

◇ 化 学

化 3-1～化 3-16 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, N=14, O=16, Fe=56

標準状態での気体の体積を 22.4 L/mol とする。

アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。

気体定数は $R=8.3 \times 10^3$ Pa · L/ (K · mol) とする。

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 液体物質A, B, C, Dがある。図1は、これらを徐々に冷却したときの温度(縦軸)と時間(横軸)との関係の概略を表したものである。この図を参考に以下の問い(a・b)に答えよ。

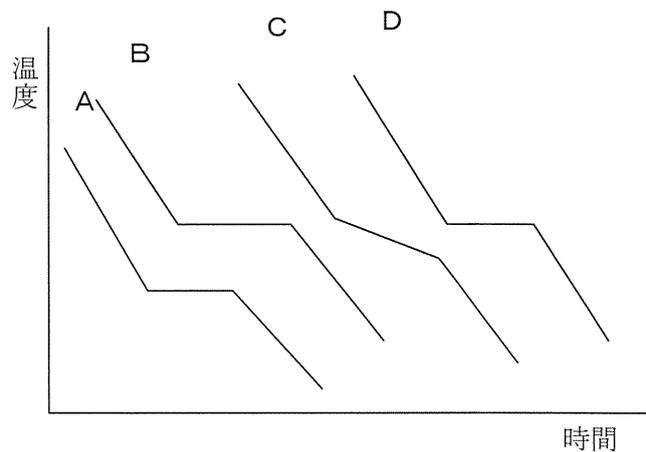


図1 液体物質の温度変化と時間

a 混合物と考えられる物質として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

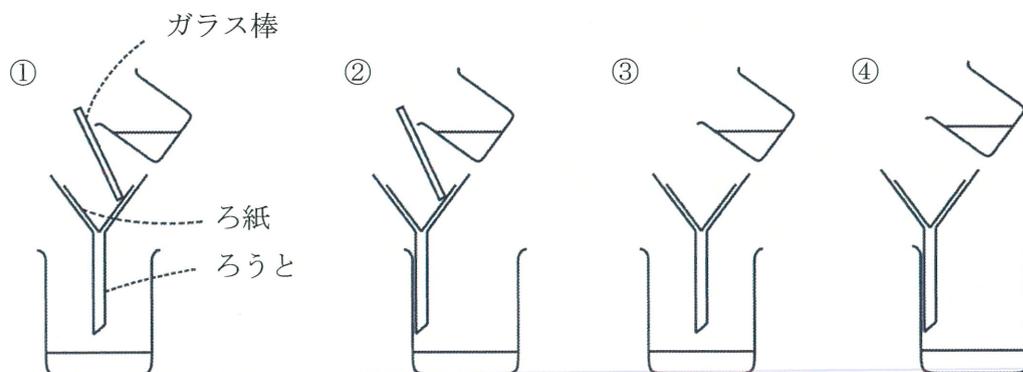
- ① A ② B ③ C ④ D

b 同じ物質と考えられる物質の組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

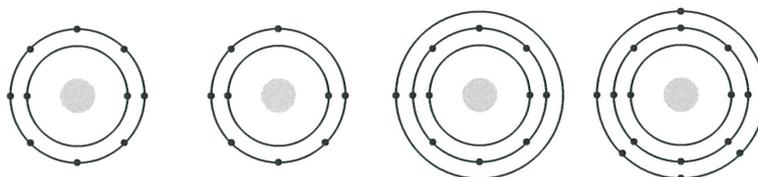
- ① AとB ② BとC ③ CとD ④ AとC ⑤ BとD

問2 ろ過の方法を表している概略図として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

3



問3 次の図A～Dは原子の電子配置を示したものである。この図を参考に以下の問い(a・b)に答えよ。ただし、中心部の●は原子核を表す。



図A

図B

図C

図D

a 通常化学結合をしない安定な原子の電子配置を表す図として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 4

① 図A

② 図B

③ 図C

④ 図D

b イオン結合により組成式が X_2Y の化合物を作る原子の電子配置を表す図の組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 5

