北里大学

2026 年度　一般選抜　化学

（2 科目　100 分）

注意事項　各問題の選択肢のうち質問に適した答えを 1 つだけ選びマークすること。1 問に 2 つ以上解答した場合は誤りとする。

Ⅰ 次の**問 1**〜**問 8** に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問 1　下表の原子や分子の存在を示す諸法則・仮説とその発表者について，発表年が古い順に並んでいるものはどれか。 1

	法則・仮説	発表者
a	分子説	アボガドロ
b	気体反応の法則 （反応体積比の法則）	ゲーリュサック
c	原子説	ドルトン
d	質量保存の法則	ラボアジエ

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

問 2　清涼飲料水には，酸化防止剤としてビタミン C（アスコルビン酸，$C_6H_8O_6$）が添加されることがある。ビタミン C は飲料中の他の成分より先に酸化されることで，飲料の酸化を防ぐ。

20 °C，1.0×10^5 Pa において，容器に 500 mL の清涼飲料水を入れ，密封する。この条件におけるビタミン C と酸素の反応を次に示す。

$$C_6H_8O_6 \longrightarrow C_6H_6O_6 + 2\,H^+ + 2\,e^-$$

$$O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- \longrightarrow 2\,H_2O$$

この飲料中に溶けている酸素と過不足なく反応させるのに必要なビタミン C の添加量〔mg〕に，もっとも近い値を選べ。なお，酸素の溶解度は 9.00 mg/L，ビタミン C の分子量は 176，酸素の分子量は 32.0 とする。また，容器内の気体は窒素に置換されているものとする。 2

① 12.4　② 24.8　③ 49.5　④ 99.0　⑤ 124

⑥ 198　⑦ 248　⑧ 495　⑨ 990　⑩ 1980

問 3　コロイドに関する次の記述のうちから，正しいものを 2 つ選べ。 3

a. コロイド粒子はろ紙を通過できない。

b. 流動性のあるコロイド溶液をゲルという。

c. 空気が分散媒，水（液体）が分散質のコロイドには，雲がある。

d. 少量の電解質によって親水コロイド粒子が沈殿する現象を凝析という。

e. コロイド溶液に横から強い光をあてると，光の通路が明るく輝いて見える。

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 4　高温のコークス C（固体）と二酸化炭素 CO_2（気体）のみを密閉容器に入れて反応させると一酸化炭素 CO（気体）が生じ，次式で表される平衡状態に達した。

$$C\text{（固）} + CO_2\text{（気）} \rightleftharpoons 2\,CO\text{（気）}$$

ある一定の温度下で，この反応の圧平衡定数 K_p が 2.0×10^4 Pa，気体の全圧が 2.4×10^5 Pa のとき，気体中の一酸化炭素のモル分率はいくらか。 4

① 0.17　② 0.20　③ 0.25　④ 0.33　⑤ 0.50

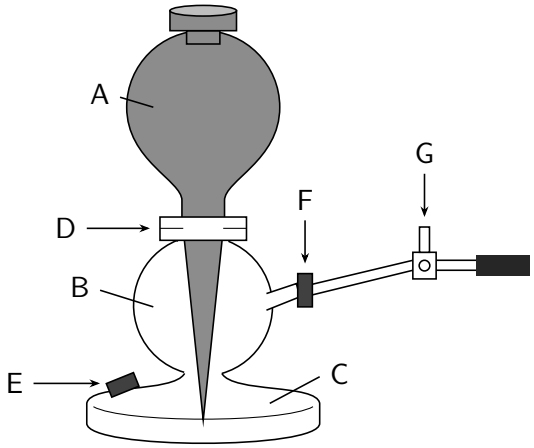
問 5　ガラスびんでは保存できない試薬と，水中に保存する試薬の組み合わせを，この順に正しく表したものはどれか。 5

