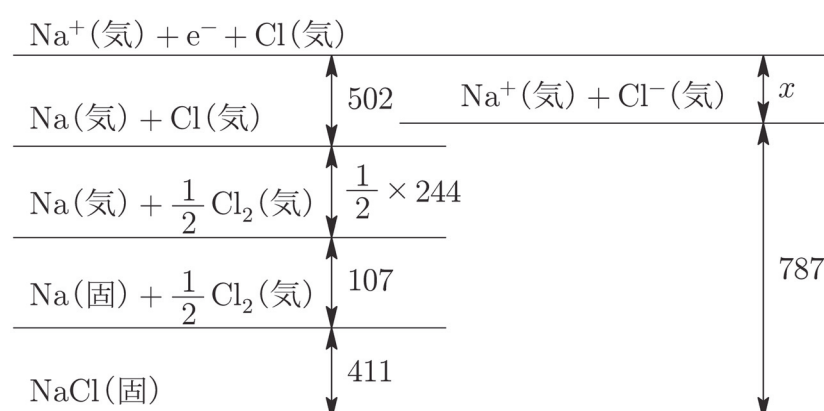


解答速報は **YMS** WEBにも掲載しています! <http://www.yms.ne.jp/>

【化学（解答）】

[I]

問 1 ボルン・ハーバー・サイクルの問題である。表 1 の格子エネルギーを求めるには、表 2 にあるデータの一部と Cl の電子親和力 (x kJ/mol とする) が必要である。下図より、 x が求められる。



$$502 + \frac{1}{2} \times 244 + 107 + 411 = x + 787, \quad \therefore x = 355$$

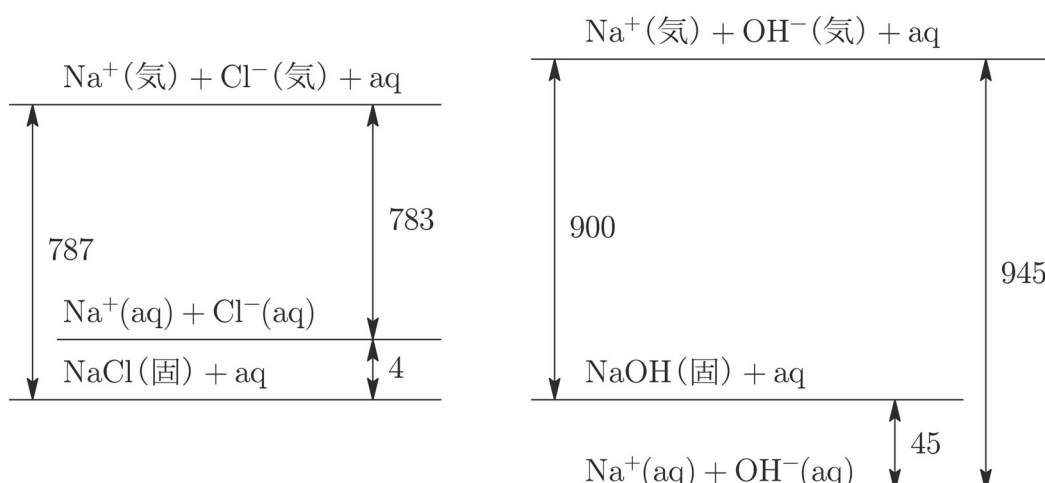
(答) 名称 : (第 1) 電子親和力 値 : 355

問 2 (答) 潮解

問 3 H₂O 分子の H は正に、O は負に帯電している。

(答) A: O B: H

問 4 溶解熱は水和熱から格子エネルギーを引いたものである。NaCl と NaOH の溶解について、表 1 と表 2 の値を用いて次図のようにまとめられる。



よって、NaCl (固) および NaOH (固) の水和熱は、それぞれ 783 kJ/mol と 945 kJ/mol と分かる。Na⁺ を共通に含むので、これらの値の差 162 kJ/mol が Cl⁻ と OH⁻ の水和熱の差に相当し、OH⁻ の方が水和熱が大きいと分かる。Cl⁻ では単にクーロン力で H₂O 分子と引き合うだけであるが、OH⁻ は H₂O 分子と水素結合を形成して大きな安定化を受けられると考えられる。なお、これは H₃O⁺ でも同様であり、酸や塩基の溶解が発熱であることが多い理由の 1 つである。

