

北海道大学 医学部 一般前期 H—24 ㊤
歯学部
理 科

15:00～17:00

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40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19～32ページ、「地学」は33～40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・群・専攻の必須科目(◎印)と選択科目(○印)は下表のとおりである。

学部・系・群・専攻 科目	総 合 入 試					学 部 別 入 試								
	理 系					医 学 部						歯 学 部	獣 医 学 部	水 産 学 部
	数学重点選抜群	物理重点選抜群	化学重点選抜群	生物重点選抜群	総合科学選抜群	医 学 系	保 健 学 系							
							看護学専攻	放射線技術科学攻	専攻検査技術科学攻	理学療法科学専攻	作業療法科学専攻			
物理	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○
化学	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○
生物	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○
地学	○	○	○	○	○									○

4. 受験する科目のすべての解答用紙には、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、指定された箇所に必ず記入せよ。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
なお、選択問題がある科目については、問題文の指示に従うこと。
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。

問題 訂正

平成 24 年度 一般入試

前期日程

教科・科目名 化学 問題紙 2 II 問 1

解答用紙 2 II 問 1

記

問題紙

誤) 電気量 [F]



正) 電気量 [C]

解答用紙

誤) F



正) C

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, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

S = 32.1, Fe = 55.8, Cu = 63.5, Zn = 65.4, Br = 79.9,

Ag = 108, Pb = 207

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

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

1 mol の理想気体の体積： $22.4 \text{ L} (0^\circ\text{C}, 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} [= 1 \text{ atm}])$

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

0°C の絶対温度： 273 K

1

I, II に答えよ。

I 次の問 1 ～ 問 4 に答えよ。

問 1 次の(ア)～(ケ)の分子のうち、下の(a)～(c)のそれぞれにあてはまるものをすべて選び、(ア)～(ケ)の記号で答えよ。

(ア) H_2S

(イ) CO_2

(ウ) CH_4

(エ) CH_3Cl

(オ) C_2H_2

(カ) HCl

(キ) C_2H_4

(ク) N_2

(ケ) NH_3

(a) 分子内の結合が単結合だけである分子

(b) 極性分子

(c) 非共有電子対をもたない分子

問 2 次の(a)~(c)について、指定された順に4つの原子、イオンまたは分子を例にならってなれよ。

(例) (問) 原子番号の小さい原子からなれよ: Be, H, Li, He

(答) H He Li Be

(a) 第一イオン化エネルギーの小さい原子からなれよ:

He, Si, Na, Cl

(b) イオン半径の小さいイオンからなれよ: Na^+ , Li^+ , Be^{2+} , Cl^-

(c) 沸点の低い分子からなれよ: HF, CH_4 , HI, HBr

問 3 標準状態(0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)で 1.0 m^3 の理想気体に含まれる気体分子の個数をロシュミット定数 $[\text{1/m}^3]$ と呼び、分子数の計算に用いられる。ロシュミット定数を有効数字2桁で答えよ。また、容積が100 Lの密閉容器内でドライアイス 880 g をすべて気化させたときに、その容器内に含まれる二酸化炭素分子の数密度はロシュミット定数の何倍になるか。有効数字2桁で答えよ。ただし、数密度の値は 1 m^3 あたりの分子の個数とし、容器内の二酸化炭素は、すべてドライアイスの気化によって生じたものとする。また、 $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ である。

問 4 天然に存在する銅原子には、1個の ^{12}C 原子の質量を12としたときの相対質量が、62.9と64.9の2種類の安定同位体が存在する。銅 10 mol 中には、相対質量が64.9の銅原子が何個存在すると考えられるか。有効数字1桁で答えよ。

II 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体である。

四酸化二窒素 N_2O_4 は、固体状態では無色であるが、液体および気体状態では、 N_2O_4 の一部が二酸化窒素 NO_2 に解離し、 NO_2 に由来する呈色を示す。

