

化 学

教育学部 200 点

注 意 事 項

1. 問題は、**1** から **5** までの計 5 問です。
2. **1** から **5** までのすべてを解答しなさい。
3. 解答用紙は、(5 の 1) から (5 の 5) までの計 5 枚です。解答は、すべて解答用紙の指定欄に記入しなさい。
4. 必ず解答用紙のすべてに、本学の受験番号を記入しなさい。
5. 印刷不鮮明及びページの落丁・乱丁等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよい。
7. 試験終了後、問題冊子及び計算用紙は持ち帰りなさい。

1) 必要なときは、次の原子量および数値を用いよ。

H : 1.00 C : 12.0 O : 16.0

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

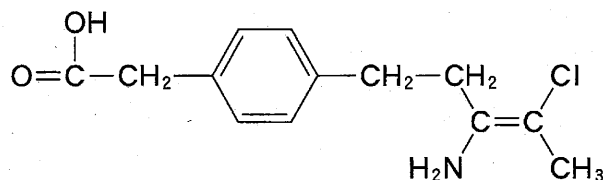
気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

$\sqrt{2} = 1.41$ $\sqrt{3} = 1.73$ $\log_{10} 2 = 0.30$ $\log_{10} 3 = 0.48$

2) 構造式は例にならって書け。

(例)



1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

塩化水素分子では、水素原子と塩素原子がそれぞれ1個の不対電子を出し合うことで (ア) 電子対をつくり、(ア) 結合している。一方、塩素原子の残りの価電子は、もともと対になっていて原子間で (ア) されない。このような電子対を (イ) 電子対という。

またアンモニア分子においては、窒素原子の (イ) 電子対が水素イオンに (イ) 結合を形成することにより、アンモニウムイオンが生成する。このようにしてできる結合を特に (ウ) 結合という。

気体の塩化水素と気体のアンモニアが反応すると、白煙を生じる。この反応は (エ) 酸と塩基の反応であるが、水溶液の反応ではないため (エ) の定義では説明しづらい。しかし、(オ) の授受という視点で酸と塩基の定義を拡張することにより、酸と塩基の反応としての説明が可能になる。

問 1. 空欄 (ア) ～空欄 (オ) に入る最も適切な語句を書け。

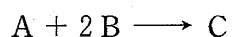
問 2. 下線部①について、塩素原子にもともと対になっている価電子が何組存在するかを答えよ。

問 3. 下線部②について，アンモニウムイオンの電子式を書け。

問 4. 下線部③について，この化学反応式を書け。

2 次の文章を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。

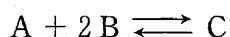
以下の化学反応式により、物質 A と物質 B から、生成物 C ができる。



反応開始直後の反応速度 v は、反応速度定数を k とする以下の反応速度式で表せることが、実験によって分かっている。 a と b は実験で求められる値である。

$$v = k[\text{A}]^a[\text{B}]^b$$

さらに、この反応が進行し、十分に反応時間が経った後、以下の化学反応式で表せる平衡状態に達した。



反応速度定数 k を調べるために、反応温度が一定の条件下で物質 A と物質 B の初期濃度を何通りか設定し、反応開始直後の反応速度 v を調べた。その実験結果を以下の表に示した。

表 物質 A と物質 B の初期濃度と反応速度の関係

実験	[A] [mol/L]	[B] [mol/L]	v [mol/(L・s)]
実験 I	0.50	0.60	1.5×10^{-3}
実験 II	1.00	0.60	3.0×10^{-3}
実験 III	0.50	1.60	(ア)
実験 IV	0.60	1.00	3.0×10^{-3}
実験 V	0.60	1.50	4.5×10^{-3}
実験 VI	1.00	(イ)	4.0×10^{-3}

問 1. この実験において触媒を添加したところ、反応速度が大きくなった。また、反応温度を上昇させた場合にも、反応速度が大きくなった。次の(1)~(4)の値について、触媒の添加により、変化するものに「○」、変化しないものに「×」を書け。また、反応温度の上昇により、変化するものに「○」、変化しないものに「×」を書け。

- (1) 反応速度定数 k
- (2) 活性化エネルギー
- (3) 平衡状態の生成物 C の濃度
- (4) 平衡定数 K 。

問 2. 実験 I と実験 II の実験結果を用いて反応速度式の a の値を、実験 IV と実験 V の実験結果を用いて反応速度式の b の値を、それぞれ有効数字 1 桁^{けた}で求めよ。

問 3. 表中の空欄

(ア)

 と空欄

(イ)

