TMPS医学館　過去問解説図書館

化　学

東京女子医科大学医学部　2024年度型
そっくり類題セット

※ これは東京女子医科大学の入試問題ではありません。
2024年度の出題形式（大問の数・設問の構成・解答形式）をもとに、
TMPS医学館が題材や数値・設定を変えて作成したオリジナル問題です。

試験時間の目安：60分（本番は理科2科目で120分）

大問	ページ	時間配分の目安
問題I 小問集合	2	24分
問題II 高分子化合物	7	8分
問題III 凝固点降下と冷却曲線	9	14分
問題IV 芳香族化合物の構造決定	10	14分

注意事項

1. 問題は問題I〜問題IVの全4題。問題I・IIは問1〜問20の選択肢（ア〜）を選ぶマーク式，問題III・IVは記述式（問題IIIは問1〜問6，問題IVは問1〜問4）。
2. 解答は，問題冊子ではなく別紙に書く想定で，問題番号を明記すること。
3. 解答・解説は，解説ページ（TMPS医学館の過去問解説図書館）に掲載している。

問題Ⅰ 次の各問いに答えよ。問1〜問15は，選択肢の記号（ア〜）を選んで答える。

- 必要であれば，次の原子量および数値を用いよ。
- 原子量：H＝1.00，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0，Na＝23.0，Mg＝24.0，S＝32.0，Cl＝35.5，K＝39.0，Ca＝40.0
- 気体定数：$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)，標準状態（0℃，1.013×10^5 Pa）の気体のモル体積：22.4 L/mol
- 気体を扱う計算では，すべて理想気体として考えよ。
- 問題Ⅰ・Ⅱは選択肢のア〜から選ぶマーク式，問題Ⅲ・Ⅳは記述式である。

問1 物質の分離・精製に関する次の記述①〜⑤のうち，誤りを含むものをすべて選べ。解答はア〜シから選べ。

①液体と固体の混合物を，ろ紙などを用いて分離する操作をろ過という。
②温度による溶解度の差を利用して，固体物質から純粋な結晶を得る操作を再結晶という。
③溶媒に対する溶解度の差を利用して，混合物から特定の物質を溶媒に溶かし出す操作を昇華法という。
④ろ紙などに対する吸着力や溶解度の差による移動速度の違いを利用して，混合物を分離する操作をクロマトグラフィーという。
⑤固体が液体を経ずに直接気体になる変化を，凝華という。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②
キ ①と③　ク ②と④　ケ ③と⑤　コ ④と⑤　サ ③と④　シ ②と⑤

問2 元素Xの原子には2種類の同位体が存在する。同位体のひとつは ^{63}X（相対質量62.9）である。もうひとつは ^{63}X よりも中性子を2個多くもつ。それぞれの存在比が69.2%ならびに30.8%であるとき，^{63}X ではない方の同位体の相対質量ならびに元素Xの原子量の組合せとして最も適切なものはどれか。次のア〜ケから選べ。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ
^{63}X ではない方の同位体の相対質量	64.9	64.9	64.9	65.9	65.9	65.9	66.9	66.9	66.9
元素Xの原子量	63.0	63.5	64.0	63.0	63.5	64.0	63.0	63.5	64.0

問3 化学結合と分子の性質に関する次の記述①〜⑤のうち，誤りを含むものをすべて選べ。解答はア〜シから選べ。

①水分子は折れ線形で，極性分子である。
②ヨウ素分子 I_2 は二原子分子であり，極性分子である。
③塩化水素分子では，共有電子対が塩素原子の側に偏っている。
④メタンの沸点は，分子量が近いアンモニアの沸点よりも高い。
⑤水素結合は，電気陰性度の大きい原子（F，O，N）に結合した水素原子と，ほかの分子の非共有電子対との間に生じる。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と⑤
キ ②と③　ク ②と④　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問4 S^{2-}，Cl^-，K^+，Ca^{2+}，Sc^{3+} のイオン半径を大きい順に並べた順序として正しいものはどれか。解答はア～カから選べ。

ア $S^{2-} > Cl^- > K^+ > Ca^{2+} > Sc^{3+}$
イ $Cl^- > S^{2-} > K^+ > Ca^{2+} > Sc^{3+}$
ウ $S^{2-} > Cl^- > Sc^{3+} > Ca^{2+} > K^+$
エ $Cl^- > S^{2-} > Sc^{3+} > Ca^{2+} > K^+$
オ $Sc^{3+} > Ca^{2+} > K^+ > Cl^- > S^{2-}$
カ $Sc^{3+} > Ca^{2+} > K^+ > S^{2-} > Cl^-$

