

麻布大学 オープンキャンパス
過去問から見た化学

20170604 実施 (於・麻布大学)

担当 化学科 神林宏征

はじめに

～どの大学志望でも言えることだが～

1 理想（妄想）と現実を峻別出来ていますか？

特に獣医学部志望生に多いのですが、「とりあえず化学で満点を取って…」というセリフを耳にすることがあります。今日言いたいことの一つ目

満点という妄想は早いうちに捨てなさい

受験科目が化学のみという稀有な受験生ならばこの方針に異議は唱えませんが、複数科目がある場合、この方針は無謀です。これはどの科目でも言えること(だと思うの)ですが、30点を60点に挙げる苦勞と、90点を95点に挙げる苦勞に違いはないのです。入学試験は総合得点の勝負なので、同じ苦勞をして5点を得るか、30点を得るかどちらが効率的なのかは言うまでもないでしょう。

2 「とりあえず最低点」信仰の是非

「過去問をやったら、とりあえず最低点は超えていました」というセリフです。このセリフにはいくつかの問題点があります。

(問題点その1) 最低点の信頼性

近年は情報開示の流れから、開示請求を掛ければ自己の得点および合格最低点を公表することはあるのですが、合格最低点の一般公開をする義務は大学にはありません。麻布大の場合は公表していないという話も聞いているので、赤本等に乗っている合格最低点を真に受けるのは少々ギャンブル性が高いように感じます。

(問題点その2) 配点の問題

仮に最低点が信頼に足るものだとしても、配点を公表していない以上、そのデータははっきり言って役に立たないと思うのです。例えば、以下の例を見てみましょう。

【例題】 以下の各問いに答えなさい(配点 : 10点)

水酸化ナトリウムの固体を大気中に置いておいたところ、表面がぬるぬるし始めた。

- (1) 水酸化ナトリウムの化学式を書け。
- (2) このような現象を何というか。
- (3) (2)の現象が起こった理由を簡潔に説明せよ。

さて、この問題の配点は？わかる訳ないですよ。これを決めることができるのは出題者および採点会議に出席した関係者のみです。つまり、この問題に関して言えることは、「全問正解して10点、全問間違えて0点、それ以外の場合には0～10点の得点が割り振られている。」ということだけです。

因みに、大学側は「当初の予定配点と、実際の配点を変えることができる」ということを知っておいてください。簡単に言えば、当初は1-3-6の割合で得点を振ろうと思ったが、あまりに論述ができないので2-4-4に振りなおすことが可能だということです。

(問題点その3) それは去年の問題です

厳しい言い方をしますが、過去問はあくまで過去の出題例であって、今年まったく同じ組み合わせの出題がなされることはまずありません。化学しかできないおっさんに真顔で「去年だったら受かってたね～」って言われたらムカつきませんか？

以上のことを考えて、今日言いたいこと二つ目

合格最低点を気にする暇があったら英単語の一つでも覚えよう

特に公表されている合格点を数点上回ったくらいでは、何の意味もないのです(「もうどっちだかわからないです」というのが正しい)。仮に最低点を下回ったら、受験やめるんですか？できたことは評価に値しますが、その評価が直ちに合格に直結してないことを理解しておきましょう。

3 過去問否定派の言い分

「過去問なんて、どうせ同じ問題なんか出ないんだからやるだけ時間の無駄」という受験生の存在も気になるところです。センター試験でない限り、言ってることに一理はあるんです。でも、ホントにそうなんでしょうか？

・ 次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 14 族の元素の水素化合物は極性がなく、ファンデルワールス力が働かない。
- ② 2 つの電気陰性度の大きな原子(N, O, F)の間に、H 原子を仲立ちとしてできる分子間の結合を水素結合という。
- ③ 水素結合はファンデルワールス力より弱い結合である。
- ④ ハロゲン元素の単体は無極性分子からなる物質で、その沸点は分子量が大きくなるほど低くなる。
- ⑤ 同じくらいの分子量をもつ物質の沸点は、極性分子からなる物質より、無極性分子からなる物質の方が高い。

(2016 麻布 獣医 第1問 問1)

