

L 3 物 理

L 4 化 学

この冊子は、**物理** と **化学** の問題を 1 冊にまとめてあります。

情報科学科と土木工学科は、物理または化学のどちらかを選択

工業化学科は化学指定

機械工学科は物理指定

物理の問題は、1 ページより 20 ページまであります。

化学の問題は、21 ページより 35 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) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号及び氏名を記入し、さらに受験番号・志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (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絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - 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、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
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てください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

各設問の計算に必要なならば下記の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0, S 32.0, Cl 35.5,

Ca 40.1, Cu 63.5, Br 79.9, I 127, Pt 195, Pb 207

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

気体定数： 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

$\sqrt{2} = 1.41$ $\sqrt{3} = 1.73$ $\sqrt{5} = 2.24$ $\sqrt{7} = 2.65$

- 1 次の記述の(ア)～(シ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また、(i)にあてはまる数値を有効数字が2桁となるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数Zがゼロの場合の符号pには+をマークしなさい。(14点)

$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (1) 16族の非金属元素の水素化物の中で、 H_2O の沸点が最も高く、それ以外の水素化物を沸点の大きい順に並べると $\boxed{\text{ア}} > \boxed{\text{イ}} > \boxed{\text{ウ}}$ となる。 H_2O 以外の水素化物の沸点がこのような順番になるのは、一般に分子構造が似た物質では $\boxed{\text{エ}}$ が大きいほど $\boxed{\text{オ}}$ が強くなるためである。しかし、 H_2O は他の水素化物よりも $\boxed{\text{エ}}$ が小さいにもかかわらず最も沸点が大きい。これは H_2O 中の $\boxed{\text{カ}}$ の大きい $\boxed{\text{キ}}$ 原子が他の H_2O の $\boxed{\text{ク}}$ 原子と $\boxed{\text{ケ}}$ で結びついているためである。

一般に同じ物質の固体は同体積の液体より重いが、氷は同体積の水より軽い。これは固体では一つの H_2O 分子が他の H_2O 分子 $\boxed{\text{コ}}$ 個と $\boxed{\text{ク}}$ を形成して酸素原子どうしが正四面体状に配列し、すき間が多い結晶構造となるからである。

- (2) H_2O は、構成原子間の大きな $\boxed{\text{カ}}$ の差とその分子の形から、分子全体として極性を有する。このためイオン結晶をよく溶解することが知られている。例えば、 NaCl は H_2O 中で電離して生じた Na^+ と Cl^- が極性分子である H_2O との $\boxed{\text{セ}}$ により安定化されるためであり、これを $\boxed{\text{シ}}$ という。また、結晶の構成要素として H_2O を含む結晶も H_2O によく溶ける。たとえば、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ は水によく溶けるので、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ を $\boxed{\text{i}}$ g 量り取り 1.0 L のメスフラスコに入れ標線まで水を加えて混ぜれば濃度 0.20 mol/L の炭酸ナトリウム水溶液となる。

A欄

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 01 イオン化エネルギー | 02 結合エネルギー | 03 解離エネルギー |
| 04 分子量 | 05 式量 | 06 電気陰性度 |
| 07 電子親和力 | 08 静電的引力(クーロン力) | |
| 09 ファンデルワールス力 | 10 水素 | |
| 11 酸素 | 12 水和 | 13 分散 |
| 14 H_2S | 15 H_2Te | 16 H_2Se |
| 17 1 | 18 2 | 19 3 |
| 20 4 | 21 結合距離 | 22 密度 |
| 23 水素結合 | 24 共有結合 | |

- 2 次の記述の(ア)～(カ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また、(i)、(ii)にあてはまる数値を有効数字が2桁となるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数Zがゼロの場合の符号pには+をマークしなさい。(10点)

$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

古代ローマ時代から使われているセッケンは、現在でも私達の毎日の生活を快適に営むために必要な物質の一つである。セッケンの洗浄作用は、その分子内にある親油性の長鎖アルキル基と親水性の (ア) が共存しているためである。しかし、セッケンの欠点の一つは (イ) などのイオン成分の多い硬水中では、生成する塩が水に不溶であるために役立たなくなることである。また、セッケンはその分子構造から分かるように、 (ウ) 性を示すため羊毛や絹などのタンパク質繊維を変性してしまう。

