

化 学

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。必要があれば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, S = 32.0,

Cu = 63.5, Pb = 207.2

気体定数：R = 0.082 atm · l / (mol · K)

0 °Cでの絶対温度：T = 273 K

1 次の I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、問 1 ~ 問 5 に答えよ。

元素の周期律は 1860 年代に発見された。発見者の一人でロシアの化学者メンデレーエフはこの周期律に基づいて、当時知られていた約 60 種の元素以外のいくつかの未知の元素の性質を予言した。なかでも、エカケイ素と名付けられた (a) は 1886 年に発見されたが、原子量：72.6, 原子価：4, 密度：5.3 g/cm³ などの性質が、予言された元素の値と非常に良く一致していたので有名である。

(a) は 14 族に属している。14 族の元素には、ケイ素、ゲルマニウム、スズ、炭素、鉛がある。

14 族の (b) の酸化物としては、常温で無色・無臭の 2 種の気体が良く知られている。これらの酸化物のうち、毒性の強い (c) は、実験室では濃硫酸でギ酸を脱水すると得られる。また、この気体は工業原料として広く使用されており、たとえば、メタノールは金属酸化物を触媒に用いて、(c) と水素から高温高圧の反応条件下で合成される。

(2)

14 族で最も原子番号の大きい (d) は、スズと同様、両性元素である。

(d) の単体は、密度は大きい軟らかく、加工が容易な金属である。イオン化傾向は水素より大きい、塩酸には (e) の被膜をつくるためほとんど溶けない。

(d) の 2 価の陽イオンの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、(f) の白色沈澱が生じるが、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加え続けると (g) を形成して無色の溶液となる。

金属元素は、典型元素と (h) 元素とからなり、(a) と同じ周期の 3 族から 11 族の元素も、(h) 元素である。

問 1 (a), (b), (d) に適切な元素名を記せ。

問 2 (c), (e), (f), (g) に適切な化学式を記せ。

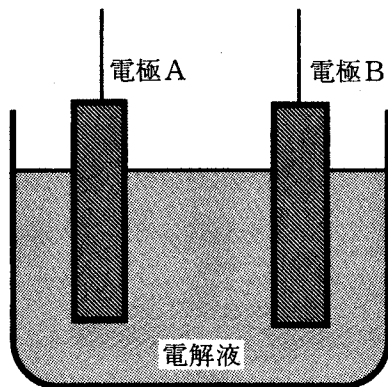
問 3 (h) に適切な語句を記せ。

問 4 下線部(1), (2)の記述に該当する反応の化学反応式を記せ。

問 5 (h) 元素に関する次の記述のうち、正しいものの記号をすべて記せ。

- (ア) 最外殻電子の数は、族の番号に一致する。
- (イ) 単体は常温・常圧ですべて気体である。
- (ウ) 第 1 周期から第 3 周期までは該当する元素はない。
- (エ) 単体は、典型元素に比べて、融点・沸点が高く、硬いものが多い。
- (オ) 酸化物はすべて無色である。
- (カ) 複数の酸化数をとるものが多い。

II 下の図に示す装置によって、電池と電気分解に関する実験を行った。以下の問1～問3に答えよ。



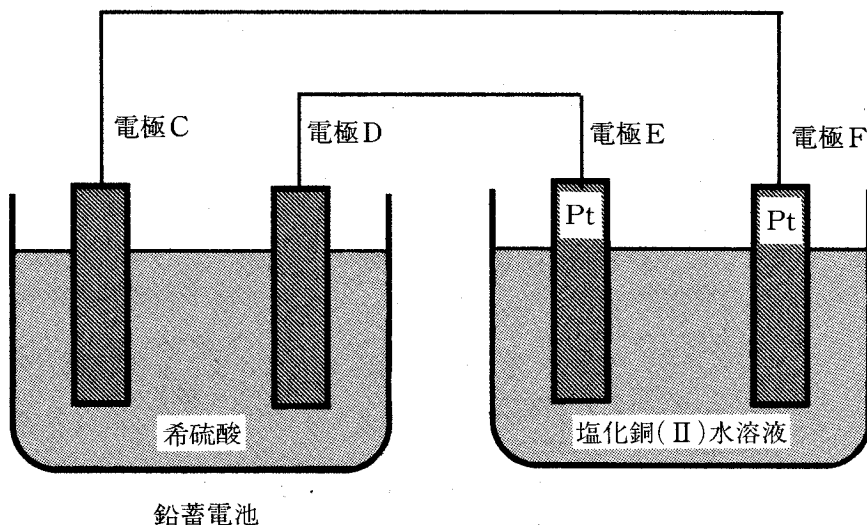
問1 電極Bに銅、電解液に希硫酸を用いて電池を作製した。電流が電極Bから導線を通して電極Aに流れるためには、電極Aとしてどの金属を用いればよいか。下の中から適当なものを2つ選び記号で答えよ。