問5 赤リンと黄リン（白リン）に共通する性質を①～⑤からすべて選べ。解答はア～シから選べ。

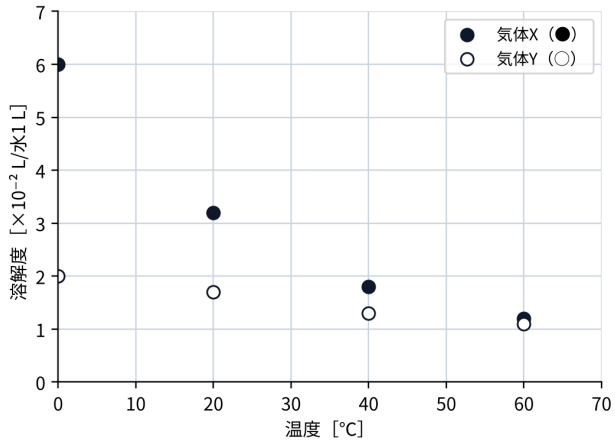
①燃焼させると，十酸化四リン P_4O_{10} になる。
②空気中で自然発火するので，水中に保存する。
③二硫化炭素によく溶ける。
④猛毒である。
⑤水に溶けにくい。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②
キ ①と⑤　ク ②と③　ケ ③と④　コ ④と⑤　サ ①と③　シ ②と⑤

問6 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱したときに発生する気体の名称と，その捕集法の組合せとして最も適切なものはどれか。解答はア～ケから選べ。

	気体の名称	捕集法
ア	水素	水上置換
イ	水素	上方置換
ウ	水素	下方置換
エ	アンモニア	水上置換
オ	アンモニア	上方置換
カ	アンモニア	下方置換
キ	二酸化炭素	水上置換
ク	二酸化炭素	上方置換
ケ	二酸化炭素	下方置換

問7 下図は気体Xと気体Yの溶解度（各気体を 1.013×10^5 Pa の圧力で水1 Lに接触させたときに水に溶解する各気体の量を，0℃，1.013×10^5 Pa の下での体積として表したもの）と温度［℃］の関係のグラフである。容積を変えることのできる容器に水1.50 Lと気体Xを入れ，容器内を0℃，1.013×10^5 Pa に保ち，Xを溶解度まで溶解させた。その後，容器内の温度と圧力を40℃，3.039×10^5 Pa にし，十分時間を経過させた。このとき，水から気体が発生した場合はそれを回収した。気体Yについても同じ実験を行い，水から気体が発生した場合はそれを回収した。水から発生した気体Yと気体Xの物質量の組合せとして最も適切なものをア～シから選べ。ただし，水の体積変化はないものとし，水の蒸気圧は無視できるものとする。



	Y［$\times 10^{-3}$ mol］	X［$\times 10^{-3}$ mol］
ア	0	0.201
イ	0	0.402
ウ	0	0.804
エ	0	1.21
オ	0.201	0.201
カ	0.201	0.402
キ	0.201	0.804
ク	0.201	1.21
ケ	0.402	0.201
コ	0.402	0.402
サ	0.402	0.804
シ	0.402	1.21

問8 下記の文章中の空欄 a と b に入る数値として正しい組合せをア～クから選べ。4.70 g の酸化カリウムを水に溶解して250 mLの水溶液を作製した。この水溶液の電気の通りやすさを測定しながら，a mol/Lの希硫酸を滴下していった。希硫酸を加えていくと電気伝導性が小さくなっていき，b mL添加した時点で最小になった。※電解質のうち，H^+ や OH^- は溶液中での移動速度が大きく，他のイオンに比べて電気伝導性への寄与が圧倒的に大きい。このため水溶液の電気伝導性の大きさはほぼこの2つのイオンで決まると考えることができる。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
a［mol/L］	0.25	0.25	0.50	0.50	0.50	1.0	1.0	0.40
b［mL］	100	300	50.0	100	200	100	200	100