油脂を水酸化ナトリウムで加水分解すると、物質Aとセッケンが得られる。このセッケンを酸で中和して得られる物質Bを0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液中で中和したところ174 mLを要した。用いた油脂の物質量は (i) molである。生じた物質Aの質量は (ii) gである。

水に良く溶けるセッケンの濃度を増加させるとコロイド粒子が現れる。このコロイド粒子は光学顕微鏡で観察できない (エ) 程度の直径を持っている。この溶液を顕微鏡で観察すると、 (オ) という不規則な運動が見える。これは熱運動している (カ) 分子がたえずコロイド粒子に衝突するために起こる。

A欄

01 —OH	02 —COOH	03 —COO ⁻ Na ⁺
04 —NH ₂	05 —(OCH ₂ CH ₂) _n —OH	06 K ⁺
07 Ca ²⁺	08 Li ⁺	09 Cl ⁻
10 F ⁻	11 弱アルカリ	12 強アルカリ
13 弱 酸	14 強 酸	15 中
16 10 ⁻¹¹ ~ 10 ⁻⁹ m	17 10 ⁻⁹ ~ 10 ⁻⁶ m	18 10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁴ m
19 10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻² m	20 保護コロイド化	21 チンダル現象
22 電気泳動	23 浮遊運動	24 ブラウン運動
25 溶質(分散質)	26 溶 液	27 溶媒(分散媒)

- 3 次の記述(1)および(2)の(ア)～(カ)に当てはまる適当なものをA欄より、(i)および(ii)の選択肢では正しい語句を選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(16点)

(1) 白金電極を陰極として濃度 c [mol/L] の硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液の電解を行う。流す電流を i [A]、電解時間を t [s]、ファラデー定数を F [C/mol] とすると、陰極に析出する銅の質量は (ア) [g] である。この電解によって水溶液中における銅イオンの物質量は (イ) [mol] {(i) 1 増加, 2 減少} し、電解液の体積を V [L] とし、電解による体積変化を無視すると、電解後の銅イオン濃度は (ウ) [mol/L] となる。

一方、陽極では酸素発生が起こる。この電解によって発生する酸素の体積は標準状態において (エ) [L] である。

(2) 鉛蓄電池は自動車に用いられる代表的な二次電池である。鉛蓄電池の正極活物質は酸化鉛(Ⅳ) PbO_2 、負極活物質は鉛 Pb 、電解液は希硫酸 H_2SO_4 である。放電によって負極の質量が m [g] 増加した場合、流れた電流の電気量は (オ) [C] で、正極の質量は (カ) [g] {(ii) 1 増加, 2 減少} する。

A欄

01 it	02 $\frac{i}{t}$	03 $\frac{t}{i}$	04 $\frac{it}{F}$
05 $\frac{it}{2F}$	06 $\frac{it}{4F}$	07 itF	08 $2itF$
09 $4itF$	10 $\frac{63.5it}{F}$	11 $\frac{31.8it}{F}$	12 $\frac{15.9it}{F}$
13 $\frac{5.6it}{F}$	14 $\frac{11.2it}{F}$	15 $\frac{22.4it}{F}$	16 $22.4itF$
17 $44.8itF$	18 $63.5itF$	19 $89.6itF$	20 $127itF$
21 $254itF$	22 $\frac{it}{FV}$	23 $\frac{it}{2FV}$	24 $\frac{it}{4FV}$
25 $\frac{itF}{V}$	26 $\frac{2itF}{V}$	27 $\frac{4itF}{V}$	28 $c - \frac{it}{FV}$
29 $c - \frac{it}{2FV}$	30 $c - \frac{it}{4FV}$	31 $c - \frac{itF}{V}$	32 $c - \frac{2itF}{V}$
33 $c - \frac{4itF}{V}$	34 $96m$	35 $\frac{m}{95}$	36 $303m$
37 $\frac{m}{303}$	38 $96Fm$	39 $\frac{Fm}{96}$	40 $303Fm$
41 $\frac{Fm}{303}$	42 $192Fm$	43 $\frac{Fm}{48}$	44 $606Fm$
45 $\frac{Fm}{153}$	46 $\frac{m}{2}$	47 $\frac{2m}{3}$	48 m
49 $\frac{3m}{2}$	50 $2m$	51 $3m$	

- 4 次の記述の(ア)～(ス)に最も適当な語句をA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

(13点)

