

## ЕЛЕМЕНТИ АСТРОНОМІЇ У КУРСІ ФІЗИКИ 9-ГО КЛАСУ ЗАГАЛЬНОЇ ШКОЛИ

Вивчаючи механіку у 9-му класі загальноосвітньої школи, учні розглядають рух тіла по колу. Серед прикладів такого руху вчитель нагадує учням, що багато тіл Сонячної системи рухаються по траєкторіям близьким до колових. Далі розглядаються гравітаційні сили і закон всесвітнього тяжіння. Вивчення цього закону в шкільних підручниках обмежується розглядом руху Землі навколо Сонця та Місяця навколо Землі. Або розглядається рух штучного супутника навколо абстрактної планети [5; 81].

Вивчаючи цей розділ, доцільно познайомити учнів з фізичними характеристиками інших планет Сонячної системи, але не у вигляді фактичних даних, а шляхом розв'язування задач та порівняння результатів обчислень з табличними даними, які можна одержати з довідкової літератури [1; 538-541]. У таблиці 1 подані відомі величини, за допомогою яких вчитель може сформулювати ряд задач і запропонувати їх учням.

Таблиця 1

Назва планети	Радіус планети $R \cdot 10^3$ м	Відстань від планети до Сонця $S \cdot 10^9$ , м	Назва супутника	Період обертання супутника $T$ , діб	Відстань від планети до супутника $r \cdot 10^6$ , м
<b>Меркурій</b>	2439	57,9	-	-	-
<b>Венера</b>	6051	108,2	-	-	-
<b>Земля</b>	6378	149,6	Місяць	27,32	384,4
<b>Марс</b>	3394	227,9	Фобос	0,32	9,4
			Деймос	1,26	43,5
<b>Юпітер</b>	71400	778,3	Іо	1,77	422,0
			Європа	3,55	671,0
			Ганімед	7,15	1070,0
			Калісто	18,69	1880,0
<b>Сатурн</b>	60240	1427,2	Титан	15,95	1223,0
<b>Уран</b>	24300	2869,3	Оберон	13,46	586,4
<b>Нептун</b>	25050	4498,5	Тритон	5,88	353,6

<b>Плутон</b>	1500	5900,0	Харон	6,4	17,0
---------------	------	--------	-------	-----	------

Виходячи з даних таблиці 1, учням пропонується знайти такі характеристики планет як маса, прискорення вільного падіння на поверхні кожної з них, а також доцільно познайомити учнів з поняттям першої та другої космічних швидкостей.

### Задача 1.

Чому дорівнює маса Марса, якщо відомо, що його супутник Фобос знаходиться від нього на відстані  $9,4 \cdot 10^6$  м і має період обертання навколо планети 0,32 доби.

*Розв'язок.* На супутник при його русі навколо планети діє сила всесвітнього тяжіння:  $F = G \frac{m \cdot M}{r^2}$ . Ця сила за другим законом Ньютона

надає супутнику доцентрового прискорення  $a = \frac{v^2}{r}$ , де  $v = \frac{2\pi r}{T}$ , звідси

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}.$$

Тоді можемо записати:  $\frac{4\pi^2 r m}{T^2} = G \frac{m M}{r^2}$ , звідки одержимо  $M = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$  [2;

177].

$$M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (9,4 \cdot 10^6)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (0,32 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60)^2} = 6,425 \cdot 10^{23} \text{ кг}.$$

Таким чином можна обрахувати маси планет, які мають супутники. Якщо планета має два чи більше супутника, вірність розрахунків доцільно перевірити декількома способами. Також можна знайти масу Сонця, вважаючи планети його супутниками.

### Задача 2.

Знайти прискорення вільного падіння поблизу поверхні Марса, якщо відомо, що радіус його дорівнює  $3394 \cdot 10^3$  м, а значення маси використати з попередньої задачі.

