

九州大学 一般 前期

平成 23 年度 入学 試験 問題

理 科

(注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理 I ・ 物理 II	1 ～ 14	18 ～ 21	4
化学 I ・ 化学 II	15 ～ 28	22 ～ 27	6
生物 I ・ 生物 II	29 ～ 42	28 ～ 33	6
地学 I ・ 地学 II	43 ～ 53	34 ～ 38	5

4. 各解答紙の 2 箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. この教科は、2 科目 250 点満点 (1 科目 125 点満点) です。なお、医学部保健学科 (看護学専攻) については、2 科目 100 点満点に換算します。

九州大学 問題訂正
一般 前期

化学Ⅰ・化学Ⅱ

18ページの〔2〕の問1の4行目を訂正する。

訂正

正

・・・に適切な記号や化学式を記せ。また、・・・

誤

・・・に適切な記号や分子式を記せ。また、・・・

化学Ⅰ・化学Ⅱ

必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

[1] 以下は、高校生A君と九大生B君の会話である。文中の〔ア〕～〔コ〕に適切な数字、語句を記せ。(22点)

A君：先輩の大学の化学の教科書に、ジボランと呼ばれるホウ素の水素化合物は電子不足化合物と書かれています。電子不足の意味がわからないので教えてください。

B君：文字通り電子が足りない化合物だ。これは高校で学ぶ化学の知識があれば説明できるよ。まず、高校で習った元素の周期表におけるホウ素の位置と、ホウ素原子の価電子数と原子価を答えてごらん。

A君：ホウ素は第〔ア〕周期の〔イ〕族の元素です。価電子の数は〔ウ〕個。原子価は〔エ〕価で窒素と同じですね。

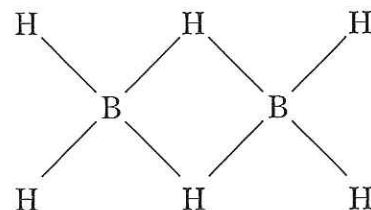
B君：ホウ素の原子価が窒素と同じ理由を説明できるかな。

A君：原子価は原子が持っている〔オ〕の数に相当するので窒素と同じです。

B君：ホウ素の最も単純な水素化合物はモノボランと呼ばれる分子だ。分子式は BH_3 で気体なんだ。モノボラン分子とアンモニア分子の共有結合を電子式を書いて比べてごらん。どこが異なっているのかな。

A君：アンモニアの窒素原子には1組の〔カ〕がありますが、モノボランのホウ素にはありません。

B君：モノボランは不安定な分子だから、2つの分子が互いに結合して分子式が B_2H_6 のジボランになる。この図(右図)がジボランの構造式だ。 BH_3 の1個の水素がもう1つの BH_3 のホウ素に結合して B_2H_6 ができています。それでは実際のジボランの電子数を、ジボランの共有結合がすべて単結合と仮定した場合と比べてごらん。



A君：そうか。実際のジボラン分子は電子が〔キ〕個少ないんだ。だから電子不足化合物と呼ばれるのか。すると2つのホウ素の間にある水素とホウ素の結合は、1つの結合あたりに電子が〔ク〕個共有されることになるのですね。もう1つ質問があります。 BH_4^- は BH_3 と比べて安定な化合物

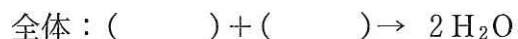
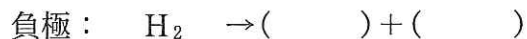
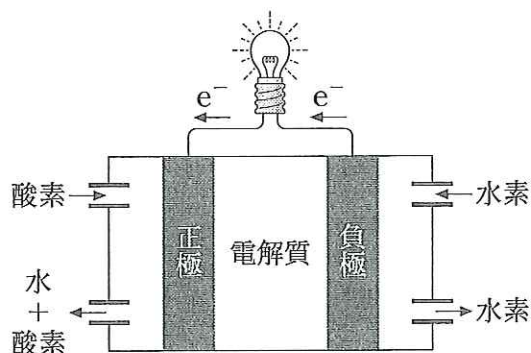
で、立体構造はアンモニウムイオンと同じ〔ケ〕形です。これは不安定なモノボランに1個の水素原子が結合した化合物と考えられますが、なぜ陰イオンで、なぜ安定なのですか。