- (ア) 銅 (イ) 鉄 (ウ) 銀 (エ) 亜鉛 (オ) 白金

問2 電極Aを陽極、電極Bを陰極として電気分解を行うとき、電極Aで酸素、電極Bで水素が発生する電極と電解液の組み合わせとして適当なものを2つ選び記号で答えよ。

	電極A	電極B	電 解 液
(ア)	白金	白金	硝酸銀水溶液
(イ)	炭素	鉄	塩化ナトリウム水溶液
(ウ)	白金	白金	希硫酸
(エ)	銅	銅	硫酸銅水溶液
(オ)	白金	白金	水酸化ナトリウム水溶液

問 3 鉛蓄電池を電源として、鉛蓄電池の電極CとDを図のように白金電極EおよびFに接続し、塩化銅(II)水溶液を電気分解したところ、電極Eに銅が析出した。



- (1) 鉛蓄電池の電極Cおよび電極Dに用いられる物質を化学式で示せ。
- (2) 電気分解の間、電極Cおよび電極Fではどのような反応が起こっているか。電子 e^- を用いた反応式で示せ。
- (3) 電気分解の結果、0.32 gの銅が電極E上に析出した。このとき鉛蓄電池の電極Dではどれだけの質量の増加があるか。有効数字2桁で答えよ。

2 次の I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、問 1、問 2 に答えよ。

物質を構成する原子はその中心に原子核を含み、ここに原子の質量が集中している。同じ元素の原子では、原子核中の (ア) の数は決まっているが、(イ) の数はひとつとおりととは限らない。原子はまた (ア) と同じ数の電子を含む。これらの電子は原子核のまわりのいくつかの (ウ) に収容されている。原子の最も外側の (ウ) に存在し、原子間の結合に関与する電子を (エ) という。

原子どうしが近づくと、その種類に応じてさまざまな化学結合ができる。金属元素の原子は (ア) が小さいので陽イオンになりやすい。その (エ) は (カ) 電子となって金属全体にわたって運動し、陽イオンはこれにより互いに結びつけられる。一方、このような陽性の強い元素が陰性の強い元素と組み合わせられる場合は、原子の間で電子のやりとりが起こり、(キ) と呼ばれる結合ができる。非金属元素の原子の (エ) の中に (ク) 電子があると、他の原子との間でこれを共有することにより分子が形成される。このような共有結合が連なった立体的な網目構造をもつ結晶は、^(a) それ全体が一つの巨大分子と見なされる。しかし、多くの分子の結晶は (ケ) と呼ばれる弱い引力によって形成されている。

問 1 空欄 (ア) から (ケ) に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)のような結晶であるダイヤモンドでは、各炭素原子は隣接する 4 個の炭素原子と共有結合を作っている。一方、同素体である黒鉛では 3 個の隣接原子と共有結合を作っている。ダイヤモンドと異なり、黒鉛には電気伝導性がある。黒鉛が電気を通す理由を 20 字以内で記せ。

II 次の問1～問5に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体として扱い、計算結果を有効数字2桁で示せ。また、液体の体積および液体に対する気体の溶解は無視できるものとする。なお、図に水の蒸気圧曲線を示す。

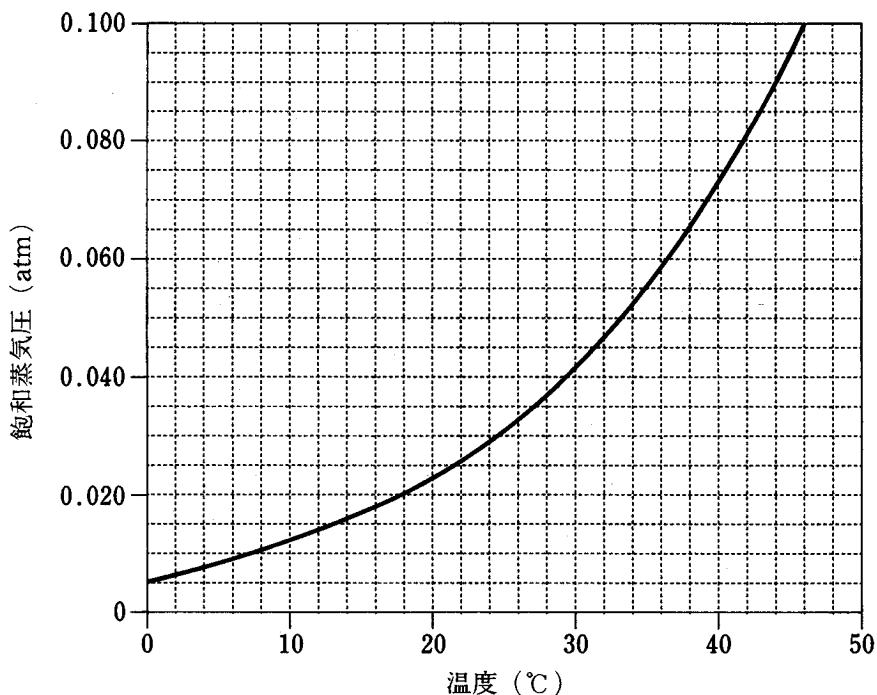
問1 メタン 0.032 g, 酸素 0.16 gを容積 1.0 l の密閉容器に入れて 27°C に保った。このときの混合気体の全圧は何 atm になるか。

