

# ◇ 化 学

化 6-1~化 6-16 まで 16 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, O=16, Cl=35.5, K=39

気体定数= $8.3 \times 10^3$  Pa · L / (K · mol)

**第1問** 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次のa・bに当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから一つずつ選べ。

a 総電子数がCH<sub>4</sub>と同じ分子

- ① CO      ② H<sub>2</sub>O      ③ HCl      ④ NO      ⑤ O<sub>2</sub>

b 干物をつくる時、魚肉に食塩をふりかけておくと、魚肉から水分が失われやすくなる。この現象に最も関連が深い事項

- ① 塩析      ② 潮解      ③ 浸透圧      ④ 溶解度      ⑤ コロイド

問2 ある金属結晶の単位格子を図1に示した。この金属原子の原子半径として最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、図1の単位格子の一辺の長さを $a$ とする。

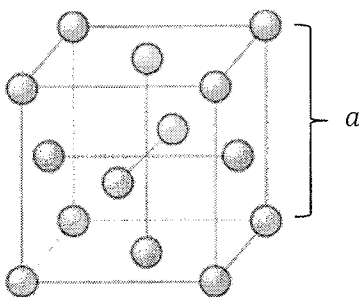


図1 単位格子の模式図

- ①  $\frac{\sqrt{3}}{2}a$       ②  $\frac{\sqrt{3}}{4}a$       ③  $\frac{\sqrt{2}}{2}a$       ④  $\frac{\sqrt{2}}{4}a$       ⑤  $\frac{\sqrt{5}}{2}a$       ⑥  $\frac{\sqrt{5}}{4}a$

問 3 下図のように、コックとピストンがついた断面積  $20\text{cm}^2$  の円筒容器がある。左室には窒素ガスが封入してあり、右室はコックから外の大気に通じている。コックを開いた状態では、両室の気体は  $27^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  であった。下の問い(a・b)に答えよ。ただし、ピストンは抵抗なく移動し、ピストンおよび円筒容器は他室へは熱を伝えないものとする。

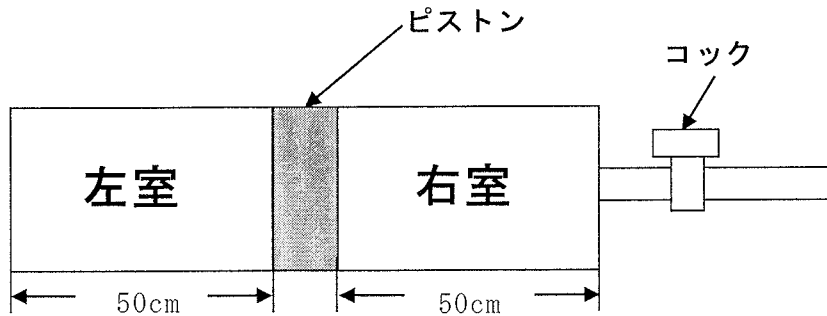


図 2 円筒容器の模式図

a 左室内に存在する窒素分子の物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。  mol

- ① 0.010    ② 0.020    ③ 0.030    ④ 0.040    ⑤ 0.050  
 ⑥ 0.060    ⑦ 0.070    ⑧ 0.080

b  $27^\circ\text{C}$  でコックを開けた状態で、左室の温度のみを  $57^\circ\text{C}$  としたとき、どちらの方向に、何 cm 動くか。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つずつ選べ。移動方向— , 移動距離—  cm

- ① 右    ② 左  
 ③ 1    ④ 2    ⑤ 3    ⑥ 4    ⑦ 5    ⑧ 6

問4 沸点に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 液体が気体になる現象を沸騰という。
- ② ある温度における飽和蒸気圧が大きい物質ほど、沸点が高い。
- ③ 大気圧に関係なく、純物質の沸点は常に一定である。
- ④ 飽和蒸気圧が大気圧と等しくなったとき、沸騰が始まる。
- ⑤ 飽和溶液の沸点は、沸騰後も加熱を続けると、しだいに高くなる。

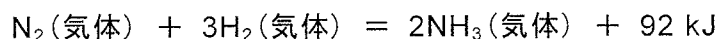
問5 質量パーセント濃度が  $a$  [%] の溶液の濃度をモル濃度に換算するには、どのような値が必要か。適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 溶媒の分子量                      ② 溶媒の密度                      ③ 溶液の密度
- ④ 溶質の電離度                      ⑤ 溶質の化学式量

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 窒素と水素からアンモニアをつくる反応は、次の熱化学方程式で表される。  
この反応は鉄を主成分とする触媒によって進行する可逆反応である。下の問い(a~c)に答えよ。



a  $\text{N}\equiv\text{N}$  および  $\text{H}-\text{H}$  の結合エネルギーは、それぞれ 942, 432 kJ/mol である。アンモニア分子中の  $\text{N}-\text{H}$  の結合エネルギーとして最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。  kJ/mol

