

МИНИСТЕРСТВО НА НАРОДНАТА ПРОСВЕТА

Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика

Т Е М А

за II кръг на олимпиадата по ФИЗИКА за 9 клас на паралелките с
профил "физика" - 24 февруари 1991 година.

ЗАДАЧА 1. На фиг.1 е показано балистично махало, което се използва за определяне на скоростта на куршуми: летящ хоризонтално куршум се забива в сандъка с пясък А и остава в него. По ъгъла, на който се отклонява въжето АВ може да се определи скоростта на куршума.

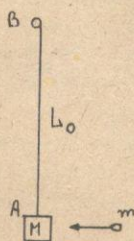
Поради грешка е взето сандъче с твърде малка маса и след удара то започва да се върти около тънката хоризонтална пръчка В, за която е завързано въжето. Въжето се навива около пръчката и радиусът на въртене на сандъчето непрекъснато намалява. Скоростта е такава, че влиянието на силата на тежестта може да се пренебрегне.

Оценете началната скорост на куршума, ако въжето се скъсва, когато разстоянието АВ стане равно на $L_0/2$.

Данни: начална дължина на махалото $L_0 = 1$ m, маса на сандъчето $M = 0.49$ kg, маса на куршума $m = 0.01$ kg, максимална сила на опъване, която издържа въжето $T = 900$ N.

Съпротивлението на въздуха и удължаването на въжето при деформация не се отчитат. Масата на въжето се пренебрегва.

ЗАДАЧА 2. Малко тежко топче е закачено на безтегловна нерастеглива нишка с дължина $L = 1$ m. Отклоняват топчето на разстояние $2a = 10$ cm от равновесното положение О и го пускат в



Фиг. 1



Фиг. 2

7-3
подг. ниср/н.дл
ххх

9.4.2

момент $t = 0$. На разстояние a от равновесното положение се намира вертикална стена (фиг. 2). След удара в стената топчето губи половината от кинетичната си енергия. Определете:

а) максималното разстояние $x_{\max}$ на което ще се отклони топчето от равновесното си положение след удара;

б) времето, за което ще достигне $x_{\max}$.

Указание. При малки ъгли α , дъгата OP е равна на хордата OP (фиг. 2). За малки ъгли $\sin \alpha \approx \alpha$.

Земното ускорение е $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

Задача 3. Обяснете (качествено), кои два закона от физиката играят най-съществена роля за движението на въздуха и дима в комините. Защо при порив на вятъра тягата на комините нараства?

РЕШЕНИЯ

на задачите от II кръг на олимпиадата по ФИЗИКА за 9 клас
на паралелките с профил "физика" - 24 февруари 1991 година.

ЗАДАЧА 1. Скоростта на сандъчето със заседналия в него
куршум непосредствено след удара определяме от закона за
запазване на импулса:

$$mv_0 = (M + m)v ; v = mv_0 / (M + m),$$

където v_0 е търсената скорост на куршума.....2 точки.

Кинетичната енергия по време на навиването на въжето
около пръчката се запазва (силите на триене и съпротивление не
се отчитат). Действително, във всеки момент от времето силата
 $\vec{F}$, която действа на сандъчето е равна по големина на силата $\vec{F}_1$,
действаща на пръчката (фиг.1). Пръчката В е неподвижна и силата
 $\vec{F}_1$ не върши работа. Следователно силата $\vec{F}$ също не върши работа
и кинетичната енергия на сандъчето не се променя, т.е. то се
върти с постоянна по големина скорост v . Ще отбележим, че
моментът на импулса не се запазва - от фиг.1 се вижда, че
силата $\vec{F}$ не е централна сила.....3 точки.

В момента на скъсване на въжето можем да смятаме, че
сандъчето се движи по окръжност с радиус $L_0/2$ (радиусът на
пръчката е много по-малък от L_0). От условието за движение по
окръжност $\frac{(M+m)v^2}{(L_0/2)} = T$ (2)

след заместване на v от (1) получаваме

$$v_0 = \sqrt{(M+m)L_0 T / 2m} = 1500 \text{ m/s}.....2 \text{ точки.}$$

Задачата се оценява максимално със 7 точки.

ЗАДАЧА 2. В точка Р топчето има потенциална енергия
(фиг.2): $E_P = mgh = mgL(1 - \cos\alpha) = mgL \cdot 2\sin^2\alpha/2 \approx mgL\alpha^2/2$;
където $\alpha = OP/L \approx OP/L = 2a/L$;

$$E_P = 2mga^2/L2 \text{ точки.}$$

Пълната енергия на математичното махало преди удара се
запазва: $E_P + E_k = \text{const} = 2mga^2/L$.

Непосредствено преди удара в стената :

$$E_P = mgL\alpha_1^2/2 = mga^2/2L ; E_k = 2mga^2/L - mga^2/2L = \frac{3}{2}mga^2/L.$$

След удара кинетичната енергия е $E_k/2 = \frac{3}{4}mga^2/L$, а
пълната енергия е $E = \frac{3}{4}mga^2/L + mga^2/2L = \frac{5}{4}mga^2/L$2 точки.

9p
72

При по-нататъшното движение енергията Е се запазва:

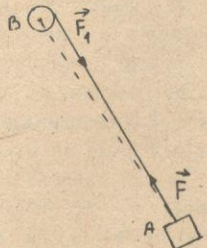
$$mgx_{\max}^2/2L = \frac{5}{4}mga^2/L; \quad x_{\max} = a\sqrt{5}/2 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ точка.}$$

б) Отклонението у на махалото от равновесното положение за малки ъгли може да се запише във вида

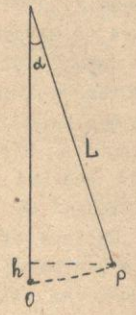
$$y = A \cos \omega t, \quad (1)$$

където $\omega = \sqrt{g/L}$ е кръговата честота. Преди удара $A = 2a$. В момента t_1 на удара $y = -a$. От (1) определяме

$$t_1 = \frac{2}{3}\pi\sqrt{L/g} = 0.67 \text{ s.} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ точка.}$$



Фиг.1



Фиг.2

След удара $A = x_{\max}$. Да приемем, че в момент $t = 0$ топчето се намира в $x_{\max}$. То ще достигне стената за време t_2 . Това е същото време, за което след удара то достига $x_{\max}$.

$$-a = a\sqrt{5}/2 \cdot \cos \omega t_2; \quad t_2 = 2.25\sqrt{L/g} = 0.72 \text{ s.}$$

$$t = t_1 + t_2 = 1.39 \text{ s.} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ точка.}$$

Задачата се оценява максимално със 7 точки.

ЗАДАЧА 3. 1. Закон на Архимед: под действие на подезната сила топлият въздух се издига нагоре. 3 точки.

2. Закон на Бернули: поради движението на външния въздух (вятър), налягането в горния край на комина се оказва по-малко от налягането в стаята. Разликата в налягането създава допълнителна тяга. Ефектът е съществен дори при много слаб вятър. 3 точки.

Задачата се оценява максимално с 6 точки.