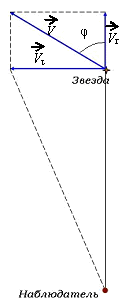
Тема: Пространственные скорости звезд (собственные движения и тангенциальные скорости звезд, эффект Доплера и определение лучевых скоростей звезд).

1. **Введение.** Итак, звезды находятся от нас на различ­ных расстояниях, т. е. никакой «сферы звезд» не суще­ствует. Но не существует и неподвижных звезд. Астрономи­ческие наблюдения доказывают, что звезды движутся. Ско­рость, с которой звезда движется в пространстве относи­тельно Солнца, назовем пространственной скоростью. Обозначим вектор пространственной скорости одной из звезд через *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn20760.gif* (рис. 81).



Его можно представить как сумму двух составляющих векторов, один из которых (тангенциальная скорость *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn20841.gif)* перпендикуля­рен лучу зрения (т. е. направлению звезда — наблюдатель), а другой направлен по лучу зрения (лучевая скорость *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn20959.gif).* Тогда по теореме Пифагора модуль пространственной скорости будет равен

http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/42.gif.

Рассмотрим методы определения модулей векторов *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn21194.gif* и *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn21227.gif.*

**2. Собственные движения и тангенциальные скорости звезд.** Уже в XVIII в. стало ясно, что экваториальные координаты звезд в течение длительных промежутков времени изменяются. Одна из причин этого явления — движение звезд в пространстве. Угло­вое перемещение звезды на небесной сфере за год называется собственным движением. Оно выражается в секундах дуги в год и обозначается буквой *µ.* Наибольшим собственным движением обладает звезда Барнарда (в созвездии *Змееносца),* у которой *µ =* 10,3˝. Зная µ, можно вычислить модуль тангенциальной скорости*.* Действи­тельно, расстоянию *r* до звезды соот­ветствует годичный параллакс звез­ды *π.* Если π выражено в радианах, то *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn21473.gif,* где *a* = 1 а. е. Собствен­ному движению звезды *µ* (тоже выра­женному в радианах) соответствует линейное смещение *rµ.* Учитывая сказанное выше, *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn21574.gif.* Зная перемещение звезды за год, легко найти ее скорость *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn21746.gif*, разделив это перемещение на время t0, равное году:

http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/42_1.gif

Так как 1 а. е. = 1,496∙108 км, а *to =* 3,16∙107с, то тан­генциальная скорость, выраженная в километрах в секунду, будет равна

*http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43.gif*

|  |
| --- |
| http://astro.murclass.ru/Levitan/img/82.gif |
| **Рис. 82. К объяснению эффекта Доплера.** |

**3. Эффект Доплера и определение лучевых скоростей звезд.** Лучевые скорости определяют по спектрам звезд. При этом используется явление, которое называют эффектом Доплера. Сущность эффекта Доплера состоит в том, что *линии в спектре источника, приближающегося к наблюдателю, смещены к фиолетовому концу спектра, а линии в спектре удаляющегося источника* — *к красному концу спектра* (по отношению к положению линий в спек­тре неподвижного источника). Почему же меняется частота излучения, воспринимаемая наблюдателем? Пусть расстоя­ние от источника до наблюдателя будет *ct* (где с — скорость света, *t* — время, за которое свет преодолевает расстояние до наблюдателя). За время *t* источник испускает *vot* волн (*vo* — частота излучения). Если источник неподвижен, то на отрезке *ct* как раз и укладывается *vot* волн. Но если источ­ник движется (например, удаляется со скоростью *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn22096.gif),* то число волн *vot* уложится на отрезке, длина которого *ct + http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn22155.gift.* Перейдем от частоты к длинам волн (рис. 82). Длина волны λо, которую принимает наблюдатель от неподвижного источника, будет http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn22395.gif (или известное вам из физики соотношение http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn23078.gif), а длина волны, которую наблюдатель принимает от удаляющегося источника, будет

http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43_3.gif

Тогда смещение, равное http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43_4.gif есть

http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43_5.gif

т.е. http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43_6.gifили http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43_7.gif

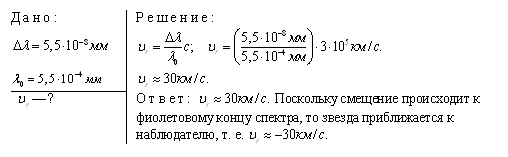
Откуда

http://astro.murclass.ru/Levitan/formuls/43_8.gif

Это формула для вычисления лучевых скоростей. Из нее видно, что для определения *http://astro.murclass.ru/Levitan/text/images/23_htm_eqn28309.gif* нужно измерить сдвиг спектральной линии, т. е. сравнить положение данной ли­нии в спектре звезды с положением этой же линии в спек­тре неподвижного (например, наблюдаемого в лаборатории) источника света. Лучевая скорость удаляющегося источника получается со знаком плюс, а приближающегося — со знаком минус.

К настоящему времени определены лучевые скорости и собственные движения многих звезд. Измерение лучевых скоростей проще и быстрее, чем измерение собственных дви­жений.

**Пример . В** спектре звезды линия, соответствующая длине волны 5,5∙10-4мм, смещена к фиолетовому концу спектра на 5,5∙10-8 мм. Определить лучевую скорость звезды.



Всё записать в тетради с рисунками и задачами и прислать по адресу [**PetrovaT.D.1@yandex.ru**](mailto:PetrovaT.D.1@yandex.ru)