① 濃硝酸，赤リン　② 濃硝酸，黄リン　③ 濃硝酸，リチウム

④ フッ化水素酸，赤リン　⑤ フッ化水素酸，黄リン　⑥ フッ化水素酸，リチウム

⑦ 酢酸，赤リン　⑧ 酢酸，黄リン　⑨ 酢酸，リチウム

問 6　右図のキップの装置を用いて，硫化鉄（Ⅱ）の小塊と希硫酸を反応させて，硫化水素を得た。図に網かけで示したガラス容器 A には上下に開口部があり，B〜F からなるガラス容器に D で密着している。E と F の開口部にはそれぞれ栓がされている。活栓 G は B からの導出管に付いている。装置には，最初に硫化鉄（Ⅱ），次いで希硫酸を入れ，活栓 G を開くと両者が反応し気体が発生する。活栓 G を閉じてしばらくすると，気体の発生は停止する。活栓 G の開閉による気体の発生の制御は，装置に希硫酸と硫化鉄（Ⅱ）が十分量存在している状態で行っているものとする。次の記述のうちから，誤っているものを 2 つ選べ。 6



a. 装置に硫化鉄（Ⅱ）を入れるときは，F の栓をはずし，B に入れる。

b. 装置に希硫酸を入れるときは，E の栓をはずし，C に入れる。

c. 活栓 G を開いて反応が進んでいるとき，希硫酸は B にも入っている。

d. 活栓 G を閉じて反応が停止したとき，希硫酸が A に入っていることはない。

e. D，E，F を全て密閉しておかないと，活栓 G の開閉による気体の発生の制御はできない。

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 7　有機化合物に関する次の記述の中から，正しいものを 2 つ選べ。 7

a. クロロベンゼンの合成には，ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を反応させる方法が用いられる。

b. クメン法では，原料としてベンゼンとプロペンを用いると，フェノールとアセトアルデヒドが得られる。

c. フェノールは，二酸化炭素の水溶液中に存在する炭酸よりも強い酸である。

d. マルトース 1 分子を加水分解すると，2 分子のグルコースが生じる。

e. セッケン水に塩化カルシウム水溶液を加えると，沈殿が生じる。

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 8　次の有機化合物の中から，分子内に不斉炭素原子をもつものを 2 つ選べ。 8

a. プロパン

b. 2-ブタノール

c. グリシン

d. 乳酸

e. アセトン

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

II 同位体に関する次の**問 1**〜**問 3** に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問 1　次の記述のうちから，誤っているものを 2 つ選べ。 9

a. 同位体どうしの化学的性質は，ほぼ同じである。

b. 自然界の全ての元素には，安定な同位体が存在する。

c. 放射性同位体から放出される β 線は，木板やアルミニウム板を透過する。

d. 放射性同位体が放出する放射線には，細胞を破壊したり遺伝子を変化させたりするはたらきをもつものがあり，がんの治療などに利用される。

e. 大気中に含まれる ${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ の割合は，年代によらずほぼ一定に保たれている。

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 2　放射性同位体は，原子核が不安定であり，放射線を放出して元の原子核とは異なる原子核に変化する性質をもつ。この変化を壊変（崩壊）とよぶ。放射性同位体であるウラン ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ は，1 回の α 壊変により，${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ の原子核で構成される α 線を放出してトリウムに変わる。この壊変後の，トリウムの原子核における陽子の数と中性子の数の組み合わせを，この順に正しく表したものはどれか。次のうちから選べ。 10

① 88，146　② 88，236　③ 90，144　④ 90，234　⑤ 90，236

⑥ 146，88　⑦ 236，88　⑧ 144，90　⑨ 234，90　⑩ 236，90

問 3　放射性同位体は特有の半減期をもつため，さまざまな元素の放射性同位体が年代測定に利用される。数十億年単位の地球の歴史を調べるためには，長い半減期をもつウランの放射性同位体が用いられる。地球上に存在するウランのほとんどは放射性同位体の $^{235}_{92}\mathrm{U}$ と $^{238}_{92}\mathrm{U}$ であり，それぞれの半減期は，0.70×10^9 年，4.5×10^9 年である。次の (1)，(2) の問いに答えよ。

