

(注意) 必要があれば, 次の値を用いなさい。

原子量: H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, K = 39.1, Cl = 35.5,

Br = 79.9, I = 126.9

気体定数: $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ アボガドロ定数: $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

[1] 以下の文章を読み設問に答えなさい。ただし, X, Y, Z, W, V, U, T はそれぞれ特定の元素に対応している。

・X, Yの単体は, 密度の小さい [あ] で軟らかく融点も低い。空気中の [い] や [う] と反応しやすいため, 単体は自然界に存在せず化合物の形で鉱物中に含まれていることが多い。Xの単体やXを含む化合物は黄色の炎色反応を示す。また, Xの単体は常温の [う] と激しく反応して [え] を発生し, 強い [お] 性を示す水溶液を生じる。

・[あ] の [語句1] は [あ] 結晶をつくったときの [か] 間距離の1/2で定義される。一方, [き] 結合によって [く] をつくる非 [あ] の [語句1] は, 単体の [く] をつくったときの結合距離の1/2で与えられる。

・[け] であるZ, W, Vの単体はいずれも有色・有毒の物質であり, 標準状態でZ, W, Vの単体はそれぞれ気体, 液体, 固体である。これらの単体は [こ] を奪う力が大きく [さ] 力がある。また, [あ] 元素とは [し] 結合で結ばれた塩を形成し, 非 [あ] 元素とは [き] 結合で結ばれた [く] を形成する。Zの単体と [え] の混合気体に光を当てると, 爆発的に反応して [す] を生成する。

・XとZからなる結晶AおよびYとZからなる結晶Bはいずれも [し] 結晶である。その結晶の繰り返しの最小単位である [せ] は立方体であり, 中心に位置するXもしくはYの周りに6個のZが配位している。[し] 結晶は一般に融点が高く硬い。また, 強い力を加えると特定の面にそって割れやすい。この性質は [そ] とよばれる。

・[か] から最外殻 [こ] を1個取り去って、1価の陽 [し] にするのに必要なエネルギーを [語句2] という。U, Tなどの [た] は、[語句2] が大きい一方で、X, Yなどのアルカリ [あ] は [語句2] が小さい。[か] が [こ] 1個を取り込んで、1価の陰 [し] になる時に放出されるエネルギーを [語句3] という。同周期の [た] より [こ] が1個少ないZ, W, Vは [語句3] が大きく1価の陰 [し] になりやすい。

・Yの1価の陽 [し], Zの1価の陰 [し] およびTは同じ [こ] 配置をもつ。

・U, Tの単体は、無色・無臭の気体として空気中にわずかに存在する。空気の約1%を占めるTは電球の封入ガスとして利用されている。一方、Uは不燃性で軽いため気球などの浮揚ガスに用いられる。

設問1 [あ] ~ [た] にあてはまる語句を以下の選択肢から選び番号で答えなさい。

ただし、同じ選択肢を重複して使用しないこと。

【選択肢】

- | | | | |
|------------|---------------|---------------|------------|
| 1. 水 | 2. 酸 | 3. 還元 | 4. 水素 |
| 5. 原子 | 6. 金属 | 7. 塩基 | 8. 昇華 |
| 9. 潮解 | 10. 酸化 | 11. 電子 | 12. 展性 |
| 13. 酸素 | 14. 共有 | 15. 分子 | 16. 精錬 |
| 17. 同位体 | 18. 単量体 | 19. 中性子 | 20. へき開 |
| 21. イオン | 22. 希ガス | 23. ハロゲン | 24. 電気分解 |
| 25. 塩化水素 | 26. 単位格子 | 27. 二酸化硫黄 | 28. ヨードホルム |
| 29. セラミックス | 30. トリニトロトルエン | 31. クロマトグラフィー | |

設問2 [語句1] ~ [語句3] にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

設問3 X, Y, Z, W, V, U, Tに対応する元素を元素記号で答えなさい。

設問 4 下線部 ①, ② の反応について, 化学反応式を書きなさい。

設問 5 下線部 ③ のような現象がみられる理由を簡潔に述べなさい。

設問 6 文中の結晶 A および結晶 B の密度をそれぞれ ρ_A , ρ_B で表すとして以下の設問に答えなさい。ただし, X, Z のモル質量を W_X , W_Z , 結晶中における X, Y, Z の [し] 半径を R_X , R_Y , R_Z で表す。また, 結晶 A および結晶 B 中の Z の [し] 半径は等しいとする。

設問 6-1 ρ_A を W_X , W_Z , R_X , R_Z およびアボガドロ定数 N_A を用いて式で表しなさい。

設問 6-2 実際の結晶 A および結晶 B の密度の大小関係が $\rho_A > \rho_B$ であることから, R_X , R_Y の大小関係を明らかにしなさい。(設問 6-1 の結果にもとづき理由も述べること。)

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

デンプンは冷水には溶けにくいですが、お湯に浸けると溶性部分と不溶性部分に分かれる。溶性部分は、[ア] が [イ] 縮合して [ウ] 結合した直鎖状の構造をもつ分子で [エ] とよばれる。セルロースも [ア] が [イ] 縮合して [ウ] 結合した直鎖状の分子であるが、[エ] は [オ] [ア] が縮合した高分子であるのに対し、セルロースは [カ] [ア] が縮合した高分子である。デンプン、セルロース、[エ] などは [キ] 類とよばれ、一方 [ア] などは [ク] 類とよばれる。

