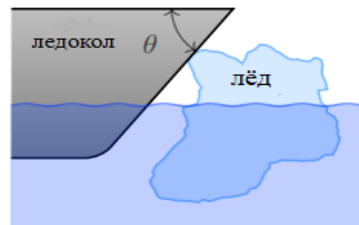


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ФИЗИКА. 2023–2024 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

**Максимальный балл за работу – 60.**

**Тестовые задания**

1. Ледоколы – это корабли, которые ломают лёд методом «наваливания». В нашей задаче будем считать, что лёд ломается, если он начинает соскальзывать под корабль. Пусть массив льда настолько тяжёлый, что он не уплывает при наваливании ледокола на него. Коэффициент трения между льдом и ледоколом равен  $\mu$ , сила тяги ледокола направлена горизонтально. Какое условие должно выполняться для угла  $\theta$ , чтобы корабль был ледоколом?



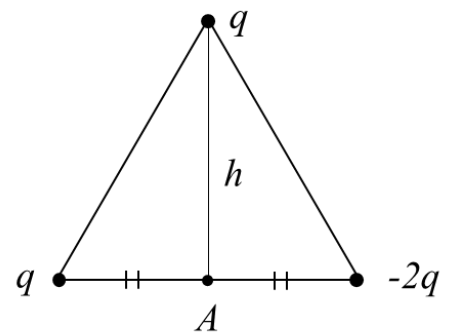
- 1)  $\operatorname{ctg} \theta > \mu$
  - 2)  $\cos \theta > \mu$
  - 3)  $\operatorname{ctg} \theta < \mu$
  - 4)  $\cos \theta < \mu$
  - 5) ответ зависит от формы края льда
2. Рыбак плыл на лодке в полный штиль и наслаждался красотами озера Байкал. Вдруг он увидел прямо по курсу лодки рыбку, которая плыла в воде на не очень большой глубине. Видимое рыбаком изображение рыбки
- 1) находится ближе к поверхности воды, чем сама рыбка;
  - 2) находится дальше от поверхности воды, чем сама рыбка;
  - 3) кажется меньше настоящей рыбки;
  - 4) кажется таким же, как настоящая рыбка;
  - 5) кажется зеркально отражённым от поверхности воды.

3. В лаборатории есть два теплоизолированных сосуда одинакового объёма. В первом находится идеальный одноатомный газ в количестве 2 моля, а во втором – идеальный двухатомный газ в количестве 1 моль. Сосуды соединены тонкой трубкой с краном. Абсолютная температура газа во втором сосуде в два раза выше, чем в первом. Кран открывают.

Выберите все верные утверждения.

- 1) После установления термодинамического равновесия между газами температура в первом сосуде уменьшится.
- 2) После установления термодинамического равновесия между газами температура всей системы будет равна среднему арифметическому от первоначальных температур газов.
- 3) До открывания крана внутренняя энергия двухатомного газа больше, чем одноатомного.
- 4) После установления термодинамического равновесия между газами давление в первом сосуде увеличится.
- 5) Давления газов до открывания кранов были неодинаковыми.

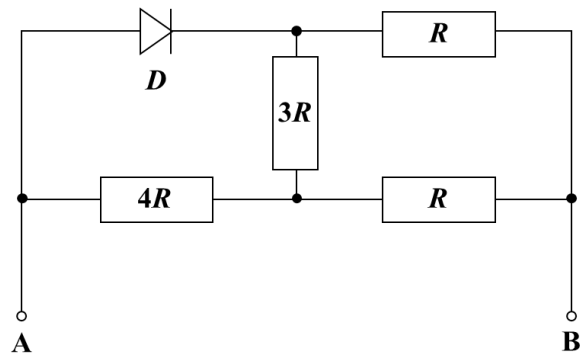
4. Система, состоящая из трёх точечных электрических зарядов  $q$ ,  $q$  и  $-2q$ , соединённых тонкими диэлектрическими стержнями, образует равнобедренный треугольник с основанием длиной  $2L = 20$  см и высотой  $h = L/2$ . Найдите потенциал электростатического поля в точке  $A$ . Примите потенциал на бесконечности равным нулю. Известно, что  $q = 1$  нКл, а коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.



- 1) 45 В
- 2) –45 В
- 3) 90 В
- 4) –90 В
- 5) 9 В

*\*Из-за технической ошибки задание 4 будет зачтено всем участникам.*

5. Из четырёх резисторов и идеального диода собрана электрическая цепь (см. рисунок). Сопротивление  $R = 1$  Ом. К клемме  $B$  подключают положительный полюс идеальной батарейки с напряжением  $U = 48$  В. Определите значение силы тока, текущего через резистор  $3R$ .



