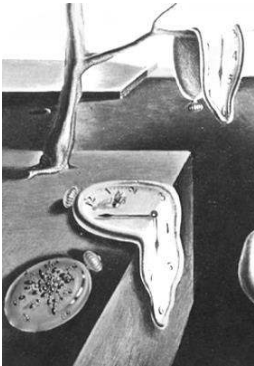


-2 Часы

Условие

Задача 9-2 Часы.



В данной задаче вам предстоит дать кинематическое описание движения стрелок часов и рассмотреть несколько эффектов, связанных с их движением. Будем рассматривать традиционные механические часы, в которых полный оборот разделен на 12 равных частей – часов.

Часть 1. Угломерные шкалы.

Стрелки часов бегают по кругу! Для описания их движения необходимо ввести единицы измерения углов. Вам знакома градусная шкала: один полный оборот равен 360° . Но углы можно измерять в единицах времени! Действительно, циферблат часов проградуирован в часах. Поэтому имеет смысл ввести единицу измерения угла – **1 угловой час** (эту единицу обозначим $^\circ\text{час}$). За 1 временной час часовая стрелка поворачивается на 1 угловой час, поэтому угловая скорость движения часовой стрелки равна $\omega_h = 1 \frac{^\circ\text{час}}{\text{час}}$. Аналогично введем единицу измерения – угловая минута¹ ($^\circ\text{мин}$) – угол, на который поворачивается минутная стрелка за 1 временную минуту.

1.1 Чему равны угловой час $^\circ\text{час}$ и угловая минута $^\circ\text{мин}$ в обычных угловых градусах?

1.2 Выразите угловую минуту $^\circ\text{мин}$ через угловой час $^\circ\text{час}$.

1.3 Чему равна угловая скорость минутной стрелки ω_m в единицах $\frac{^\circ\text{час}}{\text{час}}$?

1.4 Чему равна скорость часовой стрелки ω_h в единицах $\frac{^\circ\text{мин}}{\text{мин}}$?

Часть 2. Исправные часы.

Углы поворота стрелок обозначим: часовой – φ_h , минутной – φ_m . Отметим, что эти углы определяются по циферблату часов, т.е. после полного оборота значения углов «обнуляются». Текущее время будем обозначать традиционно – t . В данной части задачи углы следует измерять в часах $^\circ\text{час}$. При записи законов движения, оцифровке осей используйте точные численные значения угловых скоростей стрелок.

2.1 Запишите законы движения часовой и минутной стрелок – зависимости их углов поворота от времени $\varphi_h(t)$ и $\varphi_m(t)$.

2.2 Постройте графики законов движения $\varphi_h(t)$ и $\varphi_m(t)$ за один оборот часовой стрелки.

2.3 Рассчитайте моменты времени (выразите их в часах и минутах; с точностью до минуты), когда минутная и часовая стрелки совпадают.

Часть 3. Испорченные маятниковые часы.

За один период колебаний стрелки поворачиваются строго на один и тот же угол. В результате измерения температуры длина маятника увеличилась, в результате чего период его колебаний увеличился на $\eta = 1,00\%$.

—

¹ Не путать с традиционной угловой минутой равной одной шестидесятой углового градуса $1' = \frac{1^\circ}{60}$.

3.1 Эти часы будут отставать или спешить? Ответ обоснуйте.

3.2 Какова будет ошибка показаний часов за сутки (в секундах). Определим ошибку как $\delta t = t - \hat{t}$, где t - истинное время, $\hat{t}$ - показания часов.

3.3 Пусть в момент времени $t = 0$ часы показывают точное время. Через какой промежуток времени они опять покажут точное время?