・ 分子間力について誤りを含む記述はどれか。

- ① ファンデルワールス力は、すべての分子の間にはたらく引力である。
- ② 水素結合は、水素を含むすべての化合物の分子の間にはたらく引力である。
- ③ 水素結合はファンデルワールス力よりも強いが、イオン結合や共有結合より弱い。
- ④ 構造が似た分子では、分子量が大きいほどファンデルワールス力が強くはたらくため、沸点は高い。
- ⑤ HCl とアルゴンは分子量がほぼ同じであるが、HCl の分子は極性があるため、沸点はアルゴンより高い。

(2015 麻布 獣医 第1問 問3)

これ、二年連続の出題なんです。確かに「偶然」と言ってしまうかもしれませんが、形式といい表現方法といい、非常に似てませんか？出題者側としては、表現方法や出題形式は、どうしても前例に倣ってという意識が働くようなのですね。

今日言いたいこと三つめ

過去問は、その大学の傾向と癖を見抜くための重要な資料

なので、まったくやらないのもいかなものかと思います。

以上のことをまとめると

合格には、総合点で最低点を超えればよい。ただし、公表されている最低点はあてにする必要も気にする必要もない。過去問は最低点と対比するためにやるのではなく、大学の出題傾向をつかむために解いてみるものだ。

…なんか、当たり前すぎる結論になりましたな。正直、これで終わっちゃってもいいのですが、これだけでは大学別対策になってない(というクレームが上がりそうな)ので、以下、本年の入試問題を用いて、各学部・学科の出題の特徴をしてみることにしましょう。

獣医学部・獣医学科について

1 特徴

試験時間 60 分に対し、マーク数は 32(そのうち計算数が 11)であり、全問を解ききるのは難しい。理論化学の比重が大きく、無機化学・有機化学は軽めである。ただし、無機化学・有機化学のレベルは基本～標準問題であり、これらの問題は確実に得点する必要がある。

動物応用科学科と出題形式が類似しているため、こちらの問題にあたってみるのも、雰囲気の確認としては適当である(問題自体は動物応用科学科のほうが解きやすい)。

2 2017 年度入試問題について

理論化学は基本～標準問題が多いが、やや難の問題が数問見受けられる。具体的には問 9, 問 14, 問 16, および大問 VII あたりにどれだけ着手できたかがポイントであったろう。計算問題については、数値がよく吟味されていること、およびマークシート形式であることにより、計算の回避手法などが使える。

無機化学・有機化学は基本～標準問題が多く、計算問題も少ないため、出来るだけ得点を重ねておきたい。大問 XI の問 28, 問 30 あたりは類題経験が生きてくる。

3 今年の問題「この一問」… VII

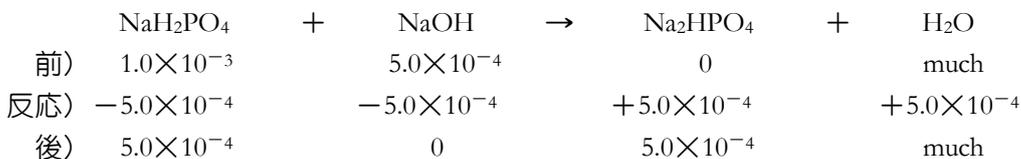
問 17 この中和滴定操作では、以下の反応が順々に起こる



リン酸の濃度が 0.10mol/L で 10mL あるので、0.10mol/L NaOH 水溶液を 10mL 滴下することによって一つづつ反応が終了する。よって、20mL 滴下時点の B 点で存在するのは Na_2HPO_4 である。この塩は電離可能な H 原子を持っているので酸性塩であり、 $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$ の反応が $\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+$ より優先的に起こるので水溶液は塩基性を示す。 答…②

⇒ グラフを見ると点 B は pH が 7.2 より大きいので塩基性であることは確実。ただし、この滴定曲線は 30mL での pH ジャンプがない(恐らく意図的?)ので、B 点で滴定が終わってしまうと勘違いすると正塩が生成していると勘違いする可能性もある。よって知識とグラフの両面から検討すべきです。

問 18 問 17 で述べたように、15mL 滴下時点では①が終わり、②の反応の途中である。その量的関係は



よって NaH_2PO_4 と Na_2HPO_4 が等量で混合されている水溶液とほぼ同じ pH になる。 答…③

⇒ A 点の水溶液の濃度は $[\text{NaH}_2\text{PO}_4] = [\text{Na}_2\text{HPO}_4] = \frac{5.0 \times 10^{-4}}{10 + 15} = 0.020 \text{ mol/L}$ であるから、厳密に

