

绝密★考试启用前

2021 年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上，并将自己的姓名、准考证号、座位号填写在本试卷上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号，涂写在本试卷上无效。
3. 作答非选择题时，将答案书写在答题卡上，书写在本试卷上无效。
4. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Al 27 C 35.5 Fe 56

一、选择题：本题共 13 个小题，每小题 6 分。共 78 分，在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 果蝇体细胞含有 8 条染色体。下列关于果蝇体细胞有丝分裂的叙述，错误的是（ ）
A. 间期，DNA 进行半保留复制，形成 16 个 DNA 分子
B. 在前期，每条染色体由 2 条染色单体组成，含 2 个 DNA 分子
C. 在中期，8 条染色体的着丝点排列在赤道板上，易于观察染色体
D. 在后期，成对的同源染色体分开，细胞中有 16 条染色体

【答案】D

【解析】

【分析】1、有丝分裂过程：（1）间期：进行 DNA 的复制和有关蛋白质的合成；（2）前期：核膜、核仁逐渐解体消失，出现纺锤体和染色体；（3）中期：染色体形态固定、数目清晰，着丝点排列在赤道板上；（4）后期：着丝点分裂，姐妹染色单体分开成为染色体，并均匀地移向两极；（5）末期：核膜、核仁重建、纺锤体和染色体消失。

2、染色体、染色单体、DNA 变化特点（体细胞染色体为 2N）：（1）染色体数目变化：后期加倍（4N），平时不变（2N）；（2）核 DNA 含量变化：间期加倍（2N→4N），末期还原（2N）；（3）染色单体数目变化：间期出现（0→4N），前期出现（4N），后期消失（4N→0），存在时数目同 DNA。

【详解】A、已知果蝇体细胞含有 8 条染色体，每条染色体上有 1 个 DNA 分子，共 8 个 DNA 分子，在间期，DNA 进行半保留复制，形成 16 个 DNA 分子，A 正确；

B、间期染色体已经复制，故在前期每条染色体由 2 条染色单体组成，含 2 个 DNA 分子，B 正确；

C、在中期，8 条染色体的着丝点排列在赤道板上，此时染色体形态固定、数目清晰，易于观察染色体，C 正确；

D、有丝分裂后期，着丝点分裂，姐妹染色单体分开，染色体数目加倍，由 8 条变成 16 条，同源染色体不分离，D 错误。

故选 D。

2. 选择合适的试剂有助于达到实验目的。下列关于生物学实验所用试剂的叙述，错误的是（ ）

A. 鉴别细胞的死活时，台盼蓝能将代谢旺盛的动物细胞染成蓝色

B. 观察根尖细胞有丝分裂中期的染色体，可用龙胆紫溶液使其着色

C. 观察 RNA 在细胞中分布的实验中，盐酸处理可改变细胞膜的通透性

D. 观察植物细胞吸水和失水时，可用蔗糖溶液处理紫色洋葱鳞片叶外表皮

【答案】A

【解析】

【分析】1、细胞膜具有选择透过性，台盼蓝等不被细胞需要的大分子物质不能进入细胞内。

2、染色质（体）主要由蛋白质和 DNA 组成，易被碱性染料（龙胆紫、醋酸洋红等）染成深色而得名。

3、在“观察 DNA 和 RNA 在细胞中的分布”实验中：（1）用质量分数为 0.9%的 NaCl 溶液保持细胞原有的形态；（2）用质量分数为 8%的盐酸改变细胞膜的通透性，加速染色剂进入细胞，将染色体上的 DNA 和蛋白质分离，便于染色剂与 DNA 结合；（3）用吡罗红-甲基绿染色剂对 DNA 和 RNA 进行染色。

4、观察植物细胞吸水和失水时，需要选择有颜色的成熟的植物细胞，紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞符合条件。

【详解】A、代谢旺盛的动物细胞是活细胞，细胞膜具有选择透过性，台盼蓝不能进入细胞内，故不能将代谢旺盛的动物细胞染成蓝色，A 错误；

B、龙胆紫溶液可以将染色体染成深色，故观察根尖细胞有丝分裂中期的染色体，可用龙胆

紫溶液使其着色，B 正确；

C、观察 RNA 在细胞中分布的实验中，盐酸处理可改变细胞膜的通透性，加速染色剂进入细胞，C 正确；

D、观察植物细胞吸水和失水时，可用较高浓度的蔗糖溶液处理紫色洋葱鳞片叶外表，使其失水而发生质壁分离，D 正确。

故选 A。

3. 植物在生长发育过程中，需要不断从环境中吸收水。下列有关植物体内水的叙述，错误的是（ ）

- A. 根系吸收的水有利于植物保持固有姿态
- B. 结合水是植物细胞结构的重要组成成分
- C. 细胞的有氧呼吸过程不消耗水但能产生水
- D. 自由水和结合水比值的改变会影响细胞的代谢活动

【答案】C

【解析】

【分析】水的存在形式和作用：1、含量：生物体中的水含量一般为 60%~90%，特殊情况下可能超过 90%，是活细胞中含量最多的化合物。

2、存在形式：细胞内的水以自由水与结合水的形式存在。

3、作用：结合水是细胞结构的重要组成成分，自由水良好的溶剂，是许多化学反应的介质，自由水还参与许多化学反应，自由水对于运输营养物质和代谢废物具有重要作用，自由水与结合水比值越高，细胞代谢越旺盛，抗逆性越差，反之亦然。

【详解】A、水是植物细胞液的主要成分，细胞液主要存在于液泡中，充盈的液泡使植物细胞保持坚挺，故根系吸收的水有利于植物保持固有姿态，A 正确；

B、结合水与细胞内其他物质相结合，是植物细胞结构的重要组成成分，B 正确；

C、细胞的有氧呼吸第二阶段消耗水，第三阶段产生水，C 错误；

D、自由水参与细胞代谢活动，故自由水和结合水比值的改变会影响细胞的代谢活动，自由水与结合水比值越高，细胞代谢越旺盛，反之亦然，D 正确。

故选 C。

4. 在神经调节过程中，兴奋会在神经纤维上传导和神经元之间传递。下列有关叙述错误的是（ ）

- A. 兴奋从神经元的细胞体传导至突触前膜，会引起 Na^+ 外流
- B. 突触前神经元兴奋可引起突触前膜释放乙酰胆碱
- C. 乙酰胆碱是一种神经递质，在突触间隙中经扩散到达突触后膜
- D. 乙酰胆碱与突触后膜受体结合，引起突触后膜电位变化

【答案】A

【解析】

【分析】1、神经冲动的产生：静息时，神经细胞膜对钾离子的通透性大，钾离子大量外流，形成内负外正的静息电位；受到刺激后，神经细胞膜的通透性发生改变，对钠离子的通透性增大，钠离子内流，形成内正外负的动作电位。兴奋部位和非兴奋部位形成电位差，产生局部电流，兴奋传导的方向与膜内电流方向一致。

2、兴奋在神经元之间需要通过突触结构进行传递，突触包括突触前膜、突触间隙、突触后膜，其具体的传递过程为：兴奋以电流的形式传导到轴突末梢时，突触小泡释放递质（化学信号），递质作用于突触后膜，引起突触后膜产生膜电位（电信号），从而将兴奋传递到下一个神经元。

【详解】A、神经细胞膜外 Na^+ 浓度高于细胞内，兴奋从神经元的细胞体传导至突触前膜，会引起 Na^+ 内流，A 错误；

B、突触前神经元兴奋可引起突触前膜释放神经递质，如乙酰胆碱，B 正确；

C、乙酰胆碱是一种兴奋性神经递质，在突触间隙中经扩散到达突触后膜，与后膜上的特异性受体相结合，C 正确；

D、乙酰胆碱与突触后膜受体结合，引起突触后膜电位变化，即引发一次新的神经冲动，D 正确。

故选 A。

5. 在格里菲思所做的肺炎双球菌转化实验中，无毒性的 R 型活细菌与被加热杀死的 S 型细菌混合后注射到小鼠体内，从小鼠体内分离出了有毒性的 S 型活细菌。某同学根据上述实验，结合现有生物学知识所做的下列推测中，不合理的是（ ）

- A. 与 R 型菌相比，S 型菌的毒性可能与荚膜多糖有关
 - B. S 型菌的 DNA 能够进入 R 型菌细胞指导蛋白质的合成
 - C. 加热杀死 S 型菌使其蛋白质功能丧失而 DNA 功能可能不受影响
 - D. 将 S 型菌的 DNA 经 DNA 酶处理后与 R 型菌混合，可以得到 S 型菌
-

【答案】D

【解析】

【分析】肺炎双球菌转化实验包括格里菲斯体内转化实验和艾弗里体外转化实验，其中格里菲斯体内转化实验证明 S 型细菌中存在某种转化因子，能将 R 型细菌转化为 S 型细菌，没有证明转化因子是什么物质，而艾弗里体外转化实验，将各种物质分开，单独研究它们在遗传中的作用，并用到了生物实验中的减法原理，最终证明 DNA 是遗传物质。

【详解】A、与 R 型菌相比，S 型菌具有荚膜多糖，S 型菌有毒，故可推测 S 型菌的毒性可能与荚膜多糖有关，A 正确；

B、S 型菌的 DNA 进入 R 型菌细胞后使 R 型菌具有了 S 型菌的性状，可知 S 型菌的 DNA 进入 R 型菌细胞后指导蛋白质的合成，B 正确；

C、加热杀死的 S 型菌不会使小白鼠死亡，说明加热杀死的 S 型菌的蛋白质功能丧失，而加热杀死的 S 型菌的 DNA 可以使 R 型菌发生转化，可知其 DNA 功能不受影响，C 正确；

D、将 S 型菌的 DNA 经 DNA 酶处理后，DNA 被水解为小分子物质，故与 R 型菌混合，不能得到 S 型菌，D 错误。

故选 D。

6. 某种二倍体植物 n 个不同性状由 n 对独立遗传的基因控制（杂合子表现显性性状）。已知植株 A 的 n 对基因均杂合。理论上，下列说法错误的是（ ）

A. 植株 A 的测交子代会出现 2^n 种不同表现型的个体

B. n 越大，植株 A 测交子代中不同表现型个体数目彼此之间 差异越大

C. 植株 A 测交子代中 n 对基因均杂合的个体数和纯合子的个体数相等

D. $n \geq 2$ 时，植株 A 的测交子代中杂合子的个体数多于纯合子的个体数

【答案】B

【解析】

【分析】1、基因的自由组合定律的实质是：位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的；在减数分裂的过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时，非同源染色体上的非等位基因自由组合。

2、分析题意可知： n 对等位基因独立遗传，即 n 对等位基因遵循自由组合定律。

【详解】A、每对等位基因测交后会出现 2 种表现型，故 n 对等位基因杂合的植株 A 的测交子代会出现 2^n 种不同表现型的个体，A 正确；

B、不管 n 有多大，植株 A 测交子代比为 $(1:1)^n=1:1:1:1\cdots$ （共 2^n 个 1），即不同表现型个体数目均相等，B 错误；

C、植株 A 测交子代中 n 对基因均杂合的个体数为 $1/2^n$ ，纯合子的个体数也是 $1/2^n$ ，两者相等，C 正确；

D、 $n \geq 2$ 时，植株 A 的测交子代中纯合子的个体数是 $1/2^n$ ，杂合子的个体数为 $1 - (1/2^n)$ ，故杂合子的个体数多于纯合子的个体数，D 正确。

故选 B。

7. 我国提出争取在 2030 年前实现碳达峰，2060 年实现碳中和，这对于改善环境，实现绿色发展至关重要。碳中和是指 CO_2 的排放总量和减少总量相当。下列措施中能促进碳中和最直接有效的是

- A. 将重质油裂解 轻质油作为燃料
- B. 大规模开采可燃冰作为清洁燃料
- C. 通过清洁煤技术减少煤燃烧污染
- D. 研发催化剂将 CO_2 还原为甲醇

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 将重质油裂解为轻质油并不能减少二氧化碳的排放量，达不到碳中和的目的，故 A 不符合题意；

B. 大规模开采可燃冰做为清洁燃料，会增大二氧化碳的排放量，不符合碳中和的要求，故 B 不符合题意；

C. 通过清洁煤技术减少煤燃烧污染，不能减少二氧化碳的排放量，达不到碳中和的目的，故 C 不符合题意；

D. 研发催化剂将二氧化碳还原为甲醇，可以减少二氧化碳的排放量，达到碳中和的目的，故 D 符合题意；

故选 D。

8. 在实验室采用如图装置制备气体，合理的是



	化学试剂	制备的气体
A	$\text{Ca(OH)}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$	NH_3
B	$\text{MnO}_2 + \text{HCl (浓)}$	Cl_2
C	$\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3$	O_2
D	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (浓)}$	HCl

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【分析】由实验装置图可知，制备气体的装置为固固加热装置，收集气体的装置为向上排空气法，说明该气体的密度大于空气的密度；

【详解】A. 氨气的密度比空气小，不能用向上排空气法收集，故 A 错误；

B. 二氧化锰与浓盐酸共热制备氯气为固液加热反应，需要选用固液加热装置，不能选用固固加热装置，故 B 错误；

C. 二氧化锰和氯酸钾共热制备氧气为固固加热的反应，能选用固固加热装置，氧气的密度大于空气，可选用向上排空气法收集，故 C 正确；

D. 氯化钠与浓硫酸共热制备为固液加热反应，需要选用固液加热装置，不能选用固固加热装置，故 D 错误；

故选 C。

9. 下列过程中的化学反应，相应的离子方程式正确的是

- A. 用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙： $\text{CO}_3^{2-} + \text{CaSO}_4 = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$
- B. 过量铁粉加入稀硝酸中： $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 硫酸铝溶液中滴加少量氢氧化钾溶液： $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 氯化铜溶液中通入硫化氢： $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 硫酸钙微溶，用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙转化为难溶的碳酸钙，离子方程式为： $\text{CO}_3^{2-} + \text{CaSO}_4 = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ ，故 A 正确；

B. 过量的铁粉与稀硝酸反应生成硝酸亚铁、一氧化氮和水，离子方程式应为：

$3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，故 B 错误；

C. 硫酸铝溶液与少量氢氧化钾溶液反应生成氢氧化铝沉淀和硫酸钾，离子方程式应为：

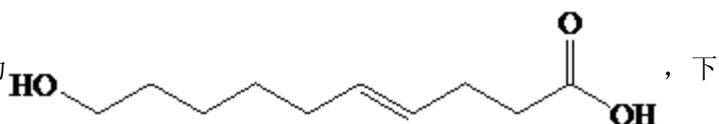
$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ，故 C 错误；

D. 硫化氢为弱电解质，书写离子方程式时不能拆，离子方程式应为： $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ ，

故 D 错误；

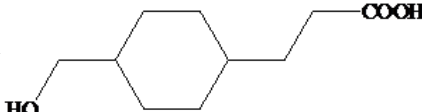
答案选 A。

10. 一种活性物质的结构简式为



列有关该物质的叙述正确的是

- A. 能发生取代反应，不能发生加成反应
- B. 既是乙醇的同系物也是乙酸的同系物

C. 与  互为同分异构体

The structure shown is 1,4-cyclohexanediol, which consists of a cyclohexane ring with hydroxyl groups (-OH) attached to the 1 and 4 positions.

