

化学 追試験

2023
年度

| 問題番号 (配点) | 設 問 | 解答番号 | 正 解 | 配 点 | チ エ ッ ク |
|---------------|-----|-------|-----|-----|------------------|
| 第 1 問 (20) | 問 1 | 1 | ④ | 3 | |
| | 問 2 | 2 | ③ | 3 | |
| | 問 3 | 3 | ③ | 3 | |
| | 問 4 | 4 | ① | 3 | |
| | 問 5 | 5 | ② | 4 | |
| 6 | | ④ | 4 | | |
| 第 2 問 (20) | 問 1 | 7 | ④ | 4 | |
| | 問 2 | 8 | ④ | 4 | |
| | 問 3 | 9 | ② | 4 | |
| | 問 4 | 10 | ② | 4 | |
| | | 11 | ③ | 4 | |
| 第 3 問 (20) | 問 1 | 12 | ③ | 4 | |
| | 問 2 | 13-14 | ③-⑤ | 4* | |
| | 問 3 | 15 | ③ | 4 | |
| | 問 4 | 16 | ④ | 4* | |
| | | 17 | ② | | |
| 18 | | ④ | 4 | | |

| 問題番号 (配点) | 設 問 | 解答番号 | 正 解 | 配 点 | チ エ ッ ク |
|---------------|-----|------|-----|-----|------------------|
| 第 4 問 (20) | 問 1 | 19 | ③ | 3 | |
| | 問 2 | 20 | ② | 3 | |
| | 問 3 | 21 | ⑤ | 4 | |
| | 問 4 | 22 | ④ | 2 | |
| | | 23 | ① | 4 | |
| 24 | | ① | 4 | | |
| 第 5 問 (20) | 問 1 | 25 | ④ | 4 | |
| | 問 2 | 26 | ② | 4 | |
| | 問 3 | 27 | ① | 4 | |
| | 問 4 | 28 | ② | 4* | |
| | | 29 | ⑤ | | |
| | | 30 | ③ | | |
| | | 31 | ⑤ | 4 | |

(注)

- * は、全部正解の場合のみ点を与える。
- (ハイフン) でつながれた正解は、順序を問わない。

| 自己採点欄 |
|-------|
| 100 点 |

第1問

標準

電気伝導性, 超臨界流体, 混合物中の電解質の含有率, 実在気体, 固体の溶解度

問1 1 正解は④

- ア アセトンは電離しない液体の有機化合物であるから電気を通さない。
- イ グルコースは水溶液中で電離しないので電気を通さない。
- ウ・エ 酢酸は弱酸, 塩酸は強酸であるから, 同じ濃度では酢酸より塩酸の方が電離度が大きく, より電気を通す。
- オ 塩化ナトリウムはイオン結晶であり, イオンが自由に動けないので電気を通さない。

問2 2 正解は③

- ア (誤) 超臨界流体は液体と気体の区別がつかない状態で, 固体, 液体, 気体のいずれの状態でもない。
- イ (正) 臨界点より高温かつ高圧の状態にあるとき, 超臨界流体となる。

問3 3 正解は③

混合物中の電解質 AB_2 の含有率を $x[\%]$ とすると, 非電解質 C の含有率は $100-x[\%]$ となる。混合物 0.50 g が水 100 g に完全に溶けた溶液の, すべての溶質粒子を合わせた質量モル濃度が 0.050 mol/kg であるので

$$\left(0.50 \times \frac{x}{100} \times \frac{1}{200} \times 3 + 0.50 \times \frac{100-x}{100} \times \frac{1}{150}\right) \times \frac{1000}{100} = 0.050 \quad x = 40[\%]$$

問4 4 正解は①

- ① (誤) 実在気体は高温・低圧になるにつれて, 分子間力と分子自身の大きさの影響が小さくなり, 理想気体のふるまいに近づく。
- ② (正) 分子の極性は分子間力を大きくし, 理想気体のふるまいからずれる原因となる。
- ③ (正) 実在気体の分子自身の体積 (大きさ) は, 分子自身の体積がない理想気体のふるまいからずれる原因となる。
- ④ (正) 1 mol の理想気体の状態方程式は $PV=RT$ であるから, $\frac{PV}{T}=R$ (一定) となり, 物質の種類によらない。

問5 a 5 正解は②

- ① (正) KCl と KNO_3 はともに低温であるほど溶解度が小さい。
- ② (誤) 30°C での溶解度は KCl が 37 , KNO_3 が 46 であり, 10°C での溶解度は