は同一の水溶液ではない。しかしながらこの水溶液は緩衝液になっているので、pH は酸 (H_2PO_4^-) と塩基 (HPO_4^{2-}) の物質質量比に一致するから、等濃度混合物水溶液の pH はほぼ同じになる。

問 19 問 18 より, Na^+ は完全に電離して外れるので, $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}]$ となる。A 点の $\text{pH} = 7.2$ よりこのときの $[\text{H}^+] = 10^{-7.2} \text{ mol/L}$ であるから

$$K_a = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = [\text{H}^+] = 10^{-7.2} = 10^{-7} \times 10^{-0.2} = \frac{1}{1.6} \times 10^{-7} = 6.3 \times 10^{-8} \text{ mol/L} \quad \text{答} \cdots \textcircled{4}$$

⇒ この点を半量点といい, 水素イオン濃度が電離定数に一致するということを知っていれば式は簡単に立つ。あとは対数の計算ですが, 与えられているデータを使えるかどうかポイント。すこし汚い計算ですが, うまい方法で計算はせずとも答えは選べます。

獣医学部・動物応用科学科について

1 特徴

試験時間 60 分に対し、マーク数は 30(そのうち計算数が 9)であり、獣医学科と比べるとゆとりがあるが、やはり全問解答は難しい。理論化学の比重が大きく、無機化学・有機化学は軽めである。無機化学と有機化学のウエイトは年によって異なる(問題数でみると昨年は無機化学>有機化学であった)が、この二分野でおよそ全体の 3 分の 1 という傾向は続きそうである。無機化学・有機化学のレベルは基本～標準問題であり、これらの問題は確実に得点する必要がある。

2 2017 年度入試問題について

獣医学科に比べ、分野をまたいだ出題や、複雑な設定の出題はほぼなく、素直な問題が多数である。問題数が多い関係から、理論化学はまんべんなく出題されているが、原子論、化学平衡は毎年出題されている。有機化学では、今年度から天然化合物、合成高分子に関する出題が復活した(本学科では 2013 年度入試以来)。

3 今年の問題「この一問」 …

問 28 加水分解で得られたアルコール A を酸化するとケトン C になることから、アルコール A の炭素数は 3 個以上。一方、エステルは炭素数が 4 なので、カルボン酸 B の炭素数を考えると、アルコール A の炭素数は 3 個以下。以上よりアルコールは炭素が 3 個で、酸化するとケトンになるから第 2 級の 2-プロパノール。カルボン酸 B は炭素数 1 のギ酸と決まる。主な化合物の構造式は以下の通り。

エステル	A	B	C
$\begin{array}{c} \text{O} & & \text{CH}_3 \\ \parallel & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$

以上の考察をもとに各文章を検討する

- ① A に不斉炭素はない。 正
- ② A は $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-R}$ の構造をもつのでヨードホルム反応陽性である。 誤
- ③ B はカルボン酸なので $\text{HCOOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{HCOONa}$ と二酸化炭素が発生する。 正
- ④ B はアルデヒド基を有するので銀鏡反応を示す。 正
- ⑤ $\text{HCOOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$ と一酸化炭素が発生する。このときの濃硫酸の役割は脱水作用である。 正
- ⑥ 2-プロパノールを酸化するとアセトンとなる。 正

問 29 以下の通り

- ① グルコースはアルドース、フルクトースはケトースなので構造異性体に該当する
- ② グルコースの 4 位のヒドロキシ基の立体的位置が異なる立体異性体である。ちなみにこの 2 つはジアステレオマーの関係にあり、鏡像関係にはない。
- ③ フルクトースは単糖、ガラクトースは二糖なので異性体関係にない。
- ④～⑥ スクロースは 5 員環と 6 員環を持つ二糖、マルトース、セロビオース、ラクトースは二つの 6 員環を持つ二糖なので構造異性体に該当する。

問 30 元素分析を行うと $C:H:O:N = \frac{32.00}{12} : \frac{6.67}{1} : \frac{42.67}{16} : \frac{18.66}{14} = 2:5:2:1$ となるので、R=Hしか入らない。

