化　　学

必要があれば，次の値を使うこと。

原子量：**H** = 1.0　**C** = 12　**N** = 14　**O** = 16　**Na** = 23　**S** = 32

Cl = 35.5　**K** = 39　**Cu** = 64　**Pb** = 207

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)

アボガドロ定数：6.0×10^{23}/mol

第1問　次の問い（**問1**～**4**）に答えよ。［解答番号 1 ～ 4 ］

問1　分子間力に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 1

a　分子間力は，イオン結合よりも弱い。

b　ファンデルワールス力は無極性分子間にもはたらく。

c　水素結合は，水素原子と，その水素原子に直接結合していない電気陰性度の大きい原子との間に形成される。

d　分子間力の大きい物質ほど，沸点が低くなる。

e　構造が似た分子では，分子量が大きいほど沸点が高い。

問2　0 ℃の **KCl** 飽和水溶液の濃度は 3.3 mol/L である。この飽和水溶液の密度を 1.2 g/cm^3 としたとき，0 ℃における **KCl** の水への溶解度〔g/水 100 g〕はいくらか。最も適当なものを，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 2

a　0.28

b　20

c　26

d　62

e　89

問 3　血液 100 mL に，分子量 60000 のタンパク質が 7.2 g 溶けているとする。37 ℃においてタンパク質によって生じる浸透圧は何 Pa か。最も適当なものを，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

a　3.6 Pa

b　3.1×10^2 Pa

c　3.6×10^2 Pa

d　3.1×10^3 Pa

e　3.6×10^4 Pa

問 4　ナトリウムの単体は図 1 のような体心立方格子の結晶構造をとり，その単位格子の一辺の長さは 4.3×10^{-8} cm である。ナトリウムの結晶の密度は何 g /cm^3 か。最も適当なものを，下の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，$4.3^3 = 80$ とする。 $\boxed{4}$

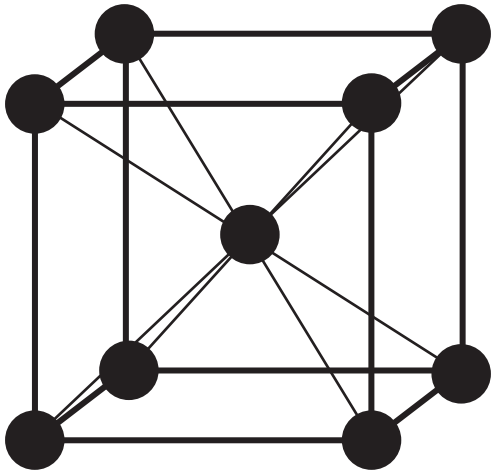


図 1

a　0.48 g/cm^3

b　0.96 g/cm^3

c　1.4 g/cm^3

d　1.9 g/cm^3

e　4.3 g/cm^3

第 2 問　次の問い（**問 1** ～ **4**）に答えよ。［解答番号 **5** ～ **8**］

問 1　図 2 は，アセチレン H−C≡C−H の生成や燃焼に関するエネルギーの関係を表したものである。これに関する記述として**誤りを含むもの**を，下の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，x，y は酸素 O_2 の係数である。 **5**