KCl が 31, KNO_3 が 21 であるから, それぞれの析出量は次のとおりであり, 析出する塩の質量は KCl の方が小さい。

$$\text{KCl} : 37 - 31 = 6 \text{ [g]} \quad \text{KNO}_3 : 46 - 21 = 25 \text{ [g]}$$

- ③ (正) KCl と KNO_3 の 22°C での溶解度はともに 34 であるので, 式量の大きい KNO_3 の飽和水溶液の方が K^+ の物質量が小さい。
- ④ (正) 10°C での溶解度は, KCl が 31, KNO_3 が 21 であるので, 25 g の KCl はすべて溶けるが, KNO_3 は一部が溶けずに残る。

b 6 正解は④

冷却後の水溶液中の水の質量は $100 - 6.3 = 93.7 \text{ [g]}$

また, 図 1 より 14°C における MgSO_4 の溶解度は 30 であるから, 冷却後に溶けている MgSO_4 の質量は

$$30 \times \frac{93.7}{100} = 28.1 \text{ [g]}$$

よって, 冷却前の水溶液 A に溶けている MgSO_4 の質量は

$$28.1 + (12.3 - 6.3) = 34.1 \doteq 34 \text{ [g]}$$

第 2 問

やや難

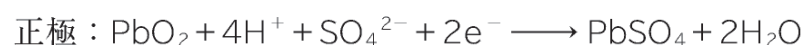
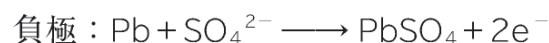
化学反応のしくみ, 鉛蓄電池, 二段階電離, 白金触媒式カイロの反応熱, アルカンの生成熱と燃焼熱

問 1 7 正解は④

- ① (正) 反応物の濃度が大きいほど, 粒子どうしの単位時間当たりの衝突回数は増加する。
- ② (正) 粒子どうしの衝突の際に, 活性化エネルギー以上のエネルギーを粒子がもたないと反応は起こらない。
- ③ (正) 正・逆反応ともに活性化状態は同じである。
- ④ (誤) 温度を上げると活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ粒子の割合が増加するので, 反応速度が大きくなる。

問 2 8 正解は④

鉛蓄電池の放電時の負極および正極の反応は次のとおり。

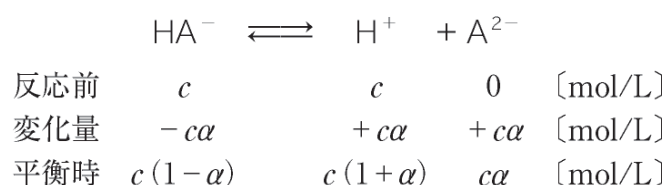


これらの式から 2e^- を消去すると式(1)の反応式が得られる。したがって, 放電反応において 2 mol の e^- が移動すると 2 mol の H_2SO_4 が消費されることから, 外部回路に流れた電気量は

$$(3.00 - 2.00) \times \frac{100}{1000} \times 9.65 \times 10^4 = 9.65 \times 10^3 \text{ [C]}$$

問3 9 正解は②

式(2)の反応が完了した時点でのそれぞれのモル濃度は、 H_2A が完全に電離するので、 $[\text{H}_2\text{A}] = 0 \text{ mol/L}$, $[\text{H}^+] = [\text{HA}^-] = c \text{ [mol/L]}$ である。次に、式(3)の反応が平衡に達したときのそれぞれのモル濃度は次のとおりである。



よって、平衡定数 K は

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]} = \frac{c(1+\alpha) \times c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha(1+\alpha)}{1-\alpha}$$

問4 a 10 正解は②

利用できる熱量は、 C_7H_{16} (気) の燃焼熱から、 5°C の C_7H_{16} (液) を 25°C の C_7H_{16} (気) にするのに必要な熱量と、 5°C の O_2 (気) を 25°C の O_2 (気) にするのに必要な熱量を引いた値である。

