

理 科

9 : 00~11 : 00

解 答 上 の 注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は、34 ページある。このうち、「物理」は2～7 ページ、「化学」は8～18 ページ、「生物」は19～27 ページ、「地学」は28～34 ページである。
3. 「物理」、「化学」、「生物」、「地学」のうちから、あらかじめ届け出た2科目について解答せよ。各学部・系の必須科目(◎印)と選択科目(○印)は下表のとおりである。

学部・系・専攻 科目	理学部				医学部						歯学部		工学部				農学部			獣医学部	水産学部		
	数 理 系	物 理 系	化 学 系	生 物 学 系	医 学 系	保 健 学 系					学 部	学 部	応 用 理 工 系	情 報 工 学 系	口 頭 レ ク ス ト 系	機 械 知 能 工 学 系	環 境 社 会 工 学 系	農 ・ 総 合 系	農 ・ 化 学 系	農 ・ 生 物 学 系	医 学 部	水 産 学 部	
						看 護 学 専 攻	放 射 線 技 術 攻	科 学 技 術 攻	検 査 技 術 攻	学 理 学 攻													理 療 法 学 攻
物理	◎	◎	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○
化学	○	○	◎	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
生物	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○
地学	○	○	○	○												○	○	○	○				○

注：工学部(応用理工系、環境社会工学系)は、物理又は化学を含む2科目選択

4. 受験する科目の解答用紙には、受験番号および座席番号(上下2箇所)を、監督員の指示に従って、指定された箇所にならず記入せよ。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

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, N = 14, O = 16

ファラデー定数： 9.6×10^4 C/mol

0℃の絶対温度：273 K

1 molの理想気体の体積：22.4 l (0℃, 1 atm)

1 次の I, II に答えよ。

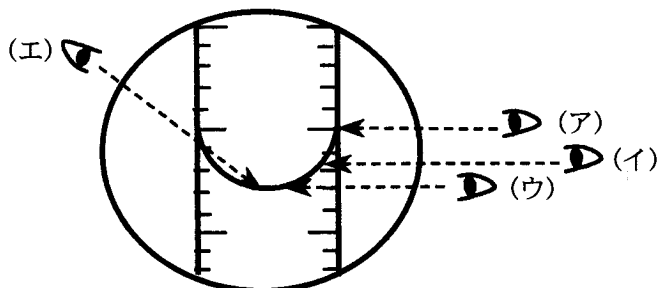
I 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

標準状態で体積 33.6 ml の二酸化炭素が水 50 ml に溶解した水溶液がある。

(1) これに、0.20 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液を 50 ml 加えた。この溶液中に指示薬 **(a)** を少量入れ、ビュレット を用いて 0.20 mol/l の塩酸で中和滴定を行った。その結果、pH 9 付近で赤色の溶液は無色に変わり、第一の中和点(A点)を知った。さらに、この溶液に指示薬 **(b)** を滴下して中和滴定を続けたところ、pH 4 付近で溶液は黄色から赤色に変化して、第二の中和点(B点)を決めた。

問 1 下線部(1)について、水溶液に溶解している二酸化炭素の物質量を有効数字 2 桁で答えよ。

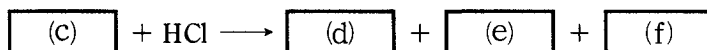
問 2 下線部(2)のビュレットの目盛りを正しく読むための視線の位置を(ア)～(エ)の中から一つ選び、記号で答えよ。なお、矢印は視線の先端を示す。



