

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 公募型学校推薦選抜
数 公募型学校推薦選抜
学 公募型学校推薦選抜
生 公募型学校推薦選抜
物 公募型学校推薦選抜
化 公募型学校推薦選抜
学 公募型学校推薦選抜
国 公募型学校推薦選抜
語 公募型学校推薦選抜
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

Ⅲ：動物の行動

動物の行動についての知識や理解を中心にみる問題です。ミツバチの8の字ダンスを題材に、その理解やグラフ・図から判断する力などをみています。また、アメフラシを題材に学習についての知識や理解もみています。

Ⅳ：炭酸同化

炭酸同化をテーマに、光合成についての知識や理解をみる問

化 学

基礎評価型

I：小問集合

身近な物質、電子殻、イオン半径、電子配置、酸化還元反応などについて、単なる知識だけではなく根本的な理解ができて

いるかをみる問題です。
問1、2、4、5は基礎的事項の知識や理解を問う問題で、ぜひ理解しておいてほしい内容を出題しましたが、問1、2、5の受験生全体の平均正答率（以降、正答率と略記）は5割程度でした。問3は、中心の原子核の電荷が増えるほど、電子が引きつけられてイオン半径が小さくなることの理解が不十分なためか、正答率は3割程度にとどまりました。

Ⅱ：無機化学、理論化学

前半のAは、塩素の捕集法、およびハロゲンの性質に関する問題です。ハロゲンに関する複数の知識を総動員して判断する必要があり、幅広い理解ができていないかを問いました。各設問の正答率は6割～9割程度で、比較的よくできていました。

後半のBは、希硫酸と硫酸銅(Ⅱ)二つの水溶液の、並列接続による電気分解の問題です。問1は陰極で発生する気体(水素)の体積を与え、陽極で発生する気体(酸素)の体積を求める基本的な問題でしたが、 $H_2:O_2=2:1$ を利用することができず正答率が6割と意外に低い結果でした。

Ⅲ：理論化学

Aは、イオン結晶の結晶格子に関する基本的な理解を問いました。問3の正答率は約9割とよくできていましたが、問1の正答率は5割にとどまりました。

Bは、メチルオレンジの電離平衡をテーマに、pHによって平衡がどのように移動するかを論理的に思考する力を問いました。あまり見慣れない問題なので、問題の解法パターンを覚えるという知識習得主体の学習法だけでは、対応できなかった受験生がいたかもしれません。問1は、電離平衡の式で右辺に H^+ があることから M^- は塩基性のときの構造と判断できるので、メチルオレンジは黄色とわかり、逆に左辺のときは酸性で赤色とわかりますが(両方が合っていて正解)、正答率は4割以下と難しかったようです。

大学入試問題において、高校ではあまり学ばない内容が出題される場合は、解答に必要なことは問題文中で説明されています。よって、入試対策として高校レベルを超えるような知識の習得は不要で、問題文に書かれていることを化学的・論理的に正しく理解する力のほうが重要です。そのためには、日ごろから教科書の内容をしっかり理解する(「覚える」のではない)習慣を身につけることが効果的な入試対策となります。

Ⅳ：有機化学

Aは、不飽和炭化水素の異性体の数、燃焼反応、性質などに関する基礎的な理解を問う問題です。問1では C_6H_{14} の構造異性体の数と鏡像異性体の有無を問いましたが、正答率は4割程度とあまりできていませんでした。

問4は正答率が1割程度でしたが、勘違いをした人が多かったのかもしれません。選択肢①のアセチレンと塩素の反応式は「 $CH \equiv CH + Cl_2 \rightarrow CHCl = CHCl$ (1、2-ジクロロエチレン)」ですが、塩化ビニル $CH_2 = CHCl$ はアセチレンに塩化水素を付加すると生成します。

Bは、クメン法によるフェノールの製法をテーマとした問題です。

問1は⑤が正解で、フェノールと無水酢酸から酢酸フェニル

題です。おもに光合成のしくみについての知識や理解をみており、光合成色素についての理解などもみています。

V：遺伝子と染色体

遺伝子と染色体についての知識や理解をみる問題です。遺伝子座の理解をもとに考察する力もみています。また、減数分裂についての理解や理解をもとに考察する力もみています。

というエステルが生成します。選択肢②の異性体を書きだすことができず、これを正解としてしまった人が多かったようで、正答率は4割程度でした。

総合評価型

I：小問集合

蒸留、状態図、イオンに関するさまざまな知識、配位結合、塩の加水分解などに関して、基本的な知識・理解ができていないかをみる問題です。

正答率は、問3が5割以下と低かったものの、他の問いは6～9割程度でした。

Ⅱ：無機化学、理論化学

Aは、硫黄とその化合物をテーマに、反応と性質に関する知識や理解をみる標準的な問題です。問われている内容は、教科書の記載に沿ったものでしたが、リンに関する問題は頻出ではなくなじみが薄かったためか、問1～3の正答率は5割前後にとどまりました。

Bの問2は、メタノールの生成熱や、メタノールから水素を生成する反応熱などから、メタノールの燃焼熱を求める問題です。水の蒸発熱の扱いが難しかったためか、正答率は3割以下でした。問3は、メタノールから生成した水素を用いて発電する燃料電池に関する問題です。変換効率などの見慣れない用語や定義を、限られた時間内に正確に読み取る力や、様々な知識を組合せて化学的に理解することができるかを問いました。標準的な(1)、(2)は5割程度できていましたが、(3)の変換効率の意味が理解できない人がいたためか、4割以下と難しかったようです。

Ⅲ：理論化学

Aは、コロイドをテーマとした問題で、問1～3では基本的な用語などに関する知識を、問4では浸透圧に関して思考する力を問いました。問4では、臨界ミセル濃度についての説明文を読み、意味を理解したうえでグラフを読み取る力を問いました。(1)の臨界ミセル濃度の理解を問う問題は9割近い正答率とよくできていましたが、(2)はさまざまな情報を用いて考察するかなり難しい問いで、正答率は1割程度でした。

Bは、クロム酸カリウムを用いて塩化物イオンを定量するモール法に関する問題で、溶解度積に関する深い理解を問いました。問2は8割程度の正答率とよくできており、難問の問3も5割弱の正答率でした。

Ⅳ：有機化学

Aは、さまざまなカルボン酸をテーマに、性質や構造について問う標準的な問題です。問3は、マレイン酸とフマル酸に関する記述の正誤を問いましたが、不飽和であることが理解できていないためか、正答率が4割弱でした。

Bは、アニリンの性質とジアゾ化をテーマとした問題です。問1の(2)では、生成したアニリンは水に不溶なので上層に遊離しますが、これが分からなかった人が半数以上でした。実験をした経験があればわかることですが、あまり実験をしない高校もあるかと思います。図説や資料集などで、実験に関する知識理解を補うことも大切です。

問2の塩化ベンゼンジアゾニウム $C_6H_5-N_2Cl$ の構造式は、正答率が3割以下でしたが、構造式の丸暗記を期待したわけではありません。化学式(原子の数)からまず選択肢③と④が除外でき、次に電荷が ± 0 でないことから②と⑤が除外できます。ま

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

た、N原子とCl原子がそれぞれ閉殻（電子が8個）になるような共有結合のしかたを考えると－N≡N－Clとなり、⑥が正解だと判断できます。なお、－N⁺≡N－Cl[－]という電荷の偏りは、