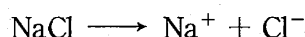
 に入る値を有効数字 2 桁^{けた}で求めよ。

問 4. 反応速度定数 k を有効数字 2 桁^{けた}で、単位を付けて答えよ。計算過程も示せ。

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ハロゲンの単体は二原子分子であり、いずれも有色で高い化学反応性と強い毒性をもつ。特に (ア) は低温、暗所でも水素と爆発的に反応する気体である。また、(イ) は常温で赤褐色の液体であり、(ウ) は昇華性のある黒紫色の固体である。塩素は常温では黄緑色で刺激臭のある気体であり、酸化マンガ^①ン(IV)に濃塩酸を加えて加熱することにより得られる。塩素は水にわずかに^②溶解し、その一部は可逆的に水と反応して (エ) を生成する。 (エ) には、強い (オ) 力があるため、そのナトリウム塩は、漂白や殺菌消毒に利用されている。

アルカリ金属のハロゲン化物の一種である塩化ナトリウムは水溶液中でほぼ完全に電離する。



塩化ナトリウム水溶液の電気分解では、単体のナトリウムは得られない。そのため、単体のナトリウムを得るためには、塩化ナトリウムの熔融塩電解を行う必要がある。いま、外部電源の正極につないだ電極を (カ) 極、負極につないだ電極を^③ (キ) 極とし、それぞれの電極を、高温で融解した塩化ナトリウムに入れて、電気分解を行った。

問 1. 空欄 (ア) ～空欄 (オ) に入る最も適切な語句を書け。

問 2. 下線部①と下線部②の化学反応の反応式を書け。

問 3. 下線部③について、空欄 (カ) と空欄 (キ) に入る最も適切な語句を書け。また、(カ) 極と (キ) 極の、それぞれの電極上で起こる化学反応を、電子 e^- を用いた反応式で書け。

問 4. 下線部③について, (カ) 極に黒鉛, (キ) 極に鉄を用いて

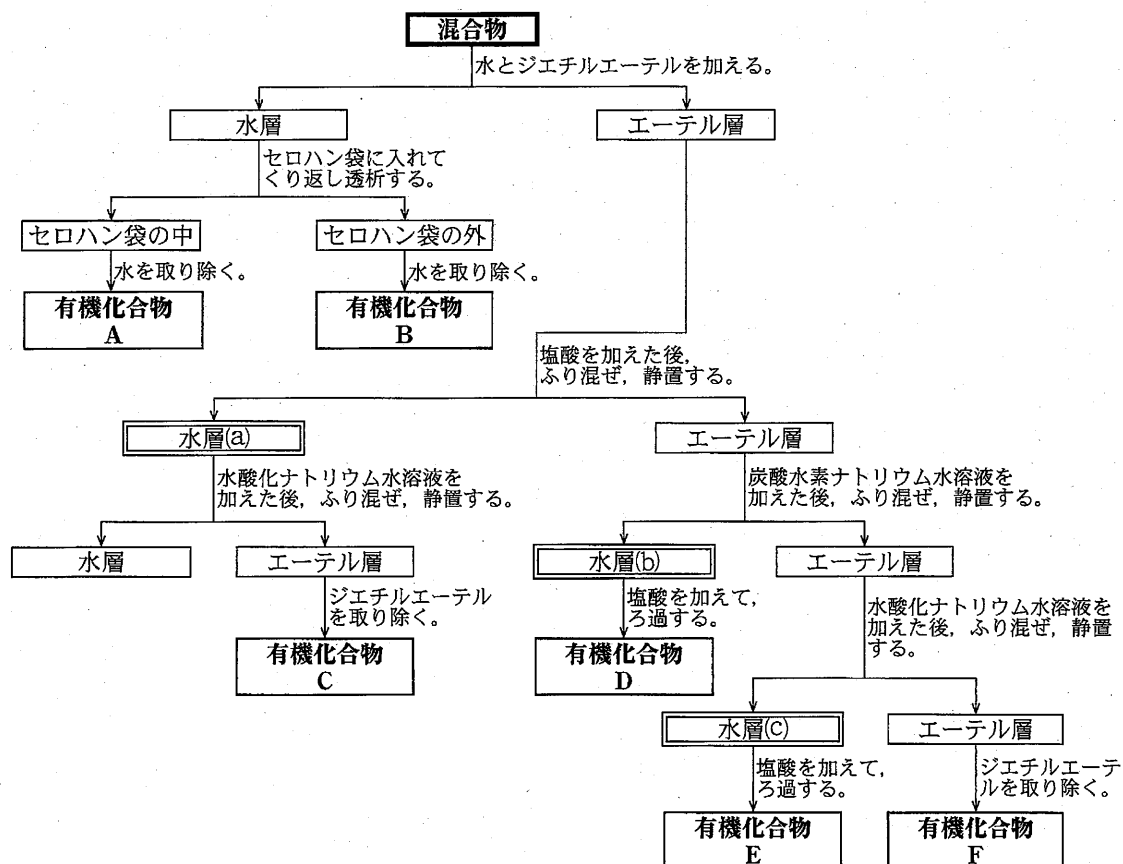
5.00 A の電流を 19 分 18 秒間流して電気分解を行ったところ, (カ)

