

1. Массивная планета имеет два спутника с одинаковыми массами  $7,4 \cdot 10^{22}$  кг. Спутники в любой момент располагаются симметрично относительно планеты на одинаковых расстояниях от неё, равных 400 тыс. км, при этом их период обращения относительно планеты равен 30 сут. Каким был бы период обращения, если бы спутников было три, такой же массы и расположенных симметрично на том же расстоянии от планеты? Значение гравитационной постоянной  $6,67 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>·кг<sup>-2</sup>. Считайте, что угловая скорость вращения спутников вокруг планеты и расстояние между планетой и спутниками с течением времени не меняются.

2. Юбилейным датам нобелевских лауреатов по физике Л. Д. Ландау и П. Л. Капицы посвящается.

Однажды на семинаре выдающегося Теоретика выступил знаменитый Экспериментатор с докладом о проделанных им опытах.

Э.: Установка состоит из цилиндра, в который помещены лёгкая пружинка и два одинаковых тонких диска. Один конец пружинки прикреплен к дну цилиндра, второй – к одному из дисков. Диаметры дисков равны внутреннему диаметру цилиндра, и они могут без трения двигаться вдоль его оси.

Т.: (негромко): Так, так...

Э.: Первоначально цилиндр расположен горизонтально и пружинка нерастянута. Цилиндр аккуратно переводят в вертикальное положение (см. рис.) и измеряют расстояние  $\Delta$ , на которое сместилось положение равновесия дисков. Назовем установившееся теперь положение равновесия "новым". Затем медленно поднимают верхний диск на некоторую высоту  $h$  над новым положением равновесия, отпускают его и наблюдают за движением и столкновениями дисков.

Т.: Ага! (Начинает что-то писать)

Э.: При определённом значении высоты  $h$  первое и второе столкновения дисков происходит при нулевой скорости нижнего диска. Отношение  $h/\Delta$  оказалось равно...

Т. (протягивает листок с записями): Я знаю, чему оно равно.

Э.: Но Вы же ещё не знаете всех данных!..

Т. (с оттенком превосходства в голосе): Все необходимые данные Вы уже сообщили... А уж, например, о том, что средняя скорость нижнего диска на таком отрезке колебательного движения в  $\pi/2$  раз меньше начальной, мне было известно, ещё когда я только окончил школу.

Найдите указанное отношение.

Примечание: Поскольку Э. – «Экспериментатор с большой буквы», он сумел обеспечить практически идеальные условия опыта: диски *очень* тонкие, пружинка *очень* лёгкая и подчиняется закону Гука, удары дисков абсолютно упругие, сопротивление движению отсутствует и т.п. Установка находится в вакууме.

3. Однажды космонавты обнаружили, что за сутки температура внутри корабля повысилась с  $10^\circ\text{C}$  до  $15^\circ\text{C}$ , а давление – с 755 мм. рт. ст. до 760 мм. рт. ст. Полагая, что внутренний объём корабля равен  $100 \text{ м}^3$ , оцените, какую массу воздуха потерял корабль за сутки. Молярная масса воздуха  $29 \text{ г/моль}$ , плотность ртути  $13600 \text{ кг/м}^3$ .

4. Экспериментатор Глюк, узнав о планируемом отказе от использования эталона килограмма как эталона единицы массы, предлагает использовать его как эталон единицы электрического заряда и зарядить для этой цели зарядом в +1 Кл. Для проведения пробного эксперимента Глюк обзавёлся электрофорной машиной, позволяющей создать напряжение в 100 кВ. Оцените, как изменится в результате эксперимента Глюка масса эталона килограмма. Плотность платино-иридиевого сплава, из которого изготовлен эталон,  $2,15 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ , удельный заряд электрона  $-1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ , электрическая постоянная  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ . Эталон представлял собой цилиндр с диаметром основания, равным его высоте, однако для чистоты эксперимента Глюк обработал его таким образом, что его форма стала шарообразной, масса же при этом не изменилась.

5. Две идеальные тонкие собирающие линзы  $ТТ'$  и  $ТТ''$  расположены таким образом, что образуемый ими угол  $Т'ТТ''$  прямой (см. рис.). Прямая АВ является биссектрисой угла  $Т'ТТ''$ . Диаметр каждой линзы  $D$ , фокусное расстояние  $D/8$ , точка А находится на расстоянии  $3D$  от точки Т, точка В – на расстоянии  $D/3$ . Точечный источник света S перемещают по прямой из точки А в точку В. Постройте график зависимости количества формирующихся в системе действительных изображений от расстояния ST. Оптические центры линз расположены симметрично относительно их концов.

