

Розділ 1. Теплові явища

Рух молекул і тепловий стан тіла. Температура. Термометри

1. Яким явищем можна пояснити процес соління огірків, грибів та інших продуктів?
2. Чому в холодильнику не рекомендується поруч з молочними продуктами тримати оселедець або нарізану цибулю?
3. Щоб огірки триваліший час залишалися малосольними, розсіл з огірками зберігають в холодильнику. Чому?
4. Чому у гарячій воді цукор розчиняється швидше, ніж у холодній?
5. Дерев'яні бочки, які розсохлися, попередньо опускають на деякий час у воду, після чого щілини в бочках зникають. Пояснити, чому.
6. Дитячі повітряні кульки зазвичай наповнюють гелієм. Чому вони вже через добу втрачають пружність, зморщуються і перестають підніматися?

Залежність розмірів фізичних тіл від температури

7. Чому на точних вимірювальних приладах вказують температуру, за якої слід використовувати прилад (зазвичай 20 °C)?
8. Чому між залізничними рейками залишають проміжки?
9. Щоб відкрутити старий заржавілий гвинт, його нагрівають. Коли гвинт охолоне, він легко відкручується. Пояснить.
10. Для чого кришку і дно консервних банок роблять гофрованими?
11. Чому лопає холодна склянка, якщо в неї наливають окріп? Чому скляний посуд, який нагрівають до високих температур роблять тонкостінним?
12. Чому закорковані пляшки з напоями не повністю наповнюють рідиною?
13. Задля чого в системах водяного опалення та системах охолодження автомобілів використовують розширювальні баки?
14. Чому влітку і взимку водії автомобілів накачують шини по-різному?
15. Чому міжнародні контракти із продажу нафтових продуктів здійснюються в одиницях маси, а не об'єму?

Внутрішня енергія. Два способи зміни внутрішньої енергії тіла

16. Як зміниться внутрішня енергія чайника з окропом, якщо...
 - 1) ...його перенести з першого поверху будинку на другий?

- 2) ...його охолодити?
17. Молоток нагрівається у випадку відбивання ним коси і у випадку, коли він лежить на сонці в літній день. Про які способи зміни внутрішньої енергії йдеться у кожному випадку?
 18. Борошно під час помелу зерна стає теплим; хліб із печі виймають теж теплим. Порівняти причини нагрівання борошна і хліба.
 19. Сірник можна запалити, якщо помістити його у полум'я або за допомогою тертя об сірникову коробку. У чому спільність і відмінність причин спалахування сірника у наведених випадках?
 20. Печерні люди добували вогонь тертям. Пояснити дане явище.
 21. Чому швидке ковзання альпініста уздовж каната може призвести до опіків поверхонь рук?
 22. Яка причина нагрівання шин автомобіля під час різкого гальмування?
 23. Після сильного шторму вода у морі стає теплішою. Чому?
 24. Для різки металів використовують фрикційні пилки (диски без зубців), які обертаються із великою швидкістю. Як може пилка без зубців різати метал?
 25. Під час різання ножівкою нагрівається як ножівка, так і деталь, яку ріжуть. Унаслідок чого відбуваються такі зміни? Чому пилка з недостатньо розведеними зубцями нагрівається більше?
 26. Якщо шматок алюмінієвого дроту розклепувати на ковадлі або швидко згинати і розгинати, то він нагрівається. Чим зумовлена зміна температури дроту?
 27. Коли забивають цвях, його шапка помітно не нагрівається, а коли цвях забитий, то після кількох ударів вона стає теплою. Пояснити цей ефект.
 28. Деякі живі істоти впадають у зимову сплячку. Що це їм дає?
 29. Чому, коли людині холодно, вона мимоволі починає труситися?
 30. Як можна зігріти замерзлі руки, не використовуючи теплих предметів або теплих рукавиць?

Види теплообміну

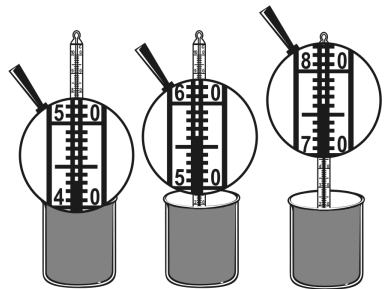
31. Чому взимку на вулиці металеві предмети на дотик більш холодні, ніж дерев'яні, а влітку навпаки? За якої температури метал і дерево будуть здаватися на дотик однаково нагрітими?