① 図Aと図B

② 図Aと図C

③ 図Aと図D

④ 図Bと図C

⑤ 図Bと図D

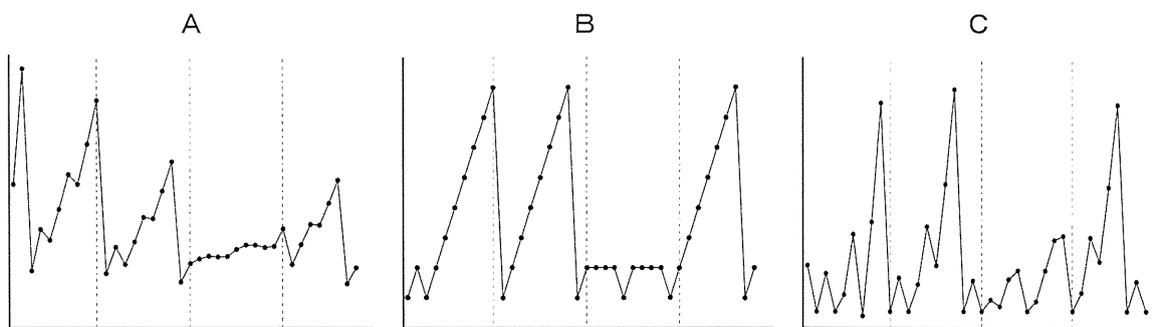
⑥ 図Cと図D

問4 共有電子対の数が最も多い分子として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

6

- ① 酸素 ② メタン ③ 塩化水素 ④ 窒素
 ⑤ アンモニア

問5 次のグラフA～Cが表す値の名称の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、グラフの横軸は原子番号、縦軸は化学的数量を示す。 7



	A	B	C
①	イオン化エネルギー	最外殻電子数	電子親和力
②	原子半径	最外殻電子数	電気陰性度
③	イオン化エネルギー	最外殻電子数	融点
④	原子半径	価電子数	電子親和力
⑤	イオン化エネルギー	価電子数	電気陰性度
⑥	原子半径	価電子数	融点

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次のア~エのうち物質量が大きい順に並べたものとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。

- ア 6.0×10^{23} 個の水素原子を含むアンモニアの物質質量
- イ 標準状態で5.6 Lのオゾンに含まれる酸素原子の物質質量
- ウ 14 gの窒素の物質質量
- エ 63 gのシュウ酸二水和物の結晶に含まれている水の物質質量

- ① ア>ウ>エ>イ
- ② ア>エ>ウ>イ
- ③ ウ>イ>ア>エ
- ④ ウ>エ>イ>ア
- ⑤ エ>イ>ウ>ア
- ⑥ エ>ウ>イ>ア

問2 1 kgの酸化鉄(III)を還元して鉄を得た。得られる鉄の質量 [g] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 g

- ① 300
- ② 350
- ③ 700
- ④ 778
- ⑤ 913
- ⑥ 1556

問 3 アルミニウムと塩酸が反応すると水素が発生する。同じ濃度の塩酸 10 mL をビーカーに量りとり、アルミニウムを加える実験を行った。加えたアルミニウムの質量 [mg] と発生した水素の標準状態における体積 [mL] を以下の図 2 に示す。この結果より、塩酸のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 10 mol/L

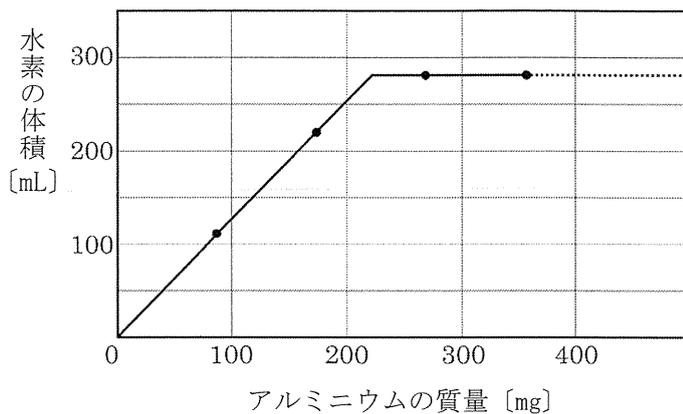


図 2 アルミニウムの質量と発生した水素の体積

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.63 ④ 1.0
 ⑤ 2.0 ⑥ 2.5

問 4 酸・塩基・中和に関する記述として誤りを含むものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

11

- ① 0.10 mol/L の塩酸 10 mL と、0.10 mol/L の酢酸 10 mL を中和するのに必要な 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の体積は同じである。
- ② メスフラスコを用いる場合は、水道水で洗浄した後に蒸留水で洗浄し、蒸留水でぬれたまま使用してよい。
- ③ 炭酸は 2 価の酸である。
- ④ 酢酸をアンモニア水で滴定する場合は、指示薬としてメチルオレンジを用いる。
- ⑤ 水は、酸としても塩基としてもはたらく。

