

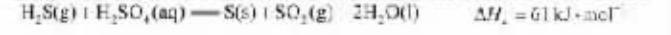
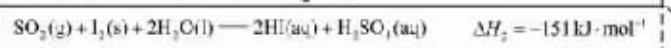
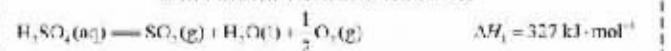
28. (14分)

近期发现, H_2S 是继 NO , CO 之后的第三个生命体系气体信号分子, 它具有参与调节神经传导、舒张血管减轻血压的功能。回答下列问题:

- (1) 下列事实中, 不能比较亚硫酸与亚硫酸的酸性强弱的是 D (填标号)。
 A. 亚硫酸不能与碳酸氢钠溶液反应, 而亚硫酸可以
 B. 氧硫酸的导电能力低于相同浓度的亚硫酸
 C. $0.10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氯硫酸和亚硫酸的 pH 分别为 4.5 和 2.1
 D. 亚硫酸的还原性强于亚硫酸

(2) 下图是通过化学循环在较低温度下由水或硫化氢分解制备氧气的反应系统原理。

热化学循环水分解制氧系统 (I)



热化学循环水分解硫化氢制取氧气, 简要系统 (II)

通过计算, 可知系统 (I) 和系统 (II) 制取的热化学方程式分别为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 286\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \quad \Delta H = 20\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

获得等量 H_2 所需能量较少的是 系统 (II)。

(3) H_2S 与 CO_2 在高温下发生反应: $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。在 610 K 时, 将 0.10 mol CO_2 与 0.40 mol H_2S 充入 2.5 L 的密闭容器中, 反应平衡后水的物质的量分数为 0.02。

(i) H_2S 的平衡转化率 $\alpha_1 = 2.5\%$, 反应平衡常数 $K = 2.8 \times 10^{-4}$ 。

(ii) 在 620 K 重复实验, 平衡后水的物质的量分数为 0.03, H_2S 的转化率 $\alpha_2 > \alpha_1$, 该反应的 $\Delta H > 0$ 。(填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”)

(iii) 向反应器中分别充入下列气体, 能使 H_2S 转化率增大的是 B (填标号)。

- A. H_2S B. CO_2 C. COS D. N_2

29. (10分)

长链类物质的化学组成, 可将病毒分为 RNA 病毒和 DNA 病毒两种类型。有些病毒对人类健康会造成很大危害。通常, 一种新病毒出现后需要确定该病毒的类型。

假设在宿主细胞内不发生核酸之间的相互转换, 请利用放射性同位素标记的方法, 以体外培养的宿主细胞等为材料, 设计实验以确定某种新病毒的类型。简要写出 (1) 实验思路, (2) 预期实验结果及结论即可。(要求: 实验包含可相互印证的甲、乙两个组)

答: (1) 思路

甲组: 将宿主细胞培养在含有放射性标记尿嘧啶的培养基中, 之后接种新病毒。培养一段时间后收集病毒并检测其放射性。

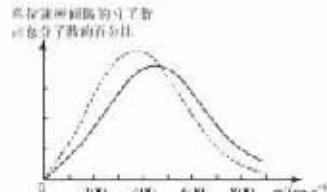
乙组: 将宿主细胞培养在含有放射性标记胸腺嘧啶的培养基中, 之后接种新病毒。培养一段时间后收集病毒并检测其放射性。

33

(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, 则每科按所做第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 氧气分子在 0°C 和 100°C 温度下单位速率的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化分布如图中两条曲线所示。下列说法正确的是 ABC。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)



【ABC】

- A. 图中两条曲线下面积相等
 B. 图中虚线对应于氧气分子平均动能较小的情形
 C. 图中实线对应于氧气分子在 100°C 时的情形
 D. 图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数