D. 1mol 该物质与碳酸钠反应得 44g CO₂

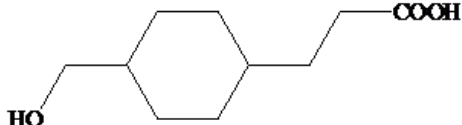
【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 该物质含有羟基、羧基、碳碳双键，能发生取代反应和加成反应，故 A 错误；

B. 同系物是结构相似，分子式相差 1 个或 n 个 CH_2 的有机物，该物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$ ，而且与乙醇、乙酸结构不相似，故 B 错误；

C. 该物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$ ， 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$ ，

所以二者的分子式相同，结构式不同，互为同分异构体，故 C 正确；

D. 该物质只含有一个羧基，1mol 该物质与碳酸钠反应，生成 0.5mol 二氧化碳，质量为 22g，故 D 错误；

故选 C。

11. 我国嫦娥五号探测器带回 1.731kg 的月球土壤，经分析发现其构成与地球土壤类似土壤中含有的短周期元素 W、X、Y、Z，原子序数依次增大，最外层电子数之和为 15，X、Y、Z 为同周期相邻元素，且均不与 W 同族，下列结论正确的是

- A. 原子半径大小顺序为 $W > X > Y > Z$
- B. 化合物 XW 中的化学键为离子键
- C. Y 单质的导电性能弱于 Z 单质的
- D. Z 的氧化物的水化物的酸性强于碳酸

【答案】B

【解析】

【分析】由短周期元素 W、X、Y、Z，原子序数依次增大，最外层电子数之和为 15，X、Y、Z 为同周期相邻元素，可知 W 所在主族可能为第 IIIA 族或第 VIA 族元素，又因 X、Y、Z 为同周期相邻元素，且均不与 W 同族，故 W 一定不是第 IIIA 族元素，即 W 一定是第 VIA 族元素，进一步结合已知可推知 W、X、Y、Z 依次为 O、Mg、Al、Si，据此答题。

【详解】A. O 原子有两层，Mg、Al、Si 均有三层且原子序数依次增大，故原子半径大小顺序为 $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Si} > \text{O}$ ，即 $X > Y > Z > W$ ，A 错误；

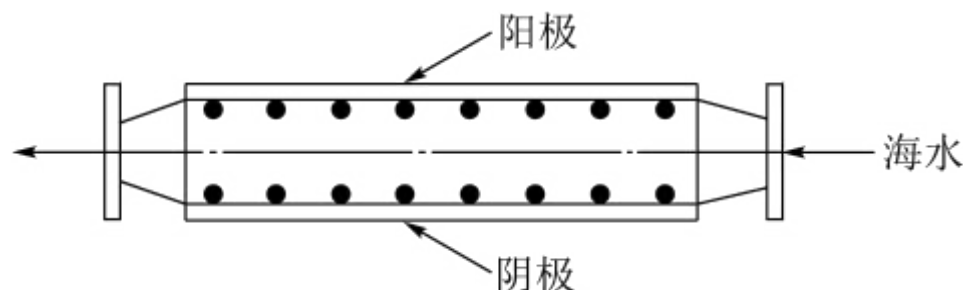
B. 化合物 XW 即 MgO 为离子化合物，其中的化学键为离子键，B 正确；

C. Y 单质为铝单质，铝属于导体，导电性很强，Z 单质为硅，为半导体，半导体导电性介于导体和绝缘体之间，故 Y 单质的导电性能强于 Z 单质的，C 错误；

D. Z 的氧化物的水化物为硅酸，硅酸酸性弱于碳酸，D 错误；

故选 B。

12. 沿海电厂采用海水为冷却水，但在排水管中生物的附着和滋生会阻碍冷却水排放并降低冷却效率，为解决这一问题，通常在管道口设置一对惰性电极(如图所示)，通入一定的电流。



下列叙述错误的是

- A. 阳极发生将海水中的 Cl^- 氧化生成 Cl_2 的反应
- B. 管道中可以生成氧化灭杀附着生物的 NaClO
- C. 阴极生成的 H_2 应及时通风稀释安全地排入大气
- D. 阳极表面形成的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等积垢需要定期清理

【答案】D

【解析】

【分析】海水中除了水，还含有大量 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 等，根据题干信息可知，装置的原理是利用惰性电极电解海水，阳极区溶液中的 Cl^- 会优先失电子生成 Cl_2 ，阴极区 H_2O 优先得电子生成 H_2 和 OH^- ，结合海水成分及电解产物分析解答。

【详解】A. 根据分析可知，阳极区海水中的 Cl^- 会优先失去电子生成 Cl_2 ，发生氧化反应，A 正确；

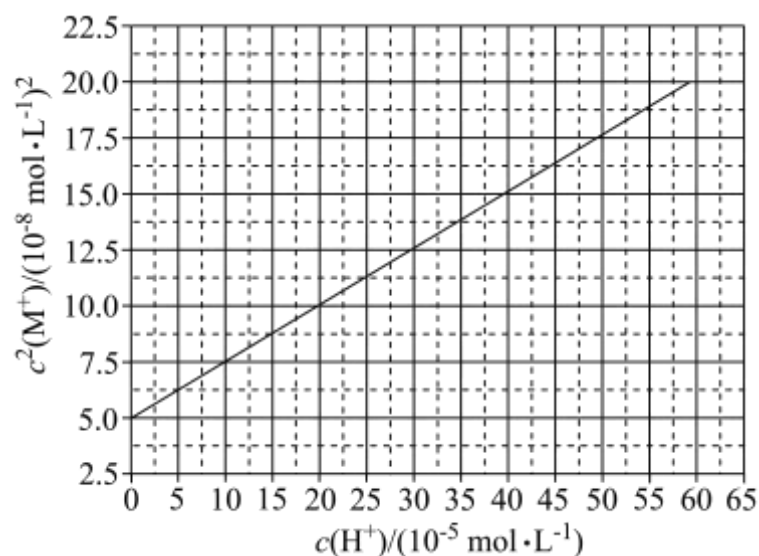
B. 设置的装置为电解池原理，根据分析知，阳极区生成的 Cl_2 与阴极区生成的 OH^- 在管道中会发生反应生成 NaCl 、 NaClO 和 H_2O ，其中 NaClO 具有强氧化性，可氧化灭杀附着的生物，B 正确；

C. 因为 H_2 是易燃性气体，所以阳极区生成的 H_2 需及时通风稀释，安全地排入大气，以排除安全隐患，C 正确；

D. 阴极的电极反应式为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ，会使海水中的 Mg^{2+} 沉淀积垢，所以阴极表面会形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等积垢需定期清理，D 错误。

故选 D。

13. HA 是一元弱酸，难溶盐 MA 的饱和溶液中 $c(M^+)$ 随 $c(H^+)$ 而变化， M^+ 不发生水解。实验发现，298K 时 $c^2(M^+)-c(H^+)$ 为线性关系，如下图中实线所示。



下列叙述错误 是

- A. 溶液 $pH=4$ 时， $c(M^+) < 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. MA 的溶度积 $K_{sp}(MA) = 5.0 \times 10^{-8}$
- C. 溶液 $pH=7$ 时， $c(M^+) + c(H^+) = c(A^-) + c(OH^-)$
- D. HA 的电离常数 $K_a(HA) \approx 2.0 \times 10^{-4}$

【答案】C

【解析】

【分析】由题意可知 HA 是一元弱酸，其电离常数 $K_a(HA) = \frac{c(H^+) \times c(A^-)}{c(HA)}$ ；

$K_{sp}(MA) = c(M^+) \times c(A^-)$ ，联立二式可得线性方程 $c^2(M^+) = c(H^+) \times \frac{K_{sp}(MA)}{K_a(HA)} + K_{sp}(MA)$ 。

【详解】A. 由图可知 $pH=4$ ，即 $c(H^+) = 10 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时， $c^2(M^+) = 7.5 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ ，
 $c(M^+) = \sqrt{7.5 \times 10^{-8}} \text{ mol/L} = \sqrt{7.5} \times 10^{-4} \text{ mol/L} < 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ，A 正确；

B. 当 $c(H^+) = 0 \text{ mol/L}$ 时， $c^2(M^+) = 5.0 \times 10^{-8}$ ，结合分析可知

$5.0 \times 10^{-8} = 0 \times \frac{K_{sp}(MA)}{K_a(HA)} + K_{sp}(MA) = K_{sp}(MA)$ ，B 正确；

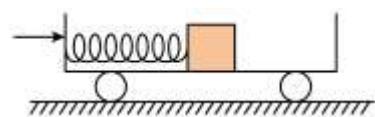
C. 设调 pH 所用的酸为 H_nX ，则结合电荷守恒可知 $c(M^+) + c(H^+) = c(A^-) + c(OH^-) + nc(X^{n-})$ ，题给等式右边缺阴离子部分 $nc(X^{n-})$ ，C 错误；

D. 当 $c(H^+) = 20 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时， $c^2(M^+) = 10.0 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ ，结合 $K_{sp}(MA) = 5.0 \times 10^{-8}$ B 代入线性方程有 $10.0 \times 10^{-8} = 2 \times 10^{-4} \times \frac{5.0 \times 10^{-8}}{K_a(HA)} + 5.0 \times 10^{-8}$ ，解得 $K_a(HA) \approx 2.0 \times 10^{-4}$ ，D 正确；

选 C。

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~5 题只有一项符合题目要求，第 6~8 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 如图，光滑水平地面上有一小车，一轻弹簧的一端与车厢的挡板相连，另一端与滑块相连，滑块与车厢的水平底板间有摩擦。用力向右推动车厢使弹簧压缩，撤去推力时滑块在车厢底板上有相对滑动。在地面参考系（可视为惯性系）中，从撤去推力开始，小车、弹簧和滑块组成的系统（ ）



- A. 动量守恒，机械能守恒
- B. 动量守恒，机械能不守恒
- C. 动量不守恒，机械能守恒
- D. 动量不守恒，机械能不守恒

【答案】B

【解析】

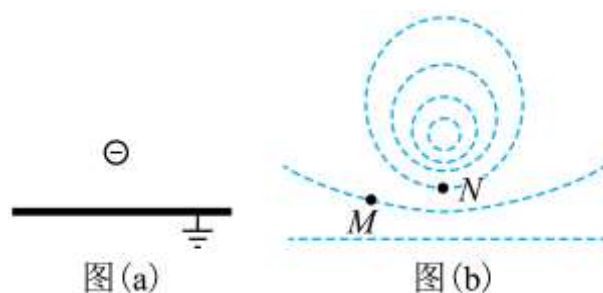
【分析】

【详解】因为滑块与车厢水平底板间有摩擦，且撤去推力后滑块在车厢底板上有相对滑动，即摩擦力做功，而水平地面是光滑的；以小车、弹簧和滑块组成的系统，根据动量守恒和机械能守恒的条件可知撤去推力后该系统动量守恒，机械能不守恒。

故选 B。

15. 如图（a），在一块很大的接地金属平板的上方固定一负电荷。由于静电感应，在金属板上表面产生感应电荷，金属板上电场的等势面如图（b）中虚线所示，相邻等势面间的

电势差都相等。若将一正试探电荷先后放于 M 和 N 处，该试探电荷受到的电场力大小分别为 F_M 和 F_N ，相应的电势能分别为 E_{pM} 和 E_{pN} ，则（ ）



- A. $F_M < F_N, E_{pM} > E_{pN}$
- B. $F_M > F_N, E_{pM} > E_{pN}$
- C. $F_M < F_N, E_{pM} < E_{pN}$
- D. $F_M > F_N, E_{pM} < E_{pN}$

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】由图中等势面的疏密程度可知

$$E_M < E_N$$

根据

$$F = qE$$

可知

$$F_M < F_N$$

由题可知图中电场线是由金属板指向负电荷，设将该试探电荷从 M 点移到 N 点，可知电场力做正功，电势能减小，即

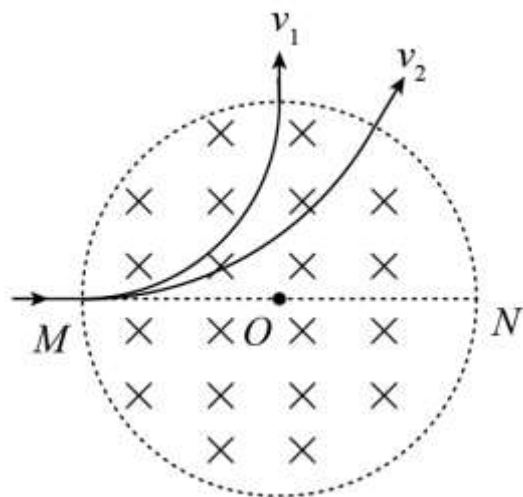
$$E_{pM} > E_{pN}$$

故选 A。

16. 如图，圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场，质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的带电粒

子从圆周上的 M 点沿直径 MON 方向射入磁场。若粒子射入磁场时的速度大小为 v_1 ，离开磁场时速度方向偏转 90° ；若射入磁场时的速度大小为 v_2 ，离开磁场时速度方向偏转 60° ，

不计重力，则 $\frac{v_1}{v_2}$ 为（ ）



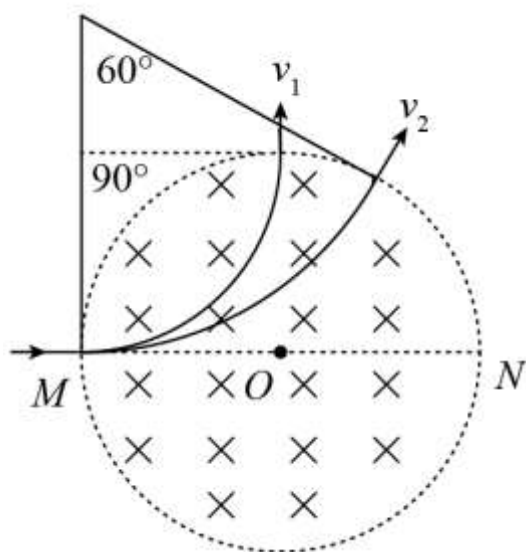
- A. $\frac{1}{2}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D. $\sqrt{3}$

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】根据题意做出粒子的圆心如图所示



设圆形磁场区域的半径为 R ，根据几何关系有第一次的半径

$$r_1 = R$$

第二次的半径

$$r_2 = \sqrt{3}R$$

根据洛伦兹力提供向心力有

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

可得

$$v = \frac{qrB}{m}$$

所以

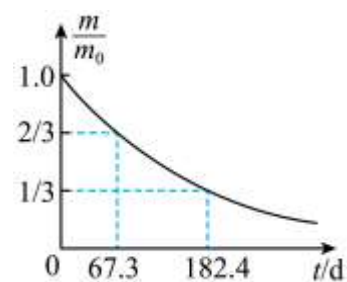
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

故选 B。

17. 医学治疗中常用放射性核素 ^{113}In 产生 γ 射线，而 ^{113}In 是由半衰期相对较长的 ^{113}Sn 衰

变产生的。对于质量为 m_0 的 ^{113}Sn ，经过时间 t 后剩余的 ^{113}Sn 质量为 m ，其 $\frac{m}{m_0} - t$ 图线如

图所示。从图中可以得到 ^{113}Sn 的半衰期为（ ）



A. 67.3d

B. 101.0d

C. 115.1d

D.

124.9d

【答案】C

【解析】

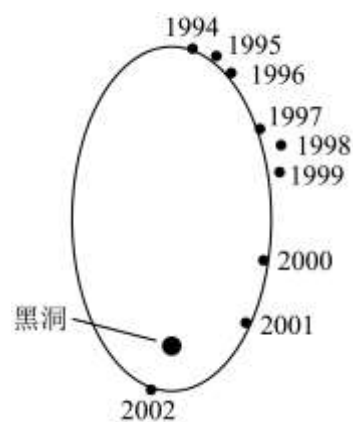
【分析】

【详解】由图可知从 $\frac{m}{m_0} = \frac{2}{3}$ 到 $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{3}$ 恰好衰变了一半，根据半衰期的定义可知半衰期为

$$T = 182.4\text{d} - 67.3\text{d} = 115.1\text{d}$$

故选 C。

18. 科学家对银河系中心附近的恒星 S2 进行了多年的持续观测，给出 1994 年到 2002 年间 S2 的位置如图所示。科学家认为 S2 的运动轨迹是半长轴约为 1000AU（太阳到地球的距离为 1AU）的椭圆，银河系中心可能存在超大质量黑洞。这项研究工作获得了 2020 年诺贝尔物理学奖。若认为 S2 所受的作用力主要为该大质量黑洞的引力，设太阳的质量为 M ，可以推测出该黑洞质量约为（ ）



- A. $4 \times 10^4 M$ B. $4 \times 10^6 M$ C. $4 \times 10^8 M$ D. $4 \times 10^{10} M$

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】可以近似把 S2 看成匀速圆周运动，由图可知，S2 绕黑洞的周期 $T=16$ 年，地球的公转周期 $T_0=1$ 年，S2 绕黑洞做圆周运动的半径 r 与地球绕太阳做圆周运动的半径 R 关系是

$$r = 1000R$$

地球绕太阳的向心力由太阳对地球的引力提供，由向心力公式可知

$$G \frac{Mm}{R^2} = mR\omega^2 = mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

解得太阳的质量为

$$M = \frac{4\pi R^3}{GT_0^2}$$

同理 S2 绕黑洞的向心力由黑洞对它的万有引力提供，由向心力公式可知

$$G \frac{M_x m'}{r^2} = m' r \omega^2 = m' r \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

解得黑洞的质量为

$$M_x = \frac{4\pi r^3}{GT^2}$$

综上可得

$$M_x = 3.90 \times 10^6 M$$

故选 B。

19. 水平桌面上，一质量为 m 的物体在水平恒力 F 拉动下从静止开始运动，物体通过的路程等于 s_0 时，速度的大小为 v_0 ，此时撤去 F ，物体继续滑行 $2s_0$ 的路程后停止运动，重力加速度大小为 g ，则（ ）

