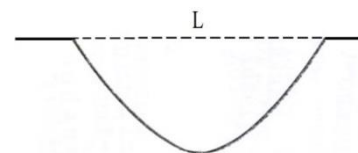


## Олимпиада по физике СПбПУ, 2024 г.

1. Профиль оврага шириной  $L = 12$  м имеет вид равнобочной гиперболы (см. рис.). Лыжник, съезжая вниз с края оврага, испытывает трехкратную максимальную перегрузку  $n = 3g$ .



Определить глубину оврага. Силами трения пренебречь.

Каноническое уравнение равнобочной гиперболы в декартовых координатах имеет вид:  $y^2 - x^2 = b^2$ , где  $b$  – координата вершины гиперболы.

2. Комета Галлея имеет период обращения вокруг солнца равный 76,1 года. Минимальное расстояние, на которое она приближается к Солнцу, составляет 0,587 а.е. (1 а.е. =  $1,5 \cdot 10^8$  км). а) определите расстояние от Солнца до афелия, б) оцените максимальную и минимальную скорость кометы, в) оцените время, затраченное на прохождение дальней и ближней половин своей орбиты относительно Солнца.

3. Некоторое количество газообразного гелия непрерывно нагревают так, что его молярная теплоемкость растет прямо пропорционально температуре. Температура, при которой в этом процессе объем газа был минимален, равна  $T_1$ , а температура, при нагревании до которой совершенная газом работа (от начала процесса нагревания) равна нулю, равна  $4/3 T_1$ . Определить начальную температуру газа.

4. Каким должно быть расстояние  $l$  между осями проводов двухпроводной линии электропередач длиной  $L = 15$  км, чтобы ток, утекающий через их взаимную емкость, был не более  $I = 1$  А? Напряжение линии  $U = 55$  кВ, частота сети  $f = 50$  Гц, диаметр проводов  $d = 10$  мм.

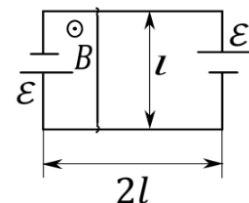
5. Монокристаллический металлический образец выполнен в форме параллелепипеда так, что два его ребра равны и больше третьего. Направление одного из больших ребер совпадает с направлением главной оси кристалла. Пропуская электрический ток вдоль указанного ребра, разница между значениями холловского сопротивления, измеренными прецизионно вдоль двух оставшихся ребер в перпендикулярном магнитном поле величиной 20 Тл, оказалось равной 47,7 мкОм. Пропуская ток вдоль

**Удельное сопротивление для  
анизотропных металлических кристаллов**

Металл	$t, ^\circ\text{C}$	Кристаллическая структура	$\rho_{\parallel}, 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$	$\rho_{\perp}, 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$	$\rho_{\perp} / \rho_{\parallel}$
Кадмий	0	»	7,73	6,35	0,87
Магний	0	»	3,58	4,22	1,21
Мышьяк	0	»	26	23,8	0,92
Олово	0	Тетр.	9,09	13,08	1,46
Ртуть	-45,5	Ромб.	17,8	23,5	1,32
Сурьма	0	»	26,3	36,0	1,37
Цинк	0	Гекс.	5,59	5,39	0,96

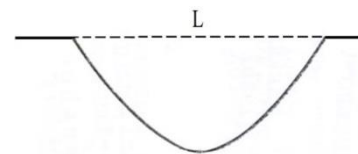
второго из больших ребер, разность в электропроводностях, измеренных в первом и втором случаях, оказалась равной 6,64 См. После пропускания электрического тока вдоль последнего из ребер выяснилось, что отношение значений электрических проводимостей для двух последних измерений в точности равно 4. Используя данные, представленные в таблице, определить материал образца, его размеры и соответствующие величины подвижностей электронов. Собственная концентрация носителей в металле равна  $13,1 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ . Все измерения проводились при температуре  $0 ^\circ\text{C}$ .

6. В вертикальном однородном магнитном поле находится система, изображенная на рисунке. Пренебрегая затуханием, внутренним сопротивлением источников, сопротивлением контактов, а также индуктивностью цепи и индукционными токами, определите период малых колебаний проводника-перемычки длины  $l$ , массы  $m$ , сопротивлением  $R$ . Указанные на рисунке величины известны. Омическое сопротивление единицы длины каждого («горизонтального») рельса равно  $\rho$ .



