

高中化学试题中的半衰期

福建省石狮市石光华侨联合中学 362700 蔡天津

半衰期是高中物理必修要求,在高中化学试题中呈现出来半衰期要求与物理有所不同,主要是核衰变半衰期和化学反应的半衰期。

1. 核反应的半衰期

核衰变的半衰期是指一定数量的放射性同位素,其中的一半发生衰变所需要的时间。如图 1 为半衰期数与同位素百分含量关系。

核反应的半衰期最常运用于测定物体的年龄。例如考古常用 C-14 年代测定法。C-14 的半衰期是 5730 年,在一块木化石中 C-14 的含量是现今存活的相同粗

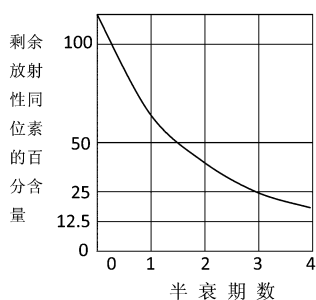


图 1

细的树木中 C-14 含量的 6.25%, 那么该木化石形成时间的计算为: 先确定 C-14 含量所经历的半衰期个数, 在每一个半衰期后, 放射性同位素的一半原子发生衰变, 所以需要找出几个 $1/2$ 相乘才是 6.25%。经过计算, 发现 4 个 $1/2$ 相乘为 6.25%, 所以共过去了 4 个半衰期。因为经历了 4 个半衰期, 每一次都是 5730 年, 所以共花去的时

间为 $5730 \text{ 年} \times 4 = 22920 \text{ 年}$, 所以这棵树是在 22920 年前形成的。

原子核衰变常见有 α 衰变(产生氦原子)、 β 衰变(产生电子)、 γ 射线衰变, 这部分更多的是物理要求。在化学试题中, 半衰期没有核衰变的计算, 而只要求对概念的常识性了解就可以了。

例 1 (2005 年全国高考) 分析发现, 某陨石中含有半衰期极短的镁的一种放射性同位素 ^{28}Mg , 该同位素的原子核内的中子数是()。

A. 12 B. 14 C. 16 D. 18

解析 此题虽然有出现半衰期, 但并没有考查这个知识点, 题目考查了组成原子的基本粒子(质子、中子和核外电子)之间的基本关系及体现在两个重要的等式上, 理解了这两个等式就容易解答本题。镁是 12 号元素, 其原子核内质子数为 12, 该同位素的质量数为 28, 所以该原子核内的中子数为 $28 - 12 = 16$ 。正确解答 C。

例 2 近日, 香港大学化学系蔡教授发表一则关于化学元素的新发现, 此元素的名称定义为: 男元素(man), 迄今为止未发现其特殊的性质, 只发现对乙醇和尼古丁有吸附性, 半衰期为 30 年。

下列描述正确的是()。

A. 乙醇和尼古丁都是有机物

► 衔接起来考虑, 不难得出所填空应依次为“ H_2 ”, “向上排空气”, “氢氧化钠”。

三、信息加工法

根据题目所给信息进行加工处理用以解决新问题, 这又是一种重要的解题思维方法。

例 3 已知在相同温度下, 气体物质分子的运动速度与其相对分子质量有关, 气体的相对分子质量越小, 其运动速度越快。在图 1 中, 容器 A (一种瓷筒, 器壁能允许气体分子通过) 里充满了气

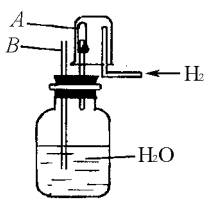


图 1

气。当烧杯中充满氢气, 并继续通入氢气时, 导管 B

发生的现象是____, 产生这种现象的原因是_____。

解析 该题提供了一条重要的信息, 即气体物质分子的运动速度与其相对分子质量有关, 相对分子质量越小, 分子运动速度越快。而氢气是所有气体中相对分子质量最小的气体, 故氢分子运动速度最快。那么, 单位时间内进入 A 容器的 H_2 分子数比从 A 容器中逸出的气体(主要是 O_2 和 N_2 分子)的分子数多, 使瓶内气体压强不断增大, 当气体压强大于外界大气压时, 水会由 B 管喷出。