5°C で 1 mol の C_7H_{16} (液) を 25°C の C_7H_{16} (気) にするのに必要な熱量は

$$4.44 + 36.6 = 41.04 \text{ [kJ]}$$

5°C で 11 mol の O_2 (気) を 25°C の O_2 (気) にするのに必要な熱量は

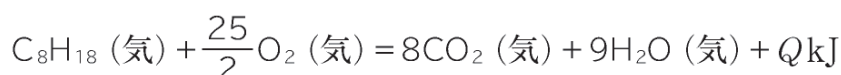
$$0.600 \times 11 = 6.6 \text{ [kJ]}$$

したがって、 5°C の C_7H_{16} (液) 10.0 g (0.100 mol) がすべて反応したときに利用できる熱量は

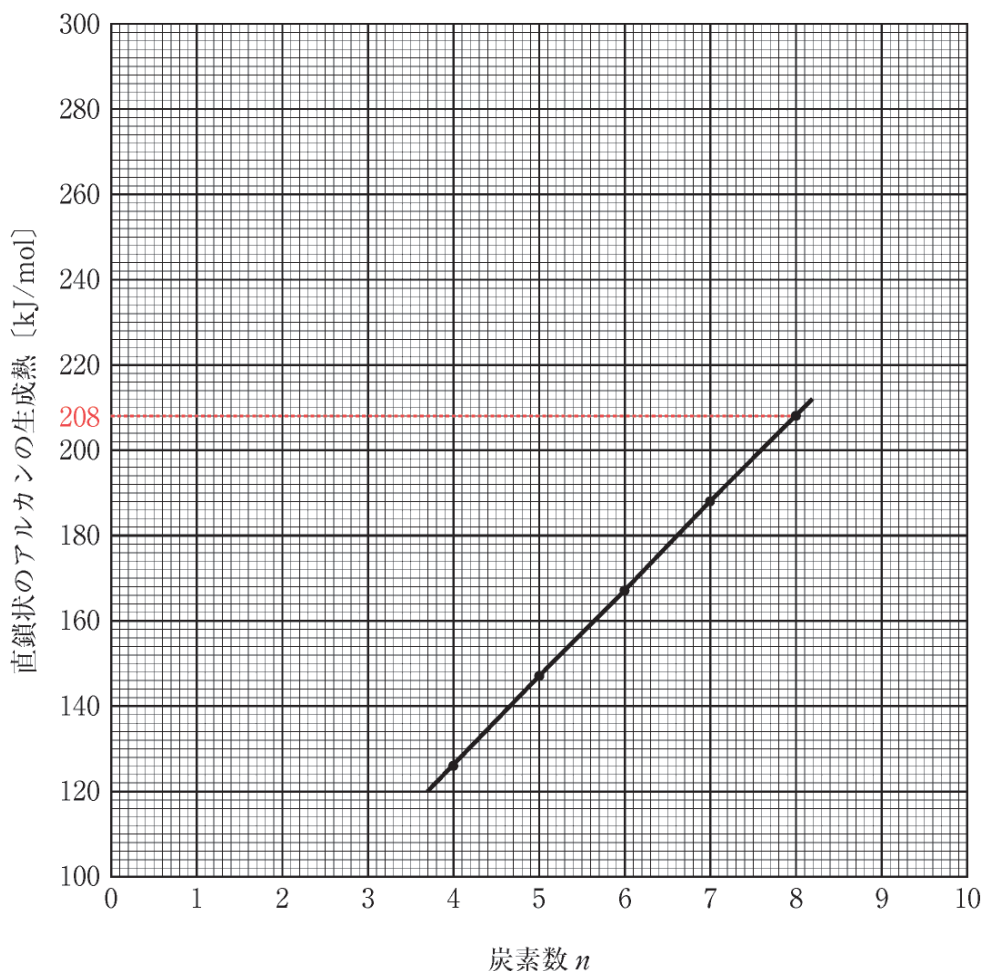
$$\{4.50 \times 10^3 - (41.04 + 6.6)\} \times 0.100 = 445.2 \div 4.45 \times 10^2 \text{ [kJ]}$$

b 11 正解は③

アルカン C_8H_{18} (気) の燃焼熱を Q [kJ/mol] とすると、燃焼の熱化学方程式は次のとおりである。



直鎖状のアルカンの生成熱を炭素数 n に対してグラフにすると、 n が大きくなると直線になることから、次図のようになる。



グラフより， C_8H_{18} (気) の生成熱は 208 kJ/mol とわかる。

反応熱 = 生成物の生成熱の総和 - 反応物の生成熱の総和

より， C_8H_{18} (気) の燃焼熱 Q [kJ/mol] は

$$Q = 8 \times 394 + 9 \times 242 - 208 = 5122 \div 5.12 \times 10^3 \text{ [kJ/mol]}$$