国 語

基礎評価型・総合評価型ともに国語の基礎的な学力を問う問題です。現代文では、漢字や語句の問題からはじまり、さまざまな形式で文章の論理を問います。古文では、単語・文法という基礎中の基礎から、その基礎にもとづく読解問題が配置されています。また、文学にかんする知識を問う問題も、大学入学後の必須知識として出題しています。

正答率の低かった設問については、そのパーセンテージも付しています。あわせて参考にしてください。

基礎評価型-国語①

現代文の問題文は、東京大学の入学式や卒業式の式辞にかんする平易な文章です。本文中の記述を根拠として説明を求める問題が中心です。

問一：漢字問題では同音異義語のある紛らわしい選択肢に注意しましょう。Cの正答率が約34%で、漢字問題でもっとも低いものでした。「無惨」と「無残」の二つが正解の候補になりますが、「惨」の字をふくんだ熟語は選択肢にはありません。それゆえ、「残」の字をふくんだ選択肢①が正解になります。漢字問題は選択式ですが、手で書いて練習するのが習得の近道です。

問二：接続詞補充問題は、段落間の関係などに注意しましょう。

問三：空欄補充問題です。「ろ」の問題の正答率は約26%、「ほ」の問題の正答率は約33%でした。「ろ」の場合、①「優越感」と④「免罪符」の二択となりますが、前段で指摘されている他者にたいする想像力の限界という問題や、空欄のすぐ後の「危うさ」という表現に注意すれば、空欄をふくむ「精神的〇〇」とは、してはいけないことやできないことをすることに、もっともらしい理由をつける内容である、と推測されるでしょう。また、「ほ」の場合、巨大な「権力構造」を〇〇するものを選択するわけですから、⑤「醸成」以外は不適切になります。「権力」ではなく「権力構造」であることに注意が必要です。

問四：語句の意味を問う問題です。分からない語句が出てきた場合、推測で済ませるのではなく、辞書などで意味を調べるようにしておきましょう。

問五：傍線部の内容を問う問題です。本文のなかで「想像力」がどのように定義され、そしてその限界がどのように述べられているのかに注意しましょう。

問六：傍線部の内容を問う問題です。「教育の本質の問題」については、傍線部以降の段落で述べられています。「教え授ける者」と「学ぶ者」という関係について述べた箇所や、「知識とその使用方法に関する体系を伝達する過程の中に、価値観がしのび込んでいる」といった内容が、問題を解くうえでのキーワードになります。正答率は約37%でした。

問七：問題文で欠けている一文を選択肢のなかから選択する問題です。空欄の前後の文脈を整理したうえで、選択肢の内容を考える必要があります。空欄の前は引用文ですから、空欄に入る文章は引用文と関連した内容になり、まず⑤が除外されます。また、①と②も選択肢の内容が本文の内容と合致しないので除外されます。空欄のあとの段落では、彼ら（大学紛争当時の学生）が問いただした内容の本質を述べており、引用文と学生の問いの本質とを関連づける一文が、もっとも適当なものになります。④の選択肢の「この最後の一文」というフレーズも参考になるでしょう。正答率は約28%でした。

問八：本文の内容と照らし合わせたうえで、「アクティブ・ラーニング」の問題を問う問題です。「アクティブ・ラーニング」に価値観が忍びこんでいる可能性があるという点が、本文では指摘されています。

基礎評価型-国語②

古文の問題文は、『増鏡』の「承明門院の他界」と「後嵯峨上皇

Clの電気陰性度が大きいからです。化学では、知識の暗記は大切ですが、物質の反応や構造の原理の理解も大切です。

の高野御幸」の一段にかんする問題です。設問はいずれも基本的なものです。文法（品詞分解や敬語等）・単語を単体で問うばかりでなく、それらが組みあわされた設問もありますが、基本が押さえられていれば難しくはないでしょう。

問一：「し」の識別は、古文読解の能力を問うための問題です。基本的な古文の文章について、品詞分解ができるようになっておきましょう。八種類の「し」をすべて適切に理解する必要があったためか、正答率は約25%と低いものでした。

問二：敬語の対象を問う問題です。c「いたづき奉らせ給へるに」のみ正答率がやや低く（約61%）、文法・単語の両面から考えることが大切です。

問三：漢字の読みかたを問う基本的な問題です。

問四：基本古語の知識を活用して現代語訳しましょう。「御なやみ」「心のどか」「心もとなし」などの単語や、「べし」「じ」の用法に注意しましょう。

問五：傍線部の内容を問う問題です。承明門院についての内容であること、「ことわり」の意味を理解していること、これらが必要です。

問六：傍線部の内容を問う問題です。問題文で記載されている、後嵯峨院・顕定・公基のエピソードを正確に読みとくことが重要です。

問七：傍線部の内容を問う問題です。傍線部の主語・目的語に注意したうえで、文法・単語の両面からも考えましょう。

問八：傍線部の内容を問う問題です。問七と同様で、傍線部の主語・目的語に注意したうえで、文法・単語の両面からも考えましょう。

問九：傍線部の内容を問う問題です。問題文に登場する人物の関係性を理解していないと、正確に解くことができません。

問十：文学作品にかんする知識を問う問題です。正答率は約25%と低いものでした。

問十一：文学作品にかんする知識を問う問題です。正答率は約52%でした。

総合評価型-国語①

現代文の問題文は、ユダヤ人哲学者であるマルティン・ブーバーの『我と汝』について、志慶眞文雄が書いた文章です。仏教関係の用語があり、一見すると難解ですが、論旨じたいはシンプルです。設問数は多くありませんが、特に問五・問六・問七などは選択肢と本文とを照らしあわせて丹念に読む必要があり、それなりの解答時間を要するでしょう。

問一：同訓異字には日常から注意しておきましょう。漢字問題は選択式ですが、手で書いて練習するのが習得の近道です。

問二：接続詞補充問題は、段落間の関係などに注意しましょう。

問三：空欄補充問題です。「い」の問題の正答率は約27%、「は」の問題の正答率は約30%でした。「い」の場合、「かつて」を「かつて」と表記する場合もあることに注意が必要です。「は」の場合は、選択肢がすべて四字熟語であり、四字熟語の知識も求められます。

問四：語句の意味を問う問題です。分からない語句が出てきた場合、推測で済ませるのではなく、辞書などで意味を調べるようにしておきましょう。

問五：「依他性」「分別性」「真実性」という三つの見方について、問題文でどのように定義されているのか、そして三つの見方はどのような関係性にあるのか、この二点の理解が必要です。難解な仏教用語ではありますが、問題文ではいいない説明があります。正答率は約37%でした。

