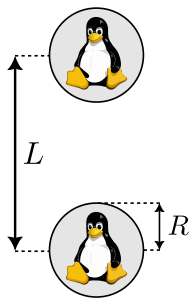
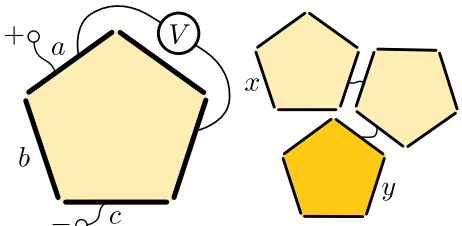


[Евгений] думал, <...> что едва ли
С Невы мостов уже не сняли
И что с Парашей будет он
Дни на два, на три разлучен.

А. С. Пушкин, «Медный всадник»

1	Прошло ровно 200 лет с момента наводнения: через Большую Неву построены мосты, но Евгений и Прасковья до сих пор предпочитают лодки. Прасковья, гуляя по Васильевскому острову, подошла к Дворцовому мосту и села в лодку. В тот же момент на 2-м Адмиралтейском острове к Благовещенскому мосту подошёл Евгений и тоже сел в лодку (см. рисунок). Сначала герои направляют носы лодок перпендикулярно берегу, а на середине реки поворачивают: Прасковья в сторону Благовещенского моста, а Евгений — в сторону Дворцового. Спустя $t_0 = 3 \text{ мин } 15 \text{ с}$ после поворота лодки Евгений увидел приближающуюся Прасковью и бросил коробку конфет под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту (в своей системе отсчета) с такой скоростью, что конфеты упали прямо в лодку к Прасковье. Большая Нева течет от Дворцового моста к Благовещенскому. Расстояние между мостами $L = 1200 \text{ м}$. Считайте, что Большая Нева прямая, её ширина везде одинакова и равна $d = 336 \text{ м}$, скорость её течения постоянна и равна $u = 1,0 \text{ м/с}$, лодки героев движутся с одинаковой постоянной относительно воды скоростью $v > u$. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. 1. При какой наименьшей скорости лодок v герои встретятся до того, как Прасковья достигнет Благовещенского моста? 2. Пусть $v = 3,0 \text{ м/с}$. Какой максимальной высоты достигла коробка конфет в процессе полета?
2	Двое одинаковых пингвинят в форме шайб радиусом $R = 0,1 \text{ м}$ любят играть на льду. Изначально они расположены, как показано на рисунке (вид сверху). Начальное расстояние между центрами шайб $L = 1 \text{ м}$. Первый (верхний на рисунке) пингвинёнок начинает скользить в сторону второго. Прямо перед столкновением скорость первого пингвинёнка равна $v = 5 \text{ м/с}$. После абсолютно упругого (возможно, нецентрального) соударения они выставляют лапки, чтобы начать торможение. В результате этого коэффициент трения становится равным $\mu = 0,1$. Пингвинятам страшно удаляться друг от друга очень далеко, поэтому первый налетает на второго так, чтобы конечное расстояние между их центрами оказалось минимальным. Чему оно равно? Считайте шайбы гладкими и однородными. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 
3	Правильный пятиугольник вырезан из листа проводящего материала (см. левый рисунок). К рёбрам припаяны тонкие проволоочки пренебрежимо малого сопротивления; проволоочки не касаются друг друга. Эквивалентное сопротивление между рёбрами a и c равно R. При подключении источника напряжения U_0 к рёбрам a и c идеальный вольтметр показывает напряжение U_1. Чему равно эквивалентное сопротивление между рёбрами a и b? На правом рисунке изображена схема из трёх похожих пластин, имеющих в два раза меньшую площадь. Верхние две вырезаны из того же листа, а третья — из листа в два раза большей толщины. Две пары рёбер соединили проводами, как показано на рисунке. Определите эквивалентное сопротивление между рёбрами x и y. Сопротивлением проводов пренебречь. 

