

# Результат

## Відбірково-тренувальні збори до Міжнародної олімпіади з фізики 2015 року

### Контрольна робота

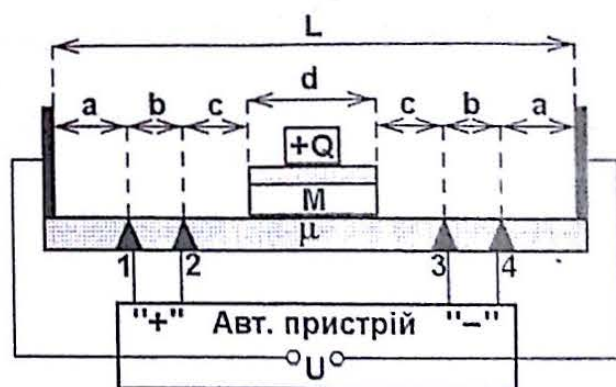


Рис.1

1. По краях горизонтальної діелектричної площини (рис.1) розміщені дві металеві пластини, що утворюють плоский конденсатор. В саму пластину вбудовані електроди 1-4, які можуть замикатися через металеві санчата, на яких згорі знаходиться мале тіло із зарядом  $+Q$ . Маса санчат разом із цим тілом  $M$ . При замиканні контактів 1 та 2 автоматичний пристрій прикладає між пластинами напругу  $+U$ , при замиканні контактів 3 та 4 полярність цієї напруги стає  $-U$ .

Коефіцієнт сухого тертя між санчатами та діелектричною площиною  $\mu$ . Вважаючи, що в початковий момент полярність напруги є позитивною ( $+U$ ),

а) записати умови, за яких санчата будуть здійснювати періодичні коливання;

б) визначити період цих коливань і дослідити, чи будуть вони стійкими.

Вважати, що тіло із зарядом  $+Q$  є точковим, рухається вздовж прямої силової лінії електричного поля конденсатора, його заряд не змінюється, а електроди 1-4 не впливають на поле в конденсаторі. Усіма наведеними зарядами знехтувати.

2. Під час підземних ядерних випробувань заряд потужністю  $W_0 = 1 \text{ Мтн}$  ( $15 \cdot 10^{15}$  Дж) було підірвано у шахті глибиною  $H = 500 \text{ м}$  та перерізом  $S = 0,3 \text{ м}^2$ , що була на глибині  $h = 100 \text{ м}$  перекрита люком масою  $m = 900 \text{ кг}$ . Після вибуху залишки люку не були знайдені, й виникла гіпотеза, що люк було викинуто з поля земного тяжіння. Вважаючи, що сила опору дорівнює  $cS\rho v^2/2$  ( $c=1$ ), атмосфера ізотермічна, а вся енергія вибуху миттєво витрачається на нагрівання повітря у шахті, перевірте цю гіпотезу.  $T = 290 \text{ К}$ ,  $\rho_0 = 1,33 \text{ кг/м}^3$ , радіус Землі  $R_z = 6400 \text{ км}$ .

3. До сфери радіусом  $R$  з  $\alpha$ -радіоактивного матеріалу з одного боку прикріплюється екран, який вловлює усі  $\alpha$ -частинки, які йдуть назовні з однієї півсфери. З іншої півсфери  $\alpha$ -частинки можуть вільно відлітати в простір. Якої швидкості набуде така система за досить довгий час у вакуумі на великій віддалі від інших тіл? Маса сфери  $M_1$ , екрану -  $M_2$ . Атомна маса матеріалу пластинки  $A$ , його період напіврозпаду  $T$ , середня кінетична енергія  $\alpha$ -частинки  $E$ . Усі швидкості вважати набагато меншими за світлову. *Вказівка:  $\alpha$ -частинкою прийнято називати ядро гелію  ${}^4_2\text{He}$ .*

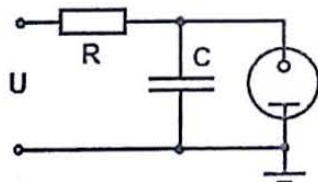


Рис.2

4. До входу схеми (рис.2) прикладається постійна напруга  $U = 100 \text{ В}$ . При цьому неонові лампочки періодично блимає із періодом  $T = 3 \text{ с}$ . Визначити напругу запалювання та напругу гасіння розряду в неоновій лампі, якщо  $C = 1000 \text{ мкФ}$ ,  $R = 10 \text{ кОм}$ .

*Опором неонові лампи за наявності розряду знехтувати.*  
*Напруження гашення в 10 раз менше напруження запалювання*

5. Плоский металевий електрод, на який поданий потенціал  $\phi_0$  ( $e\phi_0 \ll kT$ , де  $e$  - заряд електрона,  $k$  - стала Больцмана), занурений у плазму, яка складається з нейтральних атомів, однозарядних іонів і електронів з масами відповідно  $m_i$  та  $m_e$  і концентрацією  $n_0$  та має температуру  $T$ . Знайдіть закон розподілу потенціалу вздовж осі  $z$ , перпендикулярної до електрода. Вважаючи, що довжина вільного пробігу іонів та електронів дорівнює відповідно  $\lambda_i$  та  $\lambda_e$ , знайдіть також густину струму, що тече на електрод.

*Вказівки. Розв'язок лінійного диференціального рівняння зі сталими коефіцієнтами можна шукати у формі експоненти. Величини  $\lambda_i$  та  $\lambda_e$  вважати малими порівняно з розміром, на якому помітно змінюється потенціал.*