問六：傍線部の内容を問う問題です。問題文で指摘されているブーバーの「対応語」の内容をふまえれば、正解は容易に導けるでしょう。正答率も約89%でした。

問七：傍線部の内容を問う問題です。問六とも関連しています。「このことば」のなかに出てくる「根源語」「単独語」「対応語」の

化学（基礎評価型）

化学

必要があれば、原子量、および定数は次の値を使うこと。

H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Cl : 35.5

Fe : 56 Cu : 64

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

気体は、とくに断りが無い限り理想気体とする。

0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

I 次の問いに答えなさい。解答番号は 1 ～ 5。

問1 身近な物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 1。

- ① ポリエチレンなどの合成繊維は、主に石油が原料である。
- ② 鉄はさびやすいが、表面をスズでめっきすると傷がついてもさびなくなる。
- ③ 銅にスズを混ぜた合金は、ブロンズ像や十円硬貨などに用いられている。
- ④ 次亜塩素酸ナトリウムを用いた塩素系漂白剤と塩酸を用いた洗剤を混ぜると、塩素が発生する。
- ⑤ ビタミン C は、清涼飲料水に酸化防止剤として添加されることがある。

問2 典型元素の原子は、同一周期では原子番号が増加すると最外殻の電子が増加していくため、最外殻電子の数が周期的に変化する。一方、遷移元素の原子は、原子番号が増加しても内側の電子殻へ電子が配置されるため、最外殻電子の数は1または2である。周期表の10族第6周期の遷移元素である白金 Pt は、原子番号が78で、原子の K～N 殻には各電子殻に収容される最大数まで電子が入っている。白金原子の最外殻電子の数が1であるとするとき、O 殻に入っている電子の数はいくつか。最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 2。

- ① 8
- ② 10
- ③ 17
- ④ 18
- ⑤ 28

問3 次のイオンのうちイオン半径が最も小さいものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 3。

- ① F^-
- ② Na^+
- ③ Mg^{2+}
- ④ Al^{3+}
- ⑤ S^{2-}
- ⑥ Cl^-

問4 共有電子対の数と、非共有電子対の数が等しい分子を、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 4。

- ① N_2
- ② Cl_2
- ③ HCl
- ④ CO_2
- ⑤ NH_3
- ⑥ CCl_4

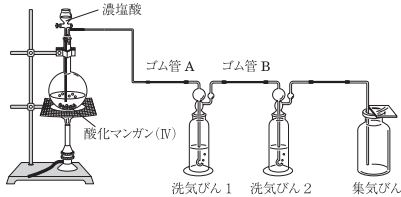
問5 酸化還元反応ではないものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 5。

- ① 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウムの赤紫色の水溶液にシュウ酸水溶液を加えていくと、ほぼ無色の溶液になった。
- ② 常温の水にナトリウムを加えると、激しく反応して水素が発生した。
- ③ 銅線を空気中で加熱すると、表面が黒くなった。
- ④ 酸化マグネシウムに塩酸を加えると、溶けて無色の溶液になった。
- ⑤ 硫酸で酸性にした無色のヨウ化カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、褐色の溶液となった。

II 次の問題 A・B に答えなさい。解答番号は 6 ～ 14。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

周期表 17 族に属する元素をハロゲン元素といい、単体は二原子分子で、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素は有色で毒性がある。また、いずれも酸化力がある。次図の装置を用い、洗気びん 1 には水、洗気びん 2 には濃硫酸を入れて乾燥した塩素を捕集した。



問1 下線部について、ハロゲンの単体 (F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2) に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 6。

- ① フッ素は水と激しく反応して、水素が発生する。
- ② 塩素は水に少し溶け、生成する次亜塩素酸は殺菌作用を示す。
- ③ 臭素は赤褐色の液体で、アルケンと反応して無色になる。
- ④ ヨウ素は黒紫色の結晶で、昇華性がある。
- ⑤ デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、青紫色になる。

問2 図中のゴム管 A、B を流れている気体の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 7。

	ゴム管 A	ゴム管 B
①	塩素、塩化水素	塩素、塩化水素
②	塩素、塩化水素	塩素、水蒸気
③	塩素、塩化水素	塩素
④	塩素、塩化水素、水蒸気	塩素、塩化水素
⑤	塩素、塩化水素、水蒸気	塩素、水蒸気
⑥	塩素、塩化水素、水蒸気	塩素

問3 集気びんに捕集した塩素について、次のような実験操作を行った。これに関する記述として誤りを含むものを、後の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 8。

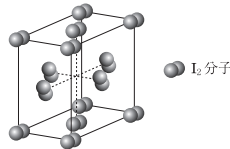
- 操作1 加熱した銅線を塩素の入った集気びんに入れたところ、物質 A が生成した。
- 操作2 反応後銅線を取り出し、少量の純水を入れて集気びんをしっかりと振ったところ、物質 A が水に溶けた。

- ① 反応前の集気びん内の塩素の色は、黄緑色である。
- ② 操作1では銅と塩素が激しく反応して、褐色の液体が生成した。
- ③ 操作1で生成した物質 A は、酸化銅(II)である。
- ④ 操作1の反応は、酸化還元反応である。
- ⑤ 操作2では、水溶液の色が青くなった。

問4 ハロゲン化水素（HF、HCl、HBr、HI）に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **9**。

- ① フッ化水素の沸点は、他のハロゲン化水素に比べて非常に高い。
② フッ化水素の水溶液は、ガラスの主成分である二酸化ケイ素と反応する。
③ ハロゲン化水素の水溶液は、すべて強い酸性を示す。
④ 塩化水素とアンモニアが反応すると、白煙が生じる。
⑤ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生する。

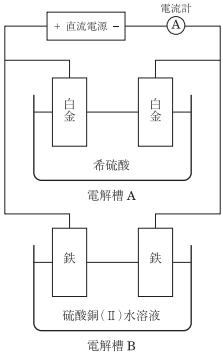
問5 単体のヨウ素は、次図のように規則的に並んだ結晶である。この直方体の体積を a 〔 cm^3 〕、密度を d 〔 g/cm^3 〕、アボガドロ定数を N 〔 $1/\text{mol}$ 〕としたとき、ヨウ素の分子量を求める式として最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **10**。



- ① $\frac{a \cdot d \cdot N}{2}$ ② $\frac{a \cdot d \cdot N}{4}$ ③ $\frac{a \cdot d \cdot N}{8}$
④ $\frac{a \cdot d}{N}$ ⑤ $\frac{N}{a \cdot d}$ ⑥ $\frac{4d \cdot N}{a}$

B 電気分解に関する次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

電極として両極に白金を用いた電解槽Aに希硫酸を入れ、両極に薄い鉄板を用いた電解槽Bに硫酸銅(Ⅱ)水溶液を入れた。それらを図のように直流電源と並列につなぎ、電流計の値が0.50 Aになるようにして電気分解を行った。



このとき、電解槽Aでは両方の電極から気体が発生し、電解槽Bではいずれの電極からも気体は発生しなかった。

電解槽Aの陰極から発生した気体の体積は、標準状態（0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）で84 mLであった。電解槽Bでは陽極の鉄が鉄(Ⅱ)イオンとなって溶け出し、電気分解終了後に質量が0.070 g減少した。また、陰極の表面には銅が均一にめっきされていた。なお、電気分解後いずれの電解槽中の水溶液も、溶質は十分残っていた。

問1 電解槽Aの陽極で発生した気体の体積は、標準状態で何mLか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **11**。

- ① 22 mL ② 42 mL ③ 56 mL
④ 84 mL ⑤ 110 mL ⑥ 170 mL

問2 電解槽A、Bに流れた電子の物質量〔mol〕の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **12**。

	電解槽A	電解槽B
①	$3.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$1.3 \times 10^{-3} \text{ mol}$
②	$3.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$
③	$3.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$3.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$
④	$7.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$1.3 \times 10^{-3} \text{ mol}$
⑤	$7.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$
⑥	$7.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$3.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$