B君： BH_3 の中心のホウ素原子は1組の〔カ〕を受け入れることができるんだ。 BH_4^- は BH_3 のホウ素に水素化物イオンと呼ばれる水素の陰イオン(H^-)1個が〔コ〕結合した化合物で、 BH_4^- のホウ素にはもうこれ以上原子が結合する部分が無いから安定だと考えれば良いんだよ。

〔2〕 次の文章を読み，問1～問3に答えよ。(20点)

物質の化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を電池という。近年，環境にやさしいエネルギーを作り出す目的から，燃料電池が注目を集めている。燃料電池では，水素(燃料)と酸素を反応させて水を作る際に電気エネルギーを取り出している。

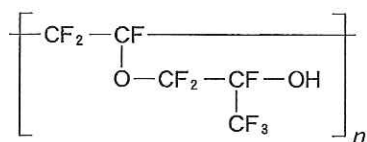
問1. 右図は電解質に高分子の膜を用いた場合の発電原理である。以下に示した電子を含むイオン反応式の()に適切な記号や分子式を記せ。また，正極および負極を合わせた全体での反応式も記せ。



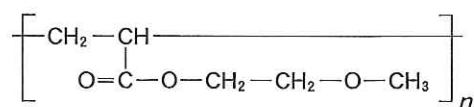
問2. 水素 2.0 g を消費した際に流れる電気量 [C] を有効数字 2 桁で求めよ。ただし，酸素は十分に存在しているとする。

問 3. 下図に示した高分子化合物のうち、燃料電池の電解質に適するのはどれか。最適なものを解答欄に記号で記せ。ただし、分子式中の n は任意の数字が入る。

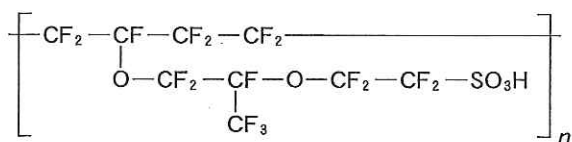
(a)



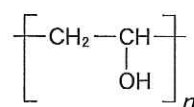
(b)



(c)

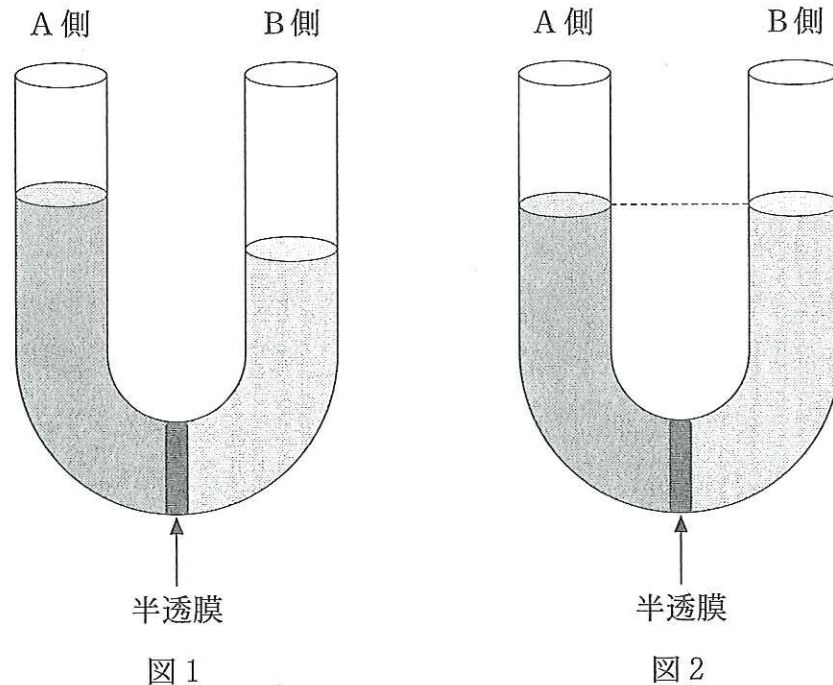


(d)



[3] 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。必要であれば、気体定数には R を用いよ。(23点)