(1) 地球が誕生した 45.6 億年前から現在までの時間は，$^{235}_{92}\mathrm{U}$ と $^{238}_{92}\mathrm{U}$ の半減期何回分にそれぞれ相当するか。もっとも近い値が順に並んでいるものを選べ。 11

① 0.15，1.0　② 4.5，0.7　③ 6.5，1.0　④ 6.5，2.0　⑤ 13，1.0
⑥ 13，2.0　⑦ 65，10　⑧ 65，20　⑨ 130，10　⑩ 130，20

(2) 現在の $^{235}_{92}\mathrm{U}$ と $^{238}_{92}\mathrm{U}$ の存在比（原子数の比）はそれぞれ 0.72 %，99.28 % である。地球が誕生した 45.6 億年前の $^{235}_{92}\mathrm{U}$ の存在比〔%〕にもっとも近い値を選べ。なお，壊変によって生成するウランはないものとし，地球が誕生したとき存在したウランは，$^{235}_{92}\mathrm{U}$ と $^{238}_{92}\mathrm{U}$ のみであったとする。また，$\sqrt{2} = 1.41$ とする。 12

① 15　② 20　③ 25　④ 30　⑤ 35
⑥ 40　⑦ 45　⑧ 50　⑨ 55　⑩ 60

III 過酸化水素の分解反応速度に関する次の文章を読み，**問 1**〜**問 4** に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。なお，気体は理想気体としてふるまうものとする。

過酸化水素水に触媒を加え，発生した酸素を水上置換によってメスシリンダーに捕集する実験を行った。一般に化学反応の速さは，単位時間あたりの反応物の減少量，または生成物の増加量で表される。例えば，一定体積中で，時刻 t_1 から t_2 の間に過酸化水素が分解し，過酸化水素のモル濃度 $[\mathrm{H_2O_2}]$ が $[\mathrm{H_2O_2}]_{t_1}$ から $[\mathrm{H_2O_2}]_{t_2}$ まで減少したとすると，この間の平均の反応速度 v は次式で表される。

$$v = -\frac{[\mathrm{H_2O_2}]_{t_2} - [\mathrm{H_2O_2}]_{t_1}}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta[\mathrm{H_2O_2}]}{\Delta t}$$

問 1　過酸化水素の分解量を直接測定することは難しいため，酸素の発生量から過酸化水素の分解量を間接的に求めた。0.80 mol/L の過酸化水素水 20 mL に触媒として少量の酸化マンガン（IV）を加えて反応温度を 300 K に保ったところ，1.0×10^5 Pa の大気圧のもと，60 秒間で 30 mL の酸素が発生した。このとき分解した過酸化水素の物質量〔mol〕としてもっとも近い値を選べ。なお，気体定数は 8.3×10^3 Pa·L/(K·mol)，酸素の水への溶解と水の蒸気圧は無視できるものとする。 13

① 6.0×10^{-4}　② 1.2×10^{-3}　③ 1.8×10^{-3}　④ 2.4×10^{-3}　⑤ 4.8×10^{-3}

問 2　1.0 mol/L の過酸化水素水 10 mL に触媒として少量の酸化マンガン（Ⅳ）を加えて反応温度を 293 K に保った。発生した酸素の体積を 60 秒ごとに測定し，未反応の過酸化水素のモル濃度 $[H_2O_2]$ を計算したところ，表に示す結果が得られた。また，60 秒間ごとの未反応の $[H_2O_2]$ の平均値を計算した。

