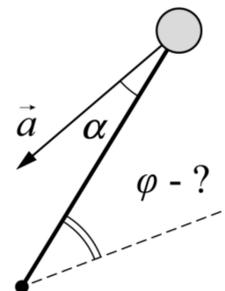


Всероссийская олимпиада школьников по физике

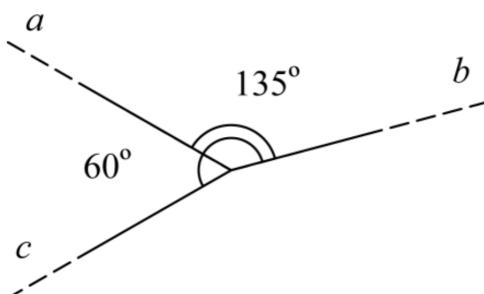
10 класс, региональный этап, 2019/20 год

ЗАДАЧА 1. Находящийся на гладкой горизонтальной поверхности шарик привязан нитью к тонкой неподвижной оси. Его толкнули вдоль поверхности, и он стал двигаться по окружности. При этом сила сопротивления воздуха, действующая на шарик, направлена против его скорости и пропорциональна ей. Ускорение шарика в некоторый момент направлено под углом α к нити (см. рис.). На какой угол φ повернётся нить с этого момента времени до остановки шарика?



$$v \sin \alpha = \phi$$

ЗАДАЧА 2. На горизонтальной шероховатой поверхности покоятся две одинаковые маленькие шайбы. По одной из них наносят удар клюшкой, после чего она налетает на вторую шайбу. На рисунке представлены участки траекторий шайб до и после их частично упругого столкновения.

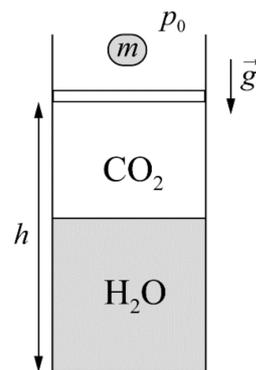


1. Определите, какая из трёх траекторий — «a», «b» или «c» — может быть траекторией налетающей шайбы. Ответ обоснуйте.
2. Для каждого из возможных случаев дальнейшего развития событий определите:
 - А) отношение расстояний, которые проходят шайбы до остановки после столкновения;
 - Б) долю кинетической энергии налетающей шайбы, которая переходит в тепло в результате столкновения.

Боковые поверхности шайб гладкие.

$$(1) \text{ «b»}; (2) \text{ А) } \left(\frac{\cos 75^\circ}{\cos 45^\circ} \right)^2 \approx 0,13 \text{ или } \left(\frac{\cos 75^\circ}{\cos 45^\circ} \right)^2 \approx 7,46; \text{ Б) } 2 \cdot \frac{\sin 15^\circ \cdot \sin 45^\circ}{\sin^2 120^\circ} \approx 0,24$$

ЗАДАЧА 3. В вертикальном цилиндрическом сосуде под невесомым поршнем находятся вода и углекислый газ. Часть углекислого газа растворена в воде, а часть находится над водой в газообразном состоянии. Изначально вода занимает ровно половину объёма сосуда под поршнем. Расстояние от поршня до дна сосуда $h = 20$ см, площадь поршня $S = 10$ см². На поршень поместили гирию массы m_0 , и в результате установления равновесия поршень сместился вниз на $\Delta h_1 = 3,12$ см. Затем на поршень поместили ещё одну точно такую же гирию, и поршень сместился ещё на $\Delta h_2 = 2,22$ см, вновь оказавшись в равновесии.



Определите:

1. массу m_0 одной гири;
2. массу m_2 гири, которую необходимо добавить к двум первым, чтобы поршень опустился до поверхности воды.

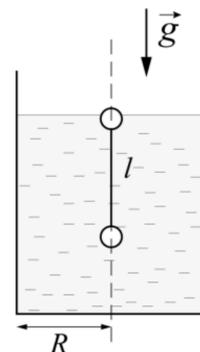
Считайте, что температура в сосуде постоянна и при растворении углекислого газа уровень воды не изменяется. Поршень перемещается без трения. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.

Примечание: масса газа, растворённого в жидкости, над которой находится этот же газ, прямо пропорциональна давлению этого газа (закон Генри).

$$\text{для } \rho, l \approx \text{const}; \text{ для } z = 0 \text{ и } m$$

ЗАДАЧА 4. Два небольших шарика массами m_1 и $m_2 > m_1$, соединённые тонкой нитью длиной l , плавают в цилиндрическом сосуде радиуса R , наполненном водой. При этом нить натянута с силой T_0 . Сосуд раскрутили с некоторой угловой скоростью вокруг вертикальной оси, совпадающей с осью сосуда. После того, как система пришла в состояние равновесия, нить оказалась натянутой под углом α к вертикали (отличным от нуля), а шарики не касались дна сосуда.

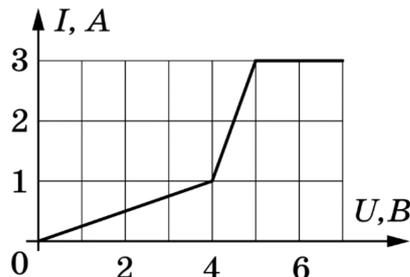
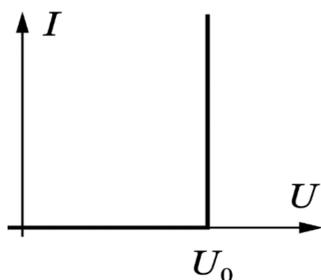
Найдите новую силу натяжения нити T и угловую скорость вращения сосуда ω .



$$\frac{\omega \sin \alpha - Y}{\omega \sin \alpha} \lambda = \omega; \frac{\omega \cos \alpha}{\omega \sin \alpha} = J$$

ЗАДАЧА 5. Внутри «чёрного ящика» (ЧЯ), имеющего два вывода, собрана цепь, состоящая из трёх элементов: резистора с сопротивлением $R = 3,5$ Ом, диода с некоторым напряжением открытия $U_0 > 0$ (вольтамперная характеристика (ВАХ) диода представлена на рисунке слева) и неизвестного нелинейного элемента X . Известно, что вольтамперная характеристика неизвестного элемента X монотонна (при увеличении напряжения на элементе сила тока, протекающего через него, не убывает).

Вольтамперная характеристика «черного ящика» показана на рисунке справа.



Определите:

1. Возможные схемы соединения элементов в «чёрном ящике» (при некотором напряжении на выводах чёрного ящика ток должен протекать через все элементы). Свой ответ обоснуйте.
2. Найдите возможные значения напряжения открытия диода U_0 .
3. Восстановите ВАХ неизвестного нелинейного элемента X .

Если возможны различные значения напряжения открытия диода, то постройте ВАХ нелинейного элемента для случаев максимально возможного напряжения U_{\max} открытия диода и ещё одного значения U_N открытия диода, выраженного целым числом вольт.

$U_0 = 2 \text{ В}; U_0 = 4 \text{ В}.$