第3問

標準

窒素とその化合物，酸化還元反応，銅の化合物，硫酸銅(Ⅱ)水和物の定量実験

問1 12 正解は③

- ① (誤) 液体窒素は大気圧下で存在し，その沸点は -196°C である。
 ② (誤) 銀は酸化力の強い濃硝酸には溶ける。



濃硝酸に不動態となるのは Al, Fe, Ni などである。

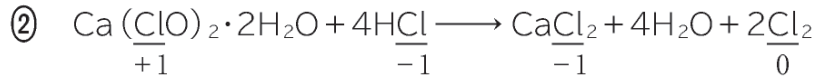
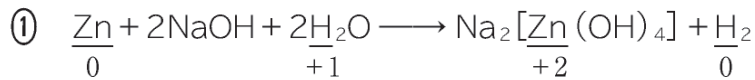
- ③ (正) 次の反応で硝酸が得られる。



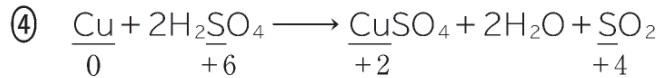
- ④ (誤) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中の配位結合は，配位子である NH_3 の非共有電子対が Zn^{2+} に与えられて生じる。

問2 13・14 正解は③・⑤

酸化還元反応では、反応前後で酸化数が変化する原子が存在する。



③ 弱塩基 (NH₃) の遊離反応であり、酸化数が変化する原子は存在しない。よって、酸化還元反応ではない。



⑤ 不揮発性の酸 (H₂SO₄) による揮発性の酸 (HCl) の発生反応であり、酸化数が変化する原子は存在しない。よって、酸化還元反応ではない。

問3 15 正解は③

① (正) 酸化銅(Ⅱ)CuOは次のように希硫酸に溶ける。



② (正) ビウレット反応であり、トリペプチド以上のペプチドの検出に用いる。

③ (誤) アルデヒドの還元作用により、Cu²⁺が還元されて赤色の酸化銅(Ⅰ)Cu₂Oが生じる。

④ (正) セルロースを溶かすこの溶液をシュワイツァー試薬(シュバイツァー試薬)という。

問4 a 16 正解は④ 17 正解は②

CuSO₄を溶かした水溶液にBaCl₂を加えると、BaSO₄の白色沈殿が生じる。



実験Iで得られたBaSO₄の物質量は

$$\frac{1.165}{233} = 5.00 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

したがって、試料A中のCuSO₄の質量は

$$5.00 \times 10^{-3} \times 160 = 0.800 [\text{g}]$$

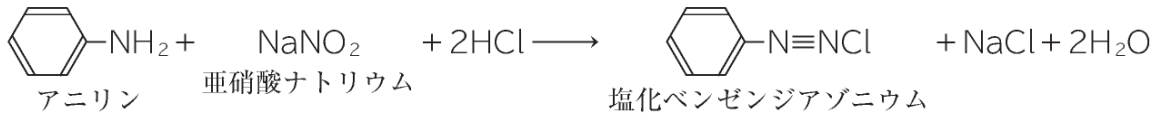
試料A中の水の質量は $1.178 - 0.800 = 0.378 [\text{g}]$

よって、求めるxの値は、H₂O=18.0より

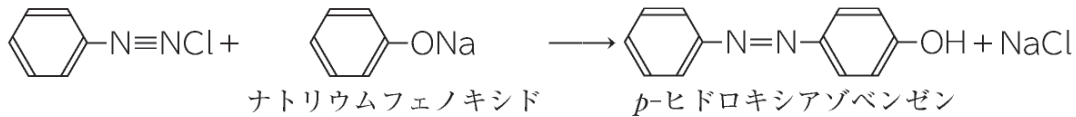
$$x = \frac{0.378}{18.0} \times \frac{1}{5.00 \times 10^{-3}} = 4.20 \div 4.2$$

