化 学

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」,「生物」,「化学」がありますので, この中から 2 科目を選んで解答してください。選んだ 2 科目のうち, 1 科目を解答用紙の表面に解答し, もう 1 科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は, 右のように, 解答用紙にある「解答科目」の「化学」を○で囲み, その下のマーク欄をマークしてください。

科目が正しくマークされていないと, 採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	●	○

必要であれば, 次の値を用いよ。また, 指示がない場合, 気体は理想気体として扱ってよい。

アボガドロ定数：$N_A = 6.02 \times 10^{23}$ /mol

ファラデー定数：$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

気体定数：$R = 8.3 \times 10^3$ Pa･L/(mol･K)

標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)**における理想気体のモル体積**：22.4 L/mol

原子量：H＝1.0, He＝4.0, Li＝7.0, Be＝9.0, B＝10.8, C＝12.0, N＝14.0, O＝16.0, F＝19.0, Ne＝20.2, Na＝23.0, Mg＝24.0, Al＝27.0, Si＝28.0, P＝31.0, S＝32.0, Cl＝35.5, Ar＝40.0, K＝39.0, Ca＝40.0, Sc＝45.0, Ti＝48.0, V＝51.0, Cr＝52.0, Mn＝55.0, Fe＝56.0, Co＝58.9, Ni＝58.7, Cu＝64.0, Zn＝65.0, Br＝80.0, Ag＝108, Cd＝112, Sn＝119, I＝127, Ba＝137, Hg＝200, Pb＝207

問１　誤りを含む文を，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　1

① 水と過酸化水素はどちらも同じ元素でできているため同素体である。
② 同素体は互いに物理的性質や化学的性質が異なる。
③ 黄リンと赤リンの粉末を混ぜたものは混合物である。
④ 塩酸を構成する元素は全部で３種類である。
⑤ 液体空気から窒素と酸素を分離する操作を分留という。
⑥ 塩化ナトリウム水溶液から純水を分離する操作を蒸留という。

問２　２価の陽イオンになりやすく，そのイオンの陽子数と中性子数が同じであるような原子として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　2

① ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}$　② ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$　③ ${}^{24}_{12}\mathrm{Mg}$
④ ${}^{42}_{20}\mathrm{Ca}$　⑤ ${}^{32}_{16}\mathrm{S}$　⑥ ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$

問３　標準大気圧(1.013×10^{5} Pa)下における物質の融点や沸点について述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　3

① 二酸化ケイ素の融点は約 80℃である。
② 塩化ナトリウムの沸点は塩化水素よりも低い。
③ 塩化ナトリウムの融点は酸化ナトリウムよりも高い。
④ ジエチルエーテルの沸点はエタノールよりも高い。
⑤ ナトリウムの融点はアルミニウムよりも低い。
⑥ 水の沸点は硫化水素よりも低い。

問４　ある炭化水素の気体について，27℃，2.49×10^{5} Pa のもとで 2.0 L の質量を測定したところ，6.0 g であった。この炭化水素の分子を構成する原子の総数として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　4

① 2　② 4　③ 6
④ 8　⑤ 10　⑥ 12

問５　0.585 g の塩化ナトリウムを 500 g の純水に溶かした水溶液を冷却したところ，やがて凝固が起こり，氷が生じ始めた。しばらく冷却を続けて水溶液の温度が－0.200℃になったとき，生じている氷の質量〔g〕として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとし，水のモル凝固点降下を 1.85 K･kg/mol とする。 5

① 59　② 94　③ 120　④ 158
⑤ 201　⑥ 273　⑦ 315　⑧ 393

問６　容積が一定の密閉容器に３種類の気体 X，Y，Z を入れてある温度に保つと，

$$X + Y \rightleftarrows 2Z$$

で表される可逆反応が平衡状態となり，容器内には X が 5.00 mol，Y が 7.20 mol，Z が 6.00 mol 存在していた。この状態から容器内に X を 2.20 mol 加えて同じ温度に保つと，再び平衡状態に達した。最後の平衡状態において容器内に存在する気体 Z の物質量〔mol〕として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。 6