問2 次にこの混合気体中のメタンを完全燃焼させた。この燃焼の化学反応式を示せ。

問3 この燃焼で生じる水は何 mol か。

問4 燃焼後、容器を 27°C に保ち平衡状態とした。このとき、水の物質量のうち何%が液体となっているか。

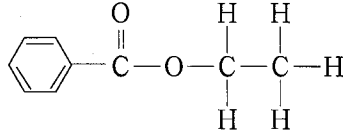
問5 上の 27°C の平衡状態において、容器内の圧力は何 atm になるか。



図

3 次のⅠ、Ⅱに答えよ。なお、構造式については記入例にならって示せ。

(記入例)



Ⅰ 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

セルロースおよびデンプンはグルコースが縮合重合した多糖類である。デンプン^(ア)はだ液およびすい液に存在する酵素 によって加水分解され、 および を生じる。 も によってさらに加水分解され、 になる。 は腸液に存在する酵素 によって加水分解されグルコースになる。動物は吸収したグルコースを体内で に変換し蓄える。

セルロースは天然の繊維として衣料品に利用される。綿花のように繊維の長いセルロースはそのまま木綿糸に利用されるが、木材細片のような繊維の短いセルロースは加工後に衣料用繊維として利用される。アセテート繊維はジアセチルセルロースが原料である。これはセルロースをエステル化してトリアセチルセルロースにした後に、一部加水分解して得られる。アセテート繊維はセルロースを化学反応で一部変化させたものであり、分類上半合成繊維と呼ばれる。一方、ビスコースレーヨンや銅アンモニアレーヨンは、加工の前後でセルロース自体に変化はないため、分類上 繊維と呼ばれる。

問1 下線部(ア)について、次の問に答えよ。

グルコースは、水溶液中では図のように(1)～(3)の3種類の異性体が平衡状態で存在している。セルロースは、これらの異性体のうちの1つが縮合重合したものとみなせる。その異性体を(1)～(3)から選び、番号と異性体名を記せ。

II 次の問1～問5に答えよ。

問1 下の4つの化合物を沸点の高い方から順に記号で左から並べよ。

- (ア) エチレングリコール (イ) メタノール
(ウ) グリセリン (エ) エタノール

問2 下の3つの化合物のうち融点の最も高いものの構造式を記せ。

- (ア) アントラセン (イ) ベンゼン (ウ) ナフタレン

問3 アセトアルデヒドについて正しい記述には○，そうでないものには×をつけよ。

- (ア) ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えてあたためると，ヨードホルムの黄色結晶が生成する。
(イ) アンモニア性硝酸銀水溶液を還元して銀が析出する。
(ウ) 2-プロパノールを空気酸化すると得られる。
(エ) 無色・刺激臭の低沸点の化合物で水，アルコール，エーテルによく溶ける。

問4 アニリンについて正しい記述には○，そうでないものには×をつけよ。

- (ア) ニトロベンゼンの酸化により得られる。
(イ) さらし粉水溶液に加えると赤紫色を呈する。
(ウ) 希塩酸に溶かし，氷で冷しながら亜硝酸ナトリウムの水溶液を加えると，塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が得られる。
(エ) 無水酢酸と反応しアミドが生成する。

問5 ベンゼンについて正しい記述には○，そうでないものには×をつけよ。

- (ア) 過マンガン酸カリウムによって酸化すると，安息香酸が得られる。
(イ) 光を照射しながら塩素を作用させると，ヘキサクロシクロヘキサンが生成する。
(ウ) 無水酢酸を作用させると，サリチル酸が生成する。
(エ) 濃硫酸とともに熱すると，ベンゼンスルホン酸が得られる。