問2 20 正解は②

① (誤) 塩化ベンゼンジアゾニウムはアニリンと亜硝酸ナトリウムから得られる。



② (正) 次に示すように NaCl が生成する。

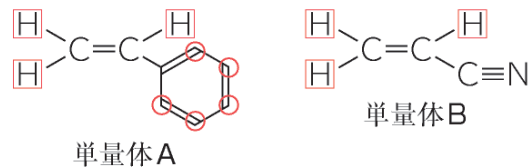


③ (誤) カップリングでは窒素は生成しない。

④ (誤) p-ヒドロキシアゾベンゼンは橙赤色の染料である。

問3 21 正解は⑤

単量体Aと単量体Bについて、ベンゼン環に結合した水素原子 (○印) とそれ以外の水素原子 (□印) は次のとおり。



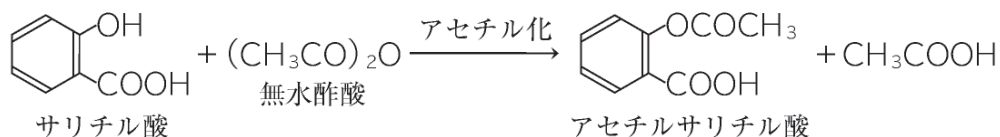
したがって、単量体AとBの物質量の比を $1 : x$ とすると、共重合体中のベンゼン環に結合した水素原子とそれ以外の水素原子との総数の比は $5 : (3 + 3x)$ となるから

$$5 : (3 + 3x) = 5 : 4 \quad x = \frac{1}{3}$$

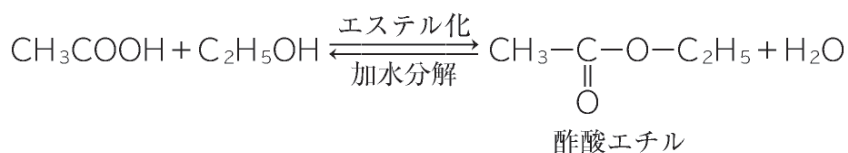
よって $A : B = 1 : \frac{1}{3} = 3 : 1$

問4 a 22 正解は④

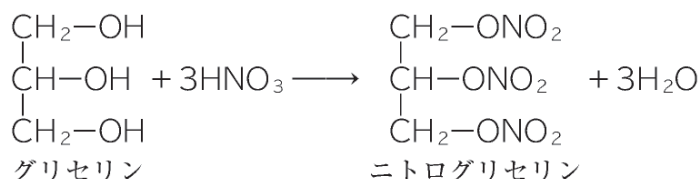
① (正) サリチル酸と無水酢酸を反応させると、アセチルサリチル酸が生成する。



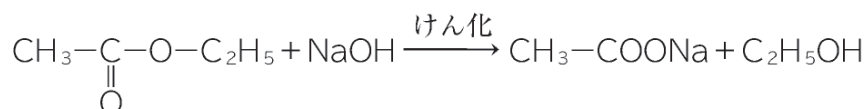
② (正) 酢酸エチルは酢酸とエタノールに加水分解されるので、酢酸エチルの合成反応は可逆反応である。



- ③ (正) ニトログリセリンは、3価のアルコールであるグリセリンと硝酸 HNO_3 とのエステルである。



- ④ (誤) 強塩基である NaOH によるエステルの加水分解 (けん化) は不可逆反応である。



- b 23 正解は①

アルコールCの分子量は154であるから、得られたアルコールCの物質量は

$$\frac{38.5 \times 10^{-3}}{154} = 2.50 \times 10^{-4} [\text{mol}]$$

アルコールCは1価のアルコールであるから、エステルAの加水分解に必要な水の質量は

$$2.50 \times 10^{-4} \times 18 = 4.50 \times 10^{-3} [\text{g}] = 4.50 [\text{mg}]$$

したがって、カルボン酸Bの質量は

$$49.0 + 4.50 - 38.5 = 15.0 [\text{mg}]$$

となる。カルボン酸B (分子量 M) が1価の場合、その物質量はアルコールCに等しいから

$$\frac{15.0 \times 10^{-3}}{M} = 2.50 \times 10^{-4} \quad M = 60.0$$

同様に、カルボン酸Bが2価の場合、その物質量はアルコールCの半分であるから

$$\frac{15.0 \times 10^{-3}}{M} = 2.50 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} \quad M = 120$$

以上より、条件に当てはまるのは1価のカルボン酸である① CH_3COOH である。

- c 24 正解は①

③は不斉炭素原子をもたず、④はシス-トランス異性体が存在するのでCではない。
②はすべての二重結合に水素を付加して得られるアルコールが第二級アルコールであり、酸化されてケトンを生じるため、Cではない。

