ННГУ им. Лобачевского

Факультет: Высшая школа общей и прикладной физики

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе №12:**

**Определение ускорения свободного падения**

Выполнили:

Митяшин Илья

Ковригин Марк

Нижний Новгород

2023г.

**Цель работы**

Экспериментально определить ускорение свободного падения с точностью до 1%, используя математический маятник.

**Оборудование**

Математический маятник, зеркальная шкала, секундомер.

**Теоретическая часть**

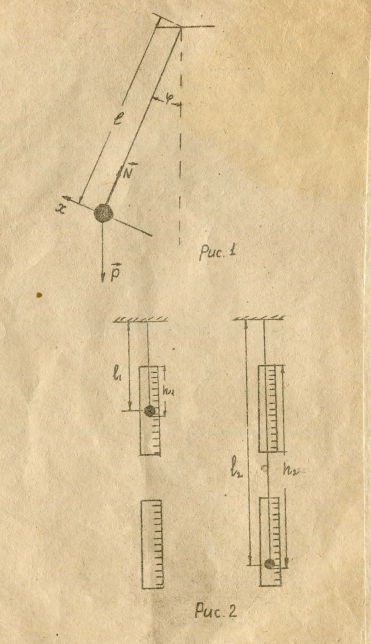
1. **Математический маятник**

Предположим, что нить невесома и нерастяжима, силами трения и сопротивление воздуха можно пренебречь. Тогда можно записать II закон Ньютона для шарика: , где m – масса шарика, a – ускорение шарика, mg – сила тяжести, N – сила натяжения нити.

В проекции на ось Ох получаем: (1)

Поскольку, имеем и, подставляя в (1) получаем: (2)

При малых отклонений от положения равновесия можно считать что sinϕ ≈ ϕ. В этом случае из (2), получаем (3). Решением (3) является где ϕ0 – амплитуда колебаний, α - начальная фаза, – частота колебаний. Тогда (4) – период малых колебаний. (4) можно использовать для определения ускорения свободного падения: (5).

Однако, точно измерить длину маятника сложно, так как приходится определять расстояние между точкой подвеса и центром тяжести шарика. Поэтому обычно поступают следующим образом: В точке (рис. 2) закрепляют нить, к которой подвешен шарик, и отмечают на верхней зеркальной шкале изображение наинизшей точки шарика. Зеркальная шкала помогает избежать ошибки на параллакс при определении деления шкалы h1, совпадающего с этой низшей точкой шарика и ее зеркальным изображением. Назовём длину нити, соответствующую этому положению шарика l1. Период колебания маятника, который определяется с помощью секундомера, обозначим T1. Для второго положения проделываем аналогичные действия, тогда получаем: (4а) и (4б). Вычитая из (4б) соотношение (4а), получаем , и т.к. l2 - l1= h2 - h1, то в итоге получаем: . Чтобы измерения были точнее, нужно брать как можно больше разность высот h2 – h1.

1. **Контрольные вопросы**
2. *При определении периода пускать в ход и останавливать секундомер можно: а) когда маятник имеет наибольшее отклонение; б) когда он проходит положение равновесия. В каком случае измерение точнее?*

Измерение будет точнее если действовать согласно пункту б), потому что все равно есть трение о воздух, и угол наибольшего отклонения будет меняться, то есть человек может нажать на секундомер позже чем надо, либо нажать раньше, думая, что шарик дошел до максимального отклонения.

1. *g можно определить, измерив время свободного падения и измерив период колебаний маятника. Какой метод даст результат точнее, если пользоваться одним секундомером в обоих случаях?*

Измерив период колебаний результат будет точнее, потому что сложно увидеть момент соударения с поверхностью, так как оно происходит очень быстро.

1. *В каких точках земной поверхности g максимально, в каких минимально?*

Максимально значение g будет на полюсе и минимально на экваторе.

1. *Чему равно g в центре Земли?*

g в центре Земли равно 0.

1. *На какую высоту над землей нужно подняться, чтобы с помощью приборов, которыми вы пользовались можно было заметить изменение g?*

приборы, которыми мы пользовались определяют ускорение свободного падения с точностью 1%, то есть, показания прибора должны отличаться хотя бы на 2%, тогда , пусть g = 9,81 м/с2; M = 5,97 \* 1024 кг; Rз = 6371 км, получается x ≈ 64,80 км.

**Практическая часть**

1. **Определение зависимости периода колебаний маятника от амплитуды. n = 20 колебаний.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ϕ, в град | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| t, c | 47,60 | 47,67 | 47,84 | 48,12 | 48,32 |
| T=t/n, c | 2,380 | 2,384 | 2,392 | 2,406 | 2,416 |
| ΔT=Δt/n, c | 0,01 |

Исходя из таблицы делаем вывод, что колебания будут малыми при ϕ ≤ 15°.

1. **Определение минимального количества колебаний n, при котором максимальная относительная погрешность δ, была бы не более 1%.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | h1, см | t1, c | T1, c | h2, см | t2, c | T2, c |
| 20 | 7,80 | 31,67 | 1,58 | 143,3 | 54,67 | 2,73 |

колебание

1. **Определение ускорения свободного падения g. Количество колебаний, вычисленное теоретически n = 41.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № Опыта | I | II | III |
| h1, см | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| t1, с | 60,40 | 60,29 | 60,37 |
| T1, c | 1,473 | 1,470 | 1,472 |
| h2, см | 143,3 | 143,3 | 143,3 |
| t2, c | 113,36 | 113,40 | 113,40 |
| T2, c | 2,765 | 2,766 | 2,766 |
| h2 – h1, см | 135,5 | 135,5 | 135,5 |
| T22 – T12, c | 5,475 | 5,490 | 5,484 |
| g, см/с2 | 977,05 | 974,38 | 975,44 |
| gэталон, см/с2 | 981,6 (56° с.ш.) | | |
| δg, % | 0,991 | 0,991 | 0,991 |
| Δg, см/с2 | 9,68 | 9,66 | 9,67 |

g1 = 977,05 ± 9,68 см/с2

g2 = 974,38 ± 9,66 см/с2

g3 = 975,44 ± 9,67 см/с2

gср = 975,62 ± 9,67 см/с2

**Вывод**

В ходе лабораторной работы мы определили ускорение свободного падения с точностью 0,91%, для этого определили минимальное необходимое количество колебаний. Также обнаружили, что для ϕ ≤ 15° колебания можно считать малыми.