## Олимпиада по физике СПбПУ, 2024 г.

1. Профиль оврага шириной  $L = 12$  м имеет вид равнобочной гиперболы (см. рис.). Лыжник, съезжая вниз с края оврага, испытывает трехкратную максимальную перегрузку  $n = 3g$ .



Определить глубину оврага. Силами трения пренебречь.

Каноническое уравнение равнобочной гиперболы в декартовых координатах имеет вид:

$y^2 - x^2 = b^2$ , где  $b$  – координата вершины гиперболы.

2. Комета Галлея имеет период обращения вокруг солнца равный 76,1 года. Минимальное расстояние, на которое она приближается к Солнцу, составляет 0,587 а.е. (1 а.е. =  $1,5 \cdot 10^8$  км). а) определите расстояние от Солнца до афелия, б) оцените максимальную и минимальную скорость кометы, в) оцените время, затраченное на прохождение дальней и ближней половин своей орбиты относительно Солнца.

3. Некоторое количество газообразного гелия непрерывно нагревают так, что его молярная теплоемкость растет прямо пропорционально температуре. Температура, при которой в этом процессе объем газа был минимален, равна  $T_1$ , а температура, при нагревании до которой совершенная газом работа (от начала процесса нагревания) равна нулю, равна  $4/3 T_1$ . Определить начальную температуру газа.

4. Каким должно быть расстояние  $l$  между осями проводов двухпроводной линии электропередач длиной  $L = 15$  км, чтобы ток, утекающий через их взаимную емкость, был не более  $I = 1$  А? Напряжение линии  $U = 55$  кВ, частота сети  $f = 50$  Гц, диаметр проводов  $d = 10$  мм.

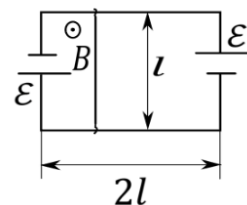
5. Монокристаллический металлический образец выполнен в форме параллелепипеда так, что два его ребра равны и больше третьего. Направление одного из больших ребер совпадает с направлением главной оси кристалла. Пропуская электрический ток вдоль указанного ребра, разница между значениями холловского сопротивления, измеренными прецизионно вдоль двух оставшихся ребер в перпендикулярном магнитном поле величиной 20 Тл, оказалось равной 47,7 мкОм. Пропуская ток вдоль

**Удельное сопротивление для  
анизотропных металлических кристаллов**

Металл	$t, ^\circ\text{C}$	Кристаллическая структура	$\rho_{\parallel}, 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$	$\rho_{\perp}, 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$	$\rho_{\perp} / \rho_{\parallel}$
Кадмий	0	»	7,73	6,35	0,87
Магний	0	»	3,58	4,22	1,21
Мышьяк	0	»	26	23,8	0,92
Олово	0	Тетр.	9,09	13,08	1,46
Ртуть	-45,5	Ромб.	17,8	23,5	1,32
Сурьма	0	»	26,3	36,0	1,37
Цинк	0	Гекс.	5,59	5,39	0,96

второго из больших ребер, разность в электропроводностях, измеренных в первом и втором случаях, оказалась равной 6,64 См. После пропускания электрического тока вдоль последнего из ребер выяснилось, что отношение значений электрических проводимостей для двух последних измерений в точности равно 4. Используя данные, представленные в таблице, определить материал образца, его размеры и соответствующие величины подвижностей электронов. Собственная концентрация носителей в металле равна  $13,1 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ . Все измерения проводились при температуре  $0 ^\circ\text{C}$ .

6. В вертикальном однородном магнитном поле находится система, изображенная на рисунке. Пренебрегая затуханием, внутренним сопротивлением источников, сопротивлением контактов, а также индуктивностью цепи и индукционными токами, определите период малых колебаний проводника-перемычки длины  $l$ , массы  $m$ , сопротивлением  $R$ . Указанные на рисунке величины известны.



Омическое сопротивление единицы длины каждого («горизонтального») рельса равно  $\rho$ .