A. 在此过程中 F 所做的功为 $\frac{1}{2}mv_0^2$

B. 在此过程中 F 的冲量大小等于 $\frac{3}{2}mv_0$

C. 物体与桌面间的动摩擦因数等于 $\frac{v_0^2}{4s_0g}$

D. F 的大小等于物体所受滑动摩擦力大小的 2 倍

【答案】BC

【解析】

【分析】

【详解】CD. 外力撤去前，由牛顿第二定律可知

$$F - \mu mg = ma_1 \quad ①$$

由速度位移公式有

$$v_0^2 = 2a_1s_0 \quad ②$$

外力撤去后，由牛顿第二定律可知

$$-\mu mg = ma_2 \quad ③$$

由速度位移公式有

$$-v_0^2 = 2a_2(2s_0) \quad ④$$

由①②③④可得，水平恒力

$$F = \frac{3mv_0^2}{4s_0}$$

动摩擦因数

$$\mu = \frac{v_0^2}{4gs_0}$$

滑动摩擦力

$$F_f = \mu mg = \frac{mv_0^2}{4s_0}$$

可知 F 的大小等于物体所受滑动摩擦力大小的 3 倍，

故 C 正确，D 错误；

A. 在此过程中，外力 F 做功为

$$W = Fs_0 = \frac{3}{4}mv_0^2$$

故 A 错误；

B. 由平均速度公式可知，外力 F 作用时间

$$t_1 = \frac{s_0}{\frac{0+v_0}{2}} = \frac{2s_0}{v_0}$$

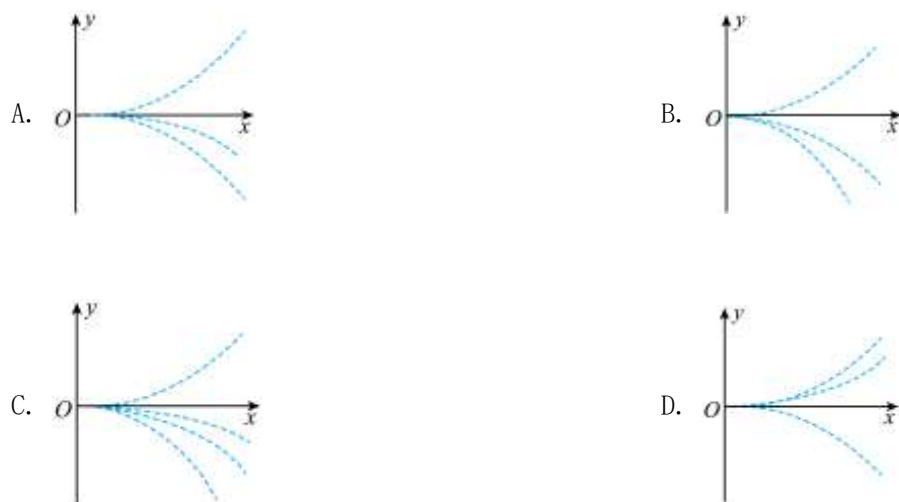
在此过程中， F 的冲量大小是

$$I = Ft_1 = \frac{3}{2}mv_0$$

故 B 正确。

故选 BC。

20. 四个带电粒子的电荷量和质量分别 $(+q, m)$ 、 $(+q, 2m)$ 、 $(+3q, 3m)$ 、 $(-q, m)$ 它们先后以相同的速度从坐标原点沿 x 轴正方向射入一匀强电场中，电场方向与 y 轴平行，不计重力，下列描绘这四个粒子运动轨迹的图像中，可能正确的是（ ）



【答案】AD

【解析】

【分析】

【详解】带电粒子在匀强电场中做类平抛运动，加速度为

$$a = \frac{qE}{m}$$

由类平抛运动规律可知，带电粒子的在电场中运动时间为

$$t = \frac{l}{v_0}$$

离开电场时，带电粒子的偏转角正切为

$$\tan = \frac{v_y}{v_x} = \frac{at}{v_0} = \frac{qEl}{mv_0^2}$$

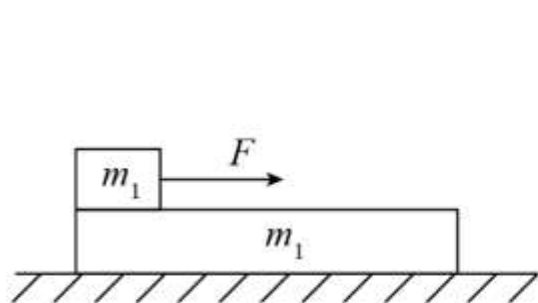
因为四个带电的粒子的初速相同，电场强度相同，极板长度相同，所以偏转角只与比荷有关，前面三种带电粒子带正电，第四种带电粒子带负电，所以第四个粒子与前面三个粒子的偏转方向不同；第一种粒子与第三种粒子的比荷相同，所以偏转角相同，轨迹相同，且与第四种粒子的比荷也相同，所以一、三、四粒子偏转角相同，但第四种粒子与前两个粒子的偏转方向相反；第二种粒子的比荷与第一、三种粒子的比荷小，所以第二种粒子比第一、三种粒子的偏转角小，但都还正电，偏转方向相同。

故选 AD。

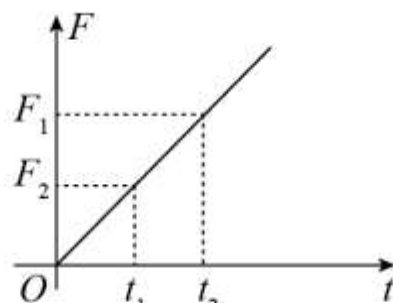
21. 水平地面上有一质量为 m_1 的长木板，木板的左明上有一质量为 m_2 的物块，如图 (a)

所示。用水平向右的拉力 F 作用在物块上， F 随时间 t 的变化关系如图 (b) 所示，其中 F_1 、

F_2 分别为 t_1 、 t_2 时刻 F 的大小。木板的加速度 a_1 随时间 t 的变化关系如图 (c) 所示。已知木板与地面间的动摩擦因数为 μ_1 ，物块与木板间的动摩擦因数为 μ_2 ，假设最大静摩擦力均与相应的滑动摩擦力相等，重力加速度大小为 g 。则 ()



图(a)



图(b)



图(c)

- A. $F_1 = \mu_1 m_1 g$
- B. $F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$
- C. $\mu_2 > \frac{m_1 + m_2}{m_2} \mu_1$
- D. $0 \sim t_2$ 时间段物块与木板加速度相等

【答案】BCD

【解析】

【分析】

【详解】A. 图 (c) 可知， t_1 时滑块木板一起刚在从水平滑动，此时滑块与木板相对静止，木板刚要滑动，此时以整体为对象有

$$F_1 = \mu_1(m_1 + m_2)g$$

故 A 错误；

BC. 图 (c) 可知， t_2 滑块与木板刚要发生相对滑动，以整体为对象，根据牛顿第二定律，有

$$F_2 - \mu_1(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$$

以木板为对象，根据牛顿第二定律，有

$$\mu_2 m_2 g - \mu_1(m_1 + m_2)g = m_1 a > 0$$

解得

$$F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$$

$$\mu_2 > \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \mu_1$$

故 BC 正确；

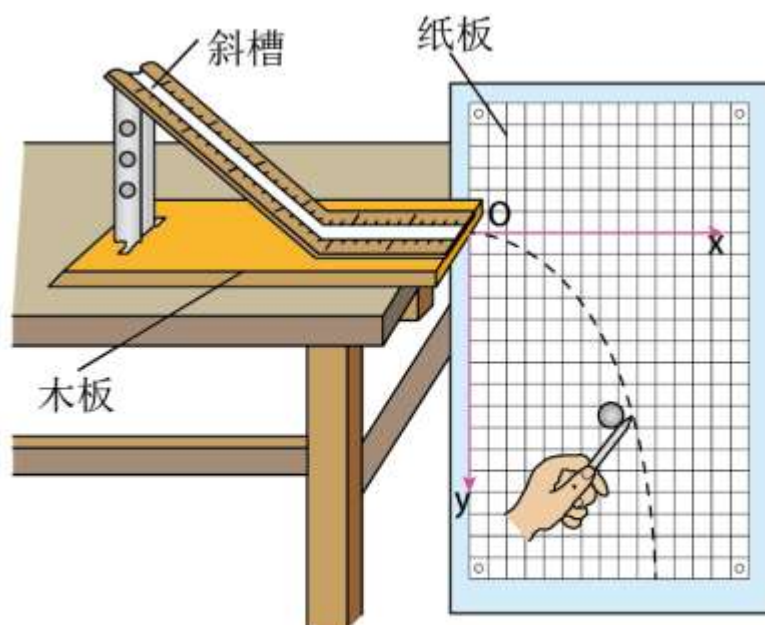
D. 图 (c) 可知， $0 \sim t_2$ 这段时间滑块与木板相对静止，所以有相同的加速度，故 D 正确。

故选 BCD。

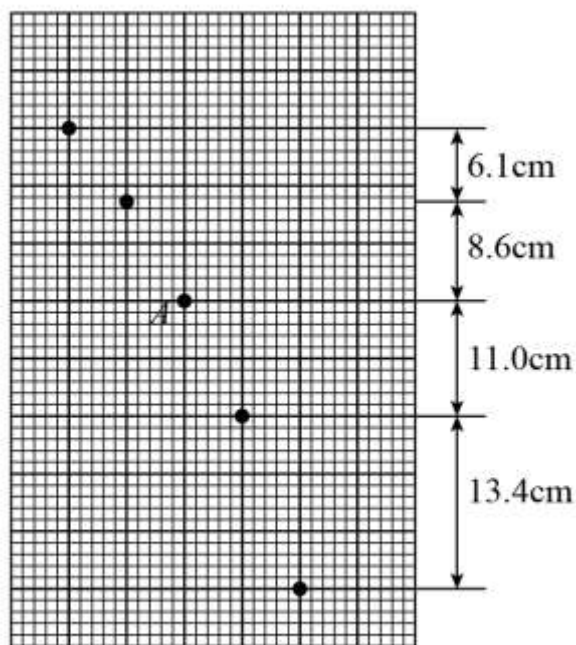
三、非选择题：第 9~12 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 13~16 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：

22. 某同学利用图 (a) 所示装置研究平抛运动的规律。实验时该同学使用频闪仪和照相机对做平抛运动的小球进行拍摄，频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光，某次拍摄后得到的照片如图 (b) 所示（图中未包括小球刚离开轨道的影像）。图中的背景是放在竖直平面内的带有方格的纸板，纸板与小球轨迹所在平面平行，其上每个方格的边长为 5cm 。该同学在实验中测得的小球影像的高度差已经在图 (b) 中标出。



图(a)



图(b)

完成下列填空：（结果均保留 2 位有效数字）

（1）小球运动到图（b）中位置 A 时，其速度的水平分量大小为_____m/s，竖直分量大小为_____m/s；

（2）根据图（b）中数据可得，当地重力加速度的大小为_____m/s²。

【答案】 (1). 1.0 (2). 2.0 (3). 9.7

【解析】

【分析】

【详解】（1）[1]因小球水平方向做匀速直线运动，因此速度为

$$v_0 = \frac{x}{t} = \frac{0.05}{0.05} \text{ m/s} = 1.0 \text{ m/s}$$

[2]竖直方向做自由落体运动，因此 A 点的竖直速度可由平均速度等于时间中点的瞬时速度求得

$$v_y = \frac{8 \times 5 \times 10^{-2}}{0.05 \times 4} \text{ m/s} = 2.0 \text{ m/s}$$

（2）[3]由竖直方向的自由落体运动可得

$$g = \frac{y_3 + y_4 - y_2 - y_1}{4T^2}$$

代入数据可得

$$g = 9.7 \text{ m/s}^2$$

23. 一实验小组利用图(a)所示的电路测量一电池的电动势 E (约 1.5 V) 和内阻 r (小于 2Ω)。

图中电压表量程为 1 V ，内阻 $R_V = 380.0 \Omega$ ；定值电阻 $R_0 = 20.0 \Omega$ ；电阻箱 R ，最大阻值为 999.9Ω ； S 为开关。按电路图连接电路。完成下列填空：

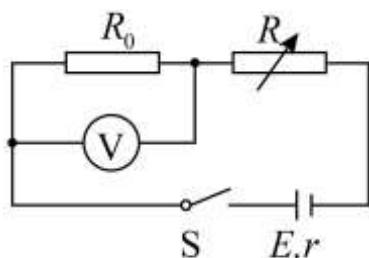


图 (a)

(1) 为保护电压表，闭合开关前，电阻箱接入电路的电阻值可以选 _____ Ω (填 “5.0” 或 “15.0”)；

(2) 闭合开关，多次调节电阻箱，记录下阻值 R 和电压表的相应读数 U ；

(3) 根据图 (a) 所示电路，用 R 、 R_0 、 R_V 、 E 和 r 表示 $\frac{1}{U}$ ，得 $\frac{1}{U} =$ _____；

(4) 利用测量数据，做 $\frac{1}{U} - R$ 图线，如图 (b) 所示：

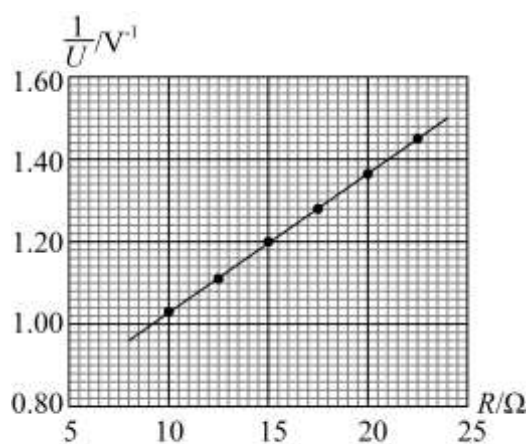


图 (b)

(5) 通过图 (b) 可得 $E =$ _____ V (保留 2 位小数)， $r =$ _____ Ω (保留 1 位小数)；

(6) 若将图 (a) 中的电压表当成理想电表，得到的电源电动势为 E' ，由此产生的误差为

$$\left| \frac{E' - E}{E} \right| \times 100\% = \text{_____} \%$$

【答案】 (1). 15.0 (2). $\frac{R_0 + R_V}{ER_V R_0} \cdot R + \frac{1}{E} + \frac{(R_V + R_0)r}{ER_V R_0}$ (3). 1.55 (4). 1.0 (5).

5

【解析】

【分析】

【详解】(1) [1]为了避免电压表被烧坏，接通电路时电压表两端 电压不能比电表满偏电压大，则由并联电路分压可得

$$\frac{U}{\frac{R_V R_0}{R_V + R_0}} = \frac{E - U}{R + r}$$

代入数据解得

$$R = 7.5\Omega$$

因此选 15.0Ω 。

(3) [2]由闭合回路的欧姆定律可得

$$E = U + \frac{U}{\frac{R_V R_0}{R_V + R_0}} (R + r)$$

化简可得

$$\frac{1}{U} = \frac{R_0 + R_V}{ER_V R_0} \cdot R + \frac{1}{E} + \frac{R_V + R_0}{ER_V R_0} r$$

(5) [3][4]由上面公式可得

$$\frac{R_0 + R_V}{ER_V R_0} = k = \frac{1}{19E}, \quad \frac{1}{E} + \frac{R_V + R_0}{ER_V R_0} r = b = \frac{1}{E} + \frac{r}{19E}$$

由 $\frac{1}{U} - R$ 图象计算可得

$$k = 0.034\text{V}^{-1} \cdot \Omega, \quad b = 0.68\text{V}^{-1}$$

代入可得

$$E \approx 1.55\text{V}, \quad r \approx 1.0\Omega$$

(6) [5]如果电压表为理想电压表，则可有

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{E} + \frac{r}{ER_0} + \frac{1}{ER_0} R$$

则此时

$$E' = \frac{1}{20k}$$

因此误差为

$$\eta = \left| \frac{\frac{1}{20k} - \frac{1}{19k}}{\frac{1}{19k}} \right| \times 100\% = 5\%$$

24. 一篮球质量为 $m = 0.60\text{kg}$ ，一运动员使其从距地面高度为 $h_1 = 1.8\text{m}$ 处由静止自由落下，反弹高度为 $h_2 = 1.2\text{m}$ 。若使篮球从距地面 $h_3 = 1.5\text{m}$ 的高度由静止下落，并在开始下落的同时向下拍球、球落地后反弹的高度也为 1.5m 。假设运动员拍球时对球的作用力为恒力，作用时间为 $t = 0.20\text{s}$ ；该篮球每次与地面碰撞前后的动能的比值不变。重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：

- (1) 运动员拍球过程中对篮球所做的功；
- (2) 运动员拍球时对篮球的作用力的大小。

【答案】(1) $W = 4.5\text{J}$ ；(2) $F = 9\text{N}$

【解析】

【分析】

【详解】(1) 第一次篮球下落的过程中由动能定理可得

$$E_1 = mgh_1$$

篮球反弹后向上运动的过程由动能定理可得

$$0 - E_2 = -mgh_2$$

第二次从 1.5m 的高度静止下落，同时向下拍球，在篮球反弹上升的过程中，由动能定理可得

$$0 - E_4 = 0 - mgh_4$$

第二次从 1.5m 的高度静止下落，同时向下拍球，篮球下落过程中，由动能定理可得

$$W + mgh_3 = E_3$$

因篮球每次和地面撞击的前后动能的比值不变，则有比例关系

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{E_4}{E_3}$$

代入数据可得

$$W = 4.5\text{J}$$

(2) 因作用力是恒力，在恒力作用下篮球向下做匀加速直线运动，因此有牛顿第二定律可得

$$F + mg = ma$$

在拍球时间内运动的位移为

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

做得功为

$$W = Fx$$

联立可得

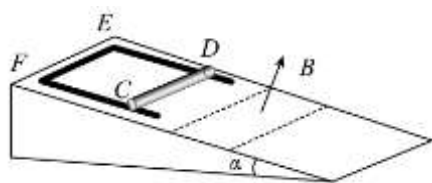
$$F = 9\text{N} \quad (F = -15\text{N} \text{ 舍去})$$

