

зуется программа по формированию исследовательских умений. Проверка сформированности исследовательских умений на основе заданий (10-й класс).

4. Индивидуальное или в парных группах выполнение исследований по выбранной тематике. Представление результатов исследования в виде доклада с компьютерной презентацией и демонстрацией установки на городской конференции. Проявление исследова-

тельских умений и исследовательской позиции на основе рефлексии (10-й класс).

В процессе совместной деятельности роль учителя меняется от руководящей до консультационной и со-труднической. На разных этапах проектно-исследовательской деятельности также меняется и роль ученика. В процессе освоения деятельности ученик проявляет все больше самостоятельности и активности, т.е. у него формируется исследовательская позиция.

Литература

1. Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве: итоги научно-практической конференции / Исследовательская работа школьников. 2005. №3.
2. Леонтович А.В., Калачихина О.Д., Обухова А.С. Пособие по разработке методической карты по организации исследовательской работы школьников. МГДД(Ю)Т. М., 2003.
3. Фирсова М.М. Исследовательская деятельность гимназистов // Педагогика. 2003. № 8.
4. Обухов А.С. Исследовательская позиция и исследовательская деятельности: что и как развивать? // Исследовательская работа школьников. 2004. № 4.

УДК 378.02:372.8

О.В. Брусник, В.В. Обухов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРАВИЛА СУММИРОВАНИЯ ЭЙНШТЕЙНА В КУРСЕ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Томский государственный педагогический университет

Значение курса классической механики обуславливается в первую очередь тем, что он позволяет подготовить студента, изучающего теоретическую физику, к переходу к более сложным и абстрактным разделам теоретической физики. В качестве примера можно упомянуть принцип наименьшего действия, функции Лагранжа и Гамильтона, уравнение Гамильтона–Якоби, канонический формализм, скобки Пуассона. Все перечисленное используется, например, при построении и развитии формализма современной классической и квантовой теории поля.

Вместе с тем, построение классической механики практически завершилось в конце XIX в., и большинство обозначений с тех пор не меняется. Представляется целесообразным принять некоторые усовершенствования, которые позволяют, с одной стороны, упростить процесс изложения, а с другой – подготовить студентов к использованию современных обозначений в более сложных разделах физики. Речь идет об использовании правила суммирования Эйнштейна, согласно которому в произведениях по повторяющимся верхним и нижним индексам ведется суммирование в пределах изменения индексов.

Для того чтобы воспользоваться этим правилом в разделах классической механики, необходимо при построении курса руководствоваться следующими договоренностями:

1. Обобщенные координаты снабжаются верхними индексами, обобщенные импульсы – нижними.

2. В качестве координатных индексов для обобщенных координат и обобщенных импульсов используются малые буквы латинского алфавита.

3. Пределы изменения координатных индексов от 1 до n , где n – размерность конфигурационного пространства.

Используя правило суммирования Эйнштейна, можно при переходе к обобщенным координатам q^α

$$\mathbf{r}_i = \mathbf{r}_i(q, t)$$

записать выражение для скорости $\dot{\mathbf{r}}_i$ и виртуального перемещения $\delta \mathbf{r}_i$ в виде

$$\dot{\mathbf{r}}_i = \frac{\partial \mathbf{r}_i}{\partial q^\alpha} \dot{q}^\alpha + \frac{\partial \mathbf{r}_i}{\partial t}, \quad \delta \mathbf{r}_i = \frac{\partial \mathbf{r}_i}{\partial q^\alpha} \delta q^\alpha$$

соответственно.

Записав функцию Лагранжа в виде

$$L = L(q^\alpha, \dot{q}^\beta, t),$$

получим выражение для импульса

$$p_\alpha = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}^\alpha}.$$

Более простой вид имеет форма записи для функции Гамильтона:

$$H = \dot{q}^\alpha p_\alpha - L,$$

скобок Лагранжа

$$[u, v] = \frac{\partial q^\alpha}{\partial u} \frac{\partial p_\alpha}{\partial v} - \frac{\partial p_\alpha}{\partial u} \frac{\partial q^\alpha}{\partial v}$$

и Пуассона

$$\{u, v\} = \frac{\partial u}{\partial q^\alpha} \frac{\partial v}{\partial p_\alpha} - \frac{\partial u}{\partial p_\alpha} \frac{\partial v}{\partial q^\alpha}.$$

Уравнения Гамильтона теперь следует записать в виде

$$\dot{q}^\alpha = \frac{\partial H}{\partial p_\alpha}, \quad \dot{p}_\alpha = -\frac{\partial H}{\partial q^\alpha}.$$

Использование данного правила позволяет не только упростить выражение, но и облегчить выводы различных формул. С другой стороны, как уже было отмечено, оно приучает студента к обозначениям, принятым в теории поля (электродинамике, гравитации и т.д.).