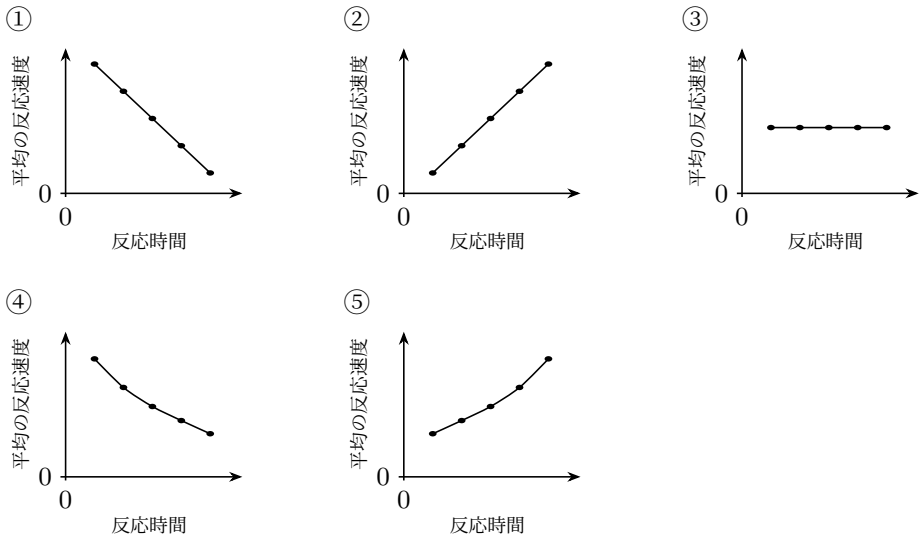
表　過酸化水素のモル濃度と反応速度の関係

反応時間〔s〕	未反応の $[H_2O_2]$〔mol/L〕	$[H_2O_2]$ の平均値〔mol/L〕	$\Delta[H_2O_2]$〔mol/L〕	平均の反応速度〔mol/(L·s)〕
0	1.0			
		0.90		
60	0.79			
		0.71		
120	0.63			
		0.57		
180	0.50			
		0.45		
240	0.40			
		0.36		
300	0.32			

最初の 60 秒間での過酸化水素のモル濃度の変化量 $\Delta[H_2O_2]$ を計算し，そのときの平均の反応速度〔mol/(L·s)〕としてもっとも近い値を選べ。 14

① 3.5×10^{-3}　② 1.3×10^{-2}　③ 1.5×10^{-2}　④ 4.8　⑤ 2.9×10^{2}

問 3　問 2 の表に示す平均の反応速度〔mol/(L·s)〕は反応時間〔s〕が経つにつれてどのように変化するか。問 2 の表に示す反応時間 300 秒までの反応時間と平均の反応速度の変化の傾向を表したグラフとして，もっとも適当なものはどれか。 15



問 4　反応温度が一定であれば，過酸化水素の分解反応の平均の反応速度 v〔mol/(L·s)〕は，過酸化水素の平均のモル濃度 $[H_2O_2]$ と反応速度定数 k〔/s〕の積で表される。

$$v = k[H_2O_2]$$

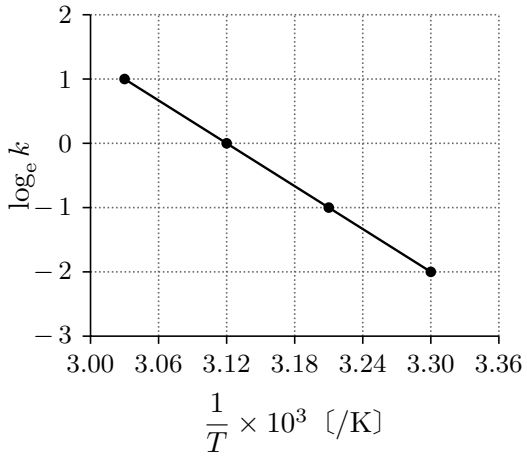
反応速度定数 k と反応の活性化エネルギー E_a〔J/mol〕の関係は，反応温度 T〔K〕と気体定数 R〔J/(K·mol)〕によってアレニウス式とよばれる次式で表される。なお，A は頻度因子とよばれる定数，e は自然対数の底である。

