



Спецификация конкурсных материалов для проведения *теоретического* этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс» по направлениям *Инженерно-техническое 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 *120* 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; - понятие совершенной нормальной формы 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: -анализировать техническую документацию по использованию программного средства. 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)	2.4.6 Уравнение плоскости. Уравнение сферы в пространстве. Формула расстояния между точками в пространстве.	Знать уравнения плоскости, сферы, прямой; формулы расстояния между двумя точками; от точки до плоскости; между двумя параллельными плоскостями; угол между прямыми.	5



				Уметь составлять уравнения плоскости, сферы и прямой; вычислять расстояния и углы между геометрическими объектами.	
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)	1.1.4 Основная теорема арифметики. Остатки и сравнения. Алгоритм Евклида. Китайская теорема об остатках. Малая теорема Ферма. q -ичные системы счисления. Функция Эйлера, число и сумма делителей натурального числа	Знать формулировки основной теоремы арифметики; китайской теоремы об остатках; малой теоремы Ферма; сравнения чисел по модулю и их свойства. Уметь сравнивать числа по модулю, вычислять значение функции Эйлера; применять теоремы Эйлера, Ферма, китайскую теорему для решения задач.	7
6		повышенный (математика)	1.1.7. Обратные тригонометрические функции	Знать определения и свойства арксинуса, арккосинуса, арктангенса и арккотангенса. Уметь решать простейшие иррациональные уравнения.	7
7		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.	5



				<ul style="list-style-type: none">– переводить внесистемные единицы измерения в единицы измерения СИ.– формулировать законы сохранения энергии как для потенциальных, так и для непотенциальных сил.	
8		повышенный (физика)	2.2. Динамика 2.2.8. Сила упругости. Закон Гука. 5.1. Механические колебания.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none">-Второй закон Ньютона-закон Паскаля-закон Гука-определение плотности жидкости-уравнение свободных гармонических колебаний <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none">-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	7
9		базовый (физика, задача- замена)	3.1. Основы МКТ 3.2. Основы термодинамики.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none">– закон Авогадро;– закон равнораспределения энергии по степеням свободы;– определение температуры и понятие теплового равновесия;– закон Менделеева-Клапейрона и Дальтона;– первый закон термодинамики;– внутреннюю энергию одноатомного, двухатомного и многоатомного идеального газа;– цикл Карно и его КПД;– принципы работы ДВС и других тепловых машин;– принцип работы холодильника и теплового насоса. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none">– определять количество вещества в молях;	5



				<ul style="list-style-type: none">– определять условия теплового равновесия;– вычислять температуру и давление;– строить на различных диаграммах траекторию изопроецессов;– рассчитывать работу в изопроецессах;– рассчитывать внутреннюю энергию термодинамической системы;– рассчитывать количество теплоты в изопроецессах;– решать задачи на тепловое равновесие;– рассчитывать КПД циклического проецесса.	
10		повышенный (физика)	2.4 Законы сохранения в механике	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">-теорему о изменении кинетической энергии материальной точки-закон сухого трения <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">-записывать выражение для определения механической работы материальной точки при прямолинейном движении под действием постоянной силы-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	7
Сумма баллов:					60



Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса

Состав задания 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) $F = \bar{x}\lambda y \vee x\lambda\bar{y}\lambda z \vee x\lambda y\lambda z$
- 2) $F = \bar{x}\lambda y\lambda\bar{z} \vee x\lambda\bar{y}\lambda z$
- 3) $F = \bar{x}\lambda y\lambda\bar{z} \vee x\lambda\bar{y}\lambda z \vee x\lambda y\lambda z$

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. Найдите сумму всех значений параметра p , при которых уравнение $(p + 3)x^2 + 4px + 1 = 0$ имеет единственный действительный корень.

Ответ: -2,75.

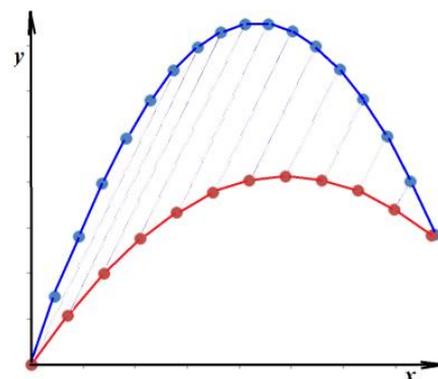
5. Чему равен остаток от деления числа $16^{2025} - 4^{2024} \cdot 9^{2023}$ на число 5?