- ① 256      ② 358      ③ 388      ④ 487      ⑤ 512      ⑥ 715  
⑦ 777      ⑧ 1165

b ある容器に少量の触媒と、 $X$  mol の窒素および  $3Y$  mol の水素を入れて体積および温度一定のもとで反応させた。このとき、 $2Y$  mol のアンモニアが生成した。反応後の混合気体の圧力は反応前の圧力の何倍になるか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  倍

- ①  $2X+3Y$       ②  $4X-2Y$       ③  $\frac{2X}{Y}$       ④  $\frac{Y}{2X}$   
⑤  $1-\frac{2X}{Y}$       ⑥  $1-\frac{Y}{2X}$

c 触媒を用いたこの反応の速度と平衡に関する次の記述ア～エのうち、正しいものの組合せを、下の①～⑩のうちから一つ選べ。 12

ア 水素と窒素からアンモニアを合成するとき、温度が低いほど平衡に達する時間が短くなる。

イ この反応が平衡に達したのち、圧力を一定に保ちながら温度をゆっくりと下げていくと、アンモニアの分圧は上昇する。

ウ この反応が平衡に達したのち、温度を一定に保ちながら容器の体積をゆっくりと減少させ半分にすると、混合気体の圧力は2倍になる。

エ この反応が平衡に達したのち、触媒の物質量を2倍に変化させてもアンモニアの生成量は変化しない。

- ① アのみ      ② イのみ      ③ ウのみ      ④ エのみ  
⑤ アとイ      ⑥ アとウ      ⑦ アとエ      ⑧ イとウ  
⑨ イとエ      ⑩ ウとエ

問2 同じモル濃度の酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を混合して緩衝液を作成した。この緩衝液に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13

- ① それぞれ同じモル濃度の酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を同じ体積で混合すると、この緩衝液のpHは7.0である。  
② それぞれ同じモル濃度の酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を同じ体積で混合すると、最も緩衝作用が強くなる。  
③ この緩衝液よりも強酸とその塩からなる緩衝液の方が緩衝作用は強い。  
④ この緩衝液に大量の酸を加えても、pHをほぼ一定に保てる。  
⑤ この緩衝液に塩基を加えると、緩衝液中の酢酸の量が増加する。

問3 原子量  $M$  の金属  $A$  のイオンを含む溶液に  $Q$  [C] の電気量を通じた。その結果  $w$  [g] の金属  $A$  が析出した。この金属  $A$  のイオンの価数を与える式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数を  $F$  [C/mol] とする。 14

- ①  $\frac{MQ}{Fw}$     ②  $\frac{Fw}{MQ}$     ③  $\frac{wM}{FQ}$     ④  $\frac{FQ}{wM}$     ⑤  $\frac{wMQ}{F}$
- ⑥  $\frac{wFM}{Q}$

問4 酸化還元反応に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 次の文章中の空欄ア～ウに当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 15

過マンガン酸カリウム水溶液は ア であるが、硫酸酸性水溶液においてシュウ酸などの イ 剤と過不足なく反応すると ウ に変化するので、滴定の際には指示薬を使わずに終点を知ることができる。

	ア	イ	ウ
①	無色	酸化	赤紫色
②	無色	酸化	黄色
③	無色	還元	赤紫色
④	無色	還元	黄色
⑤	赤紫色	酸化	ほぼ無色
⑥	赤紫色	酸化	黄色
⑦	赤紫色	還元	ほぼ無色
⑧	赤紫色	還元	黄色



- b 濃度未知のシュウ酸水溶液 10 mL をとり，希硫酸を加えた後，0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴下すると，次の式で表される反応が起こる。この滴定の終点までの過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量 [mL] とシュウ酸水溶液の濃度 [mol/L] との関係を表すグラフとして最も適当なものを，下の図 3 中の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

