

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

7–9 классы, 2023 год

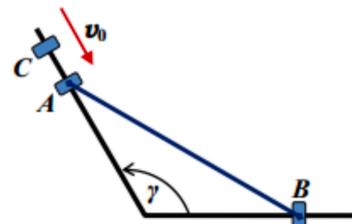
Билет 6

Задание 1

ВОПРОС. Две шайбы, скользящие по ровной поверхности, соединены жёстким стержнем. В некоторый момент времени скорость одной из них направлена вдоль стержня и равна 1,2 м/с. В этот момент скорость второй шайбы направлена под углом 60° к стержню. Чему равна её величина?

$$v_2 = v_1 \cos 60^\circ = 0,6 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА. Три муфты (A , B и C) с одинаковыми массами могут скользить по двум гладким горизонтальным направляющим, пересекающимся под углом $\gamma = 120^\circ$. Муфты A и B изначально покоятся, и они шарнирно соединены с легким жёстким стержнем так, что стержень составляет одинаковые углы с обеими направляющими. Между муфтой C , движущейся по направляющей со скоростью $v = 1,5$ м/с, и муфтой A происходит упругое соударение. Определите скорость муфты A сразу после удара.



$$v_A = v \cos 60^\circ = 0,75 \text{ м/с}$$

Задание 2

ВОПРОС. Опишите, как строится температурная шкала Цельсия.

ЗАДАЧА. В 5 термосах находилось одинаковое количество мокрого снега (смеси ледяных кристаллов и воды, находящихся в равновесии). В первый термос вылили 100 г кипятка, во второй — 200 г, в третий — 300 г, а в четвёртый — 400 г, в пятый — неизвестное количество кипятка. После установления равновесия температура содержимого первого термоса оказалась равна $t_1 = 8^\circ\text{C}$, второго — $t_2 = 31^\circ\text{C}$, а пятого — $t_5 = 0^\circ\text{C}$. Какая температура установилась в третьем и четвёртом термосах? Какова максимально возможная масса кипятка, вылитого в пятый термос? Опыт происходил при нормальном атмосферном давлении, теплообменом содержимого термоса с внешними телами можно пренебречь.

$$t_3 = 14,8^\circ\text{C}; t_4 = 24,8^\circ\text{C}$$

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.

$$v_{\text{max}} = 18 \text{ км/с}$$

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.

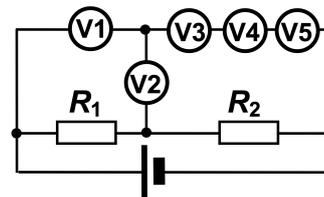
□

Задание 4

ВОПРОС. Когда к источнику постоянного напряжения подключили вольтметр, то он показал напряжение $(11,765 \pm 0,002)$ В. При подключении к этому источнику двух таких вольтметров, соединённых параллельно, каждый из них показал напряжение $(11,538 \pm 0,002)$ В. Найдите отношение внутренних сопротивлений вольтметра и источника и оцените возможную ошибку результата.

$R/r \pm 4\%$

ЗАДАЧА. Ученик 9 класса собрал цепь, схема которой показана на рисунке, из аккумулятора, двух резисторов и пяти одинаковых вольтметров. Известно, что вольтметры «практически идеальные», ЭДС источника $\mathcal{E} = 14$ В, а его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 5$ Ом и $R_2 = 4$ Ом. Определите показания всех вольтметров (они показывают напряжения без учёта полярности).



$$U_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r} = 4,8 \text{ В}; U_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R_1 - R_2 + r} = 2,2 \text{ В и } U_3 = U_4 = U_5 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r} = 2,6 \text{ В}$$