E. 与 0°C 时相比, 100°C 时氧气分子速率出现在 $0\sim400\text{ m/s}$ 区间内的分子数占总分子数的百分比较大

(2) (10 分) 如图, 容积均为 V 的汽缸 A、B 下端有活塞 (忽略不计) 连通, 活塞 B 位于管道的中部, A、B 的底部各有一阀门 K_1 、 K_2 ; B 中有一可自由转动的活塞 (质量、体积均可忽略)。初始时, 三个阀门均打开, 活塞在 B 的底部; 关闭 K_2 、 K_3 , 通过 K_1 给汽缸充气, 使 A 中气体的压强达到大气压 p_0 的 3 倍后关闭 K_1 。已知室温为 27°C , 汽缸导热。

(i) 打开 K_2 , 求稳定时活塞上方气体的体积和压强;

答: 设打开 K_2 后, 稳定时活塞上方气体的压强为 p_1 , 体积为 V_1 。根据意, 被活塞分开的两部分气体都经历等温过程。由玻意耳定律得

$$p_1 V = p_0 V_1 \quad (1)$$

$$G_{A1} V = p_0 (2V - V_1) \quad (2)$$

联立(1)(2)式得

$$V_1 = \frac{V}{2} \quad (3)$$

$$p_1 = 2p_0 \quad (4)$$

(ii) 接着打开 K_3 , 求稳定时活塞的位置;

答: 打开 K_3 后, 由(3)式知, 活塞必定上升。设在活塞下方气体与 A 中气体的体积之和为 V_2 ($V_2 \leq 2V$) 时, 活塞下气体压强为 p_2 。由玻意耳定律得

$$G_{A2} V = p_2 V_2 \quad (5)$$

由意得

$$p_2 = \frac{3V}{V_2} p_0 \quad (6)$$

由(6)式知, 打开 K_3 后活塞上升直到 B 的顶部为止; 此时 p_2 为 $p'_2 = \frac{3}{2}p_0$ 。

(iii) 再缓慢加热汽缸内气体使其温度升高 20°C , 求此时活塞下方气体的压强。

答: 设加热后活塞下方气体的压强为 p_3 , 气体温度从 $T_1 = 300\text{ K}$ 升高到 $T_2 = 320\text{ K}$ 时

(2) 结果及结论

若甲组收集的病毒有放射性, 乙组无, 即为 RNA 病毒; 反之为 DNA 病毒。

30. (9分)

植物的 CO_2 补偿点是指由于 CO_2 的限制, 光合速率与呼吸速率相等时环境中的 CO_2 浓度。已知甲种植物的 CO_2 补偿点大于乙种植物的。回答下列问题:

(1) 将正常生长的甲、乙两种植物放置在同一密闭小室中, 适宜条件下照光培养。培养后发现两种植物的光合速率都降低, 原因是植物在光下光合作用吸收 CO_2 的量大于呼吸作用释放 CO_2 的量, 使密闭小室中 CO_2 浓度降低, 光合速率也随之降低。甲种植物净光合速率 < 0 , 乙种植物净光合速率 > 0 (填“ > 0 ”“等于 0 ”或“ < 0 ”)。

(2) 若将甲种植物密闭于无 O_2 但其他条件适宜的小室内, 照光培养一段时间后, 观察植物的有氧呼吸增加, 原因是甲种植物在光下光合作用释放的 O_2 使密闭小室中 O_2 增加, 而 O_2 与有机物分解产生的 NADH 发生作用形成水是有氧呼吸的一个环节, 所以当 O_2 多时, 有氧呼吸会增强。

31. (8分)

血浆渗透压可分为胶体渗透压和晶体渗透压, 其中, 由蛋白类等大分子物质形成的渗透压称为胶体渗透压; 由无机盐等小分子物质形成的渗透压称为晶体渗透压。回答下列问题:

(1) 该种疾病导致人体血浆蛋白显著降低时, 血浆胶体渗透压降低, 水分由 血浆 进入组织液, 可引起组织水肿等。

(2) 正常人大量饮用清水后, 胃肠腔内的渗透压下降, 经胃肠吸收进入血浆的水量会 增加 , 从而使血浆晶体渗透压 降低 。

(3) 在人体上, 内环境的作用主要为: ① 细胞生存的直接环境, ② 细胞与外界环境进行物质交换的媒介。

32. (12分)

绵羊的性别决定为 XY 型。已知有角和无角由位于常染色体上的等位基因 (N/n) 控制: 有角和无角由等位基因 (M/m) 控制, 且有角对无角为显性。回答下列问题:

(1) 公羊中基因型为 NN 或 Nn 的表现为有角, nn 无角; 母羊中基因型为 NN 的表现为有角, nn 或 Nn 无角。若多对杂合体公羊与杂合体母羊杂交, 理论上, 子一代群体中绵羊的表现型及其比例为有角: 无角 = 1:3; 公羊的表现型及其比例为有角: 无角 = 3:1。

(2) 某同学为了确定 M/m 是位于 X 染色体上, 还是位于常染色体上, 让多只纯合黑毛母羊与纯合白毛公羊交配, 子二代中黑毛: 白毛 = 5:1, 我们认为根据这一实验数据, 不能确定 M/m 是位于 X 染色体上, 还是位于常染色体上, 还需要补充数据, 如统计子二代中白毛个体的性别比例, 若 白毛个体全为雄性 , 则说明 M/m 是位于 X 染色体上; 若 白毛个体中雄性: 雌性 = 1:1 , 则说明 M/m 是位于常染色体上。

(3) 一般来说, 对于性别决定为 XY 型的动物群而言, 当一等位基因 (如 A/a) 位于常染色体上时, 基因型有 3 种; 当其位于 X 染色体上时, 基因型有 5 种; 当其位于 X 和 Y 染色体的同源区段时 (如图所示), 基因型有 7 种。



34

等容过程中, 由查理定律得

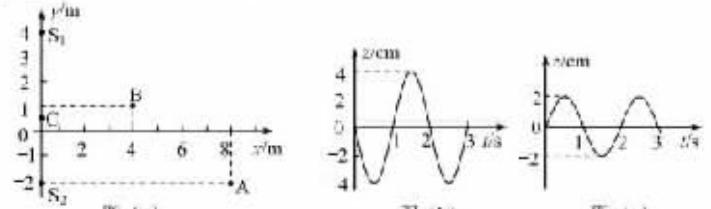
$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \quad (1)$$

将有关数据代入(1)式得

$$P_2 = 1.6 P_1 \quad (2)$$

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 如图 (a), 在 xy 平面上有两个沿 z 方向做简谐振动的点波源 S₁ (0, 4) 和 S₂ (0, -2)。两波源的振动图象分别如图 (b) 和图 (c) 所示, 两列波的波速均为 1.00 m/s 。两列波从波源传播到点 A (8, -2) 的路程差为 2.0 m。两列波引起的点 B (4, 1) 处质点的振动相互 减弱 (填“加强”或“减弱”), 点 C (0, 0.5) 处质点的振动相互 加强 (填“加强”或“减弱”)。



(2) (10 分) 如图, 一玻璃二棱镜的上部是半径为 R 的半球体, O 点为球心; 下半部是半径为 R, 高为 2R 的圆柱体, 圆柱体底面有反射膜。有一平行于中心轴 OC 的光线从半球面射入, 该光线与 OC 之间的距离为 $0.5R$, 已知最后从半球面射出的光线恰好与入射光线平行 (不考虑多次反射)。求该玻璃的折射率。

答: 根据光路的对称性和光路可逆性, 与入射光线相平行, 从半球面射入的折光光线, 将从圆柱体底面中心 C 点反射。

设光线在半球面的入射角为 i, 折射角为 r。由折射定律有

$$\sin i = n \sin r \quad (1)$$

由正弦定理有

$$\frac{\sin r}{2R} = \frac{\sin(i-r)}{R} \quad (2)$$

由几何关系, 入射光线与 OC 的夹角为 i。由(1)(2)式相邀给数据得

$$\sin i = \frac{6}{\sqrt{205}} \approx 1.43 \quad (3)$$

35. [化学——选修 3: 物质结构与性质] (15 分)

锌和碘的相关化合物在化工、医药、材料等领域有着广泛的应用。回答下列问题:

35

36