- 1) 4 А
- 2) 2 А
- 3) 1 А
- 4) 3 А
- 5) 0 А

### Задания с кратким ответом

#### Задачи 6–8

Брусек покоится на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  ( $\operatorname{tg} \alpha = 1/3$ ). Минимальная сила, которую нужно приложить вдоль наклонной плоскости вверх, чтобы началось движение бруска, равна  $F_1 = 3$  Н (см. рис. 1а). Минимальная сила, которую нужно приложить вдоль наклонной плоскости вниз, чтобы началось движение бруска, равна  $F_2 = 1$  Н (см. рис. 1б). Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

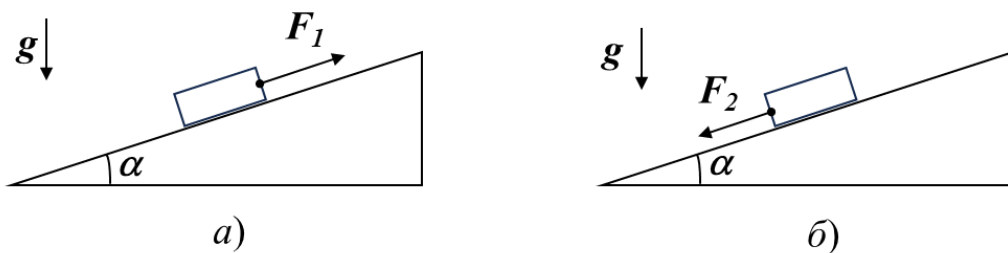


Рис. 1

6. Чему равен коэффициент трения между бруском и поверхностью наклонной плоскости? Ответ приведите, округлив значение до сотых долей.

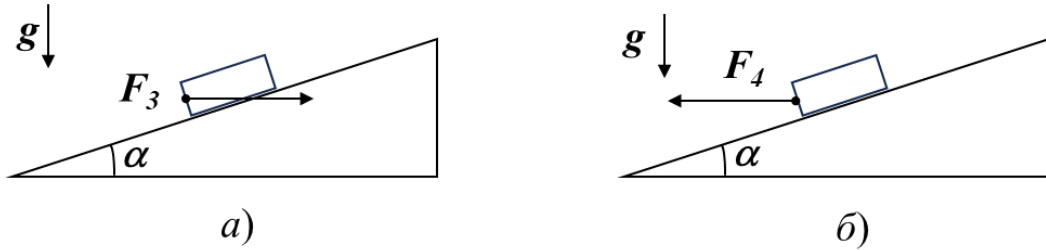
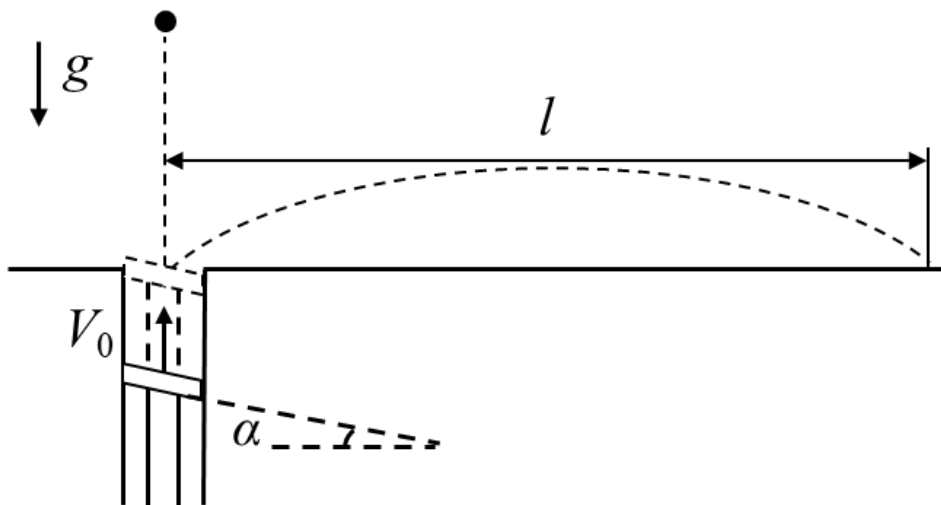


Рис. 2

7. Какую минимальную горизонтальную силу  $F_3$  необходимо приложить к этому бруску в направлении к плоскости (см. рис. 2а), чтобы он начал движение? Ответ приведите в Н с точностью до десятых долей.
8. Какую минимальную горизонтальную силу  $F_4$  необходимо приложить к этому бруску в направлении от плоскости (см. рис. 2б), чтобы он начал движение? Ответ приведите в Н с точностью до десятых долей.

