化　　学

必要があれば，次の値を使うこと。

原子量：**H** = 1.0　　**C** = 12　　**N** = 14　　**O** = 16　　**Br** = 80

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)

第1問　次の問い（問1～3）に答えよ。[解答番号 1 ～ 4]

問1　次の現象（**ア**～**ウ**）に関連する用語の組合せとして最も適当なものを，下の**a**～**e**のうちから一つ選べ。 1

ア　ほこりっぽい部屋に太陽の光が差し込んだとき，その光の道筋が見える。

イ　粘土のコロイド溶液にミョウバンを加えると粘土が沈殿する。

ウ　半透膜でできた細い管の束に血液を通して老廃物を除去する。

	ア	イ	ウ
a	チンダル現象	凝析	透析
b	チンダル現象	透析	凝析
c	凝析	チンダル現象	透析
d	凝析	透析	チンダル現象
e	透析	チンダル現象	凝析

問 2　40 L の容器に 27℃ で 5.0×10^5 Paのヘリウムが充填(てん)されている。容器中のヘリウムを一部取り出し，実験に使用した。取り出したヘリウムは 27℃，2.0×10^5 Pa で24 L であった。実験後の容器中のヘリウムの圧力は 27℃ で何 Pa か。最も適当なものを，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，ヘリウムは理想気体としてふるまうものとする。 **2**

a　1.2×10^5 Pa

b　2.0×10^5 Pa

c　3.8×10^5 Pa

d　4.2×10^5 Pa

e　5.0×10^5 Pa

問 3　チタンと水素の化合物（水素化チタン）の結晶構造は図 1 のような単位格子をもっている。この単位格子中では，チタン原子は面心立方格子と同じ構造をとり，最も近いチタン原子同士は互いに接している。また，水素原子は立方体を 8 等分してできる 8 つの小立方体の中心に存在している。下の問い（**A**・**B**）に答えよ。

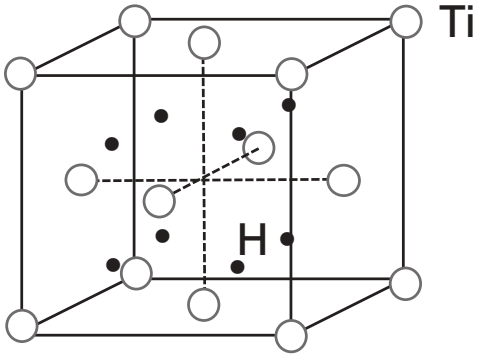

図 1

A　この水素化合物の組成式として最も適当なものを，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

a　TiH

b　TiH_2

c　TiH_4

d　Ti_2H

e　Ti_4H

B　チタンの原子半径が 1.50×10^{-8} cm であるとき，この化合物の単位格子の 1 辺の長さは何 cm か。最も適当な数値を，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。なお，$\sqrt{2} = 1.41$ とする。 $\boxed{4}$

a　1.50×10^{-8} cm

b　2.13×10^{-8} cm

c　3.00×10^{-8} cm

d　4.26×10^{-8} cm

e　6.39×10^{-8} cm

第 2 問　次の問い（問 1 ～ 4 ）に答えよ。［解答番号 5 ～ 8 ］

問 1　次の図 2 は，水とその構成原子の結合エネルギーと反応熱の模式図である。水素の **H–H** の結合エネルギーを 432 kJ/mol，酸素の **O=O** の結合エネルギーを 494 kJ/mol，水の **H–O** の結合エネルギーを 459 kJ/mol，水 H_2O（液）の生成熱を 286 kJ/mol としたとき，水の蒸発熱は何 kJ/mol か。最も適当なものを，下の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 5

