

ЕДНА ДЕМОНСТРАЦИЈА КОН ТОЛКУВАЊЕТО НА ПОИМОТ РЕДУЦИРАНА ДОЛЖИНА

С. БАХЧЕВАНЦИЕВ И М. РИСТОВ

Секое тело кое може да се врти околу една хоризонтална оската што не врви низ неговото тежиште се вика физичко нишало. За неговата периода на нишање во прва приближност вреди формулата:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{U}{m \cdot g \cdot d}} \quad (1)$$

каде што е U — моментот на инерција на нишалото во однос на оската на нишањето, m — неговата маса, d — растојанието од оската до тежиштето на телото и g — земното забрзување.

Бидејќи големините U , m и d се константни за едно нишало, равенката (1) често се пишува во облик:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_r}{g}} \quad (2)$$

каде што е

$$L_r = \frac{U}{m \cdot d} \quad (3)$$

Поради аналогија на (2) со познатата формула за математичкото нишало, константата L_r се вика редуцирана должина на физичкото нишало. Најчесто се дефинира на следниов начин: привидна должина на физичкото нишало се вика должината на такво математичко нишало коешто има исто време на нишање со физичкото нишало¹⁾.

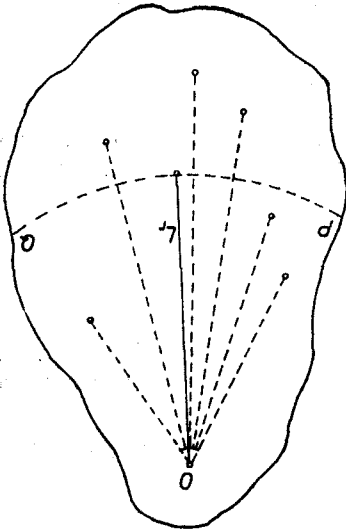
Демонстрацијата на редуцираната должина, т. е. на нејзината нумеричка вредност и директното споредување на физичкото нишало со математичкото, доста очигледно се изведува со помошта на реверзното нишало*.

¹⁾ О. Д. Хвольсон, Курс физики, (Петербург, 1908), том 1, стр. 216; М. Катаник, Избрани делови механике, (Скопје, 1959), стр. 115; С. Хајкин, Механика, (Москва—Ленинград, 1947), стр. 223; G. Buhat, Mécanique, (Paris, 1948), стр. 316.

*) Реверзното нишало е за прв пат конструирано од Котер 1818 година.

Потребно е претходно да се дотера нишалото да биде реверзно, па покрај него се поставува импровизирано математичко нишало со должина равна на редуцираната должина на реверзното нишало; таа е равна на растојанието меѓу двете оски на нишање во однос на кои периодата на нишање е иста. Во овој случај двете нишала се изохрони. Ваквата демонстрација е доста очигледна, но бара релативно доста време за дотерување. Покрај тоа, толкувањето на ваквиот експеримент бара добра претспрема.

Ние овде донесуваме една ефектна демонстрација на поимот редуцирана должина на физичкото нишало, како и на нејзината нумеричка вредност.



Сл. 1

Во воведувањето на поимот редуцирана должина често се избира замислениот експеримент: — Телото кое ниша може мислено да го разделиме на голем број материјални точки, секоја од кои се ниша независно од другите околу оската O (слика 1). Периодите на овие математички нишала се различни, зашто им се различни и должините. Ако периодата на физичкото нишало е T , тогаш еден дел од замислените математички нишала, ако се нишаат слободно, ќе имаат поголема периода од T , а други — помала. Постои меѓутоа една низа од материјални точки кои лежат на цилиндричката површина PQ , кои околу O се нишаат со периода T . Растојанието од O до цилиндричката површина е спрема дефиницијата редуцирана должина на физичкото нишало.

Материјалните точки кои се на помало растојание од L_r се принудени да се нишаат со поголема периода од нивната сопствена периода (ако е нишалото цврсто тело) а оние што се на поголемо растојание — со помала периода.

Ако кохезионите сили меѓу честичките на физичкото нишало се доволни да ја задржат положбата на различните негови делови непроменета, за време на нишањето доаѓа до релативно придвижување на одделните делови: поблиските до оската на ротацијата избрзуваат, а пооддалечените задоцнуваат зад нишањето на целиот систем. Само едно тесно подрачје на ваквото физичко нишало се ниша со периодата на системот. Растојанието на ова подрачје од оската на нишањето е всушност редуцираната должина на физичкото нишало.

По гореопишаниот начин се владее физичко нишало што преставува кивета наполнета со течност и обесена бифиларно на конец (слика 2). Вакво систем е применуван за демонстрација на инерцијалните сили²⁾ и за испиту-

²⁾ М. Каталиниќ, Билтен на друштво мат. физ. НРМ, том 3, 5, 1952.

вање на силите на потисокот во инерцијално променети гравитациони полиња³⁾, како и за демонстрација на приливниот бран⁴⁾. Афорите цитирани под 2 и 4 наведуваат дека по првобитниот удар што го добива течноста кога системот го доведуваме во нишање таа наполно се смирува. Оваа констатација меѓутоа се однесува само на изгледот на слободната површина. Всушност целата течност во однос на киветата изведува ротационо движење околу едно „централно“ подрачје M , кое во текот на нишањето останува во однос на киветата во релативен мир.