NO_2 は、水と反応させると酸を生じる。 N_2O_4 は、ロケットのエンジンにおいて燃料を酸化させる酸化剤として用いられている。

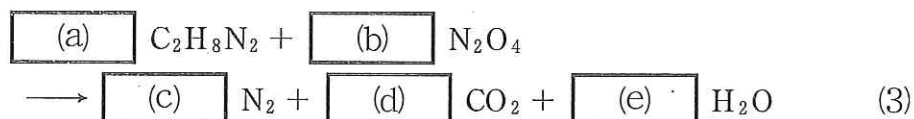
固体の N_2O_4 と窒素 N_2 のみが容積 15.0 L の密閉容器に入っている。容器は冷却されており、 N_2O_4 と N_2 の物質量はそれぞれ 0.500 mol と 1.50 mol である。この容器の温度をゆるやかに上昇させて、27℃ の温度で一定になるようにした。 N_2O_4 は気体となり、長時間放置することによって、 N_2O_4 と NO_2 は式(1)の平衡に達した。平衡状態における容器内の混合気体の全圧は $3.50 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。このとき、 N_2O_4 の物質量が、0.500 mol から $0.500(1 - \alpha)$ [mol] に変化したと仮定すると、 NO_2 の物質量は 1.00α [mol] となり、容器内の N_2O_4 、 NO_2 および N_2 からなる混合気体の平均分子量は、 α を用いて $\boxed{\text{ア}} \times \frac{1}{(4 + \alpha)}$ となる。式(1)の平衡定数 K_c の値は $\boxed{\text{イ}} \times \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)}$ [/L] となり、 α を代入して求められる。ただし K_c は、 N_2O_4 と NO_2 の濃度を $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ とおくと式(2)で表される。 α は N_2O_4 と NO_2 の分圧の和を用いて、理想気体の状態方程式から求めることができる。



$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad (2)$$

問1 下線部(i)について、酸ができる化学反応式を一つ記せ。

問 2 下線部(ii)について、ロケットエンジンの推進力として、ジメチルヒドラジン $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ と N_2O_4 の燃焼反応が用いられている。この燃焼反応が、式(3)のように、 N_2 、二酸化炭素 CO_2 および水 H_2O のみを生じる場合、式(3)の (a) ~ (e) に係数を入れて、 $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ と N_2O_4 の燃焼反応の化学反応式を完成させよ。



問 3 下線部(iii)について、式(1)の平衡に到達したときの N_2O_4 と NO_2 の分圧の和を有効数字 2 桁で答えよ。

問 4 (ア) にあてはまる適切な値を整数で答えよ。

問 5 (イ) にあてはまる適切な値を有効数字 2 桁で答えよ。

2

I, IIに答えよ

I 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

硫酸を合成するには、硫黄化合物あるいは硫黄を空气中で酸化して、二酸化硫黄をつくる。⁽¹⁾ つぎに、酸化バナジウムを触媒として、二酸化硫黄を空气中で酸化して、⁽²⁾ その生成物から硫酸を得る。

問1 下線部(1)の反応において、原料として黄鉄鉱 FeS_2 を用いたとき、生成物として酸化鉄(III) Fe_2O_3 と二酸化硫黄が生じた。下線部(2)の反応においては気体の生成物が得られた。(1)および(2)の反応式を記せ。また、それぞれの反応で得られた生成物中の硫黄原子の酸化数を記せ。

問2 下線部(1)の反応で、10 g の硫黄をすべて二酸化硫黄とし、これがすべて下線部(2)の反応で得られる気体の生成に消費された場合、下線部(2)の反応でどれだけの気体が生成するか。気体の質量[g]を有効数字2桁で答えよ。ただし、下線部(1)および(2)の反応で副生成物は生じないものとする。

問3 つぎの(ア)～(ウ)に示す気体が発生する反応は、硫酸のどのような性質、作用を使った反応か。下の(a)～(i)から最も適切なものそれぞれ1つ選び記号で答えよ。

(ア) エタノールに濃硫酸を加えると、エチレンが発生する。

(イ) 銅に濃硫酸を加えて加熱すると、二酸化硫黄が発生する。

(ウ) 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。

(a) 強酸性 (b) 弱酸性 (c) 還元作用

(d) 酸化作用 (e) 脱水作用 (f) 吸湿性

(g) 潮解性 (h) 揮発性 (i) 不揮発性

問4 25°C における 0.10 mol/L の希硫酸の水素イオン濃度は 0.11 mol/L である。第一段階の電離がすべて進行すると仮定し、 25°C における第二段階の電離度 α および電離定数 $K[\text{mol/L}]$ を有効数字2桁で求めよ。

Ⅱ 電解精錬に関する以下の文章を読み、問 1 ～ 4 に答えよ。解答の有効数字は 2 桁とする。ただし、流れた電流はすべて金属の溶解・析出に使われ、気体は発生しないものとする。また、反応によって溶液の体積は変化しないものとする。