生命・環境科学部について

1 特徴

試験時間 60 分に対し、マーク数は 31 (そのうち計算は 12) であり、出題は三日間とも全くのぶれがなく、形式、内容、難易度ともに共通である。旧課程下での試験は「化学 I」のみが範囲であったことから、現行の「化学基礎」・「化学」のうち、旧課程の範囲での出題が多い(具体的には「人間生活と化学」, 「化学量と濃度」, 「酸塩基反応」, 「酸化還元反応」, 「無機化学」, 「有機化学」)。獣医学部同様理論化学のウエイトが大きく、無機化学および有機化学は軽めである(ほとんどが単独知識で片付く)。とはいえ、難易度は基本～標準であるから、無視はできない。

範囲が旧課程のセンター試験と合致していること、いずれもマーク式解答であることなどから、旧課程のセンター試験の問題に親和性が高く、本学の過去問に合わせ、センター試験の過去問をきちんと潰していければ高得点が望める(とはいえ、センター試験より若干細かいことが聞かれることもある)。試験日が三日間あるので、過去問の量には事欠かないであろうから、十分に過去問を活用したい。

2 2017 年度入試問題について

第 1 問のタイトルが「化学と人間生活」および物質の構成と構造…とあるように、「化学と人間生活」という最も対処に苦しむ出題がなされるところがポイント。この章立てがあると高分子化合物であろうとファイナセラミックであろうとすべてが範囲になるため、少々厄介。

第 2 問は課程変更後 2 年 6 回分いずれも粒子数比較→濃度計算→反応式と反応量のテーマであった。来年もこうであると考えてよいであろう(仮に違ったとしても、これらは化学計算の基本であるから、習得しておかなければならない!)。

第 3 問は酸塩基、酸化還元が中心であるが、浸透圧や気体の計算などのいわゆる「化学」(旧過程における「化学 II」)の出題も散見された。今後はこの傾向が増えると思われる。

第 4 問は無機化学および有機化学が扱われている。特定物質の推定が中心だが、細かい知識までは要求されていない。

3 今年の問題「この一問」 … 一般 A Ⅱ の一部

問 1 ① 白い湯気は水蒸気が凝縮してできた水滴であるから、反応や変化は凝縮

② 大気中の水蒸気がコップによって冷やされて凝縮した

③ 吸着とは固体表面に力によってひきつけられる現象。活性炭は表面が広くにおいのもととなる分子を多量吸着することができる。

④ ドライアイス(固体)からいきなり気体に変化する昇華性を示す。

⑤ 高校の範囲では殺菌・漂白＝酸化還元と考えておいていいです。

⑥ 金属イオンは炎の中に入れると特有の色を示すものがある。これを炎色反応という。

⇒ センター試験でこの形式は頻出。苦手な人は旧課程のセンターの大問 I の最後の問題で訓練しておこう。

問 3 選択肢のうち、③のオゾンと④の黄リンは単体なので化合物ではない。また⑥の硫化水素は水と同様の折れ線構造を取る。よって⑥が答

⇒ 「化学基礎」の範囲では、代表的な分子形を「覚える」ことで対応することになっているが、本学の試験は「化学」も範囲なので、分子の形に関する検討法は練習しておいたほうが良い。ただし本問は酸素と硫黄が同族元素なので、性質が似てゐる⇒水と硫化水素の分子形も似てゐると考えれば解決できます。ちなみにオゾンは折れ線、黄リンは正四面体構造を取ります。

- 問 5 ① 原子番号数＝陽子数＝総電子数なので、電子の数をすべて足すと 113 個である
② 高速の亜鉛をビスマスに衝突させつ作られて元素であり、天然には存在していない
③ 最外殻が内側から 7 番目なので第 7 周期に属する
④ 最外殻電子が 3 個あるので、遷移元素ではなく典型元素である
⑤ 最外殻が 3 個ということは 13 族元素に該当するので、14 族の炭素やケイ素と異なる族である
⇒ 話題の元素でしたが、きれいな問題に仕上がっています。少々細かいことを聞いていますが、
解答は最外殻電子数が等しい典型元素＝同族元素という基本中の基本で解決します。見慣
れない物質に惑わされないことが肝要です。

以上