問5 次に示す水溶液ア～ウを pH の小さい順に並べたものとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 12

ア 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液

イ 0.15 mol/L の水酸化バリウム水溶液

ウ 0.10 mol/L のアンモニア水

- ① ア<イ<ウ ② ア<ウ<イ ③ イ<ア<ウ
④ イ<ウ<ア ⑤ ウ<ア<イ ⑥ ウ<イ<ア

問6 4種類の金属、A～Dがある。次のア～ウの実験結果から、イオン化傾向の大きな順に並べたものとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 13

ア Cだけは常温の水と激しく反応する。

イ Aの硫酸塩の水溶液にDの板を入れたら、Dの表面にAが析出した。

ウ BとCは希硫酸に溶けて水素を発生するが、AとDは反応しない。

- ① A>D>B>C ② A>D>C>B ③ B>C>A>D
④ B>C>D>A ⑤ C>B>A>D ⑥ C>B>D>A

問7 次の電池ア～オは実用電池である。このうち、二次電池の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 14

ア リチウム電池

イ マンガン乾電池

ウ 鉛蓄電池

エ ニッケル水素電池

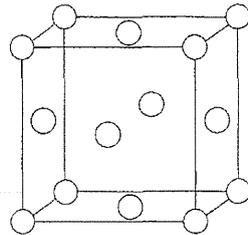
オ アルカリマンガン乾電池

- ① アとウ ② アとオ ③ イとウ
④ イとエ ⑤ ウとエ ⑥ ウとオ

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 図3は、金属原子同士の結合によってできる結晶の単位格子の一例である。この単位格子の名称と配位数（1つの原子に触れている原子の数）の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。



○は金属原子を表し、最近接原子同士は接している。

図3 単位格子

	単位格子の名称	配位数
①	面心立方格子	12
②	面心立方格子	8
③	面心立方格子	6
④	体心立方格子	12
⑤	体心立方格子	8
⑥	体心立方格子	6

問2 次の図4について、下の問い(a・b)に答えよ。

図4は、水、ジエチルエーテル、エタノールの飽和蒸気圧と温度の関係を示したものである。

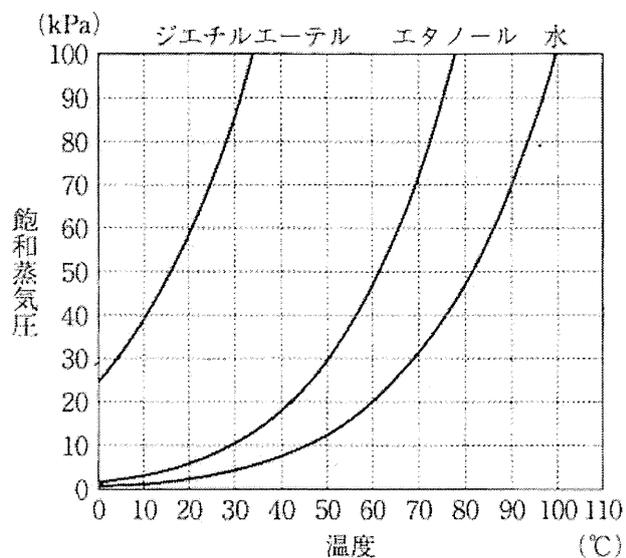


図4 飽和蒸気圧と温度の関係

a 常温において、同じ体積の真空容器に十分な同じ物質量のそれぞれの物質を入れてしばらく放置する。平衡に達したとき、液体として存在する物質量の多い順として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 16

- ① 水 > ジエチルエーテル > エタノール
- ② 水 > エタノール > ジエチルエーテル
- ③ エタノール > ジエチルエーテル > 水
- ④ エタノール > 水 > ジエチルエーテル
- ⑤ ジエチルエーテル > 水 > エタノール
- ⑥ ジエチルエーテル > エタノール > 水

b ある山の頂上で水を加熱すると90℃で沸騰した。この山の山頂の大気圧として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 17 kPa

