

平成 29 年度 個別学力試験問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ページ
物 理	1 ページ～7 ページ
化 学	8 ページ～13 ページ
生 物	14 ページ～19 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答しなさい。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入しなさい。ただし、表紙には受験番号も必ず記入しなさい。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入しなさい。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページを上記の表に基づいて確認しなさい。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入しなさい。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用しなさい。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
9. 解答冊子はすべて持ち帰ってはいけません。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR, NATIONAL SECURITY AGENCY

TO : [Redacted]

FROM : [Redacted]

SUBJECT: [Redacted]

[Redacted]

1. [Redacted]

2. [Redacted]

3. [Redacted]

4. [Redacted]

5. [Redacted]

6. [Redacted]

7. [Redacted]

化 学

1. 化学は全部で3問題あり、合計5ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は1ページずつ、合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入しなさい。

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DIVISION OF THE PHYSICAL SCIENCES
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
5708 SOUTH CAMPUS DRIVE
CHICAGO, ILLINOIS 60637

Blank area for notes or additional information.

- 1 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、温度は25℃、水のイオン積は $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。必要なら、次ページの常用対数表を使いなさい。

酢酸を水に溶かすと、次のような電離平衡(平衡定数 K_1)が成り立つ。電離定数は $K_a = K_1[\text{H}_2\text{O}] = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である。



一方、アンモニアを水に溶かすと次式のような電離平衡(平衡定数 K_2)が成り立つ。電離定数は $K_b = K_2[\text{H}_2\text{O}] = 2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である。



いま、1.0 Lの水溶液中に当初1.0 molの酢酸と1.0 molのアンモニアが存在するように混合した。平衡に達したとき(平衡定数 K_3)、この水溶液中では、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{NH}_3]$ および $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{NH}_4^+]$ が成り立つ。
(a)



これに少量のHClを加えると、多量にある塩基(ア)が H^+ と反応する。逆に、少量のNaOHを加えると、多量にある酸(イ)が OH^- と反応する。

問1 平衡定数 K_3 を、 K_a 、 K_b 、 K_w を使って表しなさい。なお、導出過程も示しなさい。

問2 K_3 の値を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問3 下線部(a)の理由を簡潔に述べなさい。

問4 下線部(a)の関係を使って、(3)式における $[\text{CH}_3\text{COO}^-]/[\text{CH}_3\text{COOH}]$ の値を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

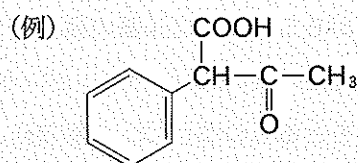
問5 上の問4の値を使って、(3)式の平衡時のpHを求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問6 文中の(ア)と(イ)に適切な化学式を記しなさい。

常用対数表(例えば $\log 1.2=0.08$)

		真数の小数部分 of 値									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
真数の整数部分 of 値	1	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.18	0.20	0.23	0.26	0.28
	2	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.46
	3	0.48	0.49	0.51	0.52	0.53	0.54	0.56	0.57	0.58	0.59
	4	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69
	5	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.77
	6	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.83	0.83	0.84
	7	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.90
	8	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95
	9	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00

- 2 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。ただし、原子量はH = 1.0, C = 12.0, O = 16.0とする。



合成樹脂またはプラスチックには、熱を加えると目的の形に成型することができる熱可塑性樹脂と、原料に熱を加え硬化させて製造する熱硬化性樹脂がある。

フェノールと(ア)を、酸や塩基を触媒として付加縮合させてつくる合成樹脂をフェノール樹脂という。触媒に酸を用いたときに生じる中間生成物は(イ)といい、塩基を用いたときに生じる中間生成物を(ウ)という。

あるプラスチックを粉末にして、エーテルに浸したところ、化合物①が抽出された。①の分子式は $C_{16}H_{22}O_4$ であった。①にアルカリを加えて完全に加水分解した後、溶液を十分に酸性にしたところ、水にほとんど溶けない化合物②と、金属ナトリウムと反応して水素を生じる化合物③が得られた。②の分子式は $C_8H_6O_4$ 、③の分子式は $C_4H_{10}O$ であった。②は、ナフタレンの酸化反応によって合成される、ベンゼン環をもつ化合物であり、炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けた。また、②を加熱すると、水分子がとれた化合物④を生成した。④は、無色針状の結晶で昇華性があり、合成樹脂や染料、色素、医薬品の原料などに用いられている。②には、ベンゼン環の置換基の位置が異なる2種類の異性体がある。一方、③は硫酸による脱水反応を起こし、2-メチルプロペンを生じた。③を適当な酸化剤で酸化して得られた化合物は、還元性を示した。③には、金属ナトリウムと反応しない、3種類の構造異性体が存在する。