問 3 と にあてはまる最も適当な指示薬はどれか。次の中から、それぞれ、一つ選び記号で答えよ。

- (ア) フェノールフタレイン (イ) メチルオレンジ
(ウ) ブロモチモールブルー (エ) クレゾールレッド

問 4 中和点A点からB点の間で、次の反応が起こる。空欄 ~ に化学式を入れて、反応式を完成せよ。ただし、, , の順序は問わない。

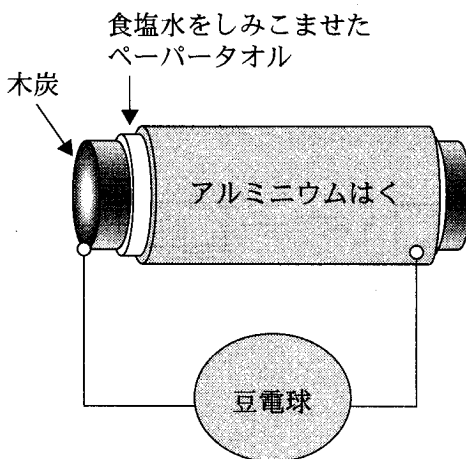


問 5 第一の中和点(A点)までに、滴定に要する塩酸の体積は何 ml か。有効数字 2 桁で答えよ。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問1～問6に答えよ。

下図の様に食塩水をしみこませたペーパータオルで棒状の木炭を包み、さらにその外側をアルミニウムはくで覆い、木炭とアルミニウムはくに豆電球を結線した。このとき空気中で豆電球が点灯した。これは、木炭とアルミニウムはくの間には、電位差が生じ、電池が形成されていることを示している。この電池では、豆電球を点灯し続けると徐々に暗くなったが、アルミニウムはくを新しいものに交換すると再び明るく点灯した。この電池を密閉容器内に入れ、内部を純粋な酸素で満たして一定時間豆電球を点灯させたところ、標準状態に換算して0.56 mlの酸素が消費された。

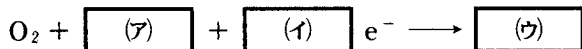
これらのことからこの電池では、アルミニウムはくが 極となり、電子は から豆電球を通過して へ流れると考えられる。



問 1 下線部(1)の電位差のことを何というか。適当な用語を答えよ。

問 2 下線部(2)の事実から、アルミニウムはくではどのような反応が起こっているか。電子 e^- を用いた反応式によって示せ。

問 3 下線部(3)における酸素が電子 e^- を消費する反応について、次の空欄
 , には係数を含む化学式を、 には係数を
 記入して、反応式を完成させよ。



問 4 下線部(3)において、酸素が 0.56 ml 消費される間に豆電球に流れる電気
 量を有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 ~ に最も適する語句を以下から選び、記号で答え
 よ。

- | | |
|--------------|-------------|
| (ア) 正 | (イ) 負 |
| (ウ) 陽 | (エ) 陰 |
| (オ) アルミニウムはく | (カ) 木炭 |
| (キ) 食塩水 | (ク) ペーパータオル |

問 6 アルミニウムはくを以下の金属はくに交換して実験を行った。アルミニ
 ウムはくの場合と比べて豆電球が明るく点灯する金属を以下の(ア)~(ク)から
 全て選択し、記号で答えよ。

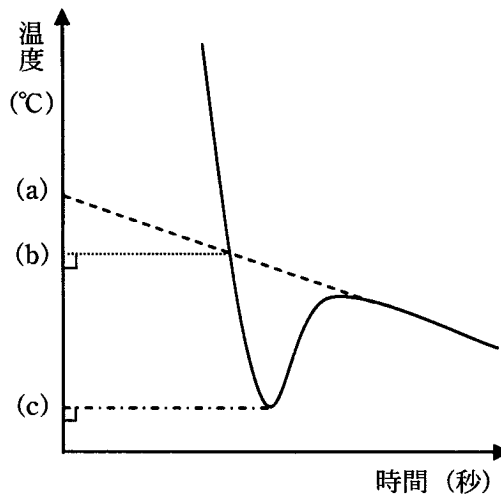
- | | | |
|------------|--------|----------|
| (ア) 銅 | (イ) 金 | (ウ) ニッケル |
| (エ) 鉄 | (オ) 亜鉛 | (カ) スズ |
| (キ) マグネシウム | (ク) 白金 | |