25. 如图，一倾角为 α 的光滑固定斜面的顶端放有质量 $M = 0.06\text{kg}$ 的 U 型导体框，导体框的电阻忽略不计；一电阻 $R = 3\Omega$ 的金属棒 CD 的两端置于导体框上，与导体框构成矩形回路 $CDEF$ ； EF 与斜面底边平行，长度 $L = 0.6\text{m}$ 。初始时 CD 与 EF 相距 $s_0 = 0.4\text{m}$ ，金属

棒与导体框同时由静止开始下滑，金属棒下滑距离 $s_1 = \frac{3}{16}\text{m}$ 后进入一方向垂直于斜面的匀

强磁场区域，磁场边界（图中虚线）与斜面底边平行；金属棒在磁场中做匀速运动，直至离开磁场区域。当金属棒离开磁场的瞬间，导体框的 EF 边正好进入磁场，并在匀速运动一段距离后开始加速。已知金属棒与导体框之间始终接触良好，磁场的磁感应强度大小 $B = 1\text{T}$ ，重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$, $\sin \alpha = 0.6$ 。求：

- (1) 金属棒在磁场中运动时所受安培力的大小；
 - (2) 金属棒的质量以及金属棒与导体框之间的动摩擦因数；
 - (3) 导体框匀速运动的距离。
-



【答案】(1) 0.18N ; (2) $m = 0.02\text{kg}$, $\mu = \frac{3}{8}$; (3) $x_2 = \frac{5}{18}\text{m}$

【解析】

【分析】

【详解】(1) 根据题意可得金属棒和导体框在没有进入磁场时一起做匀加速直线运动，由动能定理可得

$$(M + m)gs_1 \sin \alpha = \frac{1}{2}(M + m)v_0^2$$

代入数据解得

$$v_0 = \frac{3}{2}\text{m/s}$$

金属棒在磁场中切割磁场产生感应电动势，由法拉第电磁感应定律可得

$$E = BLv_0$$

由闭合回路的欧姆定律可得

$$I = \frac{E}{R}$$

则导体棒刚进入磁场时受到的安培力为

$$F_{\text{安}} = BIL = 0.18\text{N}$$

(2) 金属棒进入磁场以后因为瞬间受到安培力的作用，根据楞次定律可知金属棒的安培力沿斜面向上，之后金属棒相对导体框向上运动，因此金属棒受到导体框给的沿斜面向下的滑动摩擦力，因匀速运动，可有

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = F_{\text{安}}$$

此时导体框向下做匀加速运动，根据牛顿第二定律可得

$$Mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = Ma$$

设磁场区域的宽度为 x ，则金属棒在磁场中运动的时间为

$$t = \frac{x}{v_0}$$

则此时导体框的速度为

$$v_1 = v_0 + at$$

则导体框的位移

$$x_1 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

因此导体框和金属棒的相对位移为

$$\Delta x = x_1 - x = \frac{1}{2} at^2$$

由题意当金属棒离开磁场时金属框的上端 EF 刚好进入线框，则有位移关系

$$s_0 - \Delta x = x$$

金属框进入磁场时匀速运动，此时的电动势为

$$E_1 = BLv_1, \quad I_1 = \frac{BLv_1}{R}$$

导体框受到向上的安培力和滑动摩擦力，因此可得

$$Mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + BI_1 L$$

联立以上可得

$$x = 0.3\text{m}, \quad a = 5\text{m/s}^2, \quad m = 0.02\text{kg}, \quad \mu = \frac{3}{8}$$

(3) 金属棒出磁场以后，速度小于导体框的速度，因此受到向下的摩擦力，做加速运动，则有

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_1$$

金属棒向下加速，导体框匀速，当共速时导体框不再匀速，则有

$$v_0 + a_1 t_1 = v_1$$

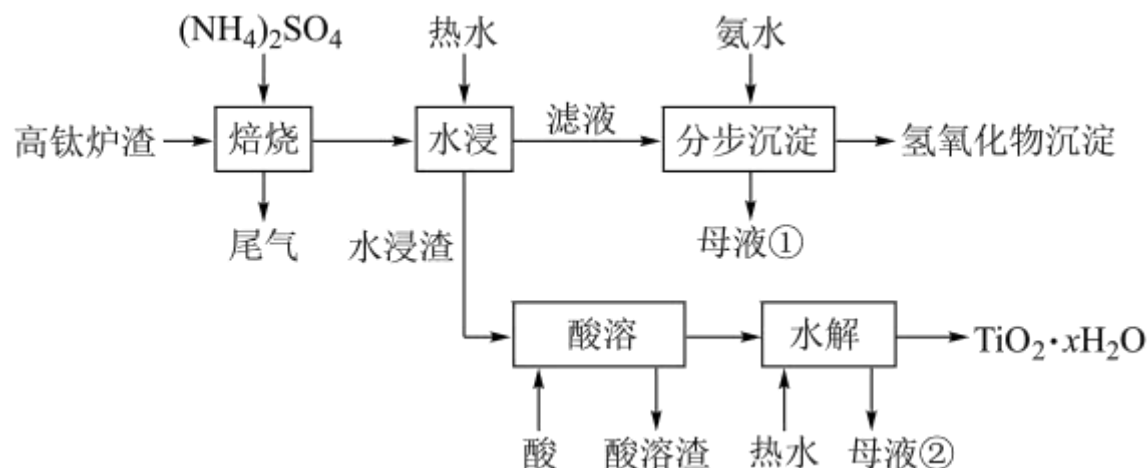
导体框匀速运动的距离为

$$x_2 = v_1 t_1$$

代入数据解得

$$x_2 = \frac{2.5}{9} \text{m} = \frac{5}{18} \text{m}$$

26. 磁选后的炼铁高钛炉渣，主要成分有 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 以及少量的 Fe_2O_3 。为节约和充分利用资源，通过如下工艺流程回收钛、铝、镁等。



该工艺条件下，有关金属离子开始沉淀和沉淀完全的 pH 见下表

金属离子	Fe ³⁺	Al ³⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
开始沉淀的 pH	2.2	3.5	9.5	12.4
沉淀完全 $(c=1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 的 pH	3.2	4.7	11.1	13.8

回答下列问题：

(1)“焙烧”中，TiO₂、SiO₂ 几乎不发生反应，Al₂O₃、MgO、CaO、Fe₂O₃ 转化为相应的硫酸盐，写出 Al₂O₃ 转化为 NH₄Al(SO₄)₂ 的化学方程式_____。

(2)“水浸”后“滤液”的 pH 约为 2.0，在“分步沉淀”时用氨水逐步调节 pH 至 11.6，依次析出的金属离子是_____。

(3)“母液①”中 Mg²⁺ 浓度为_____ mol·L⁻¹。

(4)“水浸渣”在 160℃“酸溶”最适合的酸是_____。“酸溶渣”的成分是_____、_____。

(5)“酸溶”后，将溶液适当稀释并加热，TiO²⁺ 水解析出 TiO₂·xH₂O 沉淀，该反应的离子方程式是_____。

(6)将“母液①”和“母液②”混合，吸收尾气，经处理得_____，循环利用。

【答案】 (1). $\text{Al}_2\text{O}_3 + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 + 6\text{NH}_3 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} \uparrow$

- (2). Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} (3). 1.0×10^{-6} (4). 硫酸 (5). SiO_2 (6). CaSO_4
 (7). $\text{TiO}^{2+} + (x+1)\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$ (8). $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

【解析】

【分析】由题给流程可知，高钛炉渣与硫酸铵混合后焙烧时，二氧化钛和二氧化硅不反应，氧化铝、氧化镁、氧化钙、氧化铁转化为相应的硫酸盐，尾气为氨气；将焙烧后物质加入热水水浸，二氧化钛、二氧化硅不溶于水，微溶的硫酸钙部分溶于水，硫酸铁、硫酸镁和硫酸铝铵溶于水，过滤得到含有二氧化钛、二氧化硅、硫酸钙的水浸渣和含有硫酸铁、硫酸镁、硫酸铝铵和硫酸钙的滤液；向 pH 约为 2.0 的滤液中加入氨水至 11.6，溶液中铁离子、铝离子和镁离子依次沉淀，过滤得到含有硫酸铵、硫酸钙的母液①和氢氧化物沉淀；向水浸渣中加入浓硫酸加热到 160°C 酸溶，二氧化硅和硫酸钙与浓硫酸不反应，二氧化钛与稀硫酸反应得到 TiOSO_4 ，过滤得到含有二氧化硅、硫酸钙的酸溶渣和 TiOSO_4 溶液；将 TiOSO_4 溶液加入热水稀释并适当加热，使 TiOSO_4 完全水解生成 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀和硫酸，过滤得到含有硫酸的母液②和 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】(1) 氧化铝转化为硫酸铝铵发生的反应为氧化铝、硫酸铵在高温条件下反应生成硫酸铝铵、氨气和水，反应的化学方程式为：

$$\text{Al}_2\text{O}_3 + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 + 4\text{NH}_3 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$$
，故答案为：



(2) 由题给开始沉淀和完全沉淀的 pH 可知，将 pH 约为 2.0 的滤液加入氨水调节溶液 pH 为 11.6 时，铁离子首先沉淀、然后是铝离子、镁离子，钙离子没有沉淀，故答案为： Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} ；

(3) 由镁离子完全沉淀时，溶液 pH 为 11.1 可知，氢氧化镁的溶度积为

$1 \times 10^{-5} \times (1 \times 10^{-2.9})^2 = 1 \times 10^{-10.8}$ ，当溶液 pH 为 11.6 时，溶液中镁离子的浓度为

$$\frac{1 \times 10^{-10.8}}{(1 \times 10^{-2.4})^2} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}，故答案为：1 \times 10^{-6}；$$

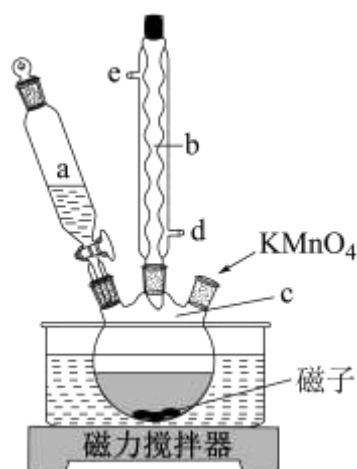
(4) 增大溶液中硫酸根离子浓度，有利于使微溶的硫酸钙转化为沉淀，为了使微溶的硫酸钙完全沉淀，减少 TiOSO_4 溶液中含有硫酸钙的量，应加入浓硫酸加热到 160°C 酸溶；由分析可知，二氧化硅和硫酸钙与浓硫酸不反应，则酸溶渣的主要成分为二氧化硅和硫酸钙，故答案为：硫酸； SiO_2 、 CaSO_4 ；

(5) 酸溶后将 TiOSO_4 溶液加入热水稀释并适当加热, 能使 TiOSO_4 完全水解生成 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀和硫酸, 反应的离子方程式为 $\text{TiO}^{2+} + (x+1)\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$, 故答案为:



(6) 由分析可知, 尾气为氨气, 母液①为硫酸铵、母液②为硫酸, 将母液①和母液②混合后吸收氨气得到硫酸铵溶液, 可以循环使用, 故答案为: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

27. 氧化石墨烯具有稳定的网状结构, 在能源、材料等领域有着重要的应用前景, 通过氧化剥离石墨制备氧化石墨烯的一种方法如下(转置如图所示):



I. 将浓 H_2SO_4 、 NaNO_3 、石墨粉末在 c 中混合, 置于冰水浴中, 剧烈搅拌下, 分批缓慢加入 KMnO_4 粉末, 塞好瓶口。

II. 转至油浴中, 35°C 搅拌 1 小时, 缓慢滴加一定量的蒸馏水。升温至 98°C 并保持 1 小时。

III. 转移至大烧杯中, 静置冷却至室温。加入大量蒸馏水, 而后滴加 H_2O_2 至悬浊液由紫色变为土黄色。

IV. 离心分离, 稀盐酸洗涤沉淀。

V. 蒸馏水洗涤沉淀。

VI. 冷冻干燥, 得到土黄色的氧化石墨烯。

回答下列问题:

(1) 装置图中, 仪器 a、c 的名称分别是____、____, 仪器 b 的进水口是____(填字母)。

(2) 步骤 I 中, 需分批缓慢加入 KMnO_4 粉末并使用冰水浴, 原因是_____。

(3)步骤Ⅱ中的加热方式采用油浴，不使用热水浴，原因是_____。

(4)步骤Ⅲ中， H_2O_2 的作用是_____ (以离子方程式表示)。

(5)步骤Ⅳ中，洗涤是否完成，可通过检测洗出液中是否存在 SO_4^{2-} 来判断。检测的方法是_____。

(6)步骤Ⅴ可用 pH 试纸检测来判断 Cl^- 是否洗净，其理由是_____。

【答案】 (1). 滴液漏斗 (2). 三颈烧瓶 (3). d (4). 反应放热，使反应过快

(5). 反应温度接近水的沸点，油浴更易控温 (6).

$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$ (7). 取少量洗出液，滴加 BaCl_2 ，

没有白色沉淀生成 (8). H^+ 与 Cl^- 电离平衡，洗出液接近中性时，可认为 Cl^- 洗净

【解析】

【分析】

【详解】(1)由图中仪器构造可知，a 的仪器名称为滴液漏斗，c 的仪器名称为三颈烧瓶；仪器 b 为球形冷凝管，起冷凝回流作用，为了是冷凝效果更好，冷却水要从 d 口进，a 口出，故答案为：分液漏斗；三颈烧瓶；d；

(2)反应为放热反应，为控制反应速率，避免反应过于剧烈，需分批缓慢加入 KMnO_4 粉末并使用冰水浴，故答案为：反应放热，使反应过快；

(3)油浴和水浴相比，由于油的比热容较小，油浴控制温度更加灵敏和精确，该实验反应温度接近水的沸点，故不采用热水浴，而采用油浴，故答案为：反应温度接近水的沸点，油浴更易控温；

(4)由滴加 H_2O_2 后发生的现象可知，加入的目的是除去过量的 KMnO_4 ，则反应的离子方程式为： $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，故答案为：

$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ；

(5)该实验中为判断洗涤是否完成，可通过检测洗出液中是否存在 SO_4^{2-} 来判断，检测方法是：取最后一次洗涤液，滴加 BaCl_2 溶液，若没有沉淀说明洗涤完成，故答案为：取少量洗出液，滴加 BaCl_2 ，没有白色沉淀生成；

(6)步骤Ⅳ用稀盐酸洗涤沉淀，步骤Ⅴ洗涤过量的盐酸， H^+ 与 Cl^- 电离平衡，洗出液接近

中性时，可认为 Cl^- 洗净，故答案为： H^+ 与 Cl^- 电离平衡，洗出液接近中性时，可认为 Cl^- 洗净。

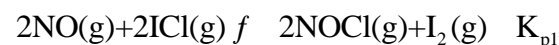
28. 一氯化碘(ICl)是一种卤素互化物，具有强氧化性，可与金属直接反应，也可用作有机合成中的碘化剂。回答下列问题：

(1)历史上海藻提碘中得到一种红棕色液体，由于性质相似，Liebig误认为是 ICl ，从而错过了一种新元素的发现，该元素是_____。

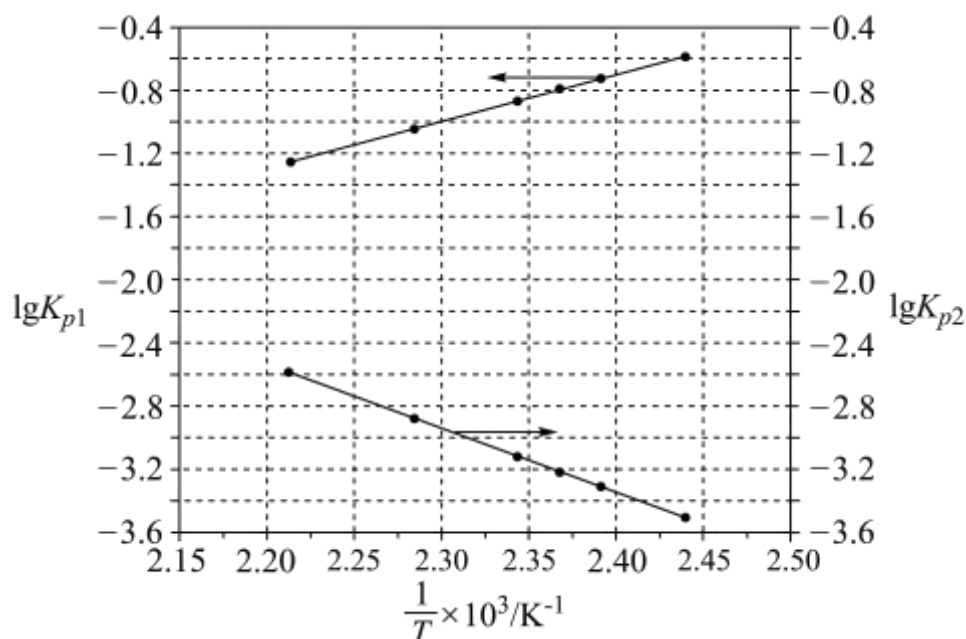
(2)氯铂酸钡(BaPtCl_6)固体加热时部分分解为 BaCl_2 、 Pt 和 Cl_2 ， 376.8°C 时平衡常数