問3 電気分解を行った時間は何分間か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **13**。

- ① 8分間 ② 12分間 ③ 16分間
④ 24分間 ⑤ 32分間 ⑥ 40分間

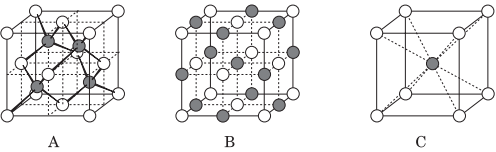
問4 下線部について、陰極の鉄板は幅4.0 cmで、電極の下部6.0 cmが硫酸銅(Ⅱ)水溶液に浸っていた。このとき析出した銅めっき層の厚さは何mmか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。ただし、銅の密度は $9.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、銅めっきの厚さは均一とし、鉄板の厚さは無視できるものとする。解答番号は **14**。

- ① $9.3 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ② $1.6 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ③ $1.9 \times 10^{-3} \text{ mm}$
④ $3.2 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ⑤ $3.7 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ⑥ $6.4 \times 10^{-3} \text{ mm}$

III 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **15** ～ **22**。

A イオン結晶に関する次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

イオン結合により、陽イオンと陰イオンが規則正しく結びついてできた結晶をイオン結晶という。次図のA～Cは、いずれも陽イオン●と陰イオン○が1：1の割合で含まれるイオン結晶の、立方体形の単位格子を表している。



この図中の●と○はそれぞれのイオンの位置を示しており、実際には、それぞれのイオンを球形とみなし、陽イオンは陰イオンに、陰イオンは陽イオンに隣り合い、最も近いものは接していると考える。この隣り合うイオンの数を配位数といい、A～Cの配位数は **ア** が最も大きく、 **イ** が最も小さい。Bの○は **ウ** 格子とみることができ、Bの単位格子中に○は **エ** 個含まれている。

問1 イオン結合とイオン結晶に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **15**。

- ① イオン結晶を表す化学式は、すべて組成式が用いられる。
② イオン結晶は硬く、力を加えても割れにくい。
③ イオン結晶には、非金属元素だけからなるものがある。
④ イオン結晶は、陽イオンと陰イオンがクーロン力によって結びついている。
⑤ イオン結晶は水に溶けると電離するが、水に溶けにくいものもある。

化学（基礎評価型）

問2 空欄 **ア** , **イ** に当てはまる記号の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **16** 。

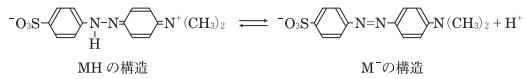
	ア	イ
①	A	B
②	A	C
③	B	A
④	B	C
⑤	C	A
⑥	C	B

問3 空欄 **ウ** , **エ** に当てはまる語句と数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **17** 。

	ウ	エ
①	面心立方	2
②	面心立方	4
③	面心立方	6
④	体心立方	2
⑤	体心立方	4
⑥	体心立方	6

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。必要ならば、 $\log_{10}2.0=0.30$ 、 $\log_{10}3.0=0.48$ を用いなさい。

中和滴定に用いられる指示薬は、一般に弱酸あるいは弱塩基の色素で、水素イオンの濃度によってその構造が変化する物質である。これらは、構造によって色が異なるため、pHの変化に伴い変色する。代表的な指示薬であるメチルオレンジは弱酸の指示薬で、水溶液中では次式で表されるように、MHおよびM⁻の2つの構造が電離平衡の状態にある。



なお、この平衡の電離定数 K は、 $K = \frac{[M^-][H^+]}{[MH]} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ である。メチルオレンジは、MHの構造のとき **ア** 色、M⁻では **イ** 色で、それぞれの発色の強さはほぼ同じである。そこで、指示薬全体として見たときの色は、MHとM⁻のモル濃度の比によって決まる。MHのモル濃度を $[MH]$ 、M⁻のモル濃度を $[M^-]$ と表すと、 $[MH]$ が $[M^-]$ の2倍以上では **ア** 色に、 $[M^-]$ が $[MH]$ の9倍以上では **イ** 色に見える。そして、この間の濃度比の場合は、これらの色の混合色となる。混合色が見られるpHの範囲を、メチルオレンジの変色域という。

問1 空欄 **ア** , **イ** に当てはまる色として最も適当なものを、次の①～⑥から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、**ア**は **18** , **イ**は **19** 。

① 無 ② 赤 ③ 赤紫 ④ 青 ⑤ 黄 ⑥ 緑

問2 MHとM⁻の濃度比の値 $\frac{[M^-]}{[MH]}$ を k とする。pHを K および k を用いて表した式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 $\log_{10}K + \log_{10}k$ ② $\log_{10}K - \log_{10}k$
③ $-\log_{10}K + \log_{10}k$ ④ $-(\log_{10}K + \log_{10}k)$
⑤ $\log_{10}K + \frac{1}{2}\log_{10}k$ ⑥ $\log_{10}K - \frac{1}{2}\log_{10}k$
⑦ $-\log_{10}K + \frac{1}{2}\log_{10}k$ ⑧ $-(\log_{10}K + \frac{1}{2}\log_{10}k)$

問3 下線部について、0.10 mol/LのHCl 20 mLにメチルオレンジを少量加えた。そこに0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を v [mL] 加えたところ、メチルオレンジが $[MH] = [M^-]$ になった。次の(1)、(2)に答えなさい。ただし、加えたメチルオレンジの体積は無視してよい。

(1) $[M^-] = [MH]$ のときのpHはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **21** 。

① 3.2 ② 3.4 ③ 3.6 ④ 3.8 ⑤ 4.0 ⑥ 4.2

(2) 加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積 v [mL] を求めたい。このときの $[H^+]$ の値と v の関係を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **22** 。

① $[H^+] = \frac{0.10 \times 20 + 0.10 \times v}{20 + v}$ ② $[H^+] = \frac{0.10 \times 20 - 0.10 \times v}{20 + v}$
③ $[H^+] = \frac{-0.10 \times 20 + 0.10 \times v}{20 + v}$ ④ $[H^+] = \frac{0.10 \times 20 + 0.10 \times v}{20 - v}$
⑤ $[H^+] = \frac{0.10 \times 20 - 0.10 \times v}{20 - v}$ ⑥ $[H^+] = \frac{-0.10 \times 20 + 0.10 \times v}{20 - v}$

IV 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **23** ～ **33** 。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

鎖式飽和炭化水素をアルカンといい、鎖式不飽和炭化水素のうち、炭素原子間に二重結合を1個もつものをアルケン、三重結合を1個もつものをアルキンという。アルカンやアルケンなどの炭化水素は、炭素の数が大きくなると、同じ分子式でも構造が異なる構造異性体や鏡像異性体が存在するようになる。また、アルケンでは炭素原子間の二重結合により、シス・トランス異性体（幾何異性体）が存在することがある。

問1 炭素原子の数が6個のアルカンについて、考えられる構造異性体の数と鏡像異性体の数の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **23** 。

	構造異性体	鏡像異性体
①	4種類	なし
②	4種類	1組
③	5種類	なし
④	5種類	1組
⑤	6種類	なし
⑥	6種類	1組

問2 炭素数が1個～3個のアルカン（メタン、エタン、プロパン）を、標準状態（0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）においてそれぞれ1Lはかりとり、完全燃焼させた。このとき発生する二酸化炭素の質量が多い順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **24**。

