III-й етап LV Всеукраїнської олімпіади з фізики.
8 клас
Задачі 1,2,3 оцінювались по 5 балів, 4,5 – по 6 балів

1. Середня швидкість ракети $v_{\text{с}} = \frac{l}{t} \approx 47{,}6$ км/год≈171 км/год. Оскільки ракета розганяється, її максимальна швидкість і є 376 км/год. Відношення цих швидкостей ≈2,2. Вважаємо, що енергія згоряння палива йде повністю на кінетичну енергію (нехтуємо початковою температурою). Зауважимо, що із сопла вилітають продукти згоряння, що містять оксиген. Отже, $qm_{\text{г}} = \frac{(m_{\text{г}}+m_o)v^2}{2}$, звідки $v = \sqrt{\frac{2q}{1+\frac{m_o}{m_{\text{г}}}}}$. Відношення мас можна оцінити приблизно, або точно з формули реакції
$\frac{m_o}{m_{\text{г}}} = \frac{M(14O2)}{M(C9H10)} = \frac{448}{128} = 3{,}5$. $v = 2\sqrt{5}$ км/с≈ 4,47 км/с. Зауважимо, що це наближене значення деякої середньої швидкості, зокрема й тому, що вилітають і пари води, і вуглекислий газ.

2. Довжина кола, яку «проходить» права нога людини буде в стільки разів більше довжини кола, яку «проходить» ліва нога, у скільки разів правий крок довший лівого. Позначимо через r середній радіус кола. Відношення довжин кіл дорівнює відношенню їх радіусів, тобто дати відповідь на питання можна навіть не знаючи формули довжини кола.

$$\frac{2\pi(r+d/2)}{2\pi(r-d/2)} = \frac{l+\Delta l/2}{l-\Delta l/2},$$

звідки й знаходимо $r = d\frac{l}{\Delta l} = 250$ м.

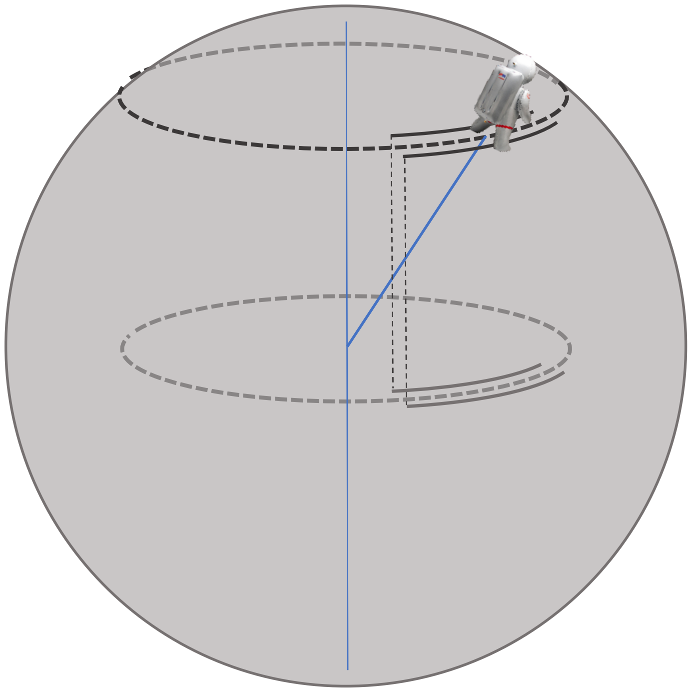


Рис.1

Побачити як рухається астронавт по астероїду можна зі схематичного рисунку 1. Радіус кола, уздовж якого ходить астронавт, знайдемо з проекції на екваторіальну площину за вже отриманою формулою $r = d\frac{l}{\Delta l}$, в яку замість $d = 25$ см підставимо проекцію d на цю площину (Рис.2). Тоді $r = \frac{l}{\Delta l} d\cos\alpha = 250\cos\alpha$ м. З іншої сторони (див. Рис.2), $r = R\sin\alpha = 250\sin\alpha$ м. Дорівнюючи, знаходимо, що $\sin\alpha = \cos\alpha$. Отже $\alpha = 45^\circ$. Отримати цей результат можна було з подібності двох трикутників, не використовуючи тригонометричні функції. З рисунку 3 можна побачити, що