① 3.60　② 4.70　③ 5.60　④ 6.80
⑤ 7.20　⑥ 7.65　⑦ 8.10　⑧ 8.45

問７　窒素と水素からアンモニアが生成する反応は発熱反応であり，その反応は

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

で表される可逆反応である。ある密閉容器内でこの可逆反応が平衡状態に達しているとき，平衡が正反応（右）の方向に移動するような条件変化は次の語群の中にいくつあるか。適切なものを，下の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。 7

［語群］・容積を一定に保ち，温度を高くする。
・温度を一定に保ち，容積を小さくする。
・温度と容積を一定に保ち，窒素を追加する。
・温度と容積を一定に保ち，アルゴンを追加する。
・温度と全圧を一定に保ち，アルゴンを追加する。

① 1　② 2　③ 3
④ 4　⑤ 5　⑥ 該当なし

問８　窒素を含む有機物試料 5.0 g と濃硫酸を混合して加熱し，含まれている窒素をすべて硫酸アンモニウムに変換した。さらに濃水酸化ナトリウム水溶液と混合して加熱し，発生した気体を 1.00 mol/L 希硫酸 25 mL にすべて吸収させた。この希硫酸を 0.50 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ，20 mL で終点となった。有機物試料の窒素含有率（質量パーセント）として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 8

① 11　② 17　③ 22
④ 30　⑤ 38　⑥ 43
⑦ 51　⑧ 56　⑨ 64

問９　0.10 mol/L の酢酸水溶液 150 mL と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を混合して緩衝液 200 mL を調製した。この緩衝液に 0.50 mol/L の塩酸を 2.5 mL 加えた後の pH として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。ただし，酢酸の電離定数を $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とする。必要であれば $\log_{10}2 = 0.30$，$\log_{10}3 = 0.48$，$\log_{10}7 = 0.85$ を用いよ。 9

① 1.9　② 2.4　③ 3.7
④ 4.1　⑤ 5.0　⑥ 6.2
⑦ 7.3　⑧ 8.0　⑨ 9.5

問10　金属 A～E の単体について，次のような実験をおこなった。まず，これらの金属を常温の水に入れたところ，E のみが激しく反応して気体が発生した。次に塩酸との反応性を調べたところ，A，B，E だけが溶けた。また，A と B を水で湿らせたろ紙の上に置いて接触させておくと，A は単独でろ紙に置いた場合よりも速く腐食が進行した。さらに，D の硝酸塩の水溶液に C を入れたところ，C の表面に D が析出した。これらの結果から，金属 A～E をイオン化傾向が大きい順に並べたとき，４番目の金属として適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちから一つ選べ。 10

① A　② B　③ C　④ D　⑤ E

問11　電解液に 4.00 mol/L 水酸化カリウム水溶液 100 mL，電極に 20.2 g のオキシ水酸化ニッケル(Ⅲ)NiO(OH)と 15.0 g のカドミウム Cd を用いて電池を作製した。この電池を放電させると，NiO(OH)電極は水と反応して水酸化ニッケル(Ⅱ)が生成し，Cd 電極は水酸化物イオンと反応して水酸化カドミウム(Ⅱ)が生成する。この電池を放電させて 1.0 A の電流を 4 時間 1 分 15 秒流したとき，正極の質量は何 g となっているか。適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 11

① 10.4　② 14.7　③ 16.8
④ 17.5　⑤ 18.3　⑥ 19.9
⑦ 20.4　⑧ 22.0　⑨ 24.2

問12　加熱した水酸化カリウム KOH 水溶液に塩素 Cl_2 ガスを通じると，塩化カリウム KCl とともに塩素酸カリウム $KClO_3$ が生成する。この変化を化学反応式で表したとき，塩素酸カリウムの係数として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 12

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問13　炭素の同素体であるフラーレンにはいくつかの種類があり，そのうち C_{60} フラーレンの分子構造は，60 個のすべての炭素原子が他の 3 個の炭素原子と結合して五角形と六角形の構造をつくり，それぞれの六角形には 3 個ずつの五角形と六角形の構造が交互に接している。1 つの C_{60} フラーレンの分子内には，炭素原子間の結合がいくつあるか。適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 13