(答) 名称：水酸化物イオン 性質：水分子と水素結合を形成できる。(15 字)

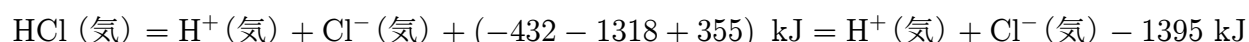
問 5 (1) 式について、求める熱量を y kJ とすると、次のような熱化学方程式で表せる。



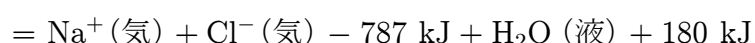
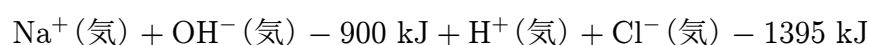
各元素の単体のエネルギーを 0 kJ とすると、表 2 の生成熱を用いて次の関係が成立することが分かる。

$$-425 - 92 = -411 - 286 + y, \quad \therefore y = 180 \quad \dots (\text{答})$$

問 6 H-Cl の結合エネルギー、H のイオン化エネルギー、Cl の電子親和力を用いて、



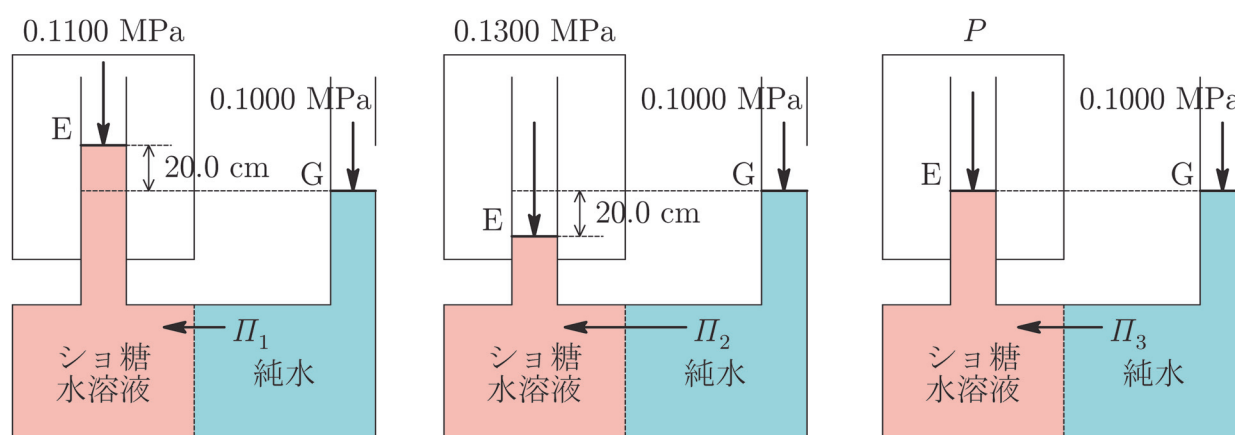
となる。これと NaOH (固) と NaCl (固) の格子エネルギーを 問 5 の熱化学方程式に代入すればよい。



$$\therefore \text{H}_2\text{O (液)} = \text{H}^+ (\text{気}) + \text{OH}^- (\text{気}) - 1688 \text{ kJ}$$

(答) -1688

[II]



問 1 実験 1 と実験 2 はそれぞれ図 1 と図 2 のようになっている。ただし、 Π_1 と Π_2 は浸透圧である。20.0 cm の落差は $20.0 \text{ cm} \times 1.00 \times 10^{-4} \text{ MPa/cm} = 0.00200 \text{ MPa}$ に相当するので、それぞれ次の関係が成り立つ。

$$0.1100 \text{ MPa} + 0.00200 \text{ MPa} = 0.1000 \text{ MPa} + \Pi_1, \quad \therefore \Pi_1 = 0.012 \text{ MPa} \quad \dots (\text{答})$$

$$0.1300 \text{ MPa} = 0.1000 \text{ MPa} + \Pi_2 + 0.00200 \text{ MPa}, \quad \therefore \Pi_2 = 0.028 \text{ MPa} \quad \dots (\text{答})$$

