

ВсОШ, 2023/24, региональный этап, 9 класс, теоретический тур

Всероссийская олимпиада школьников по физике **Условия и ответы**

Задача 1 Лифт

Лифт начинает движение из состояния покоя и останавливается на два этажа выше через время $t_2 = 5,0$ с, а на четыре этажа выше — через $t_4 = 8,0$ с. Лифт, не останавливаясь между этажами, преодолевает необходимую дистанцию за минимально возможное время, при этом модули его скорости и ускорения не превышают некоторых неизвестных значений v_0 и a_0 , соответственно. Высота всех этажей одинакова, временем открытия и закрытия дверей можете пренебречь. Используя без доказательства тот факт, что при подъёме на два этажа вверх лифт достигает предельного значения скорости v_0 , найдите:

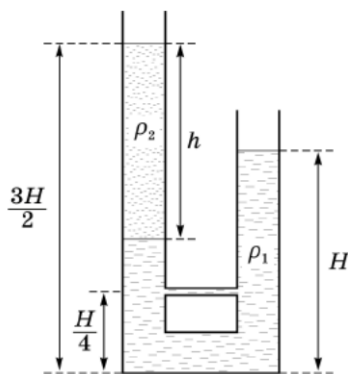
1. за какое время t_3 лифт поднимется на три этажа?
2. за какое время t_1 лифт поднимется на один этаж?

Ответ

$$1) t_3 = \frac{t_2 + t_4}{2} = 6,5 \text{ с}; \quad 2) t_1 = \sqrt{2(t_4 - t_2)(2t_2 - t_4)} = 2\sqrt{3} \approx 3,5 \text{ с}.$$

Задача 2 Сообщающиеся сосуды

Два сообщающихся сосуда с одинаковой площадью сечения S соединены дополнительной тонкой трубкой на высоте $\frac{H}{4}$ от их дна. В сосуды налили жидкость с плотностью ρ_1 . После этого в левый сосуд добавили жидкость с плотностью $\rho_2 < \rho_1$, высота столба которой оказалась равной h (см. рисунок). Высота столба жидкости в правом сосуде равна H , а суммарная высота столба жидкости в левом сосуде равна $\frac{3H}{2}$. Жидкости не смешиваются.



1. Чему равна плотность ρ_2 , если плотность ρ_1 известна?

В левом сосуде на жидкость положили массивный поршень. Поршень скользит без трения, а жидкость между поршнем и стенками сосуда не подтекает.

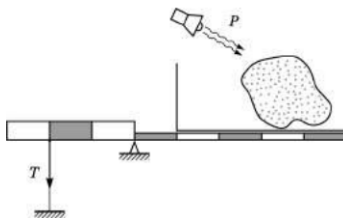
2. Определите, при какой массе m поршня верхние границы жидкостей в левом и правом сосуде в положении равновесия будут расположены на одном уровне.

Ответ

$$1) \rho_2 = \rho_1 \left(1 - \frac{H}{2h}\right); \quad 2) \text{ при } h < H: m = \rho_1 \frac{H}{2} S; \text{ при } \frac{5H}{4} > h > H: m = \rho_1 \frac{H(2H - h)}{2h} S.$$

Задача 3 Эквилибр

На неоднородном рычаге, установленном на опору, стоит вертикальный сосуд прямоугольного сечения. Слева рычаг привязан тонкой невесомой нитью к жесткому основанию. При этом нить не натянута, рычаг горизонтален.



В сосуд кладут кусок льда, после чего нагревают его содержимое с постоянной мощностью (тепловыми потерями, а также теплоёмкостью сосуда можно пренебречь). Одновременно с этим строят график зависимости силы натяжения нити от времени (начало графика совпадает с моментом начала нагрева). График приведён на рисунке. Один из участков графика утерян по неосторожности экспериментатора (на него пролилась тушь).



Определите, что произошло в конце утерянного участка графика (момент перелома). А также найдите:

1. массу m куса льда;
2. мощность P , с которой нагревали содержимое сосуда;
3. начальную температуру t_0 льда.

Отметки на рычаге делят его на 8 равных по длине частей. Боковая грань сосуда параллельна плоскости рисунка.

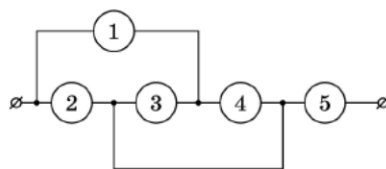
Справочные данные: удельная теплоёмкость льда $2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг , удельная теплота парообразования воды 2300 кДж/кг .

Ответ

В конце утерянного участка оставшийся лёд всплыл (оторвался от дна); 1) $m = 0,2 \text{ кг}$; 2) $P = 115 \text{ Вт}$; 3) $t_0 \approx -81^\circ\text{C}$.

Задача 4 Запутанная схема

Школьник из трёх одинаковых вольтметров и двух одинаковых амперметров собрал электрическую цепь, схема которой показана на рисунке. Школьник был не очень внимательным и забыл, какие приборы были установлены в каком месте схемы, но записал показания приборов. Вольтметры показывали 2 В, 12 В и 14 В, показания амперметров 200 мкА и 520 мкА.



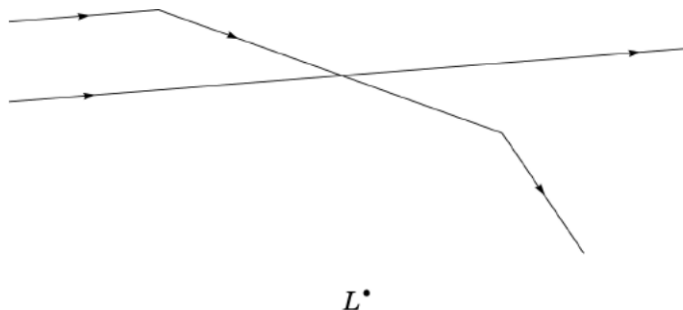
1. Определите, на каких местах в схеме стояли амперметры, а на каких — вольтметры.
2. Определите внутренние сопротивления вольтметров и амперметров.

Ответ

1) Приборы 1, 2 и 4 — вольтметры, 3 и 5 — амперметры; 2) $R_A = 10 \text{ кОм}$, $R_V = 50 \text{ кОм}$.

Задача 5 Архив Снеллиуса

Говорят, что в архиве Снеллиуса нашли чертёж оптической системы (см. рисунок). От времени чернила выцвели, и на чертеже остались видны только ход параллельных лучей через две тонкие линзы и точка L , принадлежащая плоскостям обеих линз.



1. Восстановите построением положения плоскостей обеих линз.
2. По имеющимся данным определите тип каждой линзы (собирающая или рассеивающая).
3. Найдите положения оптических центров и главных фокусов линз.

Примечание. Принципы построения параллельных и перпендикулярных прямых, проходящих через заданную точку, деление отрезка пополам и подобные стандартные геометрические процедуры считайте известными. Указанные геометрические построения не доказывайте.

Ответ

Плоскости линз — прямые через точку L и точки излома верхнего луча; оптические центры — точки пересечения этих прямых с непреломлённым нижним лучом; левая линза собирающая, правая — рассеивающая; фокусы — построение в решении.

Источник: Всероссийская олимпиада школьников по физике, 2023/24, региональный этап, 9 класс, теоретический тур — условия, решения. Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.