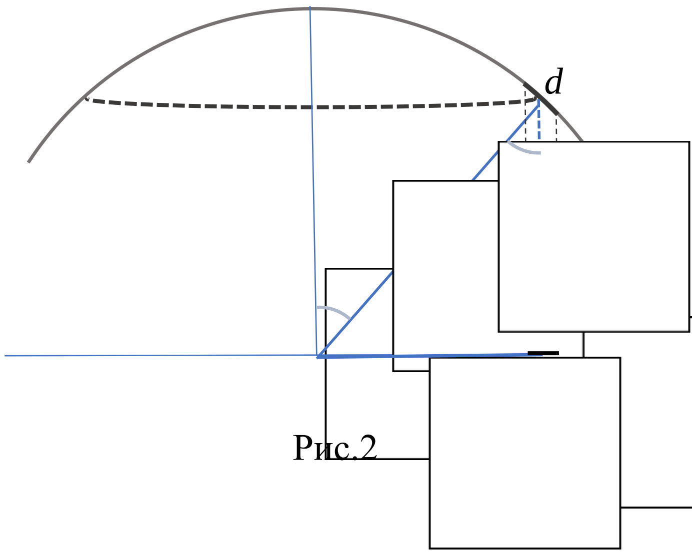


Рис.2

мінімальна відстань до бажаної точки буде $R\sqrt{2} = 250\sqrt{2}$м≈354 м, а вздовж поверхні (чверть дуги кола) $\frac{\pi}{2}R \approx 393$ м.

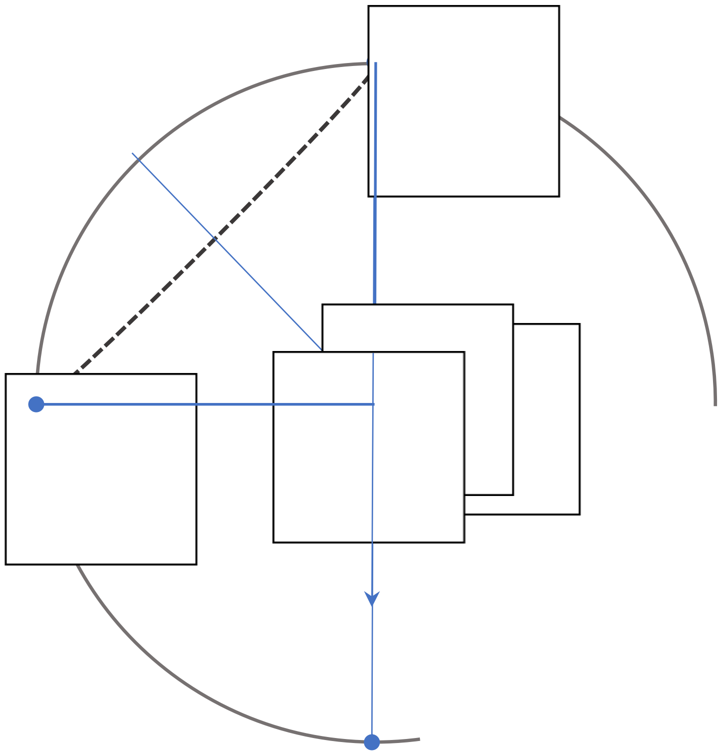


Рис.3

3. Можливі два випадки. Держак вузький, вода не виливається і держак товстий, вода виливається. Оскільки колба була заповнена наполовину, для того, щоб вода не виливалася, необхідно, щоб об'єм держака довжиною H був не більшим від половини об'єму колби. Площа круглого перерізу пропорційна до квадрату діаметру: $S = kD^2$для колби і $s = kd^2$ для держака. Отже, вода не виливатиметься, якщо $kd^2H \leq \frac{1}{2}kD^2H$, або $d \leq D/\sqrt{2}$. Якщо ж $D/\sqrt{2} < d < D$, вода виллється, і держак буде занурений на висоту колби H. На нього при цьому діятиме сила Архімеда $F_A = \rho gkd^2H$, на яку буде легше тримати держак і яка складає від ваги тіла $mg = \frac{1}{2}\rho gkd^2l$ шукану кількість відсотків:

$$\eta = \frac{F_A}{mg} \cdot 100\% = \frac{2H}{l} \cdot 100\%$$

Аналізуючи відповідь, бачимо, що нею можна користуватися тільки для довгих держаків ($l \geq 2H$), коли сила Архімеда менша за вагу тіла у повітрі і $\eta \leq 100\%$. Якщо ж держак короткий ($H < l < 2H$), щоб опустити його майже до самого дна колби слід наприкінці прикладати силу, спрямовану вниз, що дорівнює різниці сили Архімеда F_A і mg. Тоді шукану кількість відсотків можна розуміти, як те, наскільки сила, що утримує держак, менша від mg, тобто

$$\eta = \frac{mg - (F_A - mg)}{mg} \cdot 100\% = \left(2 - \frac{2H}{l}\right) \cdot 100\%$$