化学は、我々人類の生活と密接に関連して発展してきました。人類にとって重要な化学の恩恵として、まず不活性で反応しにくい (ア) の固定を挙げることができます。これを工業的に可能にしたのが、(イ) と (ウ) によって開発された (エ) の合成です。これによって、(オ) , (カ) などの化学肥料が合成され、食物や家畜の生産量が飛躍的に向上し、生命活動に必要な栄養素の摂取量が大幅に向上しました。

また、分析化学の発達と共に、栄養素の中で身体を構成するために必要なタンパク質は、(キ) が直鎖状に配列した一次構造をもつ高分子であることが分かりました。また、エネルギー源となる脂肪は、3分子の (ク) と1分子の (ケ) が脱水縮合してできたエステルであることも分かりました。さらに、有機化学の発達は、さまざまな医薬品の発明へとつながり、病気の治癒に貢献しました。

化学の発展と共に私たちの生活は豊かになった反面、資源の浪費、大気汚染などがもたらされました。しかし、大気汚染の原因となる (コ) や (サ) を減らすことができたのも化学の力です。たとえば、自動車の排ガス中の有害物質には一酸化炭素と未燃焼の炭化水素と (シ) があります。そこで、これらを反応させて (ジ) , 水, (ア) ガスとして無害化するための触媒が開発されています。さらに、(シ) は現在大気中に約 (ス) % 存在し、増え続けることで地球温暖化をもたらすと言われています。資源や環境の問題の解決に向かって化学はこれからも貢献していくことでしょう。

A欄

01 塩 素	02 アルゴン	03 水 素
04 ヘリウム	05 窒 素	06 酸 素
07 リ ン	08 カリウム	09 オストワルド
10 ドルトン	11 ボッシュ	12 ファラデー
13 アレニウス	14 メンデレーエフ	15 ルシャトリエ
16 ハーバー	17 アボガドロ	18 ソルベ
19 リービヒ	20 ケクレ	21 水酸化ナトリウム
22 塩化ナトリウム	23 硫酸アンモニウム	24 塩化水素
25 硫 酸	26 リン酸	27 硝 酸
28 尿 素	29 グルコース	30 アミノ酸
31 フルクトース	32 マルトース	33 スクロース
34 デンプン	35 アミロース	36 脂肪酸
37 グリセリン	38 エチレングリコール	39 アミロペクチン
40 デキストリン	41 セルロース	42 窒素酸化物
43 水蒸気	44 オゾン	45 メタン
46 硫黄酸化物	47 アンモニア	48 二酸化炭素
49 0.04	50 0.25	51 0.5
52 1	53 2.5	54 10
55 20		

- 5 次の記述の(ア)～(ケ)にあてはまる最も適当なものをA欄より、(a)～(f)にあてはまる最も適当なものをB欄より、(i)～(iv)にあてはまる最も適当なものをC欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(21点)

アルケンは、工業的には原油を (ア) することで得られる石油ナフサ(粗製ガソリン)を熱分解することで得られる。アルケンの一般式は、 (イ) (n は2以上)で表示され、特に、 n が2の場合である (a) は有機工業化学に必要な主要原料の一つとなっている。(a) にリン酸を触媒として水を反応させると、 (ウ) 反応が起こり、 (b) が得られる。また、 (a) は触媒を用いる特定の条件下におくと、次々と (ウ) 反応を起こし、分子量が1万以上の (エ) となる。このような反応を (オ) と呼び、これによって得られた (エ) は、包装用フィルムや容器などに幅広く利用されている。

(b) に二クロム酸カリウムの硫酸水溶液を加えて加熱すると刺激臭のある (c) が得られる。この時、クロムの酸化数は、反応の前後で (i) 価から (ii) 価に変化した。(c) はフェーリング液を (カ) して、赤色の (d) を沈殿させる性質をもつ。(c) をさらに (キ) すると (e) を生じる。(b) と (e) の混合物に酸触媒を加えて穏やかに加熱すると (ク) 化反応が起こり、 (f) が生成する。しかし、この反応は (ケ) 反応なので、一定時間の経過後に平衡に達し見かけ上反応が停止する。

(ク) 化反応において、 (b) と (e) を3 mol ずつ混ぜ合わせ、ある温度で一定に保ったところそれぞれ2 mol ずつ反応し、平衡に達した。この時の平衡定数は、 (iii) である。これと同じ条件下で、 (b) の物質質量(mol)のみを1/3にした時、平衡状態において生成する (f) の物質質量は (iv) mol である。

