

**Межрегиональная предметная олимпиада по предмету "Физика"**

**Интернет-тур**

**2016/17 учебный год**

**11 класс**

**I сессия**

**Вариант 1**

**1. (5 баллов)** Два велосипедиста движутся вдоль одной прямой. Их координаты с течением времени изменяются по законам:  $x_1(t)=6t-50$ ,  $x_2(t)=120-4,5t$  (в системе СИ). Скорость второго велосипедиста относительно первого равна:

1. -1,5 м/с
2. 6 м/с
- 3. -10,5 м/с**
4. 50 м/с

**2. (5 баллов)** Если при прямолинейном движении автобуса его колеса диаметром  $D=0,6$  м вращаются без проскальзывания с частотой  $n=10$  об/с, то за время 20 с автобус проедет:

1. 183 м
2. 264 м
3. 330 м
- 4. 377 м**

**3. (5 баллов)** Балластный груз массой 10 кг падает без начальной скорости с неподвижного воздушного шара. Считая, что сила сопротивления воздуха на начальном этапе изменяется по закону  $F_c=0,1t$  Н/с, определите, какую кинетическую энергию приобретет груз через 100 с? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$

1. 5000 кДж
- 2. 4512,5 кДж**
3. 4100 кДж
4. 3102,7 кДж

**4. (5 баллов)** Длина нити одного из математических маятников на 15 см больше длины другого. В то время как один из маятников делает 7 колебаний, другой на 1 больше. Чему равен период колебаний более длинного маятника? Ускорение свободного падения принять равным  $9,8 \text{ м/с}^2$

1. 1,9 с
2. 2 с
- 3. 1,6 с**
4. 2,6 с

**5. (5 баллов)** В металлическом стержне распространяется звуковая волна (скорость распространения  $v=2000$  м/с), период которой равен 2 мс. Расстояние

между двумя ближайшими точками стержня, фазы колебаний в которых отличаются на  $\Delta\varphi=3\pi/2$ , равно:

1. 0,6 м
2. 1,5 м
- 3. 3 м**
4. 6 м

**6. (5 баллов)** Плотность смеси аргона Ar и кислорода O<sub>2</sub> при температуре 77<sup>0</sup>C и давлении  $1,6 \cdot 10^5$  Па равна 0,6 кг/м<sup>3</sup>. Какова концентрация молекул кислорода в этой смеси?

1.  $5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$
- 2.  $8,73 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$**
3.  $7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$
4.  $9,5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$

**7. (5 баллов)** Тепловая машина имеет КПД  $\eta=40\%$ . Каким станет КПД машины, если количество теплоты, потребляемое за цикл, увеличится на 20%, а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшится на 10%?

- 1. 55%**
2. 50%
3. 35%
4. 40%

**8. (5 баллов)** Проводящая сфера радиусом  $R=2$  см имеет заряд  $q$ . Если потенциал поля на поверхности сферы  $\varphi=80$ В, то потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии  $r=8$  см от центра сферы, равен...

1. 5 В
- 2. 20 В**
3. 60 В
4. 320 В

**9. (5 баллов)** За время 270 с в цепи из трех одинаковых проводников, соединенных последовательно и подключенных к батарее аккумуляторов выделилось некоторое количество теплоты. За какое время выделится такое же количество теплоты, если проводники соединить параллельно и подключить к той же батарее? Напряжение батареи считать постоянным.

1. 100 с
2. 300 с
3. 250 с
- 4. 30 с**

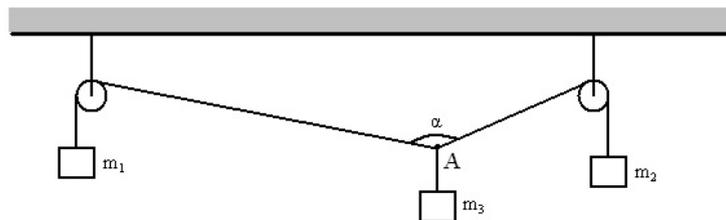
**10. (5 баллов)** Электрон влетает в область магнитного поля с индукцией 0,01 Тл, имея скорость 2000 км/с, перпендикулярную вектору магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому времени, когда вектор его скорости повернется на 5<sup>0</sup>? Заряд электрона  $q=1,6 \times 10^{-19}$  Кл, его масса  $9,1 \times 10^{-31}$  кг.

