

**Спецификация конкурсных материалов для проведения *теоретического* этапа
Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный
мегаполис. Потенциал» в номинации «*Инженерный класс*» по направлениям
*Инженерно-техническому и Курчатовские классы***

1. Назначение конкурсных материалов

Материалы *теоретического* этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня *теоретической* подготовки участников Конкурса.

2. Условия проведения

Теоретический этап Конкурса проводится в *очной дистанционной форме*. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. Этап проводится в очном дистанционном формате с использованием технологии прокторинга. Участникам необходимо иметь компьютер (ПК или ноутбук; прохождение диагностики на мобильных устройствах - невозможно) с выходом в Интернет, веб-камерой и микрофоном, а также смартфон (или планшет) со стабильным интернетом и приложением для считывания QR-кодов. Требуется предварительная настройка оборудования:

https://im.mcko.ru/docs/Инструкция_для_участника_конкурса_Интеллектуальный_мегаполис_Потенциал.pdf. Браузер разрешается использовать только для прохождения заданий этапа и процедуры прокторинга.

Дополнительное ПО, разрешенное для прохождения: обычный встроенный калькулятор. Категорически нельзя пользоваться (ведет к отклонению работы): веб-поиском и любыми программными средами, кроме указанного выше.

3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий *теоретического* этапа Конкурса отводится **240** минут. Во время проведения мероприятия участник может выйти из зоны проведения мероприятия не более чем на 5 минут, предупредив *проктора на камеру*. Мероприятие не продлевается на время отсутствия участника.

4. Содержание и структура

Индивидуальный вариант участника включает *10* заданий, базирующихся на содержании *предметов: математика, информатика, физика*.

5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов.

6. Приложения

1. План конкурсных материалов для проведения *теоретического* этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий *теоретического* этапа Конкурса.

План конкурсных материалов для проведения *теоретического* этапа Конкурса

№ задания	Выбор задания для решения	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1		базовый (информатика)	3.3 Построение логического выражения заданной структуры с данной таблицей истинности	Знать: - понятие булевой функции и варианты ее описания; - основные булевы функции. Уметь: - анализировать таблицу истинности функции; - синтезировать логическое выражение по таблице истинности функции.	5
2		повышенный (информатика)	3. Введение в программирование	Знать: - как организовывать данные для эффективной алгоритмической обработки. Уметь: - разрабатывать алгоритмы с использованием базовых алгоритмических конструкций; - тестировать работоспособность программы и интегрировать программные модули; - выбирать и использовать необходимые функции программных средств для решения конкретной задачи; разбивать решение задачи на подзадачи.	7
3		базовый (математика)	2. Модуль «Геометрия» 2.4. Векторы и координаты в пространстве 2.4.2. Уравнение плоскости. Формула расстояния между точками. Уравнение сферы. Формула	Знать: уравнения плоскости, сферы, формулы расстояния между двумя точками; от точки до плоскости; между двумя параллельными плоскостями; угол между прямыми. Уметь: составлять уравнения плоскости и сферы; вычислять расстояния и углы между геометрическими объектами.	5



			расстояния от точки до плоскости. Способы задания прямой уравнениями		
4		базовый (математика)	1.2.7. Системы уравнений, уравнения, неравенства и системы с параметром	Знать свойства модуля числа и необходимые и достаточные условия расположения корней квадратного уравнения.	5
5		повышенный (математика)	1.3.3. Периодические функции. Чётность и нечётность функций. Сложные функции	Знать определения чётной и нечётной функций. Уметь применять свойства функции к решению уравнений	7
6		повышенный (математика)	1.3.4. Тригонометрические функции, их свойства и графики	Знать определения и свойства синуса, косинуса, тангенса и котангенса. Уметь решать простейшие иррациональные уравнения.	7
7	На выбор одно из 7,9	базовый (физика)	2.3 Законы сохранения в механике	Знать: – условия применения законов сохранения импульса и энергии. – выражения для энергии потенциальных сил. – основные принципы работы реактивных двигателей, . Уметь: – ставить и решать динамическую задачу о соударениях твёрдых тел. – решать динамические задачи для незамкнутых систем, подобных реактивному движению. – переводить внесистемные единицы измерения в единицы измерения СИ. – формулировать законы сохранения энергии как для потенциальных, так и для непотенциальных сил.	6
8		повышенный (физика)	2.2. Динамика 2.2.8. Сила упругости. Закон Гука. 4.1. Электростатика	Знать: -Второй закон Ньютона -закон Паскаля -закон Гука -определение плотности жидкости	первый ответ - 5