問 2 図 1 と図 2 におけるショ糖水溶液のモル濃度をそれぞれ C_1 、 C_2 とすると、ファントホッフの法則より次のようになる。

$$C_1 = \frac{\Pi_1}{RT} = \frac{0.012 \text{ MPa}}{8.3 \times 10^{-3} \text{ MPa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}} = \frac{4}{830} \text{ mol/L} = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad \dots (\text{答})$$

$$C_2 = \frac{\Pi_2}{RT} = \frac{0.028 \text{ MPa}}{8.3 \times 10^{-3} \text{ MPa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}} = \frac{28}{2490} \text{ mol/L} = 1.1 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad \dots (\text{答})$$

問 3 管 D の断面積は $\frac{1.00 \text{ cm}^3}{1 \text{ cm}} = 1.00 \text{ cm}^2$ なので、20.0 cm の高さの部分には $1.00 \text{ cm}^2 \times 20.0 \text{ cm} = 20.0 \text{ cm}^3$ の水溶液が存在する。求める図 3 におけるショ糖水溶液の体積を $y \text{ mL}$ とすると、図 1 と図 2 で溶解しているショ糖の物質量が等しいことから次の関係が成り立つ。

$$\frac{4}{830} \text{ mol/L} \times (y + 20) \text{ mL} = \frac{28}{2490} \text{ mol/L} \times (y - 20) \text{ mL}, \quad \therefore y \text{ mL} = 50 \text{ mL} \quad \dots (\text{答})$$

問 4 上式の左辺に 問 3 の結果を代入する。

$$\frac{4}{830} \text{ mol/L} \times (50 + 20) \text{ mL} = \frac{28}{83} \text{ mmol} = 3.4 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad \dots (\text{答})$$

問 5 図 3 における浸透圧 Π_3 はファントホッフの法則より求められる。

$$\Pi_3 = \frac{\frac{28}{83} \text{ mmol}}{50 \text{ mL}} \times 8.3 \times 10^{-3} \text{ MPa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K} = 0.0168 \text{ MPa}$$

よって、求める圧力を P とすると、次のようになる。

$$P = 0.1000 \text{ MPa} + \Pi_3 = 0.117 \text{ MPa} \quad \dots (\text{答})$$

問 6 (答) 逆浸透

[III]

問 1 (答) 名称：ヨードホルム 化学式：CHI₃

問 2 ヨードホルム反応は RCOCH₃ または RCH(OH)CH₃ の部分構造を持つ化合物で陽性だが、R は H または C で始まる部分である必要がある。また、RCH(OH)CH₃ は金属ナトリウムと反応する。
(答) (く)

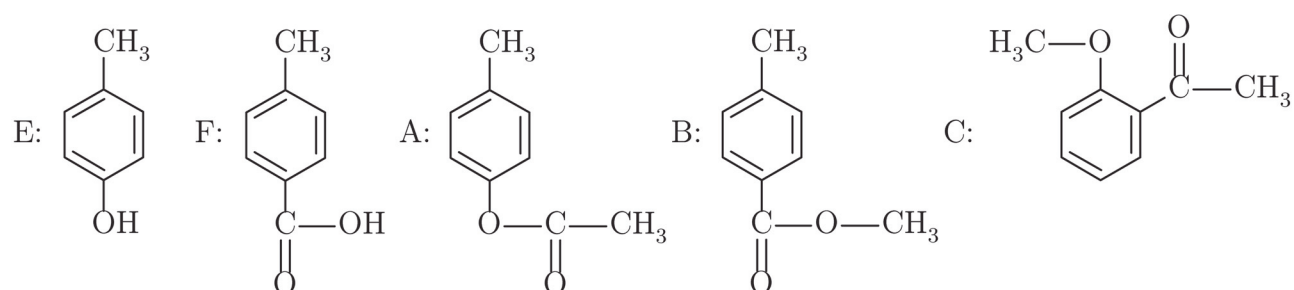
問 3 (f) は酢酸カルシウムの乾留で、(CH₃COO)₂Ca → CH₃COCH₃ + CaCO₃ と表される。
(答) 酢酸

問 4 化合物 A の加水分解は C₉H₁₀O₂ + H₂O → CH₃COOH + C₇H₈O と表せるので、化合物 E は C₇H₈O と分かる。酸性なのでフェノール類の *p*-クレゾールである。
(答) 下図参照。

問 5 (h) では化合物 F が酸化されてテレフタル酸が生成している。(e) より化合物 F がカルボン酸と分かるので、化合物 F は *p*-メチル安息香酸である。
(答) 下図参照。