図1のように、溶媒分子のみが透過できる膜(半透膜)を、内径が一定なU字型のガラス管の中央に取り付け、A側には分子量 M_1 の非電解質の分子1を W_1 [g]溶かした希薄水溶液を、B側には分子量 M_2 の非電解質の分子2を W_2 [g]溶かした希薄水溶液をそれぞれ入れた。水溶液をU字管に入れた直後は、A側の方がB側に比べ液面が高かった。



問1. 一定の温度 T_1 においてしばらく放置した後、A、B両側の液面を見ると、高さが等しくなっていた(図2)。この状態を“状態I”とする。このときに、 M_1 、 M_2 、 W_1 、 W_2 の間に成り立つ関係式を示せ。

問 2. 状態 I から温度を T_2 へ低下させたところ、A 側で分子 1 の一部が N 量体 (N 個の分子 1 が集合(会合)したコロイド粒子)を形成し、単量体と N 量体の間で平衡が成り立った。この状態を“状態 II”とする。このとき、A 側における N 量体の物質量、および単量体と N 量体とを合わせた総物質量を M_1 , W_1 , α , N を用いて表せ。ただし、会合前の分子 1 の分子数に対する N 量体を形成した分子 1 の分子数の比を会合度 α ($0 < \alpha < 1$) とする。

$$\text{会合度 } \alpha = \frac{N \text{ 量体を形成した分子 1 の分子数}}{\text{会合前の分子 1 の分子数}}$$

また、温度の変化による水溶液の体積の変化は無視できるとする。

問 3. 状態 II において、A 側あるいは B 側のいずれか一方に圧力を加え、両側の水面の高さを等しくした。このときに加えた圧力を求めよ。ただし、A, B 両側の水溶液の体積はともに V であるとする。

問 4. U 字管中のコロイド粒子は、少量の電解質を加えても沈殿しなかったが、多量の電解質の添加により沈殿を生じた。このような現象を何と呼ぶか答えよ。またこの現象に最も関係しているものを次の内から選び、記号で答えよ。

- (a) コロイド粒子の大きさ (b) コロイド粒子の数
(c) 浸透圧 (d) 水 和 (e) 分子量

[4] 次の文章(1)および(2)を読み, [(ア)]~[(キ)]にあてはまる語句と記号を答えよ。(20点)

(1) 分子間で起こる化学反応は, 主に分子の衝突によって起こるので, 単位時間当たりの衝突の[(ア)]が多くなるほど, 反応速度は大きくなる。そのため, 体積と温度が一定で, AとBが反応する場合, AとBの濃度が高いほど, 反応速度は大きくなる。この関係から, 反応速度をAとBの濃度を使って表すことができる。例えば, Aの濃度を一定にして, Bの濃度を2倍, 4倍と高くしたときに, 反応速度が2倍, 4倍と大きくなり, Bの濃度を一定にして, Aの濃度を2倍, 4倍と高くしたときに, 反応速度が4倍, 16倍と大きくなった場合, 反応速度 v は以下のように表すことができる。ただし, 体積と温度は一定であるとする。また, k は反応速度定数であり, A, Bの濃度はおのおの[A], [B]で示すとする。

$$v = k [(イ)] [(ウ)]$$

(2) 下に示すようなXとYからZを生成する化学反応を考える。まず, 反応式(a)の右向きの反応で, XとYは反応性の高い Z^* を生成する。この反応には, Z^* からXとYに戻る左向きの反応も存在する。次に, 反応式(b)に従い, Z^* はすみやかにZを生成する。 $k_1 \sim k_3$ は各反応の反応速度定数である。このとき, Zを生成する反応速度を求めたい。ただし, 体積と温度は一定であるとし, X, Y, Z, Z^* の濃度は, おのおの[X], [Y], [Z]および $[Z^*]$ で示すとする。