極で気体が発生した。次の設問(1)と設問(2)に答えよ。

(1) 流れた電子 e^- の物質質量[mol]を有効数字 3 桁^{けた}で求めよ。計算過程も示せ。

(2) (カ) 極で発生した気体の体積[L]を有効数字 3 桁^{けた}で求めよ。計算過程も示せ。なお, 温度は 27 °C, 圧力は 1.00×10^5 Pa とし, 発生した気体は理想気体としてふるまうものとする。

- 4 6種類の有機化合物(アニリン, 安息香酸, グルコース, デキストリン, ナフタレンおよびフェノール)からなる混合物がある。これらの混合物を分離するために, 下図のような実験操作をおこなった。問1～問5に答えよ。



問 1. 混合物に含まれる 6 種類の有機化合物の中で, 次の(1)～(6)の文章の記述内容にあてはまるものをすべて選び, その化合物名を書け。

- (1) 成分元素は, 炭素, 水素および酸素の 3 種類である。
- (2) 官能基として, ヒドロキシ基を有する。
- (3) 昇華性があり, 防虫剤や染料の原料として利用される。
- (4) 酵母のもつ酵素群チマーゼの作用により, エタノールと二酸化炭素になる。
- (5) さらし粉水溶液を加えると, 赤紫色を呈する。
- (6) 塩化鉄(III)水溶液を加えると, 青～紫色に呈色する。

問 2. 有機化合物の分離操作には、しばしば分液ろうとが用いられる。これについて、次の設問(1)と設問(2)に答えよ。

- (1) 分液ろうとに水とジエチルエーテルを入れてよくふり混ぜて静置すると、分液ろうと内では上層と下層の2層に分かれる。このうち、ジエチルエーテルによく溶ける化合物は、上層と下層のどちらに含まれるかを答えよ。
- (2) 分液ロートを用いる分離操作では、分液ろうとを逆さにして振り混ぜたのち、コックを開く操作を繰り返す。コックを開く操作を行う理由を簡潔に述べよ。

問 3. 図中の水層(a)、水層(b)、および水層(c)には、有機化合物の塩1種類が含まれる。水層(a)、水層(b)、および水層(c)に含まれる塩の名称を書け。

問 4. 次の設問(1)と設問(2)に答えよ。

- (1) 水層(a)に水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに、水層(a)に含まれる有機化合物に生じる化学反応の反応式を書け。
- (2) 水層(b)に希塩酸を加えたときに、水層(b)に含まれる有機化合物に生じる化学反応の反応式を書け。

問 5. 図中のAからFに含まれる有機化合物の名称を書け。

5 次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

ポリエチレンテレフタレート (PET) は テレフタル酸とエチレングリコールの^①
(ア) 重合により合成され、 (イ) 結合により重合された高分子化合物
である。 PET は耐熱性や耐摩耗性に優れ、紫外線にも強いので、ペットボトル
の原料や繊維として幅広く用いられ、リサイクルも比較的容易である。 また、
(ウ) 結合の形で重合した合成繊維は一般にナイロンとよばれ、^②
主なものにナイロン 66 などがある。 ナイロン 66 は、アジピン酸とヘキサメチレンジアミン^③
の (エ) 重合により合成され、 分子構造の似ている絹に近い感触がある。さ
らに、ナイロン 66 は丈夫で軽く、弾力があるため、ナイロン 66 で織った布はし
わになりにくく、スポーツウェアなどで利用されている。これらの高分子化合物
は自然環境のもとでは環境中に長期間残留してしまうのが問題であった。しかし
近年、これらの高分子化合物が特殊な微生物由来の酵素によって分解できること
が発見され、これらの合成高分子化合物の処理への応用による環境負荷の低減が
期待されている。

問 1. 上記文章中の空欄 (ア) ～空欄 (エ) に入る適切な語句を書け。

なお、同じ語句を何度も使ってもよい。

問 2. 下線部①の化学反応式を答えよ。

問 3. 下線部②について、高分子化合物のリサイクルには、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクルがある。それぞれのリサイクル方法の特徴の記述について、次の(a)~(d)から適切なものを1つだけ選び、記号で答えよ。

- (a) 化学反応により分解して原料の単量体や有用な物質に変換し、資源として再利用する。
- (b) 燃焼により発生した熱をエネルギーとして利用する。
- (c) 使用済みの製品を洗浄した後、再度製品として利用する。
- (d) 回収した製品から異物を除き、粉砕してから融解し、成型加工して素材をそのまま再利用する。

問 4. 平均分子量 1.92×10^4 の PET には、(イ) 結合が何個含まれるか答えよ。計算過程も示せ。

問 5. 下線部③の化学反応式を次に示す。この化学反応式を参考に、平均分子量 4.52×10^4 のナイロン 66 を 1 mol 合成するのにアジピン酸は何 g 必要か有効数字 3 桁^{けた}で答えよ。計算過程も示せ。

