

# 高知大学

平成 27 年度 入学試験問題(前期日程)

## 理 科

(化 学)

教育学部(学校教育教員養成課程)

理 学 部(理学科・応用理学科)

医 学 部(医学科)

問題冊子                      問題…… I ~ VI      ページ…… 1 ~ 5  
解答用紙…… 6 枚(白紙を除く。)  
下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

理 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示のとおり。

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。(「白紙」のページには，記入しないこと。)
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば、次の値を用いよ。なお、扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $S = 32.0$ ,  $Pb = 207$  とし、

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

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

**I** 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(40点)

水素とヨウ素を密閉容器に入れて高温に保つと、ヨウ化水素が生成する。一方、ヨウ化水素を密閉容器に入れて高温に保つと、水素とヨウ素が生成する。このように、どちらの向きにも起こりうる反応を **(ア)** という。

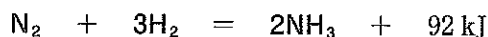
**(ア)** が平衡状態にあるとき、**(イ)**、**(ウ)**、圧力などの条件を変化させると、その変化により生ずる影響を **(エ)** 方向に平衡が移動し、新しい平衡になる。

これを平衡移動の原理または **(オ)** の原理という。

問 1 **(ア)** ~ **(オ)** に当てはまる語句を記せ。

問 2 ある温度で  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  の反応が  $\text{H}_2$  1.0 mol,  $\text{I}_2$  1.0 mol,  $\text{HI}$  4.0 mol で平衡状態にある。温度一定の条件下で、さらに  $\text{H}_2$  0.5 mol,  $\text{I}_2$  0.5 mol を加えて新たな平衡状態になったとき、 $\text{HI}$  は何 mol 存在するか、計算過程とともに答えよ。

問 3  $\text{N}_2$  1 mol と  $\text{H}_2$  3 mol が反応して  $\text{NH}_3$  が 2 mol 生成する反応の熱化学方程式は次のように示される。



この系の平衡状態から、(1)~(3)のように条件を変えた。

(1) 温度を高めた。 (2) 圧力を高めた。 (3)  $\text{N}_2$  を加えた。

それぞれの場合、 $\text{NH}_3$  量はどのように変化するか、下の(a)~(c)から選び記号で答え、あわせてその理由も記せ。ただし、(a)~(c)は何度使用してもよい。

(a) 増加する。 (b) 減少する。 (c) 変化しない。

問 4 アンモニアは上記の反応を利用して、窒素と水素から工業的に生産されている。この合成方法の名称を記せ。

問 5 アンモニアの工業的な生産には、触媒が必要である。その理由を記せ。

II ある有機化合物 X について、その構造を明らかにするために以下のような実験を行った。あとの各問いに答えよ。(35 点)

- (実験 1) 化合物 X を元素分析したところ、炭素が 77.74 %、水素が 7.46 %、酸素が 14.80 % であった。
- (実験 2) 化合物 X のサンプルを高知大学に送り、調べてもらったところ、分子量が 108 であり、ベンゼン環を含むとの回答を得た。
- (実験 3) 化合物 X をナトリウムと反応させると水素が発生した。
- (実験 4) 化合物 X をジエチルエーテルに溶かし、水酸化ナトリウム水溶液と良く振り混ぜたが、化合物 X はジエチルエーテル中に残ったままであった。
- (実験 5) 化合物 X をジエチルエーテルに溶かし、塩酸と良く振り混ぜたが、化合物 X はジエチルエーテル中に残ったままであった。

問 1 実験 1 の結果から化合物 X の組成式を計算過程とともに記せ。

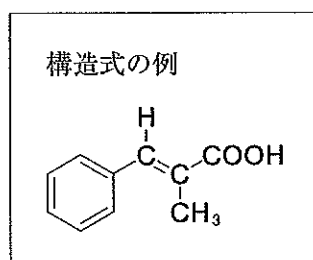
問 2 実験 1, 2 の結果から考えられる有機化合物 X の構造式を例にならってすべて記せ。  
なお、考えられる化合物は 5 種類ある。

問 3 実験 4, 5 の結果より、化合物 X はどのような性質を持つ化合物であると考えられるか簡潔に記せ。

問 4 実験 1 ~ 5 の結果より、化合物 X が何であるか構造式を例にならって記せ。またその名称を答えよ。

問 5 化合物 X と安息香酸を反応させるとエステルが得られる。そのエステルの構造式を例にならって記せ。

問 6 化合物 X を 108 g 用いて問 5 のエステルを合成すると理論的に何グラム of エステルが得られるか、計算過程とともに答えよ。



Ⅲ 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。ただし、すべての反応は理想的に進行するものとする。(28点)

白金を触媒として、水素と酸素を水に変換する反応を利用して電流を取り出す電池を、燃料電池という。この場合、燃料電池の正極では (ア) ，負極では (イ) の反応が起こっている。この燃料電池から、3 A の電流を 30 分間取り出したとすると、標準状態において、正極では (ウ) L、負極では (エ) L の気体が、それぞれ消費される。