① 30　② 45　③ 60
④ 76　⑤ 90　⑥ 110
⑦ 120　⑧ 156　⑨ 180

問14　ナトリウムについて述べた次の文(a)～(e)のうち，正しいものの組み合わせとして適切なものを，下の選択肢①～⑩のうちから一つ選べ。 14

(a) 天然には主に単体として海水中に多量に存在する。
(b) 炭酸ナトリウムを加熱すると炭酸水素ナトリウムが生成する。
(c) 塩化ナトリウム水溶液を電気分解するとナトリウムの単体が得られる。
(d) 炭酸水素ナトリウム水溶液に塩酸を加えると塩化ナトリウムが生成する。
(e) 水酸化ナトリウム水溶液に二酸化炭素を加えると炭酸ナトリウムが生成する。

① a，b　② a，c　③ a，d　④ a，e　⑤ b，c
⑥ b，d　⑦ b，e　⑧ c，d　⑨ c，e　⑩ d，e

問15　鉄の結晶構造は温度変化によって，面心立方格子構造から体心立方格子構造へと変化する。この結晶構造の変化について述べた次の文(a)～(e)のうち，正しいものの組み合わせとして適切なものを，下の選択肢①～⑩のうちから一つ選べ。 15

(a) 鉄原子の酸化数は変化する。
(b) 質量は変化しない。
(c) 体積は変化しない。
(d) 密度は小さくなる。
(e) 充填率は大きくなる。

① a，b　② a，c　③ a，d　④ a，e　⑤ b，c
⑥ b，d　⑦ b，e　⑧ c，d　⑨ c，e　⑩ d，e

問16　常温常圧のもとで水とよく混ざり合うものは次の語群の中にいくつあるか。適切なものを，下の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。 16

［語群］エタノール，アセトアルデヒド，ジエチルエーテル，アセトン，酢酸エチル
エチレングリコール，ベンゼンスルホン酸，ニトログリセリン

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問17　純物質である油脂Aの分析をおこなったところ，けん化価は191，ヨウ素価は174であった。なお，けん化価とは油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量〔mg〕，ヨウ素価とは油脂100 gに付加するヨウ素の質量〔g〕のことである。油脂Aを構成する高級脂肪酸が1種類のみであるとき，この高級脂肪酸の分子式として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 17

① $C_{16}H_{32}O_2$　② $C_{16}H_{30}O_2$　③ $C_{16}H_{28}O_2$
④ $C_{18}H_{36}O_2$　⑤ $C_{18}H_{34}O_2$　⑥ $C_{18}H_{32}O_2$
⑦ $C_{20}H_{40}O_2$　⑧ $C_{20}H_{38}O_2$　⑨ $C_{20}H_{36}O_2$

問18　21.2 g の芳香族化合物Xを完全に燃焼させたところ，18.0 g の水と 70.4 g の二酸化炭素が得られた。また，別の実験により X の分子量はおよそ 100 程度であることがわかっている。Xのベンゼン環に結合している水素原子の1つを臭素原子で置換すると，全部で2種類の化合物が得られた。また，Xを過マンガン酸カリウムを用いて酸化すると化合物Yが得られ，Yを加熱すると化合物Zが得られた。Zの分子量として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 18

① 120　② 132　③ 148
④ 154　⑤ 164　⑥ 170
⑦ 182　⑧ 190　⑨ 210

問19　グルコースなどの還元性を示す糖類の水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると，1 mol の糖に対して 1 mol の酸化銅(Ⅰ)の赤色沈殿が得られる。水溶液Aには 0.10 mol のマルトース，0.20 mol のラクトース，0.10 mol のスクロースが含まれており，A にマルターゼおよびラクターゼを加えて酵素反応を完全に進行させた。次に，反応溶液を透析して酵素と糖を分離し，糖のみを含む水溶液 B を得た。B に十分量のフェーリング液を加えて加熱したとき，生成する赤色沈殿の質量〔g〕として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。 19

① 18　② 35　③ 52
④ 63　⑤ 77　⑥ 86
⑦ 96　⑧ 112　⑨ 140

問20　環構造をもつモノマーの開環重合により合成される高分子化合物として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。 20