不純物金属として銀、亜鉛および鉛のみを含む粗銅および純銅を電極にし、銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+} を含む硫酸酸性水溶液 1.00 L 中で電解精錬を行った。10.0 A の直流電流をある一定時間流したところ、粗銅は 103.5 g 減少し、純銅は 100.0 g 増加した。溶液中の銅イオンの濃度は 0.0600 mol/L 減少した。また、反応中に生じた沈殿の質量は 3.87 g であった。

問 1 この反応で流れた電気量[F]を求めよ。

問 2 粗銅から溶けだした銅の質量[g]を求めよ。

問 3 この電解精錬により粗銅から放出された不純物の銀、亜鉛、鉛が、次の(あ)～(う)のいずれの状態で反応槽内に存在するかを記号で答えよ。

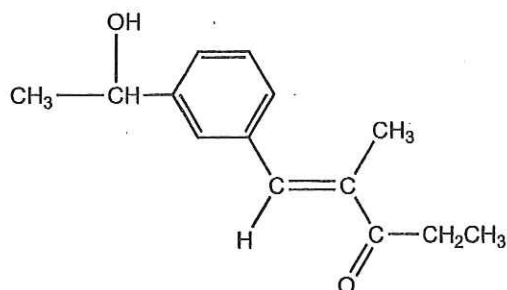
- (あ) イオンとして溶解している。
- (い) 金属塩として沈殿している。
- (う) 金属として沈殿している。

問 4 溶液中の銅イオン濃度の減少 0.0600 mol/L は、粗銅からの不純物イオンの放出にともなって生じた。この電解精錬により粗銅から放出された亜鉛の質量[g]を求めよ。

3

I, II に答えよ。なお、構造式は記入例にならって記せ。

(記入例)

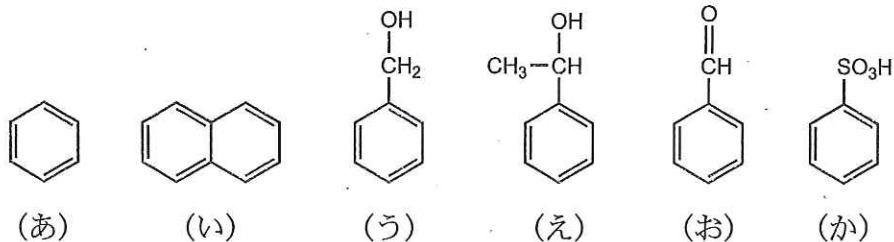


I 次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

ベンゼンの一つの水素を別の基で置換した化合物 A～D は炭素、水素、窒素、酸素以外の元素を含まず、分子量は 122 以下である。A～D の混合物をジエチルエーテルに溶解させた溶液に希塩酸を加えて抽出し、エーテル層 I と水層 I に分離した。水層 I に水酸化ナトリウム水溶液を加え、ジエチルエーテルで抽出して化合物 A を得た。エーテル層 I を炭酸水素ナトリウム水溶液で抽出し、エーテル層 II と水層 II に分離した。水層 II に希塩酸を加えて十分に酸性にしたところ固形物 B が沈殿した。エーテル層 II を水酸化ナトリウム水溶液で抽出してエーテル層 III と水層 III に分離した。エーテル層 III からは中性の化合物 C が得られた。水層 III に、多量の二酸化炭素を吹き込んだ後エーテルで抽出して、酸性の化合物 D を得た。

問 1 化合物 A は分子量が 100 より小さく、無水酢酸と反応する。この反応で生成する芳香族化合物の分子量を整数で答えよ。

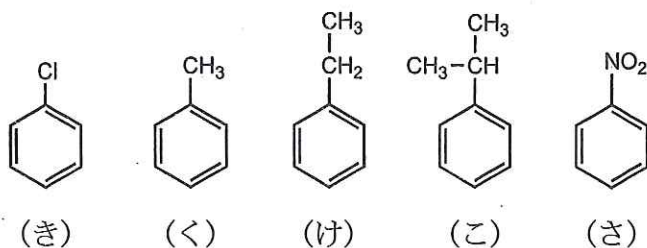
問 2 化合物 B は、芳香族化合物 E を二クロム酸カリウムの希硫酸溶液に入れて温めることにより得られる。E として適切な化合物を次の (あ) ~ (か) からすべて選び記号で答えよ。



