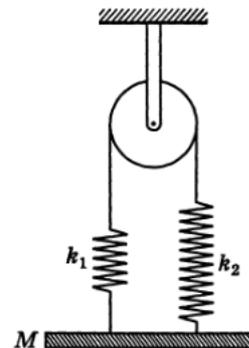


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 1994/95 год

ЗАДАЧА 1. Определите период колебаний однородного бруска, подвешенного на двух пружинах, жёсткости которых равны k_1 и k_2 соответственно ($k_1 > k_2$). Пружины связаны нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (рис.). Масса бруска равна M . При колебаниях брусок все время остаётся горизонтальным.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k_1 + k_2}}$$



ЗАДАЧА 2. Заголовок газетной статьи: *Со скоростью 130 тысяч километров в час прочь от Земли* (Борис Лысенко, «Известия», 21 февраля 1995).

«Два ветерана американской космонавтики снова и снова удивляют своими неожиданными резервами энергии во время полёта из Солнечной системы в карусель Млечного пути.

В 1972 и 1973 годах с Земли к центру Млечного пути отправились два американских зонда — «Пионер-10» и «Пионер-11». Зонды летят по орбите, двигаясь по которой смогут вернуться на Землю лишь через 250 миллионов лет.

За прошедшие двадцать с лишним лет оба «Пионера» благополучно прошли астероидный пояс и со скоростью 130 тысяч километров в час удаляются от Солнечной системы и находятся на расстоянии десяти миллиардов километров. Из-за огромного расстояния сигналы от спутников поступают на Землю с опозданием на 12 часов.

Космические корабли будут функционировать до тех пор, пока не иссякнут термоэлектрические генераторы, вырабатывающие энергию. В целях экономии на борту кораблей в рабочем состоянии находятся лишь жизненно важные приборы.

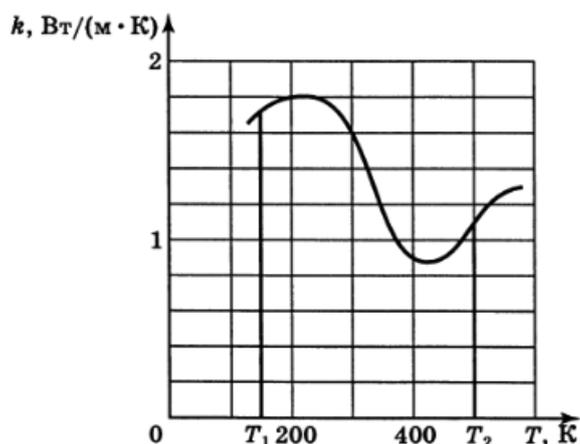
Зонды измеряют «солнечный ветер», выясняют влияние гравитации на систему внешних планет, а также ищут доказательство наличия так называемых гравитационных волн, которые со скоростью света распространяют поле тяготения небесных тел.

На случай встречи в бесконечных пространствах Вселенной с инопланетянами ученые из НАСА на борту «Пионера» прикрепили таблицу, на которой изображены мужчина и женщина, а также наша Солнечная система».

Используя данные из второго абзаца приведённой заметки, оцените, на какое максимальное расстояние от Солнца могут удалиться эти космические аппараты в течение ближайшего миллиарда лет. Как изменится ответ, если использовать данные не второго, а третьего абзаца? Влиянием космических объектов вне Солнечной системы можно пренебречь. В стиле газетной публикации добавим, что свет от Солнца до Земли идёт около 8 мин.

$$L \approx 1,2 \cdot 10^{14} \text{ км (второй абзац); } L \approx 1,1 \cdot 10^{18} \text{ км (третий абзац)}$$

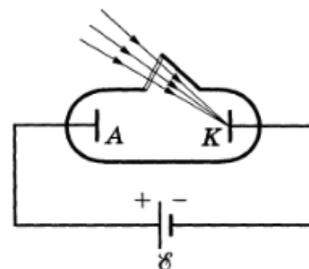
ЗАДАЧА 3. Предположим, что создан материал с необычной зависимостью коэффициента теплопроводности k от температуры (рис.). Пластину из такого материала поместили между двумя стенками вплотную к ним. Температуры стенок поддерживаются неизменными: $T_1 = 160$ К и $T_2 = 500$ К соответственно. Какой тепловой поток установится между стенками, если толщина пластины $d = 1$ см, а её площадь $S = 100$ см²? Укажите способ, с помощью которого можно найти распределение температуры внутри пластины. Найдите температуру в среднем продольном сечении пластины ($x = d/2$).



Указание. Тепловой поток P сквозь тонкий слой вещества, площадь которого S , а толщина Δx , равный количеству теплоты, проходящему сквозь этот слой в единицу времени, прямо пропорционален разности значений температуры его поверхностей ΔT и обратно пропорционален его толщине: $P = -kS \frac{\Delta T}{\Delta x}$, где k — коэффициент теплопроводности вещества.

$$|P| = 450 \pm 20 \text{ Вт}; T = 290 \pm 10 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 4. Излучение аргонного лазера сфокусировано на плоском фотокатод вакуумного фотоэлемента (рис.). Между плоским анодом A , расположенным параллельно фотокатоду, и фотокатодом K подключают источник тока с постоянной ЭДС \mathcal{E} . При ускоряющей разности потенциалов между анодом и фотокатодом диаметр пятна фотоэлектронов на аноде в два раза превышает диаметр пятна фотоэлектронов на аноде при смене полярности напряжения, т. е. при тормозящей разности потенциалов между анодом и фотокатодом. Работа выхода материала фотокатода $A = 2$ эВ. Длина волны излучения лазера $\lambda = 500$ нм. Определите ЭДС источника.



$$\mathcal{E} \approx \left(A - \frac{hc}{\lambda e} \right) \frac{2}{3} = 0,36 \text{ В}$$

ЗАДАЧА 5. В архиве Снеллиуса нашли чертёж оптической схемы. Чернила от времени выцвели, и на чертеже остались видны только три точки: фокус f , точечный источник света S и его изображение S' . Измерения показали, что расстояние между фокусом f и источником света равно 1 дюйму, между источником света S и его изображением равно 27 дюймам, и между фокусом f и изображением источника света равно $\sqrt{730}$ дюймам. Из пояснений к чертежу следовало, что линза была положительная и находилась в воздухе. Чему равно фокусное расстояние этой линзы?

$$\sqrt{17} \text{ дюймов}$$