- ① 32 ② 50 ③ 70 ④ 76 ⑤ 97

問3 次の文を読んで、下の問い(a・b)に答えよ。

1787年、フランスのシャルルは「圧力一定において、一定量の気体の温度を変化させると温度が1℃上昇するごとにその体積は、0℃のときの体積 V_0 の $\frac{1}{273}$ だけ増加する」ことを発見した。

この関係をシャルルの法則といい、 t ℃のときの体積を V とすれば、シャルルの法則を式で表すと となる。

シャルルの法則を理想気体に適用すれば、 -273 ℃でその体積が0となりそれ以下の温度は存在しないことになる。よって、 -273 ℃を原点とした絶対温度 T を用い、定数を k とすると、シャルルの法則は と表すことができる。

a 文中の に当てはまる式として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① $V = V_0 \times (1+t)$ ② $V_0 = V \times (1+t)$ ③ $V = V_0 \times \left(1 + \frac{t}{273}\right)$
④ $V_0 = V \times \left(1 + \frac{t}{273}\right)$ ⑤ $V = V_0 \times (273+t)$ ⑥ $V_0 = V \times (273+t)$

b 文中の に当てはまる式として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① $VT = k$ ② $VT = -273k$ ③ $V = T - 273k$
④ $V = T + 273k$ ⑤ $\frac{V}{T} = k$ ⑥ $\frac{V}{T} = -273k$

問4 次の記述 a~e のうち浸透圧に関して起きる現象として適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 20

- a 赤血球を真水に入れると破壊される。
- b 真水で目を洗うと、しみる。
- c 閉め切った浴室で浴槽にお湯を入れ、しばらくすると天井に露がつく。
- d 白菜に塩をふって、しばらく置くと白菜がしんなりする。
- e 水 50 mL とエタノール 50 mL を混合すると体積が 100 mL 未満になる。

- ① a ② d ③ e ④ a と d ⑤ b と e
- ⑥ c と d ⑦ a と b と d ⑧ b と c と e

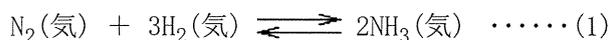
問5 デンプン 40 g を水に溶かして 27 °C で 500 mL の水溶液をつくった。この水溶液の浸透圧を測定すると 1.25×10^4 Pa であった。このデンプンの平均分子量として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 21

- ① 2.0×10^3 ② 4.0×10^3 ③ 8.0×10^3 ④ 1.6×10^4
- ⑤ 3.2×10^4

第4問 次の文を読んで、下の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号 22 ~ 28〕

19世紀末からの急激な世界人口増加に人類が対応できた理由の一つは、安価な化学肥料の大量生産技術の開発であると言えよう。肥料の3要素のうち、窒素に関しては、ハーバー・ボッシュ法による窒素と水素を用いたアンモニアの合成、及びオストワルト法によるアンモニアと酸素を用いた硝酸の合成により、大量の安価な肥料を得ることができるようになった。

下線部アの反応を、下の(1)式に示した。



下線部アのアンモニアの合成実験の一つとして、以下のような実験を行った。

【実験】 混合気体(N₂:H₂=1:3(体積比))を密閉容器に入れ、(1)式にしたがってアンモニアを生成させた。異なる圧力A, B, Cのもとで、温度200~700℃で反応させたところ、平衡状態になった。このときのアンモニアの体積百分率[%]を測定するとそれぞれ図5の曲線(——)となった。また、圧力と温度を一定に保ち実験をおこなったところ、アンモニアの体積百分率は、時間とともに図6の曲線a(実線)のように変化した。