- ① メタン>エタン>プロパン ② メタン>プロパン>エタン
③ エタン>メタン>プロパン ④ エタン>プロパン>メタン
⑤ プロパン>メタン>エタン ⑥ プロパン>エタン>メタン

問3 次の記述a～cのうち、アルカンには当てはまらないが、アルケンには当てはまる記述はどれか。最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **25**。

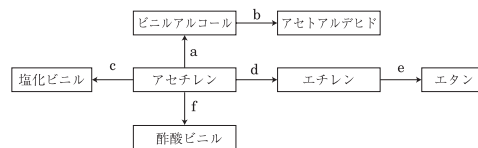
- a 反応性に乏しいが、ハロゲン単体を混合し光を当てると置換反応が起こる。
b 炭素原子の数が少ないものは、適当な条件で触媒を作用させると付加重合する。
c シクロアルカンの一般式 C_nH_{2n} と同じである。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc

問4 アセチレンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **26**。

- ① アセチレンに塩素を付加させると、塩化ビニルが得られる。
② 空気中でアセチレンを燃焼させると、黒いススを出しながら燃える。
③ アセチレンを赤熱した鉄に触れさせると、ベンゼンが得られる。
④ アセチレンをアンモニア性硝酸銀水溶液に通じると、白色沈殿が生成する。
⑤ 臭素水にアセチレンを加えて振ると、臭素水が無色になる。

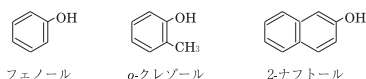
問5 アセチレン C_2H_2 は、次図で示すように様々な有機化合物を合成するときの原料として用いられる。図中の7種類の物質、およびa～fの反応に関する記述として最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **27**。



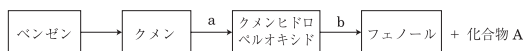
- ① 図のa～fの反応は、すべて付加反応である。
② ビニルアルコールは、ケト形の構造をもつ。
③ 炭素原子間に二重結合を有する物質は、エチレンのみである。
④ シス・トランス異性体（幾何異性体）が存在する物質がある。
⑤ 1 molあたりの質量が最も大きいものは、酢酸ビニルである。

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

ベンゼン環の炭素原子にヒドロキシ基が直接結合した構造をもつ化合物をフェノール類といい、フェノール、*o*-クレゾール、2-ナフトールなどがある。



フェノールは特有の刺激臭をもつ無色の固体で、水には溶けにくい、わずかに溶けて弱酸性を示す。フェノールは、工業的にはベンゼンを原料として次の行程（クメン法）で製造されている。



問1 フェノール類に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **28**。

- ① フェノール類は酸の水溶液と反応して塩をつくり、水に溶ける。
② 2-ナフトールのベンゼン環の水素原子とBrが1個置換した化合物には、6種類の化合物が考えられる。
③ フェノール類の水溶液にさらし粉水溶液を加えると、青紫～赤紫色に呈色する。
④ 炭酸水素ナトリウム水溶液にフェノールを作用させると、二酸化炭素が発生する。
⑤ フェノールに無水酢酸を反応させると、エステルが生成する。

問2 クメンのベンゼン環に結合している側鎖の構造として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **29**。

- ① $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ ② $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
③ $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ ④ $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$
⑤ $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})_2-\text{CH}_3$ ⑥ $\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3$

問3 クメン法の工程の図中の、a、bの操作に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **30**。

	a	b
①	酸化する	アルカリを加える
②	酸化する	酸で分解する
③	還元する	アルカリを加える
④	還元する	酸で分解する
⑤	中和する	触媒を加える
⑥	中和する	酸化する

化学（基礎評価型）

問4 クメン法において、フェノールとともに生成する有機化合物Aの性質として誤りを**含むもの**を、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **31**。

- ① ヨードホルム反応を示す。
- ② エーテルに溶解する。
- ③ 酢酸カルシウムを熱分解（乾留）すると得られる。
- ④ 工業的にはプロペンを直接酸化して得ている。
- ⑤ 水に溶け、その水溶液は酸性を示す。

問5 クレゾールの分子式はC₇H₈Oである。この分子式で表される芳香族化合物のうち、次の性質a、bをもつものはそれぞれ何種類あるか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **32**。

- a 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、呈色反応を示す。
- b 単体のナトリウムと反応して、水素が発生する。

	a	b
①	3種類	2種類
②	3種類	3種類
③	3種類	4種類
④	4種類	2種類
⑤	4種類	3種類
⑥	4種類	4種類

問6 フェノールを混酸（濃硫酸と濃硝酸の混合物）と反応させると、ニトロ基が置換した化合物が得られ、さらに反応を進めると、最終的には2,4,6-トリニトロフェノール（ピクリン酸）が生成する。

ベンゼン（分子量78）100gからフェノール（分子量94）を経てピクリン酸（分子量229）を合成するとき、何gのピクリン酸が得られるか。最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。ただし、ベンゼンからフェノールの生成率は80％、フェノールからピクリン酸の生成率は70％とする。解答番号は **33**。

- ① 78g
- ② 94g
- ③ 102g
- ④ 130g
- ⑤ 164g

（化学問題 おわり）

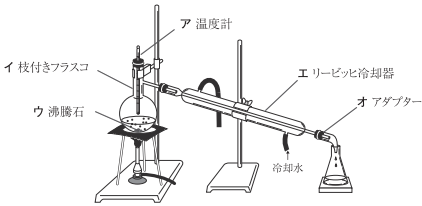
化学（総合評価型）

化学

必要があれば、原子量、および定数は次の値を使うこと。
H：1.0 C：12 O：16 S：32 Cu：64 Ag：108
また、問題文中の体積の単位記号Lは、リットルを表す。
気体は、とくに断りが無い限り理想気体とする。
ファラデー定数 $F=9.65\times10^4\text{C/mol}$
気体定数 $R=8.3\times10^3\text{L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

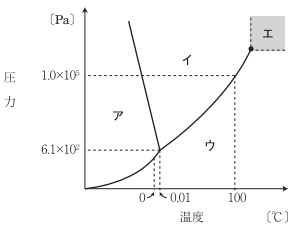
I 次の問いに答えなさい。解答番号は **1** ～ **5**。

問1 次図に示す蒸留装置には、**正しくないところ**がある。それを指摘した記述として最も適当なものを、後の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **1**。



- ① アの温度計の球部を、枝付きフラスコの中央あたりに合わせている。
- ② イの枝付きフラスコに入れる液体の量が、フラスコの半分以下になっている。
- ③ ウの沸騰石を、枝付きフラスコの液体中に入れている。
- ④ エのリービッヒ冷却器に、冷却水を下から上の向きに流している。
- ⑤ オのアダプターを、ゴム栓でリービッヒ冷却器とつないでいる。

問2 次図は水の状態図で、図中のア～ウは固体、液体、気体のいずれかの状態を表している。これに関する記述として誤りを**含むもの**を、後の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **2**。



- ① アからイへの状態変化を、融解という。
- ② イとウの間の曲線を、蒸気圧曲線という。
- ③ エの条件下では、気体とも液体ともつかない状態になる。
- ④ 6.1×10²Pa、0.01℃では、固体、液体、気体が共存する。
- ⑤ 0.01℃以下の温度下では、液体は存在しない。