① ポリエチレンテレフタラート　② ビニロン
③ ポリ塩化ビニル　④ ポリスチレン
⑤ ナイロン 6　⑥ ナイロン 66
⑦ フェノール樹脂　⑧ ブタジエンゴム

問21　図 1 は，ある弱酸 HA の濃度 c と電離度 α の関係を示したものである。HA の水溶液について述べた次の文(a)～(e)のうち，正しいものの組み合わせとして適切なものを，下の選択肢①～⑩のうちから一つ選べ。なお，水の電離は無視するものとする。 21

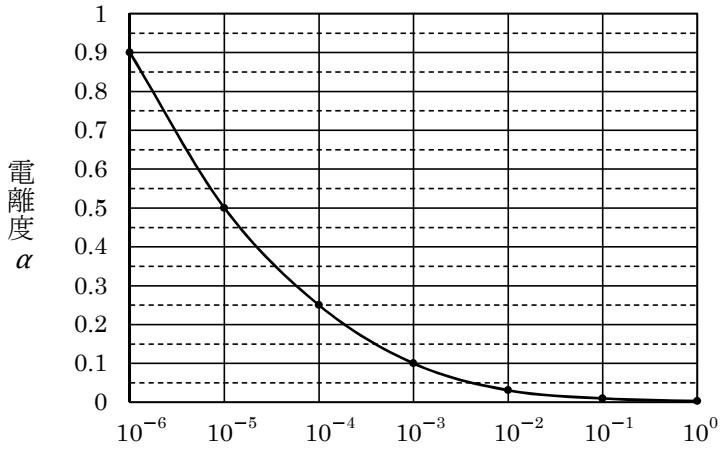


図 1

(a) 濃度を小さくするほど電離度はいくらでも大きくなる。
(b) 濃度を小さくするほど水素イオン濃度は大きくなる。
(c) 濃度が 10^{-3} mol/L の水溶液の pH はおよそ 4 である。
(d) 濃度が 10^{-3} mol/L と 10^{-4} mol/L の水溶液では，電離によって生じている A^- の濃度は同じである。
(e) 濃度が 10^{-5} mol/L の水溶液では，電離していない HA 分子の濃度と水素イオンの濃度は同じである。

① a，b　② a，c　③ a，d　④ a，e　⑤ b，c
⑥ b，d　⑦ b，e　⑧ c，d　⑨ c，e　⑩ d，e

問22　図２は，気体の圧力 P と体積 V の関係を示したものである。これについて述べた次の文(a)～(e)のうち，正しいものの組み合わせとして適切なものを，下の選択肢①～⑩のうちから一つ選べ。 22

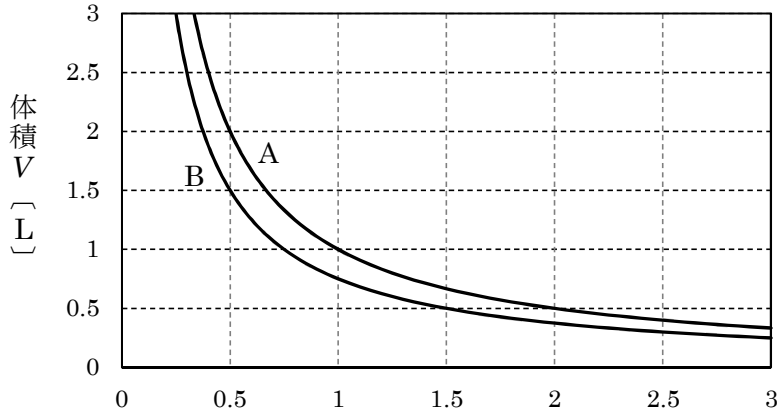


図２

(a) A と B が同じ質量・同じ温度における異なる気体のグラフである場合，分子量が大きい方の気体のグラフはAである。

(b) AとBが同じ質量における同一の気体のグラフである場合，温度が高い方のグラフはAである。

(c) A と B が同じ温度における同一の気体のグラフである場合，物質量が大きい方のグラフはBである。

(d) Aが0℃におけるグラフである場合，その気体の分子量を求めることができる。

(e) B が 27℃におけるグラフである場合，その気体の標準状態における体積を求めることができる。

① a，b　② a，c　③ a，d　④ a，e　⑤ b，c
⑥ b，d　⑦ b，e　⑧ c，d　⑨ c，e　⑩ d，e

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の 23 ～ 75 はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか，もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。