Два одинаковых плоских зеркала AB и BC составляют прямой угол, причём $|AB| = |BC|$ и $|AC| = a$. Пространство между ними заполнено поглощающей средой, граница которой проходит вдоль отрезка AC (см. рисунок). Среда обладает необычным свойством: интенсивность распространяющегося в ней света I уменьшается на одну и ту же величину за каждый метр пути, то есть

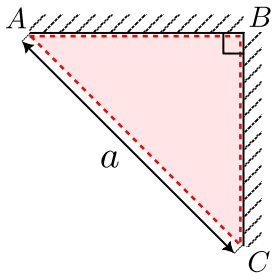
$$I = I_0 - \beta l/a,$$

где I_0 — начальная интенсивность, β — постоянный коэффициент, l — пройденный светом путь, $a = |AC|$. Кроме того, зеркала мутные и при отражении света от них интенсивность уменьшается в 2 раза (при этом закон отражения выполняется).

Широкий пучок света падает по нормали к AC . Какую долю η составляет энергия, переносимая через AC в единицу времени лучами, покидающими систему, по сравнению с энергией, переносимой через AC падающим светом?

Примечание. Интенсивность есть энергия, переносимая в единицу времени через единицу площади поперечного сечения пучка,

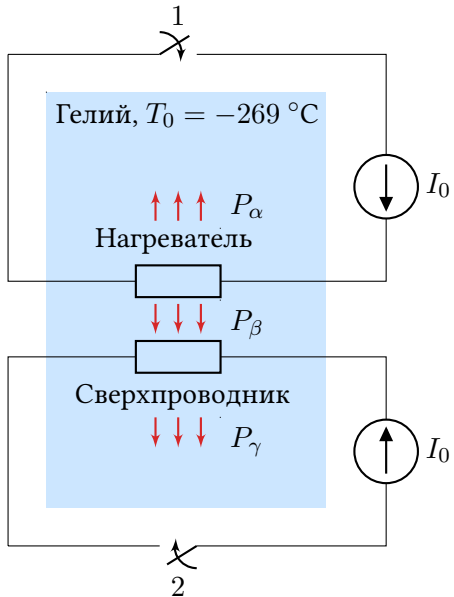
$$[I] = \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}.$$



Петя и Лёня пришли на экскурсию в институт низкотемпературных исследований. Там они нашли установку, схема которой приведена на рисунке. Внутри замкнутого объёма, заполненного газообразным гелием при температуре $T_0 = -269^\circ\text{C}$, были расположены два проводника: нагреватель и сверхпроводник. Зависимости их сопротивлений от температуры представлены на отдельном листе.

Петя подключил нагреватель к источнику постоянного тока силой $I_0 = 500$ мкА и попросил Лёню предсказать, какой температуры достигнет сверхпроводник спустя длительное время. Пока Лёня думал, Петя подключил к сверхпроводнику такой же источник постоянного тока $I_0 = 500$ мкА. Подождав длительное время, Петя вновь попросил Лёню предсказать температуру сверхпроводника.

Помогите Лёне ответить на Петины вопросы, если начальная температура нагревателя и сверхпроводника равна T_0 . Температура гелия поддерживается постоянной в ходе всего эксперимента, а электрического контакта между нагревателем и сверхпроводником нет. Считайте, что теплообмен между телами в установке осуществляется посредством теплопроводности, мощность которой пропорциональна разности температур между рассматриваемыми телами (см. таблицу).



Взаимодействующие тела	Выражение для мощности	Коэффициент теплопроводности
нагреватель — гелий	$P_\alpha = \alpha(T - T_0)$	$\alpha = 140 \text{ мкВт}/^\circ\text{C}$
нагреватель — сверхпроводник	$P_\beta = \beta(T - T_{\text{СП}})$	$\beta = 800 \text{ мкВт}/^\circ\text{C}$
сверхпроводник — гелий	$P_\gamma = \gamma(T_{\text{СП}} - T_0)$	$\gamma = 200 \text{ мкВт}/^\circ\text{C}$

Примечание. Источник постоянного тока пропускает через подключенную к нему нагрузку ток, величина которого постоянна и не зависит от параметров нагрузки.