虽然信息给予题联系知识面广、信息繁杂多变, 但只要能准确的识别信息、同化信息, 并利用已有的旧知识进行加工处理信息, 则各种信息题便会“迎刃而解”。

(收稿日期: 2014-07-15)

- B. 男元素的吸附性属于物理性质
C. 该元素组成的物质易老化
D. 自然界存在该元素组成的纯粹样品

解析 本题是考查元素周期律和元素周期表的应用。尼古丁是含有碳元素的有机物,所以乙醇和尼古丁都是有机物,故 A 正确;男元素的吸附后,形成了新物质,所以属于化学性质,故 B 错误;半衰期为 30 年,不易老化,故 C 错误;迄今为止未发现其特殊的性质,所以成熟的纯粹的样品在自然界不存在,故 D 错误;故应选 A。

2. 化学反应的半衰期

化学反应的半衰期要求只有符合一级动力学的化学反应才具有稳定的半衰期数据,其反应物浓度变化也与图 1 相似。与核衰变不同的是,化学反应的半衰期数据并非一成不变,而是会受到温度因素的影响,对于一般的反应,当温度上升时,反应速率常数会升高,半衰期会相应缩短,反之则会延长。

非一级动力学反应的半衰期会随着起始状态的变化而发生变化,随时检测反应体系浓度的变化可以了解半衰期与起始状态之间的联系,从而了解一个化学反应表观速率常数。

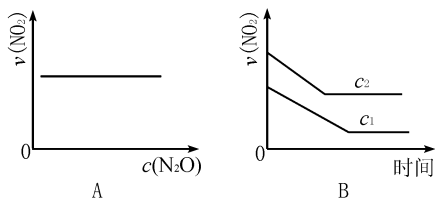
化学反应半衰期知识点在高考考试大纲中不做要求。但半衰期可以以图形或表格表示时间与反应物浓度的关系呈现出来,用以考查学生对图形或表格信息的提取、判断与归纳和运用的能力,这点符合高考对学生能力考查的要求。这类题型抓住浓度消耗一半所需要的时间进行推理就可迎刃而解了。

表 1

反应时间/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$c(\text{N}_2\text{O})/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0.100	0.090	0.080	0.070	0.060	0.050	0.040	0.030	0.020	0.010	0.000

下图能正确表示该反应有关物理量变化规律的是()。

注:图中半衰期指任一浓度 N_2O 消耗一半时所需的相应时间。 c_1 、 c_2 均表示 N_2O 初始浓度且 $c_1 < c_2$ 。

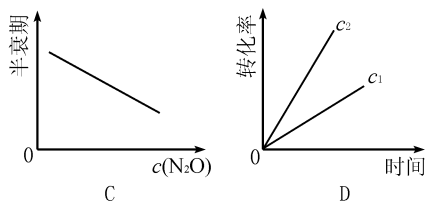


例 3 (2010 年福建高考理综 12) 化合物 Bilirubin 在一定波长的光照射下发生分解反应,反应物浓度随反应时间变化如图 2 所示,计算反应 4 ~ 8 min 间的平均反应速率和推测反应 16 min 反应物的浓度,结果应是()。

- A. $2.5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 和 $2.0 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
B. $2.5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 和 $2.5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $3.0 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 和 $3.0 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D. $5.0 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 和 $3.0 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 本题考查化学反应速率有关计算。4 ~ 8 min 间的平均反应速率较易计算,其反应速率为 $(20 - 10) \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} / 4 \text{ min} = 2.5 \mu\text{mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$,第二问若用速率变化规律来计算较繁琐,但从反应半衰期数据就容易判断了。从图形可知浓度由 $40 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 到 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、由 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 到 $10 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 均为 4 min,所以此反应的半衰期为 4 min,那么 16 min 时已经历了 4 个半衰期,反应物浓度为 $40 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 2.5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。答案为 B。

