

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10 класс, 2023 год

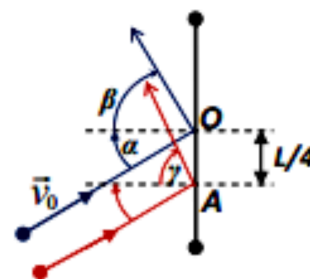
Билет 5

Задание 1

ВОПРОС. Гантель из двух маленьких шайб, соединённых прямым жестким стержнем длины L скользит по ровной поверхности. В некоторый момент времени шайбы движутся перпендикулярно стержню в одну сторону со скоростями v и $2v$. С какой угловой скоростью вращается стержень гантели в этот момент времени? Ответ объяснить.

$$\frac{\gamma}{\alpha} = \dots$$

ЗАДАЧА. Гантель из двух одинаковых массивных маленьких шайб, соединённых легким прямым гладким жёстким стержнем, покоилась на гладкой горизонтальной поверхности. Еще одна маленькая однородная цилиндрическая шайба скользила по этой поверхности со скоростью v_0 и нанесла упругий удар по стержню гантели в его середине — точке O . Угол падения (между \vec{v}_0 и нормалью к стержню в точке удара) был равен $\alpha = 30^\circ$, а угол отражения (см. рис.) $\beta = 60^\circ$. После этого гантель вернули на место, и ту же шайбу запустили ещё раз — с той же скоростью \vec{v}_0 , но так, что теперь удар пришёлся в точку A , находящуюся на расстоянии $x = L/4$ от центра стержня. Найдите величину угла отражения шайбы γ при этом ударе.



$$\alpha \approx \left(\frac{g \wedge \varepsilon}{\varepsilon \Gamma} \right) \text{angle} = \left(v \text{ angle } \frac{\varepsilon(T/x) - 1}{\varepsilon(T/x) + \varepsilon} \right) \text{angle} = \dots$$

Задание 2

ВОПРОС. Влажный воздух в герметичном сосуде при 100°C имеет относительную влажность 60% и давление 1 Атм. Каким станет его давление после изотермического уменьшения объёма сосуда в два раза? Ответ дайте в атмосферах.

$$\text{angle } \varepsilon \Gamma$$

ЗАДАЧА. В цилиндрическом герметичном сосуде с гладкими стенками под лёгким подвижным поршнем находится влажный воздух. Масса содержимого сосуда $m = \frac{2522}{831} \approx 3,035$ г, и при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении $p_0 \approx 101$ кПа объём содержимого $V = 3,73$ л. Сосуд вынесли на улицу, и содержимое сосуда охладилось до $t' = -13^\circ\text{C}$. Найдите массу льда, образовавшегося в сосуде. Каким примерно стал объём содержимого сосуда при новой температуре? Известно, что молярные массы воды и «сухого воздуха» можно считать равными $\mu_1 = 18,0$ г/моль и $\mu_2 = 29,0$ г/моль, давление насыщенных паров воды при новой температуре $p'_H \approx 202$ Па. Универсальная газовая постоянная $R \approx 8,31$ Дж/(кг · К).

$$\text{angle } \varepsilon \Gamma \approx \left(\frac{L}{L} \Lambda \varepsilon \eta - \frac{0d}{L \eta \omega} \right) \frac{\Gamma \eta - \varepsilon \eta}{\Gamma} = \dots \text{angle } \varepsilon \Gamma \approx \left(\left(\frac{0d}{\eta d} + 1 \right) \omega - \left(\Gamma \eta \frac{0d}{\eta d} + \varepsilon \eta \right) \frac{L \eta}{\Lambda 0d} \right) \frac{\Gamma \eta - \varepsilon \eta}{\Gamma} = \omega \nabla$$

Задание 3

ВОПРОС. Комета вращается по эллиптической орбите, на которой максимальное расстояние до Солнца в 9 раз больше минимального, а минимальная скорость кометы равна 6 км/с. Чему равна максимальная скорость кометы на этой орбите? Ответ обосновать.

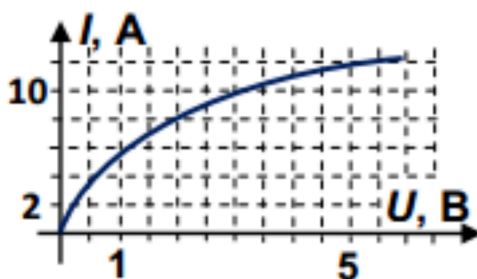
$$v_{\max} = 18 \text{ км/с}$$

ЗАДАЧА. Положительно заряженный ион движется по эллиптической орбите вокруг маленького отрицательно заряженного шарика. Движение происходит в вакуумной камере большого размера. На первоначальной орбите максимальное расстояние от шарика до иона было в 8 раз больше минимального. Затем в точке орбиты, на которой это расстояние минимально, установили небольшую ускорительную камеру, которая не изменяет направление движения иона, но при каждом прохождении увеличивает его механическую энергию на одну и ту же величину. После первого прохождения камеры соотношение максимального и минимального расстояний между ионом и шариком увеличилось до 9. Каким станет это соотношение после 5-го прохождения ионом ускорительной камеры? После какого по счёту прохождения ион не вернётся к камере? Потери на сопротивление среды отсутствуют, потерями на излучение пренебречь. Радиусы кривизны эллипса на концах большой a и малой b полуосей равны b^2/a и a^2/b соответственно.

5

Задание 4

ВОПРОС. Нелинейный элемент, ВАХ которого показана на рисунке, подключили к источнику постоянного тока с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом. Какую мощность этот элемент будет потреблять от источника?



$$P = 16 \text{ Вт}$$

ЗАДАЧА. ЭДС источника постоянного напряжения $\mathcal{E} = 24 \text{ В}$, а его внутреннее сопротивление $r = 3 \text{ Ом}$. К этому источнику подключили, соединив параллельно, резистор с сопротивлением $R = 3r = 9 \text{ Ом}$ и нелинейный элемент, вольт-амперная характеристика которого описывается выражением $I(U) = \alpha\sqrt{U} = \frac{\sqrt{3\mathcal{E}U}}{r}$. Найдите мощности, потребляемые резистором и нелинейным элементом в этой схеме.

$$P_R = \frac{3\mathcal{E}^2}{256r} = 2,25 \text{ Вт} \text{ и } P_{\text{нл}} = \frac{9\mathcal{E}^2}{64r} = 27 \text{ Вт}$$