一方、①は不斉炭素原子をもち、シス-トランス異性体が存在せず、水素付加で得られるアルコールは第三級アルコールであり酸化されないことから、Cと決まる。

第5問

標準

吸水性高分子と浸透圧，架橋構造の形成，浸透圧と平均分子量

問1 25 正解は④

①フェノール樹脂と②尿素樹脂は各単量体とホルムアルデヒドが付加縮合することで立体網目構造を形成している。また，③アルキド樹脂は多価のカルボン酸と多価のアルコールがエステル結合することで立体網目構造を形成している。一方，④スチロール樹脂の単量体であるスチレンにはC=Cが1つしかなく鎖状構造を形成している。

問2 26 正解は②

架橋構造を形成するためには，分子内にC=Cが複数必要であるので，②が適当である。

問3 27 正解は①

①（正），②・③（誤） NaCl水溶液に浸すと，樹脂内部との浸透圧の差が純水に浸す場合より小さくなるため，樹脂に吸収される水の量は少なくなる。

④（誤） 樹脂内部とNaCl水溶液との浸透圧の差が純水に浸した場合より小さくなるので，架橋が切れることはない。

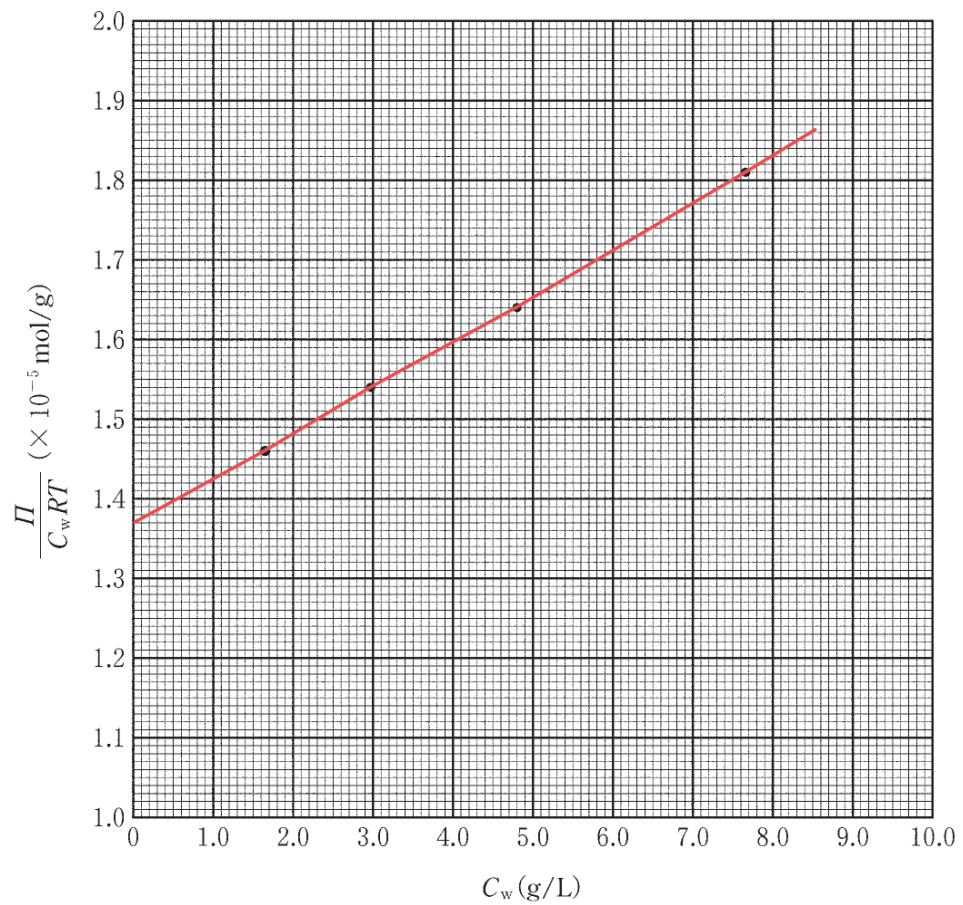
問4 a 28 正解は② 29 正解は⑤ 30 正解は③

式(1)を用いると

$$\Pi = \frac{0.342 \times 8.31 \times 10^3 \times 300}{342} = 2.49 \times 10^3 \approx 2.5 \times 10^3 \text{ [Pa]}$$

b 31 正解は⑤

図2の4つの点を直線で結び，その縦軸の切片を読み取ると， $1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/g}$ となる。



この値が $\frac{1}{M'}$ に等しいとみなせるので

$$\frac{1}{M'} = 1.37 \times 10^{-5} \quad M' = 7.29 \times 10^4 \doteq 7.3 \times 10^4$$