

OLIMPIADA LA FIZICĂ
etapa republicană, 31/03/2024, Clasa 11

Etapa Experimentală

Timp de lucru: 180 minute

Mult succes!

Materiale: Vas cu apă fierbinte, termometru bară, cronometru, seringă, tub transparent subțire, riglă, tavă din plastic, termometru de cameră, o piuliță-greutate, un șurub.

Precauții: în această lucrare veți avea vase cu apă fierbinte, vas / utilaj din sticlă, obiecte cu margine ascuțită, etc. Trebuie să aveți grijă să nu vă frigeți, răniți, să stricați termometrul sau alte utilaje! În plus, veți fi atenți să nu udați foile de răspunsuri sau alte corpuri.

Partea I

Răcirea unui corp este un fenomen influențat de învelișul (termoizolant), aria suprafeței de contact cu mediul S , diferența dintre temperatura corpului și cea a mediului ($T - T_e$), dar și de durata τ a procesului. Astfel cantitatea de căldură cedată mediului de un corp care se răcește într-un vas este:

$$Q = KS(T - T_e)\tau \quad (1)$$

unde K este coeficientul de transfer termic global.

Ținând cont de cantitatea de căldură cedată de un corp și formula (1), arătați că temperatura T a apei care se răcește este:

$$T = T_e - (T_e - T_0)e^{-\frac{KS}{cm}\tau} \quad (2)$$

unde T_0 este temperatura inițială a apei în calorimetru, $c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$ căldura specifică a apei, $m = \rho V$ masa apei, iar $\rho = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ este densitatea apei.

În această probă va trebui să măsurați temperatura apei din calorimetru, și să construiți graficul acesteia apoi să determinați coeficientul de transfer termic global.

Partea II

Această parte trebuie executată concomitent cu parte I. La încălzirea unui gaz acesta își mărește volumul, respectiv la răcirea gazului volumul acestuia se micșorează. Această proprietate poate fi folosită la confecționarea unui termometru. În partea a doua, veți urmări procesul de răcire a gazului dintr-un vas care se află în apă fierbinte. Veți măsura modificarea volumului gazului și veți obține o relație pentru temperatura gazului și volumul său în funcție de timp.

Dacă o seringă care conține un volum V_0 de aer, este racordat la un tub cu aria secțiunii transversale interioare S_0 și lungimea l este introdusă în paharul cu apă fierbinte, după realizarea echilibrului termic, la răcirea firească a aerului din pahar, o picătură de lichid introdusă la capătul liber al tubului, se va mișca spre seringă. Fie x este poziția acesteia de la capătul liber al tubului, iar T_0 și T_e sunt temperaturile inițială a apei și cea a mediului exterior. Considerând tubul menținut la temperatura mediului exterior, mișcarea picăturii doar pe o porțiune orizontală și rectilinie, obțineți relația dintre temperatura T a aerului din seringă și poziția x picăturii de lichid în tub.

Arătați în ce condiții această relație poate fi considerată liniară

$$T = A + Bx \quad (3)$$

și determinați coeficienții acestei dependențe.

Notă: Dacă variația relativă a unei mărimi este proporțională variației absolute a altei mărimi, dependența primei față de a doua este exponențială.

Ar putea fi utilă relația: $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, $x \ll 1$

OLIMPIADA LA FIZICĂ
etapa republicană, 31/03/2024, Clasa 11

Etapa Experimentală

Timp de lucru: 180 minute

Mult succes!

Материалы: сосуд с горячей водой, термометр, секундомер, большой шприц, маленький шприц, тонкая прозрачная трубка, линейка, пластиковый поднос, секундомер, гайка, шуруп.

Меры предосторожности: в этой работе у вас будет сосуд с горячей водой, стеклянная емкость/машина, предметы с острыми краями и т.д. Будьте осторожны, чтобы не обжечься, не пораниться, не повредить термометр или другие материалы! Кроме того, следите за тем, чтобы не намочить листы ответов и другие принадлежности.

Часть I

Охлаждение тела - это явление, на которое влияют (теплоизолирующее) оболочка, площадь поверхности контакта со средой S , разность температур тела и среды ($T - T_e$), а также продолжительность τ процесса. Таким образом, количество теплоты, отдаваемое среде телом, охлаждающимся в сосуде, равно:

$$Q = KS(T - T_e)\tau \quad (1)$$

где K - общий коэффициент теплопередачи.

