久留米大学

2022 年度　一般選抜　化学

（2 科目　120 分）

全問をとおして，必要があれば次の原子量を用いよ。

H = 1.0，C = 12，N = 14，O = 16

1 以下の問いに答えよ。

(1) 原子番号 24 の原子では，M 殻を占める電子の個数はいくらか。

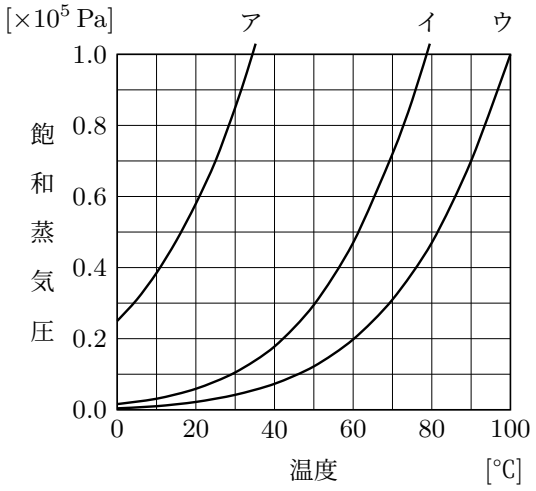
(2) 水 1.0 kg 中の水分子の数を有効数字 2 桁で答えよ。アボガドロ定数は 6.0×10^{23}/mol とする。

(3) アンモニウムイオン 1 個に含まれている電子の総数はいくらか。

(4)「一定物質量の気体の体積 V は，圧力 P に反比例し，絶対温度 T に比例する」という法則を何というか。

(5) ポリ乳酸やポリグリコール酸などのように，自然環境中の微生物により安全な物質に分解される高分子化合物のことを何というか。

2 図は，エタノール・ジエチルエーテル・水の蒸気圧曲線である。グラフを参考にして，以下の問いに答えよ。ただし，気体はすべて理想気体とみなし，気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とする。



図

(1) ジエチルエーテルの蒸気圧曲線は，図のア～ウのどれか。記号で答えよ。

(2) 大気圧が 8.0×10^4 Pa の山頂では，水は何℃で沸騰するか。整数で答えよ。

(3) 水を 60 ℃で沸騰させるためには，外圧を何 Pa にすればよいか。有効数字 2 桁で答えよ。

(4) 3 種類の物質のうち分子間力のもっとも大きい物質は何か。化学式で答えよ。

(5) 0 ℃の氷 18 g を加熱して全て 100 ℃の水蒸気にするために必要な熱量は何 kJ か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし，氷の融解熱を 6.0 kJ/mol，水の比熱を 4.2 J/(g·K)，水の蒸発熱を 41 kJ/mol とする。

(6) 液体の蒸気圧は，温度が高くなると急激に大きくなる。その理由を述べよ。

(7) 2.0×10^{-2} mol のエタノールだけを含む容積 1.0 L の密閉容器 **A** を以下の温度に保ったとき，容器 **A** 内の圧力はそれぞれ何 Pa か。有効数字 2 桁で答えよ。

(a) 30 ℃　　(b) 70 ℃

(8) 2.0×10^{-2} mol のエタノールと 2.0×10^{-2} mol の窒素を摩擦のないピストン付き容器 **B** に入れ，1.0×10^5 Pa の下に置いた。容器 **B** を以下の温度に保ったとき，容器 **B** の容積はそれぞれ何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。

(a) 30 ℃　　(b) 70 ℃

3 **A** と **B** は 14 族に属する元素で，原子はいずれも（　ア　）個の価電子をもち，(a) それぞれの元素が複数の酸化数をとる。

A の単体は常温では比較的安定で，湿った空気中でも酸化されにくい。鋼板の表面にこの元素の単体をめっきしたものを（　イ　）という。**A** は鉄よりもイオン化傾向が小さいので，内部の鉄を酸化から防護する。**A** の単体は，酸にも塩基にも溶解するため，**A** は（　ウ　）元素に分類される。(b) **A** を塩酸に溶かして得られた化合物は強い（　エ　）作用を示す。

A の単体にはいくつかの同素体が存在する。室温では金属結合をもつ白色 **A** が安定であるが，低温になると共有結合結晶である灰色 **A** の方が安定である。(c) 灰色 **A** では金属的な性質のほとんどが失われるため，灰色 **A** は白色 **A** よりはるかにもろく，長期にわたって低温にさらされた **A** の製品はぼろぼろに壊れる。

B の単体は密度が大きく，（　オ　）線を吸収する性質をもつため，原子炉などの遮蔽（しゃへい）材料として用いられる。**B** は，**A** と同じく（　ウ　）元素であるが，(d) 希硫酸や希塩酸には溶けにくい。(e) **B** の単体と **B**

の酸化物を電極とし，電解質液として希硫酸を用いた電池 **X** は，自動車用の二次電池として用いられる。**B** の酸化物は黄色(f)，赤色，黒色など有色のものが多く，古くから顔料として使用されている。また，**B** のイオンは様々な陰イオンと反応し，白色，黒色，黄色(g)などの沈殿を生じる。**B** の単体と **A** の単体との合金は (　カ　) と呼ばれ，電気回路での金属同士の接合に用いられてきたが，現在では環境への配慮のため **B** は使われなくなった。以下の問いに答えよ。

(1) (ア)〜(カ) にあてはまる適切な語句を答えよ。

(2) 下線部 (a) において，**A** と **B** はそれぞれ，どの酸化数のものがより安定か。酸化数を答えよ。

(3) 下線部 (b) の化学反応式を答えよ。

(4) 下線部 (c) において，失われた金属に特有の性質のうち，最も関連が深いものを漢字 2 文字で 2 つ答えよ。

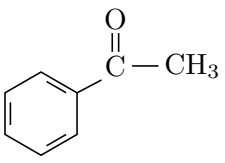
(5) 下線部 (d) において，溶けにくい理由を答えよ。

(6) 下線部 (e) の電池 **X** を充電したときの化学反応式を答えよ。

(7) 下線部 (f) の黄色酸化物と下線部 (g) の黄色沈殿の化学式を 1 つずつ答えよ。

4 化合物 **A**〜**D** は炭素原子と水素原子，酸素原子だけでできた有機化合物であり，すべて分子量が 60 である。化合物 **A** は 2 種類のアルコールの分子間での脱水縮合で生じる。化合物 **B** は単体のナトリウムとは反応しないが，**B**(a) とエタノールの混合物に濃硫酸を少量加えて加熱すると，芳香をもち水に溶けにくい化合物 **E** が生成する。化合物 **C** を酸化するとカルボキシ基を 1 つもつカルボン酸ができる。また，**C**(b) は単体のナトリウムと反応して気体を発生する。化合物 **D** はヨードホルム反応を示す。一方，**D** に二クロム酸カリウムと希硫酸を加えて反応させると，水と互いによく混じり合う化合物 **F** が得られる。以下の問いに答えよ。ただし，構造式は例にならって書くこと。

構造式の例



(1) 化合物 **A**，**C**，**F** の名称を答えよ。

(2) 化合物 **D** と **E** の構造式を答えよ。

(3) 下線部 (a) の反応について，6.0 g の化合物 **B** を完全に反応させると生成物 **E** は何 g できるか。有効数字 2 桁で答えよ。また，この反応で生じる結合の名称を答えよ。

(4) 化合物 **A**〜**D** のうち，沸点が最も高いものの名称を答えよ。またその理由を答えよ。

(5) 下線部 (b) の反応について，構造式を用いた化学反応式を答えよ。