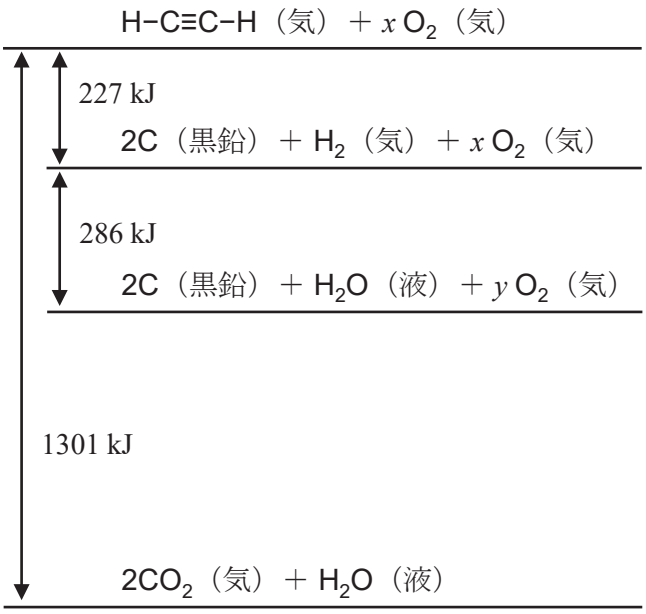


図 2

a　x の値は $\frac{5}{2}$ である。

b　y の値は x の値よりも小さい。

c　黒鉛の燃焼熱は 394 kJ/mol である。

d　アセチレンの生成熱は −227 kJ/mol である。

e　生成する水の状態が気体の場合，アセチレンの燃焼熱は 1301 kJ/mol よりも大きい。

問 2　硫酸銅（Ⅱ）水溶液に白金電極を浸した電解槽と，鉛蓄電池を図 3 のように接続して電気分解を行ったところ，電解槽の陰極に金属が析出した。このときの電解槽の陰極の質量変化を横軸，鉛蓄電池の正極の質量変化を縦軸に描いたグラフとして最も適当なものを，下の図 4 の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，電解槽の陰極では金属の析出以外の反応は起こらなかったものとする。また，図 4 の縦軸の正の値は質量の増加，負の値は質量の減少を表す。 **6**

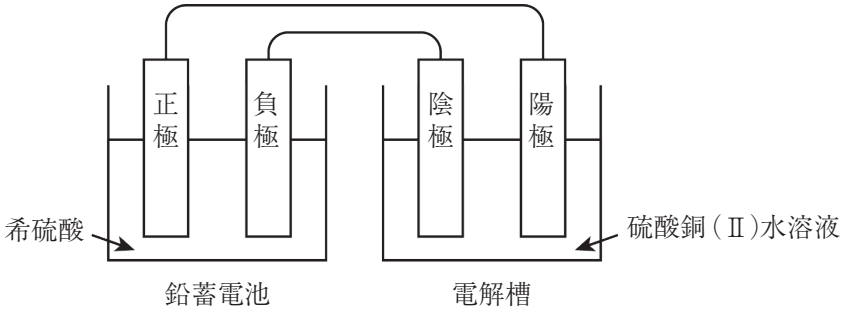


図 3

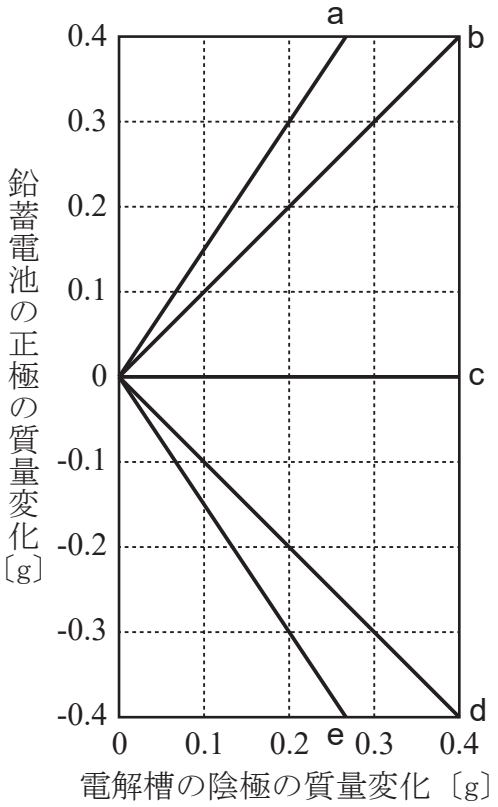


図 4

問 3　次の化学反応式で表される反応がある。ここで，**A**，**B**，**C** は反応物または生成物の化学式，a，b，c は係数を表すものとする。

$$a\mathrm{A} \longrightarrow b\mathrm{B} + c\mathrm{C}$$

温度が一定に保たれたとき，この反応の反応速度 v〔mol/(L･s)〕は，**A** の濃度［**A**］〔mol/L〕，速度定数 k を用いて，次のように表されることがわかっている。