$K_p' = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}^2$ ，在一硬质玻璃烧瓶中加入过量 BaPtCl_6 ，抽真空后，通过一支管通入碘蒸气(然后将支管封闭)，在 376.8°C ，碘蒸气初始压强为 20.0 kPa 。 376.8°C 平衡时，测得烧瓶中压强为 32.5 kPa ，则 $p_{\text{ICl}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kPa}$ ，反应 $2\text{ICl}(\text{g}) = \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (列出计算式即可)。

(3)McMorris测定和计算了在 $136 \sim 180^\circ\text{C}$ 范围内下列反应的平衡常数 K_p 。



得到 $\lg K_{p1} \sim \frac{1}{T}$ 和 $\lg K_{p2} \sim \frac{1}{T}$ 均为线性关系，如下图所示：

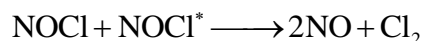
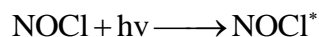


①由图可知， NOCl 分解为 NO 和 Cl_2 反应的 ΔH _____ 0 (填“大于”或“小于”)

②反应 $2\text{ICl}(\text{g}) = \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 的 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 K_{p1} 、 K_{p2} 表示)：该反应的

ΔH $\underline{\hspace{2cm}}$ 0 (填“大于”或“小于”)，写出推理过程 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) Kistiakowsky 曾研究了 NOCl 光化学分解反应，在一定频率(ν)光的照射下机理为：



其中 $h\nu$ 表示一个光子能量， NOCl^* 表示 NOCl 的激发态。可知，分解 1 mol 的 NOCl 需要吸收 $\underline{\hspace{2cm}}$ mol 光子。

【答案】 (1). 溴(或 Br) (2). 24.8 (3). $\frac{100 \times 7.6 \times 10^3}{(24.8 \times 10^3)^2}$ (4). 大于 (5).

$K_{p1} \cdot K_{p2}$ (6). 大于 (7). 设 $T' > T$ ，即 $\frac{1}{T'} < \frac{1}{T}$ ，由图可知：

$\lg K_{p2}(T') - \lg K_{p2}(T) > \lg K_{p1}(T') - \lg K_{p1}(T) = \lg K_{p1}(T) - \lg K_{p1}(T')$ 则：

$\lg [K_{p2}(T') \cdot K_{p1}(T')] > \lg [K_{p2}(T) \cdot K_{p1}(T)]$ ，即 $k(T') > k(T)$ ，因此该反应正反应为吸热反

应，即 ΔH 大于 0 (8). 0.5

【解析】

【分析】

【详解】(1) 红棕色液体，推测为溴单质，因此错过发现的元素是溴(或 Br)；

(2) 由题意玻 376.8℃ 时璃烧瓶中发生两个反应： $\text{BaPtCl}_6(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaCl}_2(\text{s}) + \text{Pt}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$ 、

$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$ 。 $\text{BaPtCl}_6(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaCl}_2(\text{s}) + \text{Pt}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$ 的平衡常数

$K_p' = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}^2$ ，则平衡时 $p^2(\text{Cl}_2) = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}^2$ ，平衡时 $p(\text{Cl}_2) = 100 \text{ Pa}$ ，设到达平衡时

		$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$	
I ₂ (g) 的分压减小 pkPa，则	开始/(kPa)	20.0	0
	变化/(kPa)	p	2p
	平衡/(kPa)	0.1	20.0-p

，376.8℃ 平衡时，测得烧

瓶中压强为 32.5 kPa，则 $0.1 + 20.0 + p = 32.5$ ，解得 $p = 12.4$ ，则平衡时

$p_{\text{ICl}} = 2p \text{ kPa} = 2 \times 12.4 \text{ kPa} = 24.8 \text{ kPa}$ ；则平衡时， $\text{I}_2(\text{g})$ 的分压为 $(20.0 - p) \text{ kPa} = 7.6 \text{ kPa} = 7.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ ，

$p_{\text{ICl}} = 24.8 \text{ kPa} = 24.8 \times 10^3 \text{ Pa}$ ， $p(\text{Cl}_2) = 0.1 \text{ kPa} = 100 \text{ Pa}$ ，因此反应 $2\text{ICl}(\text{g}) = \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 的平

$$\text{平衡常数 } K = \frac{100 \times 7.6 \times 10^3}{(24.8 \times 10^3)^2};$$

(3)①结合图可知，温度越高， $\frac{1}{T}$ 越小， $\lg K_{p2}$ 越大，即 K_{p2} 越大，说明升高温度平衡

$2\text{NOCl(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ 正向移动，则 NOCl 分解为 NO 和 Cl_2 反应的 $\Delta H > 0$ ；

② I. $2\text{NO(g)} + 2\text{ICl(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl(g)} + \text{I}_2\text{(g)}$ K_{p1}

II. $2\text{NOCl(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ K_{p2}

I + II 得 $2\text{ICl(g)} = \text{Cl}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)}$ ，则 $2\text{ICl(g)} = \text{Cl}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)}$ 的 $K = K_{p1} \cdot K_{p2}$ ；该反应的

$\Delta H > 0$ ；推理过程如下：设 $T' > T$ ，即 $\frac{1}{T'} < \frac{1}{T}$ ，由图可知：

$\lg K_{p2}(T') - \lg K_{p2}(T) > |\lg K_{p1}(T') - \lg K_{p1}(T)| = \lg K_{p1}(T) - \lg K_{p1}(T')$ 则：

$\lg [K_{p2}(T') \cdot K_{p1}(T')] > \lg [K_{p2}(T) \cdot K_{p1}(T)]$ ，即 $k(T') > k(T)$ ，因此该反应正反应为吸热反应，即 $\Delta H > 0$ ；

(4) I. $\text{NOCl} + h\nu \longrightarrow \text{NOCl}^*$

II. $\text{NOCl} + \text{NOCl}^* \longrightarrow 2\text{NO} + \text{Cl}_2$

I + II 得总反应为 $2\text{NOCl} + h\nu = 2\text{NO} + \text{Cl}_2$ ，因此 2mol NOCl 分解需要吸收 1mol 光子能量，则分解 1mol 的 NOCl 需要吸收 0.5mol 光子。

29. 生活在干旱地区的一些植物（如植物甲）具有特殊的 CO_2 固定方式。这类植物晚上气孔打开吸收 CO_2 ，吸收的 CO_2 通过生成苹果酸储存在液泡中；白天气孔关闭，液泡中储存的苹果酸脱羧释放的 CO_2 可用于光合作用。回答下列问题：

(1) 白天叶肉细胞产生 ATP 的场所所有_____。光合作用所需的 CO_2 来源于苹果酸脱羧和_____释放的 CO_2 。

(2) 气孔白天关闭、晚上打开是这类植物适应干旱环境的一种方式，这种方式既能防止_____，又能保证_____正常进行。

(3) 若以 pH 作为检测指标，请设计实验来验证植物甲在干旱环境中存在这种特殊的 CO_2 固定方式。_____（简要写出实验思路和预期结果）

【答案】 (1). 细胞质基质、线粒体(线粒体基质和线粒体内膜)、叶绿体类囊体薄膜 (2). 细胞呼吸(或呼吸作用) (3). 蒸腾作用过强导致水分散失过多 (4). 光合作用 (5).

实验思路：取生长状态相同的植物甲若干株随机均分为 A、B 两组；A 组在（湿度适宜的）正常环境中培养，B 组在干旱环境中培养，其他条件相同且适宜，一段时间后，分别检测两组植株夜晚同一时间液泡中的 pH，并求平均值。

预期结果：A 组 pH 平均值高于 B 组。

【解析】

【分析】据题可知，植物甲生活在干旱地区，为降低蒸腾作用减少水分的散失，气孔白天关闭、晚上打开。白天气孔关闭时：液泡中储存的苹果酸脱羧释放的 CO_2 可用于光合作用，光合作用生成的氧气和有机物可用于细胞呼吸，白天能产生 ATP 的场所有细胞质基质、线粒体和叶绿体；而晚上虽然气孔打开，但由于无光照，叶肉细胞只能进行呼吸作用，能产生 ATP 的场所有细胞质基质和线粒体。

【详解】（1）白天有光照，叶肉细胞能利用液泡中储存的苹果酸脱羧释放的 CO_2 进行光合作用，也能利用光合作用产生的氧气和有机物进行有氧呼吸，光合作用光反应阶段能将光能转化为化学能储存在 ATP 中，有氧呼吸三阶段都能产生能量合成 ATP，因此叶肉细胞能产生 ATP 的场所有细胞质基质、线粒体（线粒体基质和线粒体内膜）、叶绿体类囊体薄膜。光合作用为有氧呼吸提供有机物和氧气，反之，细胞呼吸（呼吸作用）产生的二氧化碳也能用于光合作用暗反应，故光合作用所需的 CO_2 可来源于苹果酸脱羧和细胞呼吸（或呼吸作用）释放的 CO_2 。

（2）由于环境干旱，植物吸收的水分较少，为了维持机体的平衡适应这一环境，气孔白天关闭能防止白天因温度较高蒸腾作用较强导致植物体水分散失过多，晚上气孔打开吸收二氧化碳储存固定以保证光合作用等生命活动的正常进行。

（3）该实验自变量是植物甲所处的生存环境是否干旱，由于夜间气孔打开吸收二氧化碳，生成苹果酸储存在液泡中，导致液泡 pH 降低，故可通过检测液泡的 pH 验证植物甲存在该特殊方式，即因变量检测指标是液泡中的 pH 值。实验思路：取生长状态相同的植物甲若干株随机均分为 A、B 两组；A 组在（湿度适宜的）正常环境中培养，B 组在干旱环境中培养，其他条件相同且适宜，一段时间后，分别检测两组植株夜晚同一时间液泡中的 pH，并求平均值。

预期结果：A 组 pH 平均值高于 B 组。

【点睛】解答本题的关键是明确实验材料选取的原则，以及因变量的检测方法和无关变量的处理原则。

30. 在自然界中，竞争是一个非常普遍的现象。回答下列问题：

(1) 竞争排斥原理是指在一个稳定的环境中，两个或两个以上受资源限制的，但具有相同资源利用方式的物种不能长期共存在一起。为了验证竞争排斥原理，某同学选用双小核草履虫和大草履虫为材料进行实验，选择动物所遵循的原则是_____。该实验中需要将两种草履虫放在资源_____（填“有限的”或“无限的”）环境中混合培养。当实验出现_____的结果时即可证实竞争排斥原理。

(2) 研究发现，以同一棵树上的种子为食物的两种雀科鸟原来存在竞争关系，经进化后通过分别取食大小不同的种子而能长期共存。若仅从取食的角度分析，两种鸟除了因取食的种子大小不同而共存，还可因取食的_____（答出1点即可）不同而共存。

(3) 根据上述实验和研究，关于生物种间竞争的结果可得出的结论是_____。

【答案】 (1). 形态和习性上很接近（或具有相同的资源利用方式） (2). 有限的
(3). 一方（双小核草履虫）存活，另一方（大草履虫）死亡 (4). 部位、时间等（合理即可）
(5). 有相同资源利用方式的物种竞争排斥，有不同资源利用方式的物种竞争共存

【解析】

【分析】竞争指两种或两种以上生物相互争夺资源和空间等。竞争的结果常表现为相互抑制，有时表现为一方占优势，另一方处于劣势甚至死亡。

【详解】(1) 为了验证竞争排斥原理，某同学选用双小核草履虫和大草履虫为材料进行实验，选择动物所遵循的原则是形态和习性上很接近，或相同的资源利用方式。竞争排斥原理是指在一个稳定的环境中，两个或两个以上受资源限制的，但具有相同资源利用方式的物种不能长期共存在一起，因此，该实验中需要将两种草履虫放在资源有限的环境中混合培养。当实验出现一方（双小核草履虫）存活，另一方（大草履虫）死亡的结果时即可证实竞争排斥原理。

(2) 研究发现，以同一棵树上的种子为食物的两种雀科鸟原来存在竞争关系，经进化后通过分别取食大小不同的种子而能长期共存。若仅从取食的角度分析，两种鸟除了因取食的种子大小不同而共存，还可因取食的部位、时间等（合理即可）不同而共存。

(3) 根据上述实验和研究，关于生物种间竞争的结果可得出的结论是有相同资源利用方式的物种竞争排斥，有不同资源利用方式的物种竞争共存。

【点睛】解答本题的关键是明确种间竞争概念，竞争导致的两种不同结果，以及竞争排斥和竞争共存的差别。

31. 哺乳动物细胞之间的信息交流是其生命活动所必需的。请参照表中内容，围绕细胞间的信息交流完成下表，以体现激素和靶器官（或靶细胞）响应之间的对应关系。

内分泌腺或 内分泌细胞	激素	激素运输	靶器官或靶细胞	靶器官或靶细胞的响应
肾上腺	肾上腺素	(3) 通过____ 运输	(4) _____	心率加快
胰岛 B 细胞	(1) _____		肝细胞	促进肝糖原的合成
垂体	(2) _____		甲状腺	(5) _____

【答案】 (1). 胰岛素 (2). 促甲状腺激素 (3). 体液 (4). 心脏（心肌细胞）

(5). 促进甲状腺分泌甲状腺激素

【解析】

【分析】激素调节特点：1、微量和高效：激素在血液中含有量很低，但却能产生显著生理效应，这是由于激素的作用被逐级放大的结果。

2、通过体液运输：内分泌腺没有导管，所以激素扩散到体液中，由血液来运输。

3、作用于靶器官、靶细胞：激素的作用具有特异性，它有选择性地作用于靶器官、靶腺体或靶细胞，激素一经靶细胞接受并起作用后就被灭活，因此体内需要源源不断的产生激素，以维持激素含量的动态平衡。激素种类多、含量极微，既不组成细胞结构，也不提供能量，只起到调节生命活动的作用。

【详解】(1) 肾上腺分泌肾上腺素，通过体液运输，由题靶细胞的响应是使心跳加速、心率加快，因此肾上腺素作用于心肌细胞。

(2) 胰岛 B 细胞分泌胰岛素，胰岛素是机体唯一的降血糖激素，通过体液运输，作用于肝细胞，促进肝糖原的合成，使血糖水平降低。

(3) 由题干垂体作用的靶器官是甲状腺可知，垂体可以分泌促甲状腺激素，通过体液运输，作用于甲状腺，促进甲状腺分泌甲状腺激素，提高细胞代谢速率，使机体产生更多的热量。

【点睛】本题考查机体内分泌腺分泌的激素种类及作用、激素调节的特点等相关知识，解决本题的关键是注意靶器官或靶细胞这一栏的答案应该与相应的靶器官和靶细胞响应保持一致。

32. 果蝇的灰体对黄体是显性性状，由 X 染色体上的 1 对等位基因（用 A/a 表示）控制；长

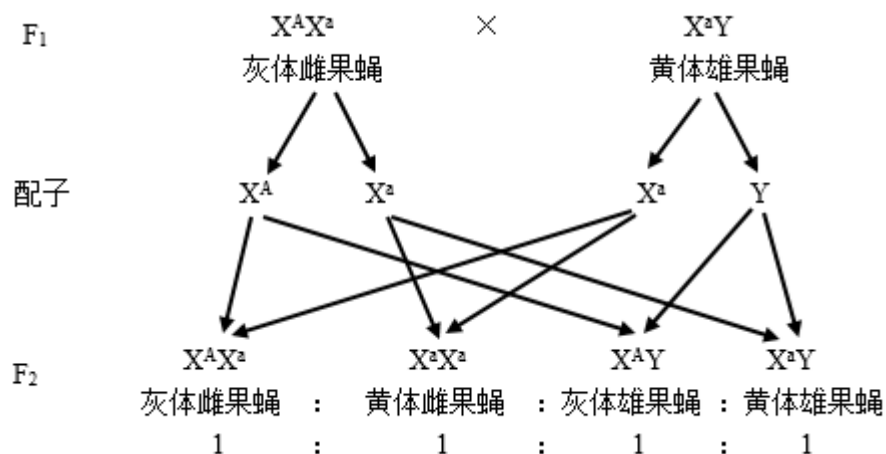
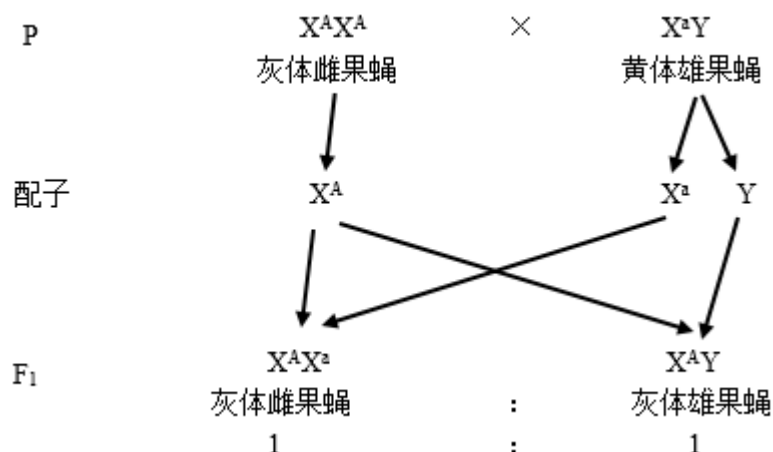
翅对残翅是显性性状，由常染色体上的 1 对等位基因（用 B/b 表示）控制。回答下列问题：

（1）请用灰体纯合子雌果蝇和黄体雄果蝇为实验材料，设计杂交实验以获得黄体雌果蝇。

_____（要求：用遗传图解表示杂交过程。）

（2）若用黄体残翅雌果蝇与灰体长翅雄果蝇（ $X^A Y B B$ ）作为亲本杂交得到 F_1 ， F_1 相互交配得 F_2 ，则 F_2 中灰体长翅：灰体残翅：黄体长翅：黄体残翅=_____， F_2 中灰体长翅雌蝇出现的概率为_____。

【答案】 (1).



