

平成23年度入学試験問題(後期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから2科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した2科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 出題数は物理、化学、生物おのおの4題、別紙解答用紙は各科目それぞれ1枚である。
7. 受験票は机上に出しておくこと。

I 図のように上下が管でつながった、等しい底面積 S を持つ 2 つの円筒からなる容器がある。下の管の中央は半透膜で仕切られている。この半透膜はグリセリン分子を通さないが水分子を通す。今、左側の円筒に水を、また右側の円筒に希薄なグリセリン水溶液を等量入れ、容器の空気を抜いて密閉した。しばらく放置したところ右側の液面が上昇して停止した。このときの左右の液面の高さの差を h とする。また、左右の液面を延長した面(図の点線)と液面で区切られた円筒内の空間を図のように A、B とする。なお、グリセリン水溶液の濃度は均一である。

この状態において、半透膜を通して右に移動する水分子と左に移動する水分子の数は等しい。また、左右それぞれの液面において蒸発する水分子と凝縮する水分子の数は等しい。ところが、左の液面での水の蒸気圧は水の飽和蒸気圧 p に等しいのに対して、⁽¹⁾ 右の液面での水の蒸気圧は p よりも低く、グリセリン水溶液の水分子の物質量を n_1 、グリセリン分子の物質量を n_2 とすると ⁽²⁾ $\frac{n_1}{n_1 + n_2} p$ となり、左の液面での圧力 p より a だけ低くなる。力のつり合いを考えると、a は空間 A に存在する水分子に働く重力による圧力に等しい。水蒸気が理想気体であり、空間 A での圧力は一様に p であると近似し、気体定数を R 、絶対温度を T とすると、空間 A に存在する水分子の物質量は b である。したがって、水のモル質量を M_w とすると、空間 A に存在する水分子の質量は c となるので、

$$\text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a} S = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c} g \quad (1)$$

が成立する。ただし、 g は重力加速度である。 n_1 が n_2 より十分大きいことを考慮すると、この式は次のようになる。

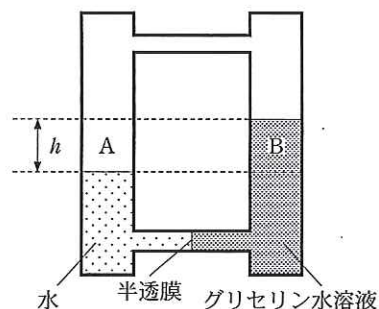
$$\frac{n_2}{n_1} p S = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c} g \quad (2)$$

空間 B に存在する溶液の質量 m_B はほとんどが水の質量と考えられるので、水の密度は $\frac{M_w}{V_w}$ であることを用いると、 $m_B = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d}$ となる。ただし V_w は水のモル体積である。 m_B による重力は水蒸気圧に比べてはるかに大きいので、これが浸透圧 Π を決定する。したがって

$$\Pi S = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d} g \quad (3)$$

となり、(2)、(3)式をまとめると次式が得られる。

$$\Pi = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">e} \quad (4)$$



問 1 下線部(1)(2)の現象をそれぞれ何というか。

問 2 a~e に入る式を $p, S, h, R, T, n_1, n_2, M_w, V_w$ のうち必要なものを用いて表せ。

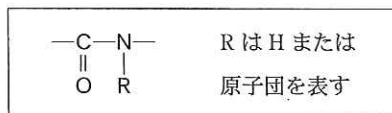
問 3 e から R と T を除いたものは次のどれに近い。記号で答えよ。

- (ア) モル沸点上昇 (イ) モル凝固点降下 (ウ) モル濃度 (エ) モル分率 (オ) モル比熱

問 4 式(4)は何の法則というか。

II ベンゼン分子の 1 個の水素原子を置換した化合物 A と B がある。化合物 A と B は炭素、水素、窒素からなり、互いに構造異性体の関係にあって分子式は 、分子量は 121 である。化合物 A は不斉炭素原子を含み光学異性体を持つが、化合物 B は光学異性体を持たない。また化合物 A と B をそれぞれ乾燥した試験管にとり、無水酢酸を作用させたところ、化合物 A ではアミド結合(右図参照)を持つ化合物 C が得られたが、化合物 B では得られなかった。

原子量は以下の値を用いよ。H : 1, C : 12, N : 14, O : 16



問 1 に入る分子式を記せ。

問 2 化合物 A と B の異性体は A と B を含めて合計何種類存在するか。ただし、光学異性体は区別せず 1 種類と数えるものとする。

問 3 化合物 A と B の構造式をそれぞれ記せ。

問 4 下線部の化合物 A と無水酢酸から化合物 C が得られる反応を化学反応式で記せ。ただし、式中の分子は示性式で記せ。

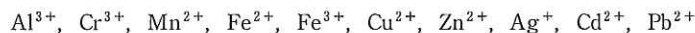
問 5 下線部の反応で乾燥させた試験管を使用する理由を述べよ。

問 6 下線部の反応で化合物 A を 1.0 g、無水酢酸を 2.0 g 用いたところ、化合物 C が 0.2 g 得られた。これは反応が完全に進行した場合に得られる量の何%にあたるか。答えは小数第一位を四捨五入して記せ。