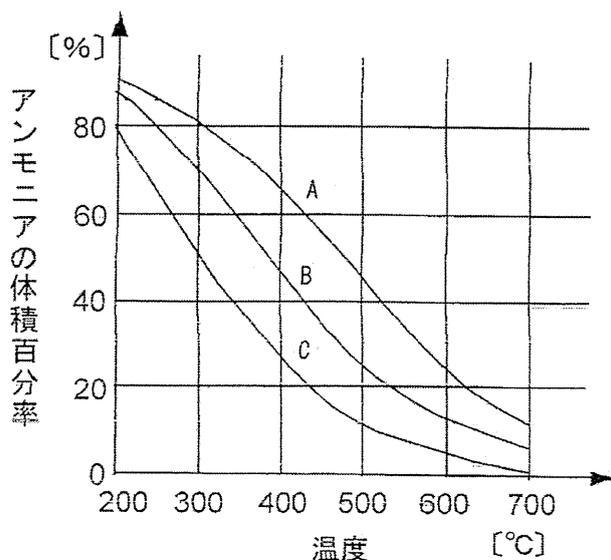


図5 ハーバー・ボッシュ法によるアンモニアの体積百分率と温度との関係

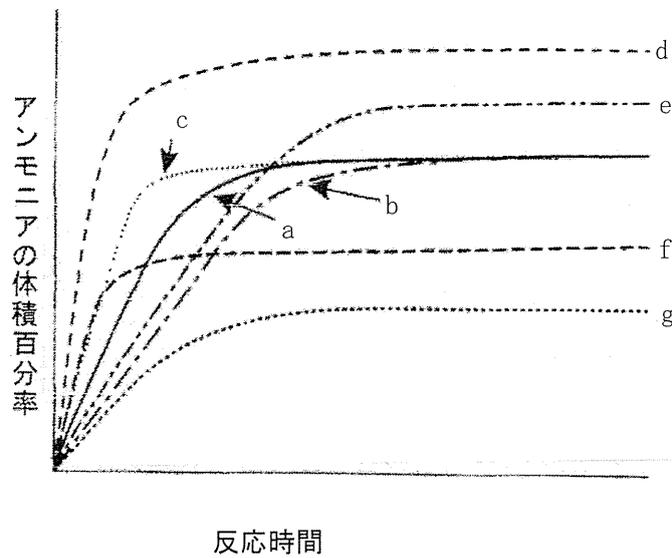


図6 アンモニアの生成と反応時間

図5から、(1)式の反応は 反応であることがわかる。また曲線A, B, Cのうち、最も圧力の高いものは であることから、平衡状態でのアンモニアの生成量を多くするにはルシヤトリエの原理から、 すればよい。

問1 下線部ア、イの各合成反応には触媒が用いられる。触媒を加える目的として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① 活性化エネルギーを低くし、反応速度を早くするため。
- ② 活性化エネルギーを低くし、反応熱の大きい危険な反応の反応速度を遅くするため。
- ③ 反応熱を下げ、反応速度を早くするため。
- ④ 反応熱を下げ、反応熱の大きい危険な反応の反応速度を遅くするため。
- ⑤ 活性化エネルギーを高くし、反応速度を早くするため。
- ⑥ 活性化エネルギーを高くし、反応熱の小さい危険な反応の反応速度を遅くするため。
- ⑦ 反応熱を上げ、反応速度を早くするため。
- ⑧ 反応熱を上げ、反応熱の小さい危険な反応の反応速度を遅くするため。

問 2 下線部イのオストワルト法によってアンモニアから硝酸が生成するとき、窒素の酸化数の変化の大きさとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。ただし、増加は正の数、減少は負の数で表すものとする。 23

- ① -8 ② -6 ③ -4 ④ 0 ⑤ +4
 ⑥ +6 ⑦ +8

問 3 (1)式の反応の触媒として、さらに性能の良い触媒を用いたときのアンモニアの生成量の変化を示す曲線は、図 6 中の a~g のどれであるか。最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 24

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f
 ⑦ g

問 4 (1)式の反応を、最初の実験時と同じ圧力の下でさらに高温で行ったときのアンモニアの生成量の変化を示す曲線は、図 6 中の a~g のどれであるか。最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 25

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f
 ⑦ g

問 5 文中の ウ , エ に当てはまる語句と記号の組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 26

	ウ	エ
①	発熱	A
②	吸熱	A
③	発熱	B
④	吸熱	B
⑤	発熱	C
⑥	吸熱	C

問 6 文中の **オ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 **27**

- ① 温度を高く，圧力も高く
- ② 温度を高く，圧力は低く
- ③ 温度を低く，圧力も低く
- ④ 温度を低く，圧力は高く

問 7 アンモニアの合成実験を行い以下のような結果を得た。次の文中の **カ** に当てはまる数値として最も適当なものを、下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 **28**

体積が 2 L の容器に少量の触媒と、10 mol の窒素、30 mol の水素を入れ、温度一定のもとで反応させたところ、12 mol のアンモニアが生成したところで平衡に達した。平衡時の容器内の物質はすべて気体であった。平衡時における容器中の混合気体の圧力は反応前の圧力の **カ** 倍になった。

- ① 0.5 ② 0.6 ③ 0.7 ④ 0.8 ⑤ 0.9
- ⑥ 1.0 ⑦ 1.1