問 3 化合物 C の組成式は C_9H_{10} である。C として考えられる化合物は何種類あるか答えよ。

問 4 化合物 D の水溶液に大過剰の臭素水を加えると分子量 260 以上の化合物 F が白色沈殿として生じた。F の構造式を記せ。

問 5 化合物 D は芳香族化合物 G のアルカリ融解により合成できる。G として最も適切なものを次の (き) ~ (さ) から一つ選び記号で答えよ。



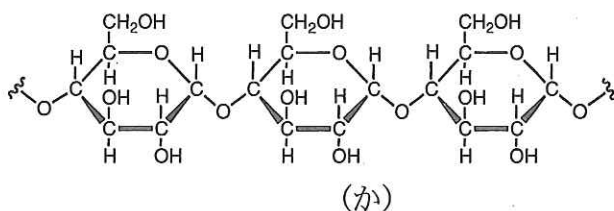
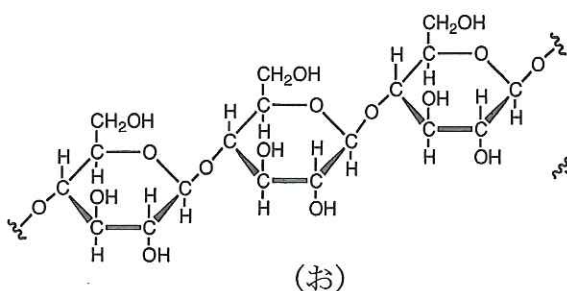
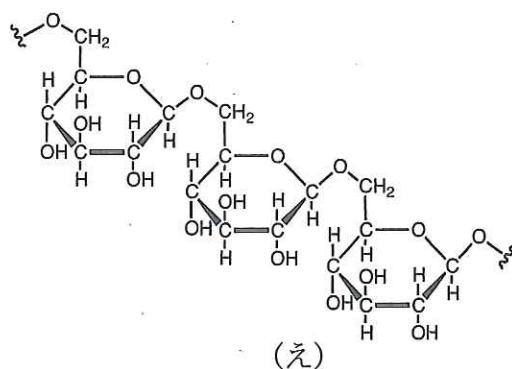
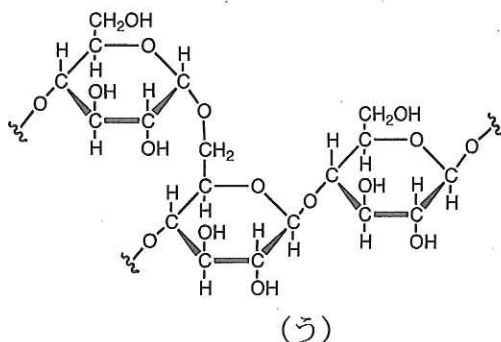
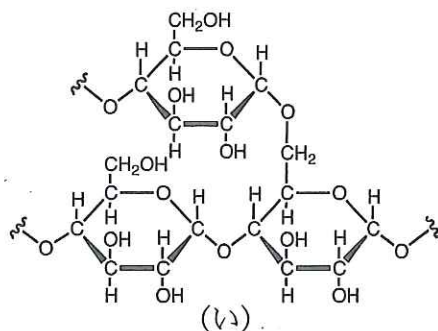
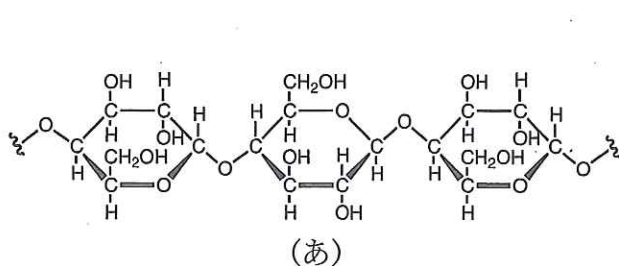
問 6 化合物 D 10.0 g と金属ナトリウム 0.115 g を反応させた。このときに、発生する気体の標準状態での体積 [mL] を有効数字 2 桁で求めよ。

Ⅱ 次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

多糖類は多数の単糖がグリコシド結合により縮合重合したものである。例えば、穀類に多く含まれるデンプンはグルコース ($C_6H_{12}O_6$) が重合したアミロースと の混合物であり、その水溶液は との反応によって青色～紫色に呈色する。一方、植物の細胞壁の主成分であるセルロースもグルコースがその構成単位であるが との反応で呈色せず、水に不溶である。アミロースとセルロースは、構成するグルコースの立体構造が異なっている。デンプンまたはセルロースに酸を加えて加水分解すると、ともにグルコースの水溶液を生じる。この水溶液は 種類のグルコースの異性体を含み、フェーリング液と反応して赤色沈殿を生じる。酵母のはたらきによってグルコースからエタノールと二酸化炭素を生じる。このような反応をアルコール発酵という。