化学 (後期)

(その2)

Ⅲ (1)~(9)の文章は下記のイオンについて説明したものである。次の問いに答えよ。



- (1) A, B, C, D の酸性水溶液に硫化水素を通じると、それぞれ黒色、黒色、黒色、黄色の沈殿を生じる。一方、E, F, G の中性水溶液に硫化水素を通じると、それぞれ白色、淡赤色、黒色の沈殿を生じ、これらの沈殿は塩酸に溶ける。
- (2) H の水溶液は緑色であり、強力に酸化すると、黄色の X の水溶液が得られる。
- (3) X の水溶液に酸を加えると橙色の Y に変化し、塩基を加えると再び X に戻る。X に
- (a) B を加えると黄色の沈殿が生じ、X に C を加えると暗赤色の沈殿を生成する。
- (4) F を強力に酸化すると赤紫色のイオン Z が得られる。Z は酸性水溶液中で強い酸化剤として作用し、G と反応して I を生じ Z は F に還元される。
- (5) G と水酸化物イオンの反応によって生じる沈殿は淡緑色で酸化されやすく、容易に赤褐色の沈殿に変化する。
- (6) I はチオシアン酸イオンと反応して血赤色を呈する。
- (7) A, B, C, D, E, J の水溶液にアンモニア水を少量加えると沈殿を生じるが、さらに加えると A, C, D, E から生じた沈殿は溶ける。また B, E, J から生じた沈殿は水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると溶ける。
- (8) J の水溶液にアンモニア水を少量加えて生じる沈殿を加熱すると酸化物 K になり、K は酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける。
- (9) X, Y, Z は陰イオンである。

問 1 A ~ J に当てはまるイオンをイオン式で記せ。

問 2 下線部(a), (b), (c)の反応をイオン反応式で記せ。

問 3 下線部(d)で、A が溶けて生じたイオンの名称を書き、その色を次から1つ選び答えよ。

黄色、緑色、橙色、深青色、無色、血赤色、淡赤色、赤紫色

問 4 下線部(e)で、E が溶けて生じたイオンの名称と構造式を立体構造が分かるように記せ。

問 5 下線部(f)で、K を水酸化ナトリウム水溶液で溶解して得られた溶液に硫酸アルミニウム水溶液を加えると白色沈殿を生じる。この白色沈殿を生じる反応を化学反応式で記せ。

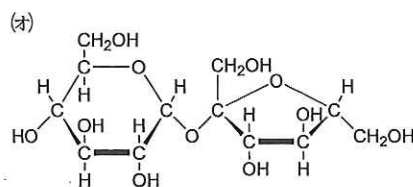
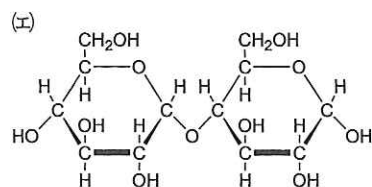
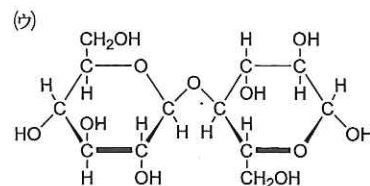
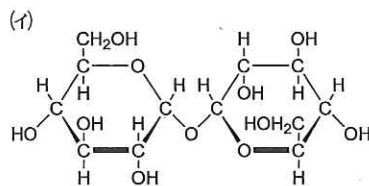
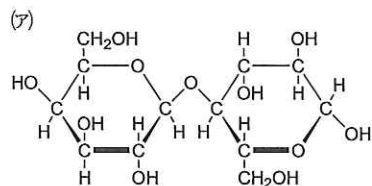
Ⅳ 二糖 A, B, C, D, E があり、下に示した(ア)~(オ)のいずれかの構造式をもつ。このうち、B, C, D はフェーリング液を還元したが、A と E は還元しなかった。これらの糖を希酸で加水分解すると、A はグルコースとフルクトースを生成し、D はグルコースとガラクトースを生成した。B, C, E は加水分解によって、グルコースのみが生成した。デンプンにアミラーゼを作用させると B が生成した。

問 1 二糖の分子内のある結合は希酸によって加水分解される。この結合は、特に何と呼ばれるか。

問 2 A~D の二糖の名称を書け。

問 3 A~D の二糖を加水分解する酵素の名称を書け。

問 4 A~E に対応する構造式を(ア)~(オ)から選び記号で答えよ。



化学 (後 期)

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

受験番号

化学
(後 期)

I	
II	
III	
IV	
計	

I

問 1	(1)	(2)
問 2	a	b
	c	d
	e	
問 3		問 4

II

問 1		問 2	
問 3	A	B	
問 4			
問 5		問 6	

III

問 1	A	B	C	D	E
	F	G	H	I	J
問 2	a				
	b				
	c				
問 3	名称			色	
問 4	名称			構造式	
問 5					

IV

問 1					
問 2	A	B	C	D	
問 3	A	B	C	D	
問 4	A	B	C	D	E