1. 15 мкм
2. 99 мкм
3. 11 мкм
4. 9,9 мкм

11. (10 баллов) Маугли раскачивается на лиане длиной 8 метров, максимально отклоняясь от вертикали на  $66^\circ$ . Какова будет дальность свободного полета Маугли в горизонтальном направлении, если он отпустит лиану в момент максимального приближения к земле, когда расстояние от него до земли равно 4,2 метра. Ответ представьте в метрах с точностью до десятых долей. Несмотря на атлетическое сложение Маугли считать материальной точкой.

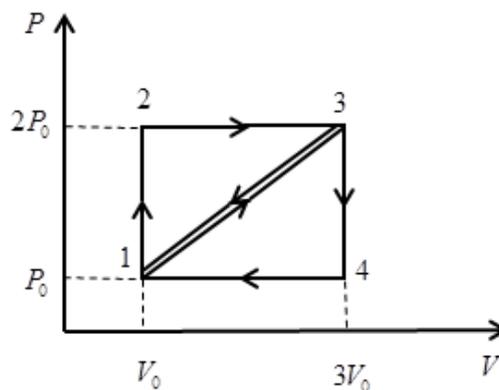
**Ответ: 8,9**

12. (10 баллов) К концам нити, переброшенной через два блока, подвесили грузы  $m_1$  и  $m_2$ . Какой груз  $m_3$  надо подвесить к нити между блоками, чтобы при равновесии угол  $\alpha$  был равен  $120^\circ$ ? Рассмотреть случай  $m_1 = m_2 = 4$  кг. Ответ записать в килограммах.



**Ответ: 4**

13. (10 баллов) На рисунке изображены два замкнутых цикла: 1-2-3-1 и 1-3-4-1. Оба цикла проведены с идеальным одноатомным газом. Определите отношение коэффициентов полезного действия двух циклических процессов, как отношение большего КПД к меньшему. Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив до десятых.

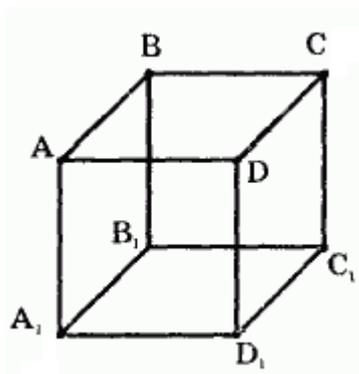


**Ответ: 1,1**

**14.** (10 баллов) Три одинаковых заряда 1 нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравнесило силы взаимного отталкивания зарядов? Ответ запишите в нКл, округлив до тысячных.

**Ответ: 0,577**

**15.** (10 баллов) Найдите сопротивление проволочного куба между точками  $A_1$  и  $C$ . Сопротивление каждого ребра  $R_0=1\text{ Ом}$ . Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив до сотых.



**Ответ: 0,83**

## Вариант 2

**1.** (5 баллов) Пешеход идет по прямолинейному участку дороги со скоростью  $v$ . Навстречу ему движется автобус со скоростью  $10v$ , где  $v=1\text{ м/с}$ . С какой скоростью должен двигаться навстречу пешеходу велосипедист, чтобы модуль его скорости относительно пешехода и автобуса был одинаков?

1. 9 м/с
- 2. 4,5 м/с**
3. 11 м/с
4. 5,5 м/с

**2.** (5 баллов) Свободно падающее тело за последнюю секунду падения прошло  $1/3$  своего пути. Найти время падения тела. Ускорение свободного падения принять равным  $10\text{ м/с}^2$ .

1. 7 с
2. 4,5 с
3. 3 с
- 4. 5,45 с**

**3.** (5 баллов) Тело массой 100 г, падая с высоты 9 м, приобрело скорость 12 м/с. Найти среднюю силу сопротивления воздуха. Ускорение свободного падения принять равным  $10\text{ м/с}^2$ .

- 1. 0,2 Н**
2. 1 Н
3. 0,5 Н
4. 0,6 Н

**4.** (5 баллов) Точные часы с секундным маятником установлены в подвале высотного здания. На сколько секунд отстанут эти часы за сутки, если их перенести на верхний этаж здания, который на 200 м выше подвала?