2 次の I, II に答えよ。数値は、有効数字 2 桁で答えよ。

I 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。

純水 100 g にスクロース(シヨ糖) 0.010 mol が溶解した水溶液(溶液 A), 純水 200 g に 0.010 mol のスクロースが溶解した水溶液(溶液 B), および純水 100 g に塩化ナトリウム 0.010 mol が溶解した水溶液(溶液 C) を用意して, その沸点, 凝固点と浸透圧を比較した。

問 1 溶液 A～C の凝固点を求めるために, 溶液を氷と食塩水(寒剤) でゆっくり冷却しながら, 溶液の温度を測定したところ下図の冷却曲線(実線)を得た。凝固点に最も近いものを(a)～(c)から選び, 記号で答えよ。



問 2 溶液 A, B, C および純水のうち, 沸点の高いものから順に並べたものを(a)～(d)から選び, 記号で答えよ。

(a) $C > A > B > \text{純水}$

(b) $A > B > C > \text{純水}$

(c) $\text{純水} > C > B > A$

(d) $A = C > B > \text{純水}$

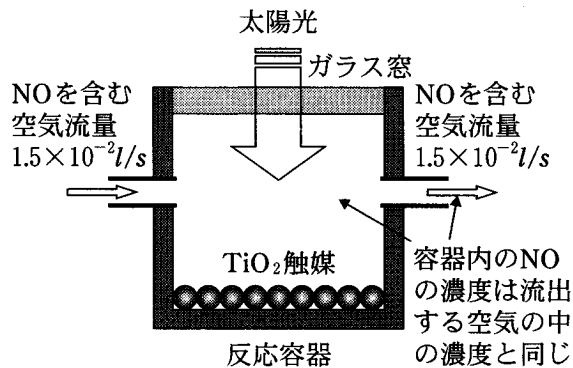
問 3 溶液Bの凝固点は、 -0.093°C であった。溶液Cを冷却して純粋な氷が50 gできるときの温度($^{\circ}\text{C}$)を求めよ。

問 4 溶液Bの 27°C における浸透圧は、 1.2 atm であった。溶液Aを 57°C にしたときの浸透圧(atm)を求めよ。

II 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

車の排ガスに含まれる大気汚染物質のNOは、太陽光を照射することで触媒作用を発現するTiO₂を用いて大気中から分解除去できる。この反応の速さはTiO₂触媒の質量に比例するものとする。

反応の速さを調べるため、下図に示す反応容器を用いてNOの分解反応を行った。容器の底にTiO₂触媒を1.0g塗り、上から太陽光を照射した。この容器にNOを含む空気を1秒間あたり $1.5 \times 10^{-2} l$ 流し、容器から流出する空気の中のNOの濃度を測定する実験A、B、Cを行い、結果を次の表にまとめた。ただし、容器内のNOの濃度は流出する空気の中の濃度と同じである。



実験	容器に流入する空気中のNOの濃度	容器から流出する空気中のNOの濃度	1秒あたり分解されたNOの物質質量
A	$4.0 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$	$1.6 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$	<input type="text" value="(a)"/> mol/s
B	$6.0 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$	$2.4 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$	$5.4 \times 10^{-10} \text{ mol/s}$
C	$8.0 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$	$3.2 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$	$7.2 \times 10^{-10} \text{ mol/s}$

実験結果よりTiO₂触媒1gあたりの反応の速さ v はNOの濃度[NO]を用いて、次ので表せる。

$$v = k [\text{NO}]^{\text{(b)}} \text{ [mol/(g}\cdot\text{s)]}$$

ここで、 k はと呼ばれ、その値はとなる。

ある道路では一日に1000台の車が走行し、距離1 mあたり 1.0×10^{-7} mol/s のNOが排出される。この道路上でNOの濃度を環境基準値の 1.6×10^{-9} mol/lにするには、道路の距離1 mあたり質量 のTiO₂触媒を道路に塗ればよい。ただし、道路の路面での反応は図の反応容器中での反応と同様に起こるものとする。