$$v = k[\mathrm{A}]$$

この反応に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 $\boxed{7}$

a　**A** が a mol 反応すると，**B** は b mol 生じる。

b　**A** の濃度を 2 倍にすると，v は 2 倍になる。

c　k の単位は /s である。

d　温度を高くすると，k の値は大きくなる。

e　反応速度式から a の値は 1 と判断できる。

問 4　二酸化窒素 NO_2 と四酸化二窒素 N_2O_4 はいずれも気体であり，両者の間で次の変化が平衡状態になる。

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

この反応の濃度平衡定数を K_c，圧平衡定数を K_p とする。K_p と K_c の関係を表す式として正しいものを，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，気体定数を R，絶対温度を T とする。また，NO_2 の分圧を p_{NO_2}，N_2O_4 の分圧を $p_{N_2O_4}$ としたとき，K_p は

$$K_p = \frac{p_{N_2O_4}}{{p_{NO_2}}^2}$$

で表される。 $\boxed{8}$

a　$K_p = K_cR^2T^2$

b　$K_p = K_cRT$

c　$K_p = K_c$

d　$K_p = \dfrac{K_c}{RT}$

e　$K_p = \dfrac{K_c}{R^2T^2}$

第3問　次の問い（問1～4）に答えよ。［解答番号 9 ～ 13］

問1　ハロゲンについての記述で**誤りを含むもの**はどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 9

a　塩素は加熱した銅と激しく反応する。

b　臭素は，単体が常温で液体である非金属元素である。

c　デンプン水溶液にヨウ化カリウム水溶液を加えると紫～青色になる。

d　フッ素は淡黄色の気体で，水と激しく反応する。

e　ハロゲンはすべて二原子分子で，酸化力が強い。

問2　CO，CO_2 の両方に該当する記述として最も適当なものを，次のa～eのうちから一つ選べ。 10

a　無色・無臭である。

b　水に溶けにくい。

c　石灰水に通すと白濁する。

d　きわめて有毒である。

e　生物の呼吸で放出される。

問3　ある気体を硫酸銅(Ⅱ)水溶液中に通じると，黒色沈殿を生じた。この気体を発生させる反応として正しいものはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 11

a　硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。

b　銅に希硝酸を加える。

c　銅に濃硫酸を加えて加熱する。

d　炭酸カルシウムに希塩酸を加える。

e　塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱する。

問 4　Ag^{+}，Ba^{2+}，Fe^{2+}，Al^{3+}，Cu^{2+} の五つの陽イオンのうち，いずれか 1 種類を含む五つの水溶液がある。次の問い（A・B）に答えよ。

A　五つの水溶液のうち，NH_3 と錯イオンを形成する陽イオンを含むものはいくつあるか。次の a ～ e のうちから一つ選べ。 12

a　1

b　2

c　3

d　4

e　5

B　A で形成される錯イオンが正方形構造をとるものはどれか。次の a ～ e のうちから一つ選べ。 13

a　Ag^{+}

b　Ba^{2+}

c　Fe^{2+}

d　Al^{3+}

e　Cu^{2+}

第4問　次の問い（問1～4）に答えよ。［解答番号 14 ～ 17 ］

問1　エチレンに関する記述として正しいものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 14

a　メタノールと濃硫酸の混合物を加熱すると生成する。

b　付加重合してポリエステルになる。

c　水を付加させると，エチレングリコールになる。

d　塩素を付加させると，1,1-ジクロロエタンになる。

e　臭素水に通じると，臭素の赤褐色が消えて，臭素水が無色になる。

問2　示性式 C_mH_nOH で表される1価の鎖式不飽和アルコール（三重結合を含まない）42 g をナトリウムと完全に反応させたところ，水素 0.25 mol が発生した。このアルコール 21 g に，触媒存在下で水素を付加させたところ，すべてが飽和アルコールに変化した。このとき消費した水素は 0 ℃，1.0×10^5 Pa で何 L か。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 15