1. 3,2 с
2. 1 с
- 3. 2,7 с**
4. 0,6 с

**5.** (5 баллов) В металлическом стержне распространяется звуковая волна (скорость распространения  $v = 2000\text{ м/с}$ ). Если расстояние между двумя ближайшими точками стержня, фазы колебаний в которых отличаются на  $\Delta\varphi = \pi/4$  равно  $L = 2\text{ м}$ , то частота звуковых колебаний равна:

- 1. 125 Гц**
2. 250 Гц
3. 100 Гц
4. 450 Гц

6. (5 баллов) Из баллона объема  $V = 200 \text{ дм}^3$ , содержащего гелий при давлении  $p_1 = 2 \cdot 10^6 \text{ Па}$  и температуре  $T = 283 \text{ К}$ , израсходовали часть газа, занявшего при нормальных условиях объем  $V_1 = 1,5 \text{ м}^3$ . При повторном измерении давления в баллоне получено значение  $p_2 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . При какой температуре проведено это измерение?

1. 300 К
2. 280 К
3. 100 К
4. **324 К**

7. (5 баллов) Температуру нагревателя и холодильника одинаково уменьшили в 1,2 раза. Как изменился КПД двигателя. Найдите  $\eta_2 / \eta_1$ .

1. 2
2. **1**
3. 1,2
4. 0,8

8. (5 баллов) Небольшое тело с положительным зарядом  $q_1$  и массой  $m = 300 \text{ г}$  закреплено на высоте  $H_1 = 50 \text{ см}$  над неподвижным точечным зарядом  $q_2 = 5 \text{ мкКл}$ . Верхнее тело освобождают, и оно начинает падать вертикально вниз. Когда тело оказалось на высоте  $H_2 = 30 \text{ см}$  над точечным зарядом, его кинетическая энергия стала равной  $W = 120 \text{ мДж}$ . Заряд  $q_1$  тела равен ... мкКл.

1. **8 мкКл**
2. 10 мкКл
3. 5 мкКл
4. 3 мкКл

9. (5 баллов) За время 30 с в цепи из трех одинаковых проводников, соединенных параллельно и подключенных к батарее аккумуляторов выделилось некоторое количество теплоты. За какое время выделится такое же количество теплоты, если проводники соединить последовательно и подключить к той же батарее? Напряжение батареи считать постоянным.

1. **270 с**
2. 300 с
3. 250 с
4. 30 с

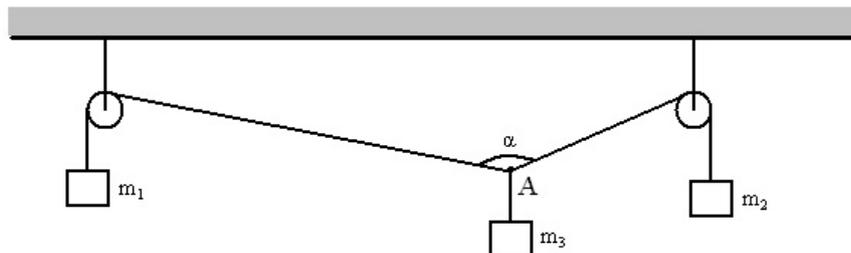
10. (5 баллов) Электрон влетает в область магнитного поля с индукцией 0,01 Тл, имея скорость 1000 км/с, перпендикулярную вектору магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому времени, когда вектор его скорости повернется на  $1^\circ$ ? Заряд электрона  $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$ , его масса  $9,1 \times 10^{-31} \text{ кг}$ .

1. 15 мкм
2. **9,9 мкм**
3. 11 мкм
4. 10,3 мкм

11. (10 баллов) Шарик для игры в настольный теннис радиусом 15 мм и массой 5 г погружен в воду на глубину 30 см. Когда шарик отпустили, он выпрыгнул из воды на высоту 10 см. Какая энергия перешла в теплоту вследствие трения шарика о воду? Ответ представьте в мДж, округлив до целого.

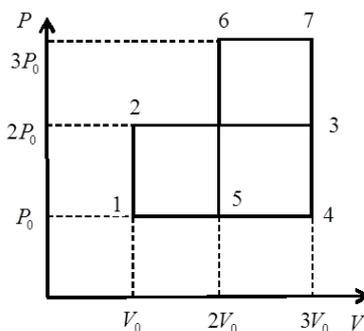
Ответ: 22

12. (10 баллов) К концам нити, переброшенной через два блока, подвесили грузы  $m_1$  и  $m_2$ . Какой груз  $m_3$  надо подвесить к нити между блоками, чтобы при равновесии угол  $\alpha$  был равен  $120^\circ$ ? Рассмотреть случай  $m_1=3$  кг,  $m_2=5$  кг. Ответ записать в килограммах, округлив до десятых долей.