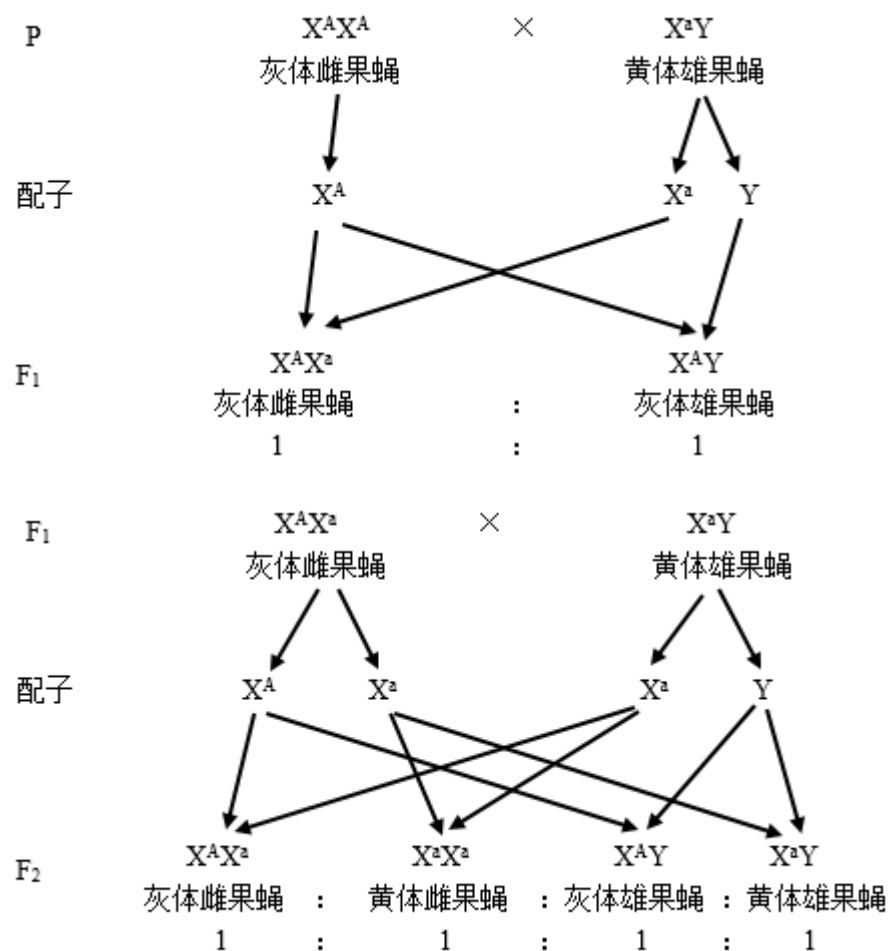
(2). 3: 1: 3:

1 (3). 3/16

【解析】

【分析】分析题意可知：果蝇的灰体对黄体是显性性状，由 X 染色体上的 1 对等位基因 A/a 控制，可知雌果蝇基因型为 $X^A X^A$ （灰体）、 $X^A X^a$ （灰体）、 $X^a X^a$ （黄体），雄果蝇基因型为 $X^A Y$ （灰体）、 $X^a Y$ （黄体）；长翅对残翅是显性性状，由常染色体上的 1 对等位基因 B/b 控制，可知相应基因型为 BB（长翅）、Bb（长翅）、bb（残翅）。

【详解】(1) 亲本灰体纯合子雌果蝇的基因型为 X^AX^A ，黄体雄果蝇基因型为 X^aY ，二者杂交，子一代基因型和表现型为 X^AX^a （灰体雌果蝇）、 X^AY （灰体雄果蝇），想要获得黄体雌果蝇 X^aX^a ，则需要再让子一代与亲代中的黄体雄果蝇杂交，相应遗传图解如下：



子二代中黄体雌果蝇即为目标果蝇，选择即可。

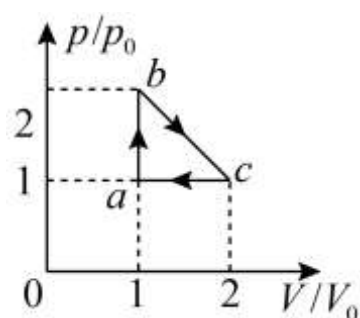
(2) 已知长翅对残翅是显性性状，基因位于常染色体上，若用黄体残翅雌果蝇 (X^aX^abb) 与灰体长翅雄果蝇 (X^AYBB) 作为亲本杂交得到 F_1 ， F_1 的基因型为 X^AX^aBb 、 X^aYBb ， F_1 相互交配得 F_2 ，分析每对基因的遗传，可知 F_2 中长翅：残翅 = $(1BB+2Bb) : (1bb) = 3 : 1$ ，灰体：黄体 = $(1X^AX^a+1X^AY) : (1X^aX^a+1X^aY) = 1 : 1$ ，故灰体长翅：灰体残翅：黄体长翅：黄体残翅 = $(1/2 \times 3/4) : (1/2 \times 1/4) : (1/2 \times 3/4) : (1/2 \times 1/4) = 3 : 1 : 3 : 1$ ， F_2 中灰体长翅雌蝇 ($X^AX^aB\cdot$) 出现的概率为 $1/4 \times 3/4 = 3/16$ 。

【点睛】本题考查基因自由组合定律以及伴性遗传规律的应用的相关知识，意在考查考生运用所学知识解决实际问题的能力，答题关键在于利用分离定律思维解决自由组合定律概率计算问题。

(二) 选考题：共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做，则每学科按所做的第一题计分。

[物理—选修 3-3]

33. (1) 如图，一定量的理想气体从状态 $a(p_0, V_0, T_0)$ 经热力学过程 ab 、 bc 、 ca 后又回到状态 a 。对于 ab 、 bc 、 ca 三个过程，下列说法正确的是 ()



- A. ab 过程中，气体始终吸热
- B. ca 过程中，气体始终放热
- C. ca 过程中，气体对外界做功
- D. bc 过程中，气体的温度先降低后升高
- E. bc 过程中，气体的温度先升高后降低

【答案】ABE

【解析】

【分析】

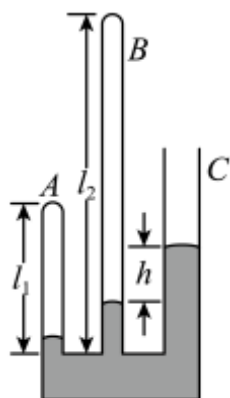
【详解】A. 由理想气体的 $p-V$ 图可知，理想气体经历 ab 过程，体积不变，则 $W=0$ ，而压强增大，由 $pV=nRT$ 可知，理想气体的温度升高，则内能增大，由 $\Delta U=Q+W$ 可知，气体一直吸热，故 A 正确；

BC. 理想气体经历 ca 过程为等压压缩，则外界对气体做功 $W>0$ ，由 $pV=nRT$ 知温度降低，即内能减少 $\Delta U<0$ ，由 $\Delta U=Q+W$ 可知， $Q<0$ ，即气体放热，故 B 正确，C 错误；

DE. 由 $pV=nRT$ 可知， $p-V$ 图像的坐标围成的面积反映温度， b 状态和 c 状态的坐标面积相等，而中间状态的坐标面积更大，故 bc 过程的温度先升高后降低，故 D 错误，E 正确；故选 ABE。

(2) 如图，一玻璃装置放在水平桌面上，竖直玻璃管 A、B、C 粗细均匀，A、B 两管 上

端封闭，C 管上端开口，三管的下端在同一水平面内且相互连通。A、B 两管的长度分别为 $l_1 = 13.5\text{cm}$ ， $l_2 = 32\text{cm}$ 。将水银从 C 管缓慢注入，直至 B、C 两管内水银柱的高度差 $h = 5\text{cm}$ 。已知外界大气压为 $p_0 = 75\text{cmHg}$ 。求 A、B 两管内水银柱的高度差。



【答案】 $\Delta h = 1\text{cm}$

【解析】

【分析】

【详解】对 B 管中的气体，水银还未上升产生高度差时，初态为压强 $p_{1B} = p_0$ ，体积为 $V_{1B} = l_2 S$ ，末态压强为 p_2 ，设水银柱离下端同一水平面的高度为 h_2 ，体积为 $V_{2B} = (l_2 - h_2)S$ ，由水银柱的平衡条件有

$$p_{2B} = p_0 + \rho g h$$

B 管气体发生等温压缩，有

$$p_{1B} V_{1B} = p_{2B} V_{2B}$$

联立解得

$$h_2 = 2\text{cm}$$

对 A 管中的气体，初态为压强 $p_{1A} = p_0$ ，体积为 $V_{1A} = l_1 S$ ，末态压强为 p_{2A} ，设水银柱离下端同一水平面的高度为 h_1 ，则气体体积为 $V_{2A} = (l_1 - h_1)S$ ，由水银柱的平衡条件有

$$p_{2A} = p_0 + \rho g (h + h_2 - h_1)$$

A 管气体发生等温压缩，有

$$p_{1A}V_{1A} = p_{2A}V_{2A}$$

联立可得

$$2h_1^2 - 191h_1 + 189 = 0$$

解得

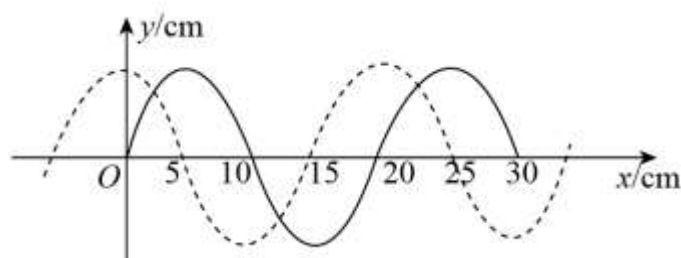
$$h_1 = 1\text{cm} \text{ 或 } h_1 = \frac{189}{2}\text{cm} > l_1 \text{ (舍去)}$$

则两水银柱的高度差为

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 1\text{cm}$$

【物理——选修 3-4】

34. (1) 图中实线为一列简谐横波在某一时刻的波形曲线，经过 0.3s 后，其波形曲线如图中虚线所示。已知该波的周期 T 大于 0.3s，若波是沿 x 轴正方向传播的，则该波的速度大小为 _____ m/s，周期为 _____ s，若波是沿 x 轴负方向传播的，该波的周期为 _____ s。



【答案】 (1). 0.5 (2). 0.4

(3). 1.2

【解析】

【分析】

【详解】(1) 若波是沿 x 轴正方向传播的，波形移动了 15cm，由此可求出波速和周期：

$$v_1 = \frac{0.15}{0.3} \text{ m/s} = 0.5 \text{ m/s}$$

$$T_1 = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2}{0.5} \text{ s} = 0.4 \text{ s}$$

(2) 若波是沿 x 轴负方向传播的，波形移动了 5cm，由此可求出波速和周期：

$$v_2 = \frac{0.05}{0.3} \text{ m/s} = \frac{1}{6} \text{ m/s}$$

$$T_2 = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2}{\frac{1}{6}} \text{ s} = 1.2 \text{ s}$$

(2) 用插针法测量上、下表面平行的玻璃砖的折射率。实验中用 A、B 两个大头针确定入射光路、C、D 两个大头针确定出射光路，O 和 O' 分别是入射点和出射点，如图 (a) 所示。测得玻璃砖厚度为 $h = 15.0 \text{ mm}$ ，A 到过 O 点的法线 OM 的距离 $AM = 10.0 \text{ mm}$ ，M 到玻璃砖的距离 $MO = 20.0 \text{ mm}$ ，O' 到 OM 的距离为 $s = 5.0 \text{ mm}$ 。

(i) 求玻璃砖的折射率；

(ii) 用另一块材料相同，但上下两表面不平行的玻璃砖继续实验，玻璃砖的截面如图 (b) 所示。光从上表面入射，入射角从 0 逐渐增大，达到 45° 时、玻璃砖下表面的出射光线恰好消失。求此玻璃砖上下表面的夹角。

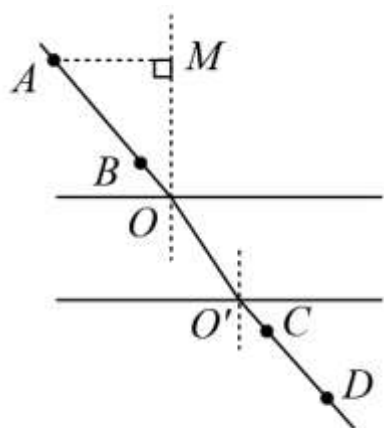


图 (a)

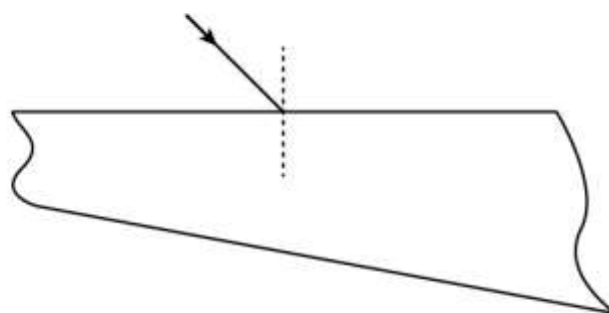


图 (b)

【答案】(i) $\sqrt{2}$ (ii) 15°

【解析】

【分析】

【详解】(i) 从 O 点射入时，设入射角为 α ，折射角为 β 。根据题中所给数据可得：

$$\sin \alpha = \frac{10.0}{\sqrt{10.0^2 + 20.0^2}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{5.0}{\sqrt{15.0^2 + 5.0^2}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$$

再由折射定律可得玻璃砖的折射率：

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{2}$$

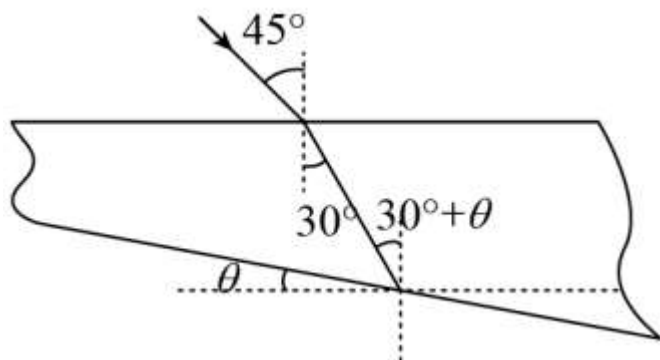
(ii) 当入射角为 45° 时，设折射角为 γ ，由折射定律：

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \gamma}$$

可求得：

$$\gamma = 30^\circ$$

再设此玻璃砖上下表面 夹角为 θ ，光路图如下：



而此时出射光线恰好消失，则说明发生全反射，有：

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

解得：

$$C = 45^\circ$$

由几何关系可知：

$$\theta + 30^\circ = C$$

即玻璃砖上下表面的夹角：

$$\theta = 15^\circ$$

[化学——选修3：物质结构与性质]