問9 次の記述①～⑤のうち，誤りを含むものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

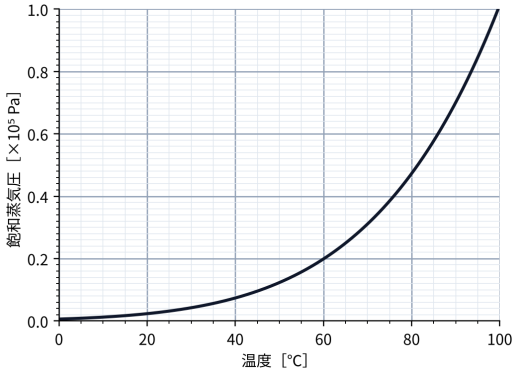
①酸化剤は，相手の物質から電子を奪う（電子を受け取る）物質である。

②反応の前後で酸化数が変化する原子がなければ，その反応は酸化還元反応ではない。

③過酸化水素は，酸化剤としても還元剤としてもはたらく。

④とりうる最高の酸化数をもつ原子は，酸化されやすい。
⑤イオン化傾向の大きい金属の単体ほど，酸化されにくい。
ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②
キ ①と③　ク ②と③　ケ ③と④　コ ③と⑤　サ ④と⑤　シ ②と④

問10 右図は水の飽和蒸気圧曲線のグラフである。容積8.30 Lの容積変化のない密閉容器を用意し，水蒸気と窒素からなる温度90℃の混合気体で満たしたのち，容器を密閉した。容器全体をゆっくりと冷却したところ，60℃で容器内に水滴ができ始めた。①下線部において，水蒸気の分圧は何Paか。②容器全体を40℃まで冷却したとき，容器内で凝縮する水は何gか。①，②の答えの組合せとして最も適切なものをア～ケから選べ。ただし，気体は蒸気圧により凝縮する点以外は理想気体とみなし，蒸気の過飽和はないものとする。



	①［Pa］	②［g］
ア	2.00×10^4	0.40
イ	2.00×10^4	0.68
ウ	2.00×10^4	1.08
エ	2.18×10^4	0.40
オ	2.18×10^4	0.68
カ	2.18×10^4	1.08
キ	2.40×10^4	0.40
ク	2.40×10^4	0.68
ケ	2.40×10^4	1.08

問11 カルシウムに関する次のア～カの記述のうち，誤りを含むものを1つ選べ。
ア単体は，常温の水と反応して水素を発生する。
イ炎色反応は，橙赤色を示す。
ウ水酸化物の水溶液は，強い塩基性を示す。
エ炭酸塩は，水によく溶ける。
オ硫酸塩は，水に溶けにくい。
カ酸化物は，水と反応して多量の熱を発生する。

問12 マグネシウムの燃焼の熱化学方程式は，$2Mg + O_2 = 2MgO + 1200$ kJ である。マグネシウムの粉末を完全に燃焼させたときに発生する熱を利用して，20℃の鉄100 gをすべて融解させ

たい。マグネシウムの燃焼で発生した熱量がすべて鉄の温度上昇および融解に使われたとすると，少なくとも何gのマグネシウム粉末が必要か。最も近い値をア～オから選べ。ただし，鉄の融点は1540℃，固体の鉄の比熱は 0.450 J/(g·K)，1 gの鉄を融解させるのに必要な熱量は270 J/gとする。

ア 1.91　　イ 3.82　　ウ 6.36　　エ 7.63　　オ 9.54

問13 化合物A，B，C，Dが関わる可逆反応は反応式 $A + B \rightleftarrows C + D$ で表すことができ，[A]：[B]：[C]：[D] = 2：3：4：5 のとき平衡に達する。この化学反応の平衡定数は，正反応と逆反応の反応速度定数の比と一致する。正反応および逆反応の反応速度定数をそれぞれ k_1 および k_2 とするとき，k_1 ：k_2 の比として正しいのはどれか。解答はア～シから選べ。

ア 15：4　　イ 10：3　　ウ 9：4　　エ 5：2　　オ 4：3　　カ 3：2
キ 2：3　　ク 3：4　　ケ 3：10　　コ 4：15　　サ 2：5　　シ 3：5

問14 硫酸銅(II)の濃い水溶液を冷却すると，青色の結晶Aが得られた。以下の①，②の答えの組合せとして正しいものをア～ケから選べ。① Aの名称は何か。②結晶Aを水に溶かして得られた水溶液を用いて，以下の実験a～cを行った。実験の結果を正しく記述しているものを1つ選べ。a 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると，いったん生じた青白色の沈殿が溶けた。b アンモニア水を過剰に加えると，いったん生じた青白色の沈殿が溶けて深青色の溶液になった。c 硫化水素を通じると，黄色の沈殿が生成した。