問3 イオンに関する記述として誤りを**含むもの**を、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **3**。

- ① H⁺を除く単原子イオンの電子配置は、原子番号の最も近い貴ガスの電子配置をとりやすい。
- ② イオン化エネルギーが小さい原子ほど、陽イオンになりやすい。
- ③ アルカリ金属の原子のうち、リチウムのイオン化エネルギーが最も小さい。
- ④ 電子親和力の大きい原子ほど、陰イオンになりやすい。
- ⑤ 原子が1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを、電子親和力という。

問4 水、アンモニア、塩化アンモニウム、オキシニウムイオンのうち、配位結合を含む組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 4。

- ① 水とアンモニア
- ② 水と塩化アンモニウム
- ③ 水とオキシニウムイオン
- ④ アンモニアと塩化アンモニウム
- ⑤ アンモニアとオキシニウムイオン
- ⑥ 塩化アンモニウムとオキシニウムイオン

問5 水溶液が塩基性を示す塩を、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 5。

- ① 塩化カルシウム
- ② 塩化銅(Ⅱ)
- ③ 酢酸カルシウム
- ④ 硝酸アンモニウム
- ⑤ 塩化ナトリウム
- ⑥ 硫酸ナトリウム

Ⅱ 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 6 ～ 16。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

硫黄は周期表の16族の元素で、硫黄の単体には ア、イ、ウなどが存在する。アを120℃に加熱して融解させた後冷却すると針状のイになり、さらに250℃に加熱した硫黄を水中に注ぐと、弾力性のあるウが得られる。

硫黄には、さまざまな酸化物・水素化物がある。二酸化硫黄は、亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると発生する。また、硫化水素は、硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると発生する。硫化水素は独特のにおいがあり、還元剤として作用する。また金属イオンを含む水溶液と反応して硫化物が沈殿することから、金属イオンの検出に利用されている。

硫酸は肥料の原料や鉛蓄電池の電解液など、化学工業で幅広く利用されている。

問1 硫黄の単体ア、イ、ウに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 6。

- ① ア、イは環状分子で、化学式はS₈である。
- ② ア、イ、ウを空气中で加熱すると、いずれも青い炎をあげて燃える。
- ③ 常温で最も安定なものはウである。
- ④ ウは長い鎖状分子で、ゴム状硫黄と呼ばれる。
- ⑤ ア、イ、ウの関係を同素体であるという。

問2 二酸化硫黄に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 7。

- ① 無色・刺激臭の有毒な気体である。
- ② 銅に希硫酸を加えると発生する。
- ③ 紙や繊維などの漂白剤として使用されている。
- ④ 硫化水素水に通じると、白く濁る。
- ⑤ 水に溶けて、弱酸性を示す。

問3 金属イオンと硫化水素の反応に関する次の記述中の空欄 エ ～ カ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 8。

亜鉛イオン、鉄(Ⅱ)イオン、銀イオンのいずれか一つのイオンを含む3種類の水溶液を用意した。これらを塩基性～中性にしたのち硫化水素を通じると、亜鉛イオンを含む水溶液からは エ 色の沈殿が生成した。鉄(Ⅱ)イオン、銀イオンを含む水溶液からはともに オ 色の沈殿が生成した。

新たに3種類の水溶液を用意し、酸性にして硫化水素を通じると、カ を含む水溶液のみから黒色の沈殿が生成した。

	エ	オ	カ
①	白	黒	亜鉛イオン
②	白	黒	銀イオン
③	白	黒	鉄(Ⅱ)イオン
④	黒	白	亜鉛イオン
⑤	黒	白	銀イオン
⑥	黒	白	鉄(Ⅱ)イオン

問4 硫酸は、工業的には次の工程で製造されている。

工程1 硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくる。
工程2 生成した二酸化硫黄を空気酸化して三酸化硫黄にする。
工程3 三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、希硫酸と混合して濃硫酸にする。
また、硫酸は試薬として多様な用途があり、硫酸塩が沈殿する物質の検出などに用いられる。
次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 工程1～3のうちで触媒を用いる工程と、触媒の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 9。

	触媒を用いる工程	触媒
①	工程1	酸化バナジウム(V)
②	工程1	白金
③	工程2	四酸化三鉄
④	工程2	酸化バナジウム(V)
⑤	工程3	白金
⑥	工程3	四酸化三鉄

(2) 工程1～3を経て濃硫酸(質量パーセント濃度98%)を10kgつくるとき、原料の硫黄は何kg必要か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。ただし、いずれも反応は完全に進行するものとする。解答番号は 10。

- ① 3.1 kg
- ② 3.2 kg
- ③ 3.3 kg
- ④ 6.3 kg
- ⑤ 6.4 kg
- ⑥ 6.5 kg

化学（総合評価型）

(3) 次の a～d の水溶液にそれぞれ 1.0 mol/L 硫酸を加えたとき、沈殿が生成する水溶液はどれか。最も適当なものを、後の①～⑥から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 11。

- a 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液

b 塩化バリウム水溶液
- c 水酸化カルシウム水溶液

d 塩化マグネシウム水溶液
- ① a と b

② a と c

③ a と d

④ b と c
- ⑤ b と d

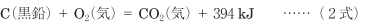
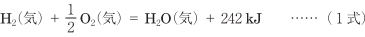
⑥ c と d

⑦ a と b と c

⑧ b と c と d

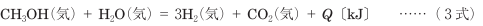
B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

物質は、化学エネルギーとよばれる固有のエネルギーをもっており、化学反応により物質の化学結合が変化すると、反応前後の物質のエネルギーの総和も変化する。次の (1 式)、(2 式) の熱化学方程式は、それぞれ水蒸気と二酸化炭素の生成熱 (化学エネルギー) を表している。

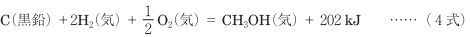


水素などの燃料と酸素を用いて、このような化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置が燃料電池である。

燃料電池への水素供給法として、加熱して気体にしたメタノール CH_3OH と水蒸気を触媒を用いて反応させ、水素と二酸化炭素を得る方法がある。その反応熱を Q [kJ/mol] とすると、熱化学方程式は (3 式) のように表される。



また、気体のメタノールの生成熱は、(4 式) の熱化学方程式で表される。



問 1 (3 式) 中の反応熱 Q として最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 12。

- ① -434 kJ/mol

② -354 kJ/mol

③ -50 kJ/mol
- ④ 50 kJ/mol

⑤ 354 kJ/mol

⑥ 434 kJ/mol

問 2 気体のメタノール $\text{CH}_3\text{OH}(\text{気})$ の燃焼熱は何 kJ/mol か。最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選び、マークしなさい。ただし、水 $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ の蒸発熱は 44 kJ/mol とする。解答番号は 13。

- ① 434 kJ/mol

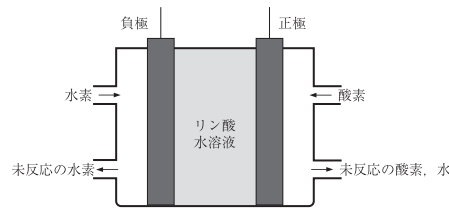
② 478 kJ/mol

③ 588 kJ/mol
- ④ 676 kJ/mol

⑤ 764 kJ/mol

⑥ 882 kJ/mol

問 3 次図は、リン酸型の水素-酸素燃料電池の模式図である。この型の電池は、水素の酸化により生じる化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置で、その反応は、水の電気分解の逆反応である。