### Задачи 9–11

В горизонтальной поверхности большого стола сделано очень маленькое круглое отверстие, в которое вставлена вертикальная цилиндрическая труба. Внутри трубы двигают вверх с постоянной скоростью  $V_0 = 6$  м/с поршень, верхняя поверхность которого наклонена под углом  $\alpha = 15^\circ$  к горизонту. На поршень сверху с некоторой высоты падает маленький шарик (см. рис.). В момент непосредственно перед абсолютно упругим соударением шарика с поршнем скорость шарика направлена вниз и равна  $V_0$ . Точка, в которой происходит столкновение, находится как раз на уровне поверхности стола. После столкновения с поршнем шарик падает на поверхность стола на расстоянии  $l$  от отверстия в столе. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



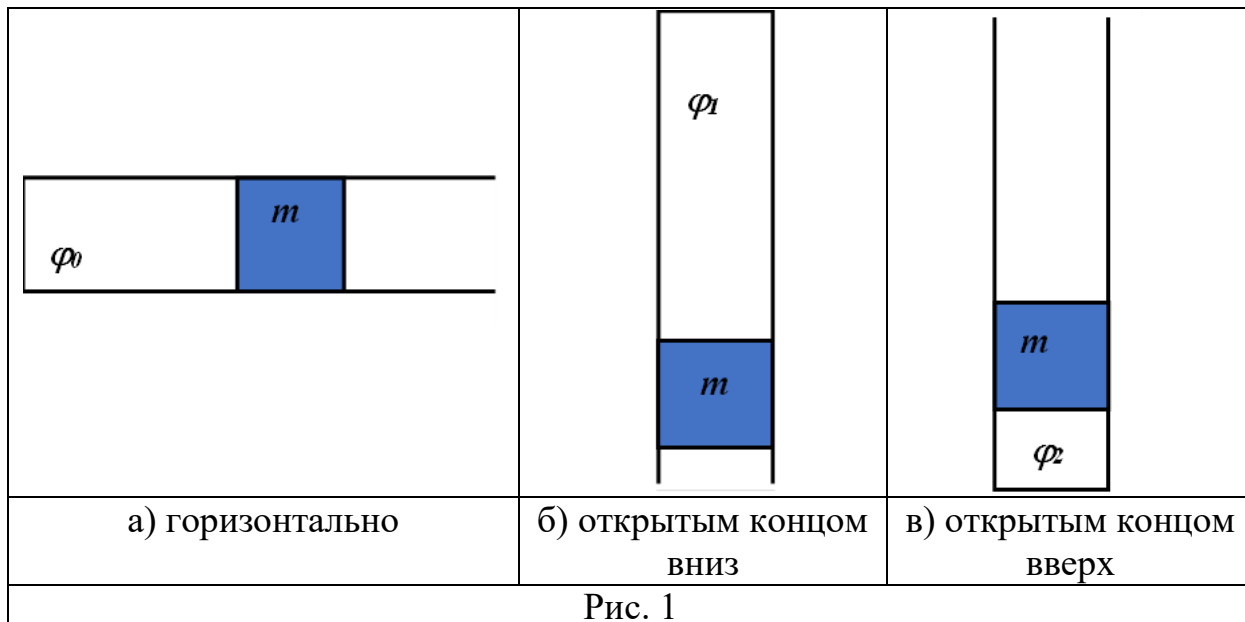
9. Чему равно расстояние  $l$ ? Ответ приведите в м, округлив до десятых долей.

10. Пусть угол наклона верхней поверхности поршня к горизонту можно изменять. При какой величине угла  $\alpha$  будет достигаться максимально возможная дальность полёта  $L_{max}$  шарика? Ответ приведите в градусах, округлив до целого числа.

11. Чему равно это максимально возможное значение  $L_{max}$ ? Ответ приведите в м, округлив до десятых долей.

### Задачи 12–13

В запаянной с одного конца горизонтальной цилиндрической трубке с поперечным сечением  $S = 1 \text{ см}^2$  находится воздух с относительной влажностью  $\varphi_0$ , отделённый от атмосферы подвижным поршнем массой  $m$  (см. рис. 1а). Если трубку поставить вертикально, расположив её поршнем вниз, то относительная влажность воздуха в ней становится равна  $\varphi_1 = 60 \%$  (см. рис. 1б). Если же трубку поставить вертикально, расположив её поршнем вверх (см. рис. 1в), то относительная влажность воздуха в ней становится равна  $\varphi_2 = 75 \%$ . Атмосферное давление равно  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ , температура воздуха постоянна, трение между поршнем и стенками трубки пренебрежимо мало, газ через зазоры не просачивается, ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

