

# 理 科

## 科目：化学基礎・化学

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は表紙を含めて6枚、解答用紙は4枚、下書用紙は1枚です。  
試験開始の合図があつてから確かめなさい。
3. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。ただし氏名を書いてはいけません。
4. 文字などの印刷に不鮮明なところがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
6. 問題用紙の余白は、下書きとして利用してかまいません。
7. 配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。
8. 必要があれば、原子量：H=1.0, C=12.0, O=16.0, Na=23.0, Cl=35.5 を用いなさい。

# 問題用紙

( 化学基礎・化学 )

問題 1 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。計算問題は有効数字 2 桁で解答し、途中の計算過程についても示しなさい。

酸と塩基を用いた中和反応を調べるために、酸として塩酸と硫酸を、塩基としてアルカリ金属の水酸化物 A と B を用意し、以下の各実験を行った。

実験① 1.00 mol/L の硫酸 100 mL に、濃度のわからない A の水溶液 125 mL を加えたところ、反応溶液は完全に中和された。

実験② 1.00 mol/L の塩酸 120 mL に、20.0 g の B を純水に溶かして 500 mL にした水溶液 120 mL を加えたところ、反応溶液は完全に中和された。

実験③ 実験①および実験②の反応溶液をそれぞれ濃縮して白金線の先につけ、バーナーを用いて燃焼させ炎の色を観察したところ、実験①の反応溶液は赤紫色を、実験②の反応溶液は黄色を示した。

実験④ 1.00 mol/L の塩酸 55.0 mL に、4.00 g の B を純水に溶かして 100 mL にした水溶液 45.0 mL を加えて反応させた。この反応溶液に数滴のプロモチモールブルー溶液を加えたところ、溶液の色は黄色を示した。

- (1) 実験①で用いた A の水溶液のモル濃度を計算しなさい。
- (2) 実験②の結果から、B の式量を計算しなさい。
- (3) 実験③の結果から、水酸化物 A、B の化学式をそれぞれ答えなさい。
- (4) 実験②で生成した塩の質量を計算しなさい。
- (5) 実験④の反応後の溶液の pH を計算しなさい。ただし、塩酸の電離度を 1.00、二種類の溶液を混合して反応させることによる体積変化は無視できるものとする。
- (6) 実験④で加えたプロモチモールブルーの代わりにメチルオレンジあるいはフェノールフタレインを加えた場合に、それぞれ反応溶液は何色を示すか答えなさい。

# 問題用紙

( 化学基礎・化学 )

問題2 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。計算問題は有効数字 2 桁で解答し途中の計算過程についても示しなさい。

熱運動している気体分子が容器の壁に衝突するとき壁を外側に押す力が生まれる。この単位面積あたりに働く押す力を圧力という。国際単位系では圧力として(ア) パスカル (記号 Pa) が用いられる。