あるリン酸型燃料電池を用いて一定の電流を取り出したところ、1 時間あたり水 (水蒸気) が 0.36 g 生じた。次の (1)～(3) に答えなさい。

(1) 1 時間当たり回路中に流れた電気量は何 C か。最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 14。

- ① $1.9 \times 10^2 \text{ C}$

② $3.9 \times 10^2 \text{ C}$

③ $7.7 \times 10^2 \text{ C}$
- ④ $1.9 \times 10^3 \text{ C}$

⑤ $3.9 \times 10^3 \text{ C}$

⑥ $7.7 \times 10^3 \text{ C}$

(2) このとき流れた電流は何 A か。最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 15。

- ① 0.54 A

② 1.1 A

③ 2.2 A
- ④ 5.4 A

⑤ 11 A

⑥ 22 A

(3) 水素 H_2 の完全燃焼により得られる熱量を基準として、電気エネルギーに変換できた割合 [%] $\left(\frac{\text{電気エネルギー}}{\text{化学エネルギー}} \times 100 \right)$ を変換効率という。

この燃料電池の 1 時間当たりに取り出せる電気エネルギーは、2.30 kJ であった。この燃料電池の変換効率は何 % か。最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選び、マークしなさい。解答番号は 16。

- ① 12 %

② 24 %

③ 48 %
- ④ 60 %

⑤ 72 %

⑥ 96 %

Ⅲ 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 17 ～ 26。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

デンプンや水酸化鉄(Ⅲ)、粘土などは、直径が ア m 程度の粒子となつて水に分散し、水溶液ようになる。このような溶液をコロイド溶液とよび、溶液中に分散している粒子をコロイド粒子とよぶ。水のように コロイドを分散させる物質を分散媒とよび、分散しているコロイド粒子のことを分散質とよぶ。

コロイド溶液中のコロイド粒子には、疎水コロイドと親水コロイドがある。疎水コロイドは少量の電解質を加えると、電荷が打ち消されて イ する。コロイド溶液に光を当てると、光の通路が明るく輝いて見える。これを ウ とよぶ。コロイド溶液を限外顕微鏡で観察すると、コロイド粒子が不規則に動いているのが見える。これを エ という。

問1 空欄 ア に当てはまる値の範囲として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 17。

- ① $1.0 \times 10^{-11} \sim 10^{-9}$ ② $1.0 \times 10^{-9} \sim 10^{-7}$ ③ $1.0 \times 10^{-7} \sim 10^{-5}$
④ $1.0 \times 10^{-5} \sim 10^{-4}$ ⑤ $1.0 \times 10^{-4} \sim 10^{-3}$ ⑥ $1.0 \times 10^{-3} \sim 10^{-2}$

問2 下線部(a)について、コロイドと、その分散質と分散媒の組合せとして誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 18。

	コロイド	分散質	分散媒
①	煙	固体	気体
②	泡	気体	液体
③	雲	液体	気体
④	ゼリー	液体	固体
⑤	マヨネーズ	固体	液体

— 37 —

2024 食物 総合評価型

問3 空欄 イ ～ エ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 19。

	イ	ウ	エ
①	塩析	チンダル現象	ブラウン運動
②	塩析	ブラウン運動	チンダル現象
③	凝析	チンダル現象	ブラウン運動
④	凝析	ブラウン運動	チンダル現象
⑤	透析	チンダル現象	ブラウン運動
⑥	透析	ブラウン運動	チンダル現象

問4 セッケンのように疎水基と親水基をもつ物質は界面活性剤とよばれ、図1のように、水に加えると一部は溶液中に分散し、一部は溶液と空気との界面に集まる。分子の濃度が高くなると界面を覆い、さらにある濃度を超えると、溶液中に分散している分子が集合してミセルとよばれるコロイドとなって分散する。ミセルが生成し始めるときの界面活性剤の濃度を臨界ミセル濃度という。

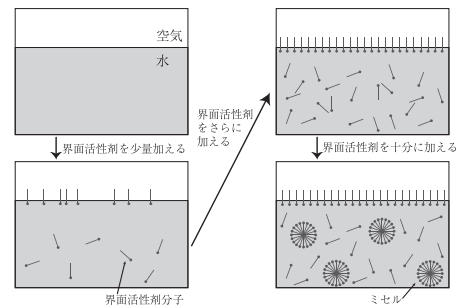


図1 ミセルの生成

— 38 —

2024 食物 総合評価型

図2は、27℃におけるある界面活性剤Xのモル濃度と、浸透圧の関係を表すグラフである。これを見ると、Xは約 $8.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ までモル濃度にはほぼ比例して浸透圧が上昇していくが、そのあとはモル濃度が高くなっても、あまり浸透圧は上昇しない。

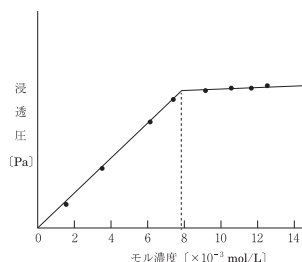


図2 Xのモル濃度と浸透圧の関係

このグラフが折れ曲がる時の濃度がXの臨界ミセル濃度である。そして、Xの濃度が臨界ミセル濃度より高いときには、溶液中で分子として存在するXの濃度はほぼ一定で、それ以上の分子はミセルとなり、分散している粒子の数が増加しにくくなるので、浸透圧があまり上昇しないことになる。Xの臨界ミセル濃度を $8.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ として、次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 下線部(b)について、Xの臨界ミセル濃度のときの浸透圧は何Paか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選びマークしなさい。解答番号は 20。

- ① $1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$ ② $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ ③ $6.6 \times 10^4 \text{ Pa}$
④ $8.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ ⑤ $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ⑥ $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

— 39 —

2024 食物 総合評価型

(2) Xの水溶液のモル濃度が $8.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のとき、Xのミセルのモル濃度が $1.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であるとするとき、Xのミセル1つを形成する分子の数は平均何個か。最も適当なものを、次の①～⑥から一つ選び、マークしなさい。解答番号は 21。

- ① 15 個 ② 33 個 ③ 40 個
④ 60 個 ⑤ 67 個 ⑥ 80 個

— 40 —

2024 食物 総合評価型

化学（総合評価型）

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

銀イオン Ag^+ は、いくつかの陰イオンと難溶性の塩をつくる。例えば、塩化ナトリウム水溶液に硝酸銀水溶液を数滴加えると、塩化銀の ア 色の沈殿が生じる。このとき、塩化銀の一部はわずかに溶解して溶解平衡の状態にある。銀イオン、塩化物イオンのモル濃度をそれぞれ $[\text{Ag}^+]$ 、 $[\text{Cl}^-]$ とすると、塩化銀の溶解度積は、 $K_{\text{sp1}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$ である。また、クロム酸カリウム K_2CrO_4 水溶液に硝酸銀水溶液を数滴加えると、イ 色の沈殿が生じる。クロム酸銀も溶解平衡の状態にあり、その溶解度積は $K_{\text{sp2}} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = 2.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}^3$ である。