			4.1.4. Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. 5.1. Механические колебания.	-уравнение свободных гармонических колебаний Уметь: -записывать второй закон Ньютона в векторном виде и в проекциях на координатные оси -записывать уравнение свободных гармонических колебаний -определять собственную частоту и период гармонических колебаний	второй ответ - 4 Сумма - 9
9	На выбор одно из 7,9	базовый (физика)	3.1. Основы МКТ 3.2. Основы термодинамики.	Знать: – закон Авогадро; – определение температуры и понятие теплового равновесия; – закон Менделеева-Клапейрона и Дальтона; – первый закон термодинамики; – цикл Карно и его КПД; – принципы работы ДВС и других тепловых машин. Уметь: – определять количество вещества в молях; – определять условия теплового равновесия; – вычислять температуру и давление; – строить на различных диаграммах траекторию изопроцессов; – рассчитывать работу в изопроцессах; – рассчитывать внутреннюю энергию термодинамической системы; – рассчитывать количество теплоты в изопроцессах; – решать задачи на тепловое равновесие; – рассчитывать КПД циклического процесса.	6
10		повышенный (физика)	2.4 Законы сохранения в механике	Знать: -теорему о изменении кинетической энергии материальной точки -закон сухого трения Уметь: -записывать выражение для определения механической работы материальной точки при прямолинейном движении под действием постоянной силы	9



				-записывать математическую формулировку теоремы о изменении механической энергии -записывать второй закон Ньютона в векторном виде и в проекциях на координатные оси -решать систему уравнений динамики движения материальной точки	
Сумма баллов:					60

Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса**Вариант 1**

1. Булева функция представлена следующей таблицей истинности

$x y z$	F
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	1
0 1 1	0
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	0
1 1 1	1

Среди перечисленных ниже дизъюнктивных представлений определите описание, соответствующее ей. В ответе укажите номер функции.

- 1) $F = \bar{x}\wedge y \vee x\wedge \bar{y}\wedge z \vee x\wedge y\wedge z$
- 2) $F = \bar{x}\wedge y\wedge \bar{z} \vee x\wedge \bar{y}\wedge z$
- 3) $F = \bar{x}\wedge y\wedge \bar{z} \vee x\wedge \bar{y}\wedge z \vee x\wedge y\wedge z$

Ответ: 3

2. В вычислительной системе используется 8-битное представление целых чисел в дополнительном коде.

В оперативной памяти хранятся два 8-битных значения:

$$A = 11110110$$

$$B = 00001101$$

Вычислите значение выражения $A + B$, если числа представлены в дополнительном коде.

Формат ответа: Укажите итоговую сумму в её 8-битном представлении в дополнительном коде.

Ответ: 00000011

3. Определите площадь плоского четырёхугольника ABCD, заданного координатами своих вершин $A(2; -3; 6)$, $B(-4; 5; 6)$, $C(-1; 1; 1)$, $D(2; -3; 1)$. В ответе укажите номер.

- 1) 37,5 2) 12,5 3) 50 4) 25

Ответ: 1

4. Укажите значение параметра p , при котором корнем уравнения

$$(p^2 - 3p + 2) \cdot x + (p^2 - 4p + 3) = 0$$

является любое действительное число x .