Учитывая количество теплоты, отдаваемое телом, и формулу (1), покажите, что температура T охлаждающей воды равна:

$$T = T_e - (T_0 - T_e)e^{-\frac{KS}{cm}\tau} \quad (2)$$

где T_0 - начальная температура воды в калориметре, $c=4,2$ кДж/(кг К) - удельная теплота воды, $m = \rho V$ - масса воды, а $\rho = 1,0$ г/см³ - плотность воды.

В этом примере вам нужно измерить температуру воды в сосуде, а затем определить общий коэффициент теплопередачи.

Часть II

Эта часть должна выполняться одновременно с частью I. Когда газ нагревается, он увеличивается в объеме, а когда охлаждается, его объем уменьшается. Это свойство можно использовать для изготовления термометра. В части 2 вы проследите за процессом охлаждения газа в сосуде, находящемся в горячей воде. Вы будете измерять изменение объема газа и получите зависимость температуры газа и его объема от времени.

Если шприц, содержащий объем V_0 воздуха, соединить с трубкой с внутренней площадью поперечного сечения S_0 и длиной l , ввести в стакан с горячей водой, то после достижения теплового равновесия, когда воздух в стакане охладится естественным образом, капля жидкости, введенная на свободном конце трубки, будет двигаться к шприцу. Пусть x - ее положение на свободном конце трубки, а T_0 и T_e - начальные температуры воды и внешней среды. Предполагая, что трубка поддерживается при температуре внешней среды, а движение капли только горизонтальное и прямолинейное, получите зависимость между температурой T воздуха в шприце и положением x капли жидкости в трубке.

Покажите, при каких условиях эту зависимость можно считать линейной

$$T = A + Bx \quad (3)$$

и определите коэффициенты этой зависимости.

Примечание: Если относительная вариация одной величины пропорциональна абсолютной вариации другой величины, то зависимость первой величины от второй является экспоненциальной.

Может быть полезно использовать формулу: $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, $x \ll 1$

Modul de lucru

1. Măsurăți dimensiunile paharului și introduceți datele în tabel. Determinați aria laterală exterioară a paharului S .
2. Măsurăți lungimea l a tubului. Folosiți lipici pentru a obține o porțiune de tub de circa 20-30 cm orizontală rectilinie la marginea tăvii.
3. Pregătiți seringă mică, aspirând un volum V_0 de aer de circa 10 mL. Fixați piulița la capătul capătului seringi, fixați, dacă este cazul pistonul cu șurubul (fără a perfora seringă!). Racordați seringă la tub și introduceți atent seringă în paharul pus pe tavă. Introduceți termometrul în pahar. Măsurăți temperatura mediului exterior T_e . Această valoare se va considera constantă pe parcursul experimentului.
4. Solicitați să vă fie livrată apa fierbinte. Așteptați puțin să se realizeze echilibrul termic, introduceți o picătură de apă în capătul deschis al tubului. Cu un creion subțire marcați poziția inițială a picăturii, apoi porniți cronometrul și măsurăți temperatura și poziția picăturii la anumite intervale de timp, timp de cel puțin o ora! Introduceți datele în tabel. Executați, cel puțin 13 măsurări
5. Scoateți cu ajutorul seringii mari apa din pahar și măsurăți volumul V al acesteia.
6. Cu ajutorul seringii mici aspirați puțină apă, apoi umpleți complet o porțiune L al acestuia și determinați aria secțiunii transversale interioare a tubului S_0 .
7. Construiți graficul evoluției temperaturii de timp $T(t)$.
8. Modificați ecuația 2 pentru a obține o dependență liniară.
9. Completați tabelul cu mărimile necesare și construiți un grafic liniar.
10. Determinați coeficientul de transfer termic global din graficul de la pasul precedent și determinați eroarea acestuia din grafic.
11. Construiți graficul dependenței temperaturii de poziția picăturii $T(x)$. Verificați dacă dependența este liniară și determinați dacă este cazul, coeficienții acestei dependențe