Оставьте условие себе!

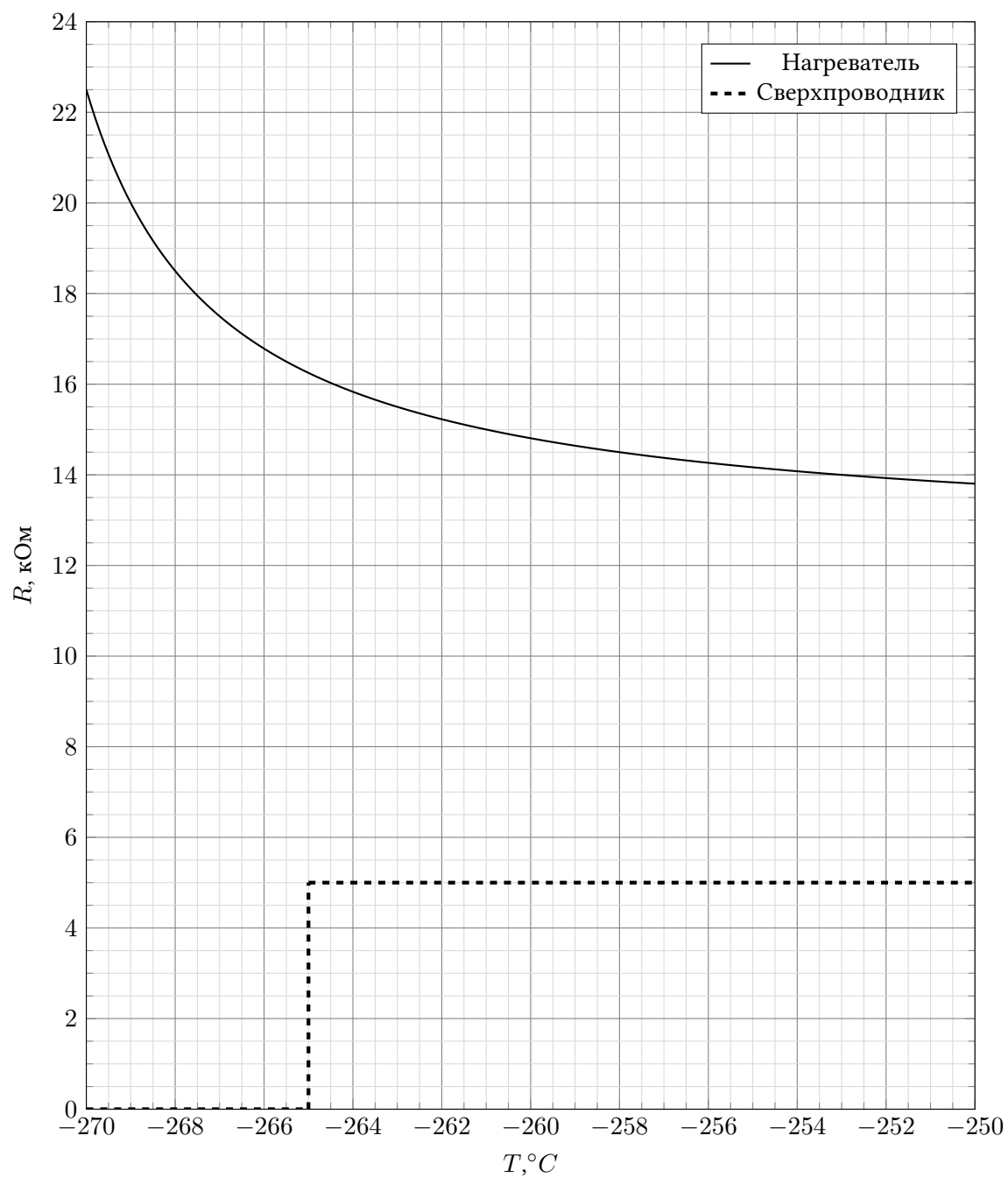


Рисунок. График к задаче 5.

Сдайте этот лист вместе с работой!