A欄

01 付加	02 置換	03 溶解	04 昇華	05 ろ過
06 分留	07 還流	08 再結晶	09 酸化	10 還元
11 気化	12 分散	13 可逆	14 中和	15 スルホン
16 ハロゲン	17 エステル	18 ニトロ	19 付加重合	20 縮合重合
21 開環重合	22 単量体	23 重合体	24 C_nH_{2n+2}	25 C_nH_{2n+1}
26 C_nH_{2n}	27 C_nH_{2n-1}	28 C_nH_{2n-2}		

B欄

01 CH_4	02 CH_3CH_3	03 $CH_3CH_2CH_3$
04 $CH_2=CH_2$	05 $CH_3CH=CH_2$	06 $CH_2=CH-CH=CH_2$
07 $CH\equiv CH$	08 $CH_3-C\equiv CH$	09 CH_3OH
10 CH_3CH_2OH	11 $CH_3CH_2CH_2OH$	12 $CH_3CH(CH_3)OH$
13 $(CH_3)_2CO$	14 $HCHO$	15 CH_3CHO
16 CH_3CH_2CHO	17 $HCOOCH_3$	18 $HCOOCH_2CH_3$
19 CH_3COOCH_3	20 $CH_3COOCH_2CH_3$	21 $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$
22 $C_6H_5COOCH_3$	23 $HCOOH$	24 CH_3COOH
25 CH_3CH_2COOH	26 $HOOC-COOH$	27 C_6H_5COOH
28 AuO	29 Au_2O	30 AgO
31 Ag_2O	32 CuO	33 Cu_2O
34 FeO	35 Fe_2O	

C欄

01 0.1	02 0.2	03 0.3	04 0.4	05 0.5	06 0.6	07 0.7
08 0.8	09 0.9	10 0	11 1	12 2	13 3	14 4
15 5	16 6	17 7	18 8	19 9	20 10	

- 6 次の記述の(ア)～(シ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また、(i)にあてはまる数値を有効数字が2桁となるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数Zがゼロの場合の符号pには+をマークしなさい。(14点)

$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

サリチル酸は、無色針状結晶で防腐効果があり、また医薬品の原料にもなる極めて重要な化合物である。工業的合成法として、まず、(ア) に (イ) を加え (ウ) とともに加圧下で加熱すると、(エ) を経て、(オ) が得られる。次に、得られた (オ) に希硫酸を加えることで純粋なサリチル酸を得ることができる。サリチル酸は、(カ) 基と (キ) 基の2つの官能基をもつ化合物であるので (ア) と (ク) の両方の性質をもつ。(カ) 基をもつことは、サリチル酸の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を滴下すると (ケ) 色になることからよく分かる。サリチル酸を無水酢酸とともに加熱すると (コ) 化反応により (サ) が白色結晶として生成した。(サ) は、医薬品の (シ) として利用される。サリチル酸 4.2 g、エタノール 6.0 mL(密度 0.79 g/cm³)、濃硫酸 0.50 mL をそれぞれ試験管に加え、煮沸するまで加熱した。次に、(ウ) の泡が発生しなくなるまで炭酸水素ナトリウム飽和水溶液を注ぐと、試験管の底に油状物質が 4.0 g 分離生成した。この量は、サリチル酸が 100 % 反応した場合をもとにして得られる量のおよそ (i) % にあたる。

A 欄

- | | | |
|----------------|---------------|-------------|
| 01 緑 | 02 青 | 03 黄 |
| 04 紫 | 05 無 | 06 水 素 |
| 07 酸 素 | 08 塩 素 | 09 二酸化炭素 |
| 10 二酸化窒素 | 11 塩 酸 | 12 硫 酸 |
| 13 硝 酸 | 14 塩化ナトリウム | 15 水酸化ナトリウム |
| 16 炭酸ナトリウム | 17 アセチル | 18 カルボキシ(ル) |
| 19 クロロ | 20 ジアゾ | 21 スルホン |
| 22 ニトロ | 23 ヒドロキシ(ル) | 24 アニリン |
| 25 アセトアニリド | 26 アセチルサリチル酸 | 27 アルデヒド |
| 28 安息香酸 | 29 安息香酸ナトリウム | 30 安息香酸メチル |
| 31 ケトン | 32 クレゾール | |
| 33 グルタミン酸ナトリウム | 34 サリチル酸ナトリウム | |
| 35 サリチル酸メチル | 36 ナトリウム | |
| 37 ナトリウムフェノキシド | 38 ニトロフェノール | |
| 39 フェノール | 40 染 料 | |
| 41 解熱鎮痛剤 | 42 塗布薬(塗布剤) | |