32. Чому невелику скляну паличку, розжарену з одного кінця, можна тримати за інший кінець, не обпікаючи пальців, а залізний стрижень не можна?
33. Чому алюмінієва чашка з чаєм обпікає губи, а порцелянова чашка з чаєм – ні?
34. Чому волога дерев'яна дошка на дотик холодніша за суху?
35. У якому взутті – тісному чи просторому – більше мерзнуть ноги?
36. Чому на зиму встановлюють подвійні або потрійні вікна?
37. Чому качки і гуси не бояться морозів?
38. Чим можна пояснити те, що деякі види птахів (куріпки, тетерева та ін.) взимку занурюються у кучугури снігу, де можуть перебувати кілька діб?
39. У яких рукавичках тепліше: в тих, у яких хутро зовні, чи в тих, у яких всередині?
40. У якому випадку людині буде тепліше: якщо вона одягне три тонких сорочки чи одну товсту?
41. У яких труб краща тяга: залізних чи цегляних? Чому?
42. Ви зібралися снідати і налили в склянку кави. Але вас просять відійти на кілька хвилин. Що треба зробити, щоб до вашого повернення температура кави була вищою: налити в неї молоко перед відходом чи після того, коли ви повернетесь? Чому?
43. У виробничій практиці нагріті до високої температури металеві деталі часто охолоджують у воді, мінеральній оліві, повітрі. В якому середовищі охолодження йде найшвидше і чому?
44. В якому чайнику вода швидше нагріється: в новому чи старому, на стінках якого є накип?
45. Задля чого досвідчені господині під час наливання в склянку окропу опускають в нього металеву ложку?
46. Людина не відчуває прохолоди у повітрі при температурі 20 °С, а у воді відчуває прохолоду при температурі 25 °С. Чому?
47. Чому в холодному приміщенні у людини мерзнуть насамперед ноги?
48. За якої умови чайник з окропом охолоне швидше: якщо його поставити на лід, чи покласти лід на кришку?
49. Чому шибки у більшій мірі починають замерзати раніше знизу, ніж зверху?
50. Чому кави, чай, суп швидше охолоджуються, коли їх мішають ложкою?

51. Коли вітрильним човнам зручніше входити в гавань: вдень чи вночі? Чому?
52. Чому листя осики коливається в безвітряну погоду?
53. Чому птахи з великими крилами (шуліки, орли) можуть триматися на одній висоті, не махаючи крилами?
54. Чому труба, по якій вода повертається в котел водяного опалення, підводиться до нього знизу, а не зверху?
55. Чому радіатори водяного опалення встановлюють біля вікон у нижній частині кімнати?
56. Чому трубки у холодильниках, якими протікає спеціальна рідина для охолодження повітря, розміщують у верхній частині?
57. Чому за холодної погоди багато тварин сплять, згорнувшись в клубок?
58. Чому в темних шорстких посудинах рідина охолоджується швидше, ніж у світлих полірованих?
59. Чому термоси виготовляють круглого, а не квадратного перерізу?
60. У якій сукні влітку менш спекотно: у світлій чи темній? Чому?

Кількість теплоти. Питома теплоємність

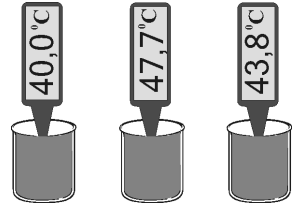
61. Чому вода в озері охолоджується ввечері повільніше, ніж пісок на пляжі?
62. Чому біля моря раптових змін (перепадів) температури навколишнього середовища менше, ніж у глибині континенту?
63. Чому нагріті деталі у воді охолоджуються швидше, ніж у повітрі?
64. Чому в пустелях вдень спекотно, а вночі температура може опускатися нижче 0°C ?



Мал. 1

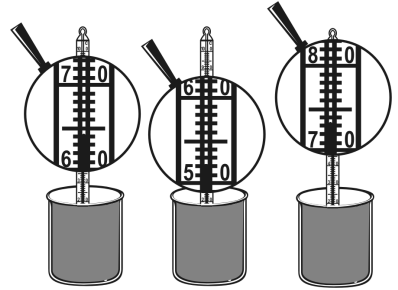
65. Чому залізні печі швидше нагрівають кімнату, ніж цегляні, але не так довго залишаються теплими?
66. У три однакові непрозорі посудини налили різні маси води за кімнатної температури і поставили на однакові нагрівники. Через деякий час виміряли температуру рідин (мал. 1). Вказати співвідношення між масами води в посудинах.
67. У три однакові посудини налили однакові маси спирту, гасу та скипидару за кімнатної температури і поставили на однакові

нагрівники. Через деякий час виміряли температуру рідин (мал. 2). Яка рідина знаходиться в кожній з посудин?