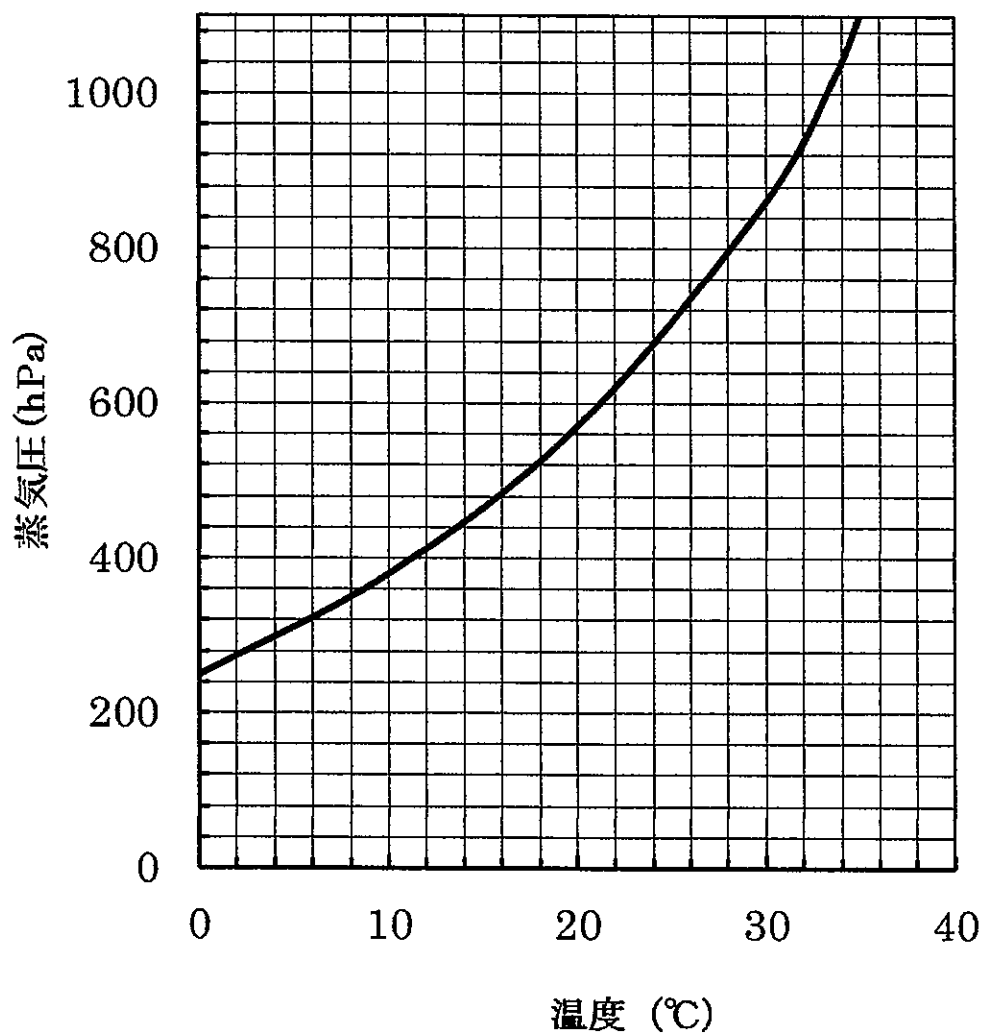
一端を閉じた長いガラス管を水銀で満たし、水銀溜めの中に倒立させると、管内の(イ) 水銀柱は約 760 mm の高さで止まる。この際、大気圧は1気圧とする。圧力は水銀柱の高さで表すこともあり、高さ1 mm の水銀柱の示す圧力は(ウ) 1 mmHg と表し、また1気圧で(エ) mmHg と表す。大気の圧力の平均値は  $1.013 \times 10^5$  Pa で、これを1気圧と呼び、1 atm と表記する。

一方、一定温度に保った密閉容器に液体を入れて放置すると、やがて(オ) 気液平衡に達する。気液平衡の時に蒸気が示す圧力を蒸気圧という。次ページの図にはジエチルエーテルの蒸気圧と温度との関係を示している。

- (1) 下線部(ア)で1 Pa をニュートンを使って表しなさい。
- (2) 下線部(イ)のように一定の高さで止まる理由を書きなさい。
- (3) 下線部(ウ)の単位の呼び名を書きなさい。
- (4) (エ)に適切な数値を入れ、文を完成しなさい。
- (5) 900 hPa は水銀柱の高さ何 mm に相当するか、計算しなさい。
- (6) 下線部(オ)の理由を書きなさい。
- (7) 図のような蒸気圧と温度の関係図の名称を書きなさい。
- (8) 図より  $1.013 \times 10^5$  Pa でのジエチルエーテルが沸騰する温度を求めなさい。
- (9) 下線部(イ)の水銀柱の下から室温でジエチルエーテルを管内に飽和蒸気になるように少量入れるとどうなるか。またその理由を述べなさい。
- (10) (9)の場合での、ジエチルエーテルを入れた場合の水銀柱の高さを求めなさい。なお  $25^\circ\text{C}$  でジエチルエーテルの蒸気圧は 700 hPa とする。

**問題用紙**  
( 化学基礎・化学 )

問題 2 (つづき)



# 問題用紙

( 化学基礎・化学 )

問題3 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

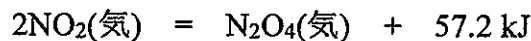
自動車から出る排ガスには、窒素酸化物、燃料の不完全燃焼による（ア）、未反応の炭化水素などが含まれている。（イ）を燃料とするディーゼル自動車はガソリン車よりも、燃料に対して多くの空気を取り込んで高圧で燃焼させるため、燃料消費が少ない（燃費が良い）が、高温・高圧で酸素と窒素が反応することで、より多くの窒素酸化物が生成する。窒素酸化物は酸素と窒素の比率の異なる化合物がいくつか存在するが、NO<sub>2</sub>は赤褐色の気体で有害である。また、NO<sub>2</sub>が2分子結合したN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>は無色の気体である。常温ではNO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>は平衡状態にある。窒素酸化物、（ア）、そして未反応の炭化水素を含めて、これらは環境汚染の原因となる物質であり、これらの物質の放出を防ぐ必要がある。

