ՀՏԴ 53:517.958(076.1)

Ա.Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա.Ս. ԵՊԻՍԿՈՊՈՍՅԱՆ

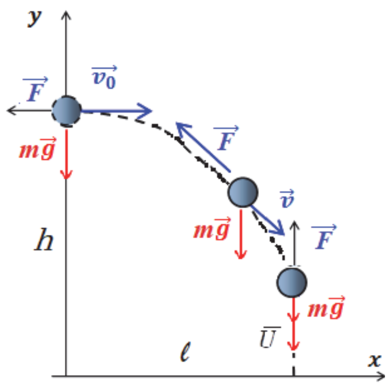
ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՈՐՈՇ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄԸ՝ ՇՐՋԱՆՑԵԼՈՎ ԻՆՏԵԳՐԱԼԻ ԳԱՂԱՓԱՐԸ

Ներկայացված են ֆիզիկայի մի շարք խնդիրներ, որոնք լուծվել են՝ չօգտագործելով ինտեգրալի գաղափարը:

Առանցքային բառեր. կորդինատային համակարգ, դիմադրության ուժ, պրոյեկցիա:

Ֆիզիկայում հանդիպում են շատ խնդիրներ, որոնց լուծման համար անհրաժեշտ է կիրառել ինտեգրալ, որը շատ հաճախ պահանջում է ինտեգրման տեխնիկայի լավ տիրապետում: Մասնավորապես [1] և [2] աշխատանքներում տեղ են գտել խնդիրներ, որոնցում որոշվում է դիմադրության ուժի ազդեցության տակ մարմնի շարժումը, ընդ որում, դիմադրության ուժը կախված է մասնիկի շարժման արագությունից և ուղղված է շարժման հակառակ՝ լուծված ինտեգրալի միջոցով: Այսպիսի խնդիրները դժվար են ընկալվում դպրոցական տարիքի աշակերտների կողմից, քանի որ ինտեգրալի գաղափարին դպրոցում ծանոթանում են ուսումնառության վերջին տարում: Սակայն նշված խնդիրներից շատերը հետաքրքիր են և ուսանելի: Ներկայացված աշխատանքում բերված են մի շարք խնդիրներ, որոնք դասական գրականությունում լուծված են ինտեգրալի միջոցով [1] – [6], մինչդեռ այստեղ բերվել են լուծումները՝ շրջանցելով ինտեգրալի գաղափարը:

Նշենք նաև, որ [7] –ում բերված են ֆիզիկայի մի շարք խնդիրներ, որոնք լուծվել են՝ շրջանցելով ածանցյալի գաղափարը:



Նկ. 1

Դիտարկենք երկու խնդիր:

<u>Խնդիր 1.</u> *Ուղղաձիգ ձորը, որի բարձրությունը h է, նետում են m –զանգվածով մարմինը V_0 արագությունով, (նկ.1): Որոշ ժամանակ հետո այն սկսում է շարժվել հաստատուն արագությամբ (ընդունենք, որ օդի դիմադրության ուժը համեմատական է մարմնի շարժման արագությանը՝ $\overline{F} = -\beta \cdot \overline{V}$, որտեղ β համեմատականության գործակիցը համարում ենք հայտնի): Որքա՞ն է հորիզոնական ուղղությամբ մարմնի անցած հեռավորությունը և շարժման ժամանակը, երբ այն ընկնում է ձորի հատակին:*

Լուծում. Շարժման հավասարումը ընտրված Δt ժամանակահատվածում կունենա

$$m\frac{\Delta \overline{V}}{\Delta t}=m\overline{g}-\beta\overline{V}$$

տեսքը: Ընտրենք համապատասխան դեկարտյան ուղղանկյուն կոորդինատական համակարգ: Մարմնի վրա կիրառված է ծանրության $m\overline{g}$ և դիմադրության $\overline{F}$ ուժը, որն ուղղված է $\overline{V}$ -ին հակառակ: Գրենք շարժման հավասարումը՝ ox և oy առանցքների վրա պրոյեկտված:

$$m\frac{\Delta V_x}{\Delta t}=-\beta V_x\ ,\ m\frac{\Delta V_y}{\Delta t}=-\beta V_y-mg:$$

Այս հավասարումը լուծելիս պետք է հաշվի առնել, որ $V_x\Delta t=\Delta x$, $V_y\Delta t=\Delta y$:

Հետևաբար, ստանում ենք՝

$$m\Delta V_x=-\beta\Delta x\ ,\ m\Delta V_y=-\beta\Delta y-mg\Delta t: \qquad (1)$$

