



# APhO

## I-ая Азиатская физическая олимпиада Каравачн, Ищонезия

### Теоретический тур

**25 апрель 2000**

**Отведенная время 5 часов**

Сначала читайте следующие :

1. Используйте только данную ручку.
2. Используйте только отмеченную сторону бумаги.
3. Каждая задача должна быть отмечена на отдельном листе.
4. В своем решении в основном используйте уравнения и цифры, а также короткие поясительные тексты.
5. Напишите наверху каждого ответа следующие :
  - Ваш номер участника (APhO identification number).
  - номер задачи и раздела задач, например 2/a.
  - На каждом листе проставьте номер страницы.
6. На титульном листе укажите общее количество страниц

**данная задача состоит из .... СТР.**

# Задача 1

## Затмение спутника Юпитера

долгое время ученые старались точно измерить скорость распространения света датский астроном О.Рёмер изучал время Затмения спутника планеты Юпитер. Он сумел определить скорость света через набл Юдения периода обращения спутника вокруг планеты Юпитер. На Рис. 1 показана орбита Земли  $E$ , вокруг солнца  $S$  и орбита один из спутников  $M$  вокруг планеты Юпитер (Он наблюдал время между двумя выходами спутника  $M$  из-за тени планеты Юпитера).

Большая Серия долгих наблюдений затемнений дало возможность точно измерить период вращения спутника  $M$ . Наблюдаемый период  $T$  зависит от положения Земли относительно линии  $SJ$ . Средняя время обращения  $T_0 = 42\text{час } 28\text{МиН } 16\text{сек}$  и максимальный период который был наблюден равен  $(T_0 + 15)$  сек.

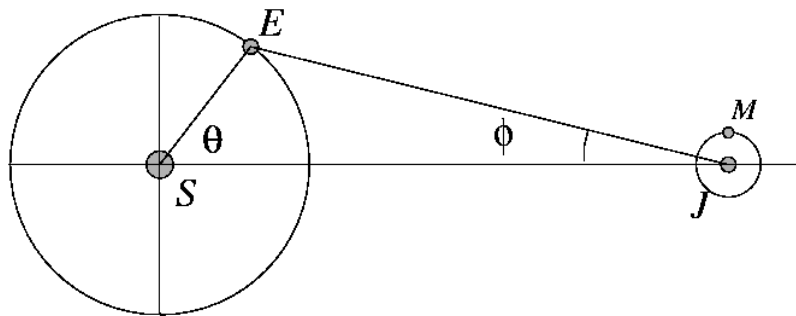


Рис. 1 : Орбита Земли  $E$  вокруг солнца  $S$  и орбита спутника  $M$ , вокруг Юпитера  $J$ . Среднее расстояние от Земли  $E$  до солнца  $R_E = 149.6 \times 10^6$  Его максимальное расстояние  $R_{E,\max} = 1.015$  км. Период обращения Земли 365 дней и Юпитера 11.9 года. Расстояние от спутника  $M$  до планеты Юпитера  $R_M = 422 \times 10^3$  km.

- Используя закон тяготения Ньютона оцените расстояние от Юпитера до солнца предполагая что орбиты Земли и Юпитера круговыми.
- Выберите новую систему отсчета в которой Юпитер находится в состоянии покоя относительно солнца Определите относительно скорость  $\omega$  Земли относительно системы Солнца- Юпитер ( $SJ$ ). Рассчитайте скорость Земли относительно  $SJ$ .
- Предположите, что наблюдатель видит выходящий из тени  $M$  тогда, когда сам наблюдатель находится в позиции с  $\theta_k$  и последующие появления соответственно в позициях с  $\theta_{k+1}$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots$  из этих наблюдений он нашел

период обращений как функцию времени обращений  $t_k$ . Изменение  $T(t_k)$  является функцией расстояния  $d(t_k)$  от Юпитера до наблюдателя. Получите формулу для расстояния от наблюдателя до Юпитера  $d(t_k)$  как функцию времени  $t_k$  в соответствии с рис. 1 и затем используйте приближенное выражение для объяснения как расстояние от наблюдателя влияет на наблюдаемый период обращения  $M$ . Оцените относительную ошибку сделанную вами приближением.

- d. Выведите соотношения между  $d(t_k)$  и  $T(t_k)$ . Постройте график периода  $T(t_k)$  как функцию времени наблюдения  $t_k$ . Определите положение Земли когда измеренный наблюдателем период вращения спутника совпадает с максимальным, минимальным и истинными периодами вращения спутника  $H$ .
- e. Оцените скорость света из полученных выше результатов. Укажите источник ошибок в вычислениях и оцените ее.
- f. Вы знаете, что масса Земли  $5.98 \times 10^{24}$  кг и 1 месяц = 27 дней 7 часов 3 минут. Определите массу планеты Юпитер.