Ход работы

1. Измерьте размеры стакана и внесите данные в таблицу. Определите внешнюю боковую площадь стакана S .
2. Измерьте длину l трубки. С помощью скотча приклейте отрезок трубки длиной около 20-30 см горизонтально прямо к краю подноса.
3. Подготовьте маленький шприц, набрав объем воздуха V_0 около 10 мл. Прикрепите гайку к концу шприца, при необходимости зафиксируйте поршень винтом (не прокалывая шприц!). Подсоедините шприц к трубке и осторожно вставьте шприц в стакан, установленный на подносе. Вставьте термометр в стакан. Измерьте температуру наружного воздуха T_e . Это значение будет считаться постоянным на протяжении всего эксперимента.
4. Попросите подать горячую воду. Подождите некоторое время для достижения теплового равновесия, введите каплю воды в открытый конец трубки. Тонким карандашом отметьте начальное положение капли, затем запустите секундомер и измеряйте температуру и положение капли как минимум один час! Запишите полученные данные в таблицу. Проведите не менее 13 измерений
5. С помощью большого шприца наберите воду из стакана и измерьте ее объем V .
6. С помощью маленького шприца наберите немного воды, затем полностью заполните ею часть L и определите внутреннюю площадь поперечного сечения трубки S_0 .
7. Постройте график изменения температуры во времени $T(t)$.
8. Модифицируйте уравнение 2, чтобы получить линейную зависимость.
9. Заполните таблицу необходимыми величинами и построьте линейный график.
10. Определите общий коэффициент теплоотдачи по графику, построенному на предыдущем шаге, и определите его погрешность по графику.
11. Постройте график зависимости положения капли $T(x)$ от температуры. Проверьте, что зависимость линейна, и определите коэффициенты этой зависимости, если это необходимо.

OLIMPIADA LA FIZICĂ
etapa republicană, 31/03/2024, Clasa 11

Deduceți relația dependenței temperaturii de timp:
 Выведите зависимость температуры от времени

4x0,2p=0,8 p

$$T = T_e - (T_e - T_0)e^{-\frac{KS}{cm}\tau}$$

$$\Delta Q = KS(T - T_e)\Delta\tau \quad \Delta Q = -cm\Delta T \quad -cm\Delta T = KS(T - T_e)\Delta\tau \quad \frac{\Delta(T - T_e)}{(T - T_e)} = \frac{KS\Delta\tau}{cm}$$

$$T = T_e - (T_e - T_0)e^{-\frac{KS}{cm}\tau}$$

Modificați relația de mai sus pentru a obține o dependență liniară. Completați tabelul de la pagina următoare când este cazul.

3x0,2p=0,6 p

Измените приведенную выше зависимость, чтобы получить линейную зависимость. Заполните таблицу на следующей странице, когда это необходимо

$$T = T_e - (T_e - T_0)e^{-\frac{KS}{cm}\tau} \quad \ln \frac{(T - T_e)}{(T_0 - T_e)} = -\frac{KS}{cm}\tau \quad Y = \frac{cm}{S} \ln \frac{T_e - T_0}{T - T_e} = K\tau$$

Obțineți relația dintre temperatura T a aerului din seringă și poziția x picăturii de lichid în tub **4x0,2p=0,8p**
 Получите зависимость между температурой T воздуха в шприце и положением x капли жидкости в трубке

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} + \frac{p_0 l S_0}{T_0} = \nu R \quad \frac{p_0 V_0}{T} + \frac{p_0(l-x)S_0}{T_e} = \nu R$$

$$T = \frac{T_0}{1 + x \frac{S_0 T_0}{V_0 T_e}}$$

Arătați în ce condiții această relație poate fi considerată liniară

2x0,2p= 0,4p

Покажите, при каких условиях это соотношение можно считать линейным

$$T = A + Bx \quad (3)$$

și determinați coeficienții acestei dependențe exprimate prin mărimile măsurate
 и определить коэффициенты этой зависимости, выраженные измеряемыми величинами

(V_0 , L , l , S_0).

$$T = \frac{T_0}{1 + x \frac{S_0 T_0}{V_0 T_e}} \approx T_0 - x \frac{S_0 T_0^2}{V_0 T_e}$$

$$A = \underline{\hspace{10em}}$$

2x0,2p= 0,4p

$$B = \underline{\hspace{10em}}$$

2x0,2p= 0,4p

1x0,2p=0,2p

diametru mic малый диаметр	diametru mare большой диаметр	înălțime высота	arie laterală totală S a paharului, m^2 общая боковая площадь S стакана, m^2

Lungimea tubului

Длина трубки

$l = \text{circa } 0,7\text{m}$

2x0,2p=

0,2p

Volumul aerului în seringă mică

Объем воздуха в маленьком шприце

$V_0 = \text{circa } 10\text{ ml}$

2x0,2p=

0,2p

Temperatura mediului exterior

Температура наружного воздуха

$T_e = \text{circa } 26^\circ\text{C}$

2x0,2p= p

3x0,2p= 0,6p

$L, \text{ m}$	Volumul apei pompate în tub, m^3 Объем воды, вливаемой в трубку, m^3	Aria secțiunii transversale interioare a tubului S_0, m^2 Внутренняя площадь поперечного сечения трубки m^2