Ответ: 1



5. Найдите сумму корней уравнения $(x^3 - 4x)^3 + \sin(x) = 0$

Ответ: 0

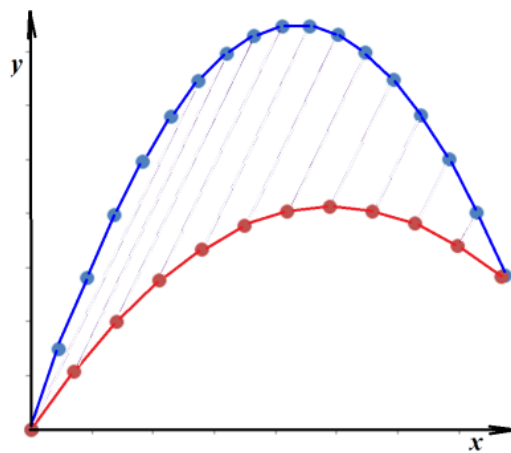
6. Найдите наименьшее значение функции:

$$f(x) = -9 \cdot \sin^2 x + 6 \cdot \cos x + 11$$

Ответ: 1

7. После выстрела из лука под углом 60° к горизонту через $t_0 = 1,5$ сек с той же скоростью был произведён ещё один выстрел. Первая стрела была подстрелена второй стрелой через $t = 2,75$ сек после 2^{го} выстрела. Найти угол к горизонту, под которым была выпущена вторая стрела. Ответ представить в градусах, округлив до десятых. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

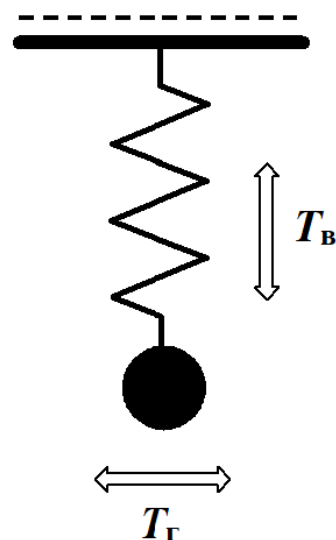
Ответ: 39,4



8. На уроке физики школьники выполняли лабораторную работу «Определение периода малых колебаний пружинного маятника». В ходе выполнения работы они обратили внимание на то, что период вертикальных колебаний такого маятника T_v отличается в 2 раза от периода колебаний в горизонтальном направлении T_g . При этом длина ненагруженной пружины составляет $L_0 = 9$ см, а верхний конец пружины закреплён так, что она может свободно качаться в плоскости рисунка. Для данных условий определить:

1) удлинение пружины ΔL в состоянии покоя (ответ указать в сантиметрах и округлить до целых);

2) период колебаний в горизонтальном направлении (ответ указать в секундах и округлить до десятых).



При решении задачи считать пружину невесомой, а закреплённый на ней груз точечной массой. Ускорение свободного падения в расчётах принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: $\Delta L = 3$ см, $T_g = 0,7$ с.

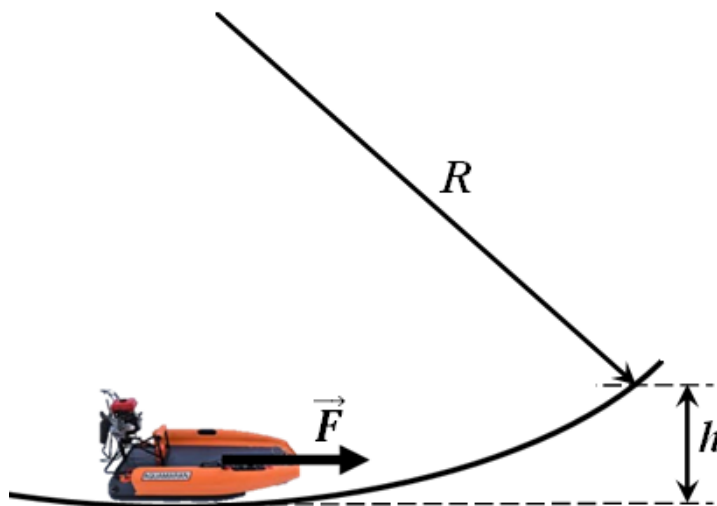
9. Какой максимальный груз может поднять аэростат, в который закачали 25 кг водорода? Масса корзины и ткани вместе составляет 200 кг. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ дать в кг, округлить до



десятих. Считать, что давление внутри шара равно атмосферному, которое можно принять равным 10^5 Па. Считать, что эффективная молярная масса воздуха равна $0,029$ кг/моль. Температура воздуха на поверхности $T = 300^\circ\text{K}$.