一方、上記と同様に 3 A の電流を 30 分間鉛蓄電池を使って取り出した。  
①

問 1 (ア) ， (イ) で起こる反応を、イオン反応式で記せ。

問 2 (ウ) ， (エ) を計算過程とともに、有効数字 2 桁で答えよ。

問 3 下線部①の通り鉛蓄電池を使って電流を取り出した時、鉛蓄電池の負極は何グラム変化するか計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。なお、増加する時には +、減少する時には - を付けて答えよ。

Ⅳ 物質 A に不純物として物質 B が混ざった (1)~(4) がある。これらから物質 B を取り除きたい。下記の例に従って、分離するための実験手順と、その実験手順を選んだ理由を簡潔に記せ。ただし、物質 A と物質 B は、常温・常圧のもとで混ざっているものとする。(32点)

	物質 A	物質 B
例	塩化ナトリウム	砂
(1)	硫酸バリウム	硫酸ナトリウム
(2)	金粉	銅粉
(3)	フェノール	安息香酸
(4)	硝酸カリウム	塩化ナトリウム

例	砂は水に溶けないが、塩化ナトリウムは水に溶けるので、混合物に水を加え、十分にかき混ぜた液を、ろ紙をセットしたろうとに流せば、水に溶けない砂がろ過によって分離できる。
---	--

V 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(35点)

過酸化水素水に少量の0.5 mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて酸素を発生させ、発生した酸素量から時間経過とともに過酸化水素の濃度を求める実験を行った。25℃のもとで実験を開始し、各反応時間に達した時の過酸化水素の濃度を算出したところ、下の表に示す結果が得られた。

時間(分)	0	5	10
濃度(mol/L)	1.08	0.72	0.49

- 問 1 過酸化水素から酸素が発生する反応式を記せ。
- 問 2 実験にはふたまた試験管を使用した。その理由を記せ。
- 問 3 反応を開始する前に、ふたまた試験管を水槽の中にしばらく浸した。その理由を記せ。
- 問 4 この実験で発生した酸素の捕集方法の名称を記せ。
- 問 5 標準状態で2.24 Lの酸素が発生したとすると、何 molの過酸化水素が反応したことになるか、計算過程とともに答えよ。
- 問 6 反応時間0分から5分までの(a)過酸化水素の濃度の変化量、(b)過酸化水素の分解速度、(c)過酸化水素の平均濃度、(d)反応速度定数をそれぞれ計算過程とともに単位をつけて答えよ。

VI 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(30点)

自然界は実に巧妙なやりかたで地球上の生命を育てている。たとえば、デンプンとセルロースは  $\square$ (ア) ( $C_6H_{12}O_6$ ) を同じ構成成分にもつ高分子状の化合物である。しかし、デンプンは貴重な食料源となるのに対し、セルロースはヒトの食料とはならない。これは、デンプンでは  $\alpha$ - $\square$ (ア) が脱水縮合した構造をしているのに対し、セルロースでは  $\beta$ - $\square$ (ア) が直鎖状に縮合しており、結合の様式が全く異なるためである。酵素はこれらの構造の違いを明確に区別することができる。

ところで、 $\square$ (ア) を酵母菌によりアルコール発酵すると、 $\square$ (イ) と  $CO_2$  を生成する。 $\square$ (イ) は酸化されると  $\square$ (ウ) になり、さらに酸化されると  $\square$ (エ) と呼ばれるカルボン酸になる。石油化学産業が盛んとなった今日、工業的には、 $\square$ (イ) は  $\square$ (オ) への水の付加によって作られている。

問 1  $\square$ (ア) ~  $\square$ (オ) に当てはまる化合物名を記せ。

問 2  $\alpha$ - $\square$ (ア) と  $\beta$ - $\square$ (ア) の違いが分かるように、六角形の環状構造式で記せ。

問 3  $\square$ (ウ) を検出するための方法を簡潔に記せ。

問 4 酵素はアミノ酸が脱水縮合したペプチドと呼ばれるタンパク質を主成分としており、生体内で重要な役割を果たす。例えば、グリシンとアラニンが1分子ずつ脱水縮合すると2種のペプチドができる。それぞれの構造を結合の様式がわかる書き方で記せ。なお、この場合、不斉炭素は考慮しなくてよい。

問 5 次の(1)から(5)の化合物を分解するのに必要な酵素を(a)~(e)の中から選び記号で答えよ。

- (1) デンプン    (2) セルロース    (3) タンパク質    (4) 油脂    (5) 過酸化水素  
 (a) リパーゼ    (b) アミラーゼ    (c) カタラーゼ    (d) ペプシン    (e) セルラーゼ

問 6  $\square$ (オ) は工業原料としてとても重要である。下には  $\square$ (オ) からポリ塩化ビニルを製造する工程が示してある。 $\square$ (カ),  $\square$ (キ) に当てはまる化合物の構造式と名称を記せ。