35. 过渡金属元素铬(Cr)是不锈钢的重要成分，在工农业生产和国防建设中有着广泛应用。

回答下列问题：

(1)对于基态 Cr 原子，下列叙述正确的是_____ (填标号)。

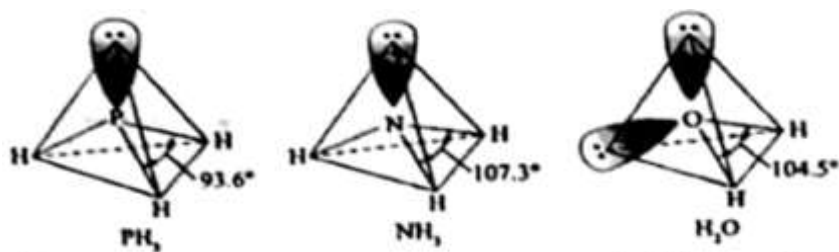
A.轨道处于半充满时体系总能量低，核外电子排布应为 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$

B.4s 电子能量较高，总是在比 3s 电子离核更远的地方运动

C.电负性比钾高，原子对键合电子的吸引力比钾大

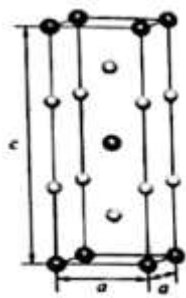
(2)三价铬离子能形成多种配位化合物。 $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}]^{2+}$ 中提供电子对形成配位键的原子是_____，中心离子的配位数为_____。

(3) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}]^{2+}$ 中配体分子 NH_3 、 H_2O 以及分子 PH_3 的空间结构和相应的键角如图所示。



PH_3 中 P 的杂化类型是_____。 NH_3 的沸点比 PH_3 的_____，原因是_____， H_2O 的键角小于 NH_3 的，分析原因_____。

(4)在金属材料中添加 AlCr_2 颗粒，可以增强材料的耐腐蚀性、硬度和机械性能。 AlCr_2 具有体心四方结构，如图所示，处于顶角位置的是_____原子。设 Cr 和 Al 原子半径分别为 r_{Cr} 和 r_{Al} ，则金属原子空间占有率为_____%(列出计算表达式)。



【答案】 (1). AC (2). N、O、Cl (3). 6 (4). sp^3 (5). 高 (6). NH_3

存在分子间氢键 (7). NH_3 含有一对孤对电子，而 H_2O 含有两对孤对电子， H_2O 中的

孤对电子对成键电子对的排斥作用较大 (8). Al (9). $\frac{8\pi(2r_{Cr}^3 + r_{Al}^3)}{3a^2c} \times 100$

【解析】

【分析】

【详解】(1) A. 基态原子满足能量最低原理，Cr 有 24 个核外电子，轨道处于半充满时体系总能量低，核外电子排布应为 $[Ar]3d^5 4s^1$ ，A 正确；

B. Cr 核外电子排布为 $[Ar]3d^5 4s^1$ ，由于能级交错，3d 轨道能量高于 4s 轨道的能量，即 3d 电子能量较高，B 错误；

C. 电负性为原子对键合电子的吸引力，同周期除零族原子序数越大电负性越强，钾与铬位于同周期，铬原子序数大于钾，故铬电负性比钾高，原子对键合电子的吸引力比钾大，C 正确；

故答案为：AC；

(2) $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_2Cl]^{2+}$ 中三价铬离子提供空轨道，N、O、Cl 提供孤对电子与三价铬离子形成配位键，中心离子的配位数为 N、O、Cl 三种原子的个数和即 $3+2+1=6$ ，故答案为：N、O、Cl；6；

(3) PH_3 的价层电子对为 $3+1=4$ ，故 PH_3 中 P 的杂化类型是 sp^3 ；N 原子电负性较强， NH_3 分子之间存在分子间氢键，因此 NH_3 的沸点比 PH_3 的高； H_2O 的键角小于 NH_3 的，原因是： NH_3 含有一对孤对电子，而 H_2O 含有两对孤对电子， H_2O 中的孤对电子对成键电子对的排斥作用较大，故答案为： sp^3 ；高； NH_3 存在分子间氢键； NH_3 含有一对孤对电子，

而 H_2O 含有两对孤对电子， H_2O 中的孤对电子对成键电子对的排斥作用较大；

(4) 已知 AlCr_2 具有体心四方结构，如图所示，黑球个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，白球个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$ ，结合化学式 AlCr_2 可知，白球为 Cr，黑球为 Al，即处于顶角位置的是 Al 原子。

设 Cr 和 Al 原子半径分别为 r_{Cr} 和 r_{Al} ，则金属原子的体积为

$$\frac{4\pi r_{\text{Cr}}^3}{3} \times 4 + \frac{4\pi r_{\text{Al}}^3}{3} \times 2 = \frac{8\pi(2r_{\text{Cr}}^3 + r_{\text{Al}}^3)}{3}$$

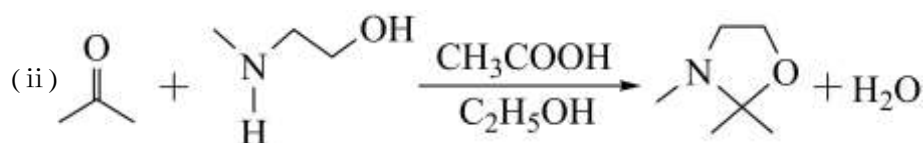
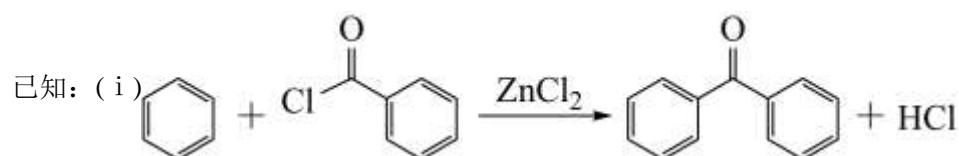
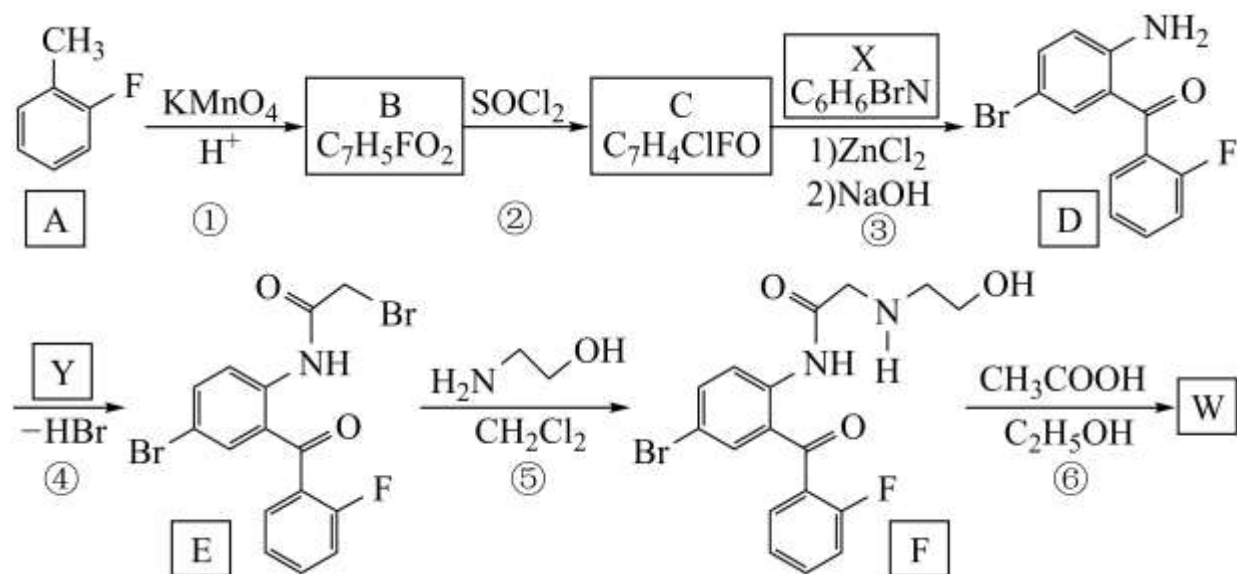
，故金属原子空间占有率

$$= \frac{\frac{8\pi(2r_{\text{Cr}}^3 + r_{\text{Al}}^3)}{3}}{a^2 c} \times 100\% = \frac{8\pi(2r_{\text{Cr}}^3 + r_{\text{Al}}^3)}{3a^2 c} \times 100\%$$

，故答案为：Al； $\frac{8\pi(2r_{\text{Cr}}^3 + r_{\text{Al}}^3)}{3a^2 c} \times 100\%$ 。

[化学——选修 5：有机化学基础]

36. 卤沙唑仑 W 是一种抗失眠药物，在医药工业中的一种合成方法如下：



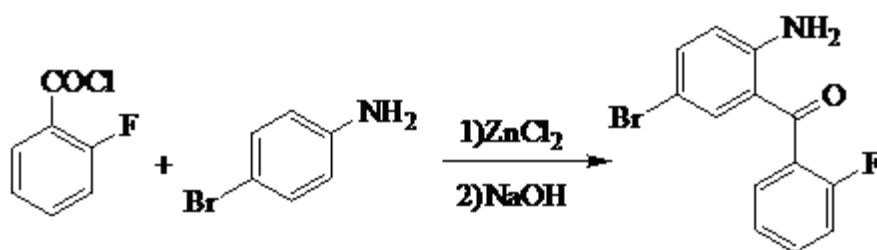
回答下列问题：

- (1) A 的化学名称是_____。
- (2) 写出反应③的化学方程式_____。
- (3) D 具有的官能团名称是_____。(不考虑苯环)
- (4) 反应④中，Y 的结构简式为_____。
- (5) 反应⑤ 反应类型是_____。
- (6) C 的同分异构体中，含有苯环并能发生银镜反应的化合物共有种_____种。
- (7) 写出 W 的结构简式_____。

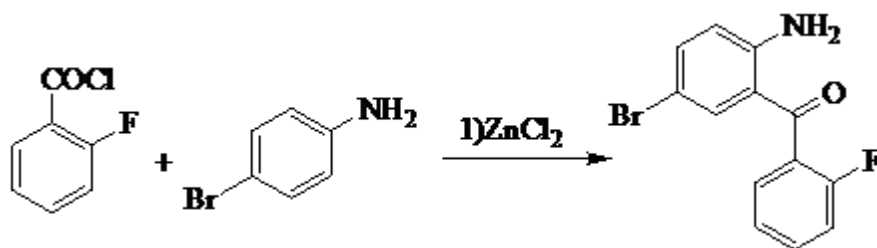
【 答 案 】

(1). 2 - 氟 甲 苯 (或 邻 氟 甲 苯)

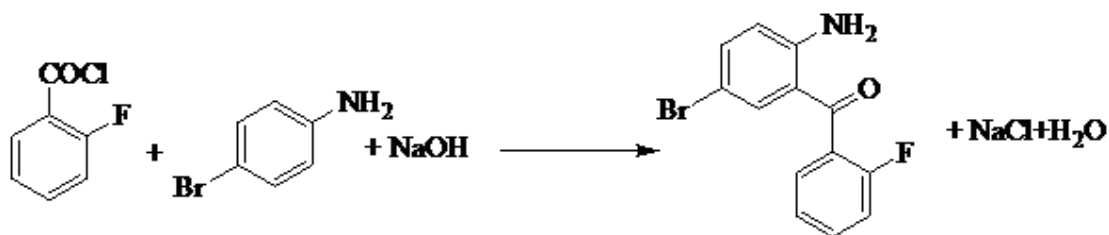
(2).



或

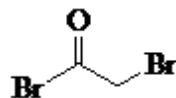


或



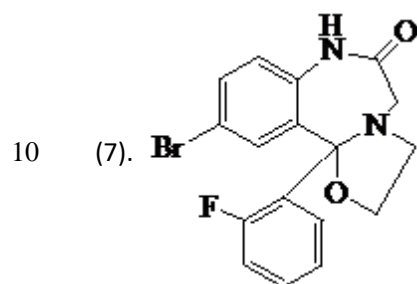
(3). 氨基, 羟基, 卤素原子(溴原子, 氯原子)

(4).

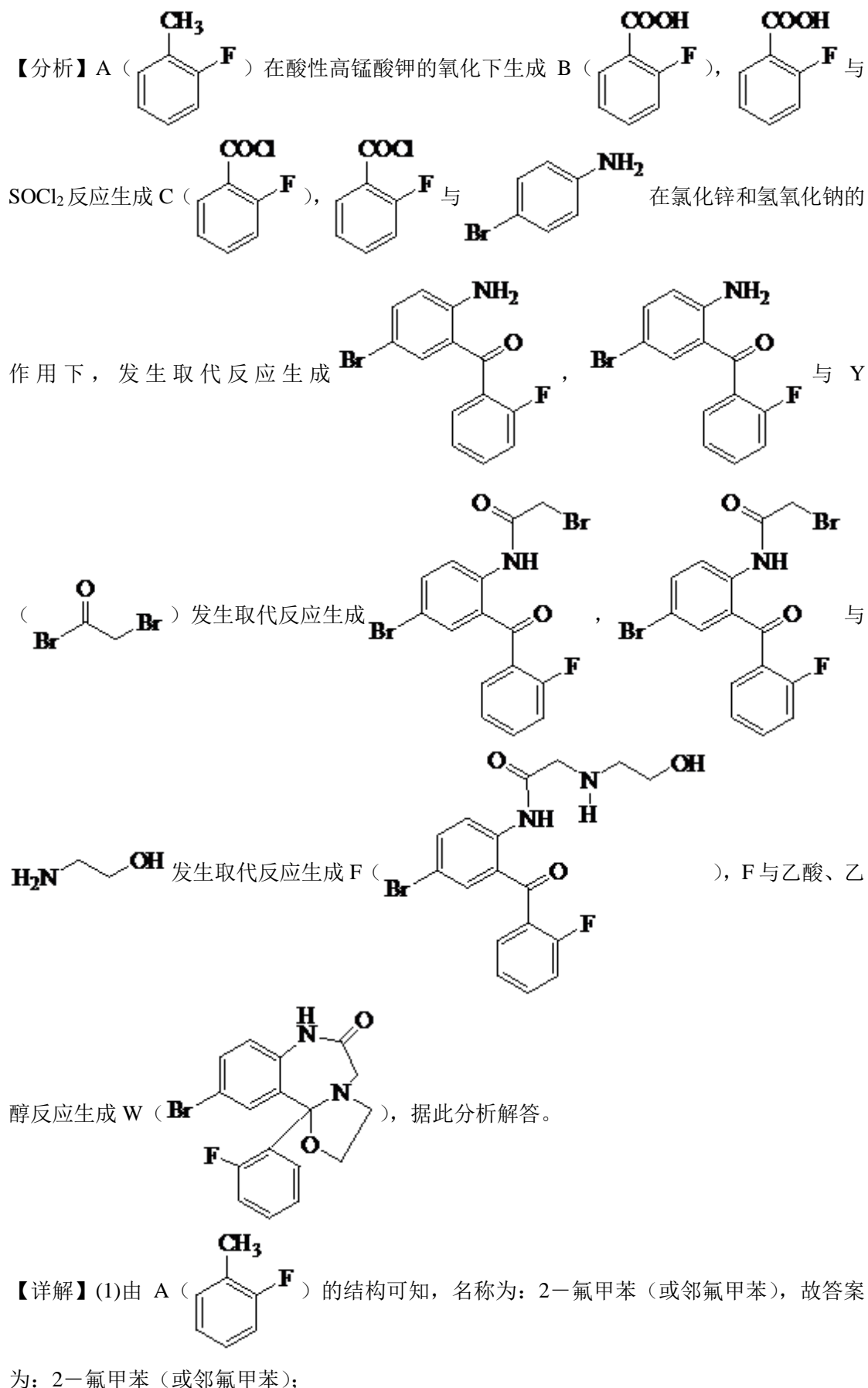


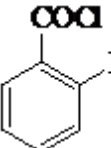
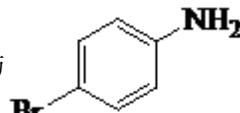
(5). 取代反应

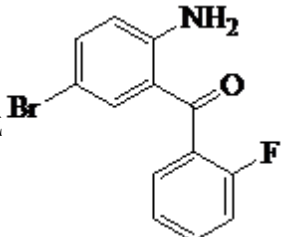
(6).