(a)

(b)

問1 文中の(ア)~(ウ)に適切な語句を記しなさい。

問2 化合物①と④の構造式を書きなさい。

問3 下線部(a)の2種類の異性体の化合物名をそれぞれ書きなさい。

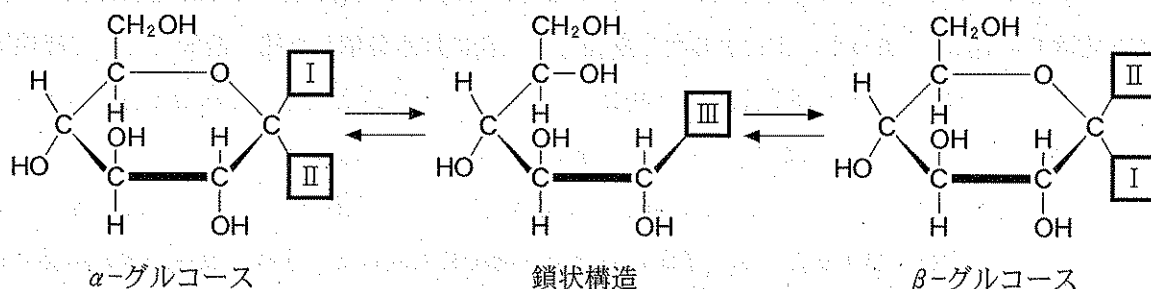
問4 下線部(b)の3種類の構造異性体の構造式をそれぞれ書きなさい。

問5 化合物①を139g合成するために、原料として必要なナフタレンと③の質量をそれぞれ求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

3 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

単糖類にはグルコースやフルクトースなどがあり、これら2つの分子式はいずれも $C_6H_{12}O_6$ である。単糖類は、鎖状構造がもつカルボニル基の種類で2つに分類される。アルデヒド基をもつものを(ア)、ケトン基をもつものを(イ)という。また、六員環構造をとる単糖類は(ウ)型(形)、五員環構造をとるものは(エ)型(形)とよばれる。下図のように、グルコースには α -グルコースと β -グルコースの2種類の立体異性体がある。水溶液中ではこの2種類の他にごく少量の鎖状構造の分子も存在し、3種類の異性体が平衡状態にある。水溶液中のフルクトースには、鎖状構造を介して、主に六員環 β 型(形)と五員環 β 型(形)の平衡がある。

二糖類には**マルトース**や**トレハロース**などがあり、これら2つの分子式はいずれも $C_{12}H_{22}O_{11}$ である。マルトースの水溶液は還元性を示すのに対して、**トレハロースの水溶液は還元性を示さない**。

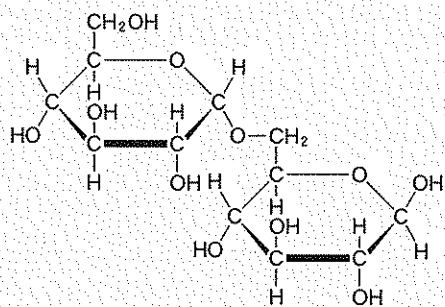


問1 文中の(ア)~(エ)に適切な語句を記しなさい。

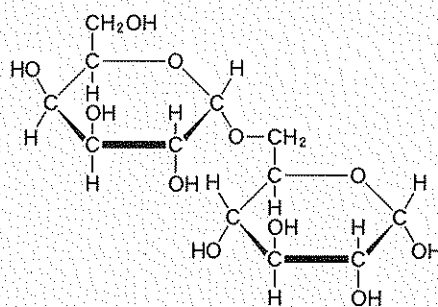
問2 図中の□I~□IIIに適切な原子または原子団を、元素記号を用いて記しなさい。

問3 下線部(a)の構造式を書きなさい。なお、構造式は上のグルコースにならって書きなさい。

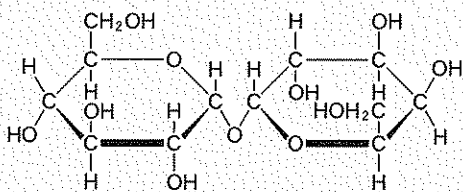
問 4 下線部(b)の立体異性体を次のA～Dから1つ選び、記号で答えなさい。



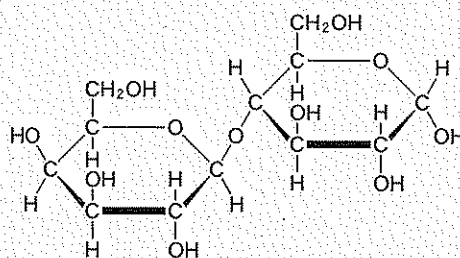
A



B



C



D

問 5 下線部(c)の理由について簡潔に説明しなさい。