問 6 化合物 B の加水分解は C₉H₁₀O₂ + H₂O → C₈H₈O₂ + CH₃OH と表せるので、化合物 E は CH₃OH と分かる。
(答) メタノール

問 7 化合物 C は (a) と (b) から -COCH₃ を持つと分かる。よって、もう 1 つの置換基は金属ナトリウムと反応しないことを考慮して -OCH₃ となる。以上より、化合物 A, B, C は下図のように決定する。
(答) A: ア・イ : (あ)・(す) B: ウ・エ : (あ)・(こ) C: オ・カ : (お)・(く) (全て順不同)

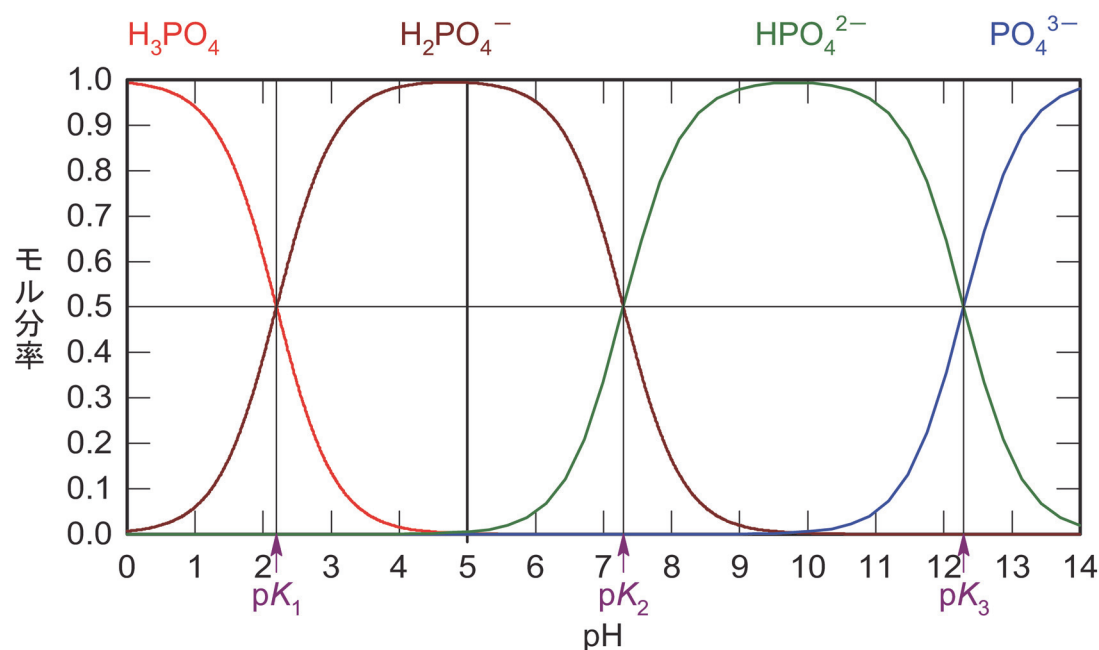


[IV]

問 1 (答) ア：黄リン イ：水 ウ：赤リン エ：ヌクレオチド

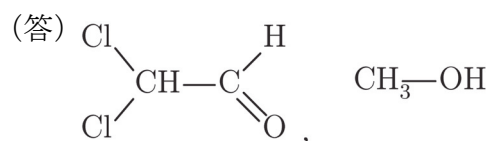
問 2 (答) P₄O₁₀

問 3 $K_1 = 7.5 \times 10^{-3}$ mol/L より $pK_1 = 2 - \log \frac{3}{4} = 2.12$, $K_2 \approx 6 \times 10^{-8}$ mol/L より $pK_2 = 8 - \log 6 = 7.2$, $K_3 \approx 2 \times 10^{-13}$ mol/L より $pK_3 = 13 - \log 2 = 12.7$ となる。下図を参照すれば分かるように、pH = 5 では多くが H₂PO₄⁻ として存在する。

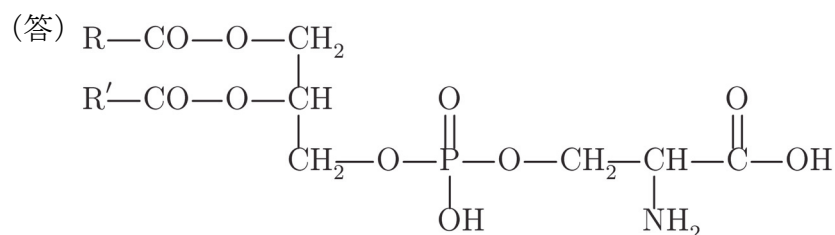


(答) H₂PO₄⁻

問 4 ジクロルボスを完全に加水分解するとリン酸 1 分子，メタノール 2 分子の他に $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CHOH}$ が生成するが，これはエノール形で不安定であり，ケト形に互変異性することに注意すること。