Ответ: 4,4

13. (10 баллов) Определите отношение коэффициентов полезного действия двух циклических процессов, совершенных над идеальным одноатомным газом: первый процесс 1-2-3-4-1, второй процесс 5-6-7-4-5. Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив до десятых.

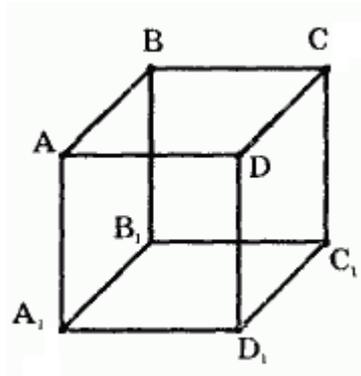


Ответ: 1,2

14. (10 баллов) В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды 0,3 нКл каждый. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда? Ответ запишите в нКл, округлив до тысячных.

Ответ: 0,287

15. (10 баллов) Найдите сопротивление проволочного куба между точками  $A_1$  и  $D$ . Сопротивление каждого ребра  $R_0=1$  Ом. Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив до сотых.



Ответ: 0,75

Межрегиональная предметная олимпиада по предмету "Физика"

Интернет-тур

2016/17 учебный год

11 класс

II сессия

Вариант 1

1. (5 баллов) Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1=4t+8t^2-16t^3$  и  $x_2=2t-4t^2+t^3$  (в системе СИ). В какой момент времени ускорения этих точек будут одинаковыми?

1. 1 с
2. 0,5 с
3. **0,235 с**
4. 0,4 с

2. (5 баллов) Тело, свободно падающее с некоторой высоты из состояния покоя, за время  $\tau=1$  с после начала движения проходит путь в  $n=5$  раз меньший, чем за такой же промежуток времени в конце движения. Найдите полное время движения. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

1. 2,5 с
2. 4 с
3. 5 с
4. **3 с**

3. (5 баллов) Груз массой 3 кг подвешен к укрепленному в лифте динамометру. Лифт начинает подниматься с нижнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. чему равно ускорение лифта? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$

1.  $1 \text{ м/с}^2$
2.  **$2 \text{ м/с}^2$**
3.  $0,5 \text{ м/с}^2$
4.  $1,5 \text{ м/с}^2$

4. (5 баллов) Материальная точка с массой  $m=0,01$  кг совершает гармонические колебания по закону синуса, с периодом  $T=2$  с и начальной фазой, равной нулю. Полная энергия колеблющейся точки  $E=0,1$  мДж. Найдите амплитуду колебаний.

1. 0,08 м
2. 0,055 м
3. **0,045 м**
4. 0,03 м

5. (5 баллов) на каком расстоянии находится колеблющаяся точка от источника колебаний, если смещение точки от положения равновесия равно половине амплитуды для момента  $t=T/3$ ? Длина волны 4 м.

1. 3 м

2. 1,5 м

**3. 1 м**

4. 2 м

**6. (5 баллов)** В сосуде емкостью 50 л находится азот при температуре  $7^\circ\text{C}$ . Вследствие утечки газа давление уменьшилось на 10 кПа при той же температуре. Определить массу газа, вышедшего из сосуда?

1. 510 г

**2. 215 г**

3. 105 г

4. 230 г

**7. (5 баллов)** Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно. Температура нагревателя  $477^\circ\text{C}$ , холодильника  $27^\circ\text{C}$ . Холодильнику передается 288 МДж теплоты в час. Определить мощность установки.

**1. 120 кВт**

2. 100 кВт

3. 60 кВт

4. 150 кВт

**8. (5 баллов)** Сколько электронов содержит заряд пылинки с массой  $10^{-11}$  кг, если она удерживается в равновесии в горизонтально расположенном плоском конденсаторе? Расстояние между обкладками конденсатора 1 см, разность потенциалов на обкладках 100 В.

1. 70000

**2. 62500**

3. 50000

4. 85200

**9. (5 баллов)** Ток короткого замыкания источника равен 20 А. Каков КПД источника при силе тока 6 А?

1) 50%

2) 60%

**3) 70%**

4) 80%

**10. (5 баллов)** Горизонтальный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения. При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении  $8\text{ м/с}^2$ , он переместился на 1 м. Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равно 2 В?

