態であることは確認されている。

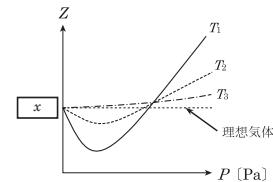


図1

問1 ある気体1.6 gは、627℃、 1.0×10^5 Paで3.0 Lを占める。この気体を理想気体とみなしたとき、その分子の分子量として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 17。

- ① 16 ② 20 ③ 28 ④ 32 ⑤ 40

問2 ア ～ エ に当てはまる符号の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 18。

	ア	イ	ウ	エ
①	+	+	-	+
②	+	+	-	-
③	+	-	+	+
④	+	-	+	-
⑤	-	+	-	+
⑥	-	+	-	-
⑦	-	-	+	+
⑧	-	-	+	-

問3 x に当てはまる数値として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 19。

- ① 1.0 ② 6.0 ③ 10.0 ④ 11.2 ⑤ 22.4

問4 図1中のグラフの温度 T_1 、 T_2 、 T_3 の大小関係として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 20。

- ① $T_3 < T_2 < T_1$ ② $T_2 < T_3 < T_1$
③ $T_3 < T_1 < T_2$ ④ $T_1 < T_3 < T_2$
⑤ $T_2 < T_1 < T_3$ ⑥ $T_1 < T_2 < T_3$

Ⅳ 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 21 ～ 33。

A 次の問1～問4に答えなさい。

問1 シクロアルカンの一般式として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 21。

- ① C_nH_{2n+2} ② C_nH_{2n} ③ C_nH_{2n-2}
④ C_nH_{2n-4} ⑤ C_nH_{2n-6}

問2 分子内の炭素原子が常に同一平面上に存在するものとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 22。

- ① ブタン ② 1-ブテン ③ 2-メチルプロペン
④ 酢酸エチル ⑤ ペンタン

問3 油脂1 gをけん化するのに必要な水酸化カリウムのミリグラム数をけん化価という。分子量890の油脂のけん化価として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 23。

- ① 63 ② 89 ③ 94 ④ 168 ⑤ 189

問4 セッケンの性質として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 24。

- ① セッケンの水溶液は中性を示す。
② セッケンは界面活性剤である。
③ セッケンには乳化作用がある。
④ カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む水(硬水)では、その洗浄力が低下する。
⑤ 酸性の水溶液中では、その洗浄力が低下する。

総合型選抜
公募型学校推薦選抜
英 公募型学校推薦選抜 語 選抜
数 公募型学校推薦選抜 学 選抜
生 公募型学校推薦選抜 物 選抜
化 公募型学校推薦選抜 学 選抜
国 公募型学校推薦選抜 語 選抜
一般選抜
一般選抜英語
一般選抜日本史
一般選抜世界史
一般選抜生物
一般選抜化学
一般選抜数学
一般選抜国語
音楽実技

化学〔前期B方式 1 /31〕

B 次の文章を読んで、後の問1～問5に答えなさい。

化合物 **A**、**B** はいずれも分子式が $\text{C}_2\text{H}_{10}\text{O}_2$ で表されるエステルである。以下の操作1～6を行い、**A**、**B** の構造を決定した。

【操作1】 **A** および **B** を加水分解したところ、**A** からは化合物 **C** および **D** が、**B** からは化合物 **E** および **F** が生成した。

【操作2】 **C** と **E** は炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して、気体ⁱ⁾が発生した。
化合物 **A** + H_2O \longrightarrow 化合物 **C** + 化合物 **D**
化合物 **B** + H_2O \longrightarrow 化合物 **E** + 化合物 **F**
 NaHCO_3 水溶液と反応

【操作3】 **C** は銀鏡反応に陽性であった。

【操作4】 **E** のカルシウム塩を、空気を断って加熱（乾留）すると、アセトンが生成した。

【操作5】 **D** は直鎖状の炭素骨格をもち、不斉炭素原子はもたなかった。

【操作6】 **F** にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、ヨードホルムⁱⁱ⁾が生成した。

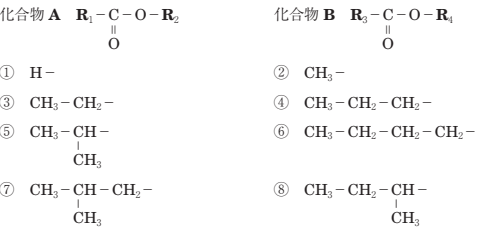
問1 下線部 i) の気体の分子式として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **25**。
① H_2 ② O_2 ③ CO ④ CO_2 ⑤ CH_4

問2 下線部 ii) のヨードホルムの色として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **26**。
① 赤色 ② 黄色 ③ 白色 ④ 青色 ⑤ 緑色

問3 化合物 **C** および **E** の名称として最も適当なものを、それぞれ次の①～⑤の中から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は **C** が **27**、**E** が **28**。
① ギ酸 ② 酢酸 ③ プロピオン酸
④ マレイン酸 ⑤ フタル酸

問4 分子式および【操作1】～【操作3】までの情報のみから考えたとき、化合物 **A** として考えられる構造は何種類あるか。その数として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。ただし、鏡像異性体は数えない。解答番号は **29**。
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問5 化合物 **A** および **B** の構造を次のように表したとき、**R**₁～**R**₄ に当てはまる構造として最も適当なものを、それぞれ後の①～⑧の中から1つずつ選び、マークしなさい。
解答番号は **R**₁ が **30**、**R**₂ が **31**、**R**₃ が **32**、**R**₄ が **33**。



(化学問題 おわり)