Ответ: 2.

6. Найдите наибольшее решение неравенства: $x \cdot \cos(\operatorname{arctg} x) \leq \frac{3}{\sqrt{10}}$

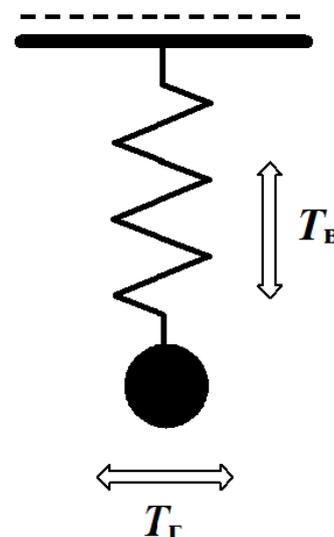
Ответ: 3.

7. После выстрела из лука под 60° к горизонту через 1,5 секунды с той же скоростью был произведён ещё один выстрел. Угол, под которым был произведён 2-й выстрел, неизвестен. Первая стрела была пробита второй стрелой через 2,75 секунды после второго выстрела. Найти начальную скорость стрел. В ответе представить скорость в м/с, округлив до десятых. На рисунке точками показываются положения стрел через каждые $\frac{1}{4}$ секунды. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.



Ответ: 27,1.

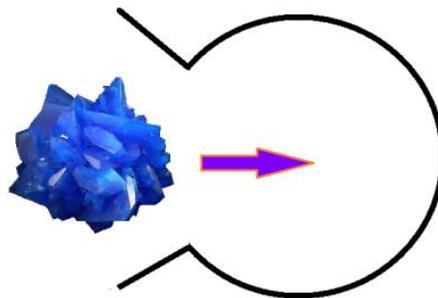
8. На уроке физики школьники выполняли лабораторную работу «Определение периода малых колебаний пружинного маятника». В ходе выполнения работы они обратили внимание на то, что период вертикальных колебаний такого маятника T_v отличается в 2 раза от периода колебаний в горизонтальном направлении T_g . Определите удлинение пружины ΔL в состоянии покоя, если длина ненагруженной пружины $L_0 = 9 \text{ см}$, а верхний конец пружины закреплён так, что она может свободно качаться в плоскости рисунка. При решении задачи считать пружину невесомой, а закреплённый на ней груз точечной массой. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ указать в сантиметрах, округлив до целых.



Ответ: 3.

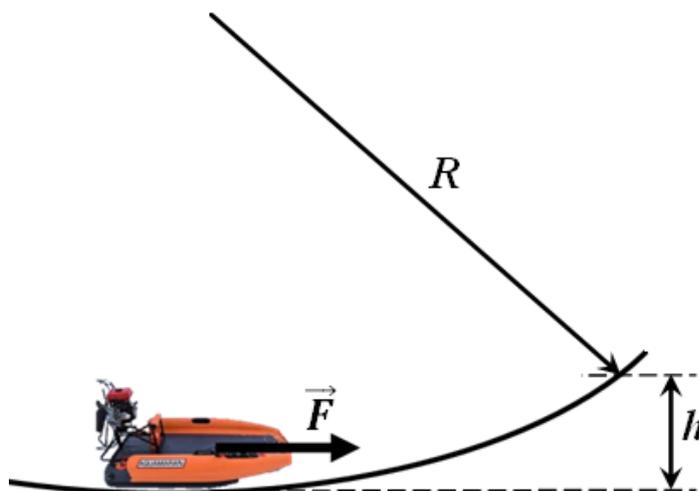


9. В космический корабль, потерявший воздух, стреляют куском твёрдого кислорода при температуре -273°C со скоростью $v = 640$ м/с. Кислород попадает внутрь, после чего дверцы плотно закрываются. Найти температуру кислорода после ударного испарения. Теплоёмкостью корпуса и внутренней энергией твёрдого кислорода пренебречь. Ответ представить в градусах Цельсия, округлить до десятых. Считать, что молярная теплоёмкость газообразного кислорода (при постоянном объёме) равна $\frac{5}{2}R$, где $R = 8,31$ Дж/(моль*град).



Ответ: 42,3.