1. 1,5 Тл

**2. 0,5 Тл**

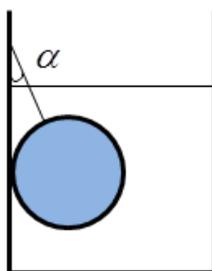
3. 1 Тл

#### 4. 3 Тл

**11. (10 баллов)** Два тела бросают вертикально вверх из одной точки одно вслед за другим с интервалом в 1 секунду с одинаковыми начальными скоростями  $v_0=20$  м/с. Через какое время оба тела встретятся? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Ответ запишите в секундах, округлив до десятых.

**Ответ: 2,5**

**12. (10 баллов)** Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду. Нить образует с вертикалью угол  $\alpha=30^\circ$ . Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца  $\rho=11300 \text{ кг/м}^3$ . Трением шара о стенку пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Ответ представьте в ньютонах, округлив до целого значения.



**Ответ: 42**

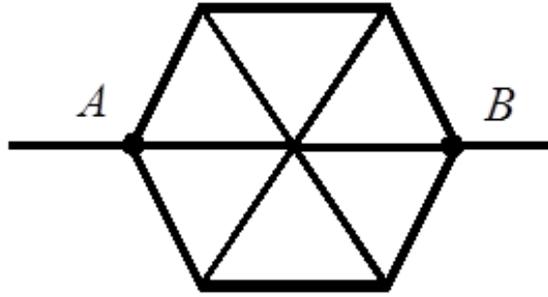
**13. (10 баллов)** Два сосуда объемами 20 и 30 л, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность в сосудах после установления теплового равновесия? Температуру считать постоянной. Ответ запишите в процентах, округлив до целого значения.

**Ответ: 36%.**

**14. (10 баллов)** Четыре одноименных заряда расположены в вершинах квадрата со сторонами  $a$ . Какова будет напряженность поля на расстоянии  $2a$  от центра квадрата на продолжении диагонали? Ответ представить в виде  $x \cdot q / (4\pi\epsilon_0 a^2)$ . В качестве ответа записать величину  $x$ , округлив до сотых.

**Ответ: 1,15**

**15. (10 баллов)** Из отрезков проволоки с одинаковым сопротивлением  $R_0=1 \text{ Ом}$  составлена фигура, изображенная на рисунке. Она включена в цепь точками А и В. Вычислить сопротивление фигуры. Ответ запишите в Омах, в виде десятичной дроби, округлив до десятых.



Ответ: 0,8

## Вариант 2

**1. (5 баллов)** Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1=20+2t-4t^2$  и  $x_2=2+2t+0,5t^2$  (в системе СИ). В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковыми?

1. 1 с
2. 0,5 с
3. 0,235 с
- 4. 0 с**

**2. (5 баллов)** Тело, свободно падающее с некоторой высоты из состояния покоя, первый участок пути проходит за время  $\tau=1$  с, а такой же последний - за время  $1/2 \tau$ . Найдите полное время падения. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

- 1. 1,25 с**
2. 2,5 с
3. 3 с
4. 5,45 с

**3. (5 баллов)** Груз массой 4 кг подвешен к укрепленному в лифте динамометру. Лифт начинает спускаться с верхнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. чему равно ускорение лифта? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$

- 1.  $1 \text{ м/с}^2$**
2.  $2 \text{ м/с}^2$
3.  $0,5 \text{ м/с}^2$
4.  $1,5 \text{ м/с}^2$

**4. (5 баллов)** Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки  $x=5$  см, скорость ее  $v=20$  см/с и ускорение  $a=-80$  см/с<sup>2</sup>. Найдите период колебаний.

1. 3,52 с
2. 1 с
3. 2,7 с
- 4. 1,57 с**

**5. (5 баллов)** Для какого первого момента времени смещение точки от положения равновесия равно  $(2^{0,5})/2$  ее амплитуды? Расстояние колеблющейся точки от источника  $3/8\lambda$ , а период колебаний 2 с.

1. 0,5 с
2. 1,5 с
- 3. 1 с**
4. 2 с

**6.** (5 баллов) В баллоне с емкостью 83 л находится сжатый воздух при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . Какую массу воздуха выпустили из баллона, если давление в нем понизилось на 202,6 кПа. Температуру считать постоянной.