Мал. 2

68. Термометром зафіксували температуру трьох рідин однакової маси, після того як їм надали однакову кількість теплоти за однакової початкової температури. Використовуючи результати, відображені на малюнку 3, вказати у якої рідини питома теплоємність...



Мал. 3

- 1) ...найменша. 2) ...найбільша.
69. Яка кількість теплоти потрібна, щоб нагріти сталевий брусок масою 250 г на 200 °С?
70. Яка кількість теплоти потрібна для нагрівання від 8 °С до 1083 °С міді масою 200 г?
71. Яку масу води при температурі 20 °С можна довести до кипіння, надавши їй 21 кДж теплоти?
72. На скільки градусів нагріється олов'яна деталь масою 400 г, якщо їй надати 14 кДж теплоти?
73. Металевий брусок масою 2 кг охолоджується у повітрі. Віддавши у навколишнє середовище 25 кДж теплоти, він охолонув на 50 °С. Яка питома теплоємність металу, з якого виготовлено брусок?
74. Яка питома теплоємність заготовки масою 4 кг, якщо при охолодженні від 100 °С до 80 °С вона віддала в навколишнє середовище 40 кДж теплоти?
75. Яка кількість теплоти потрібна для нагрівання свинцевої пластинки розмірами $1 \times 2 \times 5 \text{ см}^3$ на 10 °С?
76. Яка кількість теплоти необхідна для нагрівання кубика льоду, ребро якого 10 см, від температури -20 °С до 0 °С?
77. До води масою 3 кг при температурі 20 °С доливають окріп і одержують суміш при температурі 40 °С. Визначити масу долитого окропу. Тепловими втратами знехтувати.
78. У воду об'ємом 900 мл за температури 20 °С кинули металеву кулю масою 1,2 кг, нагріту в окропі. Визначити питому теплоємність речовини кулі, якщо температура води піднялася до 30 °С.

Розв'язання

c -?

$$V = 900 \text{ мл} =$$

$$= 900 \text{ см}^3$$

$$t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 1,2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

З фізичного довідника записуємо в умову питому теплоємність води. Оскільки куля була нагріта в окропі, то її початкова температура $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. Знаємо, що об'єму води 900 мл відповідає маса води $m = 900 \text{ г}$. Кількість теплоти, яку отримує вода

$$Q = mc_{\text{в}}(t - t_0) = 0,9 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 10^0 \text{ }^\circ\text{C} = 37800 \text{ Дж.}$$

Саме цю кількість теплоти віддасть металевий куля. Тоді з формули $Q = m_1 c(t_1 - t)$ отримаємо:

$$c = \frac{Q}{m_1(t_1 - t)} = \frac{37800 \text{ Дж}}{1,2 \text{ кг} \cdot 70^0 \text{ }^\circ\text{C}} = 450 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

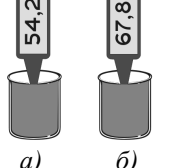
79. Свинцевий брусок за температури $5 \text{ }^\circ\text{C}$ опускають в посудину, у якій міститься 3 кг окропу. Яка маса бруска, якщо температура в посудині понизилась до $95 \text{ }^\circ\text{C}$? Теплообмін з посудиною не враховувати.
80. У склянці масою 100 г знаходиться 150 г спирту за температури $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Яка кількість теплоти потрібна, щоб нагріти склянку і спирт до температури $30 \text{ }^\circ\text{C}$?
81. Яка кількість теплоти потрібна, щоб у латунній посудині масою 500 г нагріти 2 л води від $50 \text{ }^\circ\text{C}$ до кипіння?
82. Яка кількість теплоти виділиться внаслідок охолодження від $80 \text{ }^\circ\text{C}$ до $30 \text{ }^\circ\text{C}$ залізного чайника масою 1 кг, що містить 3 л води?
83. До якої температури нагріється 5 кг води за рахунок 42 кДж енергії, якщо її початкова температура $30 \text{ }^\circ\text{C}$?
84. До якої температури охолоне шматок міді масою 1 кг, нагрітий до $500 \text{ }^\circ\text{C}$, внаслідок зменшення його внутрішньої енергії на 76 кДж?
85. Для того, щоб нагріти латунний циліндр площею основи 4 см^2 від $20 \text{ }^\circ\text{C}$ до $220 \text{ }^\circ\text{C}$ необхідно 12,92 кДж теплоти. Яка висота циліндра?
86. На графіку (мал. 4) зображено процес охолодження деякої речовини масою 10 кг. Яка кількість теплоти виділиться під час охолодження цієї речовини від початкової до кінцевої температури? Обчислити питому теплоємність речовини.
87. На графіку (мал. 5) зображено процес нагрівання латунної деталі. Визначити масу деталі.
88. На малюнку 6 показано графіки зміни температури під час теплообміну гарячої та холодної води. Визначити масу холодної води, якщо маса гарячої 3 кг.

Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю

Рівень А (початковий)

- Кількість теплоти, яка виділяється під час охолодження 1 кг речовини на 1°C , називають...
 - ... питомою теплоємністю;
 - ... теплопровідністю;
 - ... внутрішньою енергією;
 - ... випромінюванням.
- У якому стані речовина зберігає об'єм, але легко змінює форму?
 - твердому;
 - рідкому;
 - газоподібному.
- Внутрішня енергія тіла внаслідок його охолодження...
 - ...збільшується;
 - ...зменшується;
 - ...залишається незмінною.

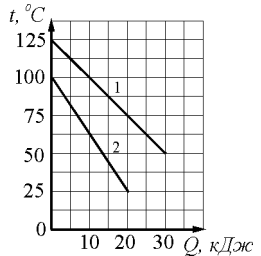
Рівень В (середній)

- Термометром зафіксували температуру трьох рідин однакової маси, після того як їм надали однакову кількість теплоти (мал.1). Питома теплоємність якої рідини найменша? Початкові температури рідин однакові.

Мал.1
- Куля, пробивши дошку, продовжує рухатися. Як змінилася її внутрішня енергія?
 - зменшилася, оскільки зменшилася її швидкість;
 - внутрішня енергія кулі не змінилася, змінилася кінетична енергія;
 - збільшилася, тому що частина механічної енергії перетворилася у внутрішню.
- Яка кількість теплоти виділиться під час охолодження 5 кг срібла на 100°C ?

Рівень С (достатній)

- Який об'єм тосолу можна нагріти від 20°C до 70°C , надавши йому 790 кДж теплоти?
- Яку масу холодної води за температури 15°C необхідно долити у посудину, в якій міститься 4 кг гарячої води за температури 85°C , якщо гаряча вода охолола на 30°C ? Тепловими втратами знехтувати.



Мал.2

Рівень D (високий)

- На малюнку 2 зображено графіки зміни температури під час охолодження двох шматків олова. Маса якого шматка олова менша? У скільки разів?
- Мідна і залізна кулі однакової маси падають на підлогу з однакової висоти. У скільки разів зміна температури однієї кулі більша за зміну температури іншої? Вважати, що механічна енергія куль. повністю переходить у внутрішню.

Рівень А (початковий)

1. а

2. б

3. б

Рівень В (середній)

1. в

2. в

3.

 Q -?

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

Розв'язання

З фізичного довідника записуємо в умову питому теплоємність срібла.

Кількість теплоти обчислюється за формулою

$Q = mc\Delta t$. Підставивши значення фізичних величин, отримаємо:

$$Q = 5 \text{ кг} \cdot 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C} = 125000 \text{ Дж} = 125 \text{ кДж.}$$

Рівень С (достатній)

1.

 V -?

$$t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 790 \text{ кДж} = 790000 \text{ Дж}$$

$$c = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 790 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Розв'язання

З фізичного довідника записуємо в умову питому теплоємність та густину тосолу. З формули

$Q = mc(t - t_0)$ отримаємо:

$$m = \frac{Q}{c(t - t_0)} = \frac{790000 \text{ Дж}}{2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 50 \text{ }^\circ\text{C}} = 7,9 \text{ кг.}$$

Тоді об'єм $V = \frac{m}{\rho} = \frac{7,9 \text{ кг}}{790 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,01 \text{ м}^3$.

2.

 m_1 -?

$$t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 4 \text{ кг}$$

Розв'язання

Запишемо рівняння теплового балансу при змішуванні води:

$m_1 c(t - t_1) = m_2 c(t_2 - t)$, де t – температура суміші.

$t = t_2 - \Delta t = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. Тоді $m_1 = \frac{m_2(t_2 - t)}{(t - t_1)}$. Підставивши

значення фізичних величин, отримаємо:

$$m_1 = \frac{4 \text{ кг} \cdot 30 \text{ }^\circ\text{C}}{40 \text{ }^\circ\text{C}} = 3 \text{ кг.}$$

Відповіді до задач

69. 25 кДж.

70. 81,7 кДж.

71. 62,5 г.