Ответ: 137,5

10. Гладкая и скользкая поверхность горизонтально расположенного ледяного жёлоба имеет радиус кривизны $R = 100$ м. В нижней точке жёлоба, поперёк его оси, установили аэросани массой $M = 200$ кг. Затем включили двигатель аэросаней, создаёт постоянную тягу равную $F = 250$ Н. Определите на какую максимальную высоту h смогут въехать аэросани по боковой стенке жёлоба. Ускорение свободного падения в расчётах принять равным $g = 10$ м/с², высоту подъёма считать много меньшей радиуса жёлоба. Ответ укажите в метрах, округлив до десятых.



Ответ: 3,1



Вариант 2

1. Булева функция представлена следующей таблицей истинности

$x y z$	F
0 0 0	1
0 0 1	1
0 1 0	0
0 1 1	1
1 0 0	1
1 0 1	0
1 1 0	1
1 1 1	0

Среди перечисленных ниже конъюнктивных представлений определите описание, соответствующее ей. В ответе укажите номер функции.

- 1) $F = (x \vee \bar{y} \vee z) \wedge (\bar{x} \vee y) \wedge (\bar{x} \vee \bar{y} \vee \bar{z})$
- 2) $F = (x \vee \bar{y} \vee z) \wedge (\bar{x} \vee y \vee \bar{z})$
- 3) $F = (x \vee \bar{y} \vee z) \wedge (\bar{x} \vee y \vee \bar{z}) \wedge (\bar{x} \vee \bar{y} \vee \bar{z})$

Ответ: 3

2. В вычислительной системе используется 16-битное целочисленное представление в дополнительном коде.

В регистре хранится значение:

1111111110011100

- 1) Определите, какое десятичное число закодировано.
- 2) Прибавьте к этому числу десятичное значение 300.
- 3) Представьте результат в 16-битном дополнительном коде.

Формат ответа:

– Результат в 16-битном дополнительном коде: ...

Ответ: 0000000011001000

3. Уравнение плоскости симметрии двух параллельных плоскостей

$$\alpha: 4x + 2y + 2z - 6 = 0,$$

$$\beta: 4x + 2y + 2z - 3 = 0$$

имеет вид

- 1) $8x + 4y + 4z - 9 = 0$
- 2) $4x + 2y + 2z - 9 = 0$
- 3) $8x + 4y + 4z + 9 = 0$
- 4) $4x + 2y + 2z + 9 = 0$

В ответе укажите номер.

Ответ: 1

4. Укажите значение параметра p , при котором корнем уравнения

$$(p^2 - 5p + 6) \cdot x + (p^2 - 6p + 8) = 0$$

является любое действительное число x .



Ответ: 2

5. Найдите сумму корней уравнения $\operatorname{tg}(\cos(x)) - x^4 = 0$

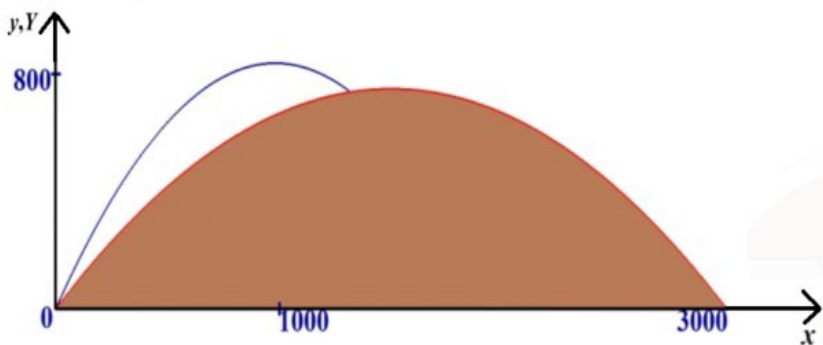
Ответ: 0

6. Найдите наименьшее значение функции:

$$f(x) = -9 \cdot \cos^2 x + 12 \cdot \sin x + 15$$

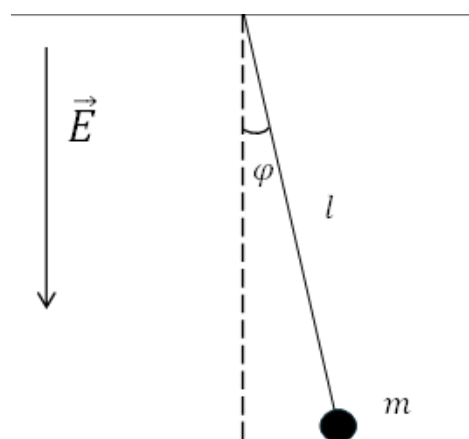
Ответ: 2

7. Катапульта стоит у подножия горы параболической формы, описываемой формулой $Y = x - x^2/L$, где $L = 3000$ м. Найти координату точки горы, в которую попадёт снаряд, выпущенный под углом 60° к горизонту. На рисунке ниже приведены графики поверхности горы $Y(x)$ и траектории снаряда $y(x)$. Скорость снаряда при вылете его из катапульты $V = 150$ м/с. Считать, что $g = 10$ м/с². В ответе дать высоту точки попадания, выраженную в метрах. Округлить до целых.



Ответ: 739

8. Небольшой грузик массой $m = 10$ г подвесили на длинной, невесомой и нерастяжимой нити длиной $l = 25$ см и отклонили на небольшой угол φ от положения равновесия. После чего он стал совершать малые колебания в поле силы тяжести. Затем грузик остановили и сообщили ему некоторый заряд q . После чего всю систему поместили в однородное электрическое поле напряжённостью $E = 3$ кВ/м, силовые линии которого направлены как показано на рисунке. И снова отклонили, как в предыдущем случае на малый угол φ , при этом период колебаний уже составил $T_2 = 0,5$ с. Определите период колебаний грузика T_1 (с) до включения поля и заряд q (мкКл), который был сообщен шариком во втором случае. Ускорение свободного падения в расчётах принять равным $g = 10$ м/с², ответы округлите до целых чисел.



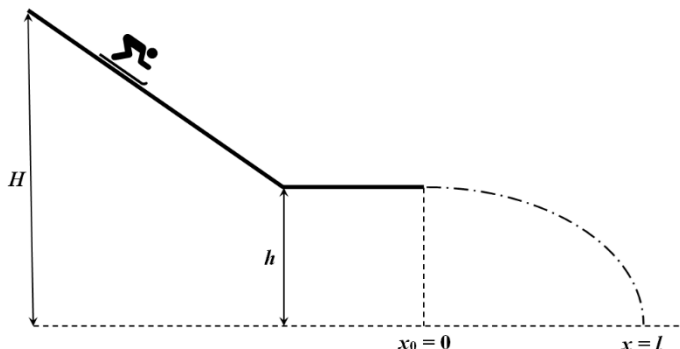
Ответ: $T_1 = 1$ с, $q = 98$ мкКл.



9. В аэростат закачали 25 кг водорода. На высоте 30 км, где давление равно 1,1 кПа, а температура 230 К аэростат принял шарообразную форму. Найти радиус этого шара. Ответ дать в метрах, округлить до десятых. Считать, что давление внутри шара равно атмосферному. Считать также, что эффективная молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль, а водорода 0,002 кг/моль. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

Ответ: 17,3

10. Невысокая гладкая горка, высотой H заканчивается горизонтальным трамплином, высоту h которого можно менять. С вершины горки, без начальной скорости, съезжает лыжник, а затем он, оторвавшись от трамплина, приземляется на расстоянии l от основания трамплина. Определите, сколько процентов от высоты горки H должна составлять высота трамплина h , чтобы дальность полёта лыжника l была максимальной. Ответ округлить до целых.



