

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Силистра,
21 април 2013 г.
Тема за 10-12 клас

Задача 1. Пропадане

Бутало с маса $M = 20 \text{ g}$ затваря отгоре вертикален цилиндър с въздух. Вътрешният радиус на цилиндъра е $R = 1,0 \text{ cm}$. Между цилиндъра и буталото има тесен процеп с широчина $\delta = 5 \mu\text{m}$, поради което буталото пропада в цилиндъра с постоянна скорост v , измествайки въздуха от него. Ако приемете въздуха за идеален несвиваем флуид, получите изрази и пресметнете:

а) разликата Δp между наляганията на въздуха в цилиндъра и на външния въздух. [2 т.]

б) скоростта v , с която се спуска буталото. [5 т.]

Използвайте подходящи приближения там, където те не влияят на точността на крайния отговор.

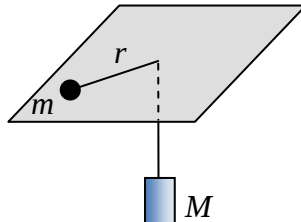
Данни:

земно ускорение: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;

плътност на въздуха: $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$.

Задача 2. Центробежно махало

Тяло с маса m (материална точка) е свързано с тяло с маса $M > m$ чрез неразтеглива нишка с дължина l , която е прекарана през отвор в хоризонтална равнина (вж. фигурата). Тялото с маса m се движи по крива в хоризонталната равнина, а тялото с маса M – по вертикална права, като r се изменя с времето.

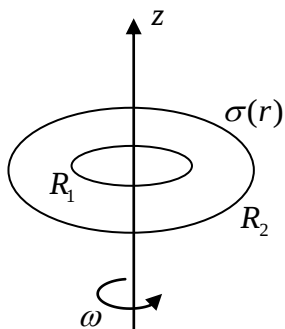


а) Докажете, че общият момент на импулса L на двете тела спрямо вертикална ос, минаваща през отвора, се запазва. [1 т.]

б) Запишете енергията на системата във вид на едномерно движение на частица в силово поле с потенциална енергия $U(r)$. [3,5 т.]

в) Намерете периода на хармоничните трептения на системата. [2,5 т.]

Задача 3. Въртящ се зареден пръстен



Даден е електрически зареден диск от диелектрик с отвор в средата (пръстен), както е показано на фигурата. Пръстенът има вътрешен радиус R_1 , външен радиус R_2 и се характеризира с повърхнинна плътност на зарядите $\sigma(r) = a/r^2$, където a е константа, а r е разстоянието от оста на пръстена до произволна негова точка. Пръстенът се върти с постоянна ъглова скорост ω около оста си.

а) Намерете как се изменя големината на магнитната индукция $B(z)$ по оста на пръстена, породена от неговото въртене. [3 т.]

б) Въртящият се пръстен е поставен в еднородно магнитно поле с индукция B_0 , сключваща ъгъл α с равнината на пръстена. На колко е равна силата F , която действа на пръстена? [1 т.]

в) Намерете големината на въртящия момент M , който действа на пръстена в началния момент след поставянето му във външното магнитно поле. [2 т.]

Полезна математика: $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + \text{const}, n \neq -1.$