72. 140 °С.

73. $250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

74. $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

75. 158,2 Дж.

76. 37,8 кДж.

77. 1 кг.

79. 5 кг.

80. 9180 Дж.

81. 429500 Дж.

82. 653 кДж.

83. 32 °С.

84. 300 °С.

85. 5 см.

86. 150 кДж, $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

87. 5 кг.

88. 2 кг.

90. 0,2 кг.

91. Другого у 4 рази.

92. Другої у 3 рази.

93. Холодної 25 кг, гарячої 15 кг.

94. 90 °С.

96. 15 °С.

97. 24,8 °С.

98. 10 °С.

99. 32 °С.

101. 10 °С.

102. 55 °С.

103. 50 °С.

104. 3 °С.

105. 4,6 м.

106. $0,05^{\circ}\text{C}$.
107. 140°C .
108. $1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$.
109. Залізної вдвічі більша.
110. 10.
112. 84 м.
113. 420 кг.
114. 30 Дж
133. 8,52 МДж.
134. 46,4 кДж.
135. 2 кг.
136. 20 кг.
137. $112 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.
138. 336 кДж.
140. 1084 кДж.
141. 1546 кДж.
143. 11,6 кДж; 11,6 кДж;
23,2 кДж.
144. 302 кДж; 208 кДж.
145. 99,6 кДж; 100,8 кДж; зміна внутрішньої енергії однакова.
146. 3 кг.
147. 120°C .
148. 170,7 Дж.
149. ≈ 50 г.
150. ≈ 112 г.
151. $\approx 4,55$ кг.
153. $\approx 0,66$ кг.
154. льоду $\approx 0,5$ кг;
води $\approx 0,95$ кг.
155. ≈ 79 хв.
156. $\approx 1,27$ хв.
191. 0,7 МДж.
192. 23 МДж.

Фізичний довідник

Густина речовин ($\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ або $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$)

Алюміній	2,7	Свинець	11,3
Латунь	8,5	Сталь	7,8
Лід	0,9	Бензин	0,71
Мідь	8,9	Вода	1,0
Нікелін	8,8	Гас	0,8
Ніхром	8,4	Тосол	0,79

Питома теплоємність ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$)

Алюміній	920	Ртуть	130
Вода	4200	Свинець	140
Гас	2100	Скипидар	1800
Ефір	3340	Срібло	250
Залізо	460	Спирт	2500
Латунь	380	Сталь	500
Лід	2100	Скло	840
Мідь	380	Тосол	2000
Нафталін	1300	Цинк	380
Олово	250	Чавун	540

Температура плавлення (кристалізації) ($^\circ\text{C}$)

Алюміній	660	Парафін	40
Вода (лід)	0	Ртуть	-39
Вольфрам	3370	Свинець	327
Залізо	1539	Срібло	960
Мідь	1083	Спирт	-114
Нафталін	80	Цинк	420
Олово	232	Чавун	1150

Питома теплота плавлення ($10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)

Алюміній	390	Ртуть	12
Залізо	270	Свинець	24
Лід	332	Срібло	87
Мідь	213	Цинк	112
Нафталін	151	Чавун	96
Олово	58		

Температура кипіння (конденсації) ($^{\circ}\text{C}$)

Ацетон	56	Парафін*	400
Вода	100	Ртуть	357
Гліцерин	290	Скипидар	161
Ефір	35	Спирт	78

Питома теплота пароутворення ($10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)

Ацетон	0,52	Ртуть	0,29
Вода	2,3	Скипидар	0,29
Ефір	0,35	Спирт	0,9

Питома теплота згорання палива ($10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)

Бензин*	46	Кам'яне вугілля*	30
Буре вугілля*	17	Нафта	44
Гас	46	Природний газ	44
Дрова (сухі)*	13	Спирт	27
Деревне вугілля	34	Торф	14
Дизельне паливо	42		

Питомий опір металів та сплавів при 20°C ($\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ або $10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$)

Алюміній	0,028	Нікелін*	0,42
Константан*	0,5	Ніхром*	1,1
Мідь	0,017	Сталь*	0,14

Електрохімічний еквівалент ($\frac{\text{мг}}{\text{Кл}}$ або $10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$)

Алюміній (Al^{3+})	0,0932	Олово (Sn^{2+})	0,616
Золото (Au^+)	2,043	Срібло (Ag^+)	1,118
Мідь (Cu^{2+})	0,33	Хром (Cr^{3+})	0,18
Нікель (Ni^{2+})	0,3	Цинк (Zn^{2+})	0,339