例 4 (2014 年福建高考理综) 在一定条件下, N_2O 分解的部分实验数据如表 1:



解析 这题所给表格、图像信息量大,且较为新颖,有一定的难度。而给出了半衰期的注释,降低了难度,有利于学生答题。由表可知,每隔 10 min $c(\text{N}_2\text{O})$ 的变化量相等,故单位时间内 $c(\text{N}_2\text{O})$ 的变化量是定值,即 N_2O 的分解速率是

探析给定条件下同分异构体的推断

江苏省海门市冠今中学 226100 郁劲松

同分异构体的判断和书写是中学化学教学的难点,又是高考化学的热点内容之一。高考的考试说明要求:了解有机化合物存在同分异构现象(不包括立体异构),能根据给定条件推断有机化合物的同分异构体。推断与书写同分异构体的方法有很多,本文对此类试题解题方法探讨,藉此达到有效掌握。

1. 预备知识: 对称性模型建立

(1) 现有 2 个 $-X$ 基团,若同时取代苯环上的氢原子后,能生成的同分异构体数目是 3 种? 见图 1。

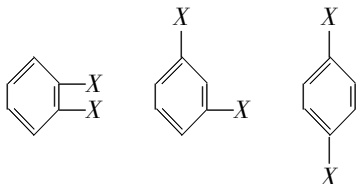


图 1

(2) 现有三种不同的基团,分别为 $-X$ 、 $-Y$ 、 $-Z$,若同时分别取代苯环上的三个氢原子后,能生成的同分异构体数目是 10 种? 见图 2。(抓苯环结构的对称性,先确定取代基类型,固定一个或几个取代基,再移动另一个取代基,并依次类推,避免重复。)

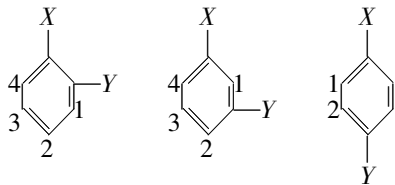


图 2

(3) 现有 $-X$ 、 $-Y$ 、 $-Z$ 三种不同的基团,分

别按下列要求取代苯环相应位置上的氢。

①有 $-X$ 、 $-Y$ 基团,取代苯环上的氢原子后,所得有机物的苯环上的一取代物有两种,则符合要求的有机物的结构简式见图 3。

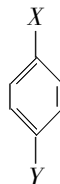


图 3

②有 2 个 $-X$ 、1 个 $-Y$ 基团,取代苯环上的氢原子后,所得有机物的苯环上的一取代物有两种,则符合要求的有机物的结构简式见图 4。

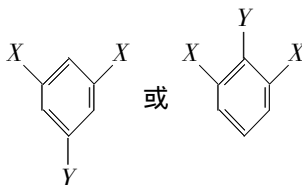


图 4

③有 2 个 $-X$ 、1 个 $-Y$ 、1 个 $-Z$ 基团,取代苯环上的氢原子后,所得有机物的苯环上的一取代物只有一种,则符合要求的有机物的结构简式见图 5。

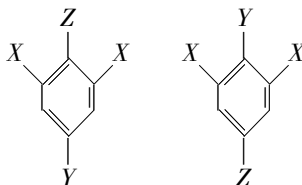


图 5

2. 推断方法

(1) 典型例题: 写出满足下列给定条件下有

► 定值,故 A 正确, B 错误; 从实验数据可知 $c(N_2O)$ 由 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 变为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 用时 50 min, 故 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} N_2O$ 的半衰期为 50 min, $c(N_2O)$ 由 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 变为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 用时 40 min, 故 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} N_2O$ 的半衰期为

40 min, 故随着浓度的减小, 半衰期也在减小, C 错误; 由表格可知, 每隔 10 min $c(N_2O)$ 的变化量相等, 故 N_2O 的起始浓度越大, 单位时间内的转化率越小, 故 D 错误, 答案为 A。

(收稿日期: 2014-08-11)