Ответ: 50



Вариант 3

1. Булева функция представлена следующей таблицей истинности

$x y z$	F
0 0 0	1
0 0 1	1
0 1 0	1
0 1 1	1
1 0 0	1
1 0 1	1
1 1 0	0
1 1 1	0

Среди перечисленных ниже представлений определите описание, соответствующее ей. В ответе укажите номер функции.

- 1) $F = (x \rightarrow y) \vee x \wedge z$
- 2) $F = x \rightarrow (y \vee z)$
- 3) $F = x \wedge y \rightarrow (\bar{x} \vee \bar{y})$

Ответ: 3

2. В системе используется 8-битное представление целых чисел в дополнительном коде, диапазон представимых значений: от -128 до 127 .

В регистры записаны два числа:

$$A = 01101101$$

$$B = 01111100$$

Вычислите $A + B$ в 8-битной системе.

Формат ответа:

– Результат сложения в десятичной форме: ...

Ответ: -23

3. Даны уравнения двух сфер:

$$(x + 7)^2 + (y + 2)^2 + (z - 4)^2 = 1 \text{ и } (x - 1)^2 + (y - 2)^2 + (z - 3)^2 = 1.$$

Требуется выбрать из предложенных ниже четырех сфер

- 1) $(x + 3)^2 + y^2 + (z - 3,5)^2 = 12,25$
- 2) $(x - 3)^2 + y^2 + (z + 3,5)^2 = 49$
- 3) $(x + 4)^2 + (y + 2)^2 + (z - 0,5)^2 = 20,25$
- 4) $(x - 4)^2 + (y - 2)^2 + (z + 0,5)^2 = 81$

ту, центр которой лежит на прямой, соединяющей центры двух данных сфер, и, которая касается обеих данных сфер. Запишите в ответе порядковый номер соответствующего уравнения.

Ответ: 1

4. Укажите значение параметра p , при котором корнем уравнения

$$(p^2 - 4p + 3) \cdot x + (p^2 - 5p + 6) = 0$$

является любое действительное число x .

Ответ: 3



5. Найдите сумму корней уравнения $\operatorname{ctg}(|x|) - x^6 = 0$.

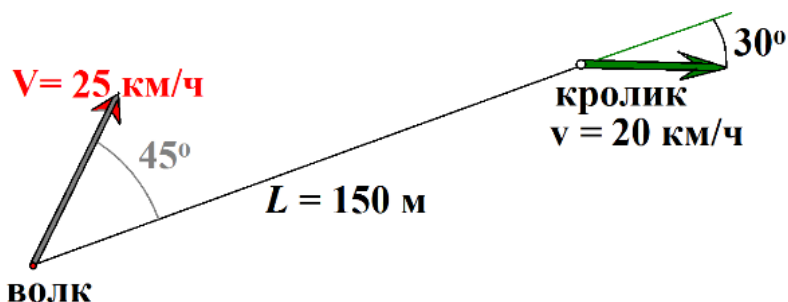
Ответ: 0

6. Найдите наименьшее значение функции:

$$f(x) = -16 \cdot \sin^2 x + 8 \cdot \cos x + 20$$

Ответ: 3

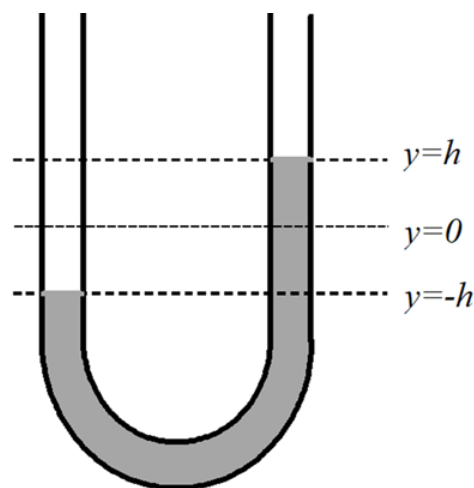
7. Пожилой волк гонится за пожилым кроликом. Скорость кролика 20 км/час, волка 25 км/час. Начальное расстояние между волком и кроликом 150 м. Оба сильно косят, поэтому бегут не по прямой. Скорость кролика всегда направлена под углом 30° направо от линии, соединяющей волка и кролика. Волк, наоборот, имеет скорость под углом 45° налево от этой линии. Найдите длительность предстоящей погони. Ответ выразить в минутах, округлить до целых.



