

## Перший тур Всеукраїнської студентської олімпіади з фізики 2018 р.

### Задача 1.

Чіп і Дейл одночасно стрибають з даху з однаковою початковою швидкістю  $v_0$  і летять донизу, рухаючись у паралельних площинах. Початкова швидкість Чіпа спрямована під кутом  $2\alpha$  до стіни будинку, а менш спортивного Дейла – під кутом  $\alpha$ . В який момент часу  $\tau$  вектори швидкостей Чіпа і Дейла стануть паралельними? Опором повітря знехтувати. {3 бали}

### Задача 2.1.

Високовчений Му вирішив визначити товщину земного диска  $d$ . Для цього він припустив, що ідеальна черепаха, на панцирі якої стоять чотири стовпи, на яких тримається земний диск, має форму півкулі, радіус якої дорівнює радіусу земного диска  $R = 6400$  км. Центр диска опирається на вершину панцира Світової черепахи, а сама вона повністю занурена в Океан. Му експериментально визначив, що середня густина земного диска  $\rho_d = 5500$  кг/м<sup>3</sup>, а морських черепах, яких він взяв за зразок,  $\rho_c = 900$  кг/м<sup>3</sup>. Чому дорівнює товщина диска, розрахована високовченим Му, якщо вода Океану прісна, а все на світі знаходиться в однорідному вертикальному гравітаційному полі? {2 бали}

### Задача 2.2.

Через триста років високовчений Да, використавши аналогію між електричними та гравітаційними явищами, та експериментально визначене значення  $g$ , підрахував товщину земного диска  $d_1$  у місці, де знаходиться пуп Землі, тобто точці, рівновіддаленій від країв земного диску. Товщина більше ніж на порядок відрізнялась від визначеної високовченим Му, а оскільки той не міг помилитись, високовчений Да вирішив переглянути моделі Океану та Світової черепахи. По-перше, Океан є джерелом гравітаційного поля і не може бути нескінченним, а являє собою водяну кулю радіусом  $R_0$ , по поверхні якої плаває Світова черепаха. По друге, ця черепаха, як ідеальний об'єкт, повинна всередині мати вакуум. Підрахуйте: а) товщину  $d_1$  земного диска, яку отримав високовчений Да; б) радіус  $R_0$  Океану, при якому прискорення вільного падіння біля його поверхні дорівнює  $g$ ; в) на яку величину  $\Delta R_0$  зменшиться радіус Океану, якщо Світова черепаха, що відповідає моделі високовченого Да, вирішить перебраться до іншого Океану. Розміри земного диску та Світової черепахи, а також густину диску взяти у попередній задачі. {6 балів}

### Задача 3.

На планеті Хот загін імперських штурмовиків на крокоходах АТ-АТ переслідує повстанців. В останню мить повстанцям вдалося відірватись від штурмовиків, перетнувши річку. Товщина льоду на річці  $h_0 = 20$  см, а крокоходам потрібно, щоб його товщина була не менше  $h_1 = 30$  см. Температура води в річці  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ , температура повітря  $t = -40^\circ\text{C}$ . Який час  $\tau$  (в годинах) потрібно чекати штурмовикам, щоб переправитись через річку? Чи наздоженуть вони повстанців, якщо корабель «Тисячолітній сокіл», який може евакуювати повстанців з планети, чекає на відстані  $S = 90$  км від річки? Швидкість крокохода  $v = 10$  км/год, швидкість повстанців  $v_0 = 4$  км/год, але кожної години їм довелося робити привал тривалістю  $t_0 = 15^\circ\text{хв}$ .

Вважати, що всі фізичні параметри на планеті Хот такі ж, як на Землі. Теплопровідність льоду  $\kappa = 2,67$  Вт/(м·К), питома теплота кристалізації льоду  $\lambda = 3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг, густина льоду  $\rho = 921$  кг/м<sup>3</sup>. {5 балів}

#### Задача 4.

Індіана Джонс ~~незачув~~ позичив із стародавнього храму дорогоцінний артефакт, який складається з вертикальної кипарисової рами, до верхньої перекладини якої підвішений на двох пружинах золотий стержень. Стержень може вільно ковзати вздовж двох вертикальних золотих стовпів, до яких на золотих ланцюжках підвішена стопка золотих дисків, склеєних камеддю. Він розповів племінникові, що вивів стержень з рівноваги, і його коливання загіпнотизували сторожу. Племінник, який вчився на інженера, провів розрахунки і прийшов до висновку, що за стінкою храму, біля якої містився артефакт, знаходиться джерело магнітного поля, і варто було б пошукати чогось цікавого там.

Яка індукція магнітного поля біля стінки  $B$ , якщо маса стержня  $m = 280$  г, довжина стержня  $l = 20$  см, коефіцієнт жорсткості кожної з пружин  $k = 0,5$  Н/м, гіпнотична частота коливань  $\nu = 0,3$  с<sup>-1</sup>, а стопа дисків являє собою конденсатор ємністю  $C = 100$  мФ? Опір золотих елементів вважати нехтовно малим. **{5 балів}**

#### Задача 5.

Імператор Луцій Агенобарб дуже любив розглядати свій мініатюрний портрет, вирізьблений на стіні латрини. З віком зір імператора погіршився і він звернувся до вченого грека Федрона, доручивши йому отримати зображення портрету, збільшене не менше, ніж у 10 разів. Чи зможе Федрон виконати доручення імператора, якщо в його розпорядженні є лише одна, вирізьблена з дорогоцінного каменя, лінза з фокусною відстанню  $F = 3$  пальми, а відстань до протилежної стіни латрини  $L = 2$  подвійних кроки (1 подвійний крок = 20 пальмів)? **{3 бали}**