

J 3 物理

J 4 化学

J 5 生物

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

物理学科は物理指定

応用生物科学科と経営工学科は、物理・化学・生物のいずれかを選択

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 32 ページまであります。
生物の問題は、33 ページより 53 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

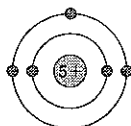
- 1 次の(1)～(2)の問いに答えなさい。解答は、(1)についてはA欄より、(2)についてはB欄より選んで、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(15点)

(1) 水素原子の電子配置を模式的に図のように表すことにする。ここで、中心に位置する円は原子核を、数字はその電荷を表しており、周囲に位置する小さな円(●)は電子を表している。次の(A)～(F)の電子配置をもつ原子、分子、イオンとして最も適当なものを答えなさい。

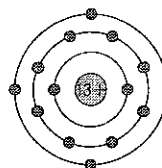


図 水素原子の模式図

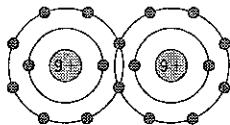
(A)



(B)



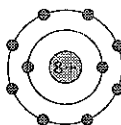
(C)



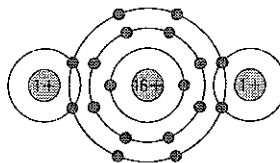
(D)



(E)



(F)



A 欄

01 H	02 H^+	03 He	04 Li	05 Li^+
06 Be	07 B	08 C	09 N	10 O
11 O^-	12 O^{2-}	13 F	14 F^-	15 Ne
16 Na	17 Na^+	18 Mg	19 Mg^{2+}	20 Al
21 Al^{3+}	22 Si	23 P	24 S	25 S^{2-}
26 Cl	27 Cl^-	28 Ar	29 H_2	30 N_2
31 O_2	32 F_2	33 Cl_2	34 H_2N^-	35 H_2O
36 HF	37 H_2S	38 HCl	39 H_2Se	40 HBr
41 NO_2	42 CO_2			

- (2) 質量パーセント濃度 8.00 % の水酸化ナトリウム (NaOH の式量を 40.0 とする) は、モル濃度では 2.20 mol/L に相当する。この水溶液の密度 (g/cm^3) を求めなさい。

B 欄

01 1.02	02 1.04	03 1.06	04 1.08	05 1.10
06 1.12	07 1.14	08 1.16	09 1.18	10 1.20
11 1.22	12 1.24	13 1.26	14 1.28	15 1.30
16 1.32	17 1.34	18 1.36	19 1.38	20 1.40

- 2 次の記述(1)～(3)の(i)～(iii)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 c がゼロの場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \overset{\substack{\uparrow \\ \text{小数点}}}{.} \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

正負の符号

なお、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。必要ならば下記の数値を用いなさい。(14点)

原子量の概数値：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, K 39.1

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 0.0821 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

- (1) 27°C 、 $1.036 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、ある気体 A を水上置換で捕集したところ、体積は 800 mL であった。このとき得られた気体 A の質量は $\boxed{\text{(i)}}$ g である。
 なお、 27°C における水の蒸気圧は $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ であり、この気体 A は地殻でもっとも多い元素の単体である。
- (2) 5.00 L の容器内にメタン 0.15 mol および酸素 1.00 mol を入れて、この混合気体に点火してメタンを完全に燃焼させた。燃焼後の温度を 127°C に保つと、容器内の混合気体の全圧は $\boxed{\text{(ii)}}$ atm となる。ただし、 127°C における水の飽和蒸気圧を 2.43 atm とする。
- (3) 水酸化カリウム(固)、水(液)の生成熱は、それぞれ 430 kJ/mol、286 kJ/mol である。カリウム(固) 1.00 g を水と反応させたとき、5.10 kJ の発熱があった。このとき、水酸化カリウム(固) 1.50 g を水に溶解させると $\boxed{\text{(iii)}}$ kJ の熱が発生する。

右のページは白紙です。

- 3 次の記述の(ア)～(ス)に最も適当なものを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)。

(14点)