*Розв'язок.* Розглянемо випадок коли тіло знаходиться над рівнем поверхні планети на висоті, якої можна знехтувати порівняно з радіусом цієї планети. Тоді під дією сили всесвітнього тяжіння тіло набуває прискорення  $g$  і рівняння руху тіла запишемо у вигляді:

$$G \frac{mM}{R^2} = mg, \text{ звідси } g = G \frac{M}{R^2} \quad [2; 130].$$

$$\text{Отже } g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6,425 \cdot 10^{23}}{(3394 \cdot 10^3)^2} = 3,71 \text{ м/с}^2.$$

### **Задача 3.**

Яку швидкість треба надати тілу біля поверхні Марса, щоб воно не впало, а стало його штучним супутником? Значення прискорення вільного падіння взяти з попередньої задачі.

*Розв'язок.* Згідно другого закону Ньютона, сила яка діє на супутник з боку планети, надає йому доцентрового прискорення. Тому можна записати:

$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{mM}{R^2}, \text{ звідси } v = \sqrt{G \frac{M}{R}}.$$

Якщо тіло знаходиться біля поверхні планети, то сила притягання до неї практично дорівнює силі тяжіння  $mg$ . Тоді  $mg = G \frac{mM}{R^2}$ , а  $g = G \frac{M}{R^2}$ .

Можемо виразити  $G \frac{M}{R} = gR$ . Підставимо це значення у формулу швидкості, одержимо:  $v = \sqrt{gR}$  [2; 170].

$$v = \sqrt{3,71 \cdot 3394 \cdot 10^3} = 3548 \text{ м/с}.$$

Цю швидкість називають першою космічною швидкістю. Набувши такої швидкості, тіло буде рухатися по коловій орбіті.

### **Задача 4.**

А яку треба надати швидкість космічному апарату щоб він назавжди покинув Сонячну систему?

*Розв'язок.* Така швидкість називається другою космічною і знаходиться за формулою:  $v_{2k} = \sqrt{2} \cdot v_{1k}$  [1; 111]. Знаходимо її значення для Марса:

$$v_{2k} = \sqrt{2} \cdot 3553 = 5025 \text{ м/с}.$$

Для кращого розуміння величин першої і другої космічних швидкостей, після одержання результатів, доцільно перевести їх у більш сприйнятливі для дитячої уяви одиниці (км/год) і порівняти з швидкостями, з якими учні стикаються у повсякденному житті.

У роботі, як приклад, наведені розрахунки тільки для однієї планети, але доцільно повторити їх для всіх планет Сонячної системи і зробити разом з учнями порівняльний аналіз результатів.

Подані задачі підібрані таким чином, щоб для розв'язання наступної уч-ні повинні були користуватися відповіддю попередньої. Мета такої роботи полягає у тому, щоб з малої кількості відомих величин знайти як можна більше фізичні характеристики всіх планет Сонячної системи.

#### Література:

1. Бакулин П. И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. М.: Наука, 1983. – 560 с.
2. Гончаренко С.У. Фізика. Проб. Підруч. Для 9 кл. серед. загальноосвіт.шк., та кл. гуманітарного профілю.– К.: Освіта, 1997.– 442 с.
3. Кікоїн І.К., Кікоїн А.К. Фізика: Підручник для 9 кл. середн. шк. К.: Рад. шк., 1992.-208 с.: іл.
4. Климишин І.А., Крячко І.П. Астрономія. Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів. К.: Знання України, 2002. – 190 с.
5. Коршак Є.В. та ін. Фізика 9 клас: Підручник для серед. загальноосвіт шк. /Є.В.Коршак, О.І.Ляшенко, В.Ф.Савченко. – Київ; Ірпінь: ВТФ “Перун”, 1999. – 192 с.: іл.

6. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7-11 класи.  
Астрономія 11 клас 2001 – 133 с.
7. Шашмаев Н.М. и др. Физика: Учебник для 9 кл. сред.шк. / Н.М. Шахмаев, Н.С. Шахмаев. Д.Ш. Шодиев. – М.: Просвящение, 1992. – 240 с.: ил.