

Рис. 1

Задача 1. Теория относительности

Две частицы начали движение из одной точки во взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 1). Первая — с начальной скоростью $3v$, и постоянным ускорением $3a$, сонаправленным с начальной скоростью, другая — со скоростью $4v$ и постоянным ускорением $4a$, направленным противоположно начальной скорости.

Численно $a = 0,538 \text{ м/с}^2$, $v = 10 \text{ м/с}$.

Каким будет расстояние L между частицами в момент, когда их относительная скорость по модулю опять станет равна начальной относительной скорости? Чему будет равна минимальная относительная скорость $v_{\text{отн}}$ частиц?

Задача 2. Дело — труба!

В теплоизолированном цилиндре на расстоянии $L_1 = 80 \text{ см}$ друг от друга находятся два легкоподвижных теплопроводящих поршня. Пространство между ними заполнено водой, а снаружи на поршни действует атмосферное давление (рис. 2).

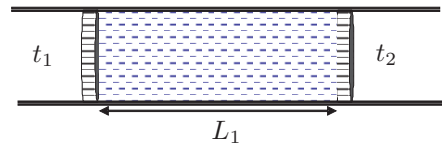


Рис. 2

Слева от левого поршня включили холодильник, который поддерживает постоянную температуру $t_1 = -40^\circ\text{C}$, а справа от правого — нагреватель, поддерживающий постоянную температуру $t_2 = 16^\circ\text{C}$. Через некоторое время система пришла в стационарное состояние и расстояние между поршнями стало L_2 .

После этого поршни снаружи теплоизолировали и дождалась установления теплового равновесия в цилиндре. Расстояние между поршнями стало L_3 . Найдите расстояния L_2 и L_3 . Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$, коэффициент теплопроводности льда в 4 раза больше коэффициента теплопроводности воды.

Указание. Считайте, что мощность теплового потока P вдоль цилиндра, между торцами которого поддерживается постоянная разность температур Δt , равна:

$$P = \frac{kS\Delta t}{L},$$

где k — коэффициент теплопроводности среды, S — площадь торца цилиндра, L — длина цилиндра.

Задача 3. Бусинка на кольце

Тонкое проволочное кольцо массы M стоит на горизонтальной плоскости (рис. 3). По кольцу могут скользить без трения две одинаковые бусинки массой m каждая. В начальный момент времени бусинки находятся вблизи верхней точки кольца. Их одновременно отпускают, и они начинают двигаться симметрично. При каком отношении масс $n = m/M$ кольцо оторвётся от плоскости?

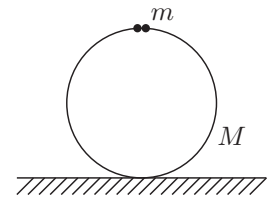


Рис. 3

Задача 4. Лёд в лучах лазера

Для изучения свойств льда, в лаборатории собрали установку из блоков и нитей на штативе, к которым прикрепили четыре льдинки разной массы, поместив их в цилиндрический стакан с водой. Система пришла в равновесие, когда тяжёлые льдинки частично погрузились в воду, а самая лёгкая массой m осталась висеть в воздухе (рис. 4).

По ходу эксперимента, на льдинку, висящую в воздухе, направили луч лазера, и она стала плавиться. Талая вода при этом стекала в стакан.

После сообщения льдинке количества теплоты $Q = 825 \text{ Дж}$ уровень воды в стакане изменился на $\Delta h_1 = 1 \text{ см}$. После полного плавления висящей льдинки, изменение уровня по сравнению с первоначальным составило $\Delta h_2 = 3 \text{ см}$.

1. Увеличивается или уменьшается уровень воды в стакане?
2. Определите, чему равна площадь дна стакана.
3. В каком диапазоне изменялась сила натяжения нити, удерживающей льдинку массой $6m$?

Считайте, что вплоть до полного плавления висящая льдинка m оставалась на нити, не касаясь воды. Блоки и нити невесомы. Температура льда и воды в начале и во время эксперимента равнялась комнатной $t_{\text{к}} = 0^\circ\text{C}$. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

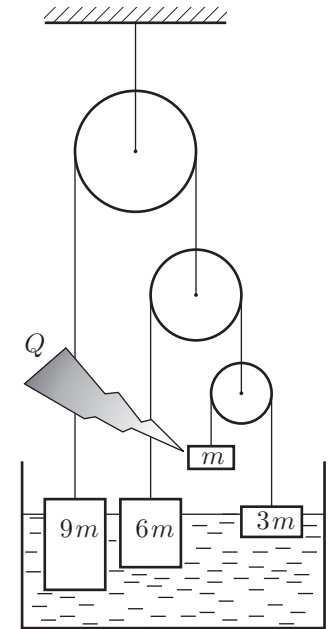


Рис. 4

Задача 5. Реостатика

Экспериментатор Глюк проводит опыты с электрической цепью, схема которой изображена на рисунке 5. Цепь состоит из источника неизвестного напряжения U_0 , резистора $R_3 = 1 \text{ МОм}$, резисторов R_1 и R_2 с неизвестными сопротивлениями, двух идеальных амперметров и реостата 1–2 — проводника постоянного сечения, к которому подсоединён ползунок 3. Длина реостата составляет $L = 1 \text{ м}$, а его сопротивление $r = 1 \text{ кОм}$. Меняя положение ползунка реостата, Глюк построил график зависимости силы тока I_A через амперметр A_1 от длины x участка 1–3 реостата (рис. 6).

1. Найдите отношение сопротивлений $R_1 : R_2$.
2. Изобразите график приближённой зависимости силы тока I_0 через амперметр A_2 от длины x участка 1–3 реостата?
3. Найдите сопротивления резисторов R_1 , R_2 и напряжение источника U_0 .

Примечание. Все значения можно вычислять с погрешностью не более 0,1%.

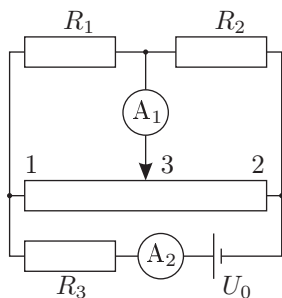


Рис. 5

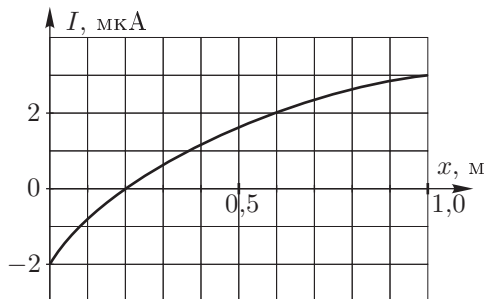


Рис. 6