空気や海水のように物質は複数の (ア) の (イ) として存在する。

(ア) は単一の物質で、融点、沸点、密度などの固有な性質を示し、一種類の元素から構成されている (ウ) と、複数の元素から構成されている (エ) に分類できる。

乾燥空気は体積%で表すと、おおよそ窒素78%、酸素21%、(オ) 1%、(カ) 0.04%などで構成されている。このうち、窒素、酸素、(オ) は(ア)であり、かつ(ウ)である。(カ)は(ア)であり、(エ)である。海水は100g中約96.5gが水であり、その中に約3.5gの物質が溶けており、そのほとんどが塩(えん)である。陽イオンで一番多いのは(キ)イオンで、次に多いのは(ク)イオンである。陰イオンで一番多いのは(ケ)イオンで、次に多いのは(コ)イオンである。

(ア)の中で、一種類の同じ元素でできていながら性質の異なる物質を互いに(サ)という。炭素の場合には、構造の違いによってダイヤモンドや黒鉛の他に、球状の(シ)や中空構造をもつ(ス)と呼ばれるものがある。

A 欄

01 アルゴン	02 アルミニウム	03 異性体
04 塩化物	05 オゾン	06 化合物
07 カーバイド	08 カーボンナノチューブ	09 カリウム
10 カルシウム	11 キセノン	12 混合物
13 臭化物	14 シュウ酸	15 重合体
16 純物質	17 硝 酸	18 水蒸気
19 水 素	20 炭素繊維	21 単 体
22 単量体	23 同位体	24 同素体
25 同族体	26 ナトリウム	27 二酸化炭素
28 ネオン	29 複合物	30 不純物
31 フッ化物	32 フラーレン	33 マグネシウム
34 リチウム	35 硫 酸	

- 4 次を示す(1)～(6)の方法により得られる物質をA欄に、その用途または性質をB欄に示してある。これらの方法に最も関連の深いものをA欄、B欄の組み合わせとして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)。(14点)

- (1) 融解塩を電気分解すると、陰極に析出する。
- (2) 石灰水に二酸化炭素を通じることによって、白色の沈殿物として得られる。
- (3) 鉍石を還元して得られたものを電解精錬することにより、99.99%以上の高純度のものとして得られる。
- (4) 天然ガスから採取する。または、液体空気の分留によって得られる。
- (5) 溶鉍炉を用いて、原料を高温のコークスから発生する一酸化炭素で還元して製造する。
- (6) 銅に加熱した濃硫酸(熱濃硫酸)を作用させて得られる。

A 欄

01 水 素	02 ヘリウム	03 酸 素
04 塩 素	05 アルゴン	06 窒 素
07 フッ化水素	08 硫化水素	09 二酸化炭素
10 二酸化硫黄	11 水酸化ナトリウム	12 硫酸ナトリウム
13 炭酸ナトリウム	14 炭酸カルシウム	15 硫酸バリウム
16 水酸化カルシウム	17 炭酸水素ナトリウム	18 リチウム
19 カリウム	20 ナトリウム	21 マグネシウム
22 クロム	23 ス ズ	24 鉛
25 鉄	26 金	27 銀
28 銅	29 アルミニウム	

B 欄

- 1 錆びやすく、湿った空气中で容易に酸化される。磁気テープや磁気ディスクには、酸化物が用いられている。
- 2 気体は軽くて燃焼しないので、気球や飛行船に利用され、液体は極低温の冷却剤として利用されている。
- 3 天然に存在する大理石の主成分であり、セメントやガラスの原料になる。
- 4 空气中で熱すると、1000℃以下では黒色に、1000℃以上では赤色の物質になる。
- 5 石英やガラスなどを溶かす。
- 6 刺激臭を持ち、有毒である。還元性があるが、強い還元剤に対しては酸化剤として働く。
- 7 炭酸飲料や消火器などに用いられる。また、その固体は冷却剤として用いられる。
- 8 還元力が強く、常温の水と激しく反応して水素を発生する。また、炎色反応で黄色を呈する。
- 9 ふくらし粉、発泡性の入浴剤、胃腸薬として利用されている。
- 10 X線などの放射線を吸収する能力が大きく、X線装置や原子炉などの放射線遮蔽(しゃへい)物質として用いられる。

- 5 次の記述(1)～(3)の(i)～(iii)にあてはまる数値を、有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c がゼロの場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑ 小数点
 ↑ 正負の符号