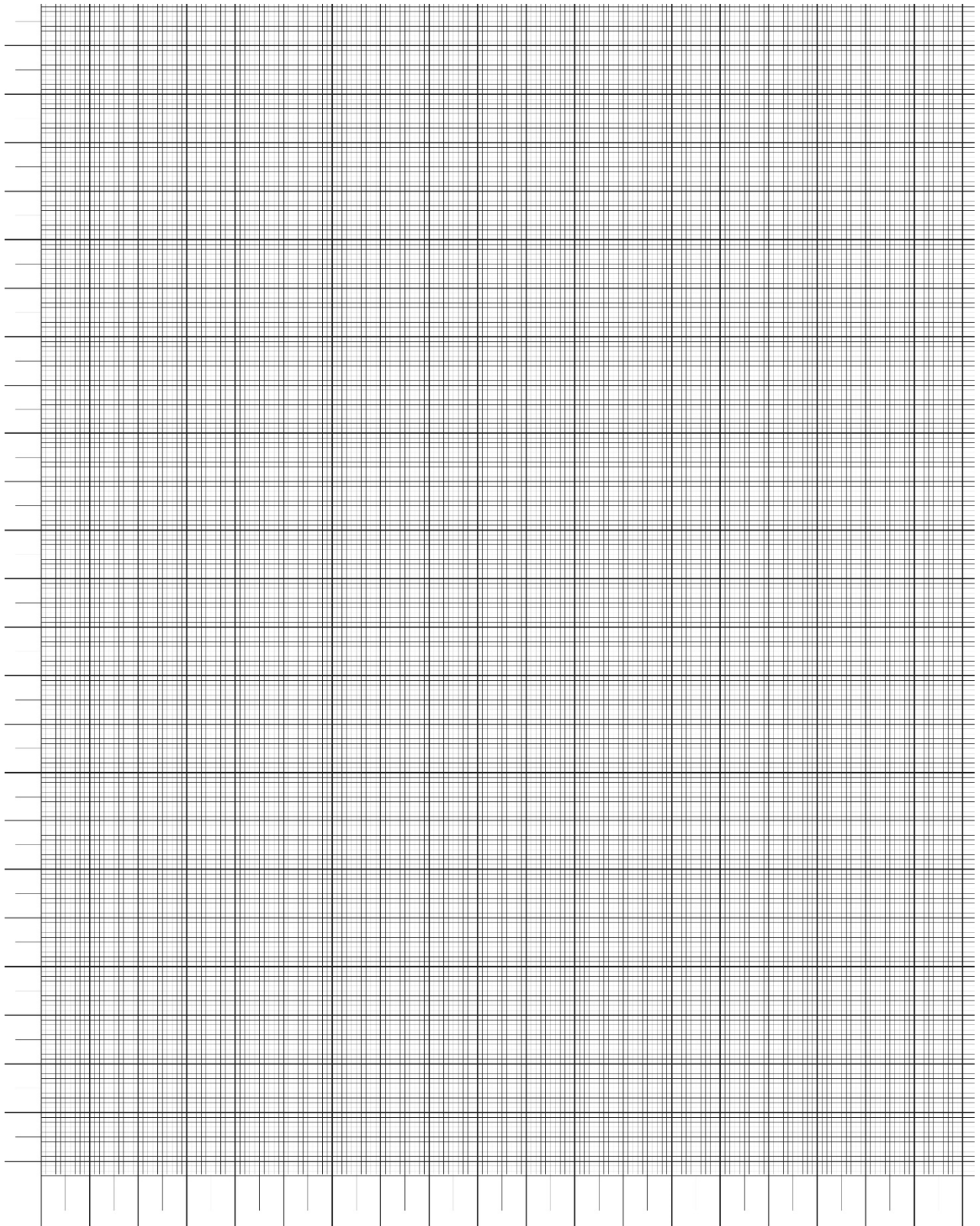
Construiți graficul evoluției temperaturii de timp.

Постройте график изменения температуры во времени

$T(t)$.

18x0,2p=3,6 p

Fiecare punct 13x0,2, mărime unitate, 4x0,2, curbă 0,2. -0,4 daca graficul nu ocupă mai mult de 30%



Construiți o dependență liniară în baza relației (2) Determinați coeficientul K
Постройте график изменения температуры во времени
 $T(t)$.