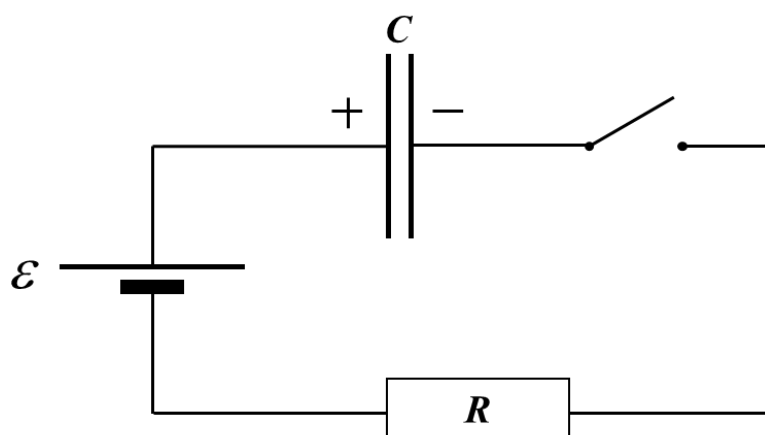


12. Определите массу  $m$  подвижного поршня в трубке. Ответ приведите в граммах, округлив до целого числа.

13. Чему была равна изначально относительная влажность воздуха  $\varphi_0$  в горизонтально лежащей трубке? Ответ привести в процентах, округлив до десятых долей.

### Задачи 14-19

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых идеального источника напряжения с ЭДС  $\varepsilon = 18$  В, резистора сопротивлением  $R = 10$  Ом, разомкнутого ключа и конденсатора, заряженного до напряжения  $\varepsilon/3$  (полярность указана на схеме). Ёмкость конденсатора  $C = 1$  мФ. Сопротивление проводов и ключа очень мало. Ключ замыкают.



14. Найдите силу тока в этой цепи сразу после замыкания ключа. Ответ приведите в А, округлив до десятых долей, с учётом знака (ток, текущий по часовой стрелке, считается положительным, а против часовой стрелки – отрицательным).

15. Найдите максимальную скорость изменения энергии конденсатора в этой цепи. Ответ приведите в Вт, округлив до десятых долей.

16. Найдите силу тока в цепи в тот момент, когда достигается максимальная скорость изменения энергии конденсатора. Ответ приведите в А, округлив до десятых долей.

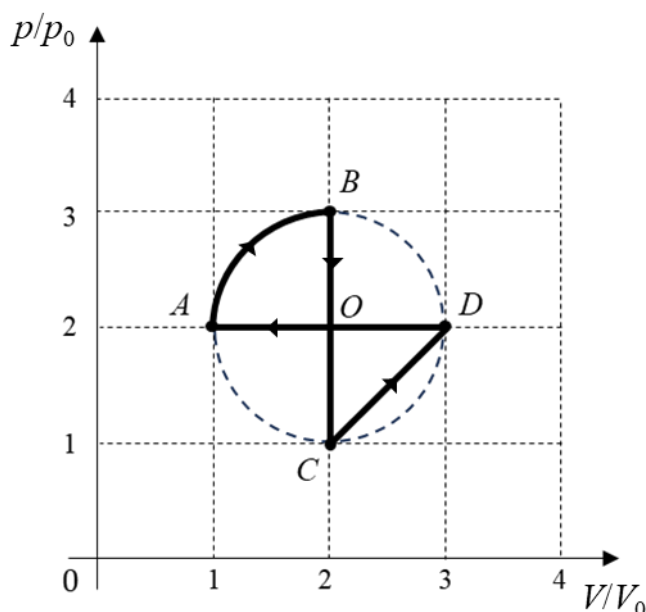
17. Найдите напряжение на конденсаторе в момент, когда достигается максимальная скорость изменения энергии конденсатора. Ответ приведите в В, округлив до десятых долей.

18. Определите количество теплоты  $Q_1$ , выделившееся в этой цепи к моменту достижения максимальной скорости изменения энергии конденсатора. Ответ приведите в мДж, округлив до десятых долей.

19. Найдите общее количество теплоты  $Q_2$ , выделившееся в резисторе в течение очень большого промежутка времени после замыкания ключа. Ответ приведите в мДж, округлив до целого числа.

### Задачи 20–21

С одноатомным газом проводят цикл  $ABCD$ . В некотором масштабе точки  $A, B, C, D$  лежат на окружности на графике в  $PV$ - координатах (см. рисунок).  $P_0 = 1,00 \cdot 10^5$  Па,  $V_0 = 1,00$  л.



20. Рассчитайте работу газа, совершённую им за цикл. Дайте ответ в Дж с округлением до десятых долей.

21. Рассчитайте КПД цикла. Дайте ответ в процентах с округлением до сотых долей.

**Максимальный балл за работу – 60.**