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

アレニウス式の両辺の自然対数をとると，次式に変換できる。

$$\log_e k = -\frac{E_a}{R}\frac{1}{T} + \log_e A$$

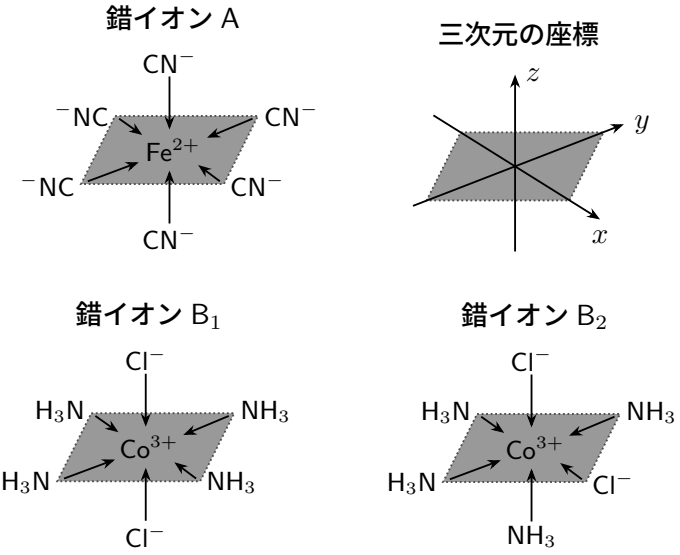
過酸化水素の分解反応について，300 K 以上のさまざまな反応温度で反応速度定数 k を求め，$\log_e k$ と反応温度の逆数 $\frac{1}{T}$ のグラフをかくと右図の結果となった。この分解反応の活性化エネルギー E_a〔J/mol〕としてもっとも近い値を選べ。なお，気体定数は 8.3 J/(K·mol) とする。 16



① 2.2×10^{-5}　② 2.2×10^{-2}　③ 9.2×10　④ 4.6×10^4　⑤ 9.2×10^4

Ⅳ 錯イオンおよび錯体に関する次の**問 1**，**問 2** に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問 1　右図は，ある錯イオンの模式図と三次元の座標を表す。各錯イオンの中心金属イオンに向かう矢印は配位結合を表す。錯イオン A において，Fe^{2+} を原点におくと，x 軸，y 軸，z 軸各座標軸の原点から，正負の方向に等しい距離に 6 個の CN^- が配位する。すなわち，錯イオン A は 6 個の配位子を頂点とした正八面体形構造をとる。



なお，錯イオンに含まれる配位子は 1 種類のみとは限らない。複数種類の配位子をもつ錯イオンでは立体異性体が存在することがある。中心金属イオンが Co^{3+} の錯イオンでは，配位子が入れ換わりにくく，様々な立体異性体が合成されている。中心金属イオンが Co^{3+} で，6 個の配位子が Cl^- 2 個と NH_3 4 個である錯イオンでは，Cl^- が同じ軸上にある錯イオン B_1 と，Cl^- が別の軸上にある錯イオン B_2 の，2 種類の立体異性体が存在する。次の (1)〜(3) の問いに答えよ。

(1) 錯イオン A に関する次の記述のうちから，正しいものを選べ。 17

a. 錯イオン A の名称は，ヘキサシアニド鉄（Ⅱ）イオンである。

b. 鉄に希硫酸を加えて生じた淡緑色の溶液に，錯イオン A を加えると，青白色の沈殿が生じる。

c. 塩化鉄（Ⅲ）の黄褐色の水溶液に，錯イオン A を加えると，暗褐色の沈殿が生じる。

d. 錯イオン A の中心金属イオンを Fe^{2+} から Fe^{3+} に置換すると，カリウムイオンと錯塩を形成したときに含まれるカリウム原子の質量パーセントが減少する。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ　④ d のみ　⑤ a，b

⑥ a，c　⑦ a，d　⑧ b，c　⑨ b，d　⑩ c，d

(2) 図に示す錯イオン B_1 と，塩化物イオンよりなる錯塩は，組成式 $CoCl_3 \cdot 4\,NH_3$ で表される。次の組成式 a〜c で表される錯塩は，いずれも水に溶かすと中心金属イオンが Co^{3+} で配位数 6 の錯イオンを生じる。錯塩に含まれる NH_3 はいずれも Co^{3+} の配位子である。錯塩 a〜c の各水溶液に，それぞれ十分量の硝酸銀水溶液を加えたとき，溶解している錯塩 1 mol あたりに生じる沈殿の物質量〔mol〕が，多くなる順に並べたものはどれか。ただし，Co^{3+} の配位子である Cl^- は電離せず，硝酸銀水溶液とは反応しない。 18