	①	②
ア	胆ばん	a
イ	胆ばん	b
ウ	胆ばん	c
エ	緑ばん	a
オ	緑ばん	b
カ	緑ばん	c
キ	石こう	a
ク	石こう	b
ケ	石こう	c

問15 次の①～⑤の化合物のうち，銀鏡反応を示すものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

①ギ酸　②酢酸　③アセトアルデヒド　④アセトン　⑤エタノール

ア ①のみ　　イ ②のみ　　ウ ③のみ　　エ ④のみ　　オ ⑤のみ　　カ ①と②
キ ①と③　　ク ②と④　　ケ ③と④　　コ ③と⑤　　サ ④と⑤　　シ ②と⑤

問題II 次の文を読み，以下の問いに答えよ。問16〜問20は，選択肢の記号（ア〜）を選んで答える。

高分子化合物のうち，合成高分子は，モノマーのつながり方によって分類される。エチレンのように二重結合をもつモノマーが，二重結合を開きながら次々とつながる反応を [1] 重合といい，できるポリエチレンは，加熱すると軟らかくなる [2] 樹脂である。

これに対して，ジカルボン酸とジオールのように，2つの官能基をもつモノマーが，水などの小さな分子をとれながらつながる反応を [3] 重合という。(a)ポリエチレンテレフタラート（PET）は，テレフタル酸とエチレングリコールの [3] 重合でつくられる。PETは分子鎖が [4] 構造で，主鎖に [5] 結合をもち，繊維や飲料容器に用いられる。

問16 文中の [1]〜[5] に入る適切な語句の組合せとして正しいものはどれか。

	1	2	3	4	5
ア	縮合	熱硬化性	付加	網目状	アミド
イ	縮合	熱硬化性	付加	鎖状	エステル
ウ	付加	熱可塑性	縮合	鎖状	エステル
エ	付加	熱可塑性	縮合	網目状	アミド
オ	付加	熱硬化性	縮合	網目状	エステル
カ	縮合	熱可塑性	付加	鎖状	アミド
キ	付加	熱可塑性	縮合	鎖状	アミド
ク	縮合	熱可塑性	付加	網目状	エステル

問17 下線(a)について，重合したモノマーの質量の合計と，重合されてできたポリマーの質量とが同じではない高分子化合物を①〜⑤からすべて選べ。解答はア〜シから選べ。ただし，ポリマーの重合度は十分に大きく，その末端の構造は無視できるものとする。

①ポリ塩化ビニル ②ナイロン66 ③ポリスチレン ④ PET ⑤ナイロン6

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
キ ①と⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤ シ ③と④

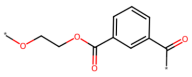
問18 下線(a)について，PETに関する記述として正しいものをすべて選べ。解答はア〜シから選べ。

①衣料用のポリエステル繊維や，飲料のボトルに使用される。
②吸湿性が非常に大きく，綿よりも水を吸いやすい。
③ナイロンと同じように，主鎖にアミド結合をもつ。
④ 1935年にアメリカ人によって初めて発明された。
⑤テレフタル酸とエチレングリコールからつくられる。

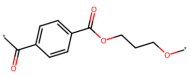
ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
キ ①と③ ク ①と⑤ ケ ②と③ コ ②と⑤ サ ③と④ シ ④と⑤

問19 下線(a)について，PETの構造式として正しいものはどれか。解答はア〜クから選べ。

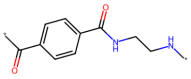
ア



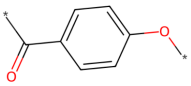
イ



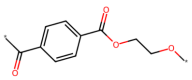
ウ



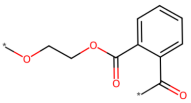
エ



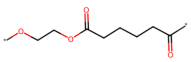
オ



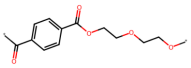
カ



キ



ク



※ 両端の * は，となりの繰り返し単位につながる結合を表す

問20　下線(a)について，平均分子量が 2.88×10^4 のPETを合成したとき，生成する水は1 molのPETあたり何molか。ただし，PETの末端の構造は無視できるものとする。最も近い値をア～シから選べ。

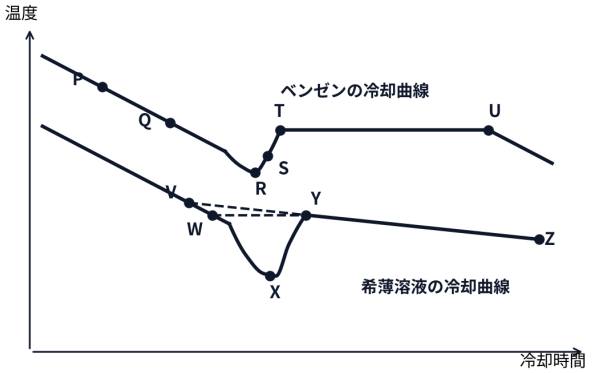
ア 144　　イ 150　　ウ 156　　エ 192　　オ 288　　カ 294

