

图 (a)

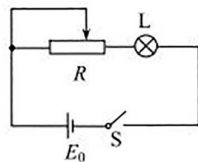


图 (b)

由实验曲线可知, 随着电流的增加小灯泡的电阻 增大 (填“增大”“不变”或“减小”), 灯丝的电阻率 增大 (填“增大”“不变”或“减小”)。

(3) 用另一电源 E_0 (电动势 4V, 内阻 1.00Ω) 和题给器材连接成图 (b) 所示的电路, 调节滑动变阻器 R 的阻值, 可以改变小灯泡的实际功率。闭合开关 S , 在 R 的变化范围内, 小灯泡的最小功率为 0.39 W, 最大功率为 1.17 W。(结果均保留 2 位小数)

24. (12 分)

一质量为 8.00×10^4 kg 的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度 1.60×10^5 m 处以 7.50×10^3 m/s 的速度进入大气层, 逐渐减慢至速度为 100 m/s 时下落到地面。取地面为重力势能零点, 在飞船下落过程中, 重力加速度可视为常量, 大小取为 9.8 m/s^2 。(结果保留 2 位有效数字)

(1) 分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能;

(2) 求飞船从离地面高度 600m 处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功, 已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的 2.0%。

解: (1) 飞船着地前瞬间的机械能为

$$E_{k0} = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1)$$

式中, m 和 v_0 分别是飞船的质量和着地前瞬间的速率。由①式和题给数据得

$$E_{k0} = 4.0 \times 10^8 \text{ J} \quad (2)$$

设地面附近的重力加速度大小为 g 。飞船进入大气层时的机械能为

$$E_h = \frac{1}{2}mv_h^2 + mgh \quad (3)$$

式中, v_h 是飞船在高度 1.6×10^5 m 处的速度大小。由③式和题给数据得

$$E_h = 2.4 \times 10^{12} \text{ J} \quad (4)$$

(2) 飞船在高度 $h' = 600$ m 处的机械能为

$$E_{h'} = \frac{1}{2}m\left(\frac{2.0}{100}v_0\right)^2 + mgh' \quad (5)$$



由功能原理得

$$W = E_k - E_{k0} \quad (6)$$

式中, W 是飞船从高度 600m 处至落地前瞬间的过程中克服阻力所做的功。由②⑤⑥式和题给数据得

$$W = 9.7 \times 10^8 \text{ J} \quad (7)$$

25. (20 分)

真空中存在电场强度大小为 E_1 的匀强电场, 一带电油滴在该电场中竖直向上做匀速直线运动, 速度大小为 v_0 。在油滴处于位置 A 时, 将电场强度的大小突然增大到某值, 但保持其方向不变。持续一段时间 t_1 后, 又突然将电场反向, 但保持其大小不变; 再持续同样一段时间后, 油滴运动到 B 点。重力加速度大小为 g 。

(1) 求油滴运动到 B 点时的速度。

(2) 求增大后的电场强度的大小; 为保证后来的电场强度比原来的大, 试给出相应的 t_1 和 v_0 应满足的条件。已知不存在电场时, 油滴以初速度 v_0 做竖直上抛运动的最大高度恰好等于 B、A 两点间距离的两倍。

解:

(1) 设油滴质量和电荷量分别为 m 和 q , 油滴速度方向向上为正。油滴在电场强度大小为 E_1 的匀强电场中做匀速直线运动, 故匀强电场方向向上。在 $t=0$ 时, 电场强度突然从 E_1 增加至 E_2 时, 油滴做竖直向上的匀加速运动, 加速度方向向上, 大小 a_1 满足

$$qE_2 - mg = ma_1 \quad (1)$$

油滴在时刻 t_1 的速度为

$$v_1 = v_0 + a_1 t_1 \quad (2)$$

电场强度在时刻 t_1 突然反向, 油滴做匀变速运动, 加速度方向向下, 大小 a_2 满足

$$qE_2 + mg = ma_2 \quad (3)$$

油滴在时刻 $t_2 = 2t_1$ 的速度为

$$v_2 = v_1 - a_2 t_1 \quad (4)$$

由①②③④式得

$$v_2 = v_0 - 2gt_1 \quad (5)$$

(2) 由题意, 在 $t=0$ 时刻前有

$$qE_1 = mg \quad (6)$$

油滴从 $t=0$ 到时刻 t_1 的位移为

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \quad (7)$$

油滴在从时刻 t_1 到时刻 $t_2 = 2t_1$ 的时间间隔内的位移为

$$s_2 = v_1 t_1 - \frac{1}{2} a_2 t_1^2 \quad (8)$$

由题给条件有

$$v_0^2 = 2g(2h) \quad (9)$$

式中 h 是 B、A 两点之间的距离。

若 B 点在 A 点之上, 依题意有

$$s_1 + s_2 = h \quad (10)$$

由①②③⑥⑦⑧⑨⑩式得



$$E_2 = \left[2 - 2 \frac{v_0}{gt_1} + \frac{1}{4} \left(\frac{v_0}{gt_1} \right)^2 \right] E_1 \quad (11)$$

为使 $E_2 > E_1$, 应有

$$2 - 2 \frac{v_0}{gt_1} + \frac{1}{4} \left(\frac{v_0}{gt_1} \right)^2 > 1 \quad (12)$$

即当

$$0 < t_1 < (1 - \frac{\sqrt{3}}{2}) \frac{v_0}{g} \quad (13)$$

或

$$t_1 > (1 + \frac{\sqrt{3}}{2}) \frac{v_0}{g} \quad (14)$$

才是可能的; 条件⑬式和⑭式分别对应于 $v_2 > 0$ 和 $v_2 < 0$ 两种情形。

若 B 点在 A 点之下, 依题意有

$$s_1 + s_2 = -h \quad (15)$$

由①②③⑥⑦⑧⑨⑫⑮式得

$$E_2 = \left[2 - 2 \frac{v_0}{gt_1} - \frac{1}{4} \left(\frac{v_0}{gt_1} \right)^2 \right] E_1 \quad (16)$$

为使 $E_2 > E_1$, 应有

$$2 - 2 \frac{v_0}{gt_1} - \frac{1}{4} \left(\frac{v_0}{gt_1} \right)^2 > 1 \quad (17)$$

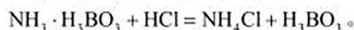
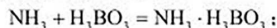
即

$$t_1 > (\frac{\sqrt{5}}{2} + 1) \frac{v_0}{g} \quad (18)$$

另一解为负, 不合题意, 已舍去。——做最感动客户的专业教育组织

26. (15 分)

凯氏定氮法是测定蛋白质中氮含量的经典方法, 其原理是用浓硫酸在催化剂存在下将样品中有有机氮转化成铵盐, 利用如图所示装置处理铵盐, 然后通过滴定测量。已知:



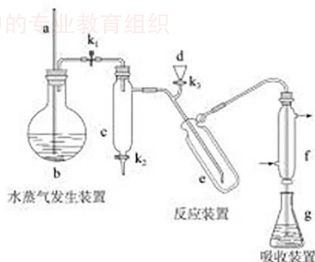
回答下列问题:

(1) a 的作用是避免 b 中压强过大。

(2) b 中放入少量碎瓷片的目的是防止暴沸。f 的名称是直形冷凝管。

(3) 清洗仪器: g 中加蒸馏水; 打开 k_1 , 关闭 k_2 、 k_3 , 加热 b, 蒸气充满管路; 停止加热, 关闭 k_1 , g 中蒸馏水倒吸进入 e, 原因是 c 中温度下降, 管路中形成负压; 打开 k_2 放掉水。重复操作 2~3 次。

(4) 仪器清洗后, g 中加入硼酸 (H_3BO_3) 和指示剂。铵盐试样由 d 注入 e, 随后注入氢氧化钠溶液, 用蒸馏水冲洗 d, 关闭 k_3 , d 中保留少量水。打开 k_1 , 加热 b, 使水蒸气进入 e。





28. (14分)

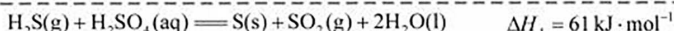
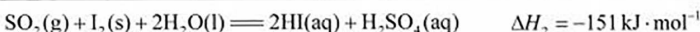
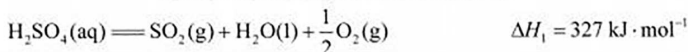
近期发现, H_2S 是继 NO 、 CO 之后的第三个生命体系气体信号分子, 它具有参与调节神经信号传递、舒张血管减轻高血压的功能。回答下列问题:

(1) 下列事实中, 不能比较氢硫酸与亚硫酸的酸性强弱的是 D (填标号)。

- A. 氢硫酸不能与碳酸氢钠溶液反应, 而亚硫酸可以
- B. 氢硫酸的导电能力低于相同浓度的亚硫酸
- C. $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢硫酸和亚硫酸的 pH 分别为 4.5 和 2.1
- D. 氢硫酸的还原性强于亚硫酸

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

热化学硫碘循环水分解制氢系统 (I)



热化学硫碘循环硫化氢分解联产氢气、硫黄系统 (II)

通过计算, 可知系统 (I) 和系统 (II) 制氢的热化学方程式分别为
 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \quad \Delta H = 20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 制得等量 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 $0.40 \text{ mol H}_2\text{S}$ 充入 2.5 L 的空钢瓶中, 反应平衡后水的物质的量分数为 0.02。

① H_2S 的平衡转化率 $\alpha_1 = \underline{2.5\%}$, 反应平衡常数 $K = \underline{2.8 \times 10^{-3}}$ 。

② 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 $\alpha_2 \underline{>} \alpha_1$, 该反应的 $\Delta H \underline{>} 0$ 。(填 “>” “<” 或 “=”)。

③ 向反应器中再分别充入下列气体, 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)

根据遗传物质的化学组成, 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碱基之间的相互转换。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, 设计实验以确定一种新病毒的类型。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。