エンジンを搭載する自動車には排ガスを浄化するために、セラミックス表面に三元触媒と呼ばれる（ウ）、（エ）、（オ）などの貴金属微粒子が固定された（カ）触媒を搭載する浄化装置Aが取り付けられている。大型バスやトラックでは排気量が多いため、尿素（CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>）水溶液の熱分解で生成したアンモニアを排ガスに吹き付けて窒素酸化物を分解する浄化装置Bが取り付けられている。これらの浄化装置Aおよび浄化装置B内を高温の排ガスが通過することで、無害な窒素、（キ）、（ク）に変化する。

- (1) (ア)～(ク)に当てはまる語句を次から選び、文章を完成させなさい。なお、(ウ)、(エ)、(オ)および(キ)、(ク)は順不同に解答して構わない。

二酸化硫黄 三酸化硫黄 一酸化炭素 二酸化炭素 水 軽油 アルコール  
ニッケル ロジウム パナジウム ネオジウム パラジウム モリブデン  
白金 均一系 不均一系

- (2) 下線部の反応は次の熱化学方程式で示される。

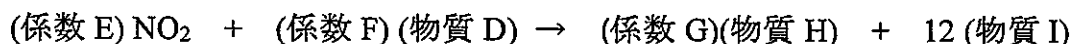
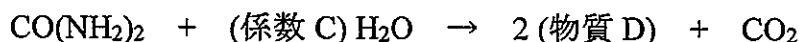


- a. 温度一定の状態では圧力を高くすると反応は左右どちらに移動するか、理由とともに答えなさい。  
b. 圧力一定で温度を上げると反応は左右どちらに移動するか、理由とともに答えなさい。

- (3) 次の5つの語句を使って浄化装置Aの触媒の役割について説明しなさい。

反応物 生成物 活性化エネルギー 化学変化 速度

- (4) 浄化装置BにてNO<sub>2</sub>を無害化するのを一例に、その原理について次の反応式を完成させなさい。



# 問題用紙

( 化学基礎・化学 )

問題4 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

物質群 A と物質群 B の化合物は、燃焼すると多量の熱を発生して二酸化炭素と水だけを生じる。(a) 物質群 A の化合物は、塩素や臭素と混合しただけでは反応しないが、光を照射すると反応する。一方、(b) 物質群 B の化合物は、不飽和結合の一つが開いて、そこに他の原子や原子団が反応する付加反応を起こしやすい。物質群 B の中で代表的な化合物は ( ア ) であり、( ア ) はリン酸触媒存在下で加熱および加圧し水と反応させることによりエタノールへ変換される。エタノールにナトリウムを加えると、水素を発生しながら ( イ ) を生成する。エタノールを酸化すると ( ウ ) を生じ、さらに酸化すると ( エ ) を生じる。( エ ) は刺激臭をもつ無色の液体で、食酢の中に 3~5%含まれている。( ア ) は、触媒存在下あるいは高温・高圧で重合することにより ( オ ) を生成する。

グルコース、フルクトースやリボースなどの ( カ ) は、(c) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液および酒石酸ナトリウムカリウムと水酸化ナトリウムの混合水溶液に混ぜて加熱することにより赤色沈殿を生じる。( カ )、麦芽糖、ショ糖や乳糖、(d) アミロースやアミロペクチン等は総称して ( キ ) と呼ばれている。麦芽糖や乳糖などの ( ク ) も、硫酸銅(Ⅱ)水溶液および酒石酸ナトリウムカリウムと水酸化ナトリウムの混合水溶液に混ぜて加熱することにより (e) 赤色沈殿を生じる。

- (1) (ア) ~ (ク) に対応する最も適切な語を書き入れなさい。
- (2) 下線部 (a) の物質群 A および下線部 (b) の物質群 B に対応する最も適切な語を次の語群から選ちなさい。

語群

タンパク質	フッ素ゴム	アミノ酸	アルキン	アクリル繊維
アルカン	ハロゲン	尿素樹脂	メラミン樹脂	アルケン
塩化ナトリウム				

- (3) 下線部 (c) の溶液の名称と特徴を記しなさい。
- (4) 下線部 (d) の水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると変色した。この反応の名称と色の変化を書きなさい。
- (5) 下線部 (e) の沈殿物の化学式を記しなさい。