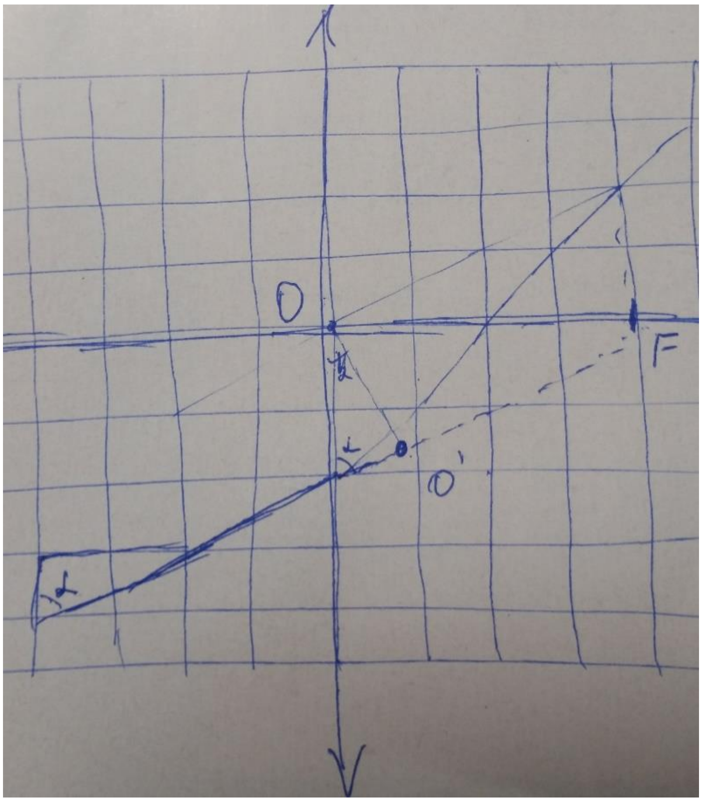
Аналогічні міркування застосовуємо для другого випадку.

4. Мінімальна і максимальна кількість води відповідають випадкам, коли після встановлення теплового балансу маємо у калориметрі або тільки лід, або тільки воду. Із рівняння теплового балансу знаходимо інтервал значення для маси води. Приблизно від 41 г до 1,38 кг. Багато учасників знайшли розв'язок, кількість води і льоду у калориметрі не змінилися: 200 г води.

5. Дорівнюючи силу тяжіння до сили Кулона, знаходимо значення зарядів 2/3 і 4/3 мкКл. Після з'єднання заряди розподіляються по 0,5 мкКл. Далі з умови статичної рівноваги знаходимо, що маса додаткового тягарця 5 г.

III-й етап LV Всеукраїнської олімпіади з фізики.
9 клас
Усі задачі оцінювались по 6 балів

1. 2,53 мм/с, α – випромінювання.
2. З умови статичної рівноваги знаходимо, що вага трикутника 60 Н.
3. 5 см×4 см×1 см.
4. 20,5^{0}С.
5. Збиральна лінза з фокусною відстанню 2 см і оптичною силою 50 дптр. Промінь через оптичний центр не заломлюється, тому переносимо з точки О у точку О' (див. Рис.), де $\sin\alpha = 2/\sqrt{5}$, тому відстань $4\sqrt{5}$мм≈ 8,94 мм.



III-й етап LV Всеукраїнської олімпіади з фізики.
10 клас
Задача 1 (п'ять питань по 2 бали) оцінювались у 10 балів, 2,3,4,5 – по 6 балів

1. **a.** 1 см; **в.** 47° С; **c.** лінійна залежність; **d.** Струм короткого замикання 2 А; **e.** Тіла рухатимуться з прискоренням. Сила взаємодії між верхнім і нижнім 70 Н.
2. Збільшиться у 4 рази.
3. Слід скористатися законом збереження імпульсу. Температура збільшиться приблизно на 5,3^{0}С (якщо тіла летіли назустріч), або на 0,1^{0}С (якщо летіли в одному напрямку).
4. $\pm 5{,}657$нКл; $\mp 1{,}412$нКл.
5. На 28^{0}С.

III-й етап LV Всеукраїнської олімпіади з фізики.
11 клас
Усі задачі оцінювались по 6 балів

1. Якщо силу прикласти горизонтально, ящик проковзуватиме. Отже, силу прикладаємо під кутом, який дорівнює arctg(4/3) ≈ 53°.
2. $a = g\frac{tg\alpha+\mu}{1-\mu tg\alpha}$ ≈8,67 м/с^2
3. Покази зменшаться у 25/24≈ 1,042
4. Швидкість знаходимо із закону збереження імпульсу. Температура збільшиться на $\Delta T = \frac{2mv^2}{3\nu R}\left(5 - \frac{2m}{2m+\nu M}\right)$
5. За рахунок збільшення швидкості, збільшуватиметься сила струму і сила Ампера. Отже, прискорення зменшуватиметься. Теоретично максимальна швидкість руху $a = \frac{mgR}{l^2B^2} = 4$ м/с.