a. $CoCl_3 \cdot 4\,NH_3$　b. $CoCl_3 \cdot 5\,NH_3$　c. $CoCl_3 \cdot 6\,NH_3$

① a ＞ b ＞ c　② a ＞ c ＞ b　③ b ＞ a ＞ c

④ b ＞ c ＞ a　⑤ c ＞ a ＞ b　⑥ c ＞ b ＞ a

(3) 正八面体形構造をとり，中心金属イオンが Co^{3+} の錯イオンの 6 個の配位子が，Cl^- 1 個，NH_3 3 個，H_2O 2 個である場合，この錯イオンには，全部で何種類の立体異性体が存在するか。 19

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 10

問 2　陽イオンとして Ag^+，Cu^{2+}，Zn^{2+} のいずれかのみを含む水溶液 a〜c がある。各々の水溶液にアンモニア水を過剰に加えると，正四面体形構造の錯イオンを生じるものはどれか。また，該当する水溶液と硫化水素を pH = 1.0 の強酸性条件下で反応させた場合の，沈殿生成の有無や，その沈殿の色は何か。正しいものが順に並んでいるものを選べ。 20

a. Ag^+ を含む水溶液　b. Cu^{2+} を含む水溶液　c. Zn^{2+} を含む水溶液

① a，白色沈殿が生じる。　② b，白色沈殿が生じる。

③ c，白色沈殿が生じる。　④ a，黒色沈殿が生じる。

⑤ b，黒色沈殿が生じる。　⑥ c，黒色沈殿が生じる。

⑦ a，沈殿は生じない。　⑧ b，沈殿は生じない。

⑨ c，沈殿は生じない。

V 繊維に関する次の文章を読み，**問 1**〜**問 4** に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

20 世紀初頭，日本は世界有数の繊維産業国となった。日本製の(a)絹糸は，当時，欧米市場で高く評価されていた。第二次世界大戦前には，合成繊維の開発も進められていた。(b)ポリビニルアルコールをアセタール化してつくられる［ 21 ］や，ε-カプロラクタムの開環重合によって得られる［ 22 ］は，日本で開発された高分子である。

問 1　文中の［ 21 ］および［ 22 ］に当てはまる高分子を，それぞれ選べ。

① アセテート　② アクリル　③ ビスコースレーヨン
④ ビニロン　⑤ ナイロン 6　⑥ ナイロン 66

問 2　文中の下線部（a）の主成分はどれか。［ 23 ］

① セルロース　② ケラチン　③ カゼイン
④ フィブロイン　⑤ アミロペクチン　⑥ デキストリン

問 3　文中の下線部（b）の製造方法はどれか。［ 24 ］

① ビニルアルコールの付加重合
② アジピン酸とヘキサメチレンジアミンの縮合重合
③ アクリロニトリルとメタクリル酸メチルの共重合
④ メラミンとホルムアルデヒドの付加縮合
⑤ ポリ塩化ビニルの水酸化ナトリウム水溶液処理
⑥ ポリ酢酸ビニルの加水分解

問 4　ポリエチレンテレフタラート（PET）は，ポリエステル繊維の材料である。384 g の PET 中に含まれる酸素の質量パーセント〔%〕，およびベンゼン環の数はいくらか。もっとも近い値が順に並んでいるものを選べ。なお，水素の原子量は 1.0，酸素の原子量は 16，エチレングリコールの分子量は 62，テレフタル酸の分子量は 166，アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。また，高分子の末端構造は，考えないものとする。［ 25 ］

① 33，1.0×10^{24}　② 33，1.1×10^{24}　③ 33，1.2×10^{24}
④ 38，1.0×10^{24}　⑤ 38，1.1×10^{24}　⑥ 38，1.2×10^{24}
⑦ 42，1.0×10^{24}　⑧ 42，1.1×10^{24}　⑨ 42，1.2×10^{24}