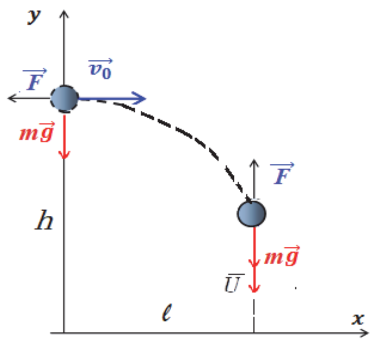
Երբ մարմնի արագությունը հաստատվում է՝ $V=U=const$, որտեղ U -ն կայունացած արագությունն է (նկ.2), ստանում ենք՝ $U_x=0$, $U_y=-\dfrac{mg}{\beta}$:

Հետևաբար՝ կայունացած արագության դեպքում մարմինը կշարժվի ուղղաձիգ ներքև: Որպեսզի որոշենք l- թռիչքի հեռահասությունը, գումարենք հավասարումները նետման պահից մինչև կայունացված արագությունը՝

$$m\sum\Delta V_x=-k\sum\Delta x:$$

Այստեղից կստանանք՝

$$m\cdot(0-V_0)=-\beta L \text{ կամ } L=\frac{mV_0}{\beta}:$$



Նկ. 2

Որպեսզի գտնենք թռիչքի ժամանակը, $m\Delta V_y=-\beta\Delta y-mg\Delta t$ հավասարումը գումարենք ամբողջ շարժման ընթացքում և հաշվի առնելով, որ վերջնական արագությունը ուղղված է ներքև և հավասար է $U_y=-\dfrac{mg}{\beta}$, կստանանք ՝

$$m\sum \Delta V_y = -\beta \sum \Delta y - mg\sum \Delta t\,,$$

որտեղից կհետևի՝

$$m\cdot\left(U_y - 0\right) = \beta h_0 - mgt \;\Rightarrow \frac{m^2 g}{\beta} + \beta h_0 = mgt \;\Rightarrow t = \frac{\beta h_0}{mg} + \frac{m}{\beta}\,:$$

Այժմ պարզենք՝ h_0-ի ի՞նչ արժեքների դեպքում է հնարավոր խնդրի նշված լուծումը: Դրա համար գնահատենք այն ժամանակը, որի ընթացքում մարմնի արագությունը կայունանում է: Գումարելով շարժման արագության x պրոյեկցիան, կստանանք՝

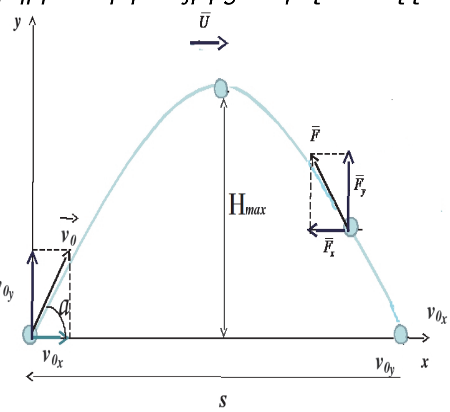
$$m\frac{\Delta V_x}{\Delta t} \approx -\beta V_0\,,$$

որտեղից՝

$$\Delta t = \frac{m}{\beta}\,:$$

Այդ ժամանակահատվածում մարմինը կկատարի $h_0' \approx \dfrac{g\Delta t^2}{2}$ -ուղղաձիգ ուղղությամբ տեղափոխություն: Այստեղից ստանում ենք, որ խնդիրը իրագործելու համար, պետք է տեղի ունենա $h_0' \geq \dfrac{g}{2}\left(\dfrac{m}{\beta}\right)^2$ անհավասարումը:

Խնդիր 2. *m զանգվածով մարմինը երկրի մակերևույթից նետել են ուղղաձիգ դեպի վեր: Երկրի մակերևույթի երկայնքով փչում է $\overline{V}$ արագությամբ քամին: Մարմնի վրա ազդող դիմադրության ուժը համեմատական է մարմնի շարժման արագությանը և ուղղված է նրան հակառակ: t ժամանակ հետո մարմինը վերադառնում է երկրի մակերևույթ՝ նետման կետից S հեռավորության վրա* (նկ.3)*: Մարմնի արագության ուղղաձիգ բաղադրիչը նվազել է ΔV - ով: Որքա՞ն է մարմնի վրա օդի կողմից ազդող շփման (դիմադրության) ուժի կատարած աշխատանքը:*