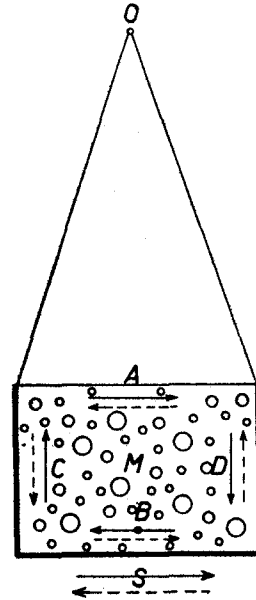
Ова движење на течноста може да се направи добро видливо ако киветата ја наполниме со раствор на вода и алкохол помешан со мало количество масло. Густината на овие две компоненти се дотерува да биде иста, така што малите сфери на разбиеното масло (со мешање на смешата) лебдат во растворот⁵⁾.

За време на нишањето на киветата на овој начин се набљудува движењето на одделните делови на течноста во смеровите назначени на шематската слика 2. Со стрелките S е прикажан смерот на движењето на киветата, а со стрелките A , B , C и D , смеровите на движењето на одделните подрачја на течноста: деловите на течноста што се на помало растојание од оската избрзуваат пред осцилациите на целиот систем, а пооддалечените делови — задоцнуваат. Само едно тесно подрачје M останува во релативен мир во однос на киветата.

Ако покрај ваквото физичко нишало монтираме импровизирано математичко нишало со должина OM , двете нишала се изохрони. Должината OM всушност е редуцираната должина на физичкото нишало.

Експериментот е во согласност со нашето претходно излагање. Движењето на деловите C и D во смерови горе-долу е последица на преместувањето на течноста лево-десно и се врши во ист ритам како ова.

На сликата 3 е дадена нашата демонстрациона апаратура во две различни положби на нишање: сл. 3а — кога системот врви низ положбата на



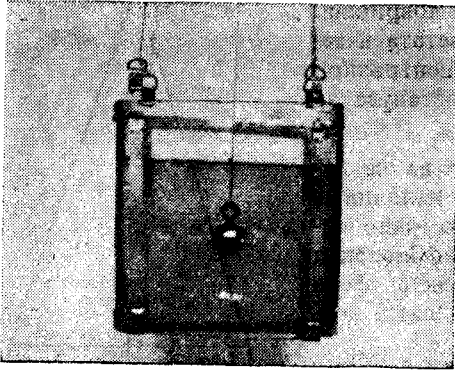
Сл. 2

³⁾ С. Бахчеванциев, М. Ристов, Годишен зборник, том 8, 41, 1956.

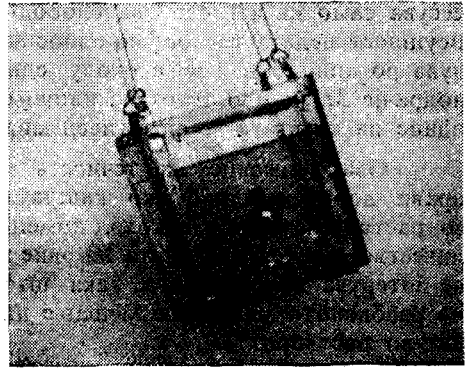
⁴⁾ С. Хайкин, I. с. 1), стр. 273.

⁵⁾ Експериментот може да се изведе и со кивета полна со водоводна вода, во која за време на нишањето се пуштаат мали количества на ситно издробен метилен блау. Овој пропаднувајќи остава траги преку ком може лесно да се следи движењето на различните делови на течноста.

рамнотежа и сл. 3б — во положбата на максимална елонгација. Видно е дека површината на течноста останува паралелна со базага на киветата. Од друга страна, слојот на сферите на маслото, (што беше предходно ос-



Сл. 3а



Сл. 3б

тавен да се смири и да лебди околу средината на киветата) се наклонува во однос слободната површина на течноста поради движењето горе-долу, како што е опишано погоре. Ова движење на слојот на маслото е во ритам со нишањето на киветата. На преден план е импровизираното математичко нишало, кое е изохорно со киветата.

Скопје, Физички институт, 1961 год.

С. Бахчеванциев и М. Ристов

Експеримент к толкованиу величинӣ приведенои длиӣ физического маятинка

Резюме

В данноӣ статье̄ изложено̄ новиӣ опытӣ к толкованиӯ приведеноӣ длиӣ. Основноӣ частью̄ аппарата̄ являе̄тся кюветка, привешеноӣ бифилярно на доволно̄ длинном̄ шнуре̄ и качаю̄щаяся таким̄ образом̄ вокруг̄ горизонталноӣ оси. Кюветка̄ содержит̄ смесь̄ водо̄ и алкогولو̄, а в этоӣ смесӣ взвешено̄ некоторое̄ количество̄ маленькӣх капель̄ прованскогo маслa. Когда̄ система̄ приводится̄ в качание, жидкость̄ приходит̄ в быстрое̄ движение̄ относительно̄ кюветки, как̄ это̄ и предатставлено̄ схемтическӣ на рис. 2. Здесь̄ S — направление̄ движения̄ кюветки, а A , B , C и D — моменталноӣ направления̄ движения̄ жидкостиӣ относительно̄ стенок̄ кюветки. Только̄ небольшо̄я часть̄ жидкостиӣ (M) остае̄тся в покое̄ по отношенӣ к кюветке̄ во время̄ качания̄ системы̄. Частӣ жидкостиӣ коториӣе̄ находя̄тся на расто̄яниӣ меньше̄м OM поспе̄шают̄ пред̄ качанием̄ системы̄, тогда̄

как части находящиеся на расстоянии большем OM — запаздывают; движение частей C и D наступает в результате этих движений. Расстояние OM является приведенной длиной физического маятника. Если непосредственно перед этой системой смонтировать математический маятник длины OM — они будут изохроничны.

На рисунках *3a* и *3b* сфотографирована аппаратура во время качания. Видно что свободная поверхность всегда параллельна основанию кюветки. Относительное движение жидкости хорошо видно на рисунках: слой масла переменил своё положение относительно кюветки, как это описано выше.

Скопје, Физически институт.