**1. 202 г**

2. 301 г

3. 105 г

4. 237 г

**7.** (5 баллов) Тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя  $127^{\circ}\text{C}$ , температура холодильника  $15^{\circ}\text{C}$ . На сколько надо изменить температуру нагревателя (при неизменной температуре холодильника), чтобы увеличить к. п. д. машины в два раза?

1. 200 К

2. 145 К

3. 390 К

**4. 255 К**

**8.** (5 баллов) Изолированный шарик радиусом 0,04 м заряжен отрицательно до потенциала 400 В. Найти массу электронов, составляющих заряд шарика.

**1.  $10^{-23}$  кг**

2.  $2 \cdot 10^{-23}$  кг

3.  $10^{-25}$  кг

4.  $1,5 \cdot 10^{-23}$  кг

**9.** (5 баллов) Ток короткого замыкания источника равен 15 А. Каков КПД источника при силе тока 6 А?

1. 50%

**2. 60%**

3. 70%

4. 80%

**10.** (5 баллов) Горизонтальный проводник движется равноускорено в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения. При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении  $8 \text{ м/с}^2$ , проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равно 2 В. Какова длина проводника?

1. 1,5 м

2. 2 м

3. 0,5 м

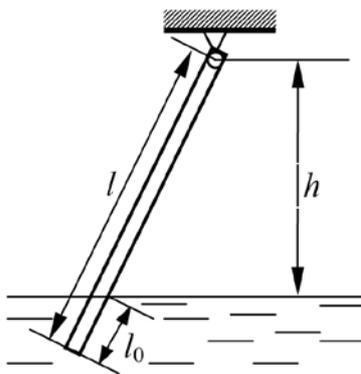
**4. 1 м**

**11.** (10 баллов) Теннисист при подаче запускает мяч с высоты  $h = 2,5$  м над землей. На каком расстоянии от теннисиста мяч ударится о землю, если начальная скорость равна  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  и направлена вверх под углом  $\alpha = 30^{\circ}$  к горизонту?

Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ , сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ представьте в метрах, округлив до десятых.

**Ответ: 38,5 м.**

12. (10 баллов) Тонкая палочка длиной 50 см, сделанная из материала плотностью  $\rho=0,3 \text{ г/см}^3$ , шарнирно подвешена к потолку на высоте  $h$  так, что нижний ее конец погружен в жидкость, плотность которой равна  $\rho_0=1 \text{ г/см}^3$ . Определите длину погруженной части палочки. Ответ представьте в сантиметрах, округлив до десятых.



**Ответ: 8,2**

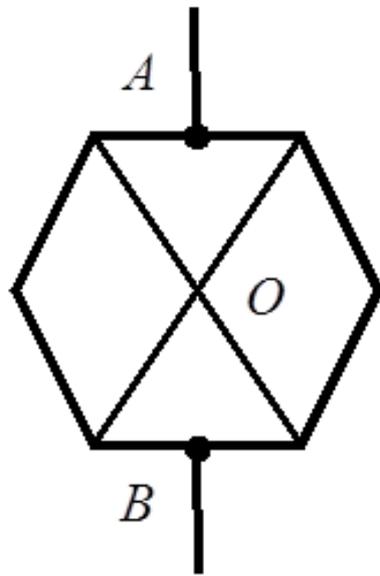
13. (10 баллов) Два сосуда разного объема, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность в сосудах окажется равной 36%. Определите отношение объема второго сосуда к объему первого. Температуру считать постоянной. Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив до десятых.

**Ответ: 1,5.**

14. (10 баллов) Четыре одноименных заряда расположены в вершинах квадрата со сторонами  $a$ . Какова будет напряженность поля на расстоянии  $2a$  от центра квадрата на прямой, проходящей через центр квадрата и параллельной сторонам? Ответ представить в виде  $x \cdot q / (4\pi\epsilon_0 a^2)$ . В качестве ответа записать величину  $x$ , округлив до сотых.

**Ответ: 1,06**

15. (10 баллов) Определить электрическое сопротивление однородного проволочного каркаса в форме правильного шестиугольника с двумя диагоналями, которые в точке  $O$  соединены друг с другом. Напряжение к каркасу подводится в серединах противоположных сторон шестиугольника  $A$  и  $B$ . Сопротивление стороны шестиугольника  $R_0=1 \text{ Ом}$ . Ответ запишите в  $\text{Омах}$ , округлив до целого значения.



Ответ: 1