a　2.2 L

b　5.6 L

c　11 L

d　22 L

e　34 L

問3　アニリン（分子量 93）は，ベンゼン（分子量 78）を濃硫酸と濃硝酸でニトロ化して得られるニトロベンゼン（分子量 123）を，さらにスズと塩酸で還元して得られる。各段階の反応が完全に進むものとして計算すると，ベンゼン 39 g から得られるアニリンの理論値は何 g か。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 16

a　26 g

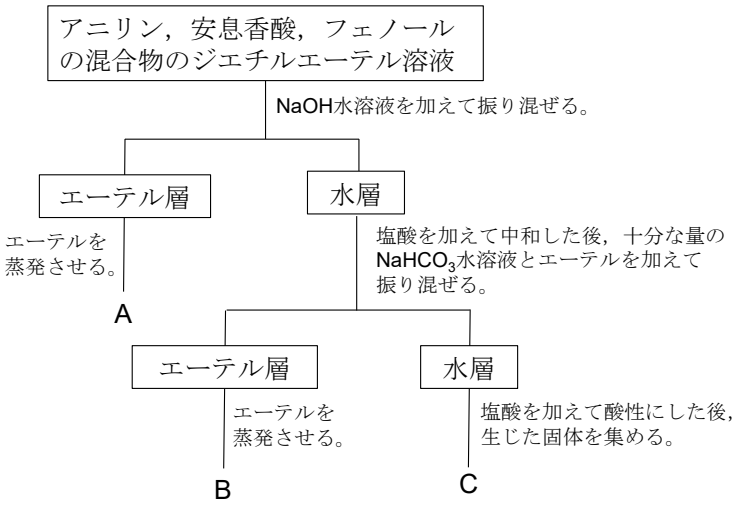
b　33 g

c　37 g

d　47 g

e　68 g

問 4　アニリン，安息香酸，フェノールの混合物を含むジエチルエーテル溶液がある。各成分を次の操作により分離した。**A**～**C** に当てはまる化合物として最も適当な組合せを，下の **a**～**e** のうちから一つ選べ。 **17**



	A	B	C
a	アニリン	安息香酸	フェノール
b	アニリン	フェノール	安息香酸
c	フェノール	安息香酸	アニリン
d	フェノール	アニリン	安息香酸
e	安息香酸	フェノール	アニリン

第5問　次の問い（問1～4）に答えよ。［解答番号 18 ～ 21 ］

問1　デンプンをアミラーゼで分解して得られる糖類を，次のa～eのうちから一つ選べ。 18

a　ガラクトース

b　マルトース

c　スクロース

d　フルクトース

e　セルロース

問2　アミノ酸とタンパク質に関する記述として正しいものを，次のa～eのうちから一つ選べ。 19

a　天然に存在するアミノ酸は，ほとんどL型の構造をとっている。

b　グリシンはメチル基をもつ。

c　タンパク質を構成するアミノ酸を，必須アミノ酸という。

d　アルブミンは米などの穀物類の主成分である。

e　コラーゲンはヒトでは主に毛髪や爪に含まれる。

問3　側鎖Rが飽和アルキル基であるアミノ酸 $R\text{-}CH(NH_2)\text{-}COOH$ がある。このアミノ酸の元素分析を行ったところ，0.234 mg のアミノ酸から，0 ℃，1.01×10^5 Pa で 22.4 mL の窒素ガスが得られた。このアミノ酸の分子量はいくらか。最も適当なものを，次のa～eのうちから一つ選べ。 20

a　89

b　103

c　117

d　131

e　234

問 4　天然ゴムを乾留（熱分解）して得られる物質はどれか。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 **21**

a　イソプレン

b　クロロプレン

c　プロピレン

d　ブタジエン

e　スチレン