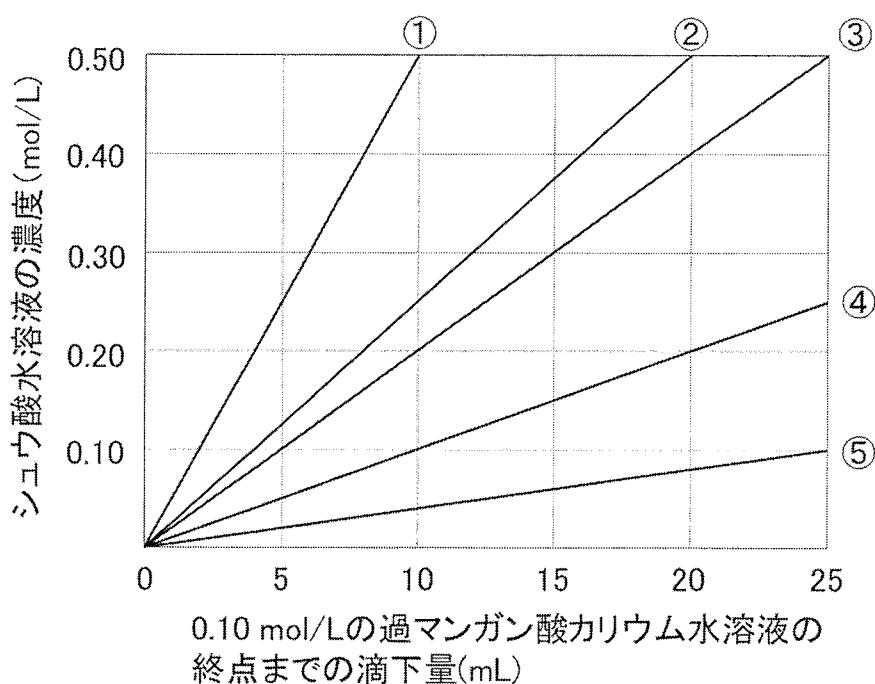
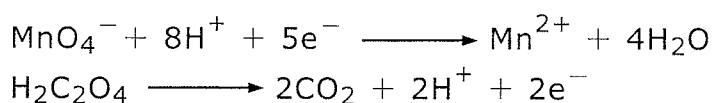


図 3 過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量とシュウ酸水溶液の濃度の関係

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 元素の分類と周期表に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 周期表では元素が1~18族に分類されている。
- ② ハロゲンは17族元素である。
- ③ Be, Mg, Ca, Sr はいずれもアルカリ土類金属元素である。
- ④ 金属元素に分類される元素は非金属元素に比べて多い。
- ⑤ 3~11族の元素を遷移元素という。

問2 次のaとbについて、それぞれ二つの化合物を区別するための最も適当な方法を、下の①~⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んで良い。

- a 炭酸ナトリウムと炭酸カリウム
- b 塩化カリウムとヨウ化カリウム

- ① 水に溶かし、炎色反応を調べる。
- ② 水に溶かし、溶液の酸性・塩基性を調べる。
- ③ 希硫酸を加えて、気体が発生するかどうかを調べる。
- ④ 希硫酸に溶かし、過酸化水素水を加えて、溶液の色を調べる。
- ⑤ 水に溶かし、水酸化カルシウム水溶液を加えて、沈殿の生成を調べる。

問3 鉄に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 不純物が含まれていない鉄を銑鉄と呼ぶ。
- ② 単体の鉄に濃塩酸を加えると不動態をつくる。
- ③ 鉄が酸化されて生じる赤さびは四酸化三鉄に由来する。
- ④ 硫酸鉄(II)七水和物  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  は還元剤としてのはたらきを持つ。
- ⑤  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液を加えると血赤色に変色する。

問4 我々の生活において、さまざまな物質がその化学的性質を生かして広く用いられている。次の記述 a~c の下線をつけた部分の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 21

- a さらし粉は、還元作用をもつ性質を利用して、漂白剤や殺菌剤に使われている。
- b 焼きセッコウは、水を加えると固まる性質を利用して、建築材料やセッコウ像などに使われている。
- c 生石灰は、水と反応して発熱する性質を利用して、乾燥剤や発熱剤などに使われている。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問5 質量パーセント濃度 4.9 %の塩素酸カリウム ( $\text{KClO}_3$ ) 水溶液 50 g に、少量の酸化マンガン(IV)を触媒として加えて加熱し、気体を発生させた。次の問い(a・b)に答えよ。

- a 発生した気体として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 22

- ① 水素      ② 酸素      ③ オゾン      ④ 塩素  
⑤ 塩化水素

b 発生した気体の標準状態での体積 [L] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、塩素酸カリウムは完全に反応したものとする。 

23
----

 L

- ① 0.11    ② 0.22    ③ 0.34    ④ 0.45    ⑤ 0.56  
⑥ 0.67    ⑦ 0.78    ⑧ 0.90

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから一つずつ選べ。

a 水と任意の割合で混じるもの

- ① アセトン    ② ヘキサン    ③ キシレン    ④ 酢酸エチル  
⑤ テトラクロロエチレン

b メタノールとエタノールの識別に用いる試薬

- ① 臭素水    ② ナトリウム    ③ アンモニア性硝酸銀水溶液  
④ 炭酸水素ナトリウム水溶液    ⑤ ヨウ素と水酸化ナトリウム

問2 有機化合物 A を完全燃焼させた。その結果、二酸化炭素と水が生成し、その物質質量比は 4 : 5 であった。また、有機化合物 A 1 分子あたりに酸素が 1 個含まれる。次の問い(a・b)に答えよ。

a 有機化合物 A の分子式として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $C_2H_4O$     ②  $C_2H_5O$     ③  $C_3H_8O$     ④  $C_4H_5O$     ⑤  $C_4H_{10}O$

b 有機化合物 A には、アルコールとしての構造がいくつあるか。最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、立体異性体は考慮しないものとする。  種類