ここで、反応式(a)の右向き反応速度を v_1 、反応式(a)の左向き反応速度を v_2 、反応式(b)の反応速度を v_3 とする。このとき、反応速度 $v_1 \sim v_3$ は、以下のように示すことができたとする。

$$v_1 = k_1[X][Y]$$

$$v_2 = k_2[Z^*]$$

$$v_3 = k_3[Z^*]$$

このとき、 Z^* の生成と消費を考慮して Z^* の生成する反応速度を v_1 、 v_2 および v_3 で示すと、

$$\frac{\Delta[Z^*]}{\Delta t} = [\text{ (エ) }]$$

となり、これを $[X]$ 、 $[Y]$ 、 $[Z^*]$ および反応速度定数で示すと、

$$\frac{\Delta[Z^*]}{\Delta t} = [\text{ (オ) }]$$

となる。

生成した Z^* は反応性が高く、すぐに消費されるから、 Z^* が生成する反応速度は非常に小さく、見かけ上、

$$\frac{\Delta[Z^*]}{\Delta t} = 0$$

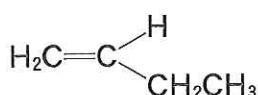
と近似できる。この式から、 $[Z^*]$ を $[X]$ 、 $[Y]$ および反応速度定数で示すと、

$$[Z^*] = [\text{ (カ) }]$$

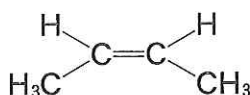
が得られる。また、 Z が生成する反応速度は、 v_3 で表わすことができるので、 $[X]$ 、 $[Y]$ および反応速度定数を使って、 $[\text{ (キ) }]$ と求めることができる。

〔5〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。(20点)

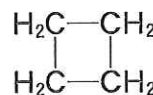
分子式が C_4H_8 となる化合物A, B, CおよびDがある。これらは下に示すような、化合物(あ)～(え)であることがわかっている。これらの化合物を識別するために以下の実験を行った。



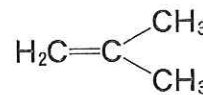
(あ)



(い)



(う)



(え)

実験1：化合物A, B, CおよびDを臭素水に吹き込んだ。臭素水は赤褐色を呈しているが、化合物A, BおよびCを十分に吹き込むことによって、その色が消失した。

実験2：化合物A, B, およびCを希硫酸水溶液に吹き込んで、十分に加熱した。反応溶液を水酸化ナトリウム水溶液で中和した後、蒸留することによって、生成物を分離した。化合物AからはEとF, 化合物BからはF, 化合物CからはGとHが得られた。

実験3：実験2で得られた化合物E, F, GおよびHについて沸点を調べたところ、 $E > G > F > H$ となった。

問1. 化合物A～Dを(あ)～(え)の中から選び、記号で答えよ。

問2. 化合物EとFを(あ)～(え)の表記にならって記せ。

問3. 化合物Bの幾何異性体を(あ)～(え)の表記にならって記せ。

問4. 化合物Fには不斉炭素があり、()異性体が存在する。この異性体
どうしでは、融点や沸点は全く同じである。()にあてはまる語句を答
えよ。

[6] 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。(20点)

人の健康な生活に必須の食物成分として、炭水化物、タンパク質、油脂の三大栄養素がある。これらは生体内の酵素により分解され、生命活動のためのエネルギーや体の組織となる。さらに、無機塩類やビタミン類も生命機能の調節に不可欠であり、あわせて五大栄養素と呼ばれる。おのおのの栄養素および酵素の一例として、下記の水溶液あるいは水懸濁液(以下、両方とも溶液とする)を調製した。以下の問に答えよ。解答が複数ある場合は、すべて記せ。

A	デンプン	B	卵白	C	サラダ油	D	ビタミンC
E	食塩	F	アミラーゼ	G	プロテアーゼ	H	リパーゼ

問 1. 高濃度のニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると、青紫～赤紫色に変化する溶液を選び、記号で答えよ。

問 2. 各溶液に溶液Fを加え、Fの最適温度、最適pHで十分に反応させた。フェーリング液を加えて加熱すると、赤色に変化する溶液を選び、記号で答えよ。

問 3. 五大栄養素に加えて、食物繊維として腸内環境を整える働きのある炭水化物にセルロースがある。以下の問に答えよ。

① セルロース 1.62 g に希硫酸を加えて長時間加熱すると、1.80 g の生成物Iが得られた。これは水によく溶け、1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えたメチレンブルー溶液を青色から無色に変化させた。メチレンブルーとの反応後の生成物Iの構造式を記せ。

② セルロース 1.62 g に無水酢酸と硫酸触媒を加えて加熱すると、2.67 g の生成物Jが得られた。生成物Jには、もとのセルロース中の水酸基が約何%残っているか。有効数字2桁で答えよ。