



78-я Московская городская олимпиада
школьников по физике (2017 г.)

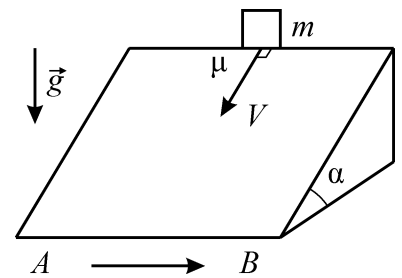
11 класс, 1 тур

Задача 1

Петя бросил мячик с балкона с начальной скоростью V стоящему на земле Васе. Через время $t_1 = 2,21$ с Вася поймал мячик, заметив, что в конце полета скорость мячика была направлена перпендикулярно его начальной скорости в момент броска, совершенного Петей. Затем Вася сделал несколько шагов, остановился и бросил мячик обратно на балкон Пете, сообщив мячику такую же по модулю начальную скорость V . Петя поймал мячик через время $t_2 = 1,72$ с, заметив, что конечная скорость мячика также направлена перпендикулярно начальной скорости мячика в момент броска, совершенного Васей. Определите разницу высот H между кистями рук Пети и Васи, а также определите, чему равен модуль скорости V . Соппротивлением воздуха можно пренебречь, модуль ускорения свободного падения считайте равным $g = 10$ м/с².

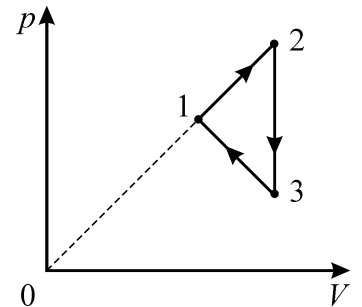
Задача 2

С наклонной поверхности клина с углом α при основании, движущегося по горизонтальному столу с постоянной скоростью вдоль направления AB , сталкивают небольшой груз массой m так, что в начальный момент его скорость V относительно клина направлена перпендикулярно AB вдоль наклонной поверхности (см. рисунок). Коэффициент трения между поверхностью клина и грузом равен μ ($\mu > \text{tg } \alpha$). Чему будет равна работа силы трения, с которой клин действует на груз, к моменту, когда проскальзывание груза по поверхности клина прекратится? По какой траектории движется груз, пока проскальзывание еще не прекратилось? Ответ на оба вопроса нужно дать относительно системы отсчета, связанной со столом. Влиянием воздуха можно пренебречь.



Задача 3

С одним молем идеального одноатомного газа происходит циклический процесс 1–2–3–1, график которого приведен на pV -диаграмме. Температуры газа в состояниях 1, 2 и 3 равны $T_1 = 4T_0$, $T_2 = 9T_0$ и $T_3 = 3T_0$ соответственно. 1) Чему равна работа, совершаемая газом за один цикл? 2) Определите КПД этого процесса.

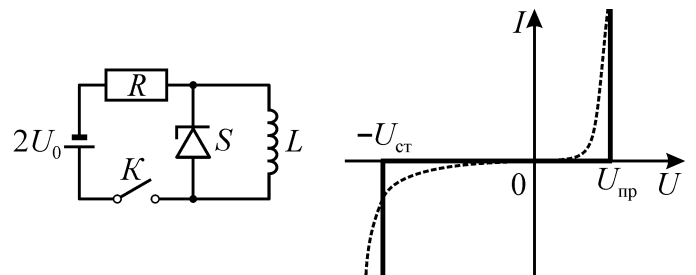


Задача 4

Два кубика с длинами рёбер $3a$ и a и общим центром делят пространство на три области. Область внутри маленького кубика равномерно заряжена по объёму электрическим зарядом с плотностью $-\rho_1$ ($\rho_1 > 0$), пространство между поверхностями маленького и большого кубиков равномерно заряжено с объёмной плотностью заряда $+\rho_2$ ($\rho_2 > 0$), вне большого кубика электрических зарядов нет. Найдите отношение объёмных плотностей заряда ρ_1/ρ_2 , при котором потенциал в центре кубиков будет равен потенциалу бесконечно удаленной точки, то есть нулю.

Задача 5

Из батарейки с ЭДС $2U_0$, резистора с сопротивлением R , которое намного больше внутреннего сопротивления батарейки, идеальной катушки индуктивностью L , стабилитрона S и ключа K собрали цепь, схема которой изображена на левом рисунке. Стабилитрон – это полупроводниковый элемент, подобный диоду, который при подключении в прямом направлении открывается (начинает проводить ток) при напряжении $U_{\text{пр}}$, а при подключении в обратном направлении – открывается при напряжении стабилизации $U_{\text{ст}}$. Идеализированная вольт-амперная характеристика (ВАХ) стабилитрона показана на рисунке справа сплошной жирной линией, а реальная ВАХ обозначена пунктирной линией. U используемого в данной цепи стабилитрона $U_{\text{пр}} = U_0$, а $U_{\text{ст}} = 10U_0$, его ВАХ можно считать идеализированной.



Ключ в цепи замыкают, ждут некоторое время и размыкают в тот момент, когда напряжение на резисторе составляет $3U_0/2$.

- 1) Найдите силу тока, текущего через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Определите заряды, протекающие через стабилитрон при замкнутом и разомкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в стабилитроне за всё время?