

1. На рис.1 наведено декілька кадрів одного з фільмів, відзнятих братами Люм'єр у 1896 році (біля кожного з кадрів наведено його номер). Було зафільмовано знесення стіни, яку спочатку "переламали" (відділили від фундаменту вздовж поверхні землі), а потім дещо підштовхнули. Визначте частоту кадрів, з якою знімали цей фільм Люм'єри. Фрагмент стіни, що падає, вважати прямокутним паралелепіпедом. Зріст людини на передньому плані рівний 175 см. Опір повітря не враховувати.



Рис.1

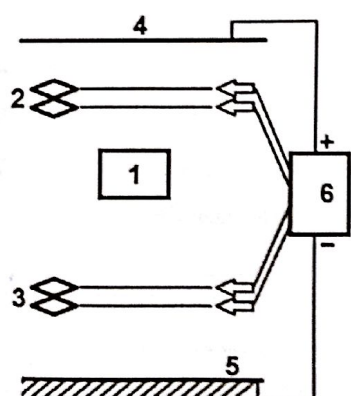


Рис.2

2. Тіло 1 (див. рис.2) з масою M і зарядом $-Q$ у початковий момент знаходиться на висоті H_1 над поверхнею 5 та починає вільно падати. При проходженні цього тіла через систему лазерних датчиків 3 датчики визначають його швидкість V_0 і передають це значення на кероване джерело напруги 6, що вмикає між пластиною 4 та поверхнею 5 напругу, пропорційну до цієї швидкості $U = kV_0$. В результаті тіло гальмується, а потім починає рухатися вгору. При проходженні тіла через систему датчиків 2 напруга U вимикається. В результаті, тіло рухатиметься то вниз, то вгору. Визначити, за яких умов такі коливання будуть періодичними.

Якими будуть амплітуда та частота цих коливань? Висоти, на яких над поверхнею 5 знаходяться системи датчиків 2 та 3, а також пластина 4, дорівнюють відповідно H_2 , H_3 , H_4 . Тіло при русі зазнає опору повітря, сила якого пропорційна до швидкості $F_0 = -\beta V$. Усіма наведеними зарядами знехтувати.

3. Електричне коло складене з послідовно увімкнених джерела змінної е.р.с. $E(t)=E_m \sin \omega t$, активного опору R та діоду з вольт-амперною характеристикою вигляду

$$i(U) = \begin{cases} \alpha U^2, & U > 0; \\ 0, & U \leq 0. \end{cases}$$

а) Знайти миттєве падіння напруги на діоді.

б) Вважаючи виконаною умову $\alpha R E_m \ll 1$, розрахувати постійну складову струму через опір R .

в) Нехай тепер паралельно до опору R увімкнений конденсатор ємності C . Вважаючи виконаними умови $R \gg (\omega C)^{-1} \gg (\alpha E_m)^{-1}$, знайти глибину пульсацій (відношення пульсаційної складової до постійної складової напруги) на ємності. Вказівка: зарядження конденсатора C через опір R від джерела напруги U_0 відбувається за законом $U(t)=U_0[1-\exp(-t/RC)]$, розрядження від початкової напруги U_0 через опір R - за законом $U(t)=U_0 \exp(-t/RC)$.

4. До сфери радіусом R з α -радіоактивного матеріалу з одного боку прикріплюється екран, який вловлює усі α -частинки, які йдуть назовні у один бік ("вперед"). В інший бік ("назад") α -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 ^{сфери} ~~пластинки~~ A , його період напіврозпаду T , середня кінетична енергія α -частинки E . Вважати, що усі утворені при розпадах α -частинки вилітають зі сфери назовні, а утворений після розпаду матеріал є стабільним. Усі швидкості вважати набагато меншими за світлову.

5. Комета початковою масою $M_0=10^8$ кг, що складається з криги (у вакуумі питома теплота сублімації $\lambda=2.5$ МДж/кг, ефективна температура сублімації $T=200$ К, густина криги $\rho=900$ кг/м³), рухається із світового простору точно в напрямку на Сонце. Визначити віддаль від Сонця, на якій маса ядра комети за рахунок випаровування зменшиться у 1000 разів, а також ефективну довжину хвоста комети (віддаль від ядра до точки, де концентрація пари зменшиться у 1000 разів) на цій відстані. Початкова швидкість комети (на великій відстані від Сонця) $v_0=1$ км/с, початкова температура – 0 К. Інтенсивність сонячного випромінювання на віддалі в 1 а.о. $=1.5 \cdot 10^{11}$ м складає 1.3 кВт/м². Вважати, що енергія випромінювання, що падає на комету, повністю поглинається і йде на випаровування криги, а частинки пари після випаровування між собою ніяк не взаємодіють. Власним випромінюванням комети, конденсацією пари та тиском сонячного випромінювання на ядро комети та частинки пари знехтувати. Стала Больцмана $k=1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, гравітаційна стала $\gamma=6.67 \cdot 10^{-11}$ м³/(кг·с²), маса Сонця $M_S=2 \cdot 10^{30}$ кг, маса молекули води $m=3 \cdot 10^{-23}$ кг. Вважати, що питома теплоємність криги (матеріалу комети) не залежить від температури і дорівнює 1750 Дж/(кг·К).