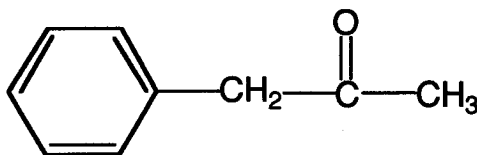
問1 と に適する数値を答えよ。ただし、指数 は整数である。

問2 と に最も適切な語句を入れよ。

問3 と に適する数値を単位とともに答えよ。

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5に答えよ。

サリチル酸とある高級脂肪酸Aの混合物をメタノールに溶解した。この溶液に少量の濃硫酸を加え加熱したところ、サリチル酸は化合物B^(ア)を与えた。また、Aは化合物Cを与えた。この反応液からBとCを混合物として取り出した。この混合物にエーテルを加え溶解し、分液漏斗に移した。この分液漏斗に0.1 mol/l水酸化ナトリウム水溶液を加え、十分に振った後、静置したところ、エーテル層①と水層の二層に分離した。この時、水層は強いアルカリ性を示した。エーテル層①を取り除いた水層に1 mol/l塩酸を加え、酸性とした。この水層にエーテルを加え、十分に振った後、静置したところ、エーテル層②と水層の二層に分離した。

また、Aをメタノールに溶解し、少量の白金を触媒として加え水素と反応させたところ、水素が消費された。^(イ)

問1 高級脂肪酸Aとサリチル酸に共通する官能基の名称および共通しない官能基の名称をそれぞれ示せ。

問2 下線部(ア)の操作により起こる反応の一般的な名称を示せ。また、化合物Bの化学構造を示せ。

問 3 エーテル層①とエーテル層②に含まれる化合物の組み合わせとして正しいものは(a)~(d)のうちどれか，記号で示せ。

	エーテル層①	エーテル層②
(a)	化合物B	化合物C
(b)	化合物C	化合物B
(c)	/	化合物Bと化合物C
(d)	化合物Bと化合物C	/

問 4 0.5 g の A を用いて下線部(イ)の反応が完結したとき，標準状態で体積 148 ml の水素が消費された。この高級脂肪酸 A の分子中に含まれる炭素原子間の二重結合の数を示せ。ただし，A の分子量は 304 である。

問 5 下線部(ア)の反応が完結したとき，化合物 C の分子中に含まれる炭素原子の数が 21 個であることがわかった。高級脂肪酸 A の分子式を示せ。

II 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

二種類の高分子化合物AとBをそれぞれ塩酸により完全に加水分解したところ、AからはC、そしてBからはDという水溶性の化合物を与えた。Aの水溶液にヨウ素液を加えると青色に呈色した。一方、Cの水溶液にフェーリング液^(ア)を加えて加熱すると赤色沈殿が生じた。

イオン交換樹脂は無機イオンだけでなく、イオンとなる官能基を持つ有機化合物も捕らえることができる。たとえば、ニヒドリン反応で赤紫色を示し、タンパク質を構成する低分子化合物^(イ)は、陽イオン交換樹脂に捕らえられる官能基および陰イオン交換樹脂に捕らえられる官能基を持っている。Dは、分子量131、炭素原子6個からなる直鎖状分子で、上記のタンパク質を構成する低分子化合物と同じ二種類の官能基を持っていた。Aの加水分解反応液に陰イオン交換樹脂を加えると、イオンとイオンを置き換えることができる。この際、遊離したイオンが塩酸由来のイオンと反応を起こすため、反応後この樹脂を除くだけでCの純粋な水溶液を作ることができる。

問1 A～Cの化合物名を記せ。またDの構造式を記せ。

問2 下線部(ア)に示す方法以外で、この物質を検出する反応の名称を記せ。

問3 Bを合成する化学反応式を記せ。

問4 文章中の～にあてはまる適当な語句を記せ。

問5 下線部(イ)に示す化合物の一般名を記せ。