また、記述中の(ア)～(ウ)について最も適当なものを{ }内から選び、その番号をマークしなさい。(15点)

- (1) 体積可変の無色透明な密閉容器がある。この容器に 0.50 mol の N_2O_4 を封入し、体積を 2.5 L にした。その後、ある温度に保ったところ、0.25 mol の N_2O_4 が解離して NO_2 が生成し、平衡状態となった。この反応の濃度平衡定数は $\boxed{\text{(i)}}$ mol/L である。この時、容器中の気体の色は、(ア){ 1 無色から褐色へと変化した 2 褐色から無色へと変化した 3 褐色のまま変化しなかった 4 無色のまま変化しなかった}。
- (2) (1)の状態から温度、体積を一定に保ったまま、さらに 2.5 mol の N_2O_4 を添加し、新たな平衡状態に到達させた。この時、容器内に存在する NO_2 の物質量は $\boxed{\text{(ii)}}$ mol である。平衡到達後の混合気体中に占める NO_2 の割合は、(イ){ 1 (1)の時よりも大きくなった 2 (1)の時よりも小さくなった 3 (1)の時と同じであった}。
- (3) (1)の状態から温度を一定に保ったまま、容器の体積を変化させて新たな平衡状態に到達させたところ、容器内に存在する N_2O_4 の物質量は 0.20 mol となった。このときの容器の体積は $\boxed{\text{(iii)}}$ L である。平衡到達後の NO_2 のモル濃度は、(ウ){ 1 (1)の時よりも高くなった 2 (1)の時よりも低くなった 3 (1)の時と同じであった}。

右のページは白紙です。

- 6 次の記述(1), (2)を読み, (ア)~(サ)に最も適当なものをA欄より, (a), (b)に最も適当なものをB欄よりそれぞれ選び, 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)。なお, 必要ならば次の数値を用いなさい。(14点)

原子量の概数値: H 1.0, C 12.0, Br 79.9

(1) 常温常圧で気体の化合物 (ア) を, Br_2 を含む四塩化炭素溶液に通じると (イ) が生成した。 (イ) の元素分析を行ったところ, 重量百分率で C 17.8%, H 3.0%, Br 79.2% であった。 (ア) に硫酸と水を反応させると (ウ) が生成した。 (ウ) に希硫酸中で二クロム酸カリウムを反応させると (エ) が生成した。 (エ) にヨウ素と水酸化ナトリウム溶液を加えると (a) 反応を起こす。また, (ア) が触媒の存在下でベンゼンと反応すると (オ) が生成する。 (オ) の (b) 反応を経由して (エ) と (カ) を得ることができる。 (カ) に塩化鉄(Ⅲ)溶液を加えると, 青紫~赤紫色を呈した。

(2) ある炭化水素 X を元素分析したところ, C 87.8%, H 12.2% であった。X の実験式は (キ) となる。0.410 g の X を 100 g のベンゼンに溶かすと, 凝固点は 0.256°C 低下した。ただし, ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ である。このことから, X の分子量は (ク) と求められた。これらのことから, X の分子式は (ケ) であることがわかる。0.410 g の X を量りとり, 触媒を用いて水素を付加したところ, 標準状態で 224 mL の水素を吸収して 2-メチルペンタンを生じた。1 mol の X は (コ) mol の水素を吸収したことになる。X を硫酸水銀(Ⅱ)と希硫酸で処理すると, 1 mol の X が 1 mol の水を付加した。また, X はアンモニア性硝酸銀溶液とは反応しなかったことから, 炭素鎖の末端に銀イオンと置換しやすい水素原子が存在しないことがわかった。これらのことから, X の構造式は (サ) であると決定される。