キ 300　　ク 306　　ケ 312　　コ 384　　サ 576　　シ 600

問題III 次の文を読み，以下の問いに答えよ。解答は，記述式で答えよ。

ベンゼンと，溶質Xを含む希薄ベンゼン溶液（以下，希薄溶液と略す）の冷却曲線をそれぞれ測定したところ，図のような結果が得られた。希薄溶液の凝固点降下度 Δt は0.307 Kであった。

一般に，溶液の凝固点 t_1［K］は純粋な溶媒の凝固点 t_0［K］よりも低くなる。これは溶媒の凝固が溶質によって妨げられるためである。低濃度の溶液では，$(t_0 - t_1)$ は溶液の（　あ　）に比例し，その比例定数は（　い　）とよばれる。（　い　）は溶質の種類によらず溶媒のみに依存し，ベンゼンの場合は 5.12 K · kg/mol である。また，それぞれの冷却曲線において点Rや点Xのように，凝固点より低い温度になっても固体が現れない状態は（　う　）とよばれる。



問1 文中の（　あ　），（　い　），（　う　）にあてはまる語句を書け。

問2 希薄溶液の凝固点と見なされるべき点を図中の記号で答えよ。

問3 次の①～③の記述の正誤の組合せとして正しいものをア～クから選べ。① T－U間で温度変化が見られなかったのは，凝固で発生する熱と，外へ逃げる熱がつりあったからである。② Y－Z間で温度が一定にならず徐々に下がり続けるのは，溶媒が徐々に凝固して溶液の濃度が大きくなり，凝固点降下度が大きくなったためである。③ X－Y間で温度が上昇しているのは，冷却がいったん止まって，外部から熱が加わるからである。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
①	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
②	正	正	誤	誤	正	正	誤	誤
③	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤

問4 ベンゼンの蒸発熱と昇華熱はそれぞれ33.9 kJ/mol，43.8 kJ/molである。液体のベンゼンが固体になる際の熱化学方程式を示せ。

問5 液体のベンゼン156 gをすべて固体にするときに放出される熱量［kJ］を有効数字3桁で求めよ。問4の結果を用いてよい。

問6 溶質Xは安息香酸 C_6H_5COOH（分子量122）であった。安息香酸1.22 gをベンゼン100 gに溶解した溶液の凝固点降下度が上の値であったとする。安息香酸は，溶液中で一部が2分子ずつ集まって二量体をつくり，二量体は1個の溶質粒子としてふるまう。安息香酸の分子のうち，二量体をつくっているものは何%か。有効数字2桁で求めよ。ただし，二量体以外の変化は無視できるものとする。

問題IV　次の文を読み，以下の問いに答えよ。解答は，記述式で答えよ。

化合物Aは分子式 $C_{19}H_{20}O_4$ の芳香族化合物である。次のような実験を行った。

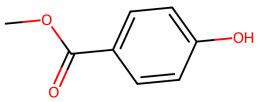
1 molの化合物Aを完全に加水分解すると，化合物B，C，Dがそれぞれ1 molずつ得られた。化合物B，C，Dはそれぞれ単体のナトリウムと反応し，水素を発生した。

化合物Bに塩化鉄(III)水溶液を加えると，紫色に呈色した。化合物Bに十分な量の臭素水を反応させると，分子式 $C_6H_3Br_3O$ である化合物Eが得られた。

化合物Cは o-キシレンを酸化することによっても得られる。化合物Cを加熱すると，分子内で脱水して，酸無水物Gが得られた。

化合物Dには，構造異性体が複数存在する。化合物Dには鏡像異性体（光学異性体）が存在しない。化合物Dをおだやかに酸化すると，化合物Hが得られた。化合物Hはフェーリング液を還元しなかった。

問1　化合物A，D，Eの構造式を例にならって書け。



問2　化合物B，G，Hの名称を書け。

問3　下線部の反応式を書け。ただし，化合物Cは構造式で示すこと。

問4　化合物Dの構造異性体の数は，Dを除いていくつあるか。ただし，鏡像異性体は区別しないものとする。

—— 終 ——