

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 134. ИЗУЧЕНИЕ ДВУМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС

Введение

При движении системы материальных точек (в простейшем случае такой является одно тело) по плоскости мы сталкиваемся с ситуацией, когда скорости точек не совпадают ни по направлению, ни по величине. При этом оказывается, что существует точка, движение которой выглядит существенно проще, чем движение любой из материальных точек системы. Эта точка называется центром масс. Её положение отыскивается по правилу:

$$\mathbf{r}_c = \frac{\sum m_i \mathbf{r}_i}{\sum m_i}$$

где m_i – массы материальных точек, \mathbf{r}_i – их радиус-векторы.

Приступая к работе необходимо

Знать определения

вектора и составляющей вектора;
координат вектора;
проекции вектора на направление;
радиус-вектора, скорости, ускорения;
системы координат и системы отсчета;
инерциальной и неинерциальной систем отсчёта;
массы тела;
силы;
центра масс.

Знать

формулировку и границы применения теоремы о движении центра масс.

Уметь

измерять расстояния с помощью линейки и рулетки;
горизонтировать установку по жидкостному уровню;
определять массу взвешиванием;
оценивать случайные погрешности прямых и косвенных измерений.

Цель работы

Экспериментальное изучение движения центра масс.

Решаемые задачи

- ✓ приобрести навыки обработки и анализа треков;
- ✓ пронаблюдать движение центра масс системы.

Экспериментальная установка

Приборы и принадлежности:

- ✓ Экспериментальный стол (1) со стеклянной поверхностью и резиновыми ограничивающими лентами (2) (см рисунки)
- ✓ Регулировочные винты, для регулировки горизонтального положения поверхности стола (3).
- ✓ Выемка для рулона металлизированной бумаги (4)
- ✓ Переключатель выбора частоты 10/50 Hz (5) импульсов, подаваемых на пишущие электроды (13)
- ✓ Выключатель электропитания установки с лампочкой индикации (6)
- ✓ Гнездо(7) для кронштейна (8) подвода электропитания к шайбам (9)
- ✓ Удерживающая полоска для металлизированной бумаги, обеспечивающая электрический контакт(10).
- ✓ Ключ-переключатель(11), который нужно удерживать для записи траектории шайбы пишущими электродами (13)

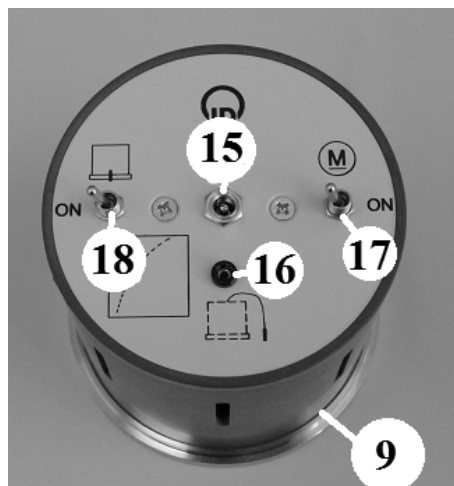
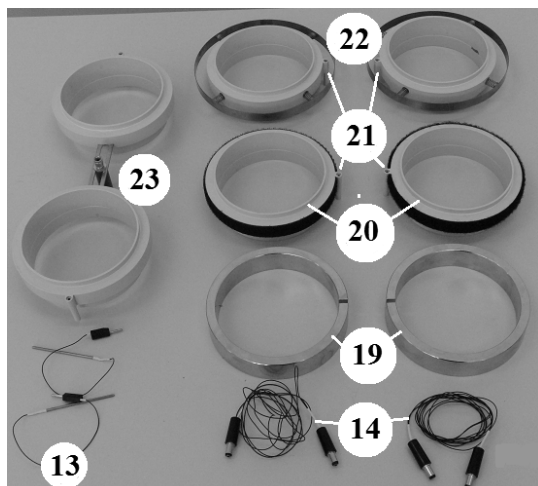
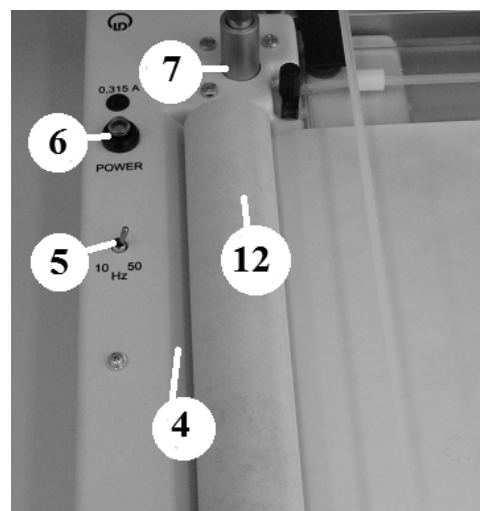
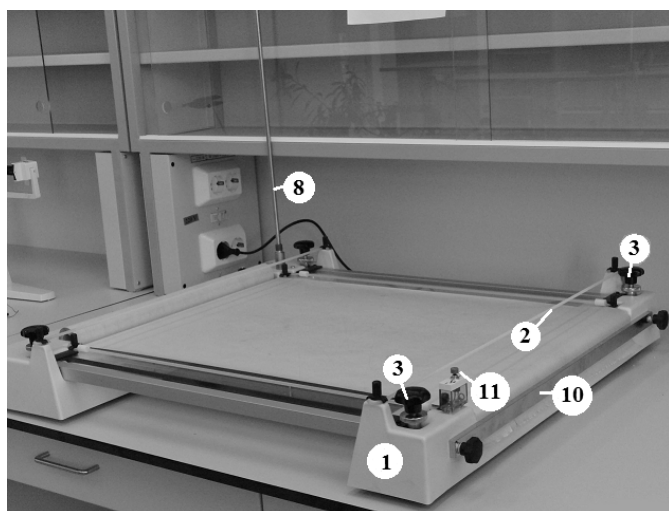


Рис. 1 Основные элементы экспериментальной установки

- ✓ Рулон металлизированной бумаги для записи траекторий (12)
- ✓ Провода для подвода электропитания (14) к шайбам (9)
- ✓ Шайба (9) с вентилятором для создания воздушной подушки и центральным пишущим электродом (на дне шайбы). Масса шайбы 444 ± 2 г. Гнездо(15) для подключения кабеля электропитания(14) шайбы. Гнездо для подключения дополнительного пишущего электрода (16). Выключатель вентилятора (17). Выключатель центрального пишущего электрода(18).
- ✓ Кольца(19), надеваемые на шайбы для увеличения массы. Масса кольца 500 ± 1 г.
- ✓ Сдвоенное кольцо (23) для жесткого соединения двух шайб с тремя держателями для пишущих электродов. Масса конструкции 112 ± 1 г.

В данной установке две шайбы двигаются по горизонтальной поверхности специального стола. Расположенный в каждой шайбе вентилятор создаёт воздушный поток, выходящий через отверстие на дне шайбы и приподнимающий её на воздушной подушке. Таким образом, сила трения существенно уменьшается. Пишущие электроды в шайбах оставляют на специальной металлизированной бумаге отметки с заданной частотой (10/50 Гц). Анализируя эти треки, можно получить информацию не только о траектории, но и о скорости движения электродов.

Порядок выполнения работы

Подготовка установки для проведения экспериментов.

1. Протрите стеклянную поверхность стола и основание шайб и подождите, пока они высохнут.
2. Поместите рулон записывающей бумаги (12) в специальную выемку (4), натяните её на стеклянной поверхности и закрепите с противоположной стороны удерживающей полоской (10).
3. Поместите шайбы на бумагу. Для каждой шайбы вставьте провод электропитания (14) одним концом в гнездо кронштейна (8), а другим – в гнездо на шайбе (15).
4. Нажмите кнопку выключателя электропитания всей установки (6). Поместите одну шайбу в центр стола и включите её вентилятор кнопкой (17). Подкручивая регулирующие винты (3) добейтесь того, чтобы шайба не соскальзывала. Выключите вентилятор шайбы.
5. Установите переключатель частоты (5) в положение 50 Hz. **Внимание!** Если скорости движения тел будет недостаточно, чтобы прочертить пунктирную линию, то установите переключатель частоты (5) в положение 10 Hz.

Исследование движения центра масс системы.

6. Наденьте на шайбы **только** сдвоенные кольца (23). Проследите, чтобы штырьки шайб попали в выемки на нижних частях колец. Подключите

дополнительный электрод (13) в разъем (16) одной из шайб и вставьте его в отверстие в середине сдвоенных колец (23).

7. Включите вентиляторы на обеих шайбах, слегка закрутите и толкните всю конструкцию, так, чтобы она совершала обороты вокруг своего центра масс и двигалась в каком-то направлении. Подберите такие начальные скорости, чтобы до столкновения конструкции с ограничивающими резиновыми полосками, она успевала бы пройти участок заметной длины.
8. Повторите п.12, удерживая ключ (11), чтобы зафиксировать траектории движения центра масс всей конструкции (дополнительный электрод) и центров шайб (центральные электроды). Подпишите полученные траектории.
9. Выключите вентиляторы (17) и центральные электроды (18) на шайбах.

Окончание эксперимента

10. Отсоедините все провода от шайб, достаньте дополнительные электроды из держателя. Уберите дополнительные электроды в пакетик.
11. Снимите все кольца и аккуратно сложите их в коробку.
12. Выключите электропитания установки (6).
13. Отрежьте ножницами кусок металлизированной бумаги, на котором зафиксированы все ваши траектории.

Обработка и представление результатов

14. Определите скорость движение центра масс в начале и в конце прямолинейного участка.

Казанский (Поволжский) федеральный университет

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО МЕХАНИКЕ**

КАЗАНЬ 2014

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МЕХАНИКЕ

(Учебно-методическое пособие
для студентов естественнонаучных направлений обучения)

авторы пособия:

доцент кафедры общей физики *Скворцов А.И.*
доцент кафедры общей физики *Налётов В.В.*
доцент кафедры общей физики *Мухамедшин И.Р.*
доцент кафедры общей физики *Недопекин О.В.*
ассистент кафедры общей физики *Лысогогорский Ю.В.*
ассистент кафедры общей физики *Ирисова И.А.*
инженер кафедры общей физики *Староверов А.Е.*

Рецензент:

профессор кафедры общей физики КФУ *Фишман А.И.*,

В пособии описана методика постановки работ общего физического практикума по разделу механика курса общей физики. Пособие предназначено для студентов всех естественнонаучных направлений обучения.

© Институт физики Казанского университета.