1 L 中に Cl^- 0.10 mol と CrO_4^{2-} 0.010 mol を含む水溶液がある。この水溶液に、硝酸銀水溶液を滴下していくと、まず塩化銀 AgCl の沈殿が生じはじめる。このとき $[\text{Ag}^+]$ について、ウ の式が成立する。硝酸銀水溶液をさらに滴下していくと、クロム酸銀 Ag_2CrO_4 の沈殿が生じはじめる。このときの $[\text{Ag}^+]$ について、エ の式が成立する。

なお、硝酸銀水溶液の滴下による体積増加は、1 L に対して小さいので無視できるものとする。また、 $\sqrt{1.8} = 1.34$ 、 $\sqrt{2.0} = 1.41$ とする。

問1 空欄 ア、イ に当てはまる色として最も適当なものを、次の①～⑧から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、**ア**は 22、**イ**は 23。

① 黒

② 白

③ 青白

④ 赤褐

⑤ 黄

⑥ 濃青

⑦ 黒紫

⑧ 黄緑

問2 空欄 ウ、エ に当てはまる計算式として最も適当なものを、次の①～⑧から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、**ウ**は 24、**エ**は 25。

- ① $[\text{Ag}^+] \times 0.10 = 1.8 \times 10^{-10}$

② $[\text{Ag}^+] \times 0.010 = 1.8 \times 10^{-10}$

③ $[\text{Ag}^+]^2 \times 0.10 = 1.8 \times 10^{-10}$

④ $[\text{Ag}^+]^2 \times 0.010 = 1.8 \times 10^{-10}$

⑤ $[\text{Ag}^+] \times 0.10 = 2.0 \times 10^{-12}$

⑥ $[\text{Ag}^+] \times 0.010 = 2.0 \times 10^{-12}$

⑦ $[\text{Ag}^+]^2 \times 0.10 = 2.0 \times 10^{-12}$

⑧ $[\text{Ag}^+]^2 \times 0.010 = 2.0 \times 10^{-12}$

問3 下線部の沈殿が生じはじめたとき、水溶液中に存在する Cl^- の濃度は何 mol/L か。最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 26。

① $1.3 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

② $1.4 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

③ $1.5 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

④ $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

⑤ $1.4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

⑥ $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

⑦ $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

⑧ $9.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

IV 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 27 ～ 36。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

カルボン酸は、分子内のカルボキシ基の数や官能基により分類される。飽和モノカルボン酸にはギ酸、酢酸、バルミチン酸などがあり、不飽和モノカルボン酸にはアクリル酸、オレイン酸など、ジカルボン酸にはシュウ酸、マレイン酸など、ヒドロキシ酸には酒石酸などがある。

問1 ギ酸と酢酸にともに当てはまる記述として最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 27。

① 還元性があり、銀鏡反応を示す。

② 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素を発生する。

③ メタノールを酸化すると得られる。

④ 構造異性体としてエステルがある。

⑤ 油脂を構成する高級脂肪酸である。

問2 カルボン酸は、単体のナトリウムや水酸化ナトリウムと反応する。カルボン酸と同様にナトリウム、水酸化ナトリウムいずれとも反応する物質として最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 28。

① エタノール

② ホルムアルデヒド

③ フェノール

④ ジエチルエーテル

⑤ 酢酸エチル

問3 フマル酸とマレイン酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 29。

① 同じ分子式で表される、飽和二価カルボン酸である。

② マレイン酸を加熱すると、無水マレイン酸になる。

③ 互いにシーストランス異性体の関係にある。

④ 触媒を用いて水素を付加すると、いずれも同一の物質になる。

⑤ フマル酸を加熱すると、昇華する。

問4 乳酸に関する次の記述a～cのうち、正しい記述はどれか。最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 30。

a ヒドロキシ基 $-\text{OH}$ をもつヒドロキシ酸である。

b 不斉炭素原子を2個もつ。

c 鏡像異性体を持ち、これらの化学的性質はほぼ同じであるが、物理的性質は大きく異なる。

- ① aのみ

② bのみ

③ cのみ

④ aとb

⑤ aとc

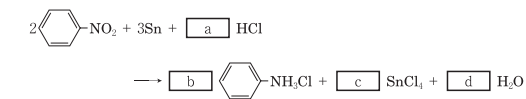
⑥ bとc

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

ベンゼン環の炭素原子にアミノ基が直接結合した構造をもつものを芳香族アミンといい、最も簡単なものとしてアニリンがある。アニリンは、ニトロベンゼンをスズと塩酸で還元すると得られる。アニリンを冷却しながら塩酸と亜硝酸ナトリウムを反応させると、塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が生成する。この塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると、橙赤色のp-フェニルアゾフェノールが生成する。

問1 下線部(a)の、アニリンの合成に関する、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 次式は、ニトロベンゼンからアニリンを合成する反応の化学反応式である。空欄 a ～ d のうち、a , d に当てはまる係数の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 31 。



	a	d
①	10	2
②	10	4
③	12	2
④	12	4
⑤	14	2
⑥	14	4

(2) アニリンの合成に関する次の記述中の空欄 ア , イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 32 。

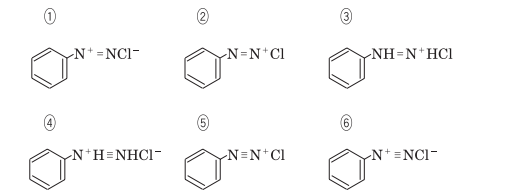
実験室でアニリンを合成するには、ニトロベンゼンを試験管に入れ、粒状のスズと濃塩酸を加えて加熱する。次にニトロベンゼンの油滴がなくなったら、冷却後に ア を加えてかくはんすると、 イ にアニリンが遊離する。

	ア	イ
①	水酸化ナトリウム水溶液	上層
②	水酸化ナトリウム水溶液	下層
③	アンモニア水	上層
④	アンモニア水	下層
⑤	濃硫酸	上層
⑥	濃硫酸	下層

(3) アニリンの性質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 33 。

- ① さらし粉水溶液を加えると、赤紫色に呈色する。
- ② 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、黒色の物質が得られる。
- ③ 無色の液体で、空気中では徐々に酸化されて黄褐色～赤褐色に変化する。
- ④ 水には溶けないが、酸の水溶液には塩をつくってよく溶ける。
- ⑤ 無水酢酸を作用させて生成する物質は、エステル結合をもつ化合物である。

問2 下線部(b)の、塩化ベンゼンジアゾニウムの化学式として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 34 。



問3 ジアゾ化反応に関する次の記述中の空欄 ウ に当てはまる物質として最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 35 。

ジアゾ化反応で、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えるのは、塩化ベンゼンジアゾニウムが不安定で温度が上がると加水分解して気体の ウ を発生してフェノールを生じるためである。

- ① 水素 ② 酸素 ③ 二酸化炭素
- ④ 二酸化窒素 ⑤ 窒素

問4 下線部(c)に関して、p-フェニルアゾフェノールのような芳香族アゾ化合物のおもな用途として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 36 。

- ① 解熱鎮痛剤 ② 食品の防腐剤 ③ 消毒剤
- ④ 染料 ⑤ 酸化防止剤

(化学問題 おわり)