問 1 と にあてはまる適切な語句、 にあてはまる適切な数値を記せ。

問 2 アミロースとセルロースの部分構造を次の(あ)～(か)から選択せよ。



問 3 下線部は、ある官能基の性質を利用した反応である。この官能基についての記述(ア)～(エ)について、誤っているものを一つ選べ。

- (ア) クメンヒドロペルオキシドと硫酸との反応により、この官能基をもつ化合物が得られる。
- (イ) 還元すると第一級アルコールを与える。
- (ウ) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、単体の銀が析出する。
- (エ) 塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)の存在下でエチレンと酸素を反応させると、この官能基をもつ化合物が得られる。

問 4 フェーリング液は銅(II)イオンを含むアルカリ水溶液であり、グルコースの水溶液を加えると酸化銅(I)を生じる。グルコース 1.20 g から何 g の酸化銅(I)が生じるか、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、グルコースは完全に消費されるものとし、1 mol のグルコースから 1 mol の酸化銅(I)が生じる。

問 5 アルコール発酵により 1 分子のグルコースから 2 分子のエタノールと 2 分子の二酸化炭素が生じる。デンプン 20.0 g を加水分解して得られたグルコースを完全にアルコール発酵させ、発生した二酸化炭素を 2.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 300 mL に通じ、すべての二酸化炭素を吸収させた。この溶液を 15.0 mL 取り、フェノールフタレイン数滴を加えた後、1.50 mol/L 塩酸を滴下した。溶液が無色になるまでに要した塩酸の量は何 mL か、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、二酸化炭素の吸収過程における溶液の体積は変化しないものとする。

H-24 ①

受 番	験 号	A							
--------	--------	---	--	--	--	--	--	--	--

見
本

解答用紙番号
化学0—1
52—0—1

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (化学)

3枚の解答用紙と1枚の下書き用紙がある。
下書き用紙は回収しない。

座 番	席 号			
--------	--------	--	--	--

(下の座席番号欄にも記入すること。)

注意
※採点記入欄
には何も記
入しないこ
と。

1

I 問 1

(a)		(b)	
(c)			

問 2

(a)	
(b)	
(c)	

問 3

ロシュミット定数	/m ³	倍
----------	-----------------	---

問 4

--

問 1, 2

問 3, 4

II 問 1

--

問 2

(a)		(b)		(c)		(d)		(e)	
-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--

問 3

	Pa
--	----

問 4

(ア)	
-----	--

問 5

(イ)	
-----	--

問 1, 2

問 3 ~ 5

※採点欄

--

H-24 ①

選抜 区分
A

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号
化学0—1

52—0—1

座席番号

10 11 12

※採点表
問題 1
0
13 14 15

H—24 (A)

受 験 号	A								
-------	---	--	--	--	--	--	--	--	--

見
本

解答用紙番号

化学0—2

52—0—2

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (化学)

座 席 番 号

(下の座席番号欄にも記入すること。)

注意
※採点記入欄
には何も記
入しないこ
と。

2

I 問 1

(1) 反応式		酸化数	
(2) 反応式		酸化数	

問 2

	g
--	---

問 3

(ア)		(イ)		(ウ)	
-----	--	-----	--	-----	--

問 4

$\alpha =$	
$K =$	mol/L

問 1, 2

問 3, 4

II 問 1

	F
--	---

問 2

	g
--	---

問 3

銀		亜鉛		鉛	
---	--	----	--	---	--

問 4

	g
--	---

問 1, 2

問 3, 4

※採点欄

--

選抜
区分

A

H—24 (A)

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

化学0—2

52—0—2

座席番号

--	--	--

10 11 12

※採点表

問題 2

0		
---	--	--

13 14 15

H-24 (A)

受験 番号	A								
----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--

解答用紙番号

化学0—3

52—0—3

採点記入欄

理科 解答用紙 (化学)

座
番席
号(下の座席番号欄にも
記入すること。)注意
※採点記入欄
には何も記
入しないこ
と。

3

I 問 1

問 2

問 3

種類

問 4

問 5

問 6

mL

問 1～3

問 4～6

II 問 1

(a)		(b)		(c)	
-----	--	-----	--	-----	--

問 2

アミロース		セルロース	
-------	--	-------	--

問 3

問 4

g

問 5

mL

問 1, 2

問 3～5

※採点欄

選抜
区分

A

H-24 (A)

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

化学0—3

52—0—3

座席番号

10 11 12

※採点表

問題 3

0

13 14 15

◇K30(321—57)