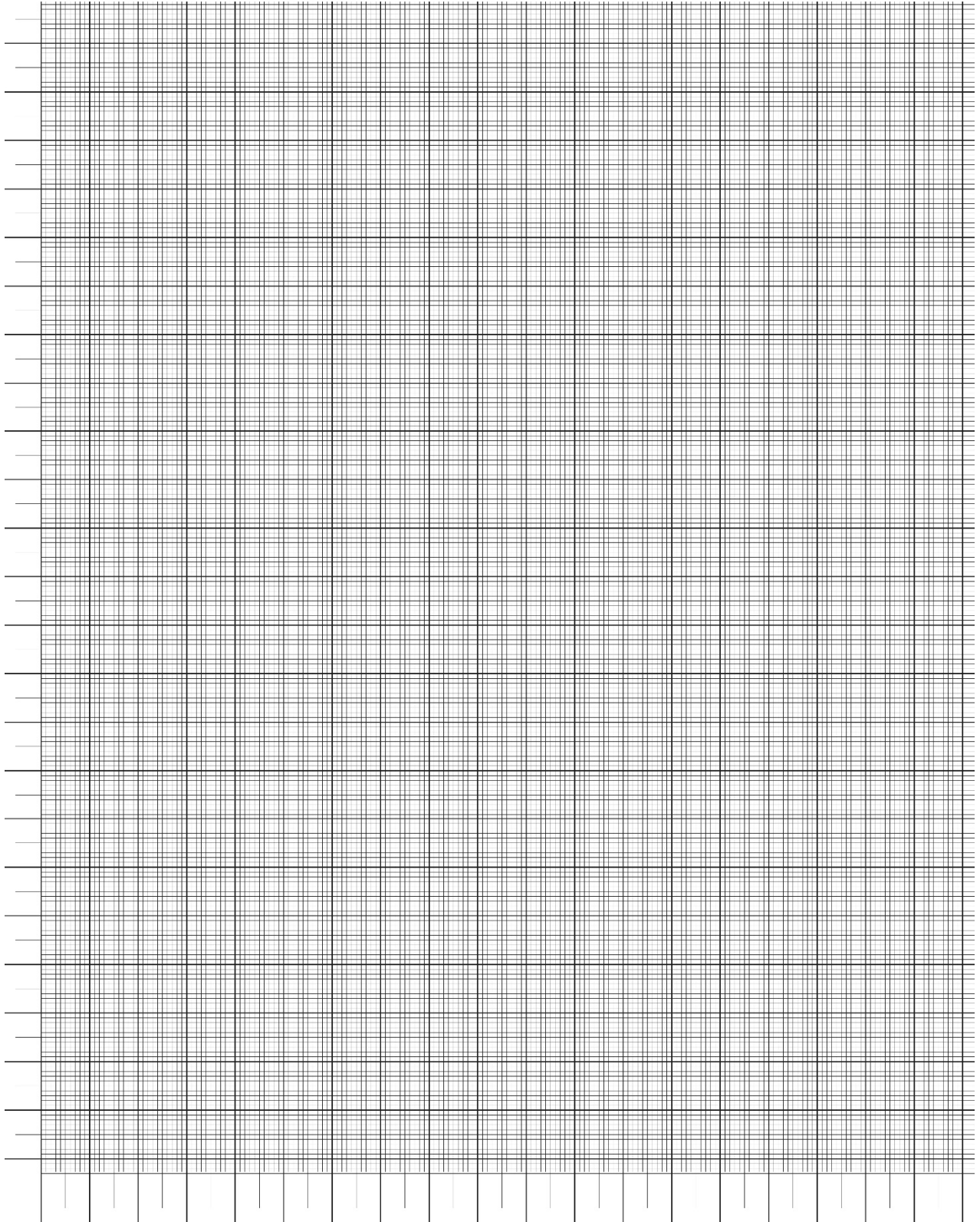
18x0,2p= 3,6p

$K =$ _____

2x0,2p= 0,4p

Lipsa unității de măsură a mărimilor = 0 puncte

Fiecare punct 13x0,2, mărime unitate, 4x0,2, curbă 0,2. -0,4 daca graficul nu ocupă mai mult de 30%



Construiți graficul dependenței temperaturii de poziția picăturii
Постройте график зависимости температуры от положения капли
 $T(x)$

18x0,2p=3,6 p

A = _____

2x0,2p= 0,4p

B = _____

2x0,2p= 0,4p

Lipsa unității de măsură a mărimilor = 0 puncte

Fiecare punct 13x0,2, mărime unitate, 4x0,2, curbă 0,2. -0,4 daca graficul nu ocupă mai mult de 30%