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7  
⑧ 8

問3 フェノール、安息香酸、アニリンが含まれたジエチルエーテル溶液 X について、分液漏斗を用いて操作ア～ウの順序で分離する実験を行った。この実験で安息香酸またはその塩は、下の図4中の①～④のどの溶液に最も多く含まれるか。適当なものを一つ選べ。 28

操作ア エーテル溶液 X に希塩酸を加えて振り混ぜ、エーテル溶液 A と水溶液 A を分離した。

操作イ アで得られたエーテル溶液 A に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、エーテル溶液 B と水溶液 B を分離した。

操作ウ アで得られた水溶液 A に水酸化ナトリウム水溶液とジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、エーテル層 C と水溶液 C を分離した。

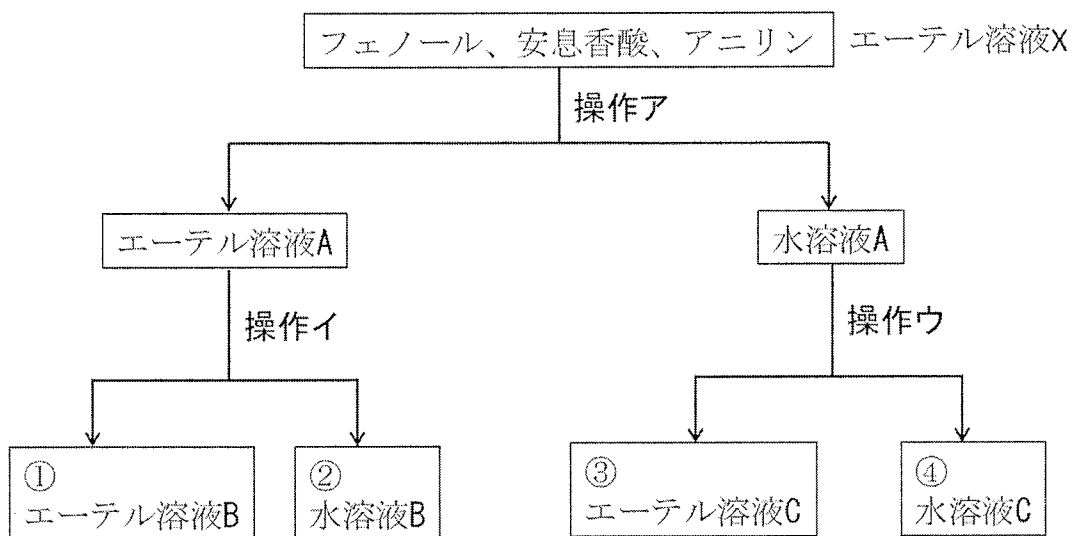
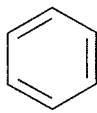
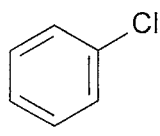
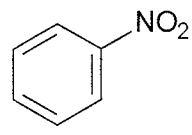
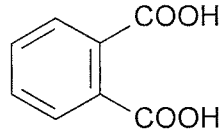
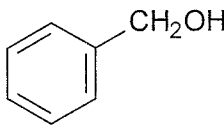


図4 フェノール、安息香酸、アニリンの分離

問 4 芳香族化合物の特徴に関する記述とその構造式の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 29

	芳香族化合物の特徴の記述	芳香族化合物の構造式
①	常温で無色の液体で水よりも軽く、有毒で発がん性がある。	
②	ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を作用させると生じる。	
③	フェノールを濃硝酸と濃硫酸からなる混酸とともに加熱すると生じる。	
④	ポリエチレンテレフタレート (PET) の原料となる。	
⑤	塩化鉄(Ⅲ)による呈色反応によって紫色に変色する。	



問 5 合成洗剤に関する次の記述 a～c の正誤の組合せとして最も適当なものを、  
下の①～⑧のうちから一つ選べ。 30

- a 強酸と強塩基の塩で、その水溶液は酸性を示す。
- b セッケンと比べて、 $\text{Ca}^{2+}$  や  $\text{Mg}^{2+}$  を多く含む硬水中でも難溶性の沈殿を生じにくい。
- c 両親媒性である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