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, вращающийся винт которого, 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) $F = (xv\bar{y}vz) \wedge (\bar{x}vy) \wedge (\bar{x}v\bar{y}v\bar{z})$
- 2) $F = (xv\bar{y}vz) \wedge (\bar{x}vyv\bar{z})$
- 3) $F = (xv\bar{y}vz) \wedge (\bar{x}vyv\bar{z}) \wedge (\bar{x}v\bar{y}v\bar{z})$

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. При каком наибольшем целом отрицательном значении параметра p один из корней уравнения $(p - 5)x^2 + (p^3 - 4p + 1)x - p^3 - p = 0$ больше числа p , а другой меньше числа p ?

Ответ: -4.

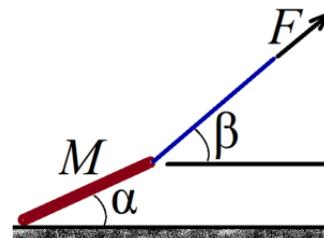
5. Запишите две последние цифры числа 7^{2026}

Ответ: 49.

6. Решите уравнение: $\sin(\arctg x) = \frac{2}{\sqrt{5}}$

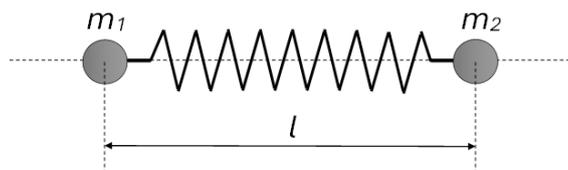
Ответ: $x = 2$.

7. Однородную твёрдую тонкую палку длины $L = 1$ м и массы $M = 2$ кг тянут с постоянной скоростью с помощью нерастяжимой гибкой невесомой верёвки. Угол между палкой и полом равен $\alpha = 15^\circ$. Угол между верёвкой и горизонталью равен $\beta = 75^\circ$. Найти коэффициент трения скольжения между палкой и полом. Результат округлить до сотых. Принять $g = 10$ м/с².



Ответ: 0,31.

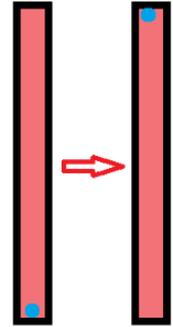
8. Два небольших тела с массами $m_1 = 10$ г и $m_2 = 20$ г соединили невесомой пружиной длиной l и коэффициентом жёсткости $k = 6,58$ Н/м. Затем всю систему расположили на гладкой горизонтальной поверхности, по которой тела могут двигаться без трения. Тела сдвигают друг к другу в продольном направлении и отпускают. Определите период малых колебаний T такой системы. При решении задачи принять, что центр масс системы не смещается. Ответ укажите в секундах, округлив до десятых.



Ответ: 0,2.

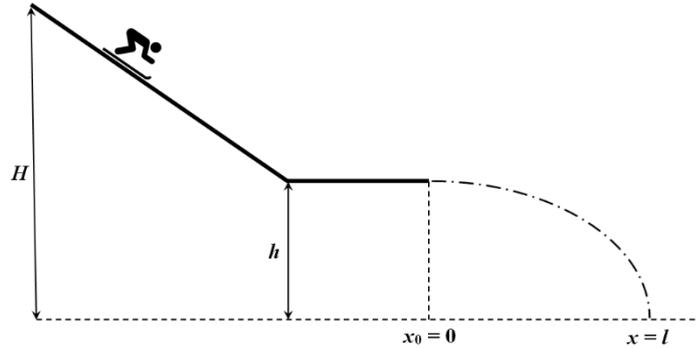


9. Пузырёк воздуха малого размера медленно поднимается от дна до верха запаянного сосуда высотой 2 м. Температура при этом не меняется. На сколько изменится давление в сосуде на уровне дна? В сосуде несжимаемая идеальная жидкость плотности 3 г/см^3 . Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ дать в килопаскалях, округлить до целых.



Ответ: 60.

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. Три сферы, центры которых лежат на одной прямой, касаются друг друга внешним образом. Уравнения двух сфер имеют вид

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

Укажите уравнение третьей сферы. В ответе укажите номер.

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) $(x - 4)^2 + (y - 2)^2 + (z + 0,5)^2 = 81$

Ответ: 1.



