

**Задача 10.1 Шарик на нити.** 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  $\alpha$  к нити (рис. 1). На какой угол  $\varphi$  повернется нить с этого момента времени до остановки шарика?

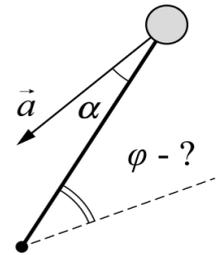
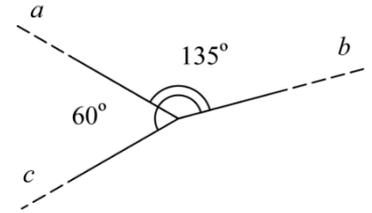


Рис. 1

**Задача 10.2. Бильярд на льду.** 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.

**Задача 10.3. Газировка.** 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 (рис. 2). Расстояние от поршня до дна сосуда  $h = 20$  см, площадь поршня  $S = 10$  см<sup>2</sup>. 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,

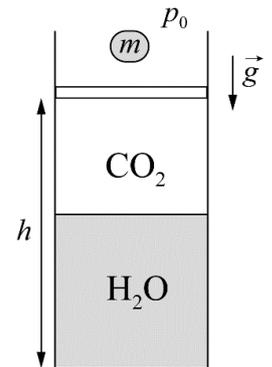


Рис. 2

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.

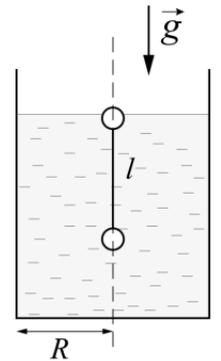
**Примечание:** масса газа, растворённого в жидкости, над которой находится этот же газ, прямо пропорциональна давлению этого газа (закон Генри).

**24 января** на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

**26 января** состоится онлайн-разбор решений заданий экспериментального тура. Начало разбора: 7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

**Задача 10.4. Крутится, вертится.** 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  $\alpha$  к вертикали (отличным от нуля), а шарики не касались дна сосуда.



Найдите новую силу натяжения нити  $T$  и угловую скорость вращения сосуда  $\omega$ .

**Задача 10.5. Три элемента.** 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 рис. 3) и неизвестного нелинейного элемента  $X$ . Известно, что ВАХ неизвестного элемента  $X$  монотонна (при увеличении напряжения на элементе, сила тока, протекающего через него, не убывает).

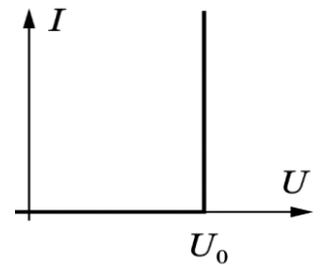


Рис. 3

Вольтамперная характеристика «чёрного ящика» показана на рис. 4.

**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.

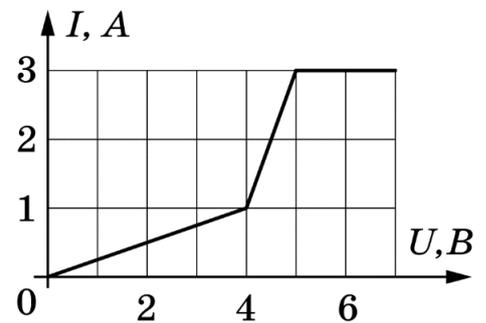


Рис. 4

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.

**24 января** на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

**26 января** состоится онлайн-разбор решений заданий экспериментального тура. Начало разбора: 7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.