- 7 次の記述の(ア)～(カ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(12点)

$\text{HO}-(\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4)_n-\text{H}$ で表わされる高分子について考える。この高分子は芳香族ジカルボン酸(A)と脂肪族ジオールが (ア) して得られたものである。このジオールには還元性はなく、また、芳香族ジカルボン酸(A)にはAを含めて3個の異性体が存在する。

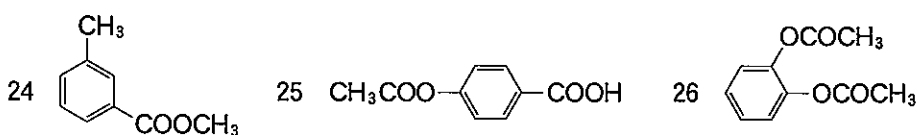
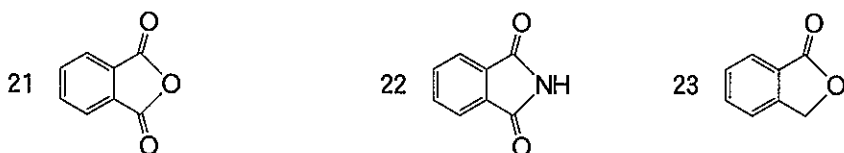
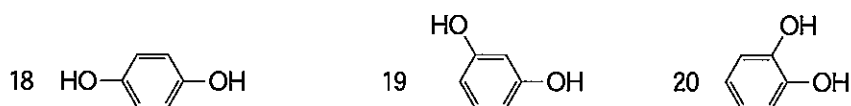
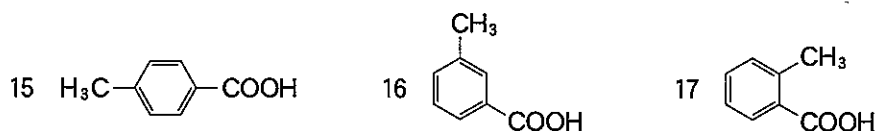
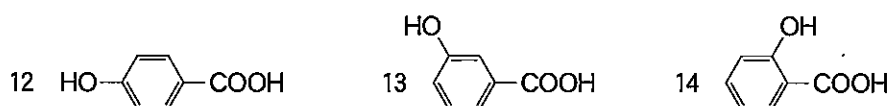
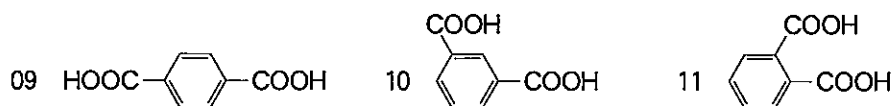
これらの異性体のそれぞれについて、ベンゼン環についた水素のうち一つを塩素に置換したときに得られる異性体の数を調べた。もっとも多くの異性体が存在するのはジカルボン酸(B)であり、その異性体の数は (イ) 個である。また、他方のジカルボン酸(C)は加熱すると1分子の水がとれて (ウ) となる。

上記のポリエステルの末端にはカルボキシ(ル)基およびヒドロキシ(ル)基が存在している。これにジブロモアニリンを加え (エ) 側の末端に縮合させたとする。このとき高分子の重量が約6.1%増加したとすると、重合度nは約 (オ) である。

次に重合度nが1000である上記のポリエステルとnが3000であるポリエステルが1分子ずつ混合している系を考える。このとき高分子鎖1本あたりの平均のnは2000である。この系に水を加え高分子鎖を適度に加水分解したのちすべての (カ) 側の末端にジブロモアニリンを結合させたとすると4分子が結合した。このときの平均の重合度nは (キ) である。

A欄

- 01 縮合重合 02 付加重合 03 連鎖重合 04 開環重合
 05 カルボキシ(ル)基 06 ヒドロキシ(ル)基 07 エステル基 08 アミノ基



27	1	28	2	29	3	30	4	31	5	32	6
33	7	34	8	35	9	36	10	37	20	38	40
39	60	40	80	41	100	42	200	43	400	44	800
45	1000	46	2000	47	4000	48	8000	49	10000	50	20000