問 5 ホスファチジン酸にあるリン酸の部分とセリンの側鎖にあるヒドロキシ基の間で脱水縮合したものである。



問 6 リン脂質は疎水性の部分だけでなく，親水性の部分も持つため，両親和性を有する。ホスファチジン酸ではリン酸の部分，アミノ基，カルボキシ基が親水性である。

(解答例) 親水基も含み脂質二重層を構成できるため。(20 字)

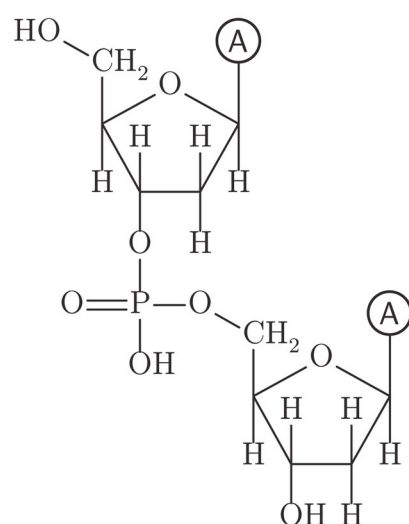
問 7 DNA ではヌクレオチド中にあるデオキシリボースの 3 位と 5 位の $-\text{OH}$ でリン酸とエステル結合（ホスホジエステル結合）を形成している。なお，問題文の「DNA と同じように縮合」とあるのは，「3 位と 5 位の間でリン酸を介して縮合」と解釈した。

(答) 下図参照。

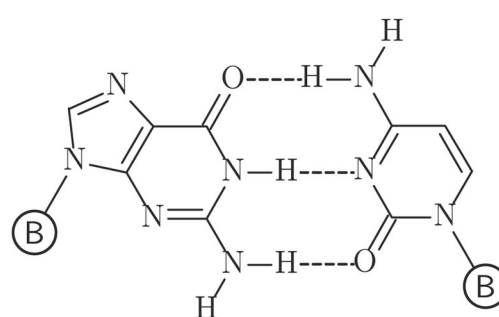
問 8 グアニンとシトシンは次図のように水素結合を 3 か所形成できる。なお，アデニンとチミンの間は 2 本の水素結合なので，グアニンとシトシンの間の結合の方が強い。

(答) 下図参照。

問 7



問 8



【化学（講評）】

昨年度よりは題意を読み取りやすく，一部に応用力を要する問題があるものの，標準的な問題が多くてやりやすかったのではないだろうか。設問によって難易度に差があるのが日本医科大の特徴の 1 つである。

[I] はボルン・ハーバー・サイクルの応用となっている。電子親和力が未知数になっているのは目新しい。類題の演習量で素早く解けるかが決まる。YMS ではボルン・ハーバー・サイクルの問題や，格子エネルギーと溶解熱・水和熱・溶解熱との関係についてさんざんやっているので，何の問題もなかっただろう。[II] は目新しく見えるが，液面差と圧力差および浸透圧についてしっかり理解していけば，設問に沿って順に答えられる。ただ，前の設問の結果を使う場合が目立つので，初めの方で間違えると痛い。[III] は比較的平易であり落とせない。[IV] はリン脂質や核酸塩基などについて正確な知識があることが前提となる。YMS の冬期講習で脂質二重層について詳しく扱ったので，受講生は心強かったことだろう。

類題の演習をしっかりやっている人にとっては取り組みやすい問題なので，80 % の得点率があれば安心だろう。

YMS 勝利への大逆転講座

医大別直前講習会

二次試験対策講座

・昭和Ⅱ 2/21(火)～2/28(火) ・日医(前) 1/31(火)

・埼玉(後) 2/9(木)～2/11(土) **申し込み受付中!**

詳細はホームページをご覧ください。お電話にてお問い合わせください。

TEL

医学部専門予備校

03-3370-0410

YMS

www.yms.ne.jp

東京都渋谷区代々木1-37-14