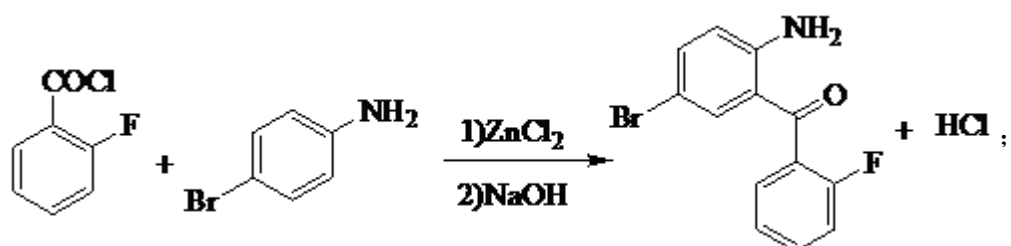


【解析】

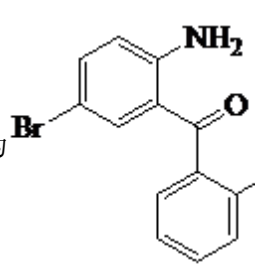
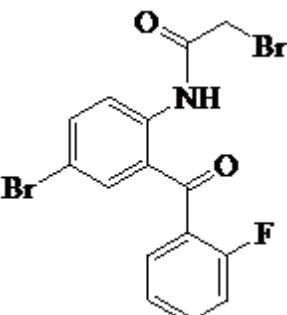


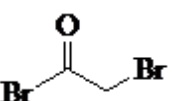
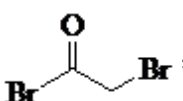
(2)反应③为  与  在氯化锌和氢氧化钠的作用下，发生取代反应

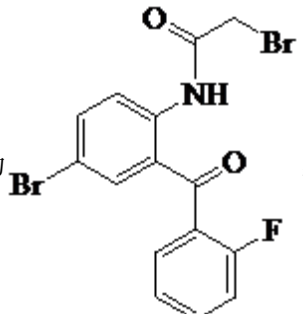
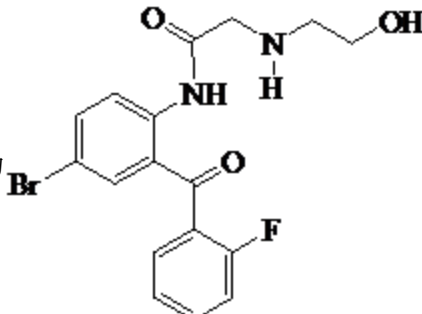
生成 ，故答案为：

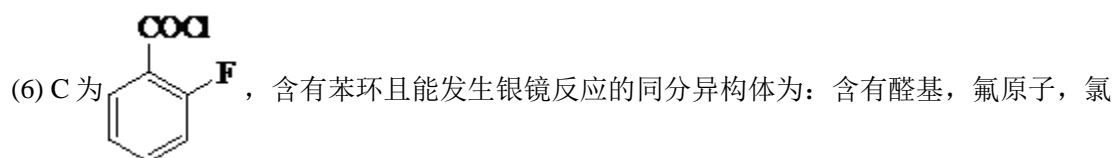
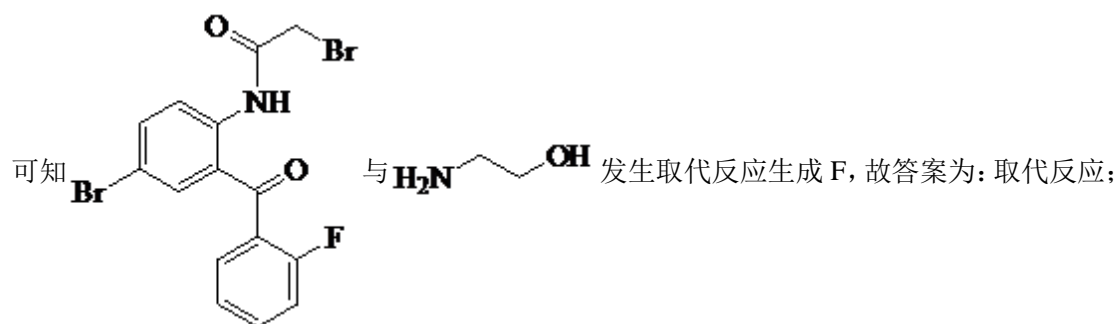


(3)含有的官能团为溴原子，氟原子，氨基，羰基（或酮基），故答案为：溴原子，氟原子，氨基，羰基（或酮基）；

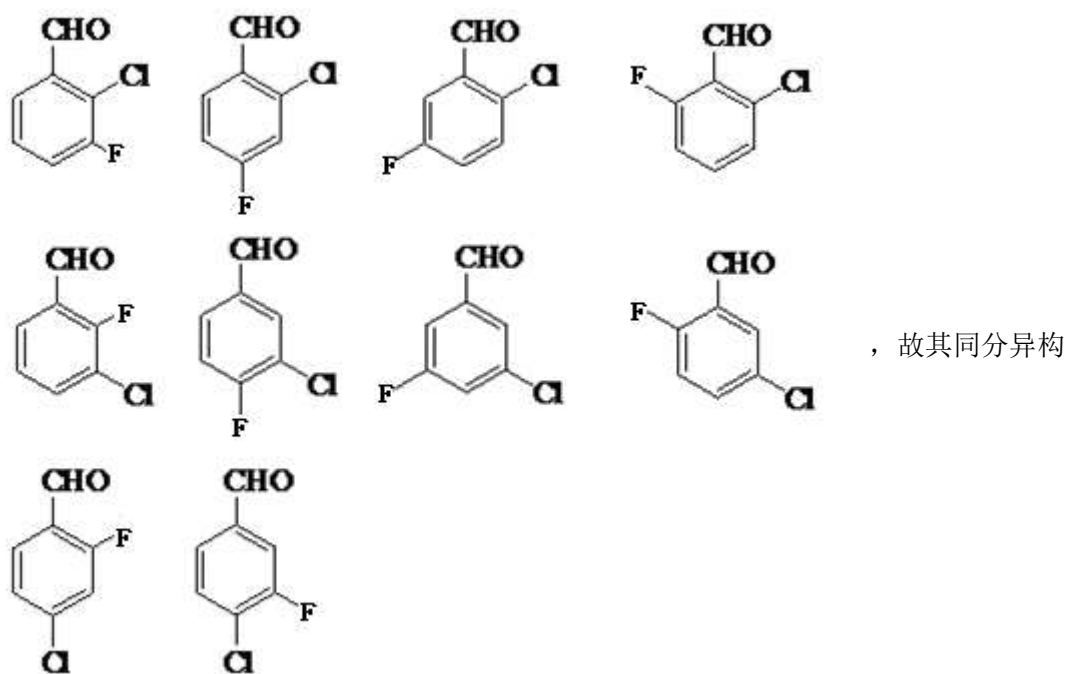
(4) D 为 ，E 为 ，根据结构特点，及反应特征，

可推出 Y 为 ，故答案为：；

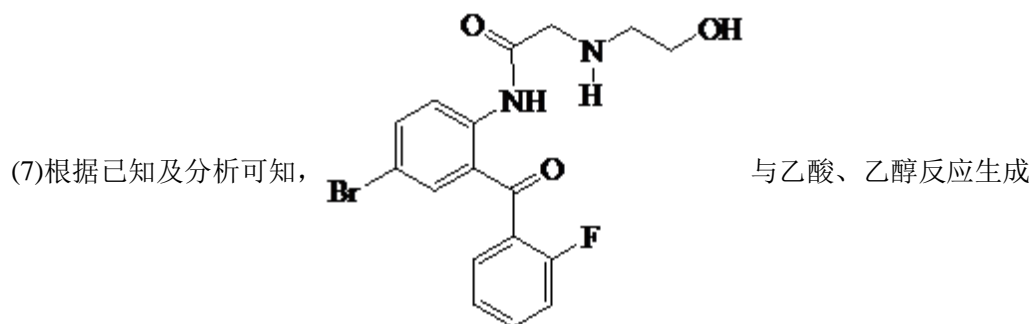
(5) E 为 ，F 为 ，根据结构特点，

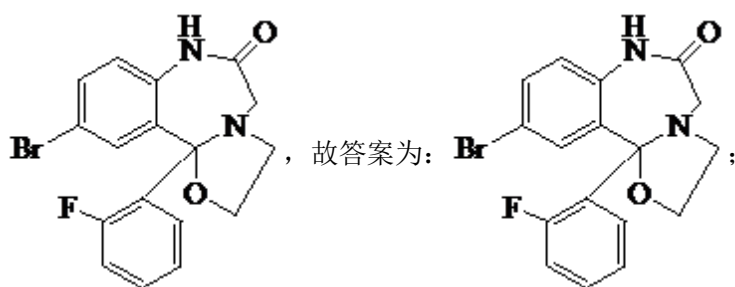


原子，即苯环上含有三个不同的取代基，可能出现的结构有



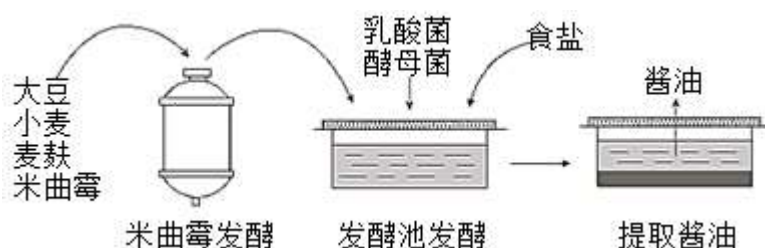
体为 10 种，故答案为：10；





[生物——选修 1:生物技术实践]

37. 工业上所说的发酵是指微生物在有氧或无氧条件下通过分解与合成代谢将某些原料物质转化为特定产品的过程。利用微生物发酵制作酱油在我国具有悠久的历史。某企业通过发酵制作酱油的流程示意图如下。



回答下列问题：

(1) 米曲霉发酵过程中，加入大豆、小麦和麦麸可以为米曲霉的生长提供营养物质，大豆中的_____可为米曲霉的生长提供氮源，小麦中的淀粉可为米曲霉的生长提供_____。

(2) 米曲霉发酵过程的主要目的是使米曲霉充分生长繁殖，大量分泌制作酱油过程所需的酶类，这些酶中的_____、_____能分别将发酵池中的蛋白质和脂肪分解成易于吸收、风味独特的成分，如将蛋白质分解为小分子的肽和_____。米曲霉发酵过程需要提供营养物质、通入空气并搅拌，由此可以判断米曲霉属于_____（填“自养厌氧”“异养厌氧”或“异养好氧”）微生物。

(3) 在发酵池发酵阶段添加的乳酸菌属于_____（填“真核生物”或“原核生物”）；添加的酵母菌在无氧条件下分解葡萄糖的产物是_____。在该阶段抑制杂菌污染和繁殖是保证酱油质量的重要因素，据图分析该阶段中可以抑制杂菌生长的物质是_____（答出 1 点即可）。

【答案】 (1). 蛋白质 (2). 碳源 (3). 蛋白酶 (4). 脂肪酶 (5). 氨基酸 (6). 异养好氧 (7). 原核生物 (8). 酒精和二氧化碳 (9). 酒精、乳酸、食盐（答一个即可）

【解析】

【分析】1、参与腐乳制作的微生物主要是毛霉，其新陈代谢类型是异养需氧型。腐乳制作的原理：毛霉等微生物产生的蛋白酶能将豆腐中的蛋白质分解成小分子的肽和氨基酸；脂肪酶可将脂肪分解成甘油和脂肪酸。

2、微生物的生长繁殖一般需要水、无机盐、碳源和氮源等基本营养物质，有些还需要特殊的营养物质如生长因子，还需要满足氧气和 pH 等条件。

3、果酒制作的菌种为酵母菌，其原理是：在有氧的条件下，酵母菌大量繁殖，无氧的条件下，酵母菌产生酒精和二氧化碳。

【详解】（1）大豆中含有丰富的蛋白质，可为微生物的生长繁殖提供氮源。小麦中的淀粉可以为微生物的生长繁殖提供碳源。

（2）米曲霉在发酵过程中产生的蛋白酶能将蛋白质分解为小分子的肽和氨基酸，产生的脂肪酶能将脂肪分解为甘油和脂肪酸，使发酵的产物具有独特的风味。米曲霉发酵时需要利用现有的有机物和需要氧气，说明其代谢类型是异养好氧型。

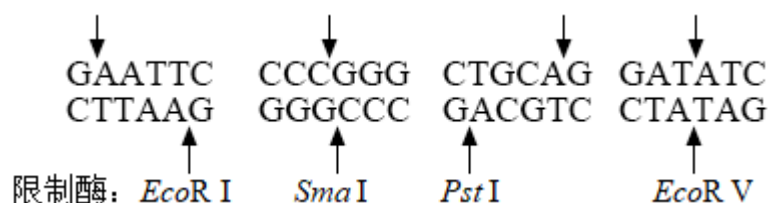
（3）乳酸菌没有核膜包被的细胞核，属于原核生物。酵母菌属于兼性厌氧型微生物，既可以进行有氧呼吸，也可以进行无氧呼吸，无氧呼吸的产物是酒精和二氧化碳。在发酵池中酵母菌产生的酒精能抑制杂菌的生长，乳酸菌产生的乳酸使发酵液呈酸性也能抑制杂菌的生长，同时往发酵池中添加的食盐也能抑制杂菌的生长。

【点睛】本题以酱油的制作为题材，本质考查果酒和腐乳的制作，对于此类试题，需要考生注意的细节较多，如实验的原理、实验条件、实验现象等，需要考生在平时的学习过程中注意积累。

[生物——选修3：现代生物科技专题]

38. 用 DNA 重组技术可以赋予生物以新的遗传特性，创造出更符合人类需要的生物产品。

在此过程中需要使用多种工具酶，其中 4 种限制性核酸内切酶的切割位点如图所示。



回答下列问题：

（1）常用的 DNA 连接酶有 *E. coli* DNA 连接酶和 T₄DNA 连接酶。上图中_____酶切割后的 DNA 片段可以用 *E. coli* DNA 连接酶连接。上图中_____酶切割后的 DNA 片段可以用 T₄DNA 连接酶连接。

(2) DNA 连接酶催化目的基因片段与质粒载体片段之间形成的化学键是_____。

(3) DNA 重组技术中所用的质粒载体具有一些特征，如质粒 DNA 分子上有复制原点，可以保证质粒在受体细胞中能_____；质粒 DNA 分子上有_____，便于外源 DNA 插入；质粒 DNA 分子上有标记基因（如某种抗生素抗性基因），利用抗生素可筛选出含质粒载体的宿主细胞，方法是_____。

(4) 表达载体含有启动子，启动子是指_____。

【答案】 (1). EcoRI、PstI (2). EcoRI、PstI、SmaI 和 EcoRV (3). 磷酸二酯键 (4). 自我复制 (5). 一至多个限制酶切位点 (6). 用含有该抗生素的培养基培养宿主细胞，能够存活的即为含有质粒载体的宿主细胞 (7). 位于基因首端的一段特殊 DNA 序列，是 RNA 聚合酶识别及结合的部位，能驱动转录过程

【解析】

【分析】1、参与腐乳制作的微生物主要是毛霉，其新陈代谢类型是异养需氧型。腐乳制作的原理：毛霉等微生物产生的蛋白酶能将豆腐中的蛋白质分解成小分子的肽和氨基酸；脂肪酶可将脂肪分解成甘油和脂肪酸。

2、微生物的生长繁殖一般需要水、无机盐、碳源和氮源等基本营养物质，有些还需要特殊的营养物质如生长因子，还需要满足氧气和 pH 等条件。

3、果酒制作的菌种为酵母菌，其原理是：在有氧的条件下，酵母菌大量繁殖，无氧的条件下，酵母菌产生酒精和二氧化碳。

【详解】(1) 限制酶 EcoRI 和 PstI 切割形成的是黏性末端，限制酶 SmaI 和 EcoRV 切割形成的是平末端，E. coli DNA 连接酶来源于大肠杆菌，只能将双链 DNA 片段互补的黏性末端之间的磷酸二酯键连接起来，而 T₄DNA 连接酶来源于 T₄ 噬菌体，可用于连接黏性末端和平末端，但连接效率较低。因此图中 EcoRI 和 PstI 切割后的 DNA 片段（黏性末端）可以用 E. coli DNA 连接酶连接，除了这两种限制酶切割的 DNA 片段，限制酶 SmaI 和 EcoRV 切割后的 DNA 片段（平末端）也可以用 T₄DNA 连接酶连接。

(2) DNA 连接酶将两个 DNA 片段连接形成磷酸二酯键。

(3) 质粒是小型环状的 DNA 分子，常作为基因表达的载体，首先质粒上含有复制原点，能保证质粒在受体细胞中自我复制。质粒 DNA 分子上有一个至多个限制性核酸内切酶的酶切位点，便于目的基因的导入。质粒上的标记基因是为了鉴定受体细胞中是否含有目的基因，具体做法是用含有该抗生素的培养基培养宿主细胞，能够存活的即为含有质粒载体的宿主细胞。

胞。

（4）启动子是一段特殊结构的 DNA 片段，位于基因的首端，它是 RNA 聚合酶识别和结合的部位，有了它才能驱动基因转录出 mRNA，最终获得需要的蛋白质。

【点睛】本题考查基因工程的相关知识，要求考生识记基因工程的概念、原理及操作步骤，掌握各操作步骤中需要注意的细节，能结合所学的知识准确答题。