図1のように、U字管の中央部をセロハンで仕切り、左側には水を入れ、右側には [エ] 水溶液を入れて、左右等しい高さとする。分子量の小さい水分子はセロハンを通して行き来できるが、分子量の大きい [エ] 分子はセロハンを通過できない。このように、溶液中のある成分のみが通過できる膜を [ケ] とよぶ。そして、この状態からしばらく放置すると、



図1
中央部をセロハンで仕切られたU字管の左右に入れられた水と [エ] 水溶液の初めの状態

水の液面は [コ], [エ] 水溶液の液面は [サ]。これは [ケ] であるセロハンを通して水分子が通過するからであり、この水分子を通過させる [シ] を [ス] とよぶ。希薄溶液の [ス] は、式①に示すように溶媒や溶質の種類によらず、溶液の [セ] および [ソ] に比例し、この関係を [タ] とよぶ。

図1の中央部をセロハンで仕切ったU字管の左側に水1.00 Lを入れ、右側には濃度0.200 %の [エ] 水溶液1.00 Lを入れた。そして27℃にて放置したところ、最終的には左右の液面に2.72 cmの高さの差が生じた。通常の [チ] である 1.013×10^5 Pa は高さ76.0 cmの [ツ] 柱が示す [シ] に等しく、[ツ] の密度は 13.6 g/cm^3 であるので、濃度0.200 %の [エ] 水溶液の [ス] の値は [A] となる。式①の両辺に溶液の [テ] を掛けて変形すると、モル質量を求める式②が得られる。この式②を用いてこの溶液中の [エ] の平均モル質量の値は [B] と求まり、また [エ] の分子式は [ト] であるのでその平均重合度の値は [C] である。

設問1 [ア] ~ [ト] にあてはまる最も適切な語句、あるいは分子式を答えなさい。

設問2 式① および 式② にあてはまる数式を答えなさい。

(式中の全ての変数または定数をあらわす文字(記号)について、それぞれ何を意味しているかも書きなさい。)

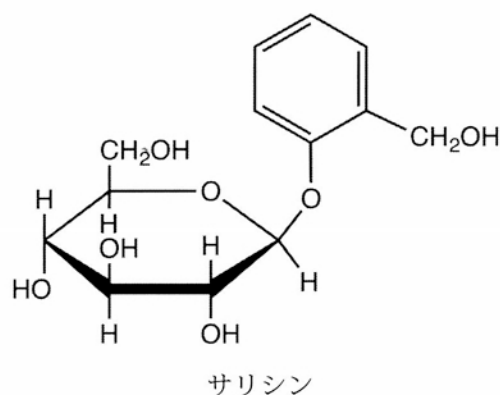
設問3 [A] ~ [C] の値を計算しなさい。

(計算の過程も書きなさい。有効数字3桁で解答しなさい。ただし、U字管の両側の液体の密度はともに最初から最後まで 1.00 g/cm^3 で変化せず、また水分子がセロハンを通過することによる [エ] 水溶液の濃度および体積の変化も無視できるほど小さかったとする。)

[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

- (1) 分子式 $C_8H_{14}O_4$ の化合物 **A** は 2 個のエステル結合および 1 個の不斉炭素原子をもつ。化合物 **A** を塩酸により完全に加水分解したところ、化合物 **B**、化合物 **C**、および化合物 **D** が得られた。化合物 **B**、**C**、**D** はいずれも不斉炭素原子をもたない。化合物 **B**、化合物 **C** に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、気体が発生した。さらに、化合物 **B** にフェーリング液を加えて加熱したところ、赤色沈殿が生じた。また、化合物 **D** 4.5 mg を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 8.8 mg および水 4.5 mg を生じたことから、化合物 **D** の組成式は [①] であるとわかった。したがって、化合物 **C** の分子式は [②]、化合物 **D** の分子式は [③] であるとわかる。

- (2) ヤナギの樹皮には、古くから鎮痛解熱作用をもつ物質が含まれていることが知られていた。研究の結果、薬効成分が明らかにされ、ヤナギの学名にちなんでサリシンと名付けられた。サリシンは、体内で加水分解されて [あ] および [い] となる。さらに、[あ] は体内で酸化されて [う] を生じ、これが薬理作用を示すと考え



られている。[う] はナトリウムフェノキシドと [a] を高温高圧下で反応させることにより合成することができる。[う] はかつて医薬品として使われたが、副作用が問題となった。現在では [う] に無水酢酸と硫酸を加えることにより得られる [え] が解熱鎮痛剤として用いられている。また、[う] にメタノールを加えて硫酸の存在下で加熱すると、[お] が得られる。[お] は消炎鎮痛剤として湿布薬に用いられている。[う] とメタノールの反応における硫酸の主な役割は [b] であり、反応の [c] を小さくすることにより反応速度を大きくする。この反応は可逆反応であり、1.0 mol の [う] および 1.0 mol のメタノールから x (mol) の [お] が生じて平衡状態に達したとき、反応の平衡定数 K は $K = [d]$ と表すことができる。ここで $K = 4.0$ であるとき、 $x = [e]$ となる。一定量の [う] から、なるべく多くの [お] を得るためには、[f] と良い。

設問 1 [①] にあてはまる組成式, [②] [③] にあてはまる分子式を答えなさい。

設問 2 化合物 A ~ 化合物 D の構造式を示しなさい。

設問 3 [あ] ~ [お] にあてはまる化合物の構造式を示しなさい。

設問 4 [a] にあてはまる分子式, [b] [c] にあてはまる最も適切な語句,
[d] にあてはまる式, [e] にあてはまる有効数字 2 桁の数字, [f] にあ
てはまる 15 字以内の文を答えなさい。