4. При каком значении параметра p уравнение $(p - 2) \cdot x^2 - (p + 2) \cdot |x| + p^2 + 2p - 3 = 0$ имеет ровно три различных действительных корня.

Ответ: -3.

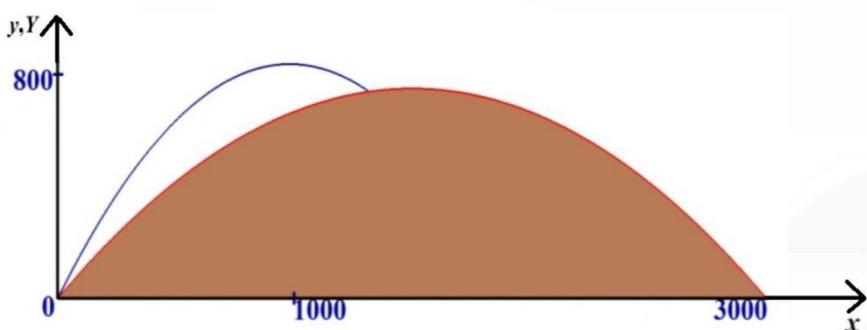
5. Запишите наименьшее натуральное число, дающее при делении на 3, 10, 13 остатки 2, 5, 7 соответственно.

Ответ: 215.

6. Найдите наибольший корень уравнения: $x \cdot \operatorname{tg}(\arcsin x) = \frac{16}{15}$.

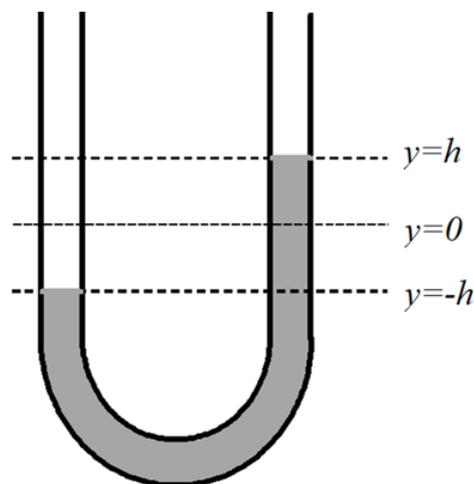
Ответ: 0,8.

7. Катапульта стоит у подножия горы параболической формы, описываемой формулой $Y = x - x^2/L$, где $L = 3000$ м. Под каким углом к горизонту необходимо стрелять, чтобы попасть в наиболее высокую точку горы? На рисунке 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. Ответ представить в градусах, округлить до целых.



Ответ: 60.

8. U-образная трубка заполнена несжимаемой жидкостью, при этом сумма высот прямых участков трубки и дуги, заполненных жидкостью равна $L = 1$ м, а концы трубки открыты. В результате внешнего кратковременного воздействия жидкость в трубке была выведена из равновесия. Определите период T малых колебаний жидкости в трубке. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с², смачиванием жидкостью стенок трубки пренебречь. Ответ округлить до десятых.



Ответ: 1,4.

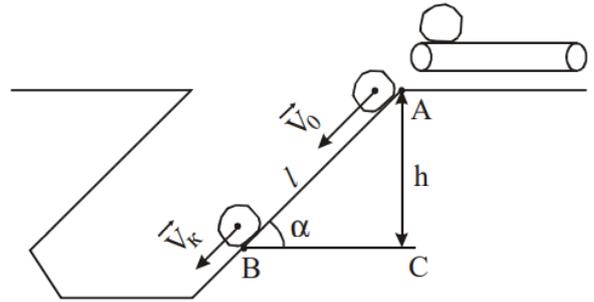


9. Молярная теплоёмкость азота линейно зависит от температуры от $C_{V1} = 21,637$ [Дж/(моль·К)] при $T_1=300^\circ\text{C}$ до $C_{V2} = 24,225$ при $T_2=700^\circ\text{C}$. Найти теплоту, переданную газу при изобарическом нагреве 1 моля от T_1 до T_2 . Ответ дать в кДж, округлить до десятых.

Под теплоёмкостью тела $C(T)$ в случае её зависимости от температуры можно понимать количество теплоты, необходимое для нагрева тела на один градус начиная от данной температуры T до температуры $T+1$.

Ответ: 12,5.

10. Определить угол α наклона рудоспуска 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.