A 欄

- | | | | |
|---|--|---------------------|----------------|
| 01 C_4H_{10} | 02 C_4H_8 | 03 C_3H_4 | 04 C_3H_5 |
| 05 C_3H_6 | 06 C_3H_8 | 07 C_6H_{10} | 08 C_6H_{12} |
| 09 C_6H_{14} | 10 $C_4H_8Br_2$ | 11 $C_3H_5Br_2$ | |
| 12 $CH_3CH_2CH_2OH$ | 13 $CH_3CH(OH)CH_3$ | | |
| 14 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ | 15 $CH_3CH_2CH_2CHO$ | 16 CH_3COCH_3 | |
| 17 $CH_3CH_2COCH_3$ | 18 $C_6H_5CH(CH_3)_2$ | 19 $C_6H_5CH_2CH_3$ | |
| 20 CH_3CH_2CHO | 21 C_6H_5OH | 22 CH_3CH_2OH | |
| 23 $CH_2=CH-CH_2-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-CH_3$ | 24 $CH_3-CH=CH-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-CH_3$ | | |
| 25 $CH_3-CH_2-CH=\underset{\substack{ \\ CH_3}}{C}-CH_3$ | 26 $CH_3-CH=CH-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{C}=CH_2$ | | |
| 27 $CH\equiv C-CH_2-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-CH_3$ | 28 $CH_3-C\equiv C-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-CH_3$ | | |
| 29 82 | 30 84 | 31 86 | 32 1 |
| 33 2 | 34 3 | | |

B 欄

- | | | |
|------|----------|----------|
| 1 中和 | 2 ヨードホルム | 3 フェーリング |
| 4 銀鏡 | 5 還元 | 6 酸化 |

- 7 次の記述の(ア)～(イ)に最も適当なものをA欄より選び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)。なお、(a)～(f)は解答しなくてよい。また、(i)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数*c*が0の場合の符号*p*には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。

(14点)

原子量の概数値：H 1.0, C 12.0, O 16.0, K 39.1

天然の有機化合物や高分子化合物には、糖類、アミノ酸、タンパク質以外に脂質がある。脂質は、構成成分がアルコール類と (ア) のみからなる (イ) とそれらにリン酸、糖などを含む (a) がある。特に、 (ウ) 1分子が (ア) 3分子で (エ) 化された構造をもつものを油脂という。参考までに、 (ウ) 1分子を (カ) 3分子で (エ) 化したものをニトログリセリンといい、火薬などに用いられる。

油脂には、牛脂のように室温で固体の (b) とオリーブ油のように室温で液体の (カ) があり、 (b) はパルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$)やステアリン酸($C_{17}H_{35}COOH$)といった高級 (c) などを主要構成成分とし、 (カ) はオレイン酸($C_{17}H_{33}COOH$)やリノール酸($C_{17}H_{31}COOH$)といった高級 (d) などを主要構成成分とする。そのため、 (カ) は分子内に炭素-炭素二重結合をもつので水素、ハロゲンなどの (e) 反応が起こる。たとえば、 (カ) の一つである綿実油にはパルミチン酸21.5% (モルパーセント)、ステアリン酸19%、オレイン酸40.1% およびリノール酸36.5% が含まれる。0.12 mol の綿実油はおよそ (i) mol の水素を (e) する。

油脂を すると 1分子と 3分子が生じ、とくに、油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると 1分子と 3分子になる。一般にアルカリを用いての をけん化といい、油脂1gをけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量(mg 単位)の数値をけん化価という。この油脂の分子量をMとすると、けん化価は で求められる。

は、水となじみやすい の部分と水となじみにくい の部分からできている。 を水に溶かすと、一定濃度以上では の部分を内側に、 の部分を外側にした と呼ばれる集合体を形成する。

A 欄

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 01 塩 酸 | 02 硝 酸 | 03 硫 酸 |
| 04 脂肪酸 | 05 ヒドロキシ酸 | 06 単純脂質 |
| 07 複合脂質 | 08 混合脂質 | 09 エタノール |
| 10 プロパノール | 11 エチレングリコール | 12 グリセリン |
| 13 アルデヒド | 14 エーテル | 15 エステル |
| 16 ニトロ | 17 脂 肪 | 18 脂肪油 |
| 19 ろ う | 20 飽和脂肪酸 | 21 不飽和脂肪酸 |
| 22 付 加 | 23 水 和 | 24 加水分解 |
| 25 $168.3 \times 10^3 \times M$ | 26 $\frac{168.3 \times M}{10^3}$ | 27 $\frac{168.3}{M \times 10^3}$ |
| 28 $\frac{168.3 \times 10^3}{M}$ | 29 脂肪酸ナトリウム | 30 脂肪酸カリウム |
| 31 親水性 | 32 疎水性 | 33 油 滴 |
| 34 ミセル | | |