Նկ. 3

Լուծում. Շարժման հավասարումը ընտրված Δt ժամանակահատվածում կունենա

$$m\frac{\Delta \overline{V}}{\Delta t} = m\overline{g} + \beta\overline{U} - \beta\overline{V}$$

տեսքը:

Ընտրենք համապատասխան կոորդինատային համակարգ: Վերև շարժվելիս, քամու ազդեցության հետևանքով, մարմինը շարժվում է հորիզոնի ուղղությամբ ox առանցքով: Տվյալ պահին մարմնի շարժման հավասարումների պրոյեկցիաները ox և oy առանցքներով կլինեն հետևյալը՝

$$m\Delta V_{i\,x} = -\beta\left(U - V_{i\,x}\right)\Delta t_i :$$

Վեր բարձրանալիս՝

$$m\Delta V_{i\,y} = -\left(\beta V_{i\,y} + mg\right)\Delta t_i\,,$$

իսկ ներքև իջնելիս՝

$$m\Delta V_{i\,y} = \left(-\beta V_{i\,y} + mg\right)\Delta t_i :$$

Գումարելով ըստ բոլոր i -երի, կստանանք՝

$$\begin{cases} mV_{i\,x} = \beta Ut - kS & 1) \\ -mV_{0y} = -\beta H - mgt_1 & 2) \\ mV_{i\,y} = -\beta H + mgt_2 & 3) \end{cases}$$

որտեղ t_1-ը վերև բարձրանալու ժամանակն է, t_2 -ը՝ առավելագույն բարձրությունից երկրի մակերևույթ վերադառնալու ժամանակը, V_{0y} -ը՝ մարմնի նետման սկզբնական արագությունը, $V_{i\,x}$ -ը՝ երկրի մակերևույթ հասնելու պահին արագության հորիզոնական բաղադրիչը, $V_{i\,y}$ -ը՝ ուղղաձիգ բաղադրիչը: (1) –ից կստանանք՝

$$V_{i\,x} = \frac{\beta Ut - \beta S}{m}\,,$$

իսկ (1) - (3) հավասարումների համակարգից՝

$$V_{i\,y} + V_{0\,y} = g\left(t_1 + t_2\right) = gt :$$

Այստեղից օդի կողմից ազդող շփման ուժի կատարած աշխատանքի համար ստանում ենք՝

$$A = \frac{mV_{0y}^2}{2} - \frac{m\left(V_{iy}^2 + V_{ix}^2\right)}{2} = \frac{m}{2}\Delta V_i\, gt - \frac{\beta^2}{2m}\left(Ut - S\right)^2 :$$

Եզրակացություն. Նշված մեթոդով կարելի է, շրջանցելով ինտեգրալի կիրառությունը, լուծել նման շատ խնդիրներ, որոնք դասական գրականությունում լուծված են ինտեգրալի միջոցով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Зельдович Я.Б.** Высшая математика для начинающих физиков и техников.- М., 1979. – 520 с.
2. **Иродов И.Е.** Задачи по общей физике.- СПб., 2001.- 446 с.
3. **Иродов И.Е.** Механика. Основные законы.- М., 2014.- 251 с.
4. **Чертов А.Г.**, **Воробьев А.А.** Задачник по физике.- М., 1988.- 497 с.
5. **Балаш В.А.** Задачи по физике и методы их решения.- М., 1983.- 434 с.
6. **Александров Д.А.** Принцип суперпозиции и напряжённости электрического поля// Квант.- 1997.- N 5.- С. 36-37.
7. **Պետրոսյան Ա.Վ., Եպիսկոպոսյան Ա.Ս.** Ֆիզիկայի որոշ մեծությունների մեծագույն կամ փոքրագույն արժեքների որոշումը՝ շրջանցելով ածանցյալի գաղափարը// Մանկավարժական միտք.- 2021.- 2 (75) .- էջ 204 – 215:

А.В. ПЕТРОСЯН, А.С. ЕПИСКОПОСЯН

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В ОБХОД ИДЕИ ИНТЕГРАЛА

Представлен ряд физических задач, которые были решены без использования концепции интегралов.

Ключевые слова: система координат, сила сопротивления, проекция.

A.V. PETROSYAN, A.S. EPISKOPOSYAN

SOLUTION OF SOME PROBLEMS ON PHYSICS BY GOING ROUND THE IDEA OF THE INTEGRAL

A number of problems on physics that have been solved without using the concept of integrals are presented.

***Keywords*:** coordinate system, resistance force, projection.