В данный момент соединяющей волна и кролика. Волк, наоборот, имеет скорость под углом 45° налево от этой линии. Найдите длительность предстоящей погони. Ответ выразить в минутах, округлить до целых.

Ответ: 25

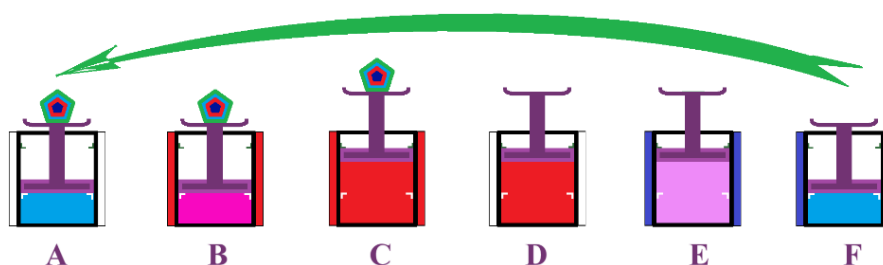
8. U-образная трубка, площадь поперечного сечения которой равна $S = 1 \text{ см}^2$, заполнена несжимаемой жидкостью плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, при этом сумма высот прямых участков трубки и дуги, заполненных жидкостью равна $L = 1 \text{ м}$, а концы трубки открыты. В результате внешнего кратковременного воздействия жидкость в трубке была выведена из равновесия, при этом перепад высот в концах трубки составил $2h = 1,5 \text{ см}$. Определите величину возникшей при этом возвращающей силы F_v и период T малых колебаний жидкости в трубке. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$, смачиванием жидкостью стенок трубки пренебречь. Ответ укажите в мН и секундах соответственно, округлив до десятых.



Ответ: $F_v = 0,15 \text{ мН}$, $T = 1,4 \text{ с}$.



9. Тепловая машина состоит из цилиндра и внешней коаксиальной ёмкости, в которую может заливаться вода. Внутри цилиндра свободно движется поршень



между нижним (на высоте 40 см) и верхним (на высоте 45 см) ограничителями. Поршень соединён с верхней платформой, на которую ставится груз. Груз в данном цикле одинаковый и весит 20 Н. Происходят следующие процессы:

(А): В начальном положении поршень находится в нижнем положении. На платформе стоит груз.

(В): На платформу ставится груз, а в сопряжённую ёмкость наливается горячая вода при 100°C и давление под поршнем увеличивается.

(С): Когда давление становится достаточно большим, поршень приходит в движение и достигает верхнего положения.

(D): Груз снимается, а горячая вода сливается.

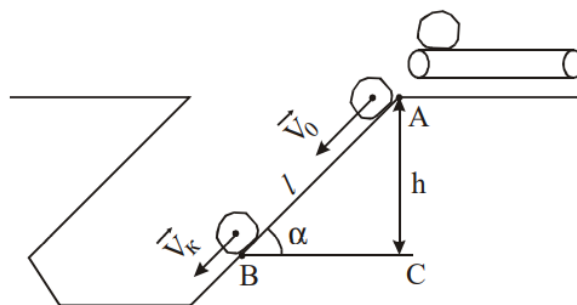
(E): В ёмкость наливается холодная вода при температуре 0°C .

(F): Как только это становится возможным, поршень опускается до нижнего положения. Затем на платформу ставится новый груз, вода сливается и получается состояние (А) нового цикла.

Требуется найти полезную работу за цикл. Ответ дать в Дж, округлить до целых.

Ответ: 1

10. Определить угол α наклона рудопуска с деревянным покрытием высотой $h = 50$ м, если скорость движения скользящих по покрытию кусков руды уменьшается от $V_0 = 3$ м/с до $V_k = 1$ м/с. Коэффициент трения руды по дереву $\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$, ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с². Ответ укажите в градусах, округлив до десятых.



Ответ: 29,8