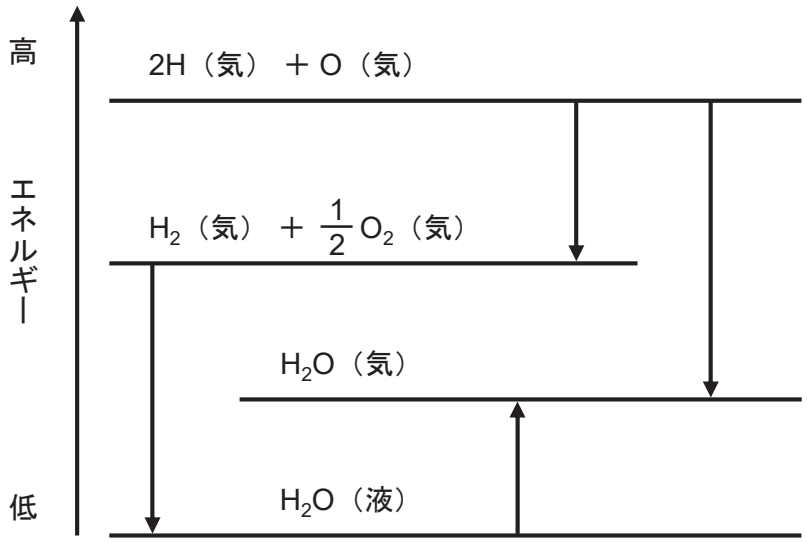

図 2

a　47 kJ/mol

b　66 kJ/mol

c　181 kJ/mol

d　277 kJ/mol

e　525 kJ/mol

問 2　電池に関する記述として最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 **6**

a　酸・塩基反応にともなって放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す。

b　負極では酸化反応が起こる。

c　亜鉛板と銅板を電極としたダニエル電池では，銅板から導線へ電子が流れ出る。

d　ダニエル電池において，電極の亜鉛と電解液の硫酸亜鉛をそれぞれマグネシウムと硫酸マグネシウムに置き換えると，起電力は低下する。

e　鉛蓄電池は一次電池である。

問 3　触媒に関する記述として最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 **7**

a　触媒は反応にともない，自身は分解される。

b　触媒は，活性化エネルギーを大きくする。

c　触媒を用いても，反応熱の値は変わらない。

d　触媒を用いると，平衡が移動する。

e　単一の化合物からなる触媒を，均一系触媒と呼ぶ。

問 4　NO_2 と N_2O_4 の混合気体が次式の平衡状態にあるとき，この反応の平衡定数 K は下のように表される。

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

$$K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

ある温度において，2.0 L の容器に NO_2 を 12.0 mol 封入した。その後，十分に時間が経過して平衡状態となったときの NO_2 濃度は 2.0 mol/L であった。このとき，平衡定数 K は何 $(\mathrm{mol/L})^{-1}$ か。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 **8**

a　$0.13\,(\mathrm{mol/L})^{-1}$

b　$0.50\,(\mathrm{mol/L})^{-1}$

c　$1.0\,(\mathrm{mol/L})^{-1}$

d　$1.3\,(\mathrm{mol/L})^{-1}$

e　$2.0\,(\mathrm{mol/L})^{-1}$

第3問　次の問い（問1～4）に答えよ。［解答番号 9 ～ 13］

問1　実験室における気体の製法について，気体と発生させる操作の組合せとして**適当でないもの**を，次のa～eのうちから一つ選べ。 9

	気体	操作
a	一酸化炭素	ギ酸を濃硫酸とともに加熱する
b	一酸化窒素	銅を希硝酸に加える
c	硫化水素	硫酸鉄(Ⅱ)を希硫酸に加える
d	塩化水素	塩化ナトリウムを濃硫酸とともに加熱する
e	酸素	過酸化水素水に少量の酸化マンガン(Ⅳ)を加える

問2　アルミニウムに関する記述として**誤りを含むもの**を，次のa～eのうちから一つ選べ。 10

a　原料の鉱石はボーキサイトである。

b　鉱石を精製して得た酸化アルミニウムの水溶液を電気分解して単体金属を得る。

c　硝酸アルミニウム水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿を生じ，さらに加えると沈殿が溶ける。

d　硝酸アルミニウム水溶液に少量のアンモニア水を加えると沈殿を生じ，さらに加えても沈殿は溶けない。

e　濃硝酸にアルミニウムを加えると不動態になる。

問3　$FeCl_3$ を含む水溶液から濃青色沈殿を生じさせる操作として最も適当なものを，次のa～eのうちから一つ選べ。 11

a　アンモニア水を過剰に加える。

b　少量の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加える。

c　チオシアン酸カリウム KSCN 水溶液を加える。

d　ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム $K_4[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加える。

e　ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム $K_3[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加える。

問 4　銅の製錬に関する次の文章を読み，下の問い（**A**・**B**）に答えよ。

銅の製錬では，まず銅を含む鉱石から Cu_2S を取り出し，これを空気中で強熱する。このとき，次式の反応により純度 99 % 程度の粗銅が得られる。

$$Cu_2S + O_2 \longrightarrow 2Cu + SO_2$$

粗銅には金，銀，鉄，ニッケルなどが不純物として含まれている。これらを除くために電解精錬を行って，純度 99.99 % 以上の純銅を得る。

A　粗銅を得る反応で，銅の酸化数は ＋ 1 から 0 に減少している。この反応で酸化数が増加する原子に関する記述として正しいものを，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 12

a　硫黄の酸化数が 2 増加している。

b　硫黄の酸化数が 4 増加している。

c　硫黄の酸化数が 6 増加している。

d　酸素の酸化数が 2 増加している。

e　酸素の酸化数が 4 増加している。

B　粗銅の電解精錬に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 13

a　粗銅を陽極として電気分解を行う。

b　電解液として硫酸銅(Ⅱ)の硫酸酸性溶液を用いて低電圧で電気分解する。

c　イオン化傾向が銅よりも小さい金や銀は陰極の下に沈殿する。

d　イオン化傾向が銅よりも大きい鉄やニッケルは，溶液中に溶け出したままになる。

e　ある時間の電気分解で粗銅から溶け出す **Cu** の質量に比べ，純銅として析出する **Cu** の質量は大きい。

第４問　次の問い（問１～４）に答えよ。［解答番号 14 ～ 17 ］

問１　成分元素の確認における操作方法と確認方法の組合せとして**誤っているもの**を，次のａ～ｅのうちから一つ選べ。 14

	元素	操作方法	確認方法
a	C	完全燃焼させる	石灰水が白濁する
b	H	完全燃焼させる	白色の硫酸銅（Ⅱ）無水塩が青く変色する
c	N	NaOH を加えて加熱する	濃塩酸で白煙が発生する
d	Cl	加熱した銅線につけて炎の中に入れる	青緑色の炎色反応を示す
e	S	Na を加えて加熱・融解する	硫化水素水溶液で黒色沈殿が生成する

問２　あるアルケンに臭素を付加させたところ，元のアルケンの 3.86 倍の分子量をもつ生成物が得られた。このアルケンとして考えられる異性体（シス-トランス異性体を含む）は何種類あるか。次のａ～ｅのうちから一つ選べ。 15

ａ　１種類

ｂ　２種類

ｃ　３種類

ｄ　４種類

ｅ　５種類

問３　アルコールに関する記述として**誤りを含むもの**を，次のａ～ｅのうちから一つ選べ。 16

ａ　炭素数が多くなると，水に溶けにくくなる。

ｂ　一般に水溶液は中性である。

ｃ　ナトリウムを加えると，水素が発生する。

ｄ　第一級アルコールが酸化されるとアルデヒドになる。

ｅ　第二級アルコールにはヒドロキシ基が２つ結合している。

問 4　ベンゼン，フェノール，アニリンを含むジエチルエーテル溶液からそれぞれの物質を分離する操作方法（**ア・イ**）とその結果から，**A**～**C**に該当する物質の組合せとして正しいものを，下の **a**～**e** のうちから一つ選べ。 **17**

ア　**A**，**B**，**C**の混合溶液に塩酸を加えると，**A** のみ水層に移行した。

イ　**ア**で分離したエーテル層に **NaOH** 水溶液を加えると，**B** のみ水層に移行した。

	A	B	C
a	ベンゼン	フェノール	アニリン
b	フェノール	ベンゼン	アニリン
c	フェノール	アニリン	ベンゼン
d	アニリン	ベンゼン	フェノール
e	アニリン	フェノール	ベンゼン

第5問　次の問い（問1～4）に答えよ。［解答番号 18 ～ 21 ］

問1　ある量のアミロースを加水分解することによって，17.1 g のマルトース（分子量342）を得た。加水分解されたアミロースの質量は何 g か。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 18

a　11.1 g

b　16.2 g

c　17.0 g

d　18.0 g

e　24.3 g

問2　酵素とそれが作用する基質，および生成物の組合せとして，**誤りを含むもの**はどれか。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 19

	酵素	基質	生成物
a	インベルターゼ	ラクトース	ガラクトース ＋ グルコース
b	アミラーゼ	デンプン	マルトース
c	ペプシン	タンパク質	（ポリ）ペプチド
d	リパーゼ	脂質	脂肪酸 ＋ モノグリセリド
e	カタラーゼ	過酸化水素	酸素 ＋ 水

問 3　ポリエチレンの特徴・用途に関する記述として最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 20

a　生ゴム（天然ゴム）の主成分であり，硫黄を数%加えて加熱すると弾性が増加する。

b　初の国産合成繊維で，適度な吸湿性があり，摩擦や薬品にも強いので，衣料・テント・漁網などにも用いられている。

c　回収・溶解・紡糸することで繊維として再生することができ，フリース衣料や飲料用容器などに用いられる。

d　カロザースによって合成された世界初の合成繊維であり，絹の長所を再現することを目的に開発された繊維で，肌触りや光沢が絹と似ている。

e　熱可塑性をもつ材料であり，薄膜にすることもできる。包装用フィルムやゴミ袋などに用いられる。

問 4　アクリル繊維（ポリアクリロニトリル）の平均分子量が 5.3×10^4 であった。この場合の平均重合度はいくらか。最も適当なものを，次の a ～ e のうちから一つ選べ。 21

a　0.23×10^3

b　0.47×10^3

c　0.62×10^3

d　1.0×10^3

e　1.3×10^3