

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

7–9 классы, 2023 год

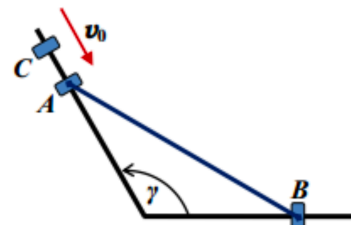
## Билет 6

### 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  $60^\circ$  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.

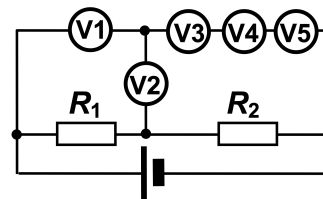
□

### 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).



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