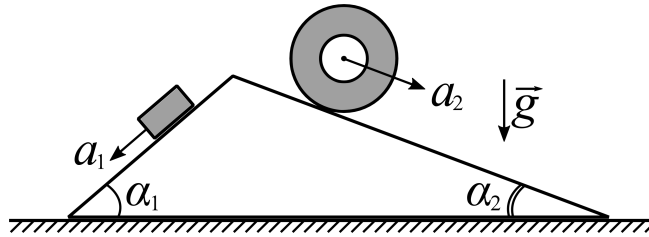


Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2024 год, вариант 1

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остаётся в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

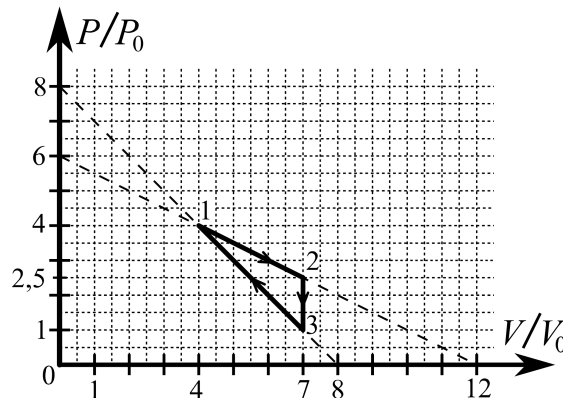


1. Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
2. Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
3. Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 \cos \alpha_1 = 6mg/13; \quad F_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 \cos \alpha_2 = 5mg/78; \quad F_3 = 4m a_2 \cos \alpha_2 = 5mg/78; \quad (1)$$

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1–2–3–1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P — объем и давление газа, V_0 и P_0 — некоторые неизвестные объем и давление.



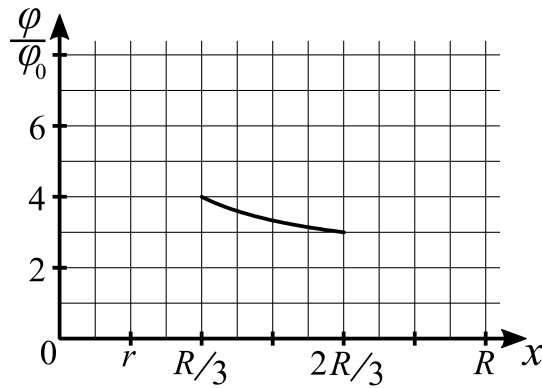
1. Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2–3 к работе газа за цикл.
2. Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1–2 к температуре газа в состоянии 1.
3. Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

$$\frac{08}{6} = u (\varepsilon : \frac{8}{6} = \frac{L}{\text{св}}) (\tau : L = \frac{\text{св}}{\varepsilon \Delta}) \quad (1)$$

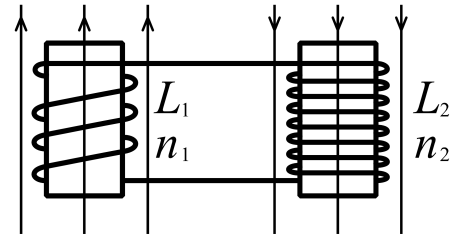
3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ε и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

1. Считая известными r, R, Q, ε , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
2. Используя график, найти численное значение ε .



$$\bar{v} = \varepsilon (\tau : (\varepsilon + \varepsilon) \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \left(\frac{\varphi}{\bar{v}}\right) \phi \quad (1)$$

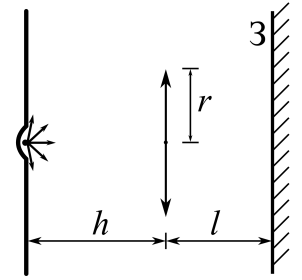
4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



1. С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B/\Delta t = \alpha$ ($\alpha > 0$), а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
2. За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

$$\frac{708}{S u_0 \theta 61} = |I| (\tau : \frac{78}{S \theta u} = \left|\frac{\partial \nabla}{\partial t}\right|) \quad (1)$$

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало \mathcal{Z} . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



1. Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
2. Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ — целое число или простая обыкновенная дробь.

$$(1) S_{\text{зеп}} = 24\pi \text{ см}^2; (2) S_{\text{ст}} = 96\pi \text{ см}^2$$