**1.** ***Упрямый амперметр.*** **Применив законы Ома для полной цепи и для однородного участка цепи поочередно при двух положениях ключа, получим значения токов через амперметр:**

$$I_A = \frac{\varepsilon}{r + R + \dfrac{R_2(R_A + R_1)}{R_2 + R_A + R_1}} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_A + R_1};$$

$$I_Б = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R + \dfrac{R_2 \cdot R_A}{R_2 + R_A}} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_A}.$$

Приравняв значения токов, после непродолжительных преобразований, получим искомое внутреннее сопротивление гальванического элемента:

$$r = R_A - R = 3\ (\text{Ом}).$$

**2.** ***Підступна куля.*** а) Скориставшись законом всесвітнього тяжіння, запишемо силу тяжіння між гирею та кулею: $F_1 = G\dfrac{m \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho}{r^2} = \dfrac{4}{3}\pi G\rho m r.$ Відношення цієї сили до сили тяжіння з боку Землі $k = \dfrac{4\pi G\rho r}{3g} =$ 9,5 × $10^{-8}$.

***Цей пункт потрібний тільки для того, щоб ненав'язливо ввести дані про Землю.***

б) ***неправильний розв'язок*** враховуватиме тільки зміну напряму сили тяжіння з боку кулі; отже, за цим розв'язком масу важків на шальці 3 слід зменшити на 1,9 × $10^{-7}$ кг (на 0,19 мг). Насправді ж слід урахувати припливний ефект — збільшення сили тяжіння Землі внаслідок наближення до центру Землі на відстань $2r$. Це збільшення складає $\dfrac{4r}{R}mg.$ Отже, для його компенсації слід збільшити масу важків на шальці 3 на $\dfrac{4r}{R}m =$ 1,9 × $10^{-7}$ кг. Таким чином, масу важків на шальці 3 не треба змінювати (в усякому разі зміна не має перевищувати кількох мікрограмів)! Проводити ж обчислення кожної з сил точніше за наведених в умові даних ми не можемо (згідно з правилами наближених обчислень). Цікаво, що ця відповідь не залежить від радіусу свинцевої кулі, оскільки $\dfrac{2}{3}\pi G\rho \approx \dfrac{g}{R}.$

**3.** ***Не только в Исландии.*** Так как газы при подъеме расширяются адиабатно, то их температура уменьшается. Несложно показать, что этот спад температуры газов можно рассчитать, например, как:

$$\Delta Q = 0 = \Delta U + \Delta A = \frac{i}{2}\nu R\Delta T + p\cdot\Delta V = \frac{i}{2}\nu R\Delta T + \Delta(p\cdot V) - V\cdot\Delta p = \frac{i}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T - \frac{m}{\rho}\Delta p,$$

Тогда, с учетом того, что спад давления $\Delta p = -\rho\cdot g\cdot\Delta h$ и того, что молярная масса выбрасываемой смеси равна молярной массе воздуха, получаем, что скорость изменения температуры с высотой ***z*** для вулканических газов равна:

$$z_{вулк} = \frac{\Delta T}{\Delta h} = -\frac{2\cdot g\cdot M}{(i+2)\cdot R} \approx -8{,}55\cdot 10^{-3}\,\frac{^0C}{м}$$

В то время как (по условию) эта же величина для атмосферного воздуха равна:

$$z_{атм} = \frac{\Delta T}{\Delta h} = 10 \cdot 10^{-3} \frac{{}^{0}C}{м}.$$

Очевидно, что газы перестанут подниматься и начнут горизонтальное движение тогда, когда их температура сравняется на некоторой высоте (H) с температурой атмосферного слоя.

Приравняв выражения для этих температур на высоте H, получим искомую температуру $T_x$ на выходе из жерла вулкана (высота h):

$$\begin{cases} T_{газов} = T_x + z_{газов} \cdot (H - h) \\ T_{атм} = T_0 + z_{атм} \cdot H \end{cases} \Rightarrow T_x = T_0 + z_{атм} \cdot H - z_{газов} \cdot (H - h) \approx 67^0 C.$$