## Задача 2

### Регистрация альфа частицы

Мы постоянно находимся под действием естественной илч искусственной радиации. Увеличивается мощности ости ядерных реакторов, а также каждый год уведиувается чисуло людей делающих искусственные радиоактивные источвики и использующиерадиоизотопы в сельском хозяйстве, лромышлеіпности, биолопш и медицине. Одини з в идо в радио активных материалo в испускающий радиацию является альфа ( $\alpha$ ) частица (дважды ионизированный атом гелия имеющий двух положительных зарядов и четырех нуклонов).

Регистрация альфа частицы основано его способности ионизировать газы или других в ещества ііри ее про хо ждений. для  $\alpha$  частицы в воздухе при нормальном(атмосферном) давлении имеет место следуіющий завиіеимось пробега до полнойостановки частид  $R_\alpha$  и ее знергии  $E$ .

$$R_\alpha = 0.318 E^{3/2} \quad (1)$$

где  $R_\alpha$  измеряется в *см*, а  $E$  в *MeV*.

Для наблюдения  $\alpha$  радиаций могут быть использованы ионизационная камера который является газонаполненным Детектором работающий на принципе диссоцация атомрв газа на положительные и отрицательные ионы при ио низации атомрв газа  $\alpha$  частицами Группызарядов создает импульсы которые могут быть регистрировакы, усилекаы и измерены. Разница напряжеай между катодом ианодом достаточно высокая, что позволяет пренебречь рекомбинацией зарядов прк. Движении к аяоду.

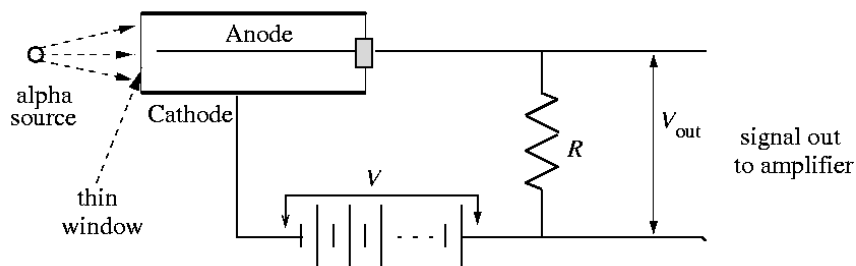


Рис 2 : Ионизационная камера с цилиндрической геометрией

- a. Ионизационная камера есть электрометрическая система с емкостью 45 пикофарада и используется для регистрации  $\alpha$  частицы имеющий длину пробега  $R_\alpha$  5.50 см. Допуская что энергия требуемая для рождения ионной пары (состоящей из легкого отрицательного электрона и тяжелого положительного иона несущих по заряду  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  К) в воздухе составляет 35 эв Какой будет величина напряжении создаваемой каждой альфа частицей?
- b. импульс напряжения падающей на резисторе R такой как было сказано выше. Наименьшее значение регистрируемого тока насыщения (значение тока является более менее постоянным в предположении что собираемый заряд такой же степени что производится падающими альфа частицами) равно  $10^{-12}$  Ампер. Вычислите наименьшую активность A (степень развала эмиттера альфа источника) альфа источника которые может быть зарегистрировано этим инструментом если длина пробега равна 5.50 см и предположении 10 процентной эффективности детектора.
- c. Вышеуказанная ионизационная камера используется для счета импульсов с константой времени  $\tau = 10^{-3}$  с. Вычислите сопротивление а также необходимый степен усиления напряжения импульса требуемого 0.25 вольт сигнала.
- д. Ионизационная камера имеет цилиндрическую форму как показано на Рис.2. Цилиндрический металлический анод и тонкий металлический катод диаметрами  $d$  и  $D$ , соответственно. Выведите выражения для напряженности электрического поля  $E(r)$  в зависимости от радиуса  $r$  ( $d/2 < r < D/2$ ), в предположении что заряд в единицу длины проволоки составляет  $\lambda$ . Найдите сопротивление приходящей на единицу длины трубки  $\lambda$ . Пробойное значение напряженности в воздухе  $E_b$  составляет  $3 \text{ МВм}^{-1}$  на метр. Если  $d=1$  мм и  $D = 1$  см вычислите разность потенциалов между анодом и катодом в случае пробоя (Данные  $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$  ;  $1 \text{ пикофарада} = 10^{-12} \text{ фарада}$ ;  $1 \text{ Кюри} = 3.7 \times 10^{10} \text{ распад/сек}$ )

## Задача 3

### эффект Стеварте-Толмана

в 1917, году Стюарт и Толман открыл эффект протекания тока в витках проволки намотанной на вращающемся с угловым ускорением цилиндре аксиальной симметрии. Рассмотрите большое число витков радиус каждого витка  $r$  и сопротивление  $R$ . Витки намотаны однородным слоем на очень длинный стеклянный цилиндр внутри которого вакуум. Число витков на единицу длины составляет  $n$ . Плоскость витков перпендикулярна оси. В некоторый момент цилиндр начинает вращаться с угловым ускорением  $